

И, конечно, сама история возникновения теории вероятностей свидетельствует о том, что следует избегать участия в азартных играх».

Таким образом, можно сделать вывод о том, что необходимо применять аппарат теории вероятностей в воспитательной работе.

Литература

1. Кодекс Республики Беларусь об образовании в новой редакции, изложенной Законом Республики Беларусь от 14 января 2022 г. №154-З, глава 9, статьи 89, 91, 92, 93, 94, 95.
2. Формирование культуры, безопасности, жизнедеятельности и здорового образа жизни студенческой молодежи: материалы I международной интернет - конференции 24 -25 марта 2022 г., Минск, Беларусь / БГУ, Фак. социокультурных коммуникаций, Каф. экологии человека; [редкол.: И.В. Пантюк (отв. ред.) и др.].-Минск: БГУ, 2022

УДК 621.3:517.3

ПРИМЕНЕНИЕ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Шаюков П.С.

Научный руководитель – Кожевко О.Ф., ст. преподаватель

Дифференциальные уравнения широко применяются в электроэнергетике для моделирования процессов в электрических цепях, электрических машинах, линиях передачи и системах управления, гидроэнергетике и теплоэнергетике.

Целью данной работы является систематизация знаний о применении обыкновенных дифференциальных уравнений в электроэнергетике и обзор дальнейших перспектив применения математического моделирования в электроэнергетике.

Важнейшим применением дифференциальных уравнений в электроэнергетике является моделирование электрических цепей. Чтобы перейти к рассмотрению данного применения необходимо дать определение RLC- контура.

RLC- контур – это электрическая цепь, состоящая из резистора (R), индуктивности (L), конденсатора (C), соединенных последовательно или параллельно.

Рассмотрим последовательный RLC- контур. Чтобы вывести соответствующее дифференциальное уравнение для этого контура воспользуемся вторым законом Кирхгофа, согласно которому сумма

падений напряжений на элементах контура равна приложенному напряжению.

После определения напряжения на резисторе и на конденсаторе, подставив эти выражения для напряжений в закон Кирхгофа, и продифференцировав полученное уравнение по времени, а затем записав полученное уравнение в стандартной форме, получим дифференциальное уравнение, которое описывает изменения тока в последовательном RLC-контуре:

$$L \cdot \left(\frac{d^2 I(t)}{dt^2} \right) + R \left(\frac{dI(t)}{dt} \right) + \left(\frac{1}{C} \right) \cdot I(t) = \frac{dU(t)}{dt}$$

Для решения таких уравнений применяют аналитические методы (разделение переменных, операционное исчисление, интегрирующие множители); метод Эйлера, который является численным методом решения дифференциальных уравнений, а также пакеты прикладных программ Matlab, Mathematica и аналогичные им.

Дифференциальные уравнения в электроэнергетике применяют для анализа переходных процессов после замыканий, отключений и переключений; проектирования устройств защиты (например, релейной защиты линий и машин); оценки устойчивости энергосистем (электромеханической устойчивости генераторов); моделирования энергоблоков (двигателей, турбогенераторов, трансформаторов).

В гидроэнергетике дифференциальные уравнения применяются для описания движения воды (гидравлические процессы); динамике гидротурбин и генераторов; регулирования мощности и частоты в энергосистемах.

Гидроэнергетические объекты представляют собой сложные системы, динамика которых описывается обыкновенными дифференциальными уравнениями и уравнениями в частных производных.

Математическая модель качаний генератора на ГЭС имеет вид:

$$M \frac{d^2 \delta}{dt^2} = P_m - P_e,$$

где δ - угол нагрузки; M - электромеханическая инерция; P_m - механическая мощность турбины; P_e - электрическая мощность.

В гидроэнергетике предлагаемая математическая модель применяется для анализа устойчивости энергосистемы при резких изменениях нагрузки или авариях. Например, для оценки устойчивости работы гидроагрегатов при подключении или отключении их от сети; расчёта переходных процессов при закрытии/открытии затворов. Также она применяется для моделирования процесса автоматического регулирования скорости

гидротурбин; анализа и прогнозирования уровня воды с целью управления им в водохранилищах.

Дифференциальные уравнения также применяются в теплоэнергетике.

Теплоэнергетика изучает производство, преобразование и использование тепловой энергии, особенно в тепловых электростанциях (ТЭС), котельных установках, паровых и газовых турбинах.

Изменения внутренней энергии пара в котле можно описать уравнением энергетического баланса котла:

$$\frac{dU}{dT} = Q - W + m_{in} \cdot h_{in} - m_{out} \cdot h_{out},$$

где U – внутренняя энергия котла; Q – поступающая тепловая мощность;

W – выполняемая работа; M – массовые потоки пара и воды; h – удельная энтальпия.

Таким образом, обыкновенные дифференциальные уравнения в энергетике применяются для моделирования переходных процессов; анализа устойчивости энергосистем к возмущениям; оптимизации параметров энергосистем; при разработке систем автоматического управления энергосистемами, которые поддерживают стабильность частоты и напряжения в сети.

С развитием научно-технического прогресса сфера применения обыкновенных дифференциальных уравнений в энергетике постоянно расширяется.

В дальнейшем научному сообществу следует уделить внимание разработке моделей на основе обыкновенных дифференциальных уравнений, с помощью которых можно будет предсказывать отказы оборудования, а также новых методов управления энергосистемами с учетом возобновляемых источников энергии.

Литература

1. Андреев М.В. Математическое моделирование электромеханических переходных процессов в электромеханических системах с возобновляемыми источниками энергии / М.В. Андреев, А.С. Семов // Энергобезопасность и энергосбережение.-2021. - №2.- с. 5-11. DOI 10.24163/1998-9903-2021-2-5-11.
2. Воропай, Н. И. Моделирование и управление современными электроэнергетическими системами: вызовы и перспективы / Н. И. Воропай, А. В. Фишов, Д. Н. Ефимов // Известия РАН. Энергетика. – 2020. – № 1. – С. 3–18. – DOI: 10.31857/S000233102001007X.
3. Гусев, А. С. Динамическая устойчивость сложных электроэнергетических систем: методы анализа на основе систем обыкновенных дифференциальных уравнений / А. С. Гусев, Е. В. Колпакова

; под ред. Ю. Н. Кучерова. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2022. – 215 с. – ISBN 978-5-7782-485

УДК 517:372.8

ПРОИЗВОДНЫЕ И ДИФФЕРЕНЦИАЛЫ ФУНКЦИЙ ОДНОЙ И МНОГИХ ПЕРЕМЕННЫХ. ПРИМЕНЕНИЕ ПРОИЗВОДНЫХ И ДИФФЕРЕНЦИАЛОВ В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЯХ ПЕРВОГО ПОРЯДКА

Антонио Мануэль Нгонг Ондо Нзанг

Научный руководитель – Кожевко О.Ф., ст. преподаватель

Дифференциальное исчисление является основой математического анализа, и служит мощным инструментом для изучения изменений, процессов и систем в различных областях науки и техники. Понимание производных и дифференциалов функций одной и многих переменных важно для дальнейшего освоения математического анализа и его приложений, в частности, теории дифференциальных уравнений.

Преподавание этих тем студентам, для которых русский язык не является родным, например, испаноговорящим, требует особого внимания к ясности изложения, терминологии и преодолению языкового барьера.

В данном докладе мы рассмотрим основные понятия дифференциального исчисления, их применение к решению некоторых типов обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка (однородных и уравнений в полных дифференциалах) и обсудим методические подходы, учитывающие языковую специфику испаноговорящей аудитории при их обучении на русском языке.

Начало изучения дифференциального исчисления связано с понятиями производной и дифференциала функции одной переменной ($f(x)$). Важно с самого начала четко определить, что производная ($f'(x)$) (читается как "эф штрих от икс" или "производная эф по икс") Производная показывает **скорость изменения** функции в данной точке и **наклон касательной** к графику функции.

На русском языке мы используем термин "производная". На испанском языке эквивалент – "derivada". Этот термин является когнатом и может служить хорошим мостиком для понимания. Но необходимо подчеркнуть грамматические различия (например, русские предлоги требуют падежей: "производная **от** функции", "производная **в** точке").

При переходе к функциям многих переменных ($f(x_1, x_2, \dots, x_n)$), вводится понятие **частной производной**. Например, для функции двух переменных $f(x, y)$, частная производная по (x) , читается "частная производная эф по