

ния. Оперативный контроль является основным инструментом управления познавательной деятельностью студентов, он позволяет сформировать у студентов важное понимание необходимости сопровождать любое обучение проверкой, которую необходимо проводить регулярно.

1. Галузо, И.В. Реализация оперативного контроля знаний обучающихся /И.В. Галузо; В.В. Литвин // Фізика. – 2020. – № 2. – С. 18–24.
2. Куликова, Н.Ю. Использование мобильных приложений для организации и проведения оперативного контроля знаний обучающихся /Н.Ю. Куликова, В.А. Кобзева // Современные научные исследования и инновации. 2015. № 5. Ч. 5 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://web.snauka.ru/issues/2015/05/53174> – Дата доступа: 10.03.2021.
3. Побойнев, В.О. Инструментарий для организации контроля и оценки результатов учебной деятельности учащихся / В.О. Побойнев // Фізика. – 2020. – № 2. – С. 47–50.

## О ЧИСЛЕННО-АНАЛИТИЧЕСКОМ МЕТОДЕ НАХОЖДЕНИЯ ТОЧЕК АЛЬТЕРНАНСА

*Морозов И.В.,*

*студент 4 курса ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск, Республика Беларусь*

Научный руководитель – Трубников Ю.В., профессор

Проблема нахождения экстремальных полиномов в чебышевской метрике связана с большой трудоемкостью процесса. Существует ряд конструктивных алгоритмов для их нахождения, которые подразумевают нахождение точек альтернанса. Цель работы – изучение численно-аналитических методов нахождения точек альтернанса.

**Материалы и методы.** Объектами исследования являются точки чебышевского альтернанса. Используются аналитические и численные методы исследования.

**Результаты и их обсуждение.** Для построения полинома наилучшего приближения (экстремального полинома) необходимо найти точки чебышевского альтернанса. В данном докладе экстремальный полином второй степени находится для функции  $f(x) = x^5$ ,  $x \in [a, b]$ . В соответствии с алгоритмом из [1] необходимо решить систему уравнений

$$a^5 - c_0 - c_1 a - c_2 a^2 = -d, \quad (1)$$

$$x_2^5 - c_0 - c_1 x_2 - c_2 x_2^2 = d, \quad (2)$$

$$x_3^5 - c_0 - c_1 x_3 - c_2 x_3^2 = -d, \quad (3)$$

$$b^5 - c_0 - c_1 b - c_2 b^2 = d, \quad (4)$$

$$5x_2^4 - 2c_2 x_2 - c_1 = 0, \quad (5)$$

$$5x_3^4 - 2c_2 x_3 - c_1 = 0. \quad (6)$$

Вычитая из уравнения (6) уравнение (5), получаем

$$5(x_3 - x_2)(x_2 + x_3)(x_2^2 + x_3^2) - 2c_2(x_3 - x_2) = 0. \quad (7)$$

Точки альтернанса должны удовлетворять условию  $a < x_2 < x_3 < b$ , поэтому

$$c_2 = \frac{5}{2}(x_2 + x_3)(x_2^2 + x_3^2). \quad (8)$$

Далее находим

$$c_1 = -5x_2 x_3 (x_2^2 + x_2 x_3 + x_3^2) \quad (9)$$

Подстановка значений (8) и (9) в уравнения (1-4) приводит к системе уравнений

$$\begin{cases} 2a^3 + 4x_3 a^2 + 6x_3^2 - 5x_2^3 - 5x_2^2 x_3 - 5x_2 x_3^2 + 3x_3 = 0, \\ 2b^3 + 4x_2 b^2 + 6x_2^2 b + 3x_2^3 - 5x_2^2 x_3 - 5x_2 x_3^2 - 5x_3^3 = 0. \end{cases}$$

Последняя система в аналитическом виде не решается, поэтому применяем численные методы. Например, при  $a = 1$ ,  $b = 2$ , получаем

$$x_2 = 1,2745; \quad x_3 = 1,7695.$$

Подставляя эти значения в выражения для  $c_1, c_2$ , получаем

$$c_1 = -79,0537; \quad c_2 = 36,1892.$$

Далее находим

$$c_0 = 44,5987; \quad d = 0,7341.$$

Таким образом, разность между приближаемой функцией и экстремальным полиномом будет иметь вид

$$x^5 - 44,5987 + 79,0537x - 36,1892x^2$$

График этой функции отражает свойства альтернанса:

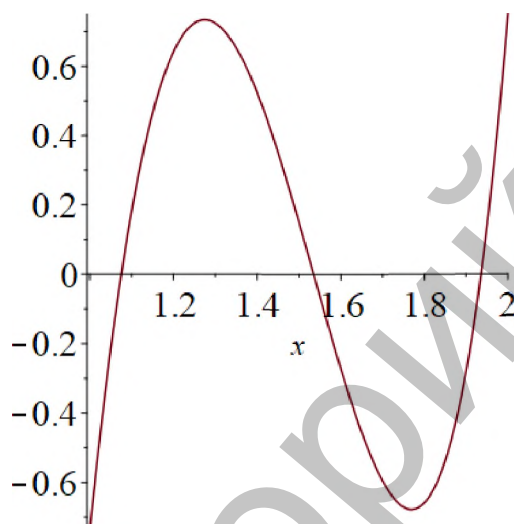


Рисунок 1 – График функции

**Заключение.** Таким образом, рассмотрен численно-аналитический алгоритм нахождения точек чебышевского альтернанса. Алгоритм сформулирован на базе теоремы П.Л. Чебышева об альтернансе и состоит из двух систем уравнений. Выражая коэффициенты через внутренние точки альтернанса из второй системы и подставляя в первую, получаем нелинейную систему уравнений относительно точек альтернанса. Решая ее аналитически или численно, находим точки альтернанса.

1. Трубников Ю.В. Конструктивный алгоритм нахождения экстремальных в чебышевской норме полиномов / Ю.В. Трубников, Сунь Байюй // *Вісник Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта*. – 2015. – № 2-3 (86-87). – С. 20–27.

## ПИРОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕОДНОРОДНЫХ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КРИСТАЛЛОВ TGS

*Набздоров И.С.,*

*студент 4 курса ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель – Кашевич И.Ф., канд. физ.-мат. наук, доцент*

Одной из наиболее востребованной областью применения сегнетоэлектрических материалов, как материалов с нелинейными свойствами, является создание на их основе различных пироэлектрических элементов. Пироэлектрический эффект состоит в изменении спонтанной поляризованности диэлектриков при изменении температуры, т.е. появлении электрических зарядов на поверхности кристаллов при их нагревании или охлаждении. Пироэффект используется для создания тепловых датчиков и приемников лучистой энергии, предназначенных, в частности, для регистрации инфракрасного и СВЧ-излучения. В качестве материалов для разработки пироприемников применяются сегнетоэлектрические монокристаллы, мелкозернистая керамика титаната бария, а также цирконат-титанат свинца.