МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «МГТУ»)
«ММРК имени И.И. Месяцева» ФГБОУ ВО «МГТУ»

УТВЕРЖДАЮ
Начальник ММРК им. И.И. Месяцева
ФГБОУ ВО «МГТУ»
_______________ И.В. Артеменко
(подпись)
«31» августа 2019 г

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ

учебной дисциплины ЕН.01 Математика
программы подготовки специалистов среднего звена (ППССЗ)
специальности 19.02.10 Технология продукции общественного питания
по программе базовой подготовки
форма обучения: очная

Мурманск
2019

Рассмотрено и одобрено на заседании

Методического объединения преподавателей дисциплин математического и общего естесственнонаучного цикла по специальностям, реализуемым ММРК имени И.И.Месяцева,и дисциплин профессионально цикла специальности 09.02.03 Программирование в компьютерных системах.

Председатель МК

Чекашова Е.А.

Протокол от 29 мая 2019 г.

Разработано

на основе ФГОС СПО по специальности 19.02.10 Технология продукции общественного питания, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 22 апреля 2014 г. № 384

Автор (составитель): Банникова Д.В. преподаватель первой категории «ММРК имени И.И. Месяцева» ФГБОУ ВО «МГТУ»

Ф. , ученая степень, звание, должность, квалиф. категория

Эксперт (рецензент) Гарифуллина Е.А. преподаватель высшей категории «ММРК имени И.И. Месяцева» ФГБОУ ВО «МГТУ»

Ф. , ученая степень, звание, должность, квалиф. категория

Лист ознакомления

Должность	Ф.	Дата,

Учет экземпляров

Контрольный экземпляр

Держатель контрольного экземпляра	№ экз.
Учебно-методическое управление	01

Учетные экземпляры

Место хранения экземпляров	№ экз.

Учет корректуры

№	Файл и страницы	Пересмотр	Дата внесения	Лицо, утвердившее корректуру

Содержание

Введение

1.1 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся по учебной дисциплины «Математика» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования по специальности 19.02.10 Технология продукции общественного питания базовой подготовки, утвержденного утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 22 апреля 2014 г. № 384 учебного плана очной формы обучения, утвержденного 31.05.2019 г.

Цели и задачи самостоятельной работы–

Целью самостоятельной работы студентов является:

– обеспечение профессиональной подготовки выпускника в соответствии с ФГОС СПО;

– формирование и развитие общих компетенций, определённых в ФГОС СПО;

– формирование и развитие профессиональных компетенций, соответствующих основным видам профессиональной деятельности.

Задачами, реализуемыми в ходе проведения внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся, в образовательной среде колледжа являются:

– систематизация, закрепление, углубление и расширение полученных теоретических знаний и практических умений студентов;

– развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;

– формирование самостоятельности мышления: способности к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;

– овладение практическими навыками применения информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности;

– развитие исследовательских умений.

1.2 Требования к результатам освоения:

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен уметь:

- У1 решать прикладные задачи в области профессиональной деятельности;

- У2 применять простые математические модели систем и процессов в сфере профессиональной деятельности;

знать:

- З 1 - значение математики в профессиональной деятельности и при освоении ППССЗ;

-З 2 - основные понятия и методы математического анализа, теории вероятностей и математической статистики;

- З 3 - основные математические методы решения прикладных задач в области профессиональной деятельности.

Процесс изучения дисциплины Математика направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС СПО (табл. 1) .

Таблица 1 Компетенции, формируемые дисциплиной Математика в соответствии с ФГОС СПО

Код компетенции	**Содержание компетенции**	**Требования к знаниям, умениям, практическому опыту**
ОК 1	Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес	У 1, З1
ОК 2.	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы	У 1 – У2,

	и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество	З1, З3
ОК 3.	Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.	У 1 – У2, З1, З3
ОК 4.	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития	У 1 – У2, З1, З3
ОК 5.	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности	У 1 – У2, З1
ОК 6	Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.	У1 З1
ОК 7	Брать ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.	У1 З1
ОК 8	Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.	У1 - У2 З1 - З3
ОК 9	Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.	У1 З1
ПК 1.1.	Организовывать подготовку мяса и приготовление полуфабрикатов для сложной кулинарной продукции.	У2 З3
ПК 1.2.	Организовывать подготовку рыбы и приготовление полуфабрикатов для сложной кулинарной продукции.	У2 З3
ПК 1.3.	Организовывать подготовку домашней птицы для приготовления сложной кулинарной продукции.	У2 З3
ПК 2.1.	Организовывать и проводить приготовление канапе, легкие и сложные холодные закуски.	У2 З3
ПК 2.2.	Организовывать и проводить приготовление сложных холодных блюд из рыбы, мяса и сельскохозяйственной (домашней) птицы.	У2 З3
ПК 2.3.	Организовывать и проводить приготовление сложных холодных соусов.	У2 З3
ПК 3.1.	Организовывать и проводить приготовление сложных супов.	У2 З3
ПК 3.2.	Организовывать и проводить приготовление сложных горячих соусов.	У2 З3
ПК 3.3.	Организовывать и проводить приготовление сложных блюд из овощей, грибов и сыра.	У2 З3

ПК 3.4.	Организовывать и проводить приготовление сложных блюд из рыбы, мяса и сельскохозяйственной (домашней) птицы.	У2 З3
ПК 4.1.	Организовывать и проводить приготовление сдобных хлебобулочных изделий и праздничного хлеба.	У2 З3
ПК 4.2.	Организовывать и проводить приготовление сложных мучных кондитерских изделий и праздничных тортов.	У2 З3
ПК 4.3.	Организовывать и проводить приготовление мелкоштучных кондитерских изделий.	У2 З3
ПК 4.4.	Организовывать и проводить приготовление сложных отделочных полуфабрикатов, использовать их в оформлении.	У2 З3
ПК 5.1.	Организовывать и проводить приготовление сложных холодных десертов.	У2 З3
ПК 5.2.	Организовывать и проводить приготовление сложных горячих десертов	У2 З3
ПК 6.1.	Планировать основные показатели производства продукции общественного питания.	У2 З3
ПК 6.2.	Организовывать закупку и контролировать движение продуктов, товаров и расходных материалов на производстве.	У2 З3
ПК 6.3.	Разрабатывать различные виды меню и рецептуры кулинарной продукции и десертов для различных категорий потребителей.	У2 З3
ПК 6.4.	Организовывать производство продукции питания для коллективов на производстве.	У2 З3
ПК 6.5.	Организовывать производство продукции питания в ресторане.	У2 З3

2. Тематический план видов самостоятельной работы обучающихся

Наименование разделов и тем	Содержание самостоятельной работы обучающихся	Самостоятельная работа обучающегося, час	Консультация, час
1	2	3	4
Раздел 1.	**Математический анализ.**	**11**	**4**
Тема 1.1. Дифференциальное исчисление.	Решение физических задач с применением производной.	2	**1**
Тема 1.2. Интегральное исчисление	Вычисление объемов тел вращения с помощью определённого интеграла	2	**1**
Тема 1.3. Дифференциальные уравнения	Дифференциальные уравнения в частных производных. Применение дифференциальных уравнений в науке и технике.	4	**1**
Тема 1.4 Ряды	Ряды Фурье	3	**1**
Раздел 2	**Основы дискретной математики**	**2**	
Тема 2.1 Понятие множества, подмножества, отношений	Теория графов	2	
Раздел 3.	**Основы теории вероятностей и математической статистики.**	**6**	**2**
Тема 3.1. Вероятность случайного события. Теоремы сложения и умножения	Формула полной вероятности	2	**1**
Тема 3.2 Элементы математической статистики.	Условное и полное математическое ожидание. Выполнение расчета всех числовых характеристик случайной величины на конкретном, самостоятельно выбранном примере.	4	**1**
Раздел 4.	**Численное дифференцирование**	**4**	**2**
Тема 4.2. Решение систем линейных уравнений.	Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений	4	**2**
		23	**8**

Порядок выполнения самостоятельной работы обучающихся

Тема 1.1. Дифференциальное исчисление

№1 Решение физических задач с применением производной

Цель: Научиться решать задачи физического содержания с применением производной

Оснащение:

данные методические указания; рекомендуемая литература.

Задание:

1. Составить краткий конспект по изученному материалу.
2. Решить предложенные примеры.

Порядок выполнения задания.

1. Необходимо изучить теоретические вопросы по данной теме [1].стр. 167
2. Составить краткий конспект данного материала.
3. Решите предложенные задачи.

Вопросы для изучения:

1. Сформулировать утверждения, полученные Ньютоном И., относительно первой и второй производных.
2. Разобрать предложенные задачи.
3. Решить задачи на данную тему.

Теоретический материал.

1. Скорость и ускорение.

В основе задач, которые решаются в физике с помощью производных (первой и второй), лежат следующие утверждения одного из создателей дифференциального исчисления И.Ньютона.

1. Находя первую производную от функции, мы решаем очень важную физическую задачу, а именно: определяем быстроту изменения функции, т.е. собственно, скорость. Таким образом, по Ньютону: $y' = \lim\limits_{\Delta x \to 0} \frac{\Delta y}{\Delta x}$ есть скорость функции.

Применительно к движению, если $S = f(t)$ или $x = f(t)$- закон движения тела (точки), который позволяет найти положение тела (точки) или пройденный ими путь для любого момента времени, то их скорость:.

2. Находя вторую производную от функции, мы определяем быстроту изменения её скорости, т.е. ускорение функции. $V = \lim\limits_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = V' = \frac{dS}{dt}$ (1)

Применительно к движению, если известен закон движения тела , то $a = \lim\limits_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = V' = \frac{dv}{dt}$, где a – ускорение точки (тела) с учетом (1) имеем: $a = \lim\limits_{\Delta t \to 0} \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = S'' = \dfrac{d^2 s}{dt^2}$.

Итак, по Ньютону: если $S = f(t)$ - закон движения тела, то его скорость (скорость для любого момента времени) $V = \lim\limits_{\Delta t \to 0} \dfrac{\Delta s}{\Delta t} = V' = \dfrac{dS}{dt}$, $a = \lim\limits_{\Delta t \to 0} \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = S'' = \dfrac{d^2 s}{dt^2}$.

По существу, Ньютон ответил на вопросы, которые стояли перед механиками два тысячелетия – как рассчитывать скорость и ускорение движущихся тел в любой момент времени. Эти скорость и ускорение называются мгновенными.

2. Рассмотрите задачи.

№ 1. Угол φ поворота шкива в зависимости от времени t задан функцией $\varphi = \left(2t^2 + 3t + 1\right)$рад. Найти угловую скорость ω при $t = 4$с.

Решение: Если $\varphi = (t + \Delta t) - \varphi(t)$- угол поворота шкива за промежуток времени, средняя угловая скорость равна: $\varphi' = \left(2t^2 + 3t + 1\right)' = 4t + 3$, то $\varphi'(4) = 4 \cdot 4 + 3 = 19$ (рад/с).

№ 2. Тело массой 10 кг движется по закону: $S = \dfrac{t^3}{3} - 6t$ (путь в метрах, время в секундах). Найти силу, действующую на тело, и его кинетическую энергию через 3 с от начала движения.

Решение: 1) Найдем кинетическую энергию данного тела для любого момента времени: $E_k = \dfrac{mv^2}{2}$.Но $V = S' = \left(\dfrac{t^3}{3} - 6t\right)' = t^2 - 6$. Т.о., $E_k = \dfrac{m\left(t^2 - 6\right)^2}{2} = \dfrac{10 \cdot \left(3^2 - 6\right)^2}{2} = 45$ (Дж);

2) Силу, действующую на тело в момент времени t, найдем по формуле $F = m \cdot a$, где $a = V' = \left(t^2 - 6\right)' = 2t$. Т.о., $F = m \cdot 2t$. Значение силы для момента времени 3с будет равна: $F = m \cdot 2t = 10 \cdot 2 \cdot 3 = 60$ (Н).

№ 3. Быстрота сигнализации по подводному кабелю пропорциональна выражению $x^2 \cdot \ln \dfrac{1}{x}$, где x есть отношение радиуса металлической сердцевины кабеля к толщине его изолирующей оболочки. Каким должно быть это отношение, чтобы быстрота сигнализации была наибольшей?

Решение: В данном случае нам не требуется составлять функцию, которую надлежит исследовать на экстремум. Она задана. Исследуем её на интервале (0; +∞)

$f' = \left(x^2 \cdot \ln \frac{1}{x} \right)' = -x(2\ln x + 1)$. Корнем производной, принадлежащей заданному интервалу, является $x = \frac{1}{\sqrt{e}} = e^{\frac{-1}{2}}$. Если мы проследим поведение производной при переходе через данную точку, то увидим, что она меняет знак с плюса на минус. Значит в этой точке функция принимает максимум. Значит, искомое отношение должно быть равно $e^{\frac{-1}{2}}$.

Задачи для самостоятельного решения.

1. Тело движется вертикально вверх по закону: $S = 40t - \frac{gt^2}{2}$ (путь в метрах, время – в секундах, ускорение свободного падения, принять 10 м/с^2). Найти максимальную высоту подъема данного тела.

2. Докажите, что величина ускорения гармонического колебания $x = 5\sin(2t+1)$ пропорциональна отклонению x от положения равновесия. Найдите коэффициент пропорциональности

3. Найти модуль силы, действующей на тело массой 300г, в момент времени 1 с, если тело движется прямолинейно и его скорость изменяется по закону $v = \frac{1}{1+t}$, где v – скорость, м/с, t – время в с.

4. Составляется электрическая цепь из двух параллельно соединенных резисторов. При каком соотношении между сопротивлениями этих резисторов сопротивление цепи минимально, если при последовательном соединении оно равно R Ом?

5. Судно B, находящееся в данный момент на расстоянии 75 км к востоку от судна A, идет на запад со скоростью 12 км в час; судно же A идет на юг со скоростью 4 км в час. Через сколько часов суда будут наиболее близки к друг другу?

Выводы: Таким образом, производная позволяет решать достаточно много задач физического и механического содержания.

Обучающиеся должны владеть учебной информацией в объеме, указанном в рабочей программе дисциплины, и быть готовыми отвечать по всем вопросам, приведенным ниже.

Вопросы для самопроверки и контроля.

1. Сформулируйте: в чем заключается физический смысл производной?
2. Решите задачу: Два источника света расположены в 30 м друг от друга. На прямой, соединяющей их, найти наименее освещенную точку, если силы источников относятся, как 27 : 8.

Рекомендуемая литература.

Основная:

1. Пантаев М.Ю. Матанализ с человеческим лицом или как выжить после предельного перехода. Полный курс математического анализа Т.1.Изд.2, испр.- М.: ЛЕНАНД, 2015. – 368 с.
2. Башмаков М.И. Математика: учебник/(начальное и среднее профессиональное образование) М.: Кнорус, 2013. – 400с.
3. Филимонова Е.В. Математика: Учебное пособие для средних специальных учебных заведений. - Ростов н/Д: Феникс, 2008. – 416 с.

Дополнительная:

1. Данко П.Е. и др. Высшая математика в упражнениях и задачах. Ч.1 7-е изд., - М.: ООО « Издательство «Мир и Образование», 2010
2. Яковлев Г.Н. Алгебра и начала анализа, часть I, М. «Наука», 1978
3. Яковлев Г.Н. Алгебра и начала анализа, часть П, М «Наука», 1978. Шипачёв В.С. Начала высшей математики: Учебное пособие для вузов. – М.: Дрофа, 2004.
4. Валуцэ И.И., Дилигул Г.Д. Математика для техникумов на базе средней школы: Учебное пособие. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989.-576
5. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике. – М.: Высшая школа, 2000.
6. 4. Д.Письменный. Конспект лекций по высшей математике. В двух частях. М. «Айрис Пресс». 2009г.

Тема 1.2. Интегральное исчисление.

№2 Вычисление объемов тел вращения с помощью определённого интеграла

Цель:

- познакомиться с формулами нахождения объемов тел вращения относительно оси ОХ;
- научиться применять определенный интеграл для решения задач.

Оснащение:

данные методические указания; рекомендуемая литература.

Задание:

1. Составить краткий конспект по изученному материалу: Вычисление объемов тел вращения с помощью определенного интеграла. [1] гл. с.68
2. Решить предложенные примеры.

Порядок выполнения задания.

1. На основании литературы, рекомендованной к выполнению самостоятельной работы, необходимо изучить теоретические вопросы по данной теме согласно плану.

2. Составить краткий конспект данного материала.

3. Решите предложенные задачи.

Вопросы для изучения:

1. Объемы фигур вращения. Общие формулы.
2. Исследования на экстремум в задачах на объемы фигур вращения.
3. Вычисление объемов фигур вращения с помощью определенного интеграла.
4. Разобрать предложенные задачи.
5. Решить задачи.

Вычисление объёмов тел вращения.

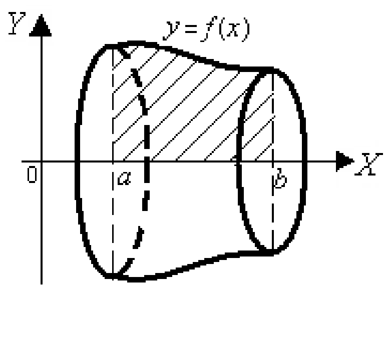
Если площадь сечения тела плоскостью, перпендикулярной оси Оx, может быть выражена как функция от x, то объем части тела, заключенной между перпендикулярными оси Оx плоскостями $x = a$ и $x = b$, находится по формуле: $V = \int_a^b S(x)dx$.

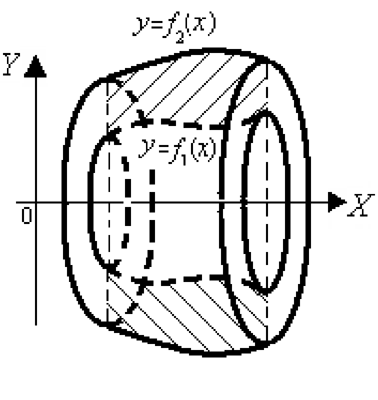
Если криволинейная трапеция, ограниченная кривой $y = f(x)$ и прямыми $x = a$ и $x = b$, $y = 0$, вращается вокруг оси Оx, то объем тела вращения вычисляется: $V_x = \pi\int_a^b y^2 dx$

Пусть криволинейная трапеция, ограниченная прямыми $x = a$, $x = b$, $y = 0$ и непрерывной кривой $y = f(x)$, где $f(x) \geq 0$ для $x \in [a; b]$, вращается вокруг оси OX. Объем полученного при этом тела вращения (рис. 1) вычисляется по формуле: $V_x = \pi\int_a^b f^2(x)dx$.

Если криволинейная трапеция ограничена линиями $x = a$, $x = b$,
$y_1 = f_1(x)$ и $y_2 = f_2(x)$ где $f_2(x) \geq f_1(x)$ для $x \in [a; b]$, то объем полученного при ее вращении вокруг OX тела (рис. 2) можно вычислить по формуле:

$$V_x = V_2 - V_1 = \pi\int_a^b f_2^{\,2}(x)dx - \pi\int_a^b f_1^{\,2}(x)dx = \pi\int_a^b (f_2^{\,2}(x) - f_1^{\,2}(x))dx.$$





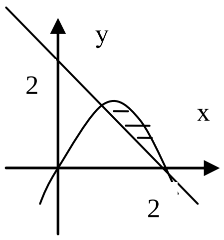
Пример: Найти объем тела, полученного вращением вокруг оси абсцисс фигуры, ограниченной графиком функции $y = x^2$ и прямой $y = 2x$ и $x \in [0;2]$.

Решение: $V = \pi \int_0^2 \left(2x - x^2\right) dx = \pi \left(x^2 - \frac{x^3}{3} \right) \Big|_0^2 = \frac{4}{3}\pi$.

Ответ: $1\frac{1}{3}\pi$ (куб.ед.)

Пример: Вычислить объемы тел, образованных вращением фигур, ограниченных графиками функций, относительно оси вращения

Ox . $y = 2x - x^2$, $y = -x + 2$.



$$V = \pi \int_a^b y^2 dx.$$

$$V = \pi \int_1^2 (2x - x^2 + x - 2)^2 dx = \pi \int_1^2 (-x^2 + 3x - 2)^2 dx =$$

$$= \pi \int_1^2 (x^4 - 6x^3 + 13x^2 - 12x + 4) dx =$$

$$= \pi \left(\frac{1}{5}x^5 - \frac{3}{2}x^4 + \frac{13}{3}x^3 - 6x^2 + 4x \right) \Big|_1^2 =$$

$$= \pi \left(\frac{32}{5} - 24 + \frac{104}{3} - 24 + 8 - \frac{1}{5} + \frac{3}{2} - \frac{13}{3} + 6 - 4 \right) = \frac{\pi}{30}.$$

Задачи для самостоятельного решения.

1. Из всех цилиндров, вписанных в шар радиусом R, найдите тот у которого объем наибольший.
2. Из бумажного круга радиуса R вырезан сектор и из оставшейся части круга склеена коническая воронка. Какой угол должен иметь вырезанный сектор, чтобы объем воронки был наибольший? Найдите радиус основания и высоту воронки.
3. Вычислить объемы тел, образованных вращением фигур, ограниченных графиками функций, относительно оси вращения Ox . $y = -1 + x^2$, $y = 0$.
4. Вычислить объемы тел, образованных вращением фигур, ограниченных графиками функций, относительно оси вращения Ox . $y^2 = 9x$, $y = 3x$.

Выводы: Данный материал позволяет находить объемы различных тел вращения с помощью определенного интеграла

Обучающиеся должны владеть учебной информацией в объеме, указанном в рабочей программе дисциплины, и быть готовыми отвечать по всем вопросам, приведенным ниже.

Вопросы для самопроверки и контроля.

1. Запишите формулы для нахождения объемов тел вращения относительно оси ОХ.
2. Запишите формулы для нахождения объема тел вращения относительно оси ОУ.

Рекомендуемая литература.

1. Пантаев М.Ю. Матанализ с человеческим лицом или как выжить после предельного перехода. Полный курс математического анализа Т.2. Изд.стереотип, М.: ЛЕНАНД, 2015. – 416 с.
2. Башмаков М.И. Математика: учебник/(начальное и среднее профессиональное образование) М.: Кнорус, 2013. – 400с.
3. Н.В. Богомолов. Практические занятия по математике. М. «Высшая школа».2008г.

Дополнительная:

4. Данко П.Е. и др. Высшая математика в упражнениях и задачах. Ч.1 7-е изд., - М.: ООО « Издательство «Мир и Образование», 2009

Тема 1.3. Дифференциальные уравнения.

№3 Дифференциальные уравнения в частных производных. Применение дифференциальных уравнений в науке и технике.

Цель:

- познакомиться с дифференциальными уравнениями в частных производных
- научиться решать простейшие дифференциальные уравнения в частных производных применительно разделов науки.

Оснащение:

данные методические указания; рекомендуемая литература.

Задание:

1. Составить краткий конспект по изученному материалу.

Порядок выполнения задания.

1. На основании литературы, рекомендованной к выполнению самостоятельной работы, необходимо изучить теоретические вопросы по данной теме согласно плану.
2. Составить краткий конспект данного материала.

Вопросы для изучения:

1. Функции двух и нескольких переменных, способы задания, символика, область определения. [1] гл. 10 с. 198. , [3] стр.351.
2. Частные производные функции нескольких переменных. [1] гл. 10 с. 205. [3] стр.353.
3. Полный дифференциал. [1] гл. 10 с. 209 [3] стр.355.

4. Частные производные высших порядков. [1] гл. 10 с. 219, 222, [3] стр.357.
5. Дифференциальные уравнения в частных производных первого порядка. [1] гл. 12 с. 376 [4] стр.186 - 194.
6. Применение дифференциальных уравнений в науке и технике.

Выводы: Дифференциальные уравнения описывают достаточно много различных процессов в науке и технике.

Обучающиеся должны владеть учебной информацией в объеме, указанном в рабочей программе дисциплины, и быть готовыми отвечать по всем вопросам, приведенным ниже.

Вопросы для самопроверки и контроля.

1. Дайте определение частных производных.
2. Поясните, что такое частный дифференциал функции? Полный дифференциал?

Рекомендуемая литература.

1. Пантаев М.Ю. Матанализ с человеческим лицом или как выжить после предельного перехода. Полный курс математического анализа Т.2. Изд.стереотип, М.: ЛЕНАНД, 2015. – 416 с.
2. Башмаков М.И. Математика: учебник/(начальное и среднее профессиональное образование) М.: Кнорус, 2013. – 400с.
3. Е.В. Филимонова. Математика. Р.-на-Д. «Феникс».2008 г.
4. Омельченко В.П., Кубатова Э.В. Математика: учебное пособие. - Ростов н/Д: Феникс, 2009. – 380 с.

Дополнительная:

1. Данко П.Е. и др. Высшая математика в упражнениях и задачах. Ч.1 7-е изд., - М.: ООО « Издательство «Мир и Образование», 2009
2. Каплан И.А. Пустынников В.И. Практикум по высшей математики в двух томах, Т.1.: учебное пособие/И.А. Каплан, В.И. Пустынников: под общей ред. проф. В.И. Пустынникова. 6 изд., испр. и доп.. – М. Эксмо. 2006. – 576с.

Тема 1.4. Ряды.

№4 Ряды Фурье.

Цель:

- Научиться раскладывать тригонометрический ряд в ряд Фурье на различных интервалах
- Раскладывать в ряд Фурье функции, часто используемые в электротехнике.

Оснащение:

данные методические указания; рекомендуемая литература.

Задание:

1. Составить краткий конспект по изученному материалу.
2. Решить предложенные примеры.

Порядок выполнения задания.

1. На основании литературы, рекомендованной к выполнению самостоятельной работы, необходимо изучить теоретические вопросы по данной теме согласно плану.
2. Составить краткий конспект данного материала.
3. Решить задачи на данную тему

Вопросы для изучения:

1. Прочитайте [1] Глава 28 §1Тригонометрический ряд Фурье: понятие гармоника, понятие тригонометрического ряда Фурье, Теорема Дирихле.
2. Составьте краткий конспект данного материала.
3. Прочитайте [1] Глава 28 §2 Ряд Фурье для нечетной функции.
4. Составьте краткий конспект данного материала.
5. Прочитайте [1] Глава 28 §3 Ряд Фурье для четной функции.
6. Составьте краткий конспект данного материала.
7. Прочитайте [1] Глава 28 §4 Разложение в Ряд Фурье функции, заданной в промежутке $0 \le x \le 2\pi$.
8. Составьте краткий конспект данного материала.
9. Прочитайте [1] Глава 28 §5 Разложение в Ряд Фурье функции, заданной в произвольном промежутке
10. Составьте краткий конспект данного материала.
11. Прочитайте [1] Глава 28 §6 Разложение в Ряд Фурье некоторых функций, часто встречающихся в электротехнике.
12. Решите предложенные задачи.

Задачи для самостоятельного решения.

1. Разложить в ряд Фурье на $(0;2\pi)$ функцию: $f(x) = \dfrac{\pi - x}{2}$;

2. Разложить в ряд Фурье периодическую $(T = 2\pi)$ функцию $f(x)$, определенную на $\left[-\dfrac{\pi}{2}, \dfrac{3\pi}{2}\right]$ равенствами $f(x) = \begin{cases} \cos x, & -\dfrac{\pi}{2} < x < \dfrac{\pi}{2} \\ 0, & \dfrac{\pi}{2} < x < \dfrac{3\pi}{2}. \end{cases}$

3. Разложить в ряд Фурье на $(-\pi, \pi)$ $f(x) = x\cos x$.

Выводы: Процессы пищевой технологии в большинстве своем значительно сложны и зачастую представляют собой сочетание гидродинамических, тепловых, массообменных (диффузионных), биохимических и механических процессов Ряды Фурье позволяют проанализировать и рассчитать процесс и определить его оптимальные параметры.

Обучающиеся должны владеть учебной информацией в объеме, указанном в рабочей программе дисциплины, и быть готовыми отвечать по всем вопросам, приведенным ниже.

Вопросы для самопроверки и контроля.

1. Запишите формулы для разложения в ряд Фурье функции на промежутке $0 \le x \le 2\pi$.
2. Расскажите в чем отличие разложения в ряд Фурье функции четной от нечетной?
3. Проанализируйте, как отличается тригонометрический ряд, в зависимости от промежутка разложения.

Рекомендуемая литература.

Основная литература

1. Н.В. Богомолов. Практические занятия по математике. М. «Высшая школа».2014г.
2. Башмаков М.И. Математика: учебник/(начальное и среднее профессиональное Фобразование) М.: Кнорус, 2013. – 400с.
3. Н.В. Богомолов. Математика. СПО. М.- «Дрофа». 2010 г.

Дополнительная литература

1. Е.В. Филимонова. Математика для средних специальных учебных заведений. Р.-на-Дону. «Феникс». 2008 г.
2. В.С. Михеев, О.В. Стяжкина, О.М. Шведова, Г.П. Юрлова. Ростов-на-Дону, «Феникс»,2009г.
3. Д.Письменный. Конспект лекций по высшей математике. В двух частях. М. «Айрис Пресс». 2009г.
4. П.Е. Данко, А.Г.Попов, Т.Я.Кожевникова. В двух частях. М. «Оникс. Мир и Образование». 2010г.

Тема 2.1. Понятие множества, подмножества, отношений.

№5 Теория графов.

Цель:

– Познакомиться с понятиями теории графов.

Оснащение:

данные методические указания; рекомендуемая литература.

Задание:

1. Изучить основные понятия теории графов, свойства и виды графов.
2. Решить предложенные задачи.

Порядок выполнения задания.

1. На основании литературы, рекомендованной к выполнению самостоятельной работы, необходимо изучить теоретические вопросы по данной теме согласно плану.
2. Составить краткий конспект данного материала.

Вопросы для изучения:

1. Определение графа. Его элементы. [1] Глава 1 §1 п. 1.2. стр.25
2. Виды графов: орграф, неограф, мультиграф, псевдограф. [1] Глава 1 §1 п. 1.2. стр.25
3. Способы задания графов [1] Глава 1 §1 п. 1.2. стр.25
4. Связность. [1] Глава 1 §1 п. 1.2. стр.25
5. Маршруты, пути, цепи и циклы [1] Глава 1 §1 п. 1.2.2. стр.34.
6. Планарность [1] Глава 1 §1 п. 1.2.4. стр.44.
7. Деревья и лес [1] Глава 1 §1 п. 1.2.3. стр.41.
8. Обзор задач теории графов:
   - Задача о кратчайшей цепи;
   - Задача о максимальном потоке;
   - Задача об упаковках и покрытиях;
   - Раскраска графа;

Задачи для самостоятельного решения.

1. В обеденный перерыв члены строительной бригады разговорились о том, кто, сколько газет читает. Выяснилось, что каждый выписывает и читает две и только две газеты, каждую газету читает пять человек, и любая комбинация читается одним человеком. Сколько различных газет выписывают члены бригады? Сколько человек в бригаде?

Выводы: С помощью графов возможно решение достаточно большого количества задач. Также графы помогают лучше понять определения перестановок, сочетаний и размещений.

Обучающиеся должны владеть учебной информацией в объеме, указанном в рабочей программе дисциплины, и быть готовыми отвечать по всем вопросам, приведенным ниже.

Вопросы для самопроверки и контроля.

1. Перечислите способы задания графа.
2. Перечислите основные элементы графа.
3. Изобразите связный граф. Назовите элементы.
4. Дайте определение понятиям: маршруты, пути, цепи и циклы, деревья.

Рекомендуемая литература.

Основная литература

1. Башмаков М.И. Математика: учебник/(начальное и среднее профессиональное образование) М.: Кнорус, 2013. – 400с.
2. Омельченко В.П., Кубатова Э.В. Математика: учебное пособие. - Ростов н/Д: Феникс, 2009. – 380 с.

Дополнительная литература

1. Д.Письменный. Конспект лекций по высшей математике. В двух частях. М. «Айрис Пресс». 2009г.
2. П.Е. Данко, А.Г.Попов, Т.Я.Кожевникова. В двух частях. М. «Оникс. Мир и Образование». 2010г.
3. Е.П. Липатов. Теория графов и её применение. – М., Знание, 1986, 32с.
4. В.П. Сигорский. Математический аппарат инженера. – К., «Техника», 1975, 768с.
5. О.Оре «Графы и их применение», М. Мир, 1965.

Тема 3.1. Вероятность случайного события. Теоремы сложения и умножения

№6 Формула полной вероятности

Цель:

- Познакомиться с формулой полной вероятности;
- Научиться применять её для решения задач на вероятность.

Оснащение:

данные методические указания; рекомендуемая литература.

Задание:

1. Изучить формулу полной вероятности.
2. Решить предложенные задачи.

Порядок выполнения задания.

1. На основании литературы, рекомендованной к выполнению самостоятельной работы, необходимо изучить теоретические вопросы по данной теме согласно плану.
2. Составить краткий конспект данного материала.
3. Решить задачи:

Вопросы для изучения:

1. Понятие полной группы событий, гипотеза. [3] §2.11 стр. 227.
2. Формула полной вероятности. Формула Байеса. [2] Глава 4, п. 4.1.6. стр. 300
3. Задача о телевизионном шоу. [3] §2.11 стр. 229.
4. Решить задачи.

Задачи для самостоятельного решения.

1) На фабрике, изготовляющей болты, первая машина производит 25%, вторая – 35%, третья – 40% всех изделий. В их продукции брак составляет соответственно 5, 4 и 2%. Какова вероятность того, что случайно выбранный болт дефектный?

2)Вероятность того, что в летнюю сессию студент сдаст первый экзамен, равна 0,8; второй – 0,9, третий – 0,8. Найдите вероятность того, что он сдаст только первый экзамен.

Выводы: В данной работе мы можем, зная основные понятия теории вероятностей, находить вероятность сложных событий.

Обучающиеся должны владеть учебной информацией в объеме, указанном в рабочей программе дисциплины, и быть готовыми отвечать по всем вопросам, приведенным ниже.

Вопросы для самопроверки и контроля.

1. Приведите пример n попарно несовместных событий, объединение которых есть достоверное событие, если $n = 3$.
2. Запишите формулу полной вероятности и прокомментируйте её.
3. Когда события образуют полную группу?

Рекомендуемая литература.

1. Башмаков М.И. Математика: учебник/(начальное и среднее профессиональное образование) М.: Кнорус, 2013. – 400с.
2. Омельченко В.П., Кубатова Э.В. Математика: учебное пособие. - Ростов н/Д: Феникс, 2009. – 380 с.
3. Я.С. Бродский, Статистика. Вероятность. Комбинаторика., М. ОНИКС. Мир и образование, 2008, с. 541.

Дополнительная:

1. Кремер. Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2006. – 573с.
2. Данко П.Е. и др. Высшая математика в упражнениях и задачах. Ч.1 7-е изд., - М.: ООО « Издательство «Мир и Образование», 2009
3. Письменный Д.Т. Конспект по теории вероятностей и математической статистики/Д.Т. Письменный. - .2-е изд., испр. – М.: Айрис-пресс, 2005. – 256 с. – (Высшее образование)

Тема 3.2. Элементы математической статистики.

№7 Условное и полное математическое ожидание. Выполнение расчета всех числовых характеристик случайной величины на конкретном, самостоятельно выбранном примере.

Цель:

- Познакомиться с понятиями: условное и полное математическое ожидание;
- Самостоятельно выполнить расчет на данные характеристики случайной величины на любой задаче.

Оснащение:

данные методические указания; рекомендуемая литература.

Задание:

1. Изучить понятия случайной величины, её характеристик.
2. Составить и решить задачу.

Порядок выполнения задания.

1. На основании литературы, рекомендованной к выполнению самостоятельной работы, необходимо изучить теоретические вопросы по данной теме согласно плану.
2. Составить краткий конспект данного материала.
3. Составить и решить задачу.

Вопросы для изучения:

1. Случайная величина, закон её распределения. [3] Глава 4, §4.1. стр. 303.
2. Математическое ожидание случайной величины. [3] Глава 4, §4.2. стр. 315.
3. Свойства математического ожидания. [3] Глава 4, §4.3. стр. 323.
4. Формула Бернулли. [3] Глава 4, §4.4. стр. 331.
5. Дисперсия случайной величины. [3] Глава 4, §4.5. стр. 344.
6. Независимые случайные величины. [3] Глава 4, §4.6. стр. 355.
7. Числовые характеристики биноминального распределения. [3] Глава 4, §4.7. стр. 366.
8. Неравенство Чебышева. [3] Глава 4, §4.8. стр. 370.
9. Закон больших чисел. [3] Глава 4, §4.9. стр. 377.
10. Нормальное распределение. [3] Глава 4, §4.10. стр. 383.

Выводы: Понятия математической статистики помогают решению большого количества задач, связанных с исследованиями наступления вероятности различных величин.

Обучающиеся должны владеть учебной информацией в объеме, указанном в рабочей программе дисциплины, и быть готовыми отвечать по всем вопросам, приведенным ниже.

Вопросы для самопроверки и контроля.

1. Как измениться дисперсия случайной величины, если все её значения умножить на одно и то же число?
2. Как изменится среднее квадратичное отклонение случайной величины, если все её значения умножить на одно и то же число?
3. Имеет ли содержательный смысл правило «одной сигмы»?
4. Какие из следующих случайных величин являются дискретными, а какие - непрерывными:

А) число попыток, которые нужно сделать, чтобы запустить двигатель;

Б) число аварий на перекрестке;

В) дальность полета снаряда;

Д) диаметр валика, изготовленного на станке;

Г) число людей, обратившихся в фирму по объявлению о наличии вакансии?

Рекомендуемая литература.

1. Башмаков М.И. Математика: учебник/(начальное и среднее профессиональное образование) М.: Кнорус, 2013. – 400с.
2. Я.С. Бродский, Статистика. Вероятность. Комбинаторика., М. ОНИКС. Мир и образование, 2008, с. 541
3. Омельченко В.П., Кубатова Э.В. Математика: учебное пособие. - Ростов н/Д: Феникс, 2009. – 380 с.

Дополнительная:

1. Кремер. Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2006. – 573с.
2. Данко П.Е. и др. Высшая математика в упражнениях и задачах. Ч.1 7-е изд., - М.: ООО « Издательство «Мир и Образование», 2009
3. Письменный Д.Т. Конспект по теории вероятностей и математической статистики/Д.Т. Письменный. - .2-е изд., испр. – М.: Айрис-пресс, 2005. – 256 с. – (Высшее образование)

Тема 4.2. Численное дифференцирование.

№8 Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений

Цель:

– Познакомиться с формулой Эйлера для решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.

Оснащение:

данные методические указания; рекомендуемая литература.

Задание:

1. Изучить способ Эйлера для решения обыкновенных дифференциальных уравнений

Порядок выполнения задания.

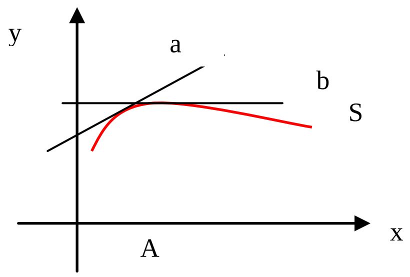
1. На основании литературы, рекомендованной к выполнению самостоятельной работы, необходимо изучить теоретические вопросы по данной теме согласно плану.
2. Составить краткий конспект данного материала.

Вопросы для изучения:

1. Геометрическая интерпретация решений дифференциальных уравнений первого порядка.
2. Численные методы решения дифференциальных уравнений.

Теория

1. Геометрическая интерпретация решений дифференциальных уравнений первого порядка.



1. Основные понятия.

Линия S, которая задается функцией, являющейся каким- либо решением дифференциального уравнения, называется интегральной кривой уравнения $y' = f(x, y)$.

Производная *y'* является угловым коэффициентом касательной к интегральной кривой.

В любой точке A(x, y) интегральной кривой этот угловой коэффициент касательной может быть найден еще до решения дифференциального уравнения.

Т.к. касательная указывает направление интегральной кривой еще до ее непосредственного построения, то при условии непрерывности функции f(x, y) и непрерывного перемещения точки A можно наглядно изобразить поле направлений кривых, которые получаются в результате интегрирования дифференциального уравнения, т.е. представляют собой его общее решение.

Определение. Множество касательных в каждой точке рассматриваемой области называется полем направлений.

С учетом сказанного выше можно привести следующее геометрическое истолкование дифференциального уравнения:

1) Задать дифференциальное уравнение первого порядка – это значит задать поле направлений.

2) Решить или проинтегрировать дифференциальное уравнение – это значит найти всевозможные кривые, у которых направление касательных в каждой точке совпадает с полем направлений.

2. Численные методы решения дифференциальных уравнений.

Известные методы точного интегрирования дифференциальных уравнений позволяют найти решение в виде аналитической функции, однако эти методы применимы для очень ограниченного класса уравнений. Большинство уравнений, встречающихся при решении практических задач нельзя проинтегрировать с помощью этих методов.

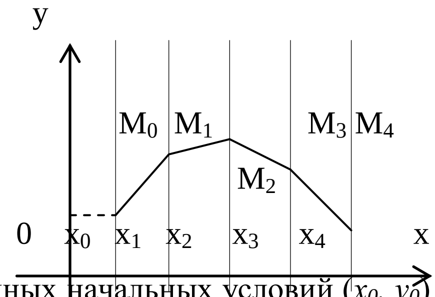
В таких случаях используются численные методы решения, которые представляют решение дифференциального уравнения не в виде аналитической функции, а в виде таблиц значений искомой функции в зависимости от значения переменной.

Существует несколько методов численного интегрирования дифференциальных уравнений, которые отличаются друг от друга по сложности вычислений и точности результата.

Рассмотрим Метод Эйлера.(Леонард Эйлер (1707 – 1783) швейцарский математик)

Известно, что уравнение $y' = f(x, y)$ задает в некоторой области поле направлений. Решение этого уравнения с некоторыми начальными условиями дает кривую, которая касается поля направлений в любой точке.

Если взять последовательность точек x_0, x_1, x_2, …. и заменить на получившихся отрезках интегральную кривую на отрезки касательных к ней, то получим ломаную линию.



При подстановке заданных начальных условий (x_0, y_0) в дифференциальное уравнение $y' = f(x, y)$ получаем угловой коэффициент касательной к интегральной кривой в начальной точке $tg\alpha_0 = y' = f(x_0, y_0)$.

Заменив на отрезке [x_0, x_1] интегральную кривую на касательную к ней, получаем значение $y_1 = y_0 + f(x_0, y_0)(x_1 - x_0)$.

Производя аналогичную операцию для отрезка [x_1, x_2], получаем:

$$y_2 = y_1 + f(x_1, y_1)(x_2 - x_1).$$

Продолжая подобные действия далее, получаем ломаную кривую, которая называется ломаной Эйлера.

Можно записать общую формулу вычислений: $y_n = y_{n-1} + f(x_{n-1}, y_{n-1})(x_n - x_{n-1})$.

Если последовательность точек x_i выбрать так, чтобы они отстояли друг от друга на одинаковое расстояние h, называемое шагом вычисления, то получаем формулу:

$$y_n = y_{n-1} + f(x_{n-1}, y_{n-1})h$$

Следует отметить, что точность метода Эйлера относительно невысока. Увеличить точность можно, конечно, уменьшив шаг вычислений, однако, это приведет к усложнению расчетов. Поэтому на практике применяется так называемый уточненный метод Эйлера или формула пересчета.

Суть метода состоит в том, что в формуле $y_1 = y_0 + f(x_0, y_0)h$ вместо значения $y_0' = f(x_0, y_0)$ берется среднее арифметическое значений *f(x₀, y₀)* и *f(x₁, y₁)*. Тогда уточненное значение: $y_1^{(1)} = y_0 + \frac{f(x_0, y_0) + f(x_1, y_1)}{2}h;$

Затем находится значение производной в точке $(x_1, y_1^{(1)})$. Заменяя $f(x_0, y_0)$ средним арифметическим значений $f(x_0, y_0)$ и $f(x_1, y_1^{(1)})$, находят второе уточненное значение y_1.

$$y_1^{(2)} = y_0 + \frac{f(x_0, y_0) + f(x_1, y_1^{(1)})}{2}h;$$

Затем третье: $y_1^{(3)} = y_0 + \frac{f(x_0, y_0) + f(x_1, y_1^{(2)})}{2}h;$

и т.д. пока два последовательных уточненных значения не совпадут в пределах заданной степени точности. Тогда это значение принимается за ординату точки M_1 ломаной Эйлера.

Аналогичная операция производится для остальных значений *y*.

Подобное уточнение позволяет существенно повысить точность результата.

Пример. Решить методом Эйлера дифференциальное уравнение $y' = x + y$ при начальном условии y(0) = 1 на отрезке [0; 0,5] с шагом 0,1.

Применяем формулу $y_n = y_{n-1} + hf(x_{n-1}, y_{n-1})$.

$$x_0 = 0, \quad y_0 = 1, \qquad f(x_0, y_0) = x_0 + y_0 = 1;$$

$$hf(x_0, y_0) = h(x_0 + y_0) = 0{,}1;$$

$$y_1 = y_0 + hf(x_0, y_0) = 1 + 0{,}1 = 1{,}1.$$

$$x_1 = 0{,}1 \quad y_0 = 1{,}1 \qquad f(x_1, y_1) = x_1 + y_1 = 1{,}2;$$

$$hf(x_1, y_1) = h(x_1 + y_1) = 0{,}12;$$

$$y_2 = y_1 + hf(x_1, y_1) = 1{,}1 + 0{,}12 = 1{,}22.$$

Производя аналогичные вычисления далее, получаем таблицу значений:

i	0	1	2	3	4	5
x_i	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
y_i	1	1,1	1,22	1,362	1,528	1,721

Применим теперь уточненный метод Эйлера.

i	0	1	2	3	4	5
x_i	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
y_i	1	1,1	1,243	1,400	1,585	1,799

Для сравнения точности приведенных методов численного решение данного уравнения решим его аналитически и найдем точные значения функции y на заданном отрезке.

Уравнение $y' - y = x$ является линейным неоднородным дифференциальным уравнением первого порядка. Решим соответствующее ему однородное уравнение.

$$y' - y = 0; \qquad y' = y; \qquad \frac{dy}{dx} = y; \qquad \frac{dy}{y} = dx; \qquad \int \frac{dy}{y} = \int dx;$$

$$\ln|y| = x + \ln C; \qquad \ln\left|\frac{y}{C}\right| = x; \qquad y = Ce^x;$$

Решение неоднородного уравнения имеет вид $y = C(x)e^x$.

$$y' = C'(x)e^x + C(x)e^x;$$

$$C'(x)e^x + C(x)e^x = x + C(x)e^x; \qquad C'(x)e^x = x; \qquad C'(x) = xe^{-x};$$

$$C(x) = \int xe^{-x}dx = \begin{Bmatrix} u = x; & dv = e^{-x}dx; \\ du = dx; & v = -e^{-x}; \end{Bmatrix} = -xe^{-x} + \int e^{-x}dx = -xe^{-x} - e^{-x} + C;$$

Общее решение: $y = Ce^x - x - 1;$

С учетом начального условия: $1 = C - 0 - 1; \qquad C = 2;$

Частное решение: $y = 2e^x - x - 1;$ Для сравнения полученных результатов составим таблицу.

i	x_i	y_i		
		Метод Эйлера	Уточненный метод Эйлера	Точное значение
0	0	1	1	1
1	0,1	1,1	1,1	1,1103
2	0,2	1,22	1,243	1,2428
3	0,3	1,362	1,4	1,3997
4	0,4	1,528	1,585	1,5837
5	0,5	1,721	1,799	1,7975

Выводы: Метод Эйлера помогают в некоторых случаях решать дифференциальные уравнения.

Обучающиеся должны владеть учебной информацией в объеме, указанном в рабочей программе дисциплины, и быть готовыми отвечать по всем вопросам, приведенным ниже.

Вопросы для самопроверки и контроля.

1. Дайте определение дифференциального уравнения.
2. Проанализируйте, как отличается точное значение при решении дифференциального уравнения, от значения, получаемого методом Эйлера.

Рекомендуемая литература.

Основная литература

1. Башмаков М.И. Математика: учебник/(начальное и среднее профессиональное образование) М.: Кнорус, 2013. – 400с.
2. Филимонова Е.В. Математика: Учебное пособие для средних специальных учебных заведений. - Ростов н/Д: Феникс, 2008. – 416 с.
3. Омельченко В.П., Кубатова Э.В. Математика: учебное пособие. - Ростов н/Д: Феникс, 2009. – 380 с.
4. Н.В. Богомолов. Практические занятия по математике. М. «Высшая школа».2008г.
5. Н.В. Богомолов. Математика. СПО. М.- «Дрофа». 2010 г.
6. Д.Письменный. Конспект лекций по высшей математике. В двух частях. М. «Айрис Пресс». 2009г.
7. П.Е. Данко, А.Г.Попов, Т.Я.Кожевникова. В двух частях. М. «Оникс. Мир и Образование». 2010г.