

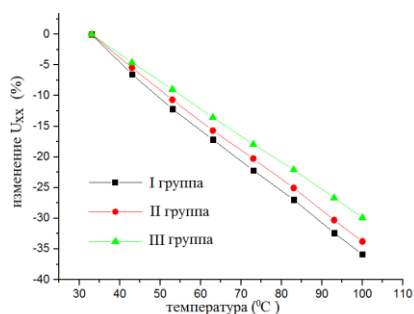


Рисунок 3. Зависимость U_{xx} от температуры поликристаллического кремния

Таблица 1.

	I группа	II группа	III группа
Температурный коэффициент U_{xx}	-0.67 %	-0.62 %	-0.52%

Литература

1. Pingel S., Koshnicharov D., Frank O., Geipel T., Zemen Y., Striner B., Berghold J. Initial degradation of industrial silicon solar cells in solar panels, Conference Paper, January 2010.
2. Andreani, L. C., Bozzola, A., Kowalczewski, P., Liscidini, M., & Redorici, L. (2018). Silicon solar cells: toward the efficiency limits. *Advances in Physics*: X, 4(1), 1548305. doi:10.1080/23746149.2018.1548305.
3. Silicon Solar Cells, Brett Hallam, Axel Herguth, Phillip Hamer, Nitin Nampalli, Svenja Wilking. Eliminating Light-Induced Degradation in Commercial p-Type Czochralski. *Applied Sciences* 2017.
4. Khoroshko Vitaliy Viktorovich, Bruy Nikita Mikhaylovich, Markov Aleksey Nikolayevich Li, Vladislav Konstantinovich. Eksperimental'noye issledovaniye parametrov degradatsii solnechnykh elementov. EUROPEAN SCIENCE FORUM. 2020.
5. Laades, A. "Impact of Iron Contamination on CZ-Silicon Solar Cells" EU PVSC (2008).
6. Chia-Mei Lin, Marcus Glaeser, Enno Mälguth, Steffen Uredat, Nobert Bernhard, Dominik Lausch. Accelerated light-induced degradation test for industrial application. Conference Paper · September 2017.
7. Rein, S. "Electrical and thermal properties of the metastable defect in boron-doped Czochralski silicon (Cz-Si)" EU PVSC (2001)
8. Bakirov M.YA. Fotoelektricheskiye i radiatsionnyye kharakteristiki kremniyevykh solnechnykh elementov pri povyshennykh osveshchennostyakh i temperaturakh. *Fizika i tekhnika poluprovodnikov*. 1997, tom 31, № 5.

РЕЗЮМЕ

Маколада поликристалл кремний асосида куёш элементларининг ёруғлик ва температура таъсирида деградациясига тегишли экспериментал натижалар келтирилган. Куёш элементларининг деградациясига никел атомлари билан легирлашнинг таъсири кўрсатилган.

РЕЗЮМЕ

В статье проведены экспериментальные исследования и расчёты деградации солнечных элементов на основе поликристаллического кремния под действием света и температуры. Приводятся результаты влияния дополнительного легирования атомами никеля на деградации солнечных элементов

SUMMARY

The article presents experimental studies and calculations of the degradation of solar cells based on polycrystalline silicon under the influence of light and temperature. The results of the effect of additional doping with nickel atoms on the degradation of solar cells are presented.

ЗАДАЧА НЕВАНЛИННЫ – ПИКА В МАТРИЧНОЙ ОБЛАСТИ

Б.М.Нарекеев – старший преподаватель

Д.Е.Мырзанова - старший преподаватель

Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

Таянч сўзлар: бирлик доира, кетма-кетлик, голоморф функция, матрица-функция, интерполяция.

Ключевые слова: единичный круг, последовательность, голоморфная функция, матрица-функция, интерполяция.

Key words: circle unit, sequence, holomorphic function, matrix-function, interpolation.

Пусть C^{m^2} пространство $[m \times m]$ матриц с комплексными элементами.

Будем обозначать открытый единичный круг в C через D , а ограничивающую его окружность - ∂D , и обобщенный единичный круг в C^{m^2} через τ , а его остов через $S(\tau)$.

К классу B отнесем множество всех голоморфных матриц-функций

$$W(Z) = A_0 + A_1 Z + A_2 Z^2 + \dots, \quad A_k \in C[m \times m] \quad (1)$$

обладающими свойствами: а) $W(Z): \tau \rightarrow \tau$, б) предельные значения $W(Z)$ при $Z \rightarrow U$, $U \in S(\tau)$, лежат в $\tau \cup S(\tau)$.

Рассмотрим следующую задачу: заданы последовательность $[m \times m]$ матриц $\{Z_k\}$ из τ , таких что $\det(Z_i - Z_j) \neq 0$, $i \neq j$, $i, j = 1, 2, \dots$ и последовательность $[m \times m]$ матриц $\{W_k\}$ из $\tau \cup S(\tau)$. Найти необходимые и достаточные условия для последовательности $\{W_k\}$, чтобы существовала матрица-функция $W(Z) \in B$, удовлетворяющая условиям

$$W(Z_k) = W_k, \quad k=1,2,\dots$$

Для решения задачи сначала рассмотрим её в классе B' .

Пусть B' класс всех голоморфных в $D = \{z \in C: |z| < 1\}$ матриц-функций (с теми же коэффициентами, что в (1))

$$\omega(z) = A_0 + A_1 z + A_2 z^2 + \dots, \quad A_k \in C[m \times m],$$

обладающими свойствами: а) $\omega(z): D \rightarrow \tau$, б) предельные значения $\omega(z)$ при $z \rightarrow \xi$, $\xi \in \partial D$ лежат в $\tau \cup S(\tau)$.

Заданы последовательность $\{z_k\} \in D$, $k=1,2,\dots$, и последовательность $[m \times m]$ матриц $\{\omega_k\}$ из $\tau \cup S(\tau)$. Найти необходимые и достаточные условия для $\{\omega_k\}$, чтобы существовала матрица-функция $\omega(z) \in B'$, удовлетворяющая условиям $\omega(z_k) = \omega_k$, $k=1,2,\dots$

Пусть заданы точки $\{z_k\} \in D$, $k=1,2,\dots,n$ пока в конечном числе, и пусть данными значениями матриц функций будут $\omega_1^{(0)}, \omega_2^{(0)}, \dots, \omega_n^{(0)}$. Начнем с $n=1$.

Если $I^{(m)} - \omega_1^{(0)}(\omega_1^{(0)})^* = 0$, то матрица-функция $\omega(z) \equiv \omega_1^{(0)}$.

Если $I^{(m)} - \omega_1^{(0)}(\omega_1^{(0)})^* > 0$, то матрица-функция $\omega(z) \equiv \omega_1^{(0)}$ удовлетворяет требуемым условиям наряду с бесконечными множествами других матриц-функций.

Действительно, пусть $n=1$ и $I^{(m)} - \omega_1^{(0)}(\omega_1^{(0)})^* > 0$, т.е. $\omega_1^{(0)} \in \tau$. Положим

$$\omega_1(z) = (I^{(m)} - \omega(z)(\omega_1^{(0)})^*)^{-1}(\omega(z) - \omega_1^{(0)}) \left[(1 - \bar{z}_1 z)^{-1} (z - z_1) \right]^{-1} \quad (2)$$

В силу очевидного неравенства

$$I^{(m)} - (\omega(z)(\omega_1^{(0)})^*) (\omega(z)(\omega_1^{(0)})^*)^* = (I^{(m)} - \omega \omega^*) + \omega (I^{(m)} - (\omega_1^{(0)})^* \omega_1^{(0)}) \omega^* > 0,$$

имеет место включение $(\omega(z)(\omega_1^{(0)})^*) \in \tau$ и поэтому $\det(I^{(m)} - \omega(z)(\omega_1^{(0)})^*) \neq 0$. Так как $\omega(z_1) = \omega_1^{(0)}$, то $\omega_1(z)$ - голоморфная матрица-функция в D , и $\omega_1(z) \in B'$. С другой стороны, из (2) находим

$$\omega(z) = (\omega_1(z) \left[(1 - \bar{z}_1 z)^{-1} (z - z_1) \right] + \omega_1^{(0)}) (I^{(m)} + (\omega_1^{(0)})^* \omega_1(z) \left[(1 - \bar{z}_1 z)^{-1} (z - z_1) \right])^{-1} \quad (3)$$

Заметим, что из тождества

$$\begin{aligned} I^{(m)} - \omega_1(z) \left[(1 - \bar{z}_1 z)^{-1} (z - z_1) \right] (\omega_1(z) \left[(1 - \bar{z}_1 z)^{-1} (z - z_1) \right])^* = \\ = \omega_1(z) \left(1 - (1 - \bar{z}_1 z)^{-1} (z - z_1) \overline{(1 - \bar{z}_1 z)^{-1} (z - z_1)} \right) \omega_1^* + (I^{(m)} - \omega_1 \omega_1^*) \end{aligned}$$

и из свойства автоморфизмов τ следует, что если $\omega_1^{(0)} \in \tau$ и $\omega_1(z) \in B'$, то матрица-функция $\omega(z)$ определенная формулой (3) также принадлежит к классу B' , причем $\omega(z_1) = \omega_1^{(0)}$. Таким образом если $I^{(m)} - \omega_1^{(0)}(\omega_1^{(0)})^* > 0$, то каждая матрица-функция $\omega(z)$ определяемая формулой (3), где $\omega_1(z) \in B'$, является решением данной задачи.

При $n > 1$ снова воспользуемся формулой (2). Если

$$I^{(m)} - \omega_1^{(0)}(\omega_1^{(0)})^* = 0$$

то как упомянуто выше $\omega(z) \equiv \omega_1^{(0)}$; эта матрица-функция удовлетворяет остальным условиям тогда и только тогда, когда $\omega_1^{(0)} = \omega_2^{(0)} = \dots = \omega_n^{(0)}$.

Если $I^{(m)} - \omega_1^{(0)}(\omega_1^{(0)})^* > 0$, то вопрос о существовании искомой матриц-функций $\omega(z)$ посредством (2) сводится к вопросу о существовании матриц-функций $\omega_k(z) \in B'$, принимающей в различных точках

$$z_k, \quad k=2,3,\dots,n \quad (4)$$

соответствующие значения

$$\omega_k(z_k) = \omega_k^1 = (I^{(m)} - \omega_k^{(0)}(\omega_1^{(0)})^*)^{-1}(\omega_k^{(0)} - \omega_1^{(0)}) \left[(1 - \bar{z}_1 z_k)^{-1} (z_k - z_1) \right]^{-1} \quad (5)$$

Если $\omega_1(z)$ произвольная матрица-функция такого рода, то (2) определяет все возможные решения $\omega(z)$ нашей задачи в классе B' .

Лемма 1. Для того чтобы существовала матрица-функция $\omega(z) \in B'$, принимающая значения $\omega_1^{(0)}, \omega_2^{(0)}, \dots, \omega_n^{(0)}$ в отличных друг от друга точках $z_1, z_2, \dots, z_n$ из D , необходимо достаточно выполнение одного из следующих двух условий:

$$\begin{aligned} \text{либо } I^{(m)} - \omega_1^{(0)}(\omega_1^{(0)})^* &= 0, \quad \omega_1^{(0)} = \omega_2^{(0)} = \dots = \omega_n^{(0)}, \\ \text{либо } I^{(m)} - \omega_1^{(0)}(\omega_1^{(0)})^* &> 0, \end{aligned}$$

причем существует матрица-функция $\omega_1(z) \in B'$, принимающая данные значения (5) в $n-1$ точках (4). Теперь мы имеем рекуррентный метод для решения задачи в классе B' в общем случае, так как задача интерполяции в n точках сведена к задаче интерполяции в $n-1$ точках, а задача интерполяции в одной точке уже решена.

Введем обозначения, естественно обобщающие (2) и (5):

$$\begin{aligned} \omega_\nu(z) &= (I^{(m)} - \omega_{\nu-1}(z)(\omega_{\nu-1}^{(\nu-1)})^*)^{-1}(\omega_{\nu-1}(z) - \omega_{\nu-1}^{(\nu-1)})[(1 - \bar{z}_\nu z)^{-1}(z - z_\nu)]^{-1}, \\ \omega_0(z) &= \omega(z). \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \omega_k^{(\nu)} = \omega_\nu(z_k) &= (I^{(m)} - \omega_k^{(\nu-1)}(\omega_k^{(\nu-1)})^*)^{-1}(\omega_k^{(\nu-1)} - \omega_k^{(\nu-1)})[(1 - \bar{z}_\nu z_k)^{-1}(z_k - z_\nu)]^{-1}, \\ k &= \nu+1, \nu+2, \dots, n \end{aligned} \quad (7)$$

Решение задачи в общем случае выражается в следующей форме.

Лемма 2. Для того чтобы существовала матрица-функция $\omega(z) \in B'$, принимающая значения $\omega_1^{(0)}, \omega_2^{(0)}, \dots, \omega_n^{(0)}$ в отличных друг от друга точках $z_1, z_2, \dots, z_n$ лежащих в D , необходимо и достаточно выполнение одного из следующих двух условий:

$$\begin{aligned} \text{либо } I^{(m)} - \omega_1^{(0)}(\omega_1^{(0)})^* &> 0, \quad \dots, \quad I^{(m)} - \omega_\mu^{(\mu-1)}(\omega_\mu^{(\mu-1)})^* > 0, \\ I^{(m)} - \omega_{\mu+1}^{(\mu)}(\omega_{\mu+1}^{(\mu)})^* &= 0, \quad \omega_{\mu+1}^{(\mu)} = \omega_{\mu+2}^{(\mu)} = \dots = \omega_n^{(\mu)}; \quad (I) \\ \text{либо } I^{(m)} - \omega_1^{(0)}(\omega_1^{(0)})^* &> 0, \quad \dots, \quad I^{(m)} - \omega_n^{(n-1)}(\omega_n^{(n-1)})^* > 0. \quad (II) \end{aligned}$$

Из формулы (6) и (7) следует что в случае (I) матрица - функция $\omega(z)$ является рациональной матрицей функции степени, в точности равной μ , и не меньшей. Лемма 2 допускает прямое обобщение на случай, когда множество заданных точек $z_1, z_2, \dots, z_n, \dots$ из D бесконечно.

Лемма 3. Для того чтобы существовала матрица-функция $\omega(z) \in B'$, принимающая значения $\omega_1^{(0)}, \omega_2^{(0)}, \dots, \omega_n^{(0)}, \dots$ в отличных друг от друга точках $z_1, z_2, \dots, z_n, \dots$ лежащих в D , необходимо и достаточно выполнение одного из следующих двух условий:

$$\begin{aligned} \text{либо } I^{(m)} - \omega_1^{(0)}(\omega_1^{(0)})^* &> 0, \quad \dots, \quad I^{(m)} - \omega_\mu^{(\mu-1)}(\omega_\mu^{(\mu-1)})^* > 0, \\ I^{(m)} - \omega_{\mu+1}^{(\mu)}(\omega_{\mu+1}^{(\mu)})^* &= 0, \quad \omega_{\mu+1}^{(\mu)} = \omega_{\mu+2}^{(\mu)} = \dots; \quad (I) \\ \text{либо } I^{(m)} - \omega_1^{(0)}(\omega_1^{(0)})^* &> 0, \quad I^{(m)} - \omega_2^{(1)}(\omega_2^{(1)})^* > 0, \quad \dots \quad (II) \end{aligned}$$

В случае (I), $\omega(z)$ - рациональная матрица-функция степени не выше μ .

Условия леммы необходимы, так как если существует матрица-функция $\omega(z)$ теоремы, то существует для любого n и матрица-функция $\omega(z)$ леммы 2, так что условия леммы 2 выполняются для любого n . Условия теоремы достаточны, так как если они удовлетворены, то удовлетворены и условия леммы 2 для любого значения n . Обозначим через $U_n(z) = (u_{i,j}^{(n)}(z))$ матрицу-функцию из B' , принимающую значения $\omega_1^{(0)}, \omega_2^{(0)}, \dots, \omega_n^{(0)}$ в отличных друг от друга точках $z_1, z_2, \dots, z_n$. Так как $U_n(z) \in B'$, то очевидно, для любого значения $z \in D$ верно $\sum_{i,j=1}^m |u_{i,j}^{(n)}(z)|^2 \leq m$, т.е. матрицы-функции $U_n(z)$ равномерно ограничены и образуют нормальные семейства матриц-функций в D : любая предельная матрица-функция удовлетворяет условиям интерполяции во всех точках $z_1, z_2, \dots, z_n, \dots$, в виду равномерной сходимости в D и является матриц-функцией класса B' . Лемма 3. доказана полностью.

Теперь мы можем сформулировать утверждение которое дает решение интерполяционную задачу Неванлинны-Пика в классе B .

Теорема. Для того чтобы существовала матрица-функция $W(Z) \in B$, принимающая значения $W_1, W_2, \dots$ в отличных друг от друга матрицах $Z_1, Z_2, \dots$ лежащих в τ , необходимо и достаточно выполнение одного из следующих двух условий:

либо

$$I^{(m)} - W_1 W_1^* > 0, I^{(m)} - W_2^{(1)} (W_2^{(1)})^* > 0, \dots, I^{(m)} - W_{\mu}^{(\mu-1)} (W_{\mu}^{(\mu-1)})^* > 0, \quad (I)$$

$$I^{(m)} - W_{\mu+1}^{(\mu)} (W_{\mu+1}^{(\mu)})^* = 0, W_{\mu+1}^{(\mu)} = W_{\mu+2}^{(\mu+1)} \dots$$

либо

$$I^{(m)} - W_1 W_1^* > 0, I^{(m)} - W_2^{(1)} (W_2^{(1)})^* > 0, \dots \quad (II)$$

В случае (I), $W(Z)$ - рациональная матрица-функция степени не выше μ .

Действительно, при условии теоремы, из леммы 3 вытекает что, всякая голоморфная в D матрица-функция $\omega(z)$ вида

$$\omega(z) = A_0 + A_1 z + A_2 z^2 + \dots$$

принадлежит классу B' и удовлетворяют интерполяции во всех точках $Z_1, Z_2, \dots$. Тогда определена голоморфная в τ матрица-функция $W(Z)$ вида

$$W(Z) = A_0 + A_1 Z + A_2 Z^2 + \dots$$

Так как $\omega(z): D \rightarrow \tau$, то

$$W^*(Z)W(Z) = \frac{1}{4\pi^2} \int \int_{\partial D \times \partial D} (\bar{z} I^{(m)} - Z^*)^{-1} W^*(z) W(z) (z I^{(m)} - Z)^{-1} d\bar{z} dz < I^{(m)}$$

при $Z \in \tau$. В силу свойства б) имеем $W(Z) \in B$. Теорема доказана.

Литература

1. Хуа Ло-кен. Гармонический анализ функций многих комплексных переменных в классических областях. -М.: Издательство ИЛ. 1959.-С.163.
2. Неванлинна Р. Однозначные аналитические функций. -М.: Гостехиздат. 1941, -С.388.

РЕЗЮМЕ

Маколада матрицавий соҳада Неванлинн-Пик масаласи B синфга тегишли матрица-функция учун қаралиб, ечим олинган.

РЕЗЮМЕ

В данной статье рассмотрена задача Неванлинны-Пика в матричной области для матриц-функций класса B и получено решение задачи.

SUMMARY

The article deals with the Nevalinna-Pick problem in the matrix domain for the B class matrix functions and a solution is obtained to the problem.

KOMPYUTER GRAFIKASINI O'RGATISHDA AMALIY DASTUR ISHLAB CHIQISH

N.U.O'razboyev – assistant o'qituvchi

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Nukus filiali

U.A.Madaminov – assistant o'qituvchi

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Urganch filiali

M.A.Avezov – assistant o'qituvchi

O.I.Ounnazarov – assistant o'qituvchi

Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti

Tayanch so'zlar: dasturlash, android, foydalanuvchilar, IOS, professional, developers, elektron qurilmalar.

Ключевые слова: программирование, android, пользователи, IOS, специалист, разработчики, электронные устройства.

Key words: programming, android, users, iOS, professional, developers, electronic devices.

Kompyuter grafikasi zamonaviy axborot texnologiyalarining biri bo'lib, u shiddat bilan rivojlanib borayotgan vo'nalishlardan biri. Bunday rivojlanish texnika sohasida ham, dasturiy vositalar sohasida ham amalga oshirilmoqda. Ular videofilm, multimedik mahsulotlar, harakatlanuvchi tasvirlarni yaratishga imkon beradi. Bunday dasturiy mahsulotlar reklamalar ishlab chiqaruvchi vositalar hisoblanib, san'at va multimediv texnologiyasi sohaslarida qo'llaniladi. Bundan tashqari namovish grafikasiga, geometrik modellashirishga, grafik interfevslarni loyihalashga, animatsiyaga va ko'zga ko'rinvchi (visual) harakatli obyektlarni yaratishga katta e'tibor berilmoqda.

Umumiv holda kompyuter grafikasidagi tasvirlar ikki xil ko'rinishda: ikki o'lchovli voki uch o'lchovli shakllarda bo'ladi. Ikki o'lchovli grafikaning dasturiy ta'minoti (X,Y)

koordinatalari tizimida yuza tasvirini hosil qiladi va u 2D ko'rinishidagi tasvir deb nomlanadi.

Uch o'lchovli grafikaning dasturiy ta'minoti tekis ekranda (X, Y, Z) (3D) koordinatalari tizimida tasvirlarni hosil qilish imkonini beradi.

Mukammallashtirilgan grafik imkoniyatlarga ega bo'lgan dasturiy vositalar nafaqat ekranda berilganlarni aks ettirish usulini tanlashga, shuningdek, tasvirning ekrandagi elementlari o'lchamlarini, holatini o'zgartiradi, bir joydan ikkinchi joyga ko'chiradi va shu'nga o'xshash ishlarni ham bajaradi.

Uch o'lchovli grafika kompyuter grafikasi tarkibiga kiruvchi eng murakkab va keng qamrovli vonalishdir. Uch o'lchovli grafika bilan ishlovchi foydalanuvchi loyihalash, obektlarni ko'chirish, tovush va namoyish effektlardan foy-