

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методической работе

А.А. Панфилов

« 02 » 10

2015 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Инструментальные средства математического ПО в электротехнике

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 (экс/зачёт)
первый	4/144	18		18	72	Экзамен (36)
второй	4/144	18		36	54	Экзамен (36)
Итого	8/288	36		54	126	Экзамены (72)

Владимир – 2015

Год начала подготовки - 2015

# 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цели** освоения дисциплины. Научить будущих бакалавров применять стандартные пакеты прикладных программ для математического моделирования процессов и режимов работы объектов; научить проводить вычислительные эксперименты по заданной методике, составлять описания проводимых исследований с анализом результатов; дать возможность будущим бакалаврам овладеть основами математических и компьютерных технологий расчёта параметров элементов оборудования, а также режимов работы объектов профессиональной деятельности.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Инструментальные средства математического ПО в электротехнике» относится к обязательным дисциплинам вариативной части учебного плана академического бакалавриата по профилю «Электроснабжение» (Б1.В.ОД.1). Содержание дисциплины имеет взаимосвязь с параллельно идущими дисциплинами «Высшая математика», «Физика», «Информационные технологии в проектировании изделий техники»; является основой для последующего изучения дисциплин «Общая энергетика», «Электротехническое материаловедение», «Теоретические основы электротехники», «Электромеханика», «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике», «Вычислительные методы в электротехнических расчётах», «Функции комплексного переменного в электротехнических расчётах», «Задачи оптимизации в электроэнергетике», «Устойчивость систем электроснабжения», «Структурное моделирование динамических систем», «Математические задачи электроэнергетики», «ПО для задач математической физики в электроэнергетике».

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

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

**Знать:**

вычислительные инструментальные средства, математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК-2).

**Уметь:**

осуществлять хранение, обработку и анализ информации, представлять её в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-1).

Владеть:

способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объём учебной работы с приме- нением интерак- тивных методов (в часах / %)	Формы теку- щего контро- ля успеваемо- сти (по неделям семестра), форма про- межуточной аттестации (по семест- рам)
				Лекции	Практические заня- тия	Лабораторные рабо- ты	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Краткая характери- стика ПО ПК. По- нятие о системе инженерных и на- учных расчётов MATLAB. Опера- ционная среда MATLAB.	1	1	1		1	-	4		1/50%	
2	Типы данных в сис- теме MATLAB. Константы, пере- менные, выражения.	1	2	1		1	-	4		1/50%	
3	Операции и их при- оритеты в выраже- ниях. Синтаксис операторов MATLAB.	1	3	1		1	-	4		1/50%	
4	Назначение специ- альных символов. Формирование мас- сивов. Работа с бло- ками матриц.	1	4	1		1	-	4		1/50%	
5	Технология разра- ботки m-файлов.	1	5	1		1	-	4		1/50%	
6	Функции преобра- зования типов дан- ных. Функции фор- матного вывода в командное окно.	1	6	1		1	-	4		1/50%	рейтинг- контроль
7	Наиболее важные функции для рабо- ты с массивами. Наиболее важные функции линейной алгебры. Эlemen- тарные математиче- ские функции.	1	7	1		1	-	4		1/50%	

8	Функции работы с полиномами. Интерполяция. Преобразование координат. Функции нелинейных численных методов.	1	8	1	1	—	4	1/50%	
9	Специальные функции. Математические константы.	1	9	1	1		4	1/50%	
10	Функции для работы с массивами типа char. Логические функции. Дата и время.	1	10	1	1		4	1/50%	
11	Наиболее важные функции анализа данных.	1	11	1	1		4	1/50%	
12	Функции ввода данных из командного окна или с клавиатуры. Наиболее важные функции файлового ввода-вывода.	1	12	1	1		4	1/50%	рейтинг-контроль
13	Решение типовых задач линейной алгебры в системе MATLAB.	1	13	1	1		4	1/50%	
14	Элементарная графика в MATLAB.	1	14	1	1		4	1/50%	
15	Решение типовых задач векторной алгебры в системе MATLAB.	1	15	1	1		4	1/50%	
16	Элементы дескрипторной графики.	1	16	1	1		4	1/50%	
17	Решение типовых задач аналитической геометрии на плоскости в системе MATLAB.	1	17	1	1		4	1/50%	
18	Решение типовых задач о кривых второго порядка на плоскости в системе MATLAB без применения символического пакета.	1	18	1	1		4	1/50%	рейтинг-контроль
Всего за семестр				18	18	—	72	18/50%	Экзамен (36)
19	Понятие о символической математике в MATLAB. Конструкторы символических типов данных.	2	1	1	2	—	3	1/33%	

20	Решение типовых задач о кривых второго порядка на плоскости в системе MATLAB с применением символического пакета.	2	2	1	2	–	3	1/33%	
21	Операции над символическими типами данных. Функции преобразования между символическими и числовыми типами данных.	2	3	1	2	–	3	1/33%	
22	Построение графиков аналитически заданных функций и кривых в системе MATLAB.	2	4	1	2		3	1/33%	
23	Функции манипуляции с формулами и упрощения формул. Функции символических вычислений.	2	5	1	2		3	1/33%	
24	Функции линейной алгебры, функции работы с полиномами в символическом пакете	2	6	1	2		3	1/33%	рейтинг-контроль
25	Математические функции, специальные функции в символическом пакете.	2	7	1	2		3	1/33%	
26	Функции для работы с символическими числами переменной точности, функции по теории чисел.	2	8	1	2		3	1/33%	
27	Функции символической графики.	2	9	1	2		3	1/33%	
28	Вычисление пределов функций одной переменной в системе MATLAB.	2	10	1	2		3	1/33%	
29	Работа с комплексными числами в системе MATLAB.	2	11	1	2		3	1/33%	
30	Символическое дифференцирование аналитически заданных функций в системе MATLAB.	2	12	1	2		3	1/33%	рейтинг-контроль
31	Символическое интегрирование аналитически заданных	2	13	1	2		3	1/33%	

	функций в системе MATLAB.									
32	Разложение дробно-рациональных функций на простые дроби и символическое вычисление их первообразных в системе MATLAB.	2	14	1	2	3		1/33%		
33	Освоение технологии упрощения символических выражений и применения к ним подстановок в системе MATLAB.	2	15	1	2	3		1/33%		
34	Аналитическое решение обыкновенных дифференциальных уравнений в символической математике MATLAB.	2	16	1	2	3		1/33%		
35	Проверка аналитичности функций комплексного переменного, выявление особых точек, вычисление вычетов в системе MATLAB.	2	17	1	2	3		1/33%		
36	Получение прямого и обратного преобразования Лапласа аналитических функций в системе MATLAB.	2	18	1	2	3		1/33%	рейтинг-контроль	
Всего за семестр				18	36	–	54	18/33%	Экзамен (36)	
Всего				36	54	–	126	36/40%	Экзамены (72)	

### Тематика лабораторных занятий

#### Первый семестр

- 1) Решение типовых задач линейной алгебры в системе MATLAB (6 часов).
- 2) Решение типовых задач векторной алгебры в системе MATLAB (4 часа).
- 3) Решение типовых задач аналитической геометрии на плоскости в системе MATLAB (4 часа).
- 4) Решение типовых задач о кривых второго порядка на плоскости в системе MATLAB (4 часа).

#### Второй семестр

- 5) Построение графиков аналитически заданных функций и кривых в системе MATLAB (4 часа).

- 6) Вычисление пределов функций одной переменной в системе MATLAB (4 часа).
- 7) Работа с комплексными числами в системе MATLAB (4 часа).
- 8) Символическое дифференцирование аналитически заданных функций в системе MATLAB (4 часа).
- 9) Символическое интегрирование аналитически заданных функций в системе MATLAB (4 часа).
- 10) Разложение дробно-рациональных функций на простые дроби и символическое вычисление их первообразных в системе MATLAB (4 часа).
- 11) Аналитическое решение дифференциальных уравнений (4 часа).
- 12) Получение обратного преобразования Лапласа дробно-рациональных функций (4 часа).
- 13) Анализ топологии графа электрической цепи (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, экзаменам. Сюда включается также самостоятельное выполнение расчётно-графической работы (РГР), которая учебным планом предусмотрена во втором семестре. Тема РГР «Выявление особых точек дробно-рациональной функции комплексной переменной и вычисление вычетов вокруг них».

## **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 выполнением составляемых и отлаживаемых вычислительных сценариев. 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**

Семестр 1. Рейтинг- контроль 1.

1. Что называют операционной системой? Коротко охарактеризуйте семейство Windows и Linux.
2. Что называют системно- независимыми программами и каково их назначение?
3. Что называют прикладными программами, как их можно классифицировать по функциональному назначению?
4. Что относится к служебному ПО?
5. Что относится к офисному ПО?
6. Что относится к программам разработки конструкторской и проектно- сметной документации?
7. Что можно отнести к специализированному и профессиональному ПО?
8. Что относится к математическому ПО?
9. Какое ПО относится к средствам разработки программ?
10. Что представляет собой система MATLAB? Что такое массив с точки зрения математики и программирования?
11. Кратко опишите операционную среду (наиболее важные элементы пользовательского интерфейса) системы MATLAB.
12. Коротко опишите состав программного пакета MATLAB.
13. Дайте краткую характеристику типов данных в системе MATLAB.
14. Синтаксис числовых и текстовых констант в языке MATLAB.
15. Синтаксис переменной, элемента массива, поля структуры, элемента массива ячеек в языке MATLAB.
16. Синтаксис и примеры выражений в языке MATLAB.
17. Одноместный плюс, одноместный минус.
18. Операции сложения и вычитания массивов.
19. Почленное умножение массивов.
20. Почленное правое и почленное левое деление массивов.



21. Матричное умножение массивов.
22. Матричное правое и матричное левое деление массивов. Их связь с операциями линейной алгебры.
23. Почленное возведение в степень массивов.
24. Матричное возведение в степень.
25. Операции транспонирования матриц в языке MATLAB.
26. Операции отношения. Их синтаксис и смысл в языке MATLAB.
27. Логические операции. Их синтаксис и смысл в языке MATLAB.
28. Двуместная и трёхместная операция сечения массива.
29. Приоритеты операций в выражениях MATLAB.
30. Синтаксис классического оператора присваивания в языке MATLAB.
31. Синтаксис оператора вызова подпрограммы- функции.
32. Вызов подпрограммы- функции как операнд выражения.
33. Командная форма вызова подпрограммы- функции.

#### Семестр 1. Рейтинг- контроль 2.

1. Синтаксис условного оператора в языке MATLAB.
2. Синтаксис оператора переключения в языке MATLAB.
3. Оператор цикла с определённым числом операций.
4. Оператор цикла с неопределённым числом операций.
5. Операторы принудительного завершения шага цикла, завершения цикла, возврата в вызывающую программу.
6. Специальные символы и их назначение в языке MATLAB.
7. Операция формирования массива и склейки блоков матрицы.
8. Операция выделения блоков матрицы и отдельных её элементов.
9. Кратко опишите интерфейс редактора m-файлов.
10. Как оформить script-файл, чтобы по нему можно было получить справку в командном окне по команде help?
11. Как оформить файл m-функции, чтобы по ней можно было получить справку в командном окне по команде help?
12. Перечислите конструкторы целочисленных типов данных. Как они вызываются? Каково назначение функций intmax, intmin?
13. Перечислите функции округления чисел до целого. Как они вызываются? По каким правилам они округляют?
14. Перечислите конструкторы типов данных с плавающей точкой. Как они вызываются? Каково назначение функций eps, realmin, realmax?

15. Управление выводом результатов выполнения операторов в командное окно. Назначение точки с запятой в конце оператора. Форматы вывода.
16. Выдача информации в командное окно с помощью функций `disp` и `display`.
17. Выдача информации в командное окно с помощью функции `fprintf`.
18. Форматное преобразование данных в строку символов с помощью функций `sprintf`, `int2str`, `num2str`, `mat2str`.
19. Управление режимом сохранения содержимого командного окна в текстовый файл.
20. Служебные функции управления рабочей областью MATLAB.
21. Кратко опишите интерфейс редактора массивов в системе MATLAB.
22. Функции проверки массивов и их элементов на пустоту, равенство, конечные, бесконечные, неопределённые значения, типы числовых данных, скалярность, разреженность, одномерность, число измерений, число элементов, размеры.
23. Функции `max` и `min`.
24. Функции формирования блочно-диагональной, диагональной, единичной матрицы. Выделение диагонали из матрицы. Формирование матриц единиц и нулей.
25. Формирование массива-строки с равномерным шагом в линейном масштабе или логарифмическом масштабе. Формирование сеток из одномерных массивов.
26. Формирование псевдослучайных массивов.
27. Функции вычисления: векторного произведения в трёхмерном пространстве, кумулятивной суммы и кумулятивного произведения элементов, суммы и произведения элементов вдоль заданной размерности, скалярного произведения и произведения Кронекера массивов, выделения верхнего и нижнего треугольника.
28. Функции манипуляции массивами (сдвиги, отражения, повороты, перестановки и сдвиги размерностей, сортировки, удаление единичных размерностей).
29. Функции анализа матриц (числа обусловленности, определитель, нормы, ранг, след).
30. Функции, связанные с решением систем линейных уравнений (разложения на матричные множители, обращение, псевдообращение).
31. Функции вычисления собственных и сингулярных значений.
32. Матричная экспонента, матричный логарифм, матричный квадратный корень.
33. Элементарные математические функции (тригонометрические, гиперболические, экспоненты, логарифмы, квадратные корни).
34. Функции для работы с комплексными числами (модули, аргументы, сопряжения и др.).
35. Функции округления и вычисления остатков от деления нацело.
36. Функции дискретной математики (теория натуральных чисел).
37. Функции для работы с полиномами.

38. Функции интерполяции.
39. Функции преобразования координат.
40. Функции, возвращающие «математические константы».
41. Функции формирования массивов типа char.
42. Функции идентификации массивов символов.
43. Функции манипуляции строками символов.
44. Функции поиска подстрок, выполнения строк, сравнения строк (тип char).
45. Логические функции. Функции операций отношения.
46. Функции, возвращающие дату и время.

#### Семестр 1. Рейтинг- контроль 3.

1. Ввод данных из командного окна (с клавиатуры) с помощью функции input. Недостатки такого ввода.
2. Ввод данных из командного окна (с клавиатуры) с помощью функции keyboard.
3. Функция menu.
4. Развёртывание диалогового окна ввода данных с помощью функции inputdlg.
5. Открытие и закрытие файлов для выполнения операций ввода- вывода.
6. Форматный вывод информации в текстовые файлы.
7. Форматный ввод информации из текстового файла.
8. Функции чтения строк из текстовых файлов без форматного преобразования.
9. Вывод информации в двоичный файл, ввод информации из двоичного файла, управление положением указателя.
10. Дайте краткую характеристику инструментов графики в системе MATLAB.
11. Функция plot.
12. Функция plotyy.
13. Функции loglog, semilogx, semilogy.
14. Построение кусочно-постоянного графика (графиков) функций одной переменной по точкам, задаваемым массивом значений аргумента и массивами значений функции.
15. Построение графика функции двух переменных в виде изолиний.
16. Построение графика функции одной переменной, заданной символьным выражением или именем подпрограммы- функции.
17. Построение графика функции двух переменных, задаваемой символьным выражением, в виде изолиний.
18. Функции построения столбцовых диаграмм.
19. Функции построения графиков в виде областей, закрашенных цветом.
20. Функция quiver.

21. Функции построения радиальных графиков.
22. Функции построения трёхмерных графиков в виде линий.
23. Функции построения сеточных графиков и столбцовых диаграмм в 3D.
24. Функции построения 3D графиков в виде областей, закрашенных цветом, и конструктивных объектов.
25. Функции построения поверхностных графиков в 3D.
26. Функция `quiver3`.
27. Функции построения объёмных графиков.
28. Управление режимами добавления или полной замены графиков в уже существующем поле `axes`.
29. Функции `title`, `xlabel`, `ylabel`.
30. Функции управления диапазонами координат в поле `axes`, его масштабом и скрытием.
31. Показ или скрытие координатной сетки в поле `axes`.
32. Создание поля `axes` в «плиточных» позициях.
33. Дерево подчинённости типов графических объектов. Дескриптор объекта.
34. Дайте краткую характеристику объекта `figure`.
35. Дайте краткую характеристику объекта `axes`.
36. Дайте краткую характеристику объекта `line`.
37. Дайте краткую характеристику объекта `patch`.
38. Дайте краткую характеристику объекта `surface`.
39. Дайте краткую характеристику объекта `text`.

#### Семестр 2. Рейтинг- контроль 1.

1. Дайте краткую характеристику `Symbolic Math Toolbox`.
2. Общий конструктор символьческих объектов `sym`.
3. Конструкторы `syms`, `symfun`.
4. Функции получения информации о символьческих объектах.
5. Арифметические операции над символьческими объектами.
6. Функция проверки символьческих массивов на равенство.
7. Операции отношения над символьческими объектами.
8. Логические операции и функции над символьческими объектами.
9. Проверка элементов символьческого массива на конечные значения, на `inf`, на `NaN`.
10. Функции преобразования между числовыми и символьческими типами данных.
11. Функции манипуляции с формулами и упрощения формул.
12. Функция дифференцирования символьческих выражений или функций.
13. Функция символьческого вычисления неопределённого или определённого интеграла.

14. Функции символического вычисления ротора и дивергенции векторного поля, градиента скалярного поля, гессиан- матрицы скалярной функции.
15. Функции символического вычисления произведения и суммы членов последовательности, а также кумулятивного произведения и суммы.
16. Функция вычисления предела символического выражения.
17. Функции вычисления прямого и обратного преобразования Фурье.
18. Функции вычисления прямого и обратного преобразования Лапласа.
19. Функции матричных операций и преобразований в символическом пакете.
20. Функции решения линейных уравнений в символическом пакете.
21. Функции разложения матрицы на множители в символическом пакете.
22. Собственные значения и собственные векторы матриц в символическом пакете.
23. Функции colon, numel, rank, size в символическом пакете.
24. Вычисление матричных функций в символическом пакете.
25. Функции работы с полиномами в символическом пакете.
26. Математические функции в символическом пакете.
27. Специальные функции в символическом пакете.
28. Функции для работы с символическими числами переменной точности.
29. Функции по теории чисел в символическом пакете.
30. Функции символической графики.

#### Семестр 2. Рейтинг- контроль 2.

1. Покажите технологию упрощения выражений в Symbolic Math Toolbox.
2. Покажите технологию вычисления сумм последовательностей в Symbolic Math Toolbox.
3. Покажите технологию вычисления произведений последовательностей в Symbolic Math Toolbox.
4. Покажите технологию символической подстановки в Symbolic Math Toolbox.
5. Составьте m-функцию подстановки полинома одной переменной вместо аргумента другого полинома одной переменной без применения Symbolic Math Toolbox.
6. Покажите технологию формирования символического полинома из числовой строки его коэффициентов.
7. Покажите технологию построения композиции символических функций в Symbolic Math Toolbox.
8. Покажите технологию вычисления пределов в Symbolic Math Toolbox.
9. Покажите технологию дифференцирования символических выражений и функций в Symbolic Math Toolbox.

10. Покажите технологию вычисления определённых интегралов от символических выражений и функций в Symbolic Math Toolbox.
11. Покажите технологию вычисления первообразных от символических выражений и функций в Symbolic Math Toolbox.
12. Покажите технологию построения рядов Тейлора для символических выражений и функций в Symbolic Math Toolbox.
13. Покажите технологию вычисления прямого преобразования Фурье в Symbolic Math Toolbox.
14. Покажите технологию вычисления обратного преобразования Фурье в Symbolic Math Toolbox.
15. Покажите технологию вычисления прямого преобразования Лапласа в Symbolic Math Toolbox.
16. Покажите технологию вычисления обратного преобразования Лапласа в Symbolic Math Toolbox.
17. Покажите технологию формирования матриц символических выражений в Symbolic Math Toolbox.
18. Покажите технологию манипуляции матрицами символических выражений в Symbolic Math Toolbox.
19. Покажите технологию символического решения систем линейных алгебраических уравнений в Symbolic Math Toolbox.
20. Покажите технологию символического обращения матриц в Symbolic Math Toolbox.
21. Покажите технологию символического разложения матриц на множители в Symbolic Math Toolbox.
22. Покажите технологию символического решения задачи на собственные значения матрицы в Symbolic Math Toolbox.
23. Покажите технологию определения ранга символической матрицы в Symbolic Math Toolbox.
24. Покажите технологию символического вычисления матричной экспоненты в Symbolic Math Toolbox.
25. Покажите технологию символического вычисления матричного натурального логарифма в Symbolic Math Toolbox.
26. Покажите технологию символического вычисления матричного квадратного корня в Symbolic Math Toolbox.
27. Покажите технологию преобразования символической дробно-рациональной функции в два полинома типа `double`.

Семестр 2. Рейтинг- контроль 3.

1. Покажите технологию решения дифференциальных уравнений в Symbolic Mach Toolbox без задания начальных и граничных условий.
2. Покажите технологию решения дифференциальных уравнений в Symbolic Mach Toolbox с заданием начальных или граничных условий.
3. Покажите технологию конструирования символических чисел в виде отношения целых, причём знаменатель представляет собой целую степень числа 2.
4. Покажите технологию конструирования символических чисел в «рациональной форме».
5. Покажите технологию конструирования символических чисел с оценкой предельной абсолютной погрешности.
6. Покажите технологию конструирования символических чисел в плавающей десятичной форме.
7. Покажите технологию управления точностью представления символических чисел в плавающей десятичной форме.
8. Покажите технологию формирования символических чисел с помощью функции `vpa`.
9. Покажите технологию преобразования комплексных чисел из арифметической в показательную форму в ядре MATLAB.
10. Покажите технологию преобразования комплексных чисел из показательной в арифметическую форму в ядре MATLAB.
11. Покажите технологию комплексного сопряжения чисел, простого и эрмитового транспонирования комплекснозначных матриц в ядре MATLAB.
12. Покажите технологию вычисления главных и побочных корней целых степеней комплексных чисел в ядре MATLAB.
13. Покажите технологию вычисления экспоненциальных и логарифмических функций комплексных чисел в ядре MATLAB.
14. Покажите технологию вычисления тригонометрических функций комплексных чисел в ядре MATLAB.
15. Покажите технологию вычисления гиперболических функций комплексных чисел в ядре MATLAB.
16. Покажите технологию вычисления обратных тригонометрических функций комплексных чисел в ядре MATLAB.
17. Покажите технологию вычисления обратных гиперболических функций комплексных чисел в ядре MATLAB.

18. Серией вычислительных экспериментов покажите, что корни полиномов с действительными коэффициентами либо действительные, либо появляются комплексно сопряжёнными парами.
19. Серией вычислительных экспериментов покажите, что корни полиномов с комплексными коэффициентами располагаются на комплексной плоскости несимметрично относительно действительной оси.
20. Пусть  $x$  – комплексная переменная. С помощью Symbolic Math Toolbox покажите, что  $\text{sign}(x)$  не является аналитической.
21. Пусть  $x$  – комплексная переменная. С помощью Symbolic Math Toolbox покажите, что  $\text{conj}(x)$  не является аналитической.
22. Пусть  $x$  – комплексная переменная. С помощью Symbolic Math Toolbox покажите, что  $\text{abs}(x)$  не является аналитической.
23. Пусть  $x$  – комплексная переменная. С помощью Symbolic Math Toolbox покажите, что  $\exp(x)$  является аналитической.
24. Пусть  $x$  – комплексная переменная. С помощью Symbolic Math Toolbox покажите, что  $x^n$  является аналитической ( $n$  – натуральное число).
25. Пусть  $x$  – комплексная переменная. С помощью Symbolic Math Toolbox покажите, что  $\sqrt{x}$  является аналитической во всех точках, кроме  $x=0$ .

#### Семестр 1. Контрольные вопросы по СРС.

1. Функции численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений.
2. Функция, вычисляющая коэффициент корреляции Пирсона для массива или пары массивов.
3. Функция, вычисляющая ковариацию массива или пары массивов.
4. Функция, вычисляющая дисперсию массива.
5. Функция, вычисляющая стандартную девиацию массива.
6. Функция, вычисляющая медиану массива.
7. Функции, вычисляющие кумулятивный максимум и минимум массива.
8. Каким образом в системе MATLAB можно задать точку или вектор на плоскости, применяя декартовые координаты?
9. Каким образом в системе MATLAB можно задать направленный отрезок на плоскости, применяя декартовые координаты?
10. Каким образом в системе MATLAB можно получить матричное уравнение прямой на плоскости, проходящей через заданные две точки, декартовые координаты которых заданы матрицей?



11. Каким образом в системе MATLAB можно получить матричное уравнение пересечения двух прямых на плоскости, проходящих через две заданные пары точек, декартовы координаты которых заданы двумя матрицами?
12. Пусть конечное множество точек плоскости задано матрицей их декартовых координат, состоящей из двух строк. Как в системе MATLAB повернуть это множество точек относительно заданной точки на заданный угол против часовой стрелки?
13. Задано два вектора в пространстве в виде столбцов декартовых координат. Как средствами MATLAB определить угол между этими векторами?
14. Задано два направленных отрезка в пространстве в виде матриц декартовых координат. Как средствами MATLAB определить угол между этими направленными отрезками?
15. Задан треугольник в виде матрицы координат его вершин. Определить векторы сторон, длины сторон и углы между ними.
16. Задан треугольник в трёхмерном пространстве в виде матрицы координат его вершин. Определить вектор площади треугольника, площадь и координаты центра его масс.
17. Задан треугольник на плоскости в виде матрицы координат его вершин. Составить  $m$ -функцию, вычисляющую координаты центра описанной окружности и её радиус.
18. Задан треугольник на плоскости в виде матрицы координат его вершин. Составить  $m$ -функцию, вычисляющую координаты центра вписанной окружности и её радиус.
19. Задан треугольник в трёхмерном пространстве в виде матрицы координат его вершин. Каким образом в системе MATLAB можно получить матричное уравнение плоскости, проходящей через заданные вершины?
20. Задано три треугольника в трёхмерном пространстве в виде трёх матриц координат их вершин. Каким образом в системе MATLAB можно получить матричное уравнение пересечения плоскостей, проходящих через заданные вершины?
21. Задан треугольник в трёхмерном пространстве в виде матрицы координат его вершин. Задана также прямая в виде матрицы координат двух её точек. Каким образом в системе MATLAB можно получить матричное уравнение пересечения прямой и плоскости?
22. Тетраэдр задан матрицей координат его вершин. Как средствами MATLAB определить объём тетраэдра?
23. Задан треугольник в трёхмерном пространстве в виде матрицы координат его вершин. Задана также точка в пространстве в виде столбца координат. Как средствами MATLAB определить расстояние от заданной точки до плоскости, проходящей через вершины заданного треугольника?

24. На плоскости заданы две точки в виде матрицы их координат. Задана также длина большой полуоси. Как средствами MATLAB получить параметрические уравнения эллипса, для которого заданные точки являются фокусами?

25. На плоскости заданы две точки в виде матрицы их координат. Задана также длина действительной полуоси. Как средствами MATLAB получить параметрические уравнения гиперболы, для которого заданные точки являются фокусами?

26. На плоскости заданы две точки в виде матрицы их координат. Вторая точка – фокус параболы. Первая – точка директрисы, ближайшая к фокусу. Как средствами MATLAB получить уравнение параболы в параметрической форме?

#### Семестр 2. Контрольные вопросы по СРС.

1. Функция выделения уникальных элементов из массива (преобразование массива в «множество»).
2. Функция, формирующая объединение «множеств».
3. Функция, формирующая пересечение «множеств».
4. Функция, проверяющая принадлежность элементов «множеству».
5. Функция, проверяющая упорядоченность массива (как на выходе функции sort).
6. Функция, формирующая разность двух «множеств».
7. Функция, формирующая «исключающее или» двух «множеств».
8. Покажите технологию вычисления нулей дробно-рациональной функции.
9. Покажите технологию вычисления полюсов дробно-рациональной функции.
10. Покажите технологию вычисления вычетов вокруг полюсов дробно-рациональной функции.
11. Покажите технологию проверки упорядоченного ориентированного графа на связность (определение числа односвязных подграфов).
12. Покажите технологию выделения дерева из связного упорядоченного ориентированного графа.
13. Покажите технологию выделения дополнения дерева из связного упорядоченного ориентированного графа.
14. Покажите технологию преобразования матрицы узловых соединений связного упорядоченного ориентированного графа в матрицу главных сечений и матрицу главных контуров.
15. Покажите технологию проверки, является ли подграф деревом.
16. Покажите технологию проверки, является ли подграф сечением.
17. Покажите технологию проверки, является ли подграф контуром.

#### 6.2. Вопросы (задачи) к экзамену

1. Даны две пары точек на плоскости в виде двух матриц их декартовых координат. Эти данные можно сгенерировать случайным образом. Определить координаты точки пересечения прямых, проходящих через эти пары точек. Построить прямые и точку пересечения в поле axes фигуры.
2. Даны три тройки точек в пространстве в виде трёх матриц их декартовых координат. Эти данные можно сгенерировать случайным образом. Определить координаты точки пересечения плоскостей, проходящих через эти тройки точек. Построить треугольники и точку пересечения плоскостей в поле axes фигуры.
3. Сформировать случайным образом две матрицы размера (3,3), каждый элемент которых равновероятно принимает целое значение в пределах от -10 до +10. Одну из них записать в переменную с именем A, другую – в переменную с именем B. Определить такую матрицу X, для которой справедливо равенство  $A \cdot X = B$ , также матрицу X1, удовлетворяющую уравнению  $X1 \cdot A = B$ .
4. Сформировать случайным образом матрицу размера (3,3), каждый элемент которой находится в пределах от -100 до 100 с равномерной плотностью распределения. Округлить элементы полученной матрицы стандартным образом до десятых долей, записать в переменную A. Найти собственные значения, число обусловленности и определитель полученной матрицы. Вычислить матрицу  $A^{-1}$  и показать, что матричные произведения  $A^{-1} \cdot A$  и  $A \cdot A^{-1}$  – единичные матрицы размера (3,3).
5. Сформировать случайным образом матрицу размера (2,2), каждый элемент которой – случайная величина с нормальным законом распределения, математическим ожиданием 0 и среднеквадратическим отклонением 5. Округлить элементы полученной матрицы стандартным образом до десятых долей, записать в переменную A. Размножить полученную матрицу в три раза в горизонтальном направлении и в четыре раза в вертикальном направлении. Вычислить определитель блока, состоящего из первых шести строк полученной матрицы. Объяснить полученный результат.
6. Сформировать случайным образом четырёхэлементный столбец, каждый элемент которого – случайная величина с нормальным законом распределения, математическим ожиданием 0 и среднеквадратическим отклонением 5. Столбец записать в переменную b. Вычислить матрицу  $b \cdot b^T$ , рассчитать её определитель и объяснить полученный результат.
7. Сформировать случайным образом четырёхэлементный столбец, каждый элемент которого – случайная величина с нормальным законом распределения, математическим ожиданием 0 и среднеквадратическим отклонением 1.5. Столбец записать в переменную b. Вычислить поэлементно гиперболический тангенс матрицы  $b \cdot b^T$ , рассчитать определитель полученной

матрицы, собственные значения и число обусловленности. Вычислить матрицу, обратную, полученной. Оценить точность вычисления.

8. Сформировать случайным образом три вектора в трёхмерном пространстве в виде трёх одномерных массивов декартовых координат. Координаты их должны принимать значения в диапазоне от -1 до 1 с равномерной плотностью распределения. Вычислить их сумму. Изобразить эту операцию в фигуре MATLAB по правилу «многоугольника». Вычислить скалярные произведения пар этих векторов. Вычислить векторные произведения пар этих векторов. Отложить эти векторные значения на графике от общих точек векторов-сомножителей. Вычислить смешанное произведение трёх заданных векторов.

9. Даны три точки в пространстве, заданные матрицей декартовых координат. Дана точка в пространстве в виде столбца декартовых координат. Эти данные можно сгенерировать случайным образом. Определить расстояние между этой отдельной точкой и плоскостью, проходящей через заданную тройку точек. В поле axes фигуры MATLAB изобразить заданную тройку в виде треугольника, заданную точку и перпендикуляр, опущенный из неё на заданную плоскость.

10. Даны три точки на плоскости, заданные матрицей декартовых координат. Эти данные можно сгенерировать случайным образом. Определить площадь треугольника, вершинами которого являются заданные точки, длины высот. Построить заданный треугольник и высоты в поле axes фигуры MATLAB.

11. Даны 4 точки в пространстве, заданные матрицей декартовых координат. Эти данные можно сгенерировать случайным образом. Эти 4 точки являются вершинами тетраэдра. Определить объём тетраэдра. Определить длину высоты, соединяющей четвёртую вершину с противоположащей гранью. Построить тетраэдр и высоту в поле axes фигуры MATLAB.

12. Даны 3 точки в пространстве (вершины треугольника), заданные матрицей декартовых координат. Эти данные можно сгенерировать случайным образом. Эти 3 точки являются вершинами треугольника. Определить вектор площади этого треугольника и саму площадь. В поле axes фигуры MATLAB построить заданный треугольник и вектор, коллинеарный вектору его площади, имеющий длину, равную минимальной стороне треугольника. Этот вектор отложить от точки пересечения медиан.

13. Даны три точки на плоскости, заданные матрицей декартовых координат. Эти данные можно сгенерировать случайным образом. Построить описанную окружность треугольника, вершинами которого являются заданные точки, вычислить длины высот.

14. Даны три точки на плоскости, заданные матрицей декартовых координат. Эти данные можно сгенерировать случайным образом. Построить вписанную окружность треугольника, вершинами которого являются заданные точки, вычислить длины высот.

15. Даны три точки на плоскости, заданные матрицей декартовых координат. Дана точка на плоскости в виде столбца декартовых координат. Дан угол поворота треугольника относительно заданной отдельной точки. Эти данные можно сгенерировать случайным образом. Выполнить поворот заданного треугольника относительно заданной точки на заданный угол против часовой стрелки. Построить в поле axes фигуры MATLAB заданный и полученный треугольники, а также центр поворота.

16. Даны координаты центра эллипса на плоскости в виде столбца декартовых координат. Даны длины его полуосей. Дан угол поворота первой полуоси относительно горизонтальной оси системы координат. Эти данные можно сгенерировать случайным образом. Построить в поле axes фигуры MATLAB заданный эллипс, используя его уравнения в параметрической форме. Нарисовать оси эллипса и его фокусы.

17. Даны координаты центра гиперболы на плоскости в виде столбца декартовых координат. Даны длины его полуосей: первая – действительная, вторая мнимая. Дан угол поворота первой полуоси относительно горизонтальной оси системы координат. Эти данные можно сгенерировать случайным образом. Построить в поле axes фигуры MATLAB заданную гиперболу, используя её уравнения в параметрической форме. Нарисовать оси гиперболы и её фокусы.

18. Даны три точки на плоскости в виде матрицы декартовых координат. Эти данные можно сгенерировать случайным образом. Через первые две точки проходит директриса параболы. Третья точка – фокус параболы. Построить в поле axes фигуры MATLAB заданную параболу, используя её уравнения в параметрической форме. Нарисовать ось параболы и её фокус.

Задача 19. Кривая второго порядка задана общим уравнением

$$A \cdot x^2 + B \cdot x \cdot y + C \cdot y^2 + D \cdot x + E \cdot y + F = 0.$$

Коэффициенты  $A, B, C, D, E, F$  заданы случайным образом в диапазоне от -10 до 10 с равномерной плотностью распределения. Определить центр, направление осей, полуоси (в случае параболы – фокусное расстояние).

20. Дана матрица размера (3,3). Её можно сгенерировать случайным образом. Дан полином четвёртого порядка. Массив его коэффициентов можно сформировать случайным образом. Написать m-функцию, которая применяет этот полином к заданной матрице в матричном и в почленном смысле и записывает полученные матричные значения в два выходных параметра m-функции.

21. Дано  $n$  матриц размера (3,3). Их можно сформировать случайным образом. Уложить их в трёхмерный массив.

22. Дано  $n$  матриц разного размера. Их можно сформировать случайным образом. Уложить их в одномерный массив ячеек.

23. Даны две матрицы произвольного размера. Их можно сформировать случайным образом. Написать  $m$ -функцию, которая вычисляет и возвращает внешнее произведение заданных матриц в виде четырёхмерного массива.

24. Дан одномерный массив, заданный оператором:

```
x=linspace(0.5,4.5,513);
```

Вычислить гамма- функцию для элементов этого массива. Построить график этой функции.

Экспериментальным путём убедиться, что  $\text{гамма}(x)=\text{гамма}(x-1)*(x-1)$ .

## Семестр 2

1. Средствами MATLAB исследовать на непрерывность функцию  $y(x)=\text{sign}(x)*\text{sqrt}(\text{abs}(x))$  и построить её график.

2. Средствами MATLAB исследовать на непрерывность функцию  $y(x)=x^3*(\text{abs}(x)\leq 1)+\text{sign}(x)*(\text{abs}(x)>1)$  и построить её график.

3. Средствами символической математики построить в одной фигуре две фигуры Лиссажу, заданные параметрически: 1)  $x=\sin(2*t), y=\sin(t)$ ;

2)  $x=\cos(3*t), y=\sin(t)$ .

4. Средствами символической математики построить кривую  $x=\text{sign}(\cos(t)), y=\text{sign}(\sin(t))$ .

5. Средствами символической математики построить спираль с равномерным ростом радиальной координаты.

6. Аналитически продифференцировать функцию  $y(x)=x^3*(\text{abs}(x)\leq 1)+x*(\text{abs}(x)>1)$ . Построить график производной.

7. Аналитически продифференцировать функцию  $y(x)=\text{sign}(x)*\text{sqrt}(\text{abs}(x))$  и построить график её производной.

8. Аналитически определить первообразную функции  $y(x)=\text{sign}(\cos(x))$ , равную нулю в точке  $x=0$ . Построить график первообразной.

9. Аналитически определить первообразную функции  $y(x)=\text{sign}(x)*\exp(\text{abs}(x))$ , равную нулю в точке  $x=0$ . Построить график первообразной.

10. Аналитически решить линейное однородное дифференциальное уравнение пятого порядка с постоянными коэффициентами, которые нужно задать случайным образом в диапазоне от 0 до 10 с равномерной плотностью распределения.

11. Средствами MATLAB исследовать на непрерывность функцию  $y(x)=\text{sign}(x)*\text{abs}(x)^{0.25}$  и построить её график.

12. Средствами MATLAB исследовать на непрерывность функцию  $y(x)=x^4*(\text{abs}(x)\leq 1)+\text{abs}(x)*(\text{abs}(x)>1)$  и построить её график.

13. Средствами символической математики построить спираль с ростом радиальной координаты пропорционально квадратному корню угловой координаты в поле axes с декартовыми координатами.
14. Средствами символической математики построить семейство гипербол с центром в начале координат. Действительная ось –  $x$ , мнимая ось –  $y$ . У всех гипербол мнимая полуось  $b=2$ . Значения длин действительной полуоси записаны в массив  $a=1:6$ .
15. Аналитически продифференцировать функцию  $y(x)=x^4*(abs(x)<=1)+sqrt(abs(x))*(abs(x)>1)$ . Построить график производной.
16. Аналитически продифференцировать функцию  $y(x)=sign(x)*abs(x)^{0.25}$  и построить график её производной.
17. Средствами символической математики построить спираль с ростом радиальной координаты пропорционально экспоненте угловой координаты в поле axes с декартовыми координатами.
18. Аналитически определить первообразную функции  $y(x)=sign(sin(x))$ , равную нулю в точке  $x=0$ . Построить график первообразной.
19. Аналитически определить первообразную функции  $y(x)=abs(x)*exp(abs(x))$ , равную нулю в точке  $x=0$ . Построить график первообразной.
20. Случайным образом сформировать полином 4 порядка и полином 5 порядка. Из них составить дробно-рациональную функцию. Представить её в виде суммы простых дробей.
21. Случайным образом сформировать полином 4 порядка и полином 5 порядка. Из них составить дробно-рациональную функцию. Средствами Symbolic Math Toolbox определить производную дробно-рациональной функции.
22. Случайным образом сформировать полином 4 порядка и полином 5 порядка. Из них составить дробно-рациональную функцию. Представить её в виде суммы простых дробей. Определить первообразную дробно-рациональной функции.

## **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. Интерактивные системы Scilab, Matlab, Mathcad: учебное пособие/ И. Е. Плещинская [и др.]; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2014. – 195 с. – ISBN 978-5-7882-1715-4. – <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788217154.html>.

2. Высшая математика в упражнениях и задачах: учебное пособие для вузов: [с решениями]: в 2 ч./ П. Е. Данко [и др.]. – 7-е изд., испр. – Москва: Мир и Образование: Астрель: Оникс, 2012. Ч. 1, 2012. – 368 с.: ил.

3. Высшая математика в упражнениях и задачах: учебное пособие для вузов: [с решениями]: в 2 ч./ П. Е. Данко [и др.]. – 7-е изд., испр. – Москва: Мир и Образование: Астрель: Оникс, 2012. Ч. 2, 2012. – 448 с.: ил.

4. Практикум по высшей математике [Электронный ресурс]: учебное пособие: в 2 ч. Ч. 1 / Л.И. Дюженкова, О.Ю. Дюженкова, Г.А. Михалин; пер. с укр. – 2-е изд. (эл.). – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 448 с.: ил. – ISBN 978-5-9963-0756-2. – <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996307562.html>.

5. Практикум по высшей математике [Электронный ресурс]: учебное пособие: в 2 ч. Ч. 2 / Л.И. Дюженкова, О.Ю. Дюженкова, Г.А. Михалин; пер. с укр. – 2-е изд. (эл.). – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 468 с.: ил. – ISBN 978-5-9963-0757-9. – <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996307579.html>.

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

1. MATLAB R2007/2008/2009 для радиоинженеров. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 976 с.: ил. – ISBN 978-5-94074-492-4. – <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940744924.html>.

2. Дьяконов В.П. MATLAB 7.\*/R2006/R2007 [Электронный ресурс]: Самоучитель / Дьяконов В.П. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 768 с.: ил. – ISBN 978-5-94074-424-5. – <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940744245.html>.

3. Сборник задач по высшей математике: с контрольными работами: ряды и интегралы, векторный и комплексный анализ, дифференциальные уравнения, теория вероятностей, операционное исчисление: 2 курс/ К. Н. Лунгу [и др.]; под ред. С. Н. Федина. – 6-е изд. – Москва: Айрис-Пресс, 2007. – 590 с.: ил. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-8112-2948-2.

4. Лизунова Н. А., Шкроба С. П. Матрицы и системы линейных уравнений. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 352 с. – ISBN 978-5-9221-0852-2. – <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922108522.html>.

5. Линейная алгебра и аналитическая геометрия [Электронный ресурс]: учебник/ В.А. Ильин, Г.Д. Ким. – М.: Проспект, 2015. – 400 с. – ISBN 978-5-392-16339-7. – <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785392163397.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:

<http://matlab.exponenta.ru/>

<http://www.chemometrics.ru/materials/textbooks/matlab.htm>

<http://www.studfiles.ru/preview/3219810/>

<http://mathmod.asu.edu.ru/images/File/ebooks/matlab.pdf>

<http://window.edu.ru/resource/087/24087/files/MatLab.pdf>

## **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 работы и 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 № 2 от 02.10.2015.

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» 2 октября 2015 года.

Протокол № 2 от 02.10.2015.

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