



МІНІСТЕРСТВО
ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ



М.З.Н.

United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization

Мала академія наук
України під егідою
ЮНЕСКО



Національний
технічний університет
ДНІПРОВСЬКА
ПОЛІТЕХНІКА
1899



Міністерство освіти і науки України
Національна академія наук України
Національний центр «Мала академія наук України»
Національний університет
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Київський національний університет
будівництва і архітектури
Національний університет «Запорізька політехніка»
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»
Національний університет «Львівська політехніка»

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

**ХVІІІ МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«АКАДЕМІЧНА Й УНІВЕРСИТЕТСЬКА
НАУКА: РЕЗУЛЬТАТИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ»**

09 – 12 грудня 2025 року
Полтава

тонкого скін-шару, різниця між типом провідності поверхні та об'єму зникає.

На рис. 2. наведено розрахунок глибини утворення УХ в індії, $Cd_{1-x}Hg_xTe$ ($x = 0,7-0,8$) і $CdTe$ в залежності від густини енергії лазерного імпульсу. R - коефіцієнт відбиття. Як видно із кривих на рис. 2, можна локально впливати на дефектну підсистему на різній глибині напівпровідника, а також підбором товщини кристалів можна уникнути утворення УХ в об'ємі. Встановлено, що в області утворення та поширення УХ утворюється безліч точкових дефектів, які можуть виступати в ролі донорів і/або акцепторів.

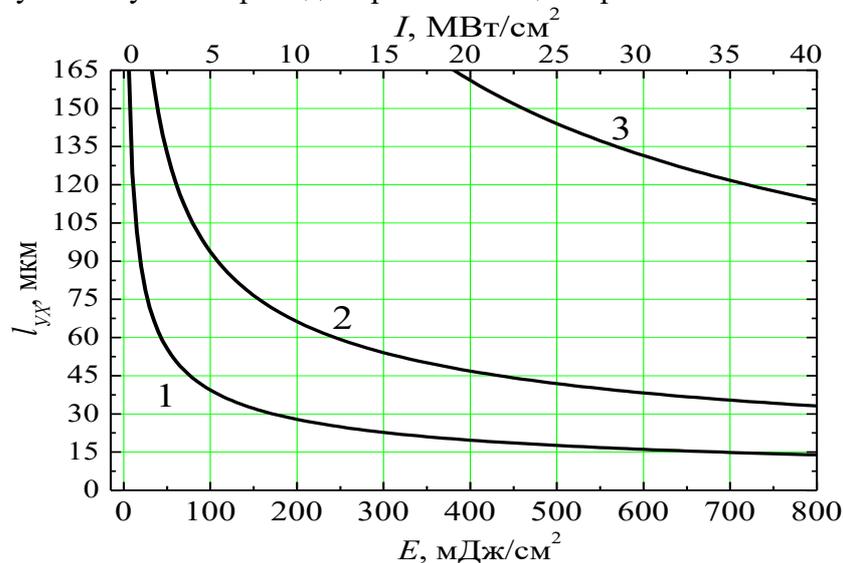


Рис. 2. Глибина утворення УХ в In (1), $Cd_{1-x}Hg_xTe$ (2) та $CdTe$ (3) в залежності від густини енергії імпульсу ($\tau_{имп} = 20$ нс) рубінового ($\lambda = 694$ нм) лазера. Для індію $R = 0,9$, для $Cd_{1-x}Hg_xTe$ - $R = 0,35$, $CdTe$ - $R = 0,43$.

Опромінення епітаксійних шарів $Cd_{1-x}Hg_xTe$ лазерними імпульсами вище порогу плавлення змінює структуру в об'ємі, а також компонентний склад x в об'ємі. З урахуванням малої глибини проникнення випромінювання рубінового лазера (50-100 нм) у ТР КРТ, важливим є встановлення механізму дії ІЛО в товщині шарів ТР, оскільки виявлені значна зміна x , а, відповідно, точково-дефектної структури відбулися на глибині, більшої за довжину поглинання випромінювання (0,042 мкм) та глибину теплової дифузії $l_T = \sqrt{\chi\tau} = 0,34$ мкм.

Встановлено, що зміна компонентного складу x , а саме локальний масоперенос ртуті у варізонних шарах $Cd_{1-x}Hg_xTe$ на глибинах, що перевищують довжину поглинання випромінювання та теплової дифузії, відбувається за рахунок градієнту тиску ударної хвилі.

УДК 681.513:62-58

СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ ІНЖЕНЕРНИМИ МЕРЕЖАМИ

Лєві Л.І.

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

levili@ukr.net

Концептуально статистичний підхід до управління ІМ обумовлений необхідністю створення допустимих умов функціонування окремих споживачів цільового продукту (СЦП), підключених до аналізованої ІМ, в умовах їх режимів споживання, що стохастично змінюються [1, 2]. У реальних ІМ допустимі умови функціонування підключених до них ПЦП можуть бути виконані, якщо в деяких вершинах величини напорів (рівнів) цільового продукту (ЦП) перебувають у певних інтервалах [3, 4]. Такі вершини ІМ назовемо вершинами з керованими напорами (рівнями) ЦП.

Вважатимемо, що у множині всіх вершин аналізованої ІМ виділена підмножина вершин з керованими напорами (рівнями) ЦП. Багато індексів вершин з керованими напорами аналізованої ІС позначимо I . Кожній вершині з індексом i поставимо у відповідність величину напору (рівня) ЦП y_i де $i \in I$. Величини y_i для $\forall i \in I$ у розглянутому підході назвемо керованими змінними. Припустимо, що для кожної вершини з індексом $i \in I$ величина y_i повинна перебувати в інтервалі, визначеному відповідно до нижньої межі y_i^* та верхньої межі y_i^{**} . Формально це твердження має такий вигляд:

$$\forall i \in I, y_i \in [y_i^*, y_i^{**}]. \quad (1)$$

Припустимо, що величини y_i^* і y_i^{**} є відомими для $\forall i \in I$. Зокрема, вони можуть бути визначені, виходячи з функціонального призначення ІМ [3, 4].

Припустимо, що для створення необхідних напорів (рівнів) ЦП аналізована ІМ містить певну множину активних елементів (АЕ). Множину індексів таких АЕ позначимо J . Будемо вважати, що кожен АЕ з індексом j характеризується відповідним параметром x_j , що визначає режим функціонування аналізованого АЕ, при цьому $j \in J$. Змістовно параметром x_j може бути, наприклад, кутова частота, споживана потужність, напруга, струм, а також рівень води водонапірної вежі. Параметри x_j для $\forall j \in J$ назвемо керуючими параметрами аналізованої ІМ. Припустимо, що для кожного АЕ з індексом $j \in J$ величина параметра знаходиться в інтервалі, визначеному відповідно нижньою x_j^* та верхньою x_j^{**} межами. Формально це твердження має такий вигляд:

$$\forall j \in J, x_j \in [x_j^*, x_j^{**}]. \quad (2)$$

Збурювальна дія, що надається на ІМ як об'єкт управління з боку підключених до неї СЦП, характеризуватимемо вектором потоків q , координатами якого є потоки в дугах аналізованої ІМ. Для реальних ІМ $q \in Q$, де Q - область значень вектора потоків q . Припустимо, що в області Q виділена множина класів - підобластей Q_k , при цьому $k \in K$, де K - множина індексів таких класів. Будемо вважати, що для певного індексу $k \in K \forall q \in Q_k$ є близькими в сенсі збурювального впливу, що надається на керовані змінні аналізованої ІМ. Також вважатимемо, що з кожного значення вектора $q \in Q$ однозначно визначається індекс класу $k \in K$, з виконання наступного умови:

$$q \in Q_k, Q_k \subset Q \Rightarrow k \in K. \quad (3)$$

Вважатимемо, що з аналізованої ІМ реалізована процедура формування множини підобластей Q_k в області Q , де $k \in K$. Процедура знаходження індексу класу за умови (3) передбачається відомою та готовою до програмної реалізації.

Аналіз моделей поточкорозподілів у реальних ІМ [3, 4] дозволяє зробити припущення про те, що при певному $k \in K$ кожна керована змінна y_i^k пов'язана з керуючими параметрами наступним співвідношенням:

$$y_i^k = \sum_{j \in J} (a_{ij}^k x_j^2 + b_{ij}^k x_j) + c_i^k. \quad (4)$$

У співвідношенні (4) коефіцієнти a_{ij}^k , b_{ij}^k , c_i^k характеризують взаємозв'язок між певною керованою змінною y_i^k та керуючими параметрами x_j при певному $k \in K$.

На підставі проведеної формалізації поставимо наступну задачу управління ІМ. При певному $k \in K$ необхідно знайти такі значення керуючих параметрів x_j , які задовольняють

системі рівнянь (4), обмежень (1), (2) та мінімізують певну цільову функцію. Вигляд зазначених співвідношень дозволяє зробити висновок, що при певному $k \in K$ поставлена задача є задачею сепарабельного програмування. Для вирішення такої задачі доцільно застосувати метод штрафів і бар'єрів [5, 6].

Література:

1. Everitt, B.S., Landau, S. and Leese, M. (2001) *Cluster Analysis. 4th Edition, Arnold, London.*
2. Літнарівич Р.М. Побудова і дослідження математичної моделі за джерелами експериментальних даних методами регресійного аналізу. Навчальний посібник, МЕТУ, Рівне, 2011. – 140 с.
3. Леві Л.І. *Оперативне управління інженерними мережними системами: Монографія.* – Луганськ: Вид-во СНУ, 2001. – 176 с.
4. Леві Л.І. *Інтелектуальні інформаційні технології в ідентифікації і керуванні складними технічними об'єктами в умовах невизначеності: [монографія].* – Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2021. – 194 с.
5. *Комп'ютерні методи оптимізації в механіці: конспект лекцій / укладачі: А. В. Загоруйко, Д. О. Кайота.* – Суми: Сумський державний університет, 2019. 48 с.
6. Кісельова О.М. *Чисельні методи оптимізації: навч. посіб. / О.М. Кісельова, А.С.Шевельова.* – Д.: Вид-во ДНУ, 2008. – 208 с.

УДК 553.982

ДИНАМІКА ВИСНАЖЕННЯ ГАЗОНОСНОГО ПЛАСТА

Лубков М.В., д. ф.-м. н., с.н.с.

*Полтавська гравіметрична обсерваторія ІГФ НАНУ,
mikhail.lubkov@ukr.net*

В наш час залишаються актуальними проблеми ефективної експлуатації газоконденсатних родовищ [2]. Ці проблеми пов'язані в першу чергу із збереженням газовіддачі пластів, досягненням економічно ефективних способів раціональної експлуатації газоконденсатних покладів. В цій ситуації затребуваними є методи комп'ютерного моделювання продуктивних газоконденсатних пластів [1], тому що вони дозволяють системно відстежувати ситуацію навколо діючих газовидобувних свердловин, отримувати необхідну інформацію для ефективної підтримки стабільного видобутку газоконденсатної сировини. Також вони дозволяють оцінювати і враховувати фільтраційні особливості розглянутого пласта, невизначеності, що виникають внаслідок недостатньої інформації про будову і властивості пласта за межами доступу діючих свердловин. Уся ця інформація може бути отримана порівняно дешевим способом і використана для ефективного аналізу, контролю та раціонального керування процесом експлуатації діючих газовидобувних свердловин. Запропонований в даній роботі комбінований скінчено-елементно-різницький метод розв'язання нестационарної задачі п'єзопровідності для газової фази (задача Лейбензона), з урахуванням неоднорідного розподілу фільтраційних параметрів розглянутого газоконденсатного пласта та параметрів інфільтрації на його границях [3], має добру збіжність та стійкість розв'язків задачі. Тому дозволяє адекватно розрахувати розподіл пластового тиску газу в реальних умовах експлуатації газовидобувних свердловин, що дає ряд переваг у порівнянні з існуючими методами розрахунку процесів газової фільтрації.

В подальшому будемо розглядати продуктивні газонасні пласти, в яких вмістом рідкої фази можна знехтувати. Припускаючи, що середня товщина розглянутого газонасного продуктивного пласта значно менше його горизонтальних розмірів, скористаємось двовимірною ізотропною нестационарною моделлю п'єзопровідності для задачі Лейбензона