



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

  
\_\_\_\_\_  
(подпись) Н.В. Силин  
(Ф.И.О. рук. ОП)  
« 29 » января 2020 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой  
ЭЭиЭТ  
(название кафедры)

  
\_\_\_\_\_  
(подпись) Н.В. Силин  
(Ф.И.О. зав. каф.)  
« 29 » января 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Дополнительные главы математики»**

**Направление подготовки – 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»**  
магистерская программа «Оптимизация развивающихся систем электроснабжения»  
**Форма подготовки (очная)**

курс   1   семестр   1    
лекции  18  час.  
практические занятия  18  час.  
лабораторные работы \_\_\_\_\_ час.  
в том числе с использованием МАО лек. -    /пр.  18  /лаб.    час.  
всего часов аудиторной нагрузки  36  час.  
в том числе с использованием МАО  18  час.  
самостоятельная работа  72  час.  
в том числе на подготовку к экзамену  45  час.  
контрольные работы (количество) \_\_\_\_\_  
курсовая работа / курсовый проект \_\_\_\_\_ семестр  
зачет \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ семестр  
экзамен  1  семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 22 марта 2018 г. №50476

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Электроэнергетики и электротехники, протокол № 5 от «29» января 2020 г.  
Заведующая (ий) кафедрой \_\_\_\_\_ д.т.н., доцент Н.В. Силин

Составитель к.ф-м.н., доцент А.А. Бочарова

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## **Аннотация дисциплины** **«Дополнительные главы математики»**

Дисциплина «Дополнительные главы математики» разработана для студентов, обучающихся по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника», магистерская программа «Оптимизация развивающихся систем электроснабжения» и входит в базовую часть блока Дисциплины (модули) учебного плана (Б1.О.03).

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 час (3 зачетные единицы). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18 часов), практические занятия (18 часов) и самостоятельная работа студента (72 часа, в том числе 36 часов на экзамен). Дисциплина реализуется на 1 курсе. Форма контроля – экзамен.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных магистрантами при изучении дисциплин программы бакалавриата данного направления: «Аналитическая геометрия и линейная алгебра», «Векторный анализ», «Математический анализ», «Прикладная математика».

**Целью** изучения дисциплины «Дополнительные главы математики» является формирование общекультурных и общепрофессиональных компетенций, определяющих готовность и способность магистра к использованию знаний в области прикладных математических задач при решении практических задач в рамках производственно-технологической, проектно-изыскательской и научно-исследовательской профессиональной деятельности.

**Задачи** дисциплины:

- Формирование необходимых практических навыков по вычислительной математике; по решению типовых примеров;
- развитие у студентов логического и алгоритмического мышления;
- выработка навыков самостоятельного углубления и расширения математических знаний и проведения математического моделирования прикладных инженерных задач.

Для успешного изучения дисциплины «Дополнительные главы математики» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки;
- способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач;
- способность планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований.

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, владения), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования следующих компетенций:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
УК-2 –способность управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	Знает	специфику психологии лидера, основные особенности функционирования коллектива, методы прогнозирования изменений функционирования человека в коллективе, основные технико-экономические показатели объединённой работы электроэнергетических систем
	Умеет	проводить прогнозирование изменений уровня и динамики развития различных сфер активности личности вообще и лидера в частности в творческом коллективе, применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности
	Владеет	необходимыми методами и методиками осуществления прогнозирования изменений уровня и динамики развития различных сфер активности личности вообще и лидера в частности в творческом коллективе, опытом работы в прикладном программном обеспечении для расчета параметров работы объектов профессиональной деятельности

ОПК-2 - применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	Знает	современные методы научных исследований; основные пакеты прикладных программ, позволяющие решать профессиональные задачи с применением математических методов
	Умеет	применять математические методы к решению поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ
	Владеет	навыками работы в пакетах прикладных программ; навыками оценки результатов выполненной работы; навыками формирования отчетов и их публичной защиты

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Дополнительные главы математики» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: «групповая консультация», лекция объяснение, рейтинговый метод.

# **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (18 ЧАС.)**

**Тема 1. Задача Коши для дифференциального уравнения первого порядка. (4 часа).**

**Рассматриваемые вопросы:** Элементарная теория погрешностей, погрешность метода, погрешность вычислений, численные методы и алгоритмы. Численное дифференцирование. Аппроксимационные формулы, погрешность аппроксимации. Численные решения задачи Коши для ОДУ 1-го порядка. Метод Эйлера. Порядок точности метода, порядок аппроксимации разностной схемы, сходимость, устойчивость метода. Метод Эйлера-Коши. Методы Рунге-Кутты. Дифференциальные уравнения второго и высших порядков.

**Тема 2. Задачи приближения функции. (4 часа).**

**Рассматриваемые вопросы:** Задача аппроксимации функций. Интерполяция многочленами. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Погрешность интерполяции полинома Лагранжа. Многочлен Ньютона. Кусочно-линейная, кусочно-квадратичная аппроксимация. Понятие сплайн-интерполяции. Метод наименьших квадратов. Ортогональные полиномы Лежандра, Чебышева.

**Тема 3. Численное интегрирование (4 часа).**

**Рассматриваемые вопросы:** Простейшие квадратурные формулы, прямоугольников, трапеций, Симпсона, оценка погрешности, экстраполяция по Ричардсону. Вывод квадратурных формул Гаусса-Чебышева, сравнение методов. Метод Монте-Карло, случайные числа, генерация случайных чисел в Mathcad.

#### **Тема 4. Уравнения математической физики (4 часа).**

Дифференциальные характеристики скалярного поля, потенциальное поле, поток вектора, теорема Гаусса, моделирование основных физических полей. Уравнения Максвелла, телеграфное уравнение, уравнение Лапласа, Пуассона. Распределение потенциала электрического поля в прямоугольном коробе, метод разделения переменных.

#### **Тема 5. Моделирование электромагнитных полей средствами пакета PDEtoolsMatlab (2 часа).**

**Рассматриваемые вопросы:** Понятие о методе конечных элементов. Возможности конечно-элементного моделирования двумерных задач средствами пакета PDEtoolsMatlab. Приложения для решения задач электро- и магнитостатики, визуализация электромагнитного поля в различных устройствах при прохождении постоянного и переменного токов. Постановка задачи, граничные и начальные условия, решение, вывод данных, скрипт программы.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА(18 часов)**

### **Практические занятия (18 часов из них 18 часов с использованием методов активного обучения – групповая консультация)**

**Занятие 1.** Численное решение задачи Коши для ОДУ 1-го порядка. Метод Эйлера. (2 час).

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения.
2. Знакомство с вычислительным комплексом MathCad.
3. Решение задачи Коши (индивидуальное задание) средствами MathCad, построение графиков для различных шагов сетки, сравнение.
4. Обсуждение результатов и экспресс-опрос по теме занятия.

**Занятие 2.** Метод Эйлера-Коши с итерациями. (2 час).

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения. Рассмотрение вычислительной процедуры метода Эйлера с итерациями аналитически.
2. Знакомство с элементами программирования MathCad.
3. Решение задачи Коши (индивидуальное задание) методом Эйлера с итерациями с использованием элементов программирования MathCad, построение графиков для различных шагов сетки, сравнение с простейшим методом Эйлера.
4. Обсуждение результатов и экспресс-опрос по теме занятия.

**Занятие 3.** Методы Рунге-Кутты решения задачи Коши Для ОДУ 1 порядка.

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения. Рассмотрение вычислительной процедуры Рунге-Кутты.
2. Самостоятельная работа по применению средств программирования MathCad для решения задачи Коши методом Рунге-Кутты.
3. Построение графиков для различных шагов сетки, сравнение с предыдущими методами.
4. Представление и защита выполненных заданий по теме 1.

**Занятие 4.** Построение кусочно-линейной, квадратичной аппроксимации с использованием встроенных процедур вычислительного комплекса MathCad (2 часа).

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения. Рассмотрение задачи кусочной аппроксимации.
2. Построение кусочно-линейной аппроксимации для заданной системы точек с применением средств MathCad.
3. Построение кусочно-квадратичной аппроксимации для заданной системы точек средствами MathCad.
4. Обсуждение результатов и экспресс-опрос по теме занятия.

**Занятие 5.** Метод наименьших квадратов (2 часа).

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения.
2. Построение линейной, квадратичной, показательная аппроксимации для заданной системы точек средствами MathCad.
3. Применение встроенных процедур MathCad для аппроксимации данных, выбор наилучшего приближения. Построение сплайн-интерполяции с помощью встроенных процедур вычислительного комплекса MathCad
4. Представление и защита выполненных заданий по теме 2.

**Занятие 6.** Простейшие квадратурные формулы численного интегрирования (2 часа).

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения.
2. Вычисление определенных интегралов с помощью простейших квадратурных формул средствами MathCad.
3. Сравнение результатов для различных порядков аппроксимации с встроенными процедурами MathCad.
4. Обсуждение результатов и экспресс-опрос по теме занятия.

**Занятие 7.** Квадратурные формулы численного интегрирования Гаусса-Чебышева (2 часа).

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения.
2. Вычисление определенных интегралов с помощью формул Чебышева средствами MathCad.
3. Вычисление определенных интегралов с помощью формул Гаусса средствами MathCad. Сравнение результатов для различных порядков аппроксимации с встроенными процедурами MathCad.
4. Обсуждение результатов и экспресс-опрос по теме занятия.

**Занятие 8.** Метод Монте-Карло (2 часа).

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения.

2. Случайные числа, равномерное и нормальное распределение, генерация случайных чисел в Mathcad.

3. Вычисление кратных интегралов методом Монте-Карло средствами MathCad.

4. Представление и защита выполненных заданий по теме 4.

**Занятие 9.** Моделирование электромагнитных полей средствами пакета PDEtoolsMatlab (2 час).

Возможности конечно-элементного моделирования двумерных задач средствами пакета PDEtoolsMatlab. Приложения для решения задач электро- и магнитостатики, визуализация электромагнитного поля в различных устройствах при прохождении постоянного и переменного токов.

План занятия:

1. Краткие сведения о возможностях конечно-элементного моделирования двумерных задач средствами пакета PDEtoolsMatlab.

2. Моделирование распределения потенциала электрического поля в сложной плоской области.

3. Постановка задачи, граничные и начальные условия, решение, вывод данных, скрипт программы.

4. Представление и защита самостоятельно выполненных заданий по визуализация электромагнитного поля в различных устройствах при прохождении постоянного и переменного токов.

Лекционные и практические занятия проводятся в специализированной аудитории ДВФУ.

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Дополнительные главы математики» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства	
			текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Темы 1-3 Задача Коши для дифференциального уравнения первого порядка. Задачи приближения функции. Численное интегрирование	УК-2	1-8 недели – Собеседование (УО-1) ИДЗ 1-4 (ПР-12) (Приложение 2).	Экзамен. Вопросы 1-12 перечня типовых экзаменационных вопросов.
		Умеет на основе анализа и обобщения реальных данных формулировать математически задачи, требующие навыков абстрактного мышления; анализировать и делать обоснованный выбор методов решения, прогнозировать результат		
		ОПК-2	владеет навыками научного анализа и методологией научного подхода в научно - исследовательской и практической деятельности; навыками прогнозирования результата исследования	
			знает основные методы вычислительной математики и принципы моделирования, их сравнительные характеристики, необходимые для формулирования целей и задач исследования в профессиональной области	
			умеет выявлять приоритеты	

			<p>решения задач для достижения целей исследования в профессиональной области, применять и создавать критерии оценки</p>		
			<p>владеет современными методами математического описания и моделирования задач исследования в профессиональной области, и получения результатов, удовлетворяющих эффективным критериям оценки</p>		
2	<p>Темы 4-5 Уравнения математической физики. Моделирование электромагнитных полей средствами пакета PDEtoolsMatlab.</p>	УК-2	<p>Знает основы вычислительной математики и моделирования, необходимые для решения прикладных задач в профессиональной области</p>	9-18 недели. Собеседование (УО-1) ИДЗ 5(ПР-12)	<p>Вопросы к экзамену 16-18</p>
			<p>Умеет на основе анализа и обобщения реальных данных формулировать математически задачи, требующие навыков абстрактного мышления;</p>		
			<p>анализировать и делать обоснованный выбор методов решения, прогнозировать результат</p>		
		ОПК-2	<p>знает основные методы вычислительной математики и принципы моделирования, их сравнительные характеристики, необходимые для формулирования целей и задач исследования в профессиональной области</p>		
			<p>умеет выявлять приоритеты решения задач для достижения целей исследования в профессиональной области, применять и создавать критерии оценки</p>		

			<p>владеет современными методами математического описания и моделирования задач исследования в профессиональной области, и получения результатов, удовлетворяющих эффективным критериям оценки</p>		
--	--	--	--	--	--

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы представлены в Приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. Кондаков Н.С. Основы численных методов [Электронный ресурс] : практикум / Н.С. Кондаков. — Электрон.текстовые данные. — М. : Московский гуманитарный университет, 2014. — 92 с. — 978-5-98079-981-6.  
<http://www.iprbookshop.ru/39690.html>

2. Мокрова Н.В. Численные методы в инженерных расчетах [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.В. Мокрова, Л.Е. Суркова. — Электрон.текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 91 с. — 978-5-4486-0238-2.

<http://www.iprbookshop.ru/71739.html>

3. Бочарова А.А., Луппова Е.П., Ратников А.А. Вычислительная математика. ДВГТУ, Владивосток, 2008. - 167с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:384813&theme=FEFU>

4. Васильев А.Н. Matlab [Электронный ресурс] : самоучитель. Практический подход / А.Н. Васильев. — Электрон.текстовые данные. — СПб. : Наука и Техника, 2015. — 448 с. — 2227-8397.  
<http://www.iprbookshop.ru/43318.html>

### **Дополнительная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. Гринев А.Ю. Основы электродинамики с Matlab [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ю. Гринев, Е.В. Ильин. — Электрон.текстовые данные. — М. : Логос, 2016. — 176 с. — 978-5-98704-700-2.  
<http://www.iprbookshop.ru/70701.html>
2. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем: учебник - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 592 с.  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=549747>

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется следующее программное обеспечение:

1. Microsoft Office (Access, Excel, PowerPoint, Word ит. д).
2. MathCAD.
3. Программное обеспечение электронного ресурса сайта ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.
4. Материалы курса, размещенные в LMS BlackBoard.

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используются следующие информационно-справочные системы:

Научная электронная библиотека eLIBRARY.

Электронно-библиотечная система издательства «Лань».

Электронно-библиотечная система «IPRbooks».

Электронно-библиотечная система «Znanium»

Информационная система "ЕДИНОЕ ОКНО доступа к образовательным ресурсам".

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

На изучение дисциплины отводится 36 часов аудиторных занятий и 72 часа самостоятельной работы. План-график самостоятельной работы размещен в Приложении 1.

**Рекомендации по использованию материалов учебно-методического комплекса.** На лекционных и практических занятиях преподаватель контролирует работу студентов, отвечает на возникающие вопросы, подсказывает ход и метод решения. Если полученных в аудитории знаний окажется недостаточно, студент может самостоятельно повторно прочесть лекцию или соответствующее пособие, просмотреть практикум с разобранными примерами. Для самостоятельной работы рекомендуется использовать методические указания и материалы по курсу размещенные в системе BlackBoard: FU50219-140400.68-DGM-01: «Дополнительные главы математики».

При выполнении задания на практическом занятии следует выполнить задание «по образцу», предложенному преподавателем и сформулировать вопросы. Затем выполнить индивидуальное задание. Самостоятельную работу можно выполнять как на аудиторном занятии, так и самостоятельно

во внеаудиторное время. При этом результат необходимо отправить преподавателю на проверку.

После выполнения задания, студент защищает его преподавателю в назначенное время.

**Рекомендации по работе с литературой.** Теоретический и практический материал курса разъяснён в материалах учебно-методического комплекса, представленного в системе BlackBoard, учебниках и пособиях из списка основной и дополнительной литературы.

**Рекомендации по подготовке к экзамену.** Успешная подготовка к экзамену включает работу на практических занятиях в течение семестра, выполнение всех заданий преподавателя и подготовку теоретического материала. При подготовке к экзамену необходимо освоить теорию: разобрать основные темы, постановки задачи и используемые методы.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

---

---

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Дополнительные главы математики»**

**Направление подготовки – 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»**

**магистерская программа «Оптимизация развивающихся систем электроснабжения»**

**Форма подготовки (очная)**

**Владивосток**

**2020**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	5 неделя семестра	Подготовка к устному опросу по темам 1-2	5	УО-1
2	10 неделя семестра	Решение заданий по темам 1-2	6	ПР-12
3	15 неделя семестра	Подготовка к устному опросу по темам 3-5	8	УО-1
4	18 неделя семестра	Решение заданий по темам 3-5	8	ПР-12
6	18 неделя семестра	Подготовка к экзамену	45	Экзамен
<b>Итого</b>			<b>72 час.</b>	

### Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению

#### Индивидуальные задания

При организации самостоятельной работы преподаватель должен учитывать уровень подготовки каждого студента и предвидеть трудности, которые могут возникнуть при выполнении самостоятельной работы. Преподаватель дает каждому студенту индивидуальные и дифференцированные задания. Некоторые из них могут осуществляться в группе. Выдача индивидуальных расчетно-графических заданий производится в зависимости от проходимой тематики курса и определяется преподавателем. Далее приводятся образцы решения.

#### Индивидуальное задание 1 по теме «Численное решение задачи Коши для ОДУ 1-го порядка».

**Задание 1.** Найти решение задачи Коши методом Эйлера с использованием Mathcad:

$$y' = x + \cos\left(\frac{y}{\sqrt{7}}\right), y(x_0) = y_0,$$

**Решение:** листинг Mathcad

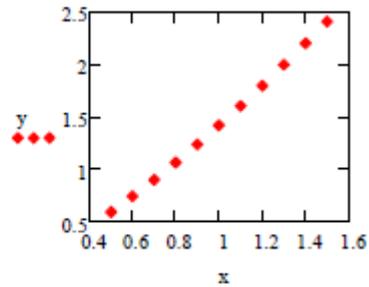
$$x_0 := 0.5 \quad y_0 := 0.6 \quad n := 10 \quad x_n := 1.5 \quad h := \frac{(x_n - x_0)}{n} \quad h = 0.1 \quad f(x, y) := x + \cos\left(\frac{y}{\sqrt{7}}\right)$$

$$i := 0..n \quad x_i := x_0 + i \cdot h$$

$$y_{i+1} := y_i + h \cdot f(x_i, y_i)$$

	0
0	0.5
1	0.6
2	0.7
3	0.8
4	0.9
5	1
6	1.1
7	1.2
8	1.3
9	1.4
10	1.5

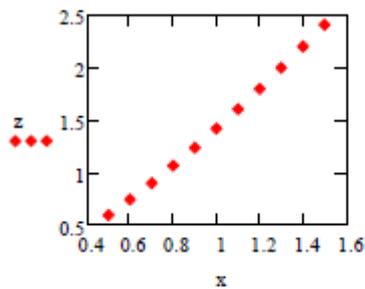
	0
0	0.6
1	0.74744
2	0.90348
3	1.0677
4	1.23967
5	1.41889
6	1.60485
7	1.79701
8	1.99482
9	2.19772
10	2.40516
11	2.6166



$$z_0 := 0.6$$

$$z_{i+1} := \begin{cases} x_i \leftarrow x_0 + i \cdot h \\ y_{i+1} \leftarrow y_i + h \cdot f(x_i, y_i) \end{cases}$$

	0
0	0.6
1	0.74744
2	0.90348
3	1.0677
4	1.23967
5	1.41889
6	1.60485
7	1.79701
8	1.99482
9	2.19772
10	2.40516
11	2.6166



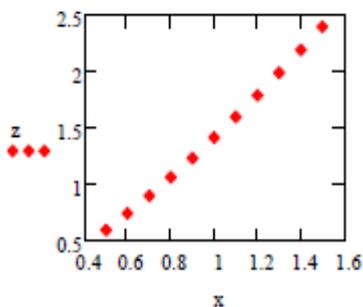
**Задание 2.** Найти решение задачи Коши методом Рунге-Кутты 4-го порядка

**Решение:** листинг Mathcad

$$y_{i+1} := \begin{cases} K1 \leftarrow h \cdot f(x_i, y_i) \\ K2 \leftarrow h \cdot f\left(x_i + \frac{h}{2}, y_i + \frac{h \cdot K1}{2}\right) \\ K3 \leftarrow h \cdot f\left(x_i + \frac{h}{2}, y_i + \frac{h \cdot K2}{2}\right) \\ K4 \leftarrow h \cdot f(x_i + h, y_i + h \cdot K3) \\ y_i + 1 \cdot \frac{(K1 + 2K2 + 2K3 + K4)}{6} \end{cases}$$

0	0.6
1	0.75237
2	0.91327
3	1.08227
4	1.25888
5	1.44262
6	1.63293
7	1.82927
8	2.03106
9	2.23775
10	2.44876
11	2.66358

0	0.5
1	0.6
2	0.7
3	0.8
4	0.9
5	1
6	1.1
7	1.2
8	1.3
9	1.4
10	1.5



Встроенная функция

Given

$$P'(t) - 1 + \cos\left(\frac{P(t)}{\sqrt{2}}\right) = 0$$

$$P(1.4) = 2.5$$

$$P := \text{Odesolve}(t, 2.4)$$

## Индивидуальное задание2 по теме «Аппроксимация функций методом наименьших квадратов».

**Задание 1.** Построить по заданным табличным данным кусочно-линейную аппроксимацию

$$\begin{array}{llllll} x_0 := 0.41 & x_1 := 0.46 & x_2 := 0.52 & x_3 := 0.6 & x_4 := 0.65 & x_5 := 0.72 \\ y_0 := 2.57418 & y_1 := 2.32513 & y_2 := 2.09336 & y_3 := 1.86203 & y_4 := 1.74926 & y_5 := 1.62098 \\ i := 0..4 & n := 6 & & & & \end{array}$$

**Решение:** листинг Mathcad

$$A_i := \begin{pmatrix} x_i & 1 \\ x_{i+1} & 1 \end{pmatrix} \quad B_i := \begin{pmatrix} y_i \\ y_{i+1} \end{pmatrix} \quad S_i := \text{lsolve}(A_i, B_i)$$

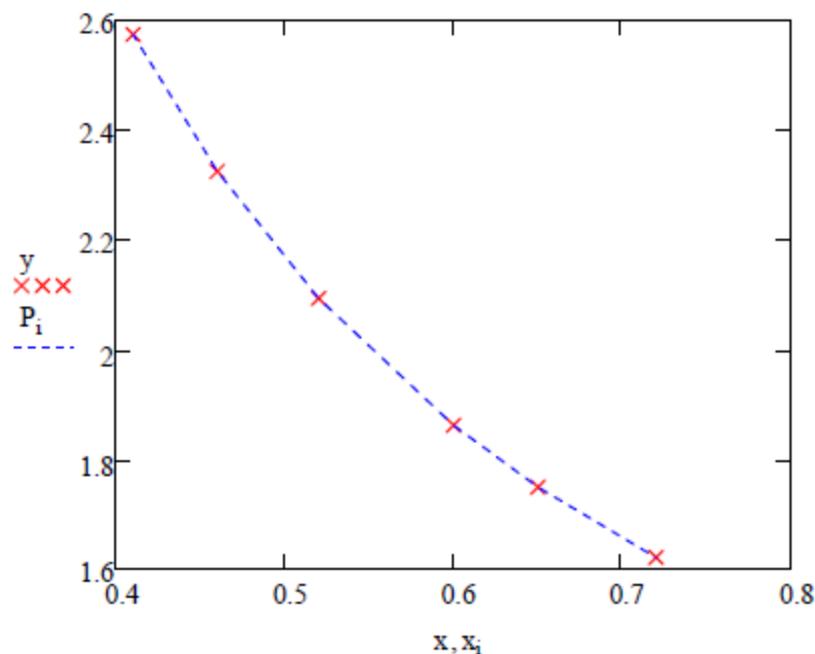
$$S_0 = \begin{pmatrix} -4.981 \\ 4.616 \end{pmatrix} \quad S_1 = \begin{pmatrix} -3.863 \\ 4.102 \end{pmatrix} \quad S_2 = \begin{pmatrix} -2.892 \\ 3.597 \end{pmatrix} \quad S_3 = \begin{pmatrix} -2.255 \\ 3.215 \end{pmatrix} \quad S_4 = \begin{pmatrix} -1.833 \\ 2.94 \end{pmatrix}$$

$$f1 := (S_0)_0 \cdot x + (S_0)_1 \quad f2 := (S_1)_0 \cdot x + (S_1)_1 \quad f3 := (S_2)_0 \cdot x + (S_2)_1$$

$$f4 := (S_3)_0 \cdot x + (S_3)_1 \quad f5 := (S_4)_0 \cdot x + (S_4)_1$$

$$i := 0..5$$

$$P_i := \begin{cases} (S_0)_0 \cdot x_i + (S_0)_1 & \text{if } (0 \leq i \leq 1) \\ (S_1)_0 \cdot x_i + (S_1)_1 & \text{if } (1 \leq i \leq 2) \\ (S_2)_0 \cdot x_i + (S_2)_1 & \text{if } (2 \leq i \leq 3) \\ (S_3)_0 \cdot x_i + (S_3)_1 & \text{if } (3 \leq i \leq 4) \\ (S_4)_0 \cdot x_i + (S_4)_1 & \text{if } (4 \leq i \leq 5) \end{cases}$$



**Задание 2.** Построить по заданным табличным данным линейную аппроксимацию методом наименьших квадратов

$$A := \begin{bmatrix} \sum_{i=0}^n (x_i)^2 & \sum_{i=0}^n x_i \\ \sum_{i=0}^n x_i & n+1 \end{bmatrix} \quad B := \begin{bmatrix} \sum_{i=0}^n (x_i \cdot y_i) \\ \sum_{i=0}^n y_i \end{bmatrix}$$

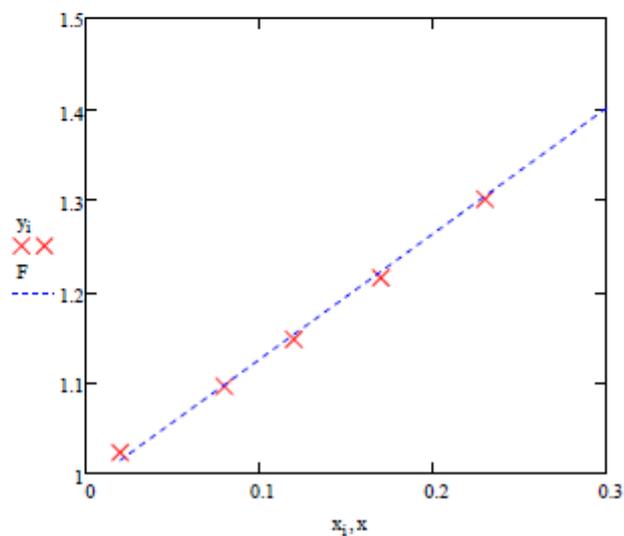
$$\text{lsolve}(A, B) = \begin{pmatrix} 1.381 \\ 0.987 \end{pmatrix}$$

$$a := 1.381$$

$$b := 0.987$$

$$S_1 := \sum_{i=0}^n (a \cdot x_i + b - y_i)^2 = 2.368 \times 10^{-4}$$

$$F_{\text{lin}} := a \cdot x + b$$



**Индивидуальное задание 3 по теме «Численное интегрирование».**

**Задание 1.** Вычислить значение определенного интеграла с помощью простейших квадратурных формул и формул Гаусса-Чебышева.

$$a := 1.2 \quad b := 2.4 \quad h := \frac{1}{10} \quad n := 12 \quad i := 0..n$$

$$x_0 := 1.2$$

$$x_i := x_0 + i \cdot h \quad y_i := \frac{1}{\sqrt{0.5 + (x_i)^2}}$$

Find the Integral using MathCAD formula:

$$\int_{1.2}^{2.4} \frac{1}{\sqrt{0.5 + x^2}} dx = 0.63689$$


---

Правило трапеций:

$$I_1 := h \cdot \left( \frac{y_0}{2} + \sum_{i=1}^{n-1} y_i + \frac{y_n}{2} \right) = 0.637132$$

Формула Симпсона:

$$m := \frac{n}{2}$$

$$k := 0..m$$

$$I_2 := \frac{h}{3} \left( y_0 + 4 \sum_{k=1}^m y_{2k-1} + 2 \sum_{k=1}^{m-1} y_{2k} + y_{2m} \right) = 0.63689$$

Формула Чебышева:

$$A := \frac{2}{n} \quad n := 2$$

$$t_1 := \sqrt{\frac{1}{3}} \quad t_2 := -t_1$$

$$g(t) := \frac{(a+b)}{2} + \frac{(b-a)}{2} \cdot t$$

$$I_3 := \frac{(b-a)}{2} \cdot \sum_{i=1}^2 \left[ \frac{1}{\sqrt{0.5 + (g(t_i))^2}} \right] = 0.636683$$

**Индивидуальное задание4 по теме «Метод Монте-Карло».**

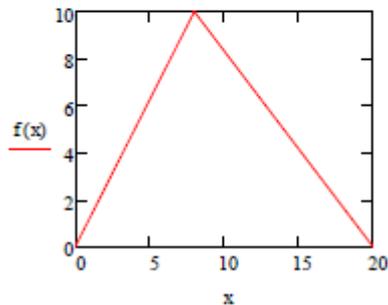
**Задание 1.** Вычислить площадь под кривой с помощью метода Монте-Карло, генерировать равномерно распределенные случайные числа.

Метод Монте-Карло:

```

for x [0,n), f(x)= (10x)/n
for x (n,20], f(x)= 10[(x-20)/(n-20)]
n := 8    y := 0
f(x) := if [x < n, 10x/n, 10((x-20)/(n-20))]

```



```

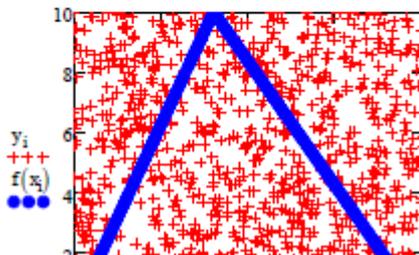
k := 1000    a := 20    b := 10
i := 0..k
x_i := rnd(a)    y_i := rnd(b)

```

$m_i := \text{if}(y_i < f(x_i), 1, 0)$  (assigns the random variable and compares it to whether it is under or over the area)

$M := \sum_{i=0}^k m_i = 500$  (number of points inside the area)

$I := \frac{M \cdot (a \cdot b)}{k} = 100$  (the approx. square of area)



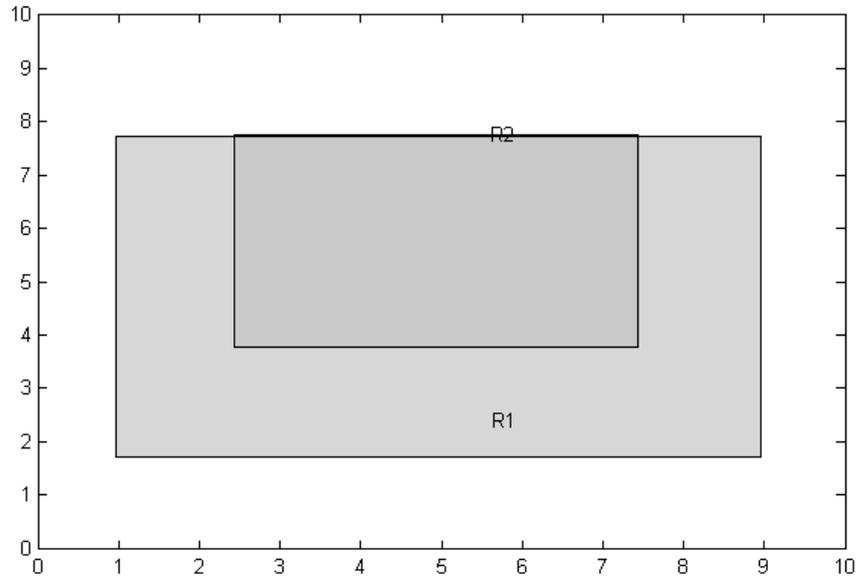
## Индивидуальное задание 5 по теме «Моделирование электромагнитных полей средствами пакета PDEtoolsMatlab».

### Задача:

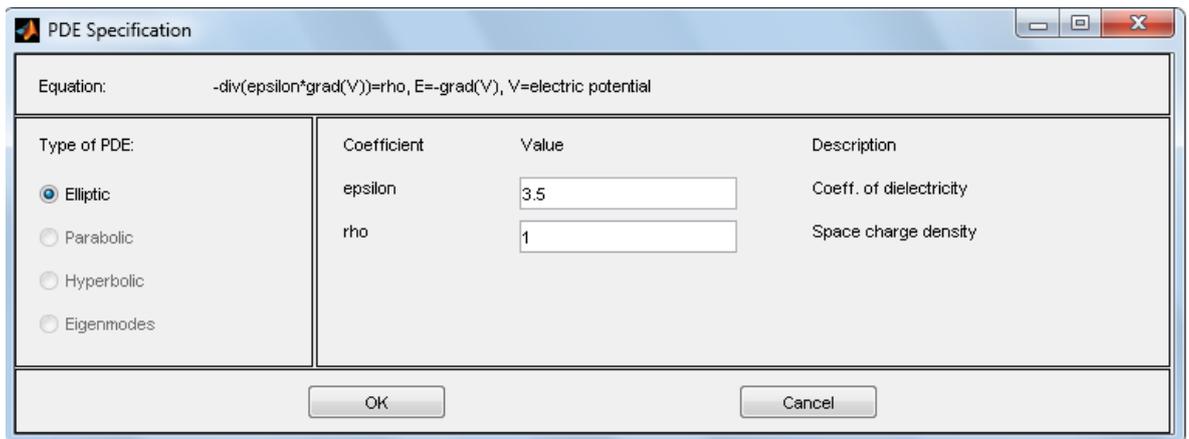
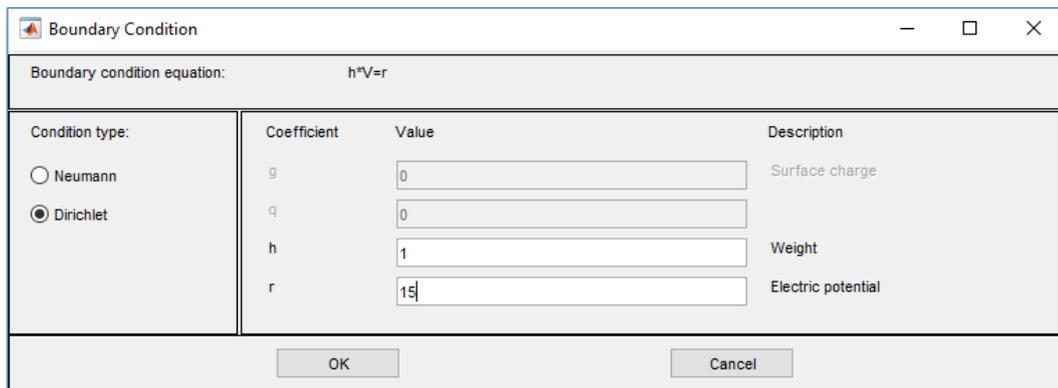
Моделирование распределения электрического поля электрода, опущенного в масло

### Этапы выполнения:

1. В программном продукте Matlab запускаем PDE приложение
2. Выбираем пункт Electrostatics, в опциях включаем сетку на координатной плоскости
3. С помощью инструментов рисования изображаем емкость с жидкостью и катодом.

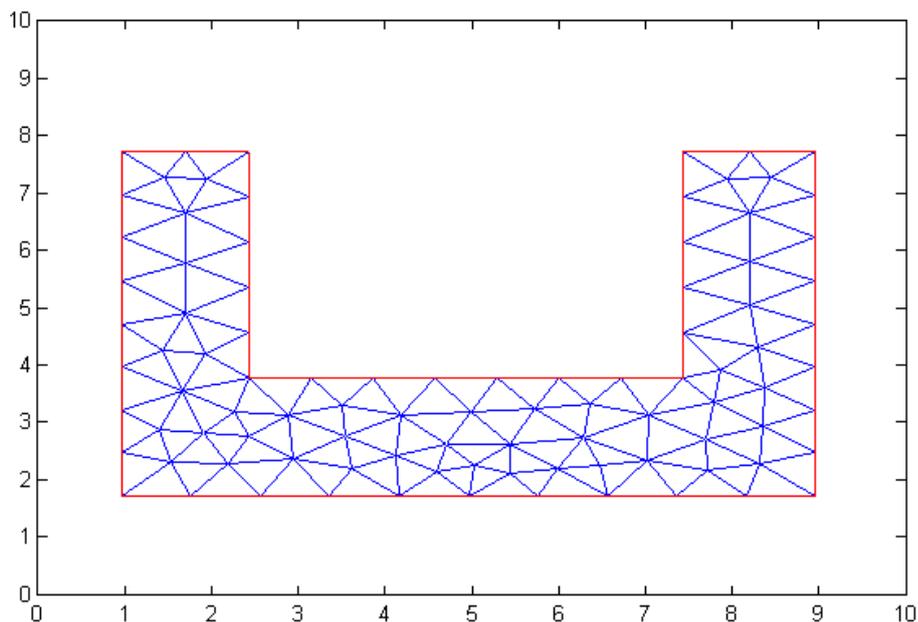


4. Задаем граничные условия. Включаем `boundarymode` и нажатиями правой кнопки мыши задаем начальные условия внутренней и внешней границам.

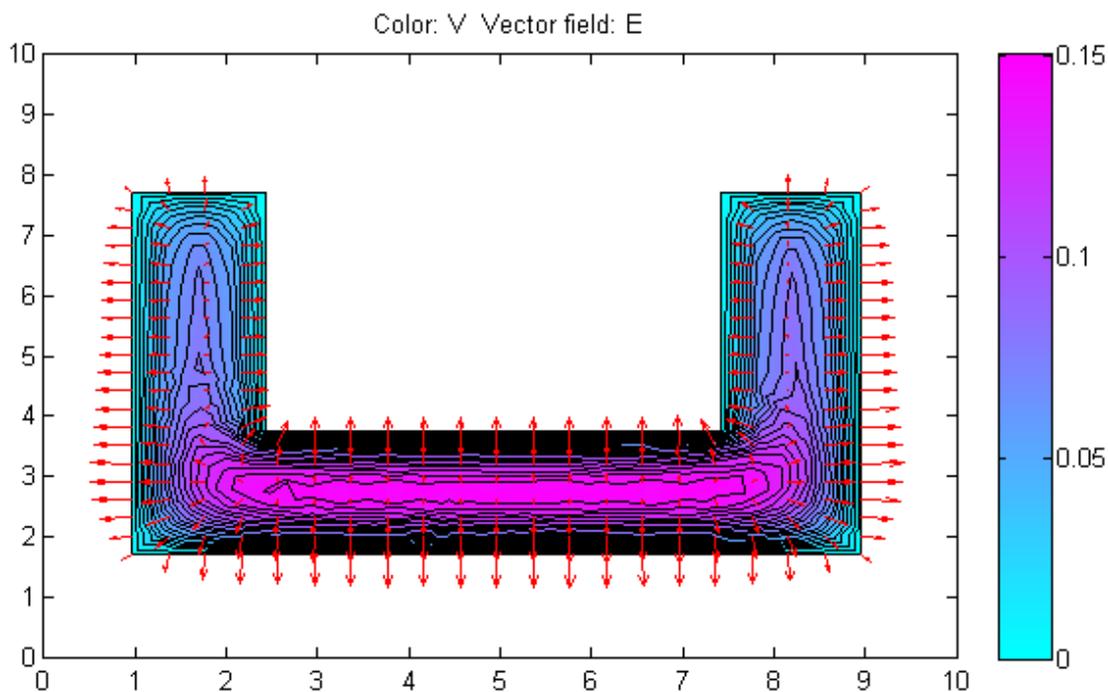


5. Используя меню `initializemesh` проводим процедуру триангуляции (создаем сетку)

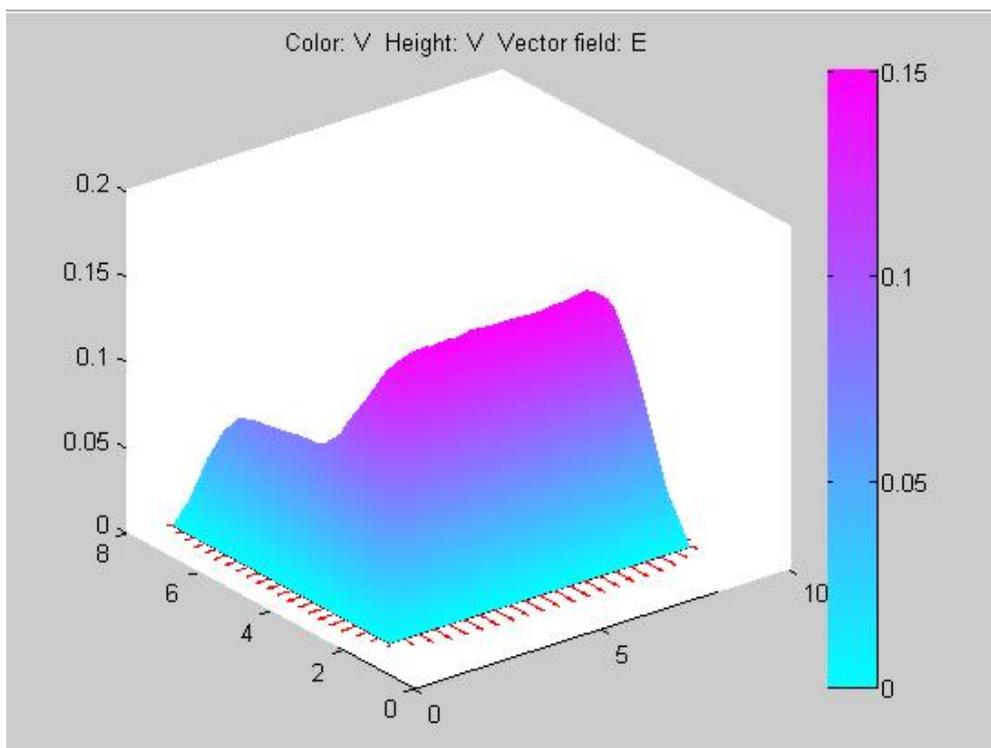
6. Для последующих вычислений произведем уточнение, используя функцию Refinemesh



5. Отредактируем параметры построения графика



Построим 3-d модель распределения электрического поля в жидкости, используя среду моделирования процессов Matlab



### **Устные опросы**

Устные опросы осуществляются преподавателем по завершению изучения каждого раздела. Вопросы и задания приведены в приложении 2. Для подготовки используется основная и дополнительная литература по дисциплине «Дополнительные главы математики», а также информация, размещенная в LMSBlackBoard.

Вопросы, возникающие в процессе подготовки, студент может задать преподавателю либо на консультациях, либо через специальное средство LMSBlackBoard.

### **Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Результаты самостоятельной работы студент выполняет в виде расчетно-графической работы по каждому изучаемому разделу. Решение предложенного преподавателем задания должно быть проведено указанными методами с помощью средств Mathcad и сопровождаться графиками, иллюстрирующими результаты сравнения изучаемых методов решения. При

этом используются возможности вычислительной среды Mathcad по применению встроенных функций для оценки погрешности. Выполненные и проверенные задания отсылаются преподавателю через систему BlackBoard.

### **Критерии оценки выполнения самостоятельной работы**

Самостоятельная работа студентов включает индивидуальные задания по каждому изучаемому разделу, которые должны быть защищены у преподавателя, а также подготовку к устным опросам. Выполнение и защита индивидуальных заданий обязательны для сдачи экзамена, при этом на экзамен выносятся только теоретические вопросы. Критерии оценки каждого вида работы приведены в приложении 2.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

---

---

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по дисциплине «Дополнительные главы математики»**

**Направление подготовки – 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»**

**магистерская программа «Оптимизация развивающихся систем электроснабжения»**

**Форма подготовки (очная)**

**Владивосток**

**2020**

## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
УК-2 –способность управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	Знает	специфику психологии лидера, основные особенности функционирования коллектива, методы прогнозирования изменений функционирования человека в коллективе, основные технико-экономические показатели объединённой работы электроэнергетических систем
	Умеет	проводить прогнозирование изменений уровня и динамики развития различных сфер активности личности вообще и лидера в частности в творческом коллективе, применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности
	Владеет	необходимыми методами и методиками осуществления прогнозирования изменений уровня и динамики развития различных сфер активности личности вообще и лидера в частности в творческом коллективе, опытом работы в прикладном программном обеспечении для расчета параметров работы объектов профессиональной деятельности
ОПК-2 - применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	Знает	современные методы научных исследований; основные пакеты прикладных программ, позволяющие решать профессиональные задачи с применением математических методов
	Умеет	применять математические методы к решению поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ
	Владеет	навыками работы в пакетах прикладных программ; навыками оценки результатов выполненной работы; навыками формирования отчетов и их публичной защиты

### Перечень используемых оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Темы 1-3 Задача Коши для дифференциального уравнения первого порядка. Задачи	УК-2	Знает основы вычислительной математики и моделирования, необходимые для решения прикладных задач в профессиональной области  Умеет на основе анализа и	1-8 недели – Собеседование (УО-1) ИДЗ 1-4	Экзамен. Вопросы 1-12 перечня типовых экзаменационных

	приближения функции. Численное интегрирование		<p>обобщения реальных данных формулировать математически задачи, требующие навыков абстрактного мышления; анализировать и делать обоснованный выбор методов решения, прогнозировать результат</p> <p>владеет навыками научного анализа и методологией научного подхода в научно - исследовательской и практической деятельности; навыками прогнозирования результата исследования</p>	(ПР-12) (Приложение 2).	вопросов.
		ОПК-2	<p>знает основные методы вычислительной математики и принципы моделирования, их сравнительные характеристики, необходимые для формулирования целей и задач исследования в профессиональной области</p> <p>умеет выявлять приоритеты решения задач для достижения целей исследования в профессиональной области, применять и создавать критерии оценки</p> <p>владеет современными методами математического описания и моделирования задач исследования в профессиональной области, и получения результатов, удовлетворяющих эффективным критериям оценки</p>		
2	Темы 4-5 Уравнения математической физики. Моделирование электромагнитных полей средствами пакета PDEtoolsMatlab.	УК-2	<p>Знает основы вычислительной математики и моделирования, необходимые для решения прикладных задач в профессиональной области</p> <p>Умеет на основе анализа и обобщения реальных данных формулировать математически задачи, требующие навыков абстрактного мышления;</p> <p>анализировать и делать обоснованный выбор методов решения, прогнозировать результат</p>	9-18 недели. Собеседование (УО-1) ИДЗ 5(ПР-12)	Вопросы к экзамену 16-18

			знает основные методы вычислительной математики и принципы моделирования, их сравнительные характеристики, необходимые для формулирования целей и задач исследования в профессиональной области		
		ОПК-2	умеет выявлять приоритеты решения задач для достижения целей исследования в профессиональной области, применять и создавать критерии оценки		
			владеет современными методами математического описания и моделирования задач исследования в профессиональной области, и получения результатов, удовлетворяющих эффективным критериям оценки		

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
УК-2 – способность управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	Знает	специфику психологии лидера, основные особенности функционирования коллектива, методы прогнозирования изменений функционирования человека в коллективе, основные технико-экономические показатели объединённой работы электроэнергетических систем	Знать о специфике психологии лидера, об основных особенностях функционирования коллектива, о методах прогнозирования изменений функционирования человека в коллективе, основные технико-экономические показатели объединённой работы электроэнергетических систем	способность охарактеризовать особенности функционирования человека в коллективе; способность перечислить методы проведения прогнозирования поведения человека в коллективе; способность объяснить специфику психологии лидера; перечислить основные технико-экономические показатели объединённой работы электроэнергетических систем

	Умеет	проводить прогнозирование изменений уровня и динамики развития различных сфер активности личности вообще и лидера в частности в творческом коллективе, применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности	Уметь проводить прогнозирование изменений динамики и уровня развития различных сфер активности личности вообще и лидера в частности в творческом коллективе, применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности	способность проанализировать уровни развития различных сфер активности личности, проводить прогноз динамики их изменений; способность проводить моделирование объектов профессиональной деятельности в ходе реализации проектов
	Владеет	необходимыми методами и методиками осуществления прогнозирования изменений уровня и динамики развития различных сфер активности личности вообще и лидера в частности в творческом коллективе, опытом работы в прикладном программном обеспечении для расчета параметров работы объектов профессиональной деятельности	Владеть необходимыми методами и методиками осуществления прогнозирования изменений динамики и уровня развития различных сфер активности личности вообще и лидера в частности в творческом коллективе, опытом работы в прикладном программном обеспечении для расчета параметров работы объектов профессиональной деятельности	способность использовать методы и методики осуществления прогнозирования изменений и динамики уровня развития различных сфер активности личности на различных этапах реализации проектов; способность применять прикладное программное обеспечение для расчета параметров работы объектов профессиональной деятельности
ОПК-2 - применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	Знает	современные методы научных исследований; основные пакеты прикладных программ, позволяющие решать профессиональные задачи с применением математических методов	Знать современные методы научных исследований; основные пакеты прикладных программ, позволяющие решать профессиональные задачи с применением математических методов	способность перечислить основные пакеты прикладных программ, позволяющие решать профессиональные задачи; способность объяснить методы научных исследований
	Умеет	применять математические методы к решению поставленных задач, использовать современные информационные	Уметь применять математические методы к решению поставленных задач, использовать современные информационные	способность проводить обработку информации с использованием прикладных программ; способность выбирать математические методы для решения практических

		технологии, проводить обработку информации использованием прикладных программ	технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ	задач
	Владеет	навыками работы в пакетах прикладных программ; навыками оценки результатов выполненной работы; навыками формирования отчетов и их публичной защиты	Владеть навыками работы в пакетах прикладных программ; навыками оценки результатов выполненной работы; навыками формирования отчетов и их публичной защиты	способность использовать пакеты прикладных программ; способность предложить наглядную форму отчетов; способность применять навыками оценки результатов выполненной работы

## **Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

### **Перечень типовых экзаменационных вопросов**

1. Аппроксимационные формулы для приближения производных.  
Порядок точности.
2. Методы Эйлера, Рунге-Кутты решения задачи Коши для ОДУ, оценка погрешности. Практическое правило для оценки погрешности (двойной пересчет). Зависимость погрешности от шага.
3. Понятие аппроксимации, сходимости и устойчивости разностной схемы, порядок аппроксимации, скорость сходимости.
4. Задача точечной аппроксимации функций. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
5. Кусочно-линейная, кусочно-квадратичная аппроксимация.
6. Интерполяция кубическим сплайном. Встроенные функции Mathcad для интерполяции.
7. Метод наименьших квадратов. Линейная, квадратичная регрессия.
8. Простейшие квадратурные формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона приближенного вычисления интегралов.
9. Квадратурные формулы Гаусса-Чебышева
10. Генерирование случайных чисел встроенными функциями Mathcad, равномерное и нормальное распределение. Математическое ожидание, дисперсия.
11. Метод Монте-Карло вычисления определенных интегралов, кратных интегралов.
12. Уравнения Максвелла
13. Телеграфное уравнение
14. Метод разделения переменных решения задачи о распределении потенциала электрического поля в прямоугольной области.
15. Основы конечно-элементного моделирования в пакете PDEMatlab.

## Перечень типовых экзаменационных задач

При условии выполнения и защиты всех расчетно-графических заданий по изучаемым разделам задачи на экзамен не выносятся.

### Образец экзаменационного билета

1. (теоретический вопрос) Задача точечной аппроксимации. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
2. (теоретический вопрос) Основы конечно-элементного моделирования в пакете PDE Matlab.

### Принцип составления экзаменационного билета

Первый вопрос является теоретическими и предназначен для оценивания порогового и продвинутого уровня освоения дисциплины. Второй вопрос предназначен для оценки высокого уровня освоения дисциплины.

### Критерии выставления оценки студенту на зачете по дисциплине

#### «Дополнительные главы математики»

Баллы (рейтинговая оценка)	Оценка экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
86-100	«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил учебный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает теоретические основы вычислительных методов, свободно справляется с, вопросами и умеет применять знания системы компьютерной математики Mathcad для получения решения, правильно обосновывает полученное решение и оценивает его погрешность.
76-85	«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает теоретические основы вычислительных методов, грамотно и по существу излагает материал, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических задач, владеет необходимыми навыками применения вычислительного пакета Mathcad.
61-75	«удовлетвори	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если

	<i>тельно»</i>	он имеет знания только основного материала, но не усвоил деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ с помощью вычислительного пакета Mathcad.
0-60	<i>«неудовлетворительно»</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, связанные с применением вычислительного пакета Mathcad. Оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

### **Оценочные средства для текущей аттестации**

#### **Вопросы для собеседований по дисциплине «Дополнительные главы математики»**

##### **Занятия 1-3**

1. Аппроксимационные формулы для производных первого и второго порядка. Порядок погрешности.

2. Методы Эйлера, Рунге-Кутты решения задачи Коши для ОДУ, оценка погрешности. Практическое правило для оценки погрешности (двойной пересчет). Зависимость погрешности от шага.

##### **3 Занятия 4-5**

5. Задача точечной аппроксимации функций. Интерполяционный многочлен Лагранжа.

6. Кусочно-линейная, кусочно-квадратичная аппроксимация. Интерполяция кубическим сплайном.

7. Метод наименьших квадратов. Линейная, квадратичная, показательная регрессия.

##### **Занятия 6-7**

8. Формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона приближенного вычисления интегралов.

9. Квадратурные формулы Гаусса-Чебышева

## **Занятия 8-9**

10. Случайные величины, равномерное, нормальное распределение.

11. Метод Монте-Карло вычисления определенных интегралов.

12. Метод Монте-Карло вычисления определенных интегралов, кратных интегралов.

13. Уравнения Максвелла

14. Телеграфное уравнение

15. Метод разделения переменных решения задачи распределения потенциала электрического поля в прямоугольной области.

16. Основы конечно-элементного моделирования в пакете PDE Matlab.

### **Критерии оценки:**

✓ 100-85 баллов выставляется студенту, если 100-85 баллов выставляется студенту, если его ответ показывает прочные знания теоретических основ вычислительной математики, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение обосновать применение определенных вычислительных методов с точки зрения их погрешности, использовать для решения возможности пакета Mathcad.

✓ 85-76 баллов выставляется студенту, если его ответ, обнаруживающий прочные знания теоретических основ вычислительной математики, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; демонстрирует владение терминологическим аппаратом; умение обосновать применение определенных вычислительных методов с точки зрения их погрешности для решения математических задач, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

✓ 75-61 балл выставляется студенту, если его ответ, свидетельствующий, в основном, о знании основных положений теоретических основ вычислительной математики, демонстрирует

недостаточную глубину и полноту раскрытия темы; недостаточное владение возможностями вычислительного пакета Mathcad, недостаточно свободное владение монологической речью, нарушения логичности и последовательности ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа.

✓ 60-50 баллов выставляется студенту, если его ответ, обнаруживающий незнание основных положений теоретических основ вычислительной математики, отличается неглубоким раскрытием темы; незнанием основных возможностей применения вычислительного пакета Mathcad; слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа.