

Э+Эи Шмелов 16

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по образовательной деятельности  
\_\_\_\_\_ А.А. Панфилов  
« 24 » 06 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Символические методы в электротехнических расчётах

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Электроснабжение

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоёмкость, зач. ед./ час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаб. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз/зачёт)
третий	6/216	36	-	36	99	Экзамен (45)
Итого	6/216	36	-	36	99	Экзамен (45)

Владимир – 2016

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель** изучения дисциплины состоит в математической подготовке специалистов по электротехнике и электроэнергетике в такой степени, чтобы они могли, применяя *символические методы*, выполнять расчёты установившихся и переходных процессов по линейным схемам замещения электротехнических устройств, характеристики элементов которых заданы символически (аналитически).

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Символические методы в электротехнических расчётах» относится к вариативной части дисциплин учебного плана направления подготовки бакалавров «Электротехника и электроэнергетика» для профиля «Электроснабжение» (блок Б1.В.ДВ). Дисциплина логически и содержательно-методически тесно связана с рядом других дисциплин учебного плана.

Дисциплины «Математика» и «Информатика» формируют необходимые для изучения символических методов способности к обобщению и анализу информации, навыки постановки цели и выбора путей её достижения; готовность использовать компьютер как одно из средств освоения новой дисциплины; способности математического анализа и моделирования процессов в электрических цепях; готовность выявить информационную основу алгоритмической символических расчётных методов операционного исчисления.

К числу дисциплин, наиболее тесно связанных с «Символическими методами в электротехнических расчётах» (СМЭТР), относится «Теоретические основы электротехники» (ТОЭ), первая часть которой изучается параллельно с СМЭТР. В результате освоения ТОЭ студенты приобретают необходимые для изучения символических расчётных методов **знания** основных понятий и законов теории электрических цепей как области практического применения аналитических методов решения систем уравнений. С другой стороны, СМЭТР является базой для изучения ТОЭ и «Устойчивости систем электроснабжения» в части приобретения **умения** количественного представления динамических свойств элементов цепей и динамических объектов. В результате изучения СМЭТР студенты **овладевают** программными средствами и аналитическими методами для решения задач теоретической электротехники.

Знания и умения, получаемые в ходе изучения дисциплины СМЭТР служат базой для последующего изучения таких дисциплин как ТОЭ и «Устойчивость электрических систем».

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции:

Знать:

И обладать способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

Численные методы интерполяции, дифференцирования, интегрирования, аппроксимации, решения матричных уравнений и их систем и обладать способностью применять соответствующий математический аппарат, методы анализа и моделирования при решении профессиональных задач (ОПК-2).

Уметь:

Использовать численные методы анализа и моделирования электрических цепей (ОПК - 3).

Определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности, применяя вычислительные методы (ПК-5);

Рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности, применяя вычислительные методы (ПК-6).

Владеть:

Вычислительными методами анализа и моделирования при решении профессиональных задач (ОПК-2);

Численными методами анализа и моделирования электрических цепей (ОПК - 3);

Вычислительными методами определения параметров оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-5);

Вычислительными методами расчёта режимов работы объектов профессиональной деятельности (ПК-6).

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР			
1	Анализ электрических цепей в случаях, когда параметры их элементов заданы не числами, а символами.	3	1	2		4			9		2/33%	
2	Реализация символьных методов в математическом ПО	3	2	2		0			9			
3	Регулярные (аналитические) функции комплексного переменного	3	3,4	4		4			9		2/25%	
4	Представление функции рядом Лорана вблизи особой точки	3	5,6	4		4			9		2/25%	рейтинг-контроль
5	Вычеты вокруг особых точек	3	7,8	4		4			9		2/25%	
6	Интегральное преобразование Лапласа и операционное исчисление	3	9,10	4		4			9		2/25%	
7	Применение операционного исчисления к решению линейных обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающих переходные процессы в электротехнических устройствах, представленных ли-	3	11,12	4		4			9		2/25%	рейтинг-контроль

	нейными схемами замещения										
8	Обратное преобразование Лапласа для дробно-рациональных функций	3	13,14	4		4		9		2/25%	
9	Интегральное преобразование Фурье (прямое и обратное) как средство спектрального анализа электрических сигналов	3	15	2		4		9		2/25%	
10	Операторное и аналитическое частотное представление свойств элементов и цепей как разновидность символических представлений	3	16,17	4		4		9		2/25%	
11	Символическое представление режимов работы электрических цепей	3	18	2				9		рейтинг-контроль	
Всего				36		36		99		18/25%	Экзамен (45)

### Тематика лабораторных занятий

- 1) Формирование и решение уравнений состояния линейных электрических цепей в символической форме (4 часа).
- 2) Проверка функций комплексного переменного на регулярность (аналитичность). Выявление особых точек аналитических функций комплексного переменного (4 часа).
- 3) Построение рядов Лорана вблизи особых точек аналитических функций комплексного переменного (4 часа).
- 4) Вычисление вычетов вокруг особых точек аналитических функций комплексного переменного (4 часа).
- 5) Применение преобразования Лапласа к типовым функциям времени (электрическим сигналам) (4 часа).
- 6) Применение операционного исчисления к решению линейных обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающих переходные процессы в электротехнических устройствах, представленных линейными схемами замещения. (4 часа).

7) Символические вычисления обратного преобразования дробно- рациональных функций комплексной частоты (4 часа).

8) Применение преобразования Фурье к типовым функциям времени (электрическим сигналам) (4 часа).

9) Определение символических передач линейных электрических цепей в операторной и частотной форме (4 часа).

### **Самостоятельная работа студентов**

Самостоятельная работа студентов предусматривает самостоятельную подготовку по сбору, систематизации и обработке материала из предложенного списка литературы (и дополнительной литературы), лекционного материала, к лабораторным занятиям, рейтинг-контролю, экзамену. Сюда включается также самостоятельное выполнение расчётно-графической работы (РГР). Учебным планом предусмотрена одна расчётно- графическая работа на тему «Символическое представление режимов работы электрических цепей во временной области».

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Лекционные и лабораторные занятия проводятся в аудиториях, оборудованных компьютерами, электронными проекторами, что позволяет сочетать активные и интерактивные формы проведения занятий. Чтение лекций сопровождается демонстрацией компьютерных слайдов, комплект которых содержится в электронном приложении к рабочей программе. Интерактивные формы – компьютерные симуляции, а также разбор ситуаций, связанных с изменением исходных данных решаемых задач. Контроль текущей успеваемости и самостоятельной работы студентов производится в форме опросов. Перечни контрольных вопросов представлены ниже.

В рамках учебного курса предусмотрены встречи со специалистами, работающими в области электроэнергетики и электротехники.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **6.1. Вопросы по разделам программы для проведения текущего контроля**

Рейтинг- контроль 1.

1. Что такое мнимое и комплексное число? В каких формах они представляются?

2. Как выполняются арифметические операции над комплексными числами?
3. Как задаются кривые и области на комплексной плоскости?
4. Что такое функция комплексного переменного?
5. Что называют пределом функции комплексного переменного?
6. Что называют производной функции комплексного переменного?
7. Что называют регулярной функцией комплексного переменного в заданной области?
8. Что называют гармонической функцией двух действительных переменных?
9. Что называют сопряжёнными гармоническими функциями?
10. Что называют числовым рядом с комплексными членами?
11. Что такое сходимость числового ряда с комплексными членами?
12. Что такое абсолютная и условная сходимость числового ряда с комплексными членами?
13. Что называют степенным рядом с комплексными членами?
14. Что такое круг и радиус сходимости степенного ряда?
15. Как раскладывается комплексная экспонента в степенной ряд в окрестности нулевой точки? Чему равен радиус сходимости?
16. Как раскладывается комплексный синус в степенной ряд в окрестности нулевой точки? Чему равен радиус сходимости?
17. Как раскладывается комплексный косинус в степенной ряд в окрестности нулевой точки? Чему равен радиус сходимости?
18. Как раскладывается комплексный натуральный логарифм в степенной ряд в окрестности точки  $z=1$ ? Чему равен радиус сходимости?
19. Как раскладывается комплексный гиперболический синус в степенной ряд в окрестности нулевой точки? Чему равен радиус сходимости?
20. Как раскладывается комплексный гиперболический косинус в степенной ряд в окрестности нулевой точки? Чему равен радиус сходимости?
21. Многозначная логарифмическая функция комплексного переменного.
22. Как раскладывается многозначная логарифмическая функция комплексного переменного в окрестности любой ненулевой точки?
23. Многозначная степенная функция комплексного переменного с комплексным показателем.
24. Что такое интеграл функции комплексного переменного вдоль заданной конечной кривой?
25. Что называют первообразной дифференцируемой внутри области функции комплексного переменного?

## Рейтинг- контроль 2.

1. Что такое ряд Лорана и в каком случае он однозначно представляет аналитическую функцию комплексного переменного?
2. Что называют правильной и особой точкой функции комплексного переменного?
3. Что называют изолированной особой точкой функции комплексного переменного?
4. Что называют правильной и главной частью ряда Лорана?
5. Что называют устранимой особой точкой? Как выглядит ряд Лорана в окрестности такой точки?
6. Что называют полюсом? Как выглядит ряд Лорана в окрестности такой точки? Как определяется порядок полюса?
7. Что называют существенной особой точкой? Как выглядит ряд Лорана в окрестности такой точки?
8. В каком случае бесконечно удалённая точка является изолированной особой точкой?
9. В каком случае бесконечно удалённая точка является устранимой особой точкой? Как выглядит ряд Лорана в окрестности такой точки?
10. В каком случае бесконечно удалённая точка является полюсом? Как выглядит ряд Лорана в окрестности такой точки? Как определяется порядок такого полюса?
11. В каком случае бесконечно удалённая точка является существенно особой? Как выглядит ряд Лорана в окрестности такой точки?
12. Что называют вычетом функции комплексного переменного в особой точке?
13. Что называют вычетом функции комплексного переменного в бесконечно удалённой особой точке?
14. Основная теорема о вычетах.
15. Вторая теорема о вычетах.
16. Как вычисляется вычет функции комплексного переменного в кратном полюсе?
17. Как можно применить теорию вычетов к вычислению несобственных интегралов от рациональных функций синуса и косинуса?
18. Как можно применить теорию вычетов к вычислению интегралов от действительных функций на интервале от минус бесконечности до плюс бесконечности?
19. Как можно применить теорию вычетов к вычислению интегралов от дробно-рациональных функций, умноженных на степенную функцию с действительным показателем на интервале от нуля до плюс бесконечности?
20. Что называют прямым преобразованием Лапласа комплекснозначной функции времени?
21. Прямое преобразование Лапласа от функции Хевисайда.



22. Прямое преобразование Лапласа от экспоненциальной функции времени, умноженной на функцию Хевисайда.
23. Подобие области времени и области комплексной частоты в преобразовании Лапласа.
24. Преобразование Лапласа от производной оригинала по времени.
25. Что называют обратным преобразованием Лапласа от функции комплексного переменного?

Рейтинг- контроль 3.

1. Обратное преобразование Лапласа от производной изображения по комплексной частоте.
2. Преобразование Лапласа от первообразной оригинала по времени.
3. Преобразование Лапласа от функции времени, делённой на время.
4. Теорема запаздывания в преобразовании Лапласа.
5. Преобразование Лапласа от функции времени, умноженной на экспоненциальную функцию времени.
6. Теорема разложения обратного преобразования Лапласа.
7. Преобразование линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами в линейные алгебраические уравнения относительно изображений по Лапласу от искомым функций времени.
8. Область сходимости интеграла, определяющего обратное преобразование Лапласа.
9. Что называют прямым преобразованием Фурье комплекснозначной функции времени?
10. Прямое преобразование Фурье от постоянной функции времени, функции Хевисайда и от сигнума времени.
11. Прямое преобразование Фурье от экспоненциальной функции времени, умноженной на функцию Хевисайда.
12. Подобие временной и частотной области в преобразовании Фурье.
13. Преобразование Фурье от производной оригинала по времени.
14. Что называют обратным преобразованием Фурье от комплекснозначной функции частоты?
15. Обратное преобразование Фурье от производной изображения по частоте.
16. Преобразование Фурье от первообразной оригинала по времени.
17. Преобразование Фурье от функции времени, делённой на время.
18. Теорема запаздывания в преобразовании Фурье.
19. Преобразование Фурье от функции времени, умноженной на экспоненциальную функцию времени.
20. Теорема разложения обратного преобразования Фурье.

21. Преобразование линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами в линейные алгебраические уравнения относительно комплексных частотных спектров искомых функций времени.
22. Аналитический алгоритм обратного преобразования Лапласа для дробно- рациональных функций.
23. Аналитический алгоритм обратного преобразования Фурье для дробно- рациональных функций.
24. Преобразование Фурье от синусного колебания, от синусного колебания, умноженного на функцию Хевисайда, от синусного колебания, умноженного на сигнум времени.
25. Преобразование Фурье от косинусного колебания, от косинусного колебания, умноженного на функцию Хевисайда, от косинусного колебания, умноженного на сигнум времени.

Контрольные вопросы по СРС.

1. Функция комплексного переменного как отображение одной комплексной плоскости в другую.
2. Якобиан геометрического отображения функцией комплексного переменного.
3. Коэффициент линейного растяжения отображаемой кривой в заданной точке.
4. Угол поворота отображаемой кривой в заданной точке.
5. Геометрический смысл модуля и аргумента производной регулярной функции комплексного переменного.
6. Коэффициент растяжения областей в заданной точке при отображении регулярной функцией комплексного переменного.
7. Теоремы о функциях, обратных регулярным в окрестности заданной точки.
8. Определение области на расширенной комплексной плоскости.
9. Определение однолистной функции в области.
10. Определение однолистной функции в точке.
11. Критерий однолистности регулярной функции в точке.
12. Критерий однолистности регулярной функции в бесконечной точке.
13. Критерий однолистности регулярной функции в полюсе.
14. Необходимые условия однолистности регулярной функции в области.
15. Определение конформного отображения.
16. Угол между кривыми в бесконечной точке.
17. Свойство сохранения углов при конформном отображении.
18. Теорема Римана.
19. Дробно- линейные отображения.
20. Конформное отображение функцией  $w=z^2$ .

21. Конформное отображение функцией  $w=\sqrt{z}$ .
22. Конформное отображение функцией  $w=z^\alpha$ .
23. Конформное отображение функцией  $w=e^z$ .
24. Конформное отображение функцией  $w=\text{Ln}(z)$ .
25. Конформные отображения тригонометрическими и гиперболическими функциями.

## 6.2. Вопросы к экзамену

1. Комплексные числа. Их формы представления.
2. Операции над комплексными числами.
3. Кривые и области на комплексной плоскости.
4. Пределы функций комплексного переменного.
5. Частные производные функций комплексного переменного.
6. Регулярные функции комплексного переменного.
7. Ряды с комплексными членами.
8. Разложение регулярной функции в степенной ряд.
9. Аналитические продолжения регулярных функций.
10. Неоднозначные аналитические функции комплексного переменного.
11. Интеграл функции комплексного переменного вдоль заданной конечной кривой.
12. Первообразная аналитической функции комплексного переменного.
13. Ряд Лорана.
14. Особые точки аналитических функций.
15. Вычеты функции комплексного переменного в особых точках.
16. Вычисление вычетов в простых полюсах.
17. Вычисление вычетов в кратных полюсах.
18. Применение теории вычетов к вычислению несобственных интегралов от действительных функций.
19. Определение прямого преобразования Лапласа.
20. Определение обратного преобразования Лапласа.
21. Наиболее важные свойства преобразования Лапласа.
22. Алгебраизация линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами с помощью преобразования Лапласа.
23. Определение прямого преобразования Фурье.
24. Определение обратного преобразования Фурье.
25. Наиболее важные свойства преобразования Фурье.
26. Алгебраизация линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами с помощью преобразования.

27. Аналитический алгоритм обратного преобразования Лапласа для дробно- рациональных функций.
28. Аналитический алгоритм обратного преобразования Фурье для дробно- рациональных функций.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

а) основная литература (фонд библиотеки ВлГУ и электронные библиотечные системы со свободным доступом для сотрудников и студентов ВлГУ):

1. Теория электрических цепей: Учебное пособие / В.И. Никулин. – М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. – 240 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-369-01179-9. – <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=363299>.

2. Сборник задач по теории функций комплексного переменного [Электронный ресурс] / М. И. Шабунин, Е. С. Половинкин, М. И. Карлов. – 4-е изд. (эл.). – Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 365 с.). – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – Систем. требования: Adobe Reader XI; экран 10". – ISBN 978-5-9963-2658-7. – <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996326587.html>.

3. Шабунин М. И. Теория функций комплексного переменного [Электронный ресурс] / М. И. Шабунин, Ю. В. Сидоров. - 2-е изд. (эл.). – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 344 с.: ил. – (Технический университет). ISBN 978-5-9963-0781-4. – <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996307814.html>.

4. Теория функций комплексного переменного: метод. указания к выполнению домашнего задания / А. В. Копаев, В. И. Леванков, А. В. Мاستихин. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. – 38, [2] с.: ил. – [http://www.studentlibrary.ru/book/bauman\\_0003.html](http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0003.html).

б) дополнительная литература (фонд библиотеки ВлГУ и электронные библиотечные системы со свободным доступом для сотрудников и студентов ВлГУ):

1. Основы теории цепей. Практический курс/ Литвинов Б.В., Давыденко О.Б., Заякин И.И. – Новосиб.: НГТУ, 2011. – 347 с.: ISBN 978-5-7782-1738-6. – <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=558677>.

2. Маркушевич, Алексей Иванович. Теория аналитических функций: учебник: в 2 т./ А. И. Маркушевич. - Изд. 3-е, стер.. –Санкт-Петербург: Лань, 2009. – (Классическая учебная литература по математике). – (Учебники для вузов. Специальная литература). – (Лучшие классические учебники). – (Знание, уверенность, успех!). Т. 1: Начала теории, 2009. – 486 с. :

ил. – Библиогр.: с. 479-481. – Предм. указ.: с. 482-486. – ISBN 978-5-8114-0927-3, ISBN 978-5-8114-0928-0.

3. Маркушевич, Алексей Иванович. Теория аналитических функций: учебник: в 2 т./ А. И. Маркушевич. – Изд. 3-е, стер.. – Санкт-Петербург: Лань, 2009. – (Классическая учебная литература по математике). – (Учебники для вузов. Специальная литература). – (Лучшие классические учебники). – (Знание, уверенность, успех!). Т. 2: Дальнейшее построение теории, 2009. – 624 с. : ил. – Библиогр.: с. 618-620. – Предм. указ.: с. 621-624. – ISBN 978-5-8114-0927-3, ISBN 978-5-8114-0929-7.

4. Шабунин, Михаил Иванович. Сборник задач по теории функций комплексного переменного: учебное пособие для вузов по направлению "Прикладные математика и физика / М. И. Шабунин, Е. С. Половинкин, М. И. Карлов . – 2-е изд. – Москва : Бинوم. Лаборатория знаний, 2010. – 362 с. : ил. – (Математика). – Библиогр.: с. 360. – ISBN 978-5-9963-0431-8.

5. Сборник задач по теории функций комплексного переменного [Электронный ресурс] / М.И. Шабунин, Е.С. Половинкин, М.И. Карлов. – 3-е изд. (эл.). – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 362 с.: ил. – ISBN 978-5-9963-0801-9. – <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996308019.html>.

в) периодические издания (фонд библиотеки ВлГУ):

1. Журнал «Вестник компьютерных и информационных технологий».
2. Журнал «Вестник РАН».
3. Журнал «Вычислительные технологии».
4. Журнал «Квант».
5. Журнал «Успехи математических наук».

г) Internet-ресурсы:

1. <http://www.apmath.spbu.ru/ru/structure/depts/is/vm-sergeev-2013.pdf>
- 2.

[https://ru.wikibooks.org/wiki/%D0%A7%D1%82%D0%BE\\_%D1%82%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%B5\\_%D0%B2%D1%8B%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F\\_%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0](https://ru.wikibooks.org/wiki/%D0%A7%D1%82%D0%BE_%D1%82%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D0%B2%D1%8B%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0)

3. [http://www.math.kemsu.ru/files/books/comp\\_math.pdf](http://www.math.kemsu.ru/files/books/comp_math.pdf)
- 4.

[http://portal.tpu.ru/SHARED/k/KOCHEG/study/Tab/%D0%9B%D0%B0%D0%B1\\_%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BA%D1%83%D0%BC\\_2014.pdf](http://portal.tpu.ru/SHARED/k/KOCHEG/study/Tab/%D0%9B%D0%B0%D0%B1_%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BA%D1%83%D0%BC_2014.pdf)

5. [https://mipt.ru/education/chair/computational\\_mathematics/study/materials/compmath/](https://mipt.ru/education/chair/computational_mathematics/study/materials/compmath/)

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Лекции читаются в аудиториях кафедры ЭтЭн, оборудованных электронными проекторами (ауд. 520-3, 522-3, 517-3), с использованием иллюстративного электронного материала в стандартных графических форматах и в Microsoft Office.

Для выполнения расчётно- графической и контрольной работы, а также подготовки к лабораторным занятиям студенты могут воспользоваться компьютерным классом кафедры ЭтЭн (лаб. 519-3; 16 компьютеров) с применением офисного и математического ПО. Основным математическим ПО является система инженерных и научных расчётов MATLAB. Кроме ядра этой системы на компьютерах лаб. 519-3 установлен также пакет расширения, применяемый для выполнения аналитических операций с символическими математическими объектами: Symbolic Math Toolbox.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Рабочую программу составил: Шмелёв В.Е., к.т.н., доцент кафедры «Электротехника и электроэнергетика» (ЭтЭн).

*Шмелёв В.Е.*

Рецензент: Начальник проектного отдела ООО "МФ-Электро"

Чебрякова Ю.С.



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭтЭн

Протокол № 14 от 24.06.2016.

Заведующий кафедрой

*Сбитнев С.А.*

Сбитнев С.А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» 24 июня 2016 года.

Протокол № 14 от 24.06.2016.

Председатель комиссии

*Сбитнев С.А.*

Сбитнев С.А.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ С.А. Сбитнев

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ С.А. Сбитнев

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ С.А. Сбитнев