

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Факультет информационных технологий и экономики управления

Кафедра «Физика и высшая математика»

УТВЕРЖДАЮ

Декан мореходного факультета

 С.Ю. Труднев

« 1 » 12 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Математический аппарат инженера»

Направление подготовки

16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения»
(уровень бакалавриата)

профиль:

«Холодильная техника и технологии»

Петропавловск-Камчатский,
2021

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО по направлению подготовки 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения» и учебного плана ФГБОУ ВО «КамчатГТУ».

Составители рабочей программы:

Доцент каф. ФВМ



Э.Н. Батуев

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Физика и высшая математика»
Протокол № 6 от «29» ноября 2021 года.

Заведующий кафедрой «Физика и высшая математика»:

«29» 11 2021 г.



А.И. Задорожный

1 Цели и задачи учебной дисциплины

Целью дисциплины является формирование у будущих специалистов знаний и умений применять современный математический аппарат для моделирования, решения и анализа реальных инженерных задач, встречающихся на практике.

2 Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1 – Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

УК-6 - Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.

Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлены в таблице.

Таблица – Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Код и наименование идентификатора	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Ид-2_{УК-1} Уметь: Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности	Знать: математические основы моделирования и решения практических задач, возникающих в практике будущего инженера	З(УК-1)1
			Уметь: выполнять основные операции, составлять адекватные алгоритмы и уметь адаптировать их для вычислительной техники	У(УК-1)1
			Владеть: основные фактами, понятиями, определениями и теоремами математического	В(УК-1)1

			инженерного аппарата, алгоритмами решения типовых задач	
УК-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	Ид-2_{УК-6} Уметь: Умеет планировать свое рабочее время и время для саморазвития. формулировать цели личного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, индивидуально-личностных особенностей	Знать: математические основы моделирования и решения практических задач, возникающих в практике будущего инженера	3(УК-6)1
			Уметь: выполнять основные операции, составлять адекватные алгоритмы и уметь адаптировать их для вычислительной техники	У(УК-6)1
			Владеть: основными фактами, понятиями, определениями и теоремами математического инженерного аппарата, алгоритмами решения типовых задач	В(УК-6)1

3 Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Данная дисциплина является факультативной. В системе вузовской подготовки дисциплина «Математический аппарат инженера» опирается на следующие ранее изученные дисциплины: курс элементарной математики; высшая математика; курс общей физики; теоретическая механика; уравнения математической физики.

Теоретические знания и практические навыки, сформированные у студентов в процессе изучения дисциплины «Математический аппарат инженера», являются вспомогательными при выполнении производственной в т.ч. преддипломной практики.

4 Содержание дисциплины

4.1 Тематический план дисциплины

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний по дисциплине
			Лекции	Семинары (практические занятия)	Лабораторные работы			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тема 1. "Оператор Гамильтона и векторные дифференциальные операции второго порядка "	4	3	2	1		1	Опрос, решение задач	
Тема 2. "Простейшие типы векторных полей "	4	3	2	1		1	Опрос, решение задач	
Тема 3. «Моделирование и анализ физических полей средствами векторного анализа»	4	3	2	1		1	Опрос, решение задач	
Тема 4. "Моделирование физических процессов обыкновенными дифференциальными уравнениями первого порядка"	4	3	2	1		1	Опрос, решение задач	
Тема 5. "Моделирование физических процессов обыкновенными дифференциальными уравнениями второго порядка "	4	3	2	1		1	Опрос, решение задач	
Тема 6. «Системы обыкновенных дифференциальных уравнений»	4	3	2	1		1	Опрос, решение задач	
Тема 7. "Системы обыкновенных дифференциальных уравнений"	4	3	2	1		1	Опрос, решение задач	
Тема 8. "Физические приложения систем дифференциальных уравнений "	5	3	2	1		2	Опрос, решение задач	

Тема 9. "Дифференциальные уравнения в частных производных"	5	4	2	1		1	Опрос, решение задач	
Тема 10. "Основные уравнения математической физики Ряды и интегралы Фурье"	5	4	2	1		1	Опрос, решение задач	
Тема 11. "Метод Фурье "	5	4	2	1		1	Опрос, решение задач	
Тема 12. "Решение обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем операционным методом"	8	6	4	2		2	Опрос, решение задач	
Тема 13. "Решение интегральных уравнений и уравнений в частных производных операционным методом "	8	6	4	2		2	Опрос, решение задач	
Тема 14. "Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем "	8	6	4	2		2	Опрос, решение задач	
Зачет								
Всего	72	54	34	17		18		

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. "Оператор Гамильтона и векторные дифференциальные операции второго порядка "

Лекция

Набла-оператор. Правила умножения оператора Гамильтона на скалярную и векторную функцию слева. Свойства оператора Гамильтона. Дифференциальные операции второго порядка. Оператор Лапласа. Уравнение Лапласа. Гармонические функции. Уравнение Пуассона.

Основные понятия темы: оператор Гамильтона

Практическое занятие

Форма занятия: решение типовых задач.

Примерные задания:

1. Дано векторное поле

$$\vec{F} = (xy - 2z)\vec{i} + y^2z\vec{j} + (x^3z + y)\vec{k}$$

Построить поля:

а) $\nabla(\nabla \cdot \vec{F})$

$$\text{б) } \nabla \cdot (\nabla \times \vec{F})$$

$$\text{в) } \nabla \times (\nabla \times \vec{F})$$

2. Разложить векторное поле

$$\vec{F} = (5x + 3y)\vec{i} + (x - 2y)\vec{j} + (z + 1)\vec{k}$$

на сумму потенциального и соленоидального полей.

3. Доказать, что данное векторное поле

$$\vec{F} = (9x^2y + 2yz^2)\vec{i} + (3x^3 + 2xz^2 - 4y^3z^2)\vec{j} + (4xyz - 2y^4z)\vec{k}$$

является потенциальным и найти его потенциал.

Тема 2. "Простейшие типы векторных полей "

Лекция

Безвихревые и бесциркуляционные поля. Потенциальное поле и его свойства. Потенциал потенциального поля. Восстановление скалярного потенциала потенциального поля. Потенциал электростатического поля, эквипотенциальные поверхности. Соленоидальные поля и их свойства. Разложение векторного поля на сумму соленоидального и потенциального полей

Тема 3. «Моделирование и анализ физических полей средствами векторного анализа»

Лекция:

Поле напряженности точечного заряда и системы зарядов. Электростатическая теорема Гаусса. Магнитное поле прямолинейного тока. Уравнения Максвелла. Уравнение распространения звука в упругой среде.

Основные понятия темы: уравнения Максвелла

Практическое занятие

Форма занятия: миконференция

Примерные темы докладов:

- Потенциальное поле. Условие потенциальности поля.
- Соленоидальное поле. Условие соленоидальности поля.
- Представление произвольного векторного поля в виде суммы потенциального и соленоидального полей.
- Представление градиента с помощью оператора Гамильтона.
- Представление дивергенции с помощью оператора Гамильтона.
- Представление ротора и других дифференциальных характеристик с помощью оператора Гамильтона.

Тема 4. "Моделирование физических процессов обыкновенными дифференциальными уравнениями первого порядка"

Лекция:

Уравнения образования и распада вещества. Задача об охлаждении тела, закон Ньютона. Распределение давления в вертикальном газовом столбе, барометрическая формула. Задача об электрическом токе в цепи с катушкой самоиндукции, ток включения,

ТОК ВЫКЛЮЧЕНИЯ.

Основные понятия темы: уравнения образования распада вещества

Практическое занятие

Форма занятия: решение типовых задач.

Примерные задания:

1. Известно, что скорость распада вещества прямопропорциональна имеющемуся его количеству $m(t)$ в текущий момент времени t . В таблице приведены данные о периоде полураспада T некоторых радиоактивных изотопов. Считая начальную массу вещества $m_0 = 1$, определить, через какой промежуток времени масса вещества составит $m = 0,7$

Вар.	Элемент	T
1	Углерод ^{14}C	5569 л.
2	Кобальт ^{60}Co	5,24 л.
3	Свинец ^{209}Pb	3,3 ч.
4	Радий ^{226}Ra	1620 л.
5	Уран ^{235}U	$7,1 \cdot 10^8$ л.

2. Скорость охлаждения тела прямопропорциональна разности температуры тела и окружающей среды (закон Ньютона). Известно, что температура среды T_{cp} , и тело в течение 20 минут тело охлаждается с температуры T_0 до T_1 . Через сколько времени его температура понизится с T_0 до T_2 ?

Вар	T_{cp}	T_0	T_1	T_2
6	15	90	60	30
7	20	95	55	35
8	25	100	70	40
9	20	105	65	45
10	15	110	70	50

Тема 5. "Моделирование физических процессов обыкновенными дифференциальными уравнениями второго порядка"

Лекция

Дифференциальные уравнения механических колебаний Уравнения колебаний математического и пружинного маятника. Свободные и вынужденные колебания. Гармонические и затухающие колебания. Явление резонанса. Биения. Электрические колебания в цепи с катушкой самоиндукции.

Тема 6. «Системы обыкновенных дифференциальных уравнений»

Лекция:

Нормальные системы ДУ. Линейные системы ДУ первого порядка. Структура общего решения неоднородной системы линейных дифференциальных уравнений.

Основные понятия темы: система дифференциальных уравнений

Практическое занятие

Форма занятия: решение типовых задач.

Примерные задания:

1. Материальная точка движется горизонтально без трения под действием силы притяжения неподвижного центра, прямо пропорциональной отклонению точки от центра, и равной μ при отклонении на ρ . В начальный момент время точка расположена справа от центра на расстоянии ρ_0 и начинает движение с нулевой скоростью. Найти уравнение движения точки, амплитуду, частоту и период гармонических колебаний.

2. Математический маятник длины l , находящийся в начальный момент времени в положении равновесия в состоянии покоя, начинает совершать колебания под действием внешней силы $F \cos \omega t$. Пренебрегая сопротивлением среды, найти резонансную частоту вынуждающей силы и скорость маятника спустя время t после начала движения.

3. Тело массы m подвешено на спиральной пружине жесткости k и совершает колебания в вязкой среде с коэффициентом сопротивления r . На верхний конец пружины действует вынуждающая сила, изменяющаяся по закону $F \cos \omega t$. Найти закон движения тела, считая, что в начальный момент времени оно находилось в покое в положении равновесия.

Тема 7. "Системы обыкновенных дифференциальных уравнений"

Лекция

Методы решения систем ДУ: метод вариации произвольных постоянных (метод Лагранжа), метод последовательного исключения переменных, матричный метод, метод интегрируемых комбинаций.

Основные понятия темы: методы решения система ДУ

Практическое занятие

Форма занятия: решение типовых задач.

Примерные задания:

1. Найти общее решение системы дифференциальных уравнений матричным методом

$$\begin{cases} y_1' = 12y_1 + 5y_2 \\ y_2' = 5y_1 + 12y_2 \end{cases}$$

2. Найти общее решение системы дифференциальных уравнений методом последовательного исключения переменных

$$\begin{cases} y_1' = y_1 + 2y_2 + \cos 3x \\ y_2' = 3y_1 + 2y_2 - 2 \sin 3x \end{cases}$$

Тема 8. "Физические приложения систем дифференциальных уравнений "

Лекция

Динамические системы. Физическая интерпретация автономной системы. Движение материальной точки под действием силы. Задача о двух цепях, находящихся в электромагнитной связи.

Основные понятия темы: динамические и автономные системы

Практическое занятие

Форма занятия: контрольная работа по модулю

Тема 9. "Дифференциальные уравнения в частных производных"

Лекция

Линейные однородные и неоднородные дифференциальные уравнения в частных производных первого порядка и их решение. Классификация линейных дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка. Приведение линейного дифференциального уравнения второго порядка в частных производных к каноническому виду

Основные понятия темы:

Практическое занятие

Форма занятия: решение типовых задач.

Примерные задания:

1. Найти общее решение линейного однородного дифференциального уравнения в частных производных первого порядка

$$(x + 2y + 1) \frac{\partial f}{\partial x} + (y - z + 3) \frac{\partial f}{\partial y} + 2z \frac{\partial f}{\partial z} = 0$$

2. Привести уравнение к каноническому виду и проинтегрировать его.

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + 4 \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} + 4 \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} - 2 \frac{\partial f}{\partial x} - 4 \frac{\partial f}{\partial y} = 0$$

Тема 10. "Основные уравнения математической физики Ряды и интегралы Фурье"

Лекция

Волновое уравнение, уравнение теплопроводности, уравнение Лапласа. Граничные, начальные и краевые условия. Краевые условия первого и второго рода. Задача Дирихле. Задача Неймана. Разложение в ряд Фурье 2π и $2l$ – периодических функций. Разложение четных и нечетных функций в тригонометрический ряд Фурье. Комплексная форма ряда Фурье. Волновые числа, гармоники. Физический смысл ряда Фурье. Интеграл Фурье. Волновой спектр. Спектральная функция, амплитудный спектр. Преобразование Фурье.

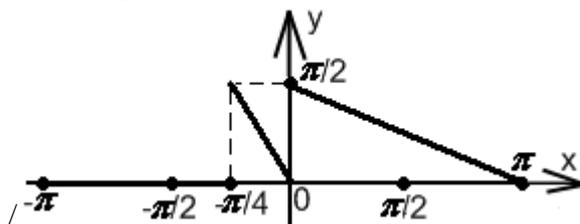
Основные понятия темы: волновые уравнения, ряды и интегралы Фурье

Практическое занятие

Форма занятия: решение типовых задач.

Примерные задания:

1. Разложить в ряд Фурье функцию $y = f(x)$, $x \in (-\pi, \pi)$ график которой изображен на рисунке. Построить график суммы ряда.



2. Представить рядом Фурье в комплексной форме функцию периода

$$f(x) = e^{2x}, \text{ на } \left(-\frac{1}{2}; \frac{1}{2}\right)$$

3. Представить интегралом Фурье функцию

$$f(x) = \begin{cases} 2 - 3x, & 0 \leq x \leq \frac{2}{3} \\ 0, & \frac{2}{3} < x < \infty \end{cases}$$

Тема 11. "Метод Фурье "

Лекция

Суть метода Фурье. Решение методом разделения переменных уравнения свободных и вынужденных колебаний закрепленной струны, уравнения теплопроводности для конечного стержня, для стержня, излучающего с боковой поверхности, уравнения Лапласа в прямоугольнике.

Основные понятия темы: метод Фурье

Практическое занятие

Форма занятия: решение типовых задач.

Примерные задания:

1. Струна, закрепленная на концах, имеет в начальный момент форму . Методом Фурье определить смещение точек струны от оси абсцисс, если начальные скорости задаются функцией

$\varphi(x)$	$\psi(x)$
$\begin{cases} -\frac{2}{5}x, & 0 \leq x \leq \frac{5}{2} \\ \frac{2}{5}(x-5), & \frac{5}{2} \leq x \leq 5 \end{cases}$	$\begin{cases} 10x, & 0 \leq x \leq \frac{5}{2} \\ 10(5-x), & \frac{5}{2} \leq x \leq 5 \end{cases}$

2. Методом Фурье решить уравнение теплопроводности для однородного стержня единичной длины, излучающего с боковой поверхности:

$$\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - ku \\ u(x; 0) = x(1-x) \\ u(0; t) = u(1; t) = 0 \end{cases}$$

3. Методом Фурье решить задачу Дирихле для уравнения Лапласа в прямоугольнике.

$$\begin{cases} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0 \\ u(0; y) = ay + b \\ u(a; y) = by + a \\ u(x; 0) = u(x; b) = 0 \end{cases}$$

Тема 12. "Решение обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем операционным методом"

Лекция:

Прямое и обратное преобразования Лапласа. Таблица оригиналов и изображений. Основные теоремы операционного исчисления. Операционный метод решения дифференциальных уравнений и их систем.

Решение интегральных уравнений Вольтерра первого и второго рода. Решение дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка операционным методом.

Основные понятия темы: оригинал, изображение

Практическое занятие

Форма занятия: решение типовых задач.

Примерные задания:

1. Найти операционным методом частное решение дифференциального уравнения при заданных начальных условиях: $y(0) = y'(0) = y''(0) = 0$

$$y''' + y'' + 3y' - 5y = 5e^{-x} \sin 2x$$

2. Операционным методом при заданных начальных условиях: $y_1(0) = 0, y_2(0) = 0$ найти частное решение системы дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} y_1' = 3y_1 + y_2 - 3 \cos x \\ y_2' = -4y_1 - 2y_2 + 2 \sin x \end{cases}$$

Тема 13. "Решение интегральных уравнений и уравнений в частных производных операционным методом"

Лекция

Решение интегральных уравнений Вольтерра первого и второго рода. Решение дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка операционным методом.

Основные понятия темы: интегральные уравнения Вольтерра первого и второго рода

Практическое занятие

Форма занятия: решение типовых задач.

Примерные задания:

1. Решить интегральные уравнения операционным методом

$$y = \int_0^t y dt + 1, \quad \int_0^t y(\tau) \sin(t - \tau) d\tau = 1 - \cos t, \quad \int_0^t y(\tau) e^{t-\tau} d\tau = y(t) - e^t$$

2. Найти решение уравнения $\frac{\partial u}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}$, удовлетворяющее краевым условиям

$$\begin{cases} u(x; 0) = 0 \\ u(0; t) = u_0 \\ 0 < x < \infty \\ t > 0 \end{cases}$$

Тема 14. "Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем "

Лекция

Метод ломаных Эйлера для решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем.

Основные понятия темы: метод ломаных Эйлера

Практическое занятие

Форма занятия: Решение задач с использованием вычислительной техники:

Техника работы с электронными таблицами. Применение пакета MATLAB.

Применение пакета Mathematica.

Примерные задания:

1. На промежутке $[1,9; 2,9]$ найти решение дифференциального уравнения $y' = x + \sin y$ при условии $y(a) = 2.8$ с шагом $h = 0,1$, с точностью $\varepsilon = 0,0001$

2. На промежутке $[0; 1]$ найти решение системы дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} y_1' = y_1 y_2 + 3x \\ y_2' = x y_1 - y_2 \end{cases}$$

при условии

$$\begin{cases} y_1(0) = 0 \\ y_2(0) = 0 \end{cases},$$

с шагом $h = 0,1$, с точностью $\varepsilon = 0,0001$

5 Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся

В целом внеаудиторная самостоятельная работа студента при изучении курса включает в себя следующие виды работ:

- проработка (изучение) материалов лекций;
- чтение и проработка рекомендованной основной и дополнительной литературы;
- подготовка к практическим (семинарским) занятиям;
- поиск и проработка материалов из Интернет-ресурсов, периодической печати;
- выполнение домашних заданий в форме творческих заданий, кейс-стадии, докладов;
- подготовка презентаций для иллюстрации докладов;
- выполнение контрольной работы, если предусмотрена учебным планом дисциплины;
- подготовка к текущему и итоговому (промежуточная аттестация) контролю знаний по дисциплине (экзамен).

Основная доля самостоятельной работы студентов приходится на проработку рекомендованной литературы с целью освоения теоретического курса, подготовку к практическим (семинарским) занятиям, тематика которых полностью охватывает содержание курса. Самостоятельная работа по подготовке к семинарским занятиям предполагает умение работать с первичной информацией.

6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1 Структура фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Математический аппарат инженера» представлен в приложении к рабочей программе дисциплины и включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образования перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

6.2 Перечень вопросов к промежуточной аттестации.

1. Оператор Гамильтона и его свойства
2. Правила умножения набла-оператора на скалярную и векторную функцию слева
3. Допустимые векторные дифференциальные операции второго порядка
4. Оператор и уравнение Лапласа. Гармонические функции. Уравнение Пуассона
5. Потенциальное поле, его свойства и потенциал
6. Потенциал электростатического поля, эквипотенциальные поверхности
7. Соленоидальные поля и их свойства
8. Разложение векторного поля на сумму потенциального и соленоидального полей

9. Поле напряженности точечного заряда и системы зарядов. Электростатическая теорема Гаусса
10. Магнитное поле прямолинейного тока
11. Уравнения Максвелла в векторной форме
12. Уравнения образования и распада вещества
13. Задача об охлаждении тела, закон Ньютона.
14. Распределение давления в вертикальном газовом столбе, барометрическая формула.
15. Свободные механические колебания
16. Вынужденные механические колебания.
17. Явление резонанса. Биения
18. Электрические колебания в цепи с катушкой самоиндукции
19. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Основные понятия
20. Решение систем ДУ методом Лагранжа
21. Решение систем ДУ последовательного дифференцирования
22. Решение систем ДУ матричным методом
23. Решение систем ДУ методом интегрируемых комбинаций
24. Линейные однородные и неоднородные дифференциальные уравнения в частных производных первого порядка и их решение.
25. Дифференциальные уравнения в частных производных второго порядка и их классификация.
26. Основные уравнения математической физики
27. Краевые условия первого и второго рода. Задача Дирихле. Задача Неймана
28. Разложение в ряд Фурье 2π и $2l$ – периодических функций.
29. Разложение четных и нечетных функций в тригонометрический ряд Фурье.
30. Комплексная форма ряда Фурье.
31. Волновые числа, гармоники. Физический смысл ряда Фурье.
32. Интеграл Фурье. Волновой спектр. Спектральная функция, амплитудный спектр. Преобразование Фурье.
33. Метод Фурье для решения уравнений математической физики
34. Метод ломаных Эйлера для численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений.
35. Метод ломаных Эйлера для численного решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений.
36. Метод сеток для решения уравнений в частных производных эллиптического типа.
37. Метод сеток для решения уравнений в частных производных гиперболического типа.
38. Метод сеток для решения уравнений в частных производных параболического типа.
- 39.
40. Прямое и обратное преобразования Лапласа и основные теоремы операционного исчисления
41. Операционный метод решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем
42. Операционный метод решения обыкновенных дифференциальных уравнений в частных производных
43. Операционный метод решения интегральных уравнений

7 Рекомендуемая литература

7.1 Основная литература

1. Вержбицкий В.М. Численные методы: линейная алгебра и нелинейные уравнения: учеб. пособие. – М.: Высшая школа, 2000.
2. Власова Е.А. и др. Приближенные методы математической физики. - М.: МГТУ им. Баумана, 2001. - 700 с.

7.2 Дополнительная литература

3. Рашиков В.И. Численные методы решения физических задач: учеб. пособие/ В.И. Рашиков, А.С. Рошаль - СПб.:Лань, 2005
4. Вержбицкий В.М. Численные методы (математический анализ и обыкновенные дифференциальные уравнения): учеб. пособие для вузов – М.: Оникс 21 век, 2005.

7.3 Методические указания по дисциплине

1. Суворова Н.В., Ригель А.А. Математический аппарат инженера: Учебно-методическое пособие / Н.В. Суворова, А.А. Ригель. - Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2012. -186с.

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Библиотека Либертариума»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.libertarium.ru/library/>
2. Электронно-библиотечная система «ЛАНЬ»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>

9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методика преподавания данной дисциплины предполагает чтение лекций, проведение практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций по отдельным (наиболее сложным) специфическим проблемам дисциплины. Предусмотрена самостоятельная работа студентов, а также прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации (экзамен и дифференцированный зачет).

Лекции посвящаются рассмотрению основным понятиям, наиболее важных теоретических вопросов. В ходе лекций студентам следует подготовить конспекты лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины; обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.

Целью проведения практических занятий является закрепление знаний студентов, полученных ими в ходе изучения дисциплины на лекциях и самостоятельно. Во время практических занятий решаются задачи по рассматриваемым в курсе лекций темам, применяются основные понятия, теоремы, свойства. Студент должен научиться решать базовые задачи по каждой теме, а также применять полученные навыки для решения реальных прикладных задач

При изучении дисциплины используются интерактивные методы обучения, например, лекция-визуализация, предполагающая подачу материала с использованием технических средств обучения с краткими комментариями демонстрируемых материалов (презентаций).

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационно-справочных систем

10.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса

- электронные образовательные ресурсы;
- использование слайд-презентаций;
- интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством Интернет, используя социальные сети, специализированные программы (например, zoom), а также электронной почты;
- использование электронной информационно-образовательной среды.

10.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

При освоении дисциплины используется лицензионное ПО:

1. пакет Microsoft Office, в который входит:
 - a. текстовый редактор Microsoft Word;
 - b. электронные таблицы Microsoft Excel;
 - c. презентационный редактор Microsoft Power Point
2. Интернет-браузеры
3. Мессенджеры, в том числе приложения для использования электронной почты

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины

На кафедре имеется 4 аудитории для проведения лекционных и практических занятий.