

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

“Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет”

Кафедра “Электромеханика”

“УТВЕРЖДАЮ”

Первый проректор ФГБОУ ВПО “КНАГТУ”



А.Р.Куделько

2013 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины “Спецкурс электрических машин ”  
основной образовательной программы подготовки дипломированных  
специалистов по специальности 140601 – “Электромеханика

Форма обучения	очная
Технология обучения	традиционная
Объем дисциплины	150 часов      4 зачетные единицы

Комсомольск-на-Амуре 2013

Рабочая программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры "Электромеханика"

Заведующий кафедрой


 А.В. Сериков

" 13 " 02 2013 г.

СОГЛАСОВАНО


Начальник учебно-методического управления  А.А. Скрипилев

" 20 " 02 2013 г.

Декан электротехнического факультета  А.Н. Степанов

" 20 " 02 2013 г.

Рабочая программа рассмотрена, одобрена и рекомендована к использованию методической комиссией электротехнического факультета

Председатель методической комиссии  Н.Е. Дерюжкова

" 13 " 02 2013 г.

Автор рабочей программы к.т.н., доцент  В.А. Размыслов

" 13 " 02 2013 г.

## ВВЕДЕНИЕ

Рабочая программа предназначена для студентов очной формы обучения, обучающихся по специальности 140601 – “Электромеханика” и получающих квалификацию инженера. Дисциплина “Спецкурс электрических машин” относится к дисциплинам специализации. Рабочая программа составлена на основе государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования, направление подготовки дипломированного специалиста 140600 – “Электротехника, электромеханика и электротехнологии” (в дальнейшем - ГОС).

### 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

#### 1.1 Предмет, цели, задачи и принципы построения дисциплины

Согласно ГОС объектами профессиональной деятельности выпускника по специальности 140601 являются электрические машины, трансформаторы, электромеханические системы, преобразующие электрическую энергию в механическую и наоборот. Инженер должен знать: методы проведения технических расчетов; принципы работы, технические характеристики.

**Предмет дисциплины.** “Спецкурс электрических машин” – одна из базовых дисциплин специальности 140601 – “Электромеханика”, в которой рассматриваются переходные процессы (ПП) в основных видах электрических машин, дифференциальные уравнений электрических машин, методы расчета и анализа переходных процессов в электрических машинах.

**Целью дисциплины** является формирование знаний о математических моделях основных видов электрических машин; дифференциальных уравнения электрических машин, описывающих переходные процессы; методах исследования и анализа переходных процессов; поведении разных видов электрических машин в переходных процессах.

**Задачами дисциплины** являются изучение математических моделей основных видов электрических машин в разных системах координат; дифференциальных уравнений, описывающих переходные процессы в электрических машинах; методов расчета и анализа переходных процессов; структуры программ расчета переходных процессов на ЭВМ; а также формирование навыков расчета и анализа переходных процессов в электрических машинах.

#### **Принципы построения дисциплины:**

- принцип соответствия установленным требованиям ГОС, внутривузовским и внешним нормативным документам;
- принцип историзма, предполагающий рассмотрение фактов, событий, явлений в становлении энергетики в широком контексте конкретного исторического периода;
- системность и логическая последовательность представления учебного материала и его практических приложений;

- профессиональная направленность, связь теории и практики обучения с будущей профессиональной деятельностью, в целом с жизнью;
- от общего к частному – от общего знакомства с дисциплиной, ее теоретическими положениями и их практическими приложениями к изучению конкретных проблем с одновременной реализацией принципа «от простого – к сложному»;
- принцип научности, обеспечивающий соответствие изучаемого материала современному состоянию и перспективам развития электроэнергетики и энергетики в целом;
- принцип доступности, обеспечивающий соответствие объемов и сложности учебного материала реальным возможностям студентов;
- принцип опоры на практический жизненный опыт обучающихся.

Изучение дисциплины начинается с рассмотрения влияния переходных процессов на работу электрических машин и электрических сетей, понятия обобщенной электрической машины, основных допущений, принимаемых при исследовании переходных процессов. Затем изучаются системы координатных осей, используемых при исследовании электрических машин, численные методы расчета переходных процессов. В последующих разделах изучаются математические модели асинхронных машин, машин постоянного тока, синхронных машин и трансформаторов. Для каждого вида машин рассматриваются расчетные модели, составления уравнений переходного процесса, преобразование уравнений к виду, удобному для численного решения, структура программ расчета переходных процессов.

Для формирования навыков расчета и анализа переходных процессов на лабораторных занятиях студентами составляются математические модели электрических машин, программы расчета переходных процессов на ЭВМ, выполняются расчеты переходных процессов в различных видах электрических машин. Результаты исследований представляются в виде отчетов по лабораторным работам.

По дисциплине выполняется курсовой проект, связанный с проектированием синхронной машины. В ходе проектирования проводятся необходимые расчеты, результаты которых представляются в пояснительной записке, и конструктивная проработка машины с выполнением чертежей. Особое внимание при расчетах обращается на параметры и постоянные времени переходных процессов. Работа над курсовым проектом ведется самостоятельно.

## **1.2 Роль и место дисциплины в структуре реализуемой образовательной программы**

В результате изучения дисциплины “Спецкурс электрических машин” выпускник должен быть подготовлен к выполнению проектно-

конструкторской и исследовательской деятельности, касающейся прогнозирования и исследования поведения электрических машин в динамических режимах; к выполнению таких профессиональных задач, как: формулирование целей программы решения задач; разработка обобщенных вариантов решения проблемы и сравнительный анализ вариантов; анализ состояния и динамики электрических машин; создание теоретических моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение электрических машин в переходных процессах; проведение технических расчетов.

Полученные при изучении дисциплины “Спецкурс электрических машин” знания и навыки могут использоваться при дипломном проектировании, а также в практической деятельности выпускников на предприятиях и организациях, занимающихся исследованием, производством, эксплуатацией и ремонтом электрических машин.

Для успешного усвоения дисциплины “Спецкурс электрических машин” необходимы знания, получаемые при изучении следующих дисциплин:

- теоретические основы электротехники (темы: основы теории цепей, законы и методы расчета электрических и магнитных цепей, теория электромагнитного поля);
- начертательная геометрия, инженерная графика (темы: выполнение эскизов и чертежей машин и их деталей, чтение чертежей, особенности электротехнических чертежей, виды конструкторских документов);
- электрические машины, специальные вопросы электрических машин (темы: принцип действия, основные элементы конструкции, схемы замещения и уравнения различных типов электрических машин; расчет магнитной цепи; определение размагничивающего действия реакции якоря; характеристики электрических машин; потери в электрических машинах);
- высшая математика (темы: дифференциальное исчисление);
- информатика (темы: алгоритмические языки, составление программ);
- прикладная программирование (темы: численные методы решения систем дифференциальных уравнений, аппроксимация функций).

### **1.3 Объемы учебной работы и предусмотренные рабочими планами реализуемой образовательной программы формы аттестации ее результатов**

## Характеристика трудоемкости дисциплины

Виды учебной работы	Се- местр	Объемы учебной работы (в семестре/в неделю), ч			Объемы учеб- ной работы в зачетных еди- ницах
		Аудиторные занятия	Самостоятель- ная работа	Всего	
1.Предусмотренны й рабочим учеб- ным планом объем изучения дисцип- лины в учебных семестрах	9	85/5	65/4	150/9	4
2. По видам ауди- торных занятий:					
- лекции	9	51/3		51/3	1,5
- лабораторные за- нятия	9	34/2		34/2	1
3. Аттестация по курсу					
- экзамен	9			36	
4. Итого объем дисциплины по се- местрам (записи в зачетную книжку)					
- экзамен	9			150	4
5. Итого трудоем- кость дисциплины				186	5

**2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Структура и содержание дисциплины “Спецкурс электрических машин” представлена на рис. 1.

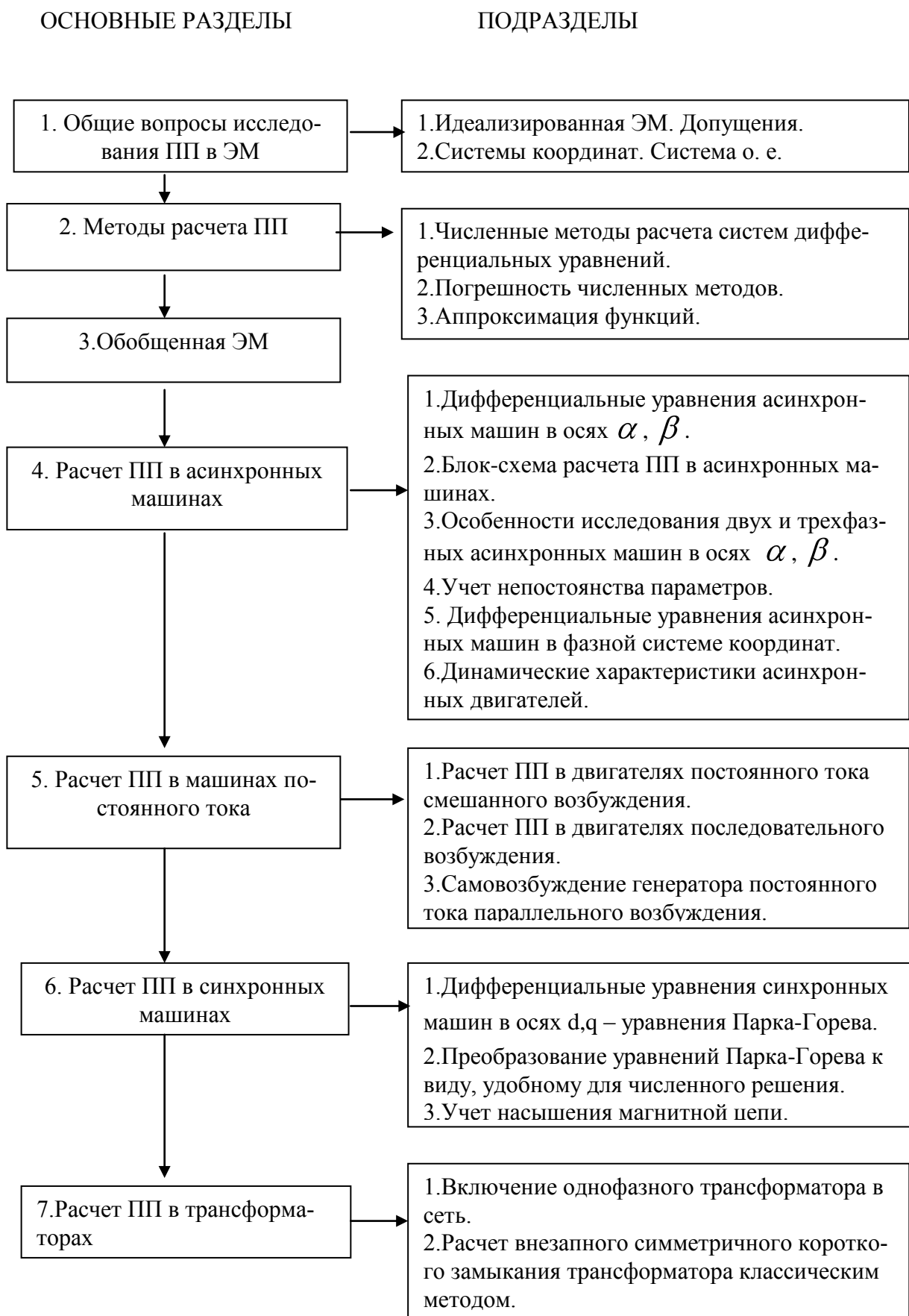


Рис. 1

### 3 КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Лекции

Таблица 2

##### Программа лекций

	Тематика лекции	Кол-во академических часов
1	Общие вопросы исследования ПП в ЭМ.	6
2	Методы расчета ПП.	8
3	Обобщенная электрическая машина.	2
4	Расчет ПП в асинхронных машинах.	13
5	Расчет ПП в машинах постоянного тока.	6
6	Расчет ПП в синхронных машинах.	12
7	Расчет ПП в трансформаторах.	4
<b>Итого по дисциплине в целом</b>		<b>51</b>

#### 3.2 Лабораторные занятия

Таблица 3

##### Программа занятий

	Тематика занятия	Кол-во академических часов
1	Составление расчетной модели и уравнений переходных процессов асинхронного двигателя.	4
2	Разработка и составление программы расчета переходных процессов асинхронного двигателя.	8
3	Расчет переходных процессов в асинхронном двигателе.	5
4	Составление расчетной модели и уравнений переходных процессов двигателя постоянного тока.	4
5	Разработка и составление программы расчета переходных процессов в двигателях постоянного тока.	8
6	Расчет переходных процессов в двигателе постоянного тока.	5
<b>Итого по дисциплине в целом</b>		<b>34</b>

#### 3.3 Объем, структура и содержание самостоятельной работы студентов, график ее выполнения

Компоненты самостоятельной работы студентов по дисциплине “Спецкурс электрических машин”:

- подготовка к лекциям;
- обработка результатов и оформление отчета по лабораторным работам;
- выполнение и подготовка к защите курсового проекта.



### 3.3.1 Тематика курсового проекта

Тема курсового проекта – расчет синхронной машины. Студент должен определить главные размеры машины, рассчитать обмотку и зубцовую зону статора, построить схему обмотки, выбрать воздушный зазор и рассчитать полюсы ротора, рассчитать магнитную цепь и обмотку возбуждения, выполнить расчет параметров и постоянных времени, построить рабочие, угловые и пусковые характеристики, провести тепловой расчет, выполнить механические расчеты. Результаты расчета сводятся в пояснительную записку. Должны быть выполнены чертеж общего вида машины и чертежи ее деталей (по указанию преподавателя).

### 3.3.2 Графики выполнения самостоятельной работы

Таблица 4

Вид самостоятельной работы	Число часов в неделю							Итого по видам работы
	1	2-6	7	8	9-15	16	17	
Подготовка к лекциям	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	8
Подготовка отчетов по лабораторным работам и к их защите	0	0	2	2	0	2	2	8
Выполнение и защита курсового проекта	0	3	3	3	3	4	3	49
Итого	0	3,5	5,5	5,5	3,5	6,5	5,5	65

## 4 ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОНТРОЛЯ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЕМЫХ

### 4.1 Технологии контроля текущей успеваемости студентов

Контроль текущей успеваемости студентов ведется по результатам выполнения курсового проекта и лабораторных работ, а также защиты лабораторных работ. Успеваемость считается удовлетворительной, если работа над курсовым проектом ведется в соответствии с календарным графиком, который объявляется студентам в начале семестра, первая лабораторная работа защищается не позднее 9-й недели, а вторая – 16-й недели.

#### 4.1 Технологии и методическое обеспечение промежуточной аттестации

Дисциплина “Спецкурс электрических машин” изучается в девятом семестре, рабочим учебным планом предусмотрена промежуточная аттестация в виде оценки за курсовой проект и в форме экзамена.

Оценка по курсовому проекту определяется как сумма баллов за правильное выполнение расчетов (максимум 3,3 балла), за правильное оформление пояснительной записки (максимум 0,5 балла), за правильное выполнение чертежей (максимум 0,6 балла) и за успешность защиты (максимум 0,6 балла). За досрочную защиту проекта добавляется 0,4 балла. Сумма баллов округляется по правилам арифметики.

К экзамену допускаются студенты, успешно выполнившие и защитившие курсовой проект и лабораторные работы. Экзаменационный билет содержит два вопроса из перечня, приведенного ниже. Экзаменационная оценка определяется как среднее арифметическое от двух оценок, полученных при ответах на вопросы билета.

Перечень теоретических вопросов, выносимых на экзамен:

- 1) Основные допущения, применяемые при исследовании ЭМ. Идеализированная ЭМ.
- 2) Системы координатных осей.
- 3) Преобразование координат.
- 4) Системы относительных единиц.
- 5) Модель обобщенной ЭМ.
- 6) Метод Эйлера.
- 7) Метод “прогноз-коррекция”.
- 8) Усовершенствованный метод Эйлера.
- 9) Метод Рунге-Кутты четвертого порядка.
- 10) Методы Адамса.
- 11) Погрешность численных методов. Выбор шага интегрирования.
- 12) Аппроксимация функций. Эвристические методы.
- 13) Линейные сплайны.
- 14) Кубические сплайны.
- 15) Дифференциальные уравнения асинхронных машин в осях  $\alpha, \beta$  и их преобразование к виду, удобному для численного интегрирования.
- 16) Блок-схема расчета переходных процессов в асинхронных двигателях.
- 17) Особенности исследования двух и трехфазных асинхронных машин в осях  $\alpha, \beta$ .
- 18) Учет непостоянства параметров асинхронных машин.
- 19) Дифференциальные уравнения трехфазной асинхронной машины в фазной системе координат.
- 20) Динамические характеристики асинхронных двигателей.
- 21) Расчет переходных процессов в двигателях постоянного тока смешанного возбуждения.
- 22) Расчет переходных процессов в двигателях постоянного тока последовательного возбуждения.
- 23) Самовозбуждение генератора постоянного тока параллельного возбуждения.

- 24) Дифференциальные уравнения синхронных машин в осях  $d$ ,  $q$  – уравнения Парка-Горева.
- 25) Преобразование уравнений Парка-Горева к виду, удобному для численного решения.
- 26) Учет насыщения магнитной цепи в синхронных машинах.
- 27) Физические процессы при внезапном коротком замыкании синхронного генератора.
- 28) Расчет переходного процесса при включении однофазного трансформатора в сеть.
- 29) Расчет внезапного симметричного короткого замыкания трансформатора классическим методом.

### **4.3 Технологии и методическое обеспечение контроля выживаемости знаний, умений и навыков, сформированных при изучении дисциплины**

Выживаемость знаний, приобретенных в результате изучения дисциплины “Спецкурс электрических машин”, выявляется при проведении государственного экзамена по специальности 140601 – “Электромеханика” и при государственной аттестации и аккредитации специальности. Программа государственного экзамена и педагогические измерительные материалы включают в себя вопросы по основным разделам курса.

## **5 РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Список основной учебной и учебно-методической литературы**

1. Сипайлов Г.А., Лоос А.В. Математическое моделирование электрических машин (АВМ). - М.: Высшая школа, 1980. – 176 с.
2. Копылов И.П. Математическое моделирование электрических машин. - М.: Высшая школа, 1987. – 248 с.
3. Размыслов В.А., Скрипилев А.А. Расчет переходных процессов в электрических машинах численными методами: Учебн. пособие. - Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т, 1997. – 99 с.
4. Проектирование электрических машин /И.П. Копылов, Б.К. Клоков, В.П. Морозкин, Б.Ф. Токарев; Под ред. И.П. Копылова. - М.: Высшая школа, 2002. - 757 с., ил.
5. Гольдберг О.Д., Гурин Я.С., Свириденко И.С. Проектирование электрических машин. - М.: Высшая школа, 1984. - 431 с.
6. Проектирование электрических машин /И.П. Копылов, Ф.А. Горяинов, Б.К. Клоков и др.; Под ред. И.П. Копылова. - М.: Энергия, 1980 - 496 с., ил.

### 5.1.1 Методические указания по дисциплине

1. Расчет переходных процессов в двигателях постоянного тока: Методические указания к выполнению расчетного задания / Сост.: В.А. Размыслов. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО “КнАГТУ”, 2004. – 24 с.

2. Расчет переходных процессов в асинхронных двигателях : Методические указания к выполнению лабораторной работы / Сост.: В.А. Размыслов. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО “КнАГТУ”, 2004.–30 с.

3. Расчет переходного процесса включения в сеть однофазного трансформатора: Методические указания к выполнению лабораторной работы / Сост.: В.А. Размыслов, В.П. Романюк. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре политехн. ин-т, 1991. – 22 с.

### 5.2 Список дополнительной учебной, учебно-методической и научной литературы

Абрамов А.И., Извеков В.И., Серихин Н.А. Проектирование турбогенераторов: Учеб. пособие для электромехан. и электротехн. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 1990. – 336 с.

Балагуров В.А. Проектирование специальных электрических машин переменного тока: учеб. пособие для студентов вузов. – М.: Высш. шк., 1982. – 272 с.

Домбровский В.В., Хуторецкий Г.М. Основы проектирования электрических машин переменного тока. – Л.: Энергия, 1974. – 504 с.

Справочник по электрическим машинам: в 2 т./ Под общ. ред. И.П. Копылова и Б.К. Клокова. – М.: Энергоатомиздат, 1988, 1989. 1 т. – 456 с.; 2 т. – 688 с.

Токов М.И. Проектирование электрических машин: Конспект лекций. – Вып. 1. Конструкция., Вып. 2. Расчеты. – Л.: Ленинградский политехнический институт, 1974, 1975. Вып. 1 – 235 с.; вып. 2 – 213 с.

Журналы “Электричество”, “Электротехника”, “Изв. вузов. Электромеханика”, “Реферативный журнал. Энергетика и электротехника”.

### 5.3 Программные продукты, используемые при изучении дисциплины

Расчеты при выполнении курсового проекта могут проводиться с использованием программы MathCad. Для оформления пояснительной записки возможно использование текстовых редакторов: Word или др. Графическая часть проекта может выполняться с применением средств компьютерной графики.