

Хулоса килиб айтаганда, ақлли светофорлар ўзгарувчан тирбандлик ҳолатига мослашади. Транспортнинг келиши тўғрисидаги қирувчи маълумотларга асосланиб, дастур маълум бир вақтда транспортнинг қайси йўналишда кўпроқ ўтиши кераклигини ҳал қилади. Норавадан бошқарув тизими

транспортнинг кутиш вақти ва чорраҳанинг ҳар бир томонида пайдо бўладиган навбат узунлиги бўйича юқори ўтказувчанликни таъминлайди. Қисқа кутиш вақти нафақат ёқилги тежашга ҳисса қўшади, шуниндек атроф-муҳит ифлосланишини камайиши ҳисобига шаҳардаги экологик ҳолат анча яхшиланади.

Адабиётлар

1. [Капский Д.В., Навой Д.В., Пегин П.А.](#) Разработка модели транспортных потоков на улично-дорожной сети города <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2019-18-1-47-54>
2. Распоряжение Федерального дорожного агентства от 27 февраля 2013г. №236-р «Об издании и применении ОДМ 218.6.003-2011 «Методические рекомендации по проектированию светофорных объектов на автомобильных дорогах»: [Электронный ресурс], режим доступа URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200098292>
3. Макарова И.В., Хабабуллин Р.Г., Шубенкова К.А. Совершенствование управления транспортными потоками города с использованием имитационного моделирования // 4-я Всероссийская научно-практическая конференция по имитационному моделированию ИММОД 2009 / С.-П., 2009
4. Murat Y.S., A New Approach for Fuzzy Traffic Signal Controls. / Y.S.Murat, E.Gedizlioglu. – Turkey: Pamukkale University, 2011. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.iasi.cnr.it/ewgt/13conference/31_murat.pdf
5. Перат А., Нечеткое моделирование и управление: учеб. пособие / А.Перат. – М.: «Бином», 2013. –С. 798.
6. Nellore K., A Survey on Urban Traffic Management System Using Wireless Sensor Networks / K. Nellore, G. P. Hancke. Pretoria: University of Pretoria, 2016. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.mdpi.com/1424-8220/16/2/157/pdf>
7. Ge, Y. A Two-Stage Fuzzy Logic Control Method of Traffic Signal Based on Traffic Urgency Degree / Qingdao: Qingdao University of Science and Technology, 2014. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.hindawi.com/journals/mse/2014/694185/>
8. Алтунин А.Е., Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях: учеб. пособие / А.Е. Алтунин, М.В. Семухин. — Т.: Издательство Тюменского гос. ун-та, 2009. —С. 352.

РЕЗЮМЕ

Шаҳар чорраҳаларида светофорни бошқариш йўл тармоғи самарадорлигини ошириш ва тирбандликни бартараф этишниги муҳим усули ҳисобланади. Ушбу мақола норавадан мантиқ технологиясига асосланган ақлли светофор бошқарувчисини лойиҳалаш ва амалга оширишга бағишланган.

РЕЗЮМЕ

Регулировка светофоров на городских перекрестках - важный метод повышения эффективности дорожной сети и уменьшения заторов на дорогах. В данной статье рассматривается разработка и реализация интеллектуального контроллера светофоров на основе технологии нечеткой логики.

SUMMARY

City intersection traffic signal control is an important method to improve the efficiency of road network and alleviate traffic congestion. This paper addresses the design and implementation of an intelligent traffic lights controller based on fuzzy logic technology.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ МАТЕРИАЛА СОЛНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА С НАНО РАЗМЕРНЫМИ ГЕТЕРО ПЕРЕХОДАМИ ПО ЕГО СВЕТОВОЙ ВОЛЬТАМПЕРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ

Э.З.Имамов – доктор физико-математических наук, профессор

Х.Н.Каримов – младший научный сотрудник

Ташкентский университет информационных технологий

Р.А.Муминов – доктор физико-математических наук, академик

Физико-технический институт, НПО «Физика-Солнце» АН РУз

М.А.Аскарров – докторант

Каракалпакский государственный университет имени Бердаха

Таянч сўзлар: эквивалент схемаси, фототок, турлантирғич, вольт ампер характеристикаси.

Ключевые слова: эквивалентная схема, световой ток, преобразователь, вольтамперная характеристика.

Key words: equivalent circuit, light current, converter, voltage characteristic.

Введение. В работе проводится оптимизация параметров материала солнечного элемента с нано размерными гетеро переходами (СЭ с НРП) по световой вольтамперной характеристике (СВАХ). Особенностью исследований является то, что нано размерные гетеро переходы созданы на поверхности подложки из технического кремния. Обычно, для преобразования солнечного излучения в электричество эта модификация кремния практически не используется. Однако, в наших предыдущих работах [1-4]

- подробно обоснован выбор технического кремния (после дополнительного нано технологического воздействия) в качестве подложки солнечного элемента,
- рассмотрена технология создания на его поверхности гетеро контактных структур,
- определены требования, предъявляемые к контактирующим материалам,
- оценены условия, при которых эффективность солнечного элемента с нано размерными гетеро переходами, будет соизмерим с эффективностью традиционных солнечных элементов на основе кристалли-

ческой модификации кремния.

Солнечный элемент с нано размерными гетеро переходами создается в соответствии с физическим явлением самоорганизации [5,6], которое сопровождается естественным ростом на поверхности полупроводника «островков» нано включений с последующим формированием на их основе нано гетеро эпитаксиальных систем. В работе [7] показано, что халкогениды свинца по кристаллической структуре близки к монокристаллам кремния и способны на поверхности солнечного элемента, на основе явления самоорганизации создавать нано размерные гетеро контактные системы. Исследование структуры реального однородного технического кремния [8] показало наличие в нем таких кристаллических участков в малых пропорциях (в пределах одного процента и даже меньше).

Анализ оптических свойств солнечного элемента со многими нано размерными гетеро переходами. Как показано в работе [9] световая вольтамперная характеристика одиночного нано размерного гетеро перехода, степень кристалличности р- и п- областей которого

близки друг другу, можно рассматривать в модели идеального диода (как это принята в работах [10-12]) обычно с самостоятельным «генератором» G светового тока I_L (см. рис.1).

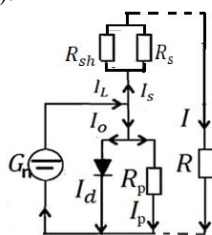


Рис.1. Эквивалентная схема одного солнечного элемента с нано размерным гетеро переходом.

При исследовании оптических свойств солнечного элемента с многими нано размерными гетеро переходами (на квадратном сантиметре до нескольких сотен миллионов) его будем рассматривать в виде электрической цепи из n параллельно соединенных друг с другом одиночных и однородных контактных структур (см. рис.2) [13,14].

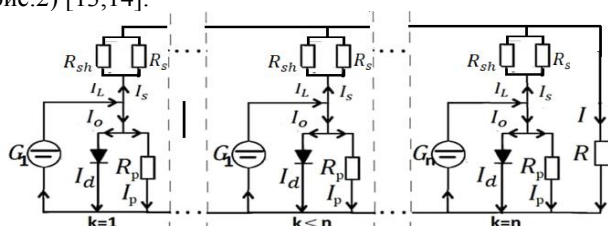


Рис.2. Эквивалентная схема солнечного элемента со многими нано размерными гетеро переходами.

В этой электрической цепи солнечного элемента со многими нано размерными гетеро переходами ток I через внешнюю нагрузку R формируется за счет самостоятельного источника электродвижущей силы $\mathcal{E}$ (или функции генератора G светового тока I_L) из независимых и идентичных микро токов каждого из них I_s . Поэтому этот ток можно представить в виде алгебраической суммы n независимых микро токов I_s ($I_d = I_{oo} \cdot (e^{\alpha U_p} - 1)$ - диодный ток):

$$I = n \cdot I_s = n \cdot \left(I_L - I_d - \frac{U_p}{R_p} \right).$$

Наличие в формуле очень больших и трудно определяемых параметров n и R_p (R_p - внутреннего параллельного сопротивления диода), осложняет исследование вольтамперной характеристики солнечного элемента с нано размерными гетеро переходами. Это осложнение, однако, устраняется заменой их на два легко экспериментально измеряемых максимальных величин световой вольтамперной характеристики: I_{sc} - тока короткого замыкания солнечного элемента ($I_{sc} = n \cdot I_L$) и U^* - величины его напряжения холостого хода.

В итоге для вольтамперной характеристики солнечного элемента с нано размерными гетеро переходами получим соотношение:

$$I = I_{sc} \cdot \left[1 - \frac{U_p}{U^*} + \frac{I_d^*}{I_L} \cdot \left(\frac{U_p}{U^*} - \frac{I_d}{I_d^*} \right) \right].$$

Соответственно, P - мощность солнечного элемента с n независимыми одиночными нано размерными гетеро контактными структурами определяется произведением текущего тока $I = n \cdot I_s$ на текущее напряжение U_p , то есть $P = I \cdot U_p = n \cdot I_s \cdot U_p$.

Введя ряд удобных коэффициентов:

$$\gamma = \frac{I_{oo}}{I_L} \quad \alpha = \frac{e}{A \cdot k \cdot T} \quad \Omega = \frac{1 + \gamma}{\gamma} \quad a = \frac{e^{\tau} - \Omega}{\Omega} > 0$$

$$\tau = \alpha \cdot U^* \quad e^{\alpha \cdot U^*} = e^{\tau} \quad e^{\alpha \cdot U_p} = e^{\tau y} \quad \frac{I_L}{I_s} = \frac{I_{sc}}{I_s} = 1$$

$$f = \frac{I}{I_{sc}} \quad y = \frac{U_p}{U^*} \quad \Psi = \frac{P}{U^* \cdot I_{sc}} = \frac{U_p \cdot I_s}{U^* \cdot I_{sc}} = y \cdot f$$

а также поделив текущие U_p , и I на соответствующие граничные величины U^* и I_{sc} , полученные соотношения удобно представить в нормированном и безразмерном виде:

$$f = \frac{\Omega \cdot (1 + ay) - e^{y\tau}}{\Omega - 1} \quad \text{- СВХХ} \quad (1)$$

$$\Psi = \frac{P}{U^* \cdot I_{sc}} = y \cdot f = \frac{y}{\Omega - 1} \cdot [\Omega \cdot (1 + ay) - e^{y\tau}] \quad \text{- мощность СЭ с НРГП} \quad (2)$$

Параметры максимума мощности солнечного элемента. Главными показателями эффективности солнечного элемента являются параметры максимума мощности: I_m , P_m и U_m (или в безразмерном и нормированном виде Ψ_m , f_m и y_m). Найдя напряжение этого максимума y_m , по формулам (1) и (2) находится f_m и Ψ_m . Положение максимума определяется из условия

равенства нулю $\frac{dP}{dU_p}$ - первой производной от мощности солнечного элемента по напряжению U_p (или в

безразмерной форме $\frac{d\Psi}{dy}$). Оно однозначно определяет y_m :

$$e^{y_m \tau} = \frac{\Omega (1 + 2 \cdot y_m \cdot a)}{1 + \tau \cdot y_m}. \quad (3)$$

Решив его, определяется y_m , а затем f_m и Ψ_m (или U_m , I_m и P_m). В безразмерном виде результат имеет вид:

$$\Psi_m = f_m \cdot y_m \quad y_m \quad f_m = \frac{y_m \cdot \Omega}{\Omega - 1} \cdot \frac{\tau + a(\tau \cdot y_m - 1)}{1 + \tau \cdot y_m}. \quad (4)$$

Мощность солнечного элемента, деленная на $I_{sc} \cdot U^*$, определяет его КПД - коэффициент полезного действия $\eta = \frac{P}{I_{sc} \cdot U^*}$, который в безразмерной фор-

ме совпадает по определению с нормированной мощностью и имеет вид:

$$\eta = y \cdot f = \frac{P}{I_{sc} \cdot U^*} = \frac{y}{\Omega - 1} \cdot [\Omega \cdot (1 + ay) - e^{\tau y}]. \quad (5)$$

В точке максимальной мощности коэффициент полезного действия в безразмерной форме равен:

$$\eta_m = \frac{y_m^2 \cdot \Omega}{\Omega - 1} \cdot \frac{\tau + a(\tau \cdot y_m - 1)}{1 + \tau \cdot y_m}. \quad (6)$$

Физический смысл введенных приближений. При выводе (1) и (2) приняты ряд физически обоснованных модельных требований:

- Ток через внешнюю нагрузку формируется во многих параллельно соединенных, независимых и одиночных контактных структурах.

- Ток определен просто как алгебраическая сумма идентичных микро токов от каждой ячейки эквивалентной схемы.

- Экспериментально измеряемые параметры вольт-амперной характеристики (ток короткого замыкания, напряжение холостого хода) считаются известными и вводятся как расчетные параметры.

- Ток через внешнюю нагрузку во всем диапазоне изменения напряжений считается положительным.

- Мощность всей электрической цепи солнечного элемента с нано размерными гетеро переходами при граничных параметрах ($y = 0$ и $y = 1$) равна нулю. С ростом y (напряжения) увеличивается от нуля до некоторого максимума Ψ_m (при некотором токе f_m и напряжении y_m). Затем она быстро уменьшается до нуля при $y = 1$ (или $U_p = U^*$).

Анализ полученных результатов. Анализ полученных результатов показывает, что величина максимальной мощности коэффициент полезного действия существенно определяется параметрами солнечного элемента с нано размерными гетеро переходами: Ω , τ и соотношением между ними.

Из трансцендентного уравнения (3) следует, что левая растущая экспоненциальная часть $e^{\tau y}$ равняется правой, асимптотически уменьшающейся относительно y_m части: $\frac{\Omega(1 + 2y_m a)}{1 + \tau y_m}$. Но из (1) следует, что во

всем интервале изменения напряжения от 0 до U^* ($y \leq 1$), величина нормированного тока f должна быть положительной. А это возможно при условии $e^{\tau y} > \Omega$, которое гарантированно выполняется вблизи границы $y \leq 1$. Отметим, что $e^{\tau y}$ и Ω сами по себе большие, но достаточно близкие друг другу числа.

Поскольку $\Omega > 1$ и $a = \frac{e^{\tau}}{\Omega} - 1$, то убывание правой

части (3) возможно при $\frac{1 + 2y_m a}{1 + \tau y_m} < 1$. Сочетание всех

этих условий: $e^{\tau y} > \Omega$, $\Omega > 1$, $\frac{1 + 2y_m a}{1 + \tau y_m} < 1$ и

$2a < \tau$, позволяет получить соотношение связывающее Ω , τ и y в обобщенном виде:

$$e^{\tau y} > \Omega > \frac{2e^{\tau}}{2 + \tau}. \quad (7)$$

Из этого неравенства следует, что наибольшая эффективность солнечного элемента с нано размерными гетеро переходами проявляется, когда

$$\Omega = \frac{I_L}{I_{oo}} + 1 \geq \frac{2 \cdot e^{\frac{e \cdot U^*}{A \cdot k \cdot T}}}{2 + \frac{e \cdot U^*}{A \cdot k \cdot T}} = \frac{2 \cdot e^{\tau}}{2 + \tau}. \quad (8)$$

Из условия $\Omega \geq \frac{2e^{\tau}}{2 + \tau}$ следует, что величина максимального напряжения U_m должна быть близка к граничному напряжению U^* , то есть $U_m \leq U^*$.

Именно при одновременном выполнении неравенств (7) и $U_m \leq U^*$ возможно достижение максимальное значение η_m - показателя эффективности солнечного элемента с нано размерными гетеропереходами.

Перечислим ряд комбинаций чисел $\Omega = 1 + \frac{I_L}{I_{oo}}$ и $e^{\tau} = e^{\frac{e \cdot U^*}{A \cdot k \cdot T}}$, подстановка которых в (6) дадут высокую эффективность солнечного элемента с нано размерными гетеро переходами. При этом для определения высокой эффективности необходимо чтобы e^{τ} и Ω были практически близки друг другу по величине, несмотря на условие $e^{\tau} > \Omega$.

$\Omega = 8$ и $e^{\tau} = 10$; $\Omega = 21$ и $e^{\tau} = 24$; $\Omega = 51$ и $e^{\tau} = 56$; $\Omega = 101$ и $e^{\tau} = 111$; $\Omega = 201$ и $e^{\tau} = 203$

Заключения. Определены оптимальные соотношения параметров солнечного элемента с нано размерными гетеро переходами обеспечивающие максимальной мощности коэффициент полезного действия. Из полученных соотношений следует, что солнечный элемент с нано размерными гетеро переходами можно построить таким образом, что его эффективность будет иметь всегда требуемый высокий уровень. Показано, что такая управляемая ситуация возможна применительно к солнечному элементу с нано размерными р-п переходами, созданные в силу явления самоорганизации на подложке из технического кремния. Подобные солнечные элементы могут способствовать повышению эффективности гелиоэнергетики, формированию высоко эффективных, дешевых фото преобразователей.

Благодарности. Авторы благодарны академику Р.А.Захидову и профессорам М.Н.Турсунову, К.А.Исмаилову за стимулирующее обсуждение полученных результатов.

Работа выполнена в рамках двух проектов Программы фундаментальных исследований: ФА-ФЗ-004 «Изучение фундаментальных новых физических моделей, механизмов, способов» и № БВ-ФЗ-005 «Теоретические исследования параметров солнечного элемента и влияний нано технологической обработки его поверхности на повышение эффективности гелиоэнергетики».

Литература

1. Джалалов Т.А., Имамов Э.З., Муминов Р.А., Рахимов Р.Х. // Computational nanotechnology. Выпуск №1, -С. 155-167, 2018.
2. Имамов Э.З., Муминов Р.А., Джалалов Т.А., Каримов Х.Н., Эргашев Г. //Узбекский физический журнал. №3. -С. 173 -179, 2019.
3. Имамов Э.З., Муминов Р.А. Джалалов Т.А. Каримов Х.Н. //«Физика полупроводников и микроэлектроника». №4 -С.14-21, 2019.
4. Imamov E.Z., Muminov R.A., Rakhimov R.Kh. //Scientific-technical journal (STJ FerPI, 2020, T.24, №5) –P. 31-36, 2020.
5. Haken H. // Synergetics // Springer. -Berlin-Heidelberg: 1997.
6. Леденцов Н.Н., Устинов В.М., Щукин В.А. и др. Гетеро структуры с квантовыми точками: получение, свойства, лазеры. ФТП.1998. Т. 32. №4. -С.385-410.
7. Stancu V., Pentia E., Goldenblum A., Buda M., Iordache G., Botila T. Romanian journal of information science and technology. Vol.10, №1, - P. 53–66, 2007.
8. Раскин А.А., Прокофьева В.К. Технология материалов микро, опто и нано электроники, в двух томах БИНОМ, Лаборатория знаний. –Москва: 2010.
9. Imamov E.Z., Muminov R.A. Rakhimov R.Kh. /Analysis of the efficiency of a solar cell with nano-dimensional hetero transitions. Computational nanotechnology. Выпуск №5, -С.47-56. 2021.
10. Гременок В.Ф., Тиванов М.С., Залесский В.Б. Солнечные элементы на основе полупроводниковых материалов. –Минск: Изд. Центр БГУ, 2007, –С.222.
11. Колтун М.М. Оптика и метрология солнечных элементов. -М.: «Наука», 1984, -С.280.
12. Фаренбрух А., Бьюб Р. Солнечные элементы: теория и эксперимент. - М.: «Энергоатомиздат», 1987. –С. 280.
13. Цой Б. Патент в Евразийском патентном ведомстве. EP2405487 A1. 08.30. 2012.
14. Цой Б. Патент во всемирной организации интеллектуальной собственности. №WO 2011/040838 A2 07. 04.2011.

РЕЗЮМЕ

Нано ўлчамли гетеро ўтишли қуёш элементининг максимал қувватли самарадорлигини таминаладиган параметрларнинг оптимал нисбати аниқланади. Олинган муносабатлардан келиб чиқадики, нано ўлчамли гетеро ўтишли қуёш элементи шундай қурилиши мумкинки, унинг самарадорлигини доим талаб қилинган юқори даражага эга бўлади. Бундай назорат қилинадиган ҳолат техник кремнийдан ясалган тагликда «ўз-ўзини ташкил қилиш» орқали ҳосил қилинган нано ўлчамли р-п ўтишли қуёш элементида бўлиши мумкинлиги кўрсатади.

РЕЗЮМЕ

Определены оптимальные соотношения параметров солнечного элемента с нано размерными гетеро переходами обеспечивающие максимальные мощности коэффициентов полезного действия. Из полученных соотношений следует, что солнечный элемент с нано размерными гетеро переходами можно построить таким образом, что его эффективность будет иметь всегда требуемый высокий уровень. Показано, что такая управляемая ситуация возможна применительно к солнечному элементу с нано размерными р-п переходами, созданные в силу явления самоорганизации на подложке из технического кремния.

SUMMARY

The optimal ratios of the parameters of a solar cell with nano-dimensional hetero transitions that provide maximum power efficiency are determined. It follows from the obtained relations that a solar cell with nano-dimensional hetero transitions can be constructed in such a way that its efficiency will always have the required high level. It is shown that such a controlled situation is possible in relation to a solar cell with nano-dimensional p-n transitions created due to the phenomenon of self-organization on a substrate made of technical silicon.

НЕЛОКАЛЬНАЯ КРАЕВАЯ ЗАДАЧА В ПРЯМОУГОЛЬНОЙ ОБЛАСТИ

Х.Исламов – преподаватель

Термезский филиал ТГРУ имени Низами

Таянч сўзлар: тенглама, бир боғламли чекли соҳа, регуляри ечим узлуксиз функциялар, тривиал ечим, Грин функцияси, Фредгольм интеграл тенгламаси.

Ключевые слова: уравнение, односвязная область, регулярные решения, непрерывные функции, тривиальные решения, функция Грина, интегральные уравнения Фредгольма.

Key words: equation, one bounded boundary section, regular solution, continuous functions, trivial solution, Grin function, Fredholm integral equation.

Рассмотрим уравнение

$$\frac{\partial}{\partial x}(u_{xx} + u_{yy}) + c(x, y)u = 0. \quad (1)$$

Пусть D конечная односвязная область ограниченная при $x > 0, y > 0$ точками $A(l, 0)$ и $B(0, h)$ соответственно оси OX и OY .

$$D = \{(x, y): 0 < x < l, 0 < y < h\}.$$

В области D для уравнения (1) исследуем следующую задачу.

Задача. Найти функцию $u(x, y)$ обладающую следующими свойствами:

$$1) u(x, y) \in C^1(\overline{D}) \cap C^3(D);$$

2) Функция $u(x, y)$ является регулярным решением уравнения (1);

3) $u(x, y)$ удовлетворяет краевым условиям:

$$u(0, y) = \varphi_1(y), u(l, y) = \varphi_2(y), 0 \leq y \leq h \quad (2)$$

$$u(x, 0) = \psi_1(x), u(x, h) = \psi_2(x), 0 \leq x \leq l \quad (3)$$

$$u_x(0, y) = \lambda u_2(l, y), \quad (4)$$

где $\varphi_1(y), \varphi_2(y), \psi_1(x), \psi_2(x)$ – заданные непрерывные функции, причём,
 $\varphi_1(0) = \psi_1(0), \varphi_1(h) = \psi_2(0), \varphi_2(h) = \psi_2(l),$
 $\psi_1(0) = \lambda \psi_1(l), \psi_2(0) = \lambda \psi_2(l).$

Теорема 1.: Если выполнены условия

$C(x, y) \leq 0, \quad \lambda < 1$, тогда в области D существует единственное решение задачи (1)–(4). [1]

Доказательство: Пусть задача (1)–(4) имеет два решения $u_1(x, y)$ и $u_2(x, y)$. Тогда

$$u(x, y) = u_1(x, y) - u_2(x, y).$$

$f(x, y) \equiv 0, \quad \varphi_i(y) = \psi_i(x) = 0 \quad (i=1,2).$ Тогда уравнения (1) удовлетворяет тривиальные граничные условия

$$u(0, y) = 0, \quad u(l, y) = 0 \quad (5)$$

$$u(x, 0) = 0, \quad u(x, h) = 0, \quad u_x(0, y) = \lambda u_x(l, y) \quad (6)$$

Задача (1)–(6) имеет $u = 0$ тривиальные решения. Умножим уравнения (1) на $u(x, y)$ интегрируя в области D получим [2].