

MARCH 2014 VOLUME 12 ISSUE 05

ISSN: 1987-6521, E-ISSN: 2346 - 7541  
REFERRED JOURNAL



# BLACK SEA

SCIENTIFIC JOURNAL OF ACADEMIC RESEARCH

AGRICULTURAL, HISTORICAL, NATURAL SCIENCES & ENGINEERING

Historical & Humanitarian Sciences  
Psychology and Sociology Sciences  
Economic and Social Geography  
Electrical & Electronic Engineering  
Information, Computing and Automation  
Philosophy and Philology Sciences  
Management and Marketing  
Agriculture, Agronomy & Forestry Sciences  
Social Science  
Economic Science  
Pedagogy Science  
Politology

[www.gulustan-bssjar.org](http://www.gulustan-bssjar.org)

An investment in knowledge always pays the best interest.  
Benjamin Franklin

MARCH 2014 VOLUME 12 ISSUE 05

ISSN: 1987 - 6521, E-ISSN: 2346 - 7541  
REFERRED JOURNAL

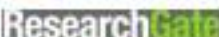


SCIENTIFIC JOURNAL OF ACADEMIC RESEARCH

# BLACK SEA

AGRICULTURAL, HISTORICAL, NATURAL  
SCIENCES & ENGINEERING

Journal indexing



TBILISI, GEORGIA 2014

[www.gulustan-bssjar.org](http://www.gulustan-bssjar.org)

---

## **EDITORIAL BOARD**

**Alexander N. Shendalev**

State Educational Institution of Higher Education. Omsk State Transport University, Associate Professor

**Alexandra V. Gorbenko**

National Transport University. Ukraine. PhD

**Anna Boris Gulyayeva**

Institute of Plant Physiology and Genetics. Kiyev. Ukraine. PhD

**Anna Troeglazova**

East Kazakhstan State University named Sarsen Amanjolov. Kazakhstan. PhD

**Azadeh Asgari**

Asian Economic and Social Society (AESS). Teaching English as a Second Language. Ph.D

**Bogdan Storokha**

Poltava State Pedagogical University. Poltava. Ukraine. PhD

**Catrin Kolesnikova**

Samara Architectural and Constructional University. Russia. PhD

**Dali Sologashvili**

State University named Akaki Tsereteli. Doctor of Economical Sciences. Full Professor

**Zhanna Glotova**

Baltic Federal University named Immanuel Kant. PHD Pedagogical Sciences. Associate Professor.

**Irina V. Larina**

Federal State Educational Institution of Higher Professional Education. Associate Professor

**Klemenova Elena**

South Federal University of Russia. Rostov. Doctor of Pedagogical Sciences. Professor

**Liana Hovelidze-Solomonova**

Rector of high school of "Georgia". Doctor of Economical Sciences. Full Professor

**Mixail Mixail Bogdan**

Institute of Plant Physiology and Genetics. Kiyev. Ukraine. PhD PPG

**Nana Shoniya**

State University of Kutaisi named Akakhi Tsereteli. Doctor of Economical Sciences. Full professor

**Nikolay N. Efremov**

Institute of Humanitarian Research and the Russian Academy of Sciences. Doctor of Philology. Research Associate. Russia

**Olga Feliks Gold**

Ukrainian National University named I.I. Mechnikov. Odessa. PhD

**Sadagat V. Ibrahimova**

Azerbaijan State Oil Academy. Academician Doctor of Economical Sciences. PHD

**Sergey N. Fedorchenko**

Moscow State Regional University of Political Science and Rights. PHD

**Vagif Arzumanli**

Doctor of Philological Sciences. Professor. Institute of Literature. Director of Literary International Relations section of the Azerbaijan National Academy of Sciences.

**Victor F. Stukach**

Omsk State Agrarian University. Doctor of Economical Sciences. Professor

**Yekaterina Y. Yagelskaya**

Donetsk Economic and Rights University. Ukraine. PHD

**UDC: 551.46 (051.4)**

**B-64**

**©Publisher:**

Community of Azerbaijanis living in Georgia. Gulustan-bssjar.

**©Editorial office:**

Isani Samgory area, Varketili 3, III a m/r, building 342, dep. 65, 0163 Georgia, Tbilisi.

Website: [www.gulustan-bssjar.org](http://www.gulustan-bssjar.org)

E-mail: [engineer\\_namik@mail.ru](mailto:engineer_namik@mail.ru) , [gulustan\\_bssjar@mail.ru](mailto:gulustan_bssjar@mail.ru)

**©Typography:**

AZCONCO LTD. Industrial, Construction & Consulting

Registered address: Isani Samgory area, Varketili 3, III a m/r, building 342, dep. 65, 0163 Georgia, Tbilisi.

**Editor-in-chief:** Lienara Adzhyieva. Crimean University for the Humanities. Ukraine. PhD. Associate Professor.

**Head of organization:** Namig Isayev. Doctoral degree candidate.

**Finance manager:** Maia Kapanadze. Doctor of Economical Sciences. Associate Professor.

Reproduction of any publishing of Black Sea Scientific Journal of Academic Research permitted only with the agreement of the publisher. The editorial board does not bear any responsibility for the contents of advertisements and papers. The editorial board's views can differ from the author's opinion. The journal published and issued by Gulustan-bssjar.

## TABLE OF CONTENTS

**Ірина Ксьонжик**

ІНСТИТУЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКИХ ТЕРРИТОРІЙ І СОЦІАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СУБ'ЄКТІВ АГРАРНОГО ГОСПОДАРЮВАННЯ ..... 4

**Хареба Володимир, Стефанюк Світлана**

УРОЖАЙНІСТЬ І ТОВАРНІСТЬ КОРЕНЕПЛОДІВ БУРЯКА СТОЛОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ І СТРОКУ СІВБИ..... 9

**Вадим Головко**

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ РЕГИОНАЛЬНОГО ТЕХНОГЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА В УКРАИНЕ..... 13

**Наталія Коваленко**

НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ УЧЕНЫХ В УСОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СЕВООБОРОТОВ В МИРОВОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ XIX в. .... 18

**Михаил Вайнштейн**

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ТРАНЗИСТОРЫ В КАЧЕСТВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ БОЛЬШИХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ..... 23

**Ігорь Рыхлиевский, Василий Строяновский**

ФЕНОЛОГИЯ КАРТОФЕЛЯ: ПРОТИВОРЕЧИЯ И ДОКАЗАТЕЛЬСТВА..... 30

**Александр Литвиненко, Елена Нечипорук**

МЕТОД ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ С МНОГОУРОВНЕВОЙ СТРУКТУРОЙ..... 36

**Мирослава Бублик**

МОДЕЛЬ ЕКОНОМІЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ ТЕХНОГЕННИХ ЗБИТКІВ В НАЦІОНАЛЬНОМУ ГОСПОДАРСТВІ..... 44

## ІНСТИТУЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ І СОЦІАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СУБ'ЄКТІВ АГРАРНОГО ГОСПОДАРЮВАННЯ

**Ксьонжик Ірина Володимирівна**

кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри бухгалтерського обліку, докторант Миколаївського національного аграрного університету (Україна)

**e-mail:** irina\_kovalenko@meta.ua

### РЕЗЮМЕ

У статті вирішуються завдання, що полягають в обґрунтуванні теоретичного інструментарію для дослідження інституційних змін в сільській місцевості, проектування і створення ефективних соціальних та економічних інститутів.

**Ключові слова:** інституційне забезпечення, розвиток сільських територій, соціальна діяльність, суб'єкти аграрного господарювання.

### РЕЗЮМЕ

В статье решаются задачи, состоящие в обосновании теоретического инструментария для исследования институциональных изменений в сельской местности, проектирования и создания эффективных социальных и экономических институтов.

**Ключевые слова:** институциональное обеспечение, развитие сельских территорий, социальная деятельность, субъекты аграрного хозяйствования.

### ABSTRACT

In the article we solve the problems which are concluded in the grounding of theoretical tools for the study of institutional changes in rural areas, creating and developing of effective social and economic institutions.

**Keywords:** institutional support, development of rural territories, social activities, subjects of agricultural farming.

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Сталий розвиток сільських територій є одним із сучасних напрямків державної аграрної політики, мета якої полягає у виведенні українського села на якісно новий рівень розвитку, що дозволить забезпечити комплексне збалансоване вирішення соціально-економічних проблем суспільства. Ринковій трансформації вітчизняного аграрного сектора та його складових присвячено праці П. Гайдуцького, О. Гудзинського [4], М. Дубініної [5], Ю. Лопатинського, Ю. Луценко, О. Мороз, В. Меселя-Веселяка, Т. Осташко, П. Саблука, О. Шпикуляка. Разом з тим, необхідно зазначити, що інституційна складова зовнішнього середовища соціально-економічного розвитку сільських територій представляє собою сукупність умов та чинників, які формуються в результаті інституційних перетворень, державних важелів впливу.

Детермінанти стійкого соціального розвитку сільських територій, як сума чинників, здатних впливати на даний процес, включають в себе сукупність екологічних, соціальних, економічних та інституційних складових. Зауважимо, що такі інституційні складові у поєднанні з іншими чинниками утворюють інституційне середовище, що є як каталізатором, так і інгібітором стало соціального розвитку сільських територій.

### ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Економіка агро-промислового сектору в значно більшій мірі, ніж інші галузі, пов'язана складними соціальними зв'язками з господарською діяльністю сільських мешканців і не може розглядатися поза загальною системою його соціальних зв'язків. Економічні стимули, що формуються ринком, впливають на господарську поведінку селян через сукупність соціальних відносин і норм, які складають інституційну структуру сільської економіки. Враховуючи суттєві недоліки, властиві неокласичній економічній теорії, проблеми і перспективи розвитку сільської економіки України необхідно досліджувати з позицій інституціоналізму і синергетики. При всій затребуваності інструментарію інституціональної теорії для вивчення реальних процесів, що відбуваються в економіці у трансформаційний період, використовується він поки недостатньо. Причина цього пов'язана з тим, що сучасна інституціональна теорія представляє собою сукупність ряду наукових доктрин, які розвиваються, а не цілісну і завершену теоретичну концепцію з єдиною методологією інституціонального аналізу [1].

Що стосується синергетики, вона виникла як міждисциплінарний науковий напрям, який займається вивченням процесів самоорганізації і виникнення, підтримки стійкості і розпаду структур (систем) різної природи на основі методів математичної фізики («формальних технологій»). Синергетичний підхід також застосовується при вивченні такої складної і неструктурованої системи, як мережевий інформаційний простір.

Сучасне розуміння теорії самоорганізації визначено роботами І. Пригожина і Г. Хакена. Економічна категорія «синергетика» означає «спільна дія», або узгодженість (когерентність) функціонування частин системи як цілого. Синергетика досліджує загальні закономірності еволюції (розвитку, руху) різних за природою систем, вона намагається звести розгляд до моделі, загальної для «чужорідних» систем. Процеси і структури в системі є такими, що виникають «самі по собі», внаслідок самоорганізації, без керівної і спрямовуючої сили, що діє ззовні. При цьому виділяються нечисленні параметри порядку, від яких залежать величини, що характеризують стан системи, і які, в свою чергу, можуть впливати на параметри порядку. З позицій синергетики, еволюція системи предствляється як низка структур, що змінюють одна одну, які за певних умов (значеннях параметрів порядку) втрачають стійкість, руйнуються і замінюються новими [9].

У своїх дослідженнях трансформації інституціонального середовища економіки села необхідно враховувати наступні методологічні передумови:

1. Категоріальна невизначеність, характерна для інституціональної теорії, що, в першу чергу, відноситься до ключового для даного напрямку поняття «інститут». Досить повний перелік визначень поняття «інститут», що використовуються в рамках сучасної інституційної економічної теорії, наведено, зокрема, М.В. Дубініною. На її думку, інститути – це стійкі, самооновлювальні і укоріненні норми у практиці соціально-економічних взаємодій [5]. Таке трактування дозволяє не тільки осмислити ситуацію, соціальну і господарську структуру як відтворену «з покоління в покоління» систему розпоряджень, а й зрозуміти певну інерційність суспільства, опір інноваціям.

2. Інституційний устрій села нами розглядається на трьох рівнях. На формальному, «поверхневому», рівні інститути нескладно виявити, але не завжди їх можна розшифрувати та ідентифікувати. Щоб розкрити всю значимість і складність взаємодії між інститутами та економічною діяльністю, необхідно вивчити глибинні механізми, що регулюють господарську поведінку людей. Йдеться про мотиви і причини економічної поведінки, укорінені у повсякденній практиці господарювання та предствлені у вигляді психологічних установок, які є стійкими і відтворюються кожен день; інтуїтивних припущень, звичок, рольових очікувань, переваг, ціннісних орієнтирів, які, значною мірою, перебувають поза сферою свідомих рішень і контролю і складають глибинний рівень існування інститутів.

3. Інституційна система нами розглядається як відкрита нелінійна система, що складається з різних комплементарних інститутів, які формують різнотипні і взаємодіючі структури. Часто в економічній літературі замість поняття «інституційна структура» використовується термін «інституціональне середовище». Наприклад, О. Вільямсон під цим терміном розуміє основні політичні, соціальні та правові норми, які є базою для виробництва, обміну і споживання [5]. З нашої точки зору використання цих понять як синонімів не зовсім доцільно. Інституційне середовище суспільства історично складається як одночасне паралельне співіснування в єдиному інституціональному просторі різноякісних «інституційних світів», тобто інституційних структур, що розрізняються між собою.

Під інституціональною структурою розуміють сукупність інститутів, яка формує, певним чином, упорядковану цілісність. Інституційне середовище ж є сукупністю складно взаємопов'язаних інститутів, які входять до складу різних інституційних структур. При цьому кожен суб'єкт економіки різною мірою одночасно включений в кілька інституційних структур. Відповідно, і господарські цілі, орієнтири і поведінка суб'єктів економіки формується під впливом різного типу інститутів.

В даний час в Україні реально співіснують три типи інституційних структур. Перша з них – це редистрибутивна, роздавальна або Х-економіка. Друга – ринкова чи Y-економіка. Третя – реципронная економіка (економіка дару) або мережева взаємодопомога, кожна з яких достатньо описана і інтерпретована в роботах багатьох соціологів та економістів [5]. Інституційне середовище українського села історично складалося як результат взаємодії і взаємопроникнення всіх цих трьох інституційних структур. Щоб мати наукове уявлення про сьгоднішні соціально- економічні проблеми сільського життя, про очікувані перспективи, що відбуваються тут, про зміни, необхідно вивчити закони виникнення, функціонування і розвитку всіх трьох типів економік, проаналізувати форми їх взаємодії і суперечності, що виникають як між різними інституційними структурами, так і всередині кожної з них.

4. Концепція сталого розвитку, що предствляє собою синтез теоретичних положень загального і абстрактного характеру і прийшла на зміну теорії економічного зростання, видається більш перспективною базою для стратегічних досліджень на селі. Це пов'язано з урахуванням у рамках даної концепції значної кількості чинників розвитку окремої території і країни в цілому. При цьому, під стійким розвитком розуміється, як правило, встановлення збалансованих, гармонійних відносин між людиною, суспільством і природою. Соціальна інфраструктура і рівень її розвитку відіграє особливу роль у забезпеченні сталого розвитку сільських територій. Особливість соціальної інфраструктури визначається специфікою соціально-економічних інтересів суб'єктів сільського господарства і їх протиріч, область яких істотно розширилася у зв'язку з трансформаційними процесами [2].

Засобом гармонізації економічних інтересів у сільському господарстві та зняття наявних протиріч є соціальна інфраструктура сільських територій. Її особливості обумовлюються специфікою сільського способу життя і, зокрема, споживчої моделі сільського мешканця. Концепція сталого розвитку сільських територій головною метою вважає гідне життєзабезпечення сільського населення. Для сучасної людини важливими

чинниками життєдіяльності крім харчування та житлових умов є облаштування побуту, дозвілля, інфраструктури, соціального, духовного комфорту.

Для сільських територій сьогодні характерне незадовільне становище соціальної сфери, яке можна пояснити не тільки низьким рівнем прибутковості сільського господарства. Для адекватної оцінки соціальної ситуації на селі необхідно використовувати систему соціальних стандартів, яка забезпечує конституційні права і гарантії жителів сільських територій. Зокрема, при вивченні споживчої поведінки більш пильну увагу слід приділяти питанням споживання непродовольчих товарів і послуг, яким в соціальних стандартах приділено недостатню увагу, і вони не є пріоритетними при визначенні рівня і якості життя населення в сільській місцевості [1, с. 2]. Мається на увазі тенденції зміни у селян пріоритетів у споживанні, що намітилася, які виразилися у скороченні частки витрат на харчування та збільшенні витрат на купівлю непродовольчих товарів. Прагнення до підвищення якості життя зумовило актуальність побутових послуг, витрат на утримання будинку. Простежуються намагання збільшити витрати на медичні та культурні послуги; зростають витрати на меблі, теле- відео- апаратуру, побутову техніку, оргтехніку, будівельні матеріали, паливо; збільшилися витрати на придбання транспортних засобів. Їх частка у 2000 р. становила 2,7 % від загальних витрат в місті і 3,4 % на селі, а до 2013 р. вона зросла на 14,3 п.п. у городян, склавши 17,0 %, і на 12,9 п.п. у селян, склавши 16,3 % [3].

Таким чином, можна стверджувати, що настав час збільшення нормативів витрат на покупку одягу, взуття, палива, техніки, медикаментів, предметів гігієни в сільських домогосподарствах. Сучасна методика формування статистичних даних не враховує: витрати на ведення особистого підсобного господарства, подвір'я (визначають особливості сільського способу життя); додаткові витрати на комунальні, медичні, освітні послуги, транспорт, сільськогосподарський інвентар, спецодяг, взуття, які також не входять до складу нині діючих споживчих кошків [2, 4]. Але саме специфіка умов проживання і праці на селі обумовлює необхідність особливого підходу до визначення таких витрат.

Головна мета сталого розвитку сільської місцевості полягає у створенні умов для досягнення добробуту населення; у формуванні самобутньої соціо- еколого-економічної територіальної системи, яка саморозвивається; у протидії антропогенному перевантаженню і деградації ландшафту; в збереженні культурних цінностей; у забезпеченні відтворення і довготривалого використання природних ресурсів для сільського господарства, місцевої промисловості, ремесел, промислів, туризму, та інших сфер господарської діяльності. Залежно від сфери впливу, чинники, які впливають на стійкість розвитку сільських територій, слід ділити на екзогенні, що детермінують зовнішнє середовище розвитку сільських територій, та ендогенні, що визначають внутрішні умови, які виходять із специфіки функціонування сільських територій. Саме діалектичний розвиток зовнішнього і внутрішнього середовища в рамках зазначених складових (екологічної, соціальної, інституціональної та економічної) здатне забезпечити сталий розвиток сільських територій [5].

Інституційна складова зовнішнього середовища, як уже зазначалося, представляє собою сукупність умов та чинників, що складаються в результаті інституційних перетворень. Внаслідок ринкових змін склалася міжвідомча роз'єднаність управління сільськими територіями. В результаті цього фактична реалізація державних і відомчих програм не охоплює всього комплексу соціально-економічних проблем сільської місцевості, обумовлює неефективність використання ресурсів, що направляються в рамках здійснення окремих заходів. Інституційна складова внутрішнього середовища включає в себе рівень розвитку громадянського суспільства у сільській місцевості, ступінь розвитку інститутів місцевого самоврядування, системи стимулювання громадських ініціатив [6].

Інституційну складову внутрішнього середовища також утворює бюджетна забезпеченість (наприклад, дотаційний бюджет сільських територій свідчить про слабкість інституційних складових внутрішнього середовища і є інгібітором стійкого соціального розвитку). Крім того, до інституційних складових внутрішнього середовища сільських територій можна віднести розвиненість та ефективність інституту земельної власності. Великі витрати формування земельних ділянок за рахунок часток у праві спільної власності із земель сільськогосподарського призначення, неналежне правове оформлення можна вважати істотною перешкодою сталого соціально-економічного розвитку сільських територій.

До інституційних чинників внутрішнього середовища можна віднести наявність або відсутність умов для збереження і розширення екологічних, рекреаційних та історико-культурних функцій сіл. Інституціональним чинником є також відкритість доступу до забезпечення сільського населення пільговими кредитами на будівництво житла, доступ до загального фінансово-кредитного обслуговування. Слід відзначити і такий чинник, як здатність диверсифікації сільської економіки за рахунок створення різноманітних форм економічної діяльності та інноваційної складової розвитку сільських територій [7].

Аграрна реформа, спрямована на зниження до мінімуму державної підтримки сільського господарства, призвела до того, що в багатьох регіонах і селах існуюча інституційна система і відповідна їй матеріально-технічна база великомасштабного господарювання значною мірою була втрачена. Сільське господарство стало об'єктом руйнівного впливу груп різноспрямованих інтересів, орієнтованих, в основному, не на творчу та інноваційну діяльність, а на елементарне виживання, на перерозподіл і споживання раніше створених цінностей та природних благ.

Порушення балансу інтересів не дозволило досягти конструктивної взаємодії інститутів різних типів і сформувати ефективну інституційну систему. Незбалансована інституційна система посилила невизначеність, ризики і безлад, зумовила дезінтеграцію територіальних сільських спільнот, тобто привела до хаосу [8].

Як показують соціологічні дослідження, ставлення селян до сільськогосподарських підприємств різних форм власності в цілому змінилося. Зокрема, більшість з них усвідомлюють наявність істотних проблем у функціонуванні державних сільгосппідприємств, однак вважають неприпустимим їх повну ліквідацію, надаючи перевагу їх реформуванню (27 %). Трохи менша частка селян вважають однозначно неприпустимою ліквідацію державних сільгосппідприємств (21 %).

Головними причинами неприйняття сільськими жителями ліквідації сільгосппідприємств є те, що вони пов'язують це з небезпекою поглиблення соціального розшарування (34 %), зниження соціальної захищеності (37 %). Крім того, близько 30 % респондентів відзначили, що сільгосппідприємство є більш звичним місцем роботи. Водночас, все більша кількість селян віддають перевагу більш кардинальним заходам з реорганізації державних сільгосппідприємств. Це, в більшості випадків, пов'язано зі сприйняттям позитивного досвіду роботи окремих фермерів [4].

Таким чином, колективні форми господарювання в більшій мірі відповідають менталітету жителів села. Однією з найбільш перспективних форм організації регіональних комплексів виробництва сільськогосподарської продукції є агрохолдингові структури, що припускають вертикальну інтеграцію сільгосптоваровиробників і переробних підприємств. Вони володіють значними перевагами у використанні сучасних технологій у сільськогосподарському виробництві; мають досить значний виробничо-ресурсний потенціал, що дозволяє отримувати економію на масштабі; містять запас міцності для демпфірування кон'юнктурних коливань ринку; володіють ліквідними активами, залучаючи під їх заставу кредити і позики; мають можливість запрошувати до співпраці високопрофесійних фахівців [1].

Разом з тим, агрохолдинги не завжди ефективно вирішують питання соціального розвитку села. Тому для вирішення проблем підвищення зайнятості сільського населення, зростання рівня життя необхідно, поряд з холдингами, підтримувати розвиток різних форм кооперації, насамперед, обслуговуючу і кредитну. Кооперація є передумовою розвитку демократичних засад на селі, місцевого самоврядування, сприяє плавному переходу від адміністративних методів господарювання до ринкових.

Механізм формування агрохолдингу здійснює значний вплив на роль, яку він буде виконувати в регіоні. З цих позицій необхідно виділити 3 типи агрохолдингів, залежно від механізму їх формування:

1. Адміністративні – формуються з ініціативи регіонального керівництва. Даний тип, незважаючи на зовні ринкову атрибутику, буде зберігати всі недоліки системи державного адміністрування, коли головним неформальним критерієм ефективності стає не прибуток, а обсяги державних дотацій. Очікувати від такого типу агрохолдингів значних вкладень в розвиток сільських територій та вдосконалення їх соціальної інфраструктури не слід.

2. Корпоративні – їх створення ініціюється будь-якою комерційною структурою – підприємством або організацією ніяк не пов'язаною з АПК. Такий тип агрохолдингів може сприяти збільшенню вкладень у вдосконалення матеріально-технічної бази сільгосптоваровиробників, при цьому очікувати від них самостійних широкомасштабних вкладень у розвиток сільської соціальної інфраструктури також не слід [2].

3. Кооперативні – формуються за допомогою мережевого об'єднання сільгосптоваровиробників, які тим чи іншим способом встановлюють контроль за регіональними харчовими і переробними підприємствами. Саме цей тип агрохолдингових структур найкращим чином відповідає цілям сталого розвитку сільських територій. Оскільки такі об'єднання більш орієнтовані на забезпечення не тільки комерційної, а й соціальної ефективності своєї діяльності. Однак формування таких агрохолдингів стане можливим тільки при подоланні соціальної пасивності населення і його залученні в процеси місцевого самоврядування [5].

Метою поступового масового залучення сільських мешканців до процесів самоврядування за місцем проживання та в кооперативний рух є:

1. Передача значної частини функцій сільських родин, пов'язаних із зовнішніми контактами (з адміністративними і контролюючими органами, державними установами, споживачами і постачальниками, кредитно- банківською сферою тощо), підзвітним їм фахівцям і професійним менеджерам. Це дозволить значно знизити трансформаційні і трансакційні витрати, підвищить продуктивність і ринкову конкурентоспроможність сімейного сектора сільської економіки.

2. Гнучкість управління масштабами господарської діяльності сімей з тим, щоб своєчасно реагувати на зміни кон'юнктурних, науково-технічних та інших обставин і реалізовувати переваги великого виробництва.

3. Підвищення ефективності державного регулювання і державної підтримки сільського господарства за рахунок розширення сфери дії механізму саморегулювання і саморозвитку, скорочення неформальної економіки, оптимізації використання ресурсів.

4. Створення інституційного середовища, несприятливого для вилучення адміністративної ренти і спроможного до розробки і прийняття управлінських рішень з позицій інтересів справи, підприємства, колективу, адміністративної території в цілому, а не приватних чи корпоративних інтересів.

5. Поліпшення «природного відбору» населення за особистими, діловими і професійними якостями, колективне навчання і спільне освоєння ефективних технологій виробництва, організації, управління, високої особистої відповідальності перед односельцями тощо [8].

У світли вищевикладеного головними напрямками діяльності держави у сільській місцевості на сучасному етапі мають стати:



– створення повноцінної нормативно-правової бази місцевого самоврядування та кооперації на селі і цілеспрямована організаційна робота з формування відповідних інститутів і структур;

– підтримка і розвиток інфраструктури сільської економіки: енерго- і газопостачання, транспортних та інформаційних мереж, соціальної сфери.

Ефективність сільської економіки безпосередньо залежить від розвитку інститутів місцевого самоврядування та зміцнення самостійності сільських спільнот [9]. Місцеве самоврядування, забезпечуючи повсякденні потреби, вирішуючи проблеми спільної життєдіяльності, шляхом широкого залучення населення до процесу управління, виборів керівників районів, сільськогосподарських підприємств, посилення відповідальності та підзвітності керівників перед виборцями і т.д., перетворюється на своєрідний сільський «центр інститутоформування». Безумовно, не можна запропонувати одну оптимальну програму соціально-економічного розвитку для будь-якого регіону України. Для кожної сільської території повинна розроблятися індивідуальна комбінація програм з урахуванням економіко-географічних, кліматичних, демографічних, культурно-історичних та інших чинників.

### **ВИСНОВКИ**

Особливість сучасних інституційних змін щодо сільських територій полягає в тому, що вони мають не радикальний, а поступовий, але, в більшості своїй, – цілеспрямований характер. Зі зміною зовнішніх умов створюються ті інститути, які забезпечують можливість соціально-економічного використання цих змін, однак, без урахування специфіки та особливостей укладу і способу життя населення сільської місцевості. Зміни, націлені на сталий соціально-економічний розвиток, не матимуть очікуваного і належного успіху.

Враховуючи вищевикладене, головними напрямками діяльності держави у сільській місцевості на сучасному етапі економічного розвитку мають стати: створення повноцінної нормативно-законодавчої бази місцевого самоврядування та кооперації на селі і цілеспрямована організаційна робота з формування відповідних інститутів і структур; підтримання і розвиток інфраструктури сільської економіки – енерго- і газопостачання, транспортних та інформаційних мереж, соціальної сфери.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Барлыбаев А. А. Институциональная эволюция агрохозяйственной системы современной России и индивидуально-семейные хозяйства / А. А. Барлыбаев. – Уфа : РИО БашГУ, 2005. – 248 с.
2. Бердникова Г. И. Институциональная экономика / Г. И. Бердникова, И. М. Рахматуллин. – Сибай : Сибайский институт БашГУ, 2009. – 270 с.
3. Бессонова О. Э. Раздаток : институциональная теория хозяйственного развития России / О. Э. Бессонова. – Новосибирск : ИЭиОПП СО РАН, 1999. – 166 с.
4. Гудзинський О. Д. Інституційні матриці і розвиток сільських територій / О. Д. Гудзинський. – К. : ЦУЛ, 2010. – 186 с.
5. Дубініна М. В. Інституціонально-структурні зміни в аграрному секторі економіки України: управлінський аспект : [монографія] / М. В. Дубініна. – Миколаїв, 2013. – 352 с.
6. Кирдина С. Г. X- и Y-экономик и: институциональный анализ / С. Г. Кирдина. – М. : Наука, 2004. – 220 с.
7. Клейнер Г. Б. Эволюция институциональных систем / Г. Б. Клейнер. – М. : Наука, 2004. – 98 с.
8. Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах / И. Пригожин. – М. : Мир, 1979. – 512 с.
9. Хакен Г. Синергетика : иерархии неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах / Г. Хакен. – М. : Мир, 1985. – 424 с.

## УРОЖАЙНІСТЬ І ТОВАРНІСТЬ КОРЕНЕПЛОДІВ БУРЯКА СТОЛОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ І СТРОКУ СІВБИ

**Хареба Володимир Васильович, Стефанюк Світлана Василівна**

д.с.-г.н., професор, член-кореспондент НААН України (Україна)

Львівський національний аграрний університет, асистент кафедри плодовоовочівництва, технології зберігання і переробки продукції рослинництва (Україна)

e-mail: stefanyuk.s@i.ua

### РЕЗЮМЕ

Розглядаються результати експериментальних досліджень вирощування коренеплодів сортів буряка столового в умовах Західного Лісостепу України за різних строків сівби.

**Ключові слова:** буряк столовий, вирощування, сорт, строк сівби, ефективність.

### РЕЗЮМЕ

Рассмотрены результаты экспериментальных исследований выращивания корнеплодов сортов свеклы столовой в условиях Западной Лесостепи Украины при различных сроках посева.

**Ключевые слова:** свекла столовая, выращивание, сорт, срок посева, эффективность.

### ABSTRACT

The results of experimental researches of growing of root crops of domestic sorts of beet table are examined in the conditions of Western Forest-steppe of Ukraine at the different terms of sowing.

**Key words:** beet, growing, variety, terms of sowing effectiveness

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Буряк столовий в Україні є однією з основних овочевих культур, яка щорічно вирощується на площі 41,0 – 44,1 тис. га. Валовий збір коренеплодів у всіх категоріях господарств у 2012 р. становив 923,5 тис. т, а врожайність – 21,1 т/га (Державна служба статистики України, 2013 р.), тоді як потенційна врожайність районованих сортів становить 50–60 т/га.

У сучасних економічних умовах постійного зростання цін на паливно-мастильні матеріали, добрива, засоби захисту рослин, насіння тощо, одержання стабільно високої врожайності якісних коренеплодів неможливе без знання біологічних особливостей конкретного сорту та застосування науково-обґрунтованих технологій вирощування. Важливими чинниками підвищення продуктивності рослин буряка столового для вирощування в Західному Лісостепу України є підбір високопродуктивних сортів та вдосконалення елементів технології з метою оптимізації умов вирощування для максимальної реалізації їхнього генетичного потенціалу. Одним із найважливіших, але недостатньо вивчених елементів технології вирощування коренеплодів буряка столового є підбір нових високоврожайних сортів і визначення оптимальних строків сівби. Представлені результати досліджень є актуальними та мають наукове і практичне значення.

### ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

У Західному Лісостепу України на темно-сірому опідзоленому середньо-суглинковому ґрунті протягом 2010–2012 років вивчали вплив строків сівби на урожайність буряка столового сортів української та зарубіжної селекції: Багряний (контроль), Бордо харківський, Дій, Ефіоп, Торпедо, Андромеда і Цітадела. Насіння висівали у п'ять строків: від 7 квітня до 6 червня з інтервалом 15 діб. Контрольний строк сівби – 23 квітня. Попередник – рання картопля. Дослід закладали за схемою розщеплених ділянок, де ділянками першого порядку були строки сівби, а другого – сорти. Повторність чотириразова.

За роки досліджень (2010–2012 рр.) температура повітря була дещо більшою від середньобаторічної. Тільки у 2010 р. у вересні температура повітря була меншою від середньобаторічної на  $-0,2^{\circ}\text{C}$ .

Кількість опадів у роки досліджень була різною. У 2010 р. спостерігався надлишок вологи, особливо у травні, де перевищення середньої багаторічної їх кількості становило 205,8 мм. У наступні роки кількість опадів була меншою і спостерігалась нестача вологи у 2011 р. – у квітні ( $-13,1$ ) та травні ( $-25,0$  мм). У 2012 р. нестача вологи спостерігалась у липні, серпні і вересні –  $-33,7$ ,  $-9,5$ ,  $-26,4$  мм відповідно.

Результати проведених досліджень дали можливість підібрати високоврожайні сорти за різних строків сівби і різних метеоумов. У 2010 р. найбільш продуктивним був сорт Андромеда. Найвищу урожайність коренеплодів (74,9 т/га) отримано за сівби насіння 8 квітня, що на 17,2 т/га більше, ніж за контрольного строку сівби (табл. 1). Найнижчу урожайність коренеплодів цього сорту отримано за останнього строку сівби (6 червня). Така ж закономірність залежності врожайності від строку сівби зберігалась і на інших досліджуваних

сортах. Показники врожайності контрольного сорту Багрянний були помітно нижчими, порівняно із сортом Андромеда. Найнижчою продуктивністю у цьому році характеризувався сорт Торпедо.

Вищою була урожайність буряка столового у 2011 р. Найбільшими, як і попереднього року, були показники за першого строку, а найменшими – за останнього строку сівби. Якщо між крайніми варіантами першого строку сівби різниця сягнула 23,1 т/га, то за останнього строку цей показник становив 8,8 т/га. Максимальна врожайність відмічена в сорту Бордо харківський першого строку сівби. Вона в 2,7 рази перевищила мінімальний для цього року показник – у контрольного сорту Багрянний п'ятого строку сівби. У сорту Андромеда урожайність була нижчою.

Таблиця 1

**Урожайність коренеплодів буряка столового залежно від сортів та строку сівби, т/га**

Строк сівби (А)	Рік	Урожайність сортів (В):						
		Багрянний (контроль)	Бордо Харківський	Дій	Ефіоп	Торпедо	Андромеда	Цітадела
I 8.04	2010	60,3	65,3	64,1	61,1	50,7	74,6	62,9
II 23.04 (контроль)		45,9	49,0	53,5	51,4	40,8	57,4	50,3
III 7.05		40,9	44,1	43,0	48,5	37,8	41,0	39,8
IV 24.05		33,6	40,0	36,6	37,6	31,8	34,7	30,8
V 6.06		27,2	29,4	26,4	31,30	25,5	29,3	25,9
<b>НІР<sub>05</sub> фактори А=3,43, В=2,15; АВ=2,15</b>								
I 8.04	2011	89,5	94,1	93,8	79,0	71,0	93,7	89,6
II 23.04 (контроль)		65,1	77,8	70,3	82,2	59,2	69,8	62,4
III 7.05		56,9	76,9	79,4	81,9	42,8	50,5	48,8
IV 24.05		41,0	59,8	59,2	76,0	39,7	41,0	39,4
V 6.06		35,0	38,0	39,1	43,8	35,6	37,0	30,8
<b>НІР<sub>05</sub> фактори А=4,01, В=3,31, АВ=3,31</b>								
I 8.04	2012	53,6	51,1	47,5	58,8	31,4	50,3	47,2
II 23.04 (контроль)		48,1	55,2	54,0	59,1	27,2	53,1	51,0
III 7.05		42,1	55,0	45,5	62,0	31,5	56,1	43,2
IV 24.05		35,7	43,5	41,0	53,1	27,1	38,2	38,1
V 6.06		29,8	29,7	28,0	32,8	21,9	29,1	28,2
<b>НІР<sub>05</sub> фактори А=2,26, В=2,90, АВ=2,90</b>								
I 8.04	середнє за 2010–2012	67,8	70,1	68,4	66,3	51,0	72,9	66,5
II 23.04 (контроль)		53,0	60,6	59,2	64,3	42,4	60,1	54,5
III 7.05		46,6	58,7	55,9	64,1	37,3	49,2	43,9
IV 24.05		36,8	47,4	45,6	55,5	32,9	37,9	36,2
V 6.06		30,6	32,3	31,1	35,9	27,6	31,8	28,3

У 2012 р. закономірність була іншою, ніж у попередні роки, оскільки за першого строку сівби максимум урожайності відмічений лише в контрольного сорту Багрянний. Продуктивність рослин сорту Торпедо була найвищою за першого та третього строків. Для решти ж сортів оптимальним виявився другий строк сівби, який забезпечив найвищу врожайність. Незмінною, порівняно з попередніми роками, збереглась закономірність зниження до мінімуму врожаїв кожного із сортів за останнього строку сівби.

У середньому за три роки досліджень найвищу урожайність коренеплодів буряка столового всіх сортів отримано за першого строку сівби. Максимальною вона була у сорту Андромеда, перевищуючи контроль на 5,1 т/га. Однак за наступних строків сівби врожайність цього сорту була не найвищою, тому найбільш придатним для вирощування в пізніші строки виявився сорт Ефіоп. Хоча за першого строку сівби урожайність його на 1,5 т/га нижча, ніж у контролі, однак за чотирьох наступних строків сівби перевищувала показники контрольного варіанту на 3,7; 5,4; 8,1 та 3,6 т/га відповідно.

Кожне наступне відтермінування сівби спричиняло поступове зниження врожайності коренеплодів усіх сортів. У результаті найнижча продуктивність буряка столового відмічена за останнього строку сівби. Мінімальна урожайність отримана в сорту Торпедо, величина якого на 3,0 т/га менша, ніж у контролі та на 8,3 т/га – порівняно із найкращим для цього строку сівби показником у сорту Ефіоп.

Найвища товарність коренеплодів (84,6%), у середньому за три роки досліджень, відмічена у сорту Дій другого строку сівби (табл. 2). У сортів Багрянний, Торпедо, Андромеда та Цітадела найбільший відсоток товарних коренеплодів був за третього; у Бордо харківський – за п'ятого, а у сорту Ефіоп – за четвертого та п'ятого строків сівби. У всіх сортів найнижчим був цей показник за першого строку сівби.

Щодо товарної урожайності коренеплодів, то в усіх сортів максимальною вона була за першого строку сівби, що зумовлене найвищими показниками врожайності в цих варіантах.

Найбільшою за цього строку сівби виявилась урожайність товарних коренеплодів у сортів Андромеда та Дій, а найменшою – в сорту Торпедо. Різниця між ними становила, в середньому за три роки, 15,5 т/га та 14,7 т/га відповідно. Високий вихід товарних коренеплодів (50,0–50,2 т/га) був у сортів Бордо харківський та Ефіоп. За кожного наступного строку сівби урожайність товарних коренеплодів помітно знижувалась, тому, хоча відсоток товарності був вищим, однак абсолютна величина за кожного наступного строку сівби знижувалась. Внаслідок цього в усіх сортів мінімальну урожайність товарних коренеплодів отримано за останнього строку сівби. Найбільша, зумовлена строком сівби, різниця товарних коренеплодів, відмічена у сорту Дій – 27,2 т/га, а найменша – у сорту Торпедо: 17,3 т/га. Слід зауважити, що найменше реагували на строки сівби рослини сорту Ефіоп: високий вихід стандартних коренеплодів зберігався у нього протягом перших трьох строків сівби: з 8.04 до 24.05.

Таблиця 2

**Товарність та економічна ефективність коренеплодів буряка столового залежно від сорту та строку сівби (середнє за 2010–2012 рр.)**

Строк сівби	Сорт	Загальна урожайність, т/га	Товарні коренеплоди		Нетоварні коренеплоди		Рівень рентабельності, %
			т/га	в % до загальної	т/га	в % до загальної	
I 8.04	Багряний * (контроль)	67,8	47,6	70,2	20,2	29,8	170,2
II 23.04 (к.)		53,0	40,9	77,2	12,1	22,8	150,8
III 7.05		46,6	37,3	80,0	9,3	20,0	112,8
IV 24.05		36,8	28,4	77,2	8,4	22,8	74,9
V 6.06		30,6	23,4	76,5	7,2	23,5	49,9
I 8.04	Бордо харківський	70,1	50,2	71,6	19,9	28,4	178,0
II 23.04 (к.)		60,6	43,8	72,3	16,8	27,7	151,5
III 7.05		58,7	45,6	77,7	13,1	22,3	150,7
IV 24.05		47,4	37,3	78,2	10,4	21,8	139,9
V 6.06		32,3	26,6	82,4	5,7	17,6	57,5
I 8.04	Дій	68,4	53,0	77,5	15,4	22,5	179,2
II 23.04 (к.)		59,2	50,1	84,6	9,2	15,4	158,9
III 7.05		55,9	45,8	81,9	10,1	18,1	145,7
IV 24.05		45,6	35,8	78,5	9,8	21,5	109,0
V 6.06		31,1	25,8	82,9	5,3	17,0	56,4
I 8.04	Ефіоп	66,3	50,0	75,4	16,3	24,6	171,2
II 23.04 (к.)		64,3	48,6	75,6	15,7	24,4	165,6
III 7.05		64,1	51,4	80,2	12,7	19,8	168,6
IV 24.05		55,5	45,7	82,3	9,8	17,7	144,7
V 6.06		35,9	29,5	82,2	6,4	17,8	67,3
I 8.04	Торпедо	51,0	38,3	75,1	12,7	24,9	123,9
II 23.04 (к.)		42,4	33,7	79,5	8,7	20,5	97,4
III 7.05		37,3	30,6	82,0	6,7	18,0	79,9
IV 24.05		32,9	26,5	80,5	6,4	19,5	61,6
V 6.06		27,6	21,0	76,1	6,6	23,9	37,3
I 8.04	Андромеда	72,9	53,8	73,8	19,1	26,2	187,8
II 23.04 (к.)		60,1	47,6	72,2	12,5	20,8	156,4
III 7.05		49,2	39,8	80,9	9,4	19,1	122,5
IV 24.05		37,9	29,8	78,6	8,1	21,4	80,0
V 6.06		31,8	24,4	76,7	7,4	23,3	54,9
I 8.04	Цітадела	66,5	49,7	74,7	16,8	25,3	171,1
II 23.04 (к.)		54,5	42,4	77,8	12,1	22,2	137,6
III 7.05		43,9	34,2	77,9	9,7	22,0	101,7
IV 24.05		36,2	27,4	75,7	8,8	24,3	71,7
V 6.06		28,3	20,7	73,1	7,6	26,9	38,8

Між строком сівби та рівнем рентабельності виявлені подібні закономірності. Найбільш рентабельним було вирощування буряка столового сортів Дій та Бордо харківський за першого строку сівби. Однак з кожним наступним строком рівень рентабельності значно знижується. Тому для другого – четвертого строків сівби економічно вигіднішим є сорт Дій, рентабельність вирощування якого перевищувала два попередньо названі сорти.

Для встановлення закономірностей між строками сівби та урожайністю у різних сортів, які можна використати у виробництві для програмування та прогнозування, важливе значення мають показники коефіцієнтів кореляції та регресії (табл. 3).

У всі роки досліджень виявлена сильна обернена залежність між строками сівби та урожайністю. Так, у 2010 р. коефіцієнти кореляції між товарною урожайністю і строком сівби коливалися від 0,93 (сорт Ефіоп) до 0,98 (сорт Дій). У найбільш сприятливий рік для росту коренеплодів буряка столового (2011 р.) спостерігалася подібна закономірність, але слабшою за силою, а саме від мінус 0,51 (сорт Ефіоп) до мінус 0,96 (сорт Торпедо). Умови 2012 р. були подібними до 2010 р., що сприяло одержання подібних тенденцій, хоча і слабших за силою зв'язку.

Коефіцієнти регресії ( $b_{yx}$ ) свідчать про різну інтенсивність зменшення урожайності залежно від строків сівби. Сорт Андромеда та Цітадела практично у різні роки найсильніше реагували на строки сівби.

Таблиця 3

**Коефіцієнти кореляції ( $r \pm s_r$ ) і регресії ( $b_{yx} \pm S_b$ ) залежності урожайності стандартних коренеплодів сортів буряка столового від строків сівби (2010–2012 рр.)**

Сорт	Роки		
	2010 р.	2011 р.	2012 р.
<b>Коефіцієнти кореляції (<math>r \pm s_r</math>)</b>			
Багрянний	-0,97±0,06	-0,95±0,07	-0,95±0,08
Бордо харківський	-0,97±0,06	-0,87±0,12	-0,75±0,16
Дій	-0,98±0,05	-0,92±0,09	-0,77±0,15
Ефіоп	-0,93±0,07	-0,51±0,20	-0,66±0,18
Торпедо	-0,96±0,06	-0,97±0,06	-0,61±0,19
Андромеда	-0,96±0,06	-0,96±0,07	-0,71±0,17
Цітадела	-0,95±0,07	-0,96±0,07	-0,76±0,15
<b>Коефіцієнти регресії (<math>b_{yx} \pm S_b</math>), т/га</b>			
Багрянний	-6,43±0,41	-7,18±0,54	-4,70±0,38
Бордо харківський	-5,91±0,37	-6,09±0,89	-4,14±0,87
Дій	-7,23±0,35	-9,18±0,90	-4,22±0,82
Ефіоп	-5,39±0,48	-3,25±1,29	-4,34±1,18
Торпедо	-3,91±0,26	-7,17±0,45	-1,45±0,45
Андромеда	-8,13±0,56	-9,79±0,66	-5,05±1,19
Цітадела	-6,82±0,53	-10,8±0,78	-4,31±0,86

**ВИСНОВКИ**

У Західному Лісостепу України найвищу врожайність досліджуваних сортів буряка столового з найбільшим виходом товарної продукції отримано за сівби 08.квітня. Цей строк забезпечив також найвищу рентабельність. Висівання насіння протягом наступних двох місяців з інтервалом 15 днів зумовлює зменшення врожаю, маси товарних коренеплодів та зниження рентабельності вирощування буряка столового.

Найбільш продуктивними виявились рослини буряка столового сорту Андромеда за сівби 08.04, що забезпечило отримання максимальної врожайності високої товарності з високим рівнем рентабельності. Перспективним для вирощування у різні строки слід вважати сорт Ефіоп, урожайність і товарність продукції якого за перших трьох строків сівби зменшується не суттєво.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Феофилов Э. Свекла столовая : сорта, агротехника [электронный ресурс] / Э. Феофилов. – Режим доступа : <http://sadisibiri.hop.ru/svekla.html>.
2. Барабаш О. Ю. Біологічні основи овочівництва : навч. посіб. / О. Ю. Барабаш, Л. К. Тараненко, З. Д. Сич; [за ред. О. Ю. Барабаша]. – К. : Арістей, 2005. – 348 с.
3. Мойсейченко В. Ф. Основи наукових досліджень у плодівництві, овочівництві, виноградарстві та технології зберігання плодовоовочевої продукції / В. Ф. Мойсейченко – К. : УМКВО, 1992. – 344 с.
4. Сучасні технології в овочівництві / К. І. Яковенко, Т. К. Горова, А. І. Ящук та ін.; [за ред. К. І. Яковенка]. – Х. : ІОБ УААН, 2001. – 128 с.
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) [учеб. для студ. высших учеб. завед.]. – Изд. 4-е перераб. и дополн. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. Болотских А. С. Настольная книга овощевода / А. С. Болотских. – Х. : Фолио, 2005. – 487 с.
7. Сич З. Д. Про виробництво і споживання овочів у США / З. Д. Сич // Економіка АПК. – 2004. – №25. – С. 155–158.
8. Лапин А. А. Свекольный сок – источник антиоксидантов / А. А. Лапин, А. Е. Арбузова, Ю. А. Быковский, Д. В. Давыдов, В. Н. Зеленков // Картофель и овощи. – 2007. – №6. – С. 27.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ РЕГИОНАЛЬНОГО ТЕХНОГЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА В УКРАИНЕ

Головко Вадим Витальевич

Национальный педагогический университет имени М. П. Драгоманова, старший преподаватель (Украина)

e-mail: tvgolovko@ukr.net

### РЕЗЮМЕ

Статья посвящена определению методических подходов к разработке интегральной оценки уровня техногенно-экологической опасности Украины и ее регионов. Полученные результаты оценки положены в основу интегрального показателя и группирования.

**Ключевые слова:** риск, интегральная оценка, техногенно-экологические опасности, группирование, регионы.

### ABSTRACT

Article is devoted to methodological approaches to the development of an integrated assessment of the level of technogenic and ecological hazards of Ukraine and its regions. The obtained results of the evaluation as the basis for the integral indicator and grouping.

**Keywords:** risk, integral evaluation, technogenic environmental hazards, grouping regions.

### РЕЗЮМЕ

Стаття присвячена визначенню методичних підходів при розробці інтегральної оцінки рівня техногенно-екологічної безпеки України та її регіонів. Отримані результати оцінки покладені в основу інтегрального показника і групування.

**Ключові слова:** ризик, інтегральна оцінка, техногенно-екологічні небезпеки, групування, регіони.

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Определение техногенного риска, на сегодня, можно считать наиболее перспективным подходом к оценке степени техногенно-экологической опасности территории. Концепция оценки риска практически во всех странах мира и международных организациях рассматривается как главный механизм разработки и принятия управленческих решений по охране окружающей среды и поддержания соответствующего уровня безопасности. Эффективное функционирование систем защиты от опасностей антропогенного происхождения в условиях кризисных явлений требует усовершенствования методик оценки риска возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера и прогнозирования их последствий.

Весомый вклад в исследовании вопросов минимизации техногенно-экологических угроз сделали известные зарубежные и отечественные ученые, а именно: В. Арнольд, О. Балацкий, А. Бутрым, А. Г. Ветошкин, Р. Гилмор, М. Гродзинский, Д. Зербино, А. Качинский, А. Кононенко, В. Маршалл, Я. Олейник, А. Степаненко, В. Трегобчук, С. Харичков и другие [1; 2; 3; 4; 5].

Повышение риска возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера, аварий, катастроф, увеличение количества случаев значительных загрязнений окружающей среды за последние годы в Украине приобрели значительные масштабы. Это провоцирует необратимые экологические последствия в региональном измерении, поскольку каждый из регионов уникален по природно-техногенной и экологической составляющих. Изучение предпосылок возникновения региональных рисков обуславливает постоянную и острую потребность исследования проблем размещения техногенно опасных предприятий, а также оценки риска возникновения техногенно-экологических опасных ситуаций.

Формирование задачи исследования: оценка уровня техногенно-экологической опасности регионов Украины с целью управления, прогноза возникновения опасных ситуаций, развития общенаучных представлений о техногенной и экологической опасности территорий и населения.

### ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценка безопасности является достаточно сложной, поскольку включает в себя много аспектов, которые трудно выразить единым показателем. Исследователи применяют систему показателей, которая характеризует определенное количество аспектов (компонентов), формирующих окончательный показатель [3]. Сравнение регионов Украины по таким значительным объемам информации эффективно лишь в отдельных социально-экономических исследованиях, поскольку вариация различных показателей по уровню экологической нагрузки не позволяет точно определить, в каком из регионов влияние того или иного блока в целом, или отдельного показателя, является определяющим. Кроме того, осуществляя социально-экономический анализ, исследователи могут ориентироваться на стабильных лидеров по Украине – г. Киев или Днепропетровскую область. Предыдущий же анализ исходных данных для формирования интегральной

оценки уровня техногенной опасности территории свидетельствует, что высокие рейтинги будут у регионов с максимальной экологической нагрузкой. Построение определенного рейтинга, который включал бы оптимальное количество показателей, возможно только при условии их сведения к интегральной оценке, которая дает возможность решить также следующие задачи:

1. Инвариантность (сопоставимость) показателей для любого региона.
2. Содержательная адресность показателей относительно аспектов и источников региональной экологической безопасности.
3. Динамическая сопоставимость показателей – постоянный контроль экологической безопасности регионов во времени.

Интегральные оценки предоставляют возможность не только исследовать явление безопасности/опасности, но и проводить статистически корректные сравнения, как в пространстве, так и во времени, на базе относительно малого количества конечной информации (при значительном объеме входной), что значительно облегчает процесс анализа и делает его объективным.

При этом были учтены позитивные достижения отечественных ученых в области построения интегральных показателей, в том числе и уровня экологической опасности регионов и государства в целом. Следует отметить, что достаточно содержательными в контексте построения интегрального показателя, является исследование О. В. Рыбалова, Е. А. Белана, Е. А. Вариводы, которые предлагают определять уровень опасности регионов, в зависимости от состояния атмосферного воздуха, почв, радиационного загрязнения территории. По их исследованиям, значительный уровень экологического риска наблюдается в Херсонской, Запорожской областях, что обусловлено плохим качественным состоянием воды в реках и значительным антропогенным давлением. В связи с загрязнением почв высокий уровень экологической опасности характерен для Донецкой области; в Житомирской – опасное экологическое состояние связано с высоким уровнем радиационного загрязнения [6].

Приведенная методика открыта для внесения любых логических изменений и дополнений, связанных с изменениями в экологической, техногенной ситуации и соответствующими изменениями методологии статистических наблюдений. Для сравнения динамического ряда возможно, при каждом изменении, проведение ретроспективных расчетов. Результатом, стало определение интегральной оценки уровня техногенно-экологической опасности Украины и ее регионов по данным 2011 г.

Цель разработки интегрального индекса заключается в том, чтобы дать максимально реальную оценку риска возникновения техногенно-экологических опасных ситуаций и межрегиональным различиям опасности, применяя для этого определенное целесообразное количество показателей. На этом этапе проблема заключалась, собственно, в содержательной адекватности этих показателей всем аспектам состояния регионов. С целью определения уровня опасности территории проанализирован ряд показателей техногенной и экологической нагрузки на территорию, окружающую среду, население (количество потенциально опасных производств, их распределение по видам опасностей, химическое, радиационное, гидродинамическое давление на территорию, количество техногенных чрезвычайных ситуаций, материальный ущерб и т.д.) (табл. 1).

Мы предлагаем проводить оценку уровня опасности в два этапа: первый – анализ и группировка входной информации за соответствующими блоками, второй – расчет коэффициентов техногенно-экологической опасности по регионам.

Общая схема построения показателей опасности отдельных блоков включает:

1. Компоновку векторов показателей  $\alpha_{ij}$  первичной информации для расчета интегральной оценки отдельного блока.
2. Нормирование показателей, то есть переход от абсолютных по своему характеру показателей ( $\alpha_{ij}$ ) к относительным показателям ( $x_{ij}$ ), на основе следующей формулы:

$$x_{ij} = \frac{\alpha_{ij} + \alpha_{ij(\min)}}{\alpha_{ij(\max)} + \alpha_{ij(\min)}}$$

где  $\alpha_{ij}$  – показатель опасности  $i$ -го региона  $j$ -го блока;

$x_{ij}$  – нормированное значение показателя  $i$ -го региона  $j$ -го блока;

$i$  – номер региона, в соответствии с количеством региональных образований государства (27);

$j$  – блок вида опасности;

$\alpha_{\min}$ ,  $\alpha_{\max}$  – минимальная и максимальная величина для соответствующих показателей в пределах блока.

Расчеты нормируемых значений показателей ( $x_{ij}$ ) произведены с использованием методики ООН. Последняя применяется при ранжировании стран по разным социально-экономическими или финансовыми показателям. Для расчета интегрального показателя, учитывая специфику объекта исследования, внесены

определенные коррективы. В частности, для нормирования значений были применены корректирующие коэффициенты.

Таблица 1

**Последствия техногенных чрезвычайных ситуаций в региональном разрезе\***

Регион, область	Чрезвычайные ситуации												Увеличение (уменьшение)+(-)	Погибло, чел.	Пострадало, чел.	Материальные потери, тыс. грн.
	Техногенного характера			Природного характера			Социального характера			Итого						
	2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012	2012	2011		
АР Крым	3	2	8	8	2	8	1	0	2	12	4	18	+4	22	62	15000
Винницкая	5	6	3	3	1	2	1	0	1	9	7	6	-3	3	0	32597
Волынская	2	2	1	2	5	0	0	0	0	4	7	1	-3	2	54	0
Днепропетровская	8	5	4	5	3	0	4	2	1	17	10	5	-12	8	44	47
Донецкая	26	18	19	6	8	5	3	3	1	35	29	25	-10	41	97	1934
Житомирская	3	3	5	5	3	5	0	0	0	8	6	10	+2	9	52	3468
Закарпатская	1	2	1	8	2	2	0	1	2	9	5	5	-4	9	8	125
Запорожская	8	7	5	1	2	2	1	2	1	10	11	8	-2	21	9	3240
Ивано-Франковская	2	3	1	6	1	2	0	0	0	8	4	3	-5	3	0	-
Киевская	2	6	7	5	1	4	2	0	2	9	7	13	+4	34	68	0
Кировоградская	2	2	2	1	0	0	0	1	1	3	3	3	0	13	2	-
Луганская	13	12	9	13	6	4	0	0	0	26	18	13	-6	18	21	13657
Львовская	2	4	8	8	10	12	0	0	0	11	14	20	-9	11	174	28
Николаевская	3	10	6	6	2	5	1	0	0	9	12	11	+2	12	7	609
Одесская	8	12	6	6	5	5	0	0	2	14	17	13	-1	20	26	13635
Полтавская	2	1	1	1	1	2	0	0	0	3	2	3	0	8	3	547
Ровенская	2	6	3	2	4	1	1	1	0	5	11	4	-1	10	7	519
Сумская	2	2	2	3	2	2	0	0	1	5	4	5	0	6	1	3
Тернопольская	1	4	3	2	5	4	0	0	1	3	9	8	+5	0	1	800
Харьковская	8	8	6	6	3	4	1	0	1	14	11	11	-3	19	73	4
Херсонская	9	4	4	9	2	9	0	0	2	19	6	15	-4	7	12	5092
Хмельницкая	5	4	3	6	2	3	0	0	0	11	6	6	-5	7	18	6434
Черкасская	3	2	4	1	2	5	0	0	0	4	4	9	+5	1	1	-
Черновицкая	4	0	0	6	1	2	1	0	0	11	1	2	-9	0	0	-
Черниговская	3	5	3	4	2	3	0	0	0	7	7	6	-1	2	89	181
Киев	2	3	6	2	1	3	0	0	0	4	4	9	+5	15	0	178
Севастополь	1	0	0	2	1	1	0	0	0	3	1	1	-2	-	0	-

\* Источник: составлено автором по данным Государственной службы Украины по чрезвычайным ситуациям

3. Для определения коэффициентов использован метод главных компонент, который трансформирует m-мерное признаковое пространство в r-мерное пространство компонент. В модели главных компонент связь между первичными признаками и компонентами описывается как линейная комбинация:

$$y_{ij} = \sum_j^m c_{ij} \cdot G_j$$

где  $y_{ij}$  – стандартизированные значения i-го признака с единичными дисперсиями ; суммарная дисперсия равна количеству признаков m;

$c_{ij}$  – вклад j-й компоненты в суммарную дисперсию множества показателей i-й сферы.

Компоненты  $G_j$  также представляют собой линейную комбинацию:

$$G_j = \sum_j^m d_{ij} \cdot x_{ij}$$

где  $d_{ij}$  – факторные нагрузки;

$x_{ij}$  – входные данные.

Собственно весовые коэффициенты  $b_{ij}$  рассчитываются по формуле:



$$bij = \frac{c_{ij} \cdot |d_{ij}|}{\sum c_{ij} \cdot |d_{ij}|}$$

Построение модели главных компонент было произведено в пакете SPSS в несколько этапов, которые включают построение матрицы расчетов, выделение главных компонент и расчет факторных нагрузок (факторный анализ), идентификацию главных компонент.

4. Расчет интегрального показателя опасности  $A_{ij}$ , с учетом весовых коэффициентов, производится по формуле:

$$A_{ij} = \frac{\sum x_{ij} \sqrt{b_i}}{z}$$

где  $b_{ij}$  – соответствующий весовой коэффициент;

$x_{ij}$  – нормированное значение показателя  $i$ -го региона  $j$ -го блока;

$z$  – количество показателей в  $j$ -м блоке.

5. Ранжирование регионов Украины, с учетом агрегированного коэффициента техногенно-экологической опасности.

В результате проведения расчетов интегрированного показателя нами было выделено группы регионов в соответствии с 5 уровнями техногенно-экологической опасности:

- низкий уровень (до 0,8199) – Черновицкая, Тернопольская, Винницкая, Житомирская, Закарпатская и Полтавская области, а также г. Севастополь;
- умеренный уровень (от 0,8200 до 0,8299) – Киевская, Львовская, Кировоградская, Ивано-Франковская, Волынская и Черкасская области;
- средний уровень (от 0,8300 до 0,8499) – Херсонская, Черниговская, Сумская области;
- повышенный уровень (от 0,8500 до 0,8599) – Одесская, Луганская, Хмельницкая, Ровенская, Донецкая области и АР Крым;
- высокий уровень (от 0,8600) – Харьковская, Николаевская, Днепропетровская, Запорожская области и г. Киев.

По предварительному анализу установлено, что высоким является уровень техногенно-экологической опасности в Запорожской области. Это обусловлено концентрацией производственных мощностей в регионе, значительным количеством техногенных чрезвычайных ситуаций и количеством материальных убытков. Низкий уровень опасности характерен для Черновицкой области. Стоит отметить, что при анализе исходных данных, их группировке, во внимание принимались не только абсолютные значения, но и относительные (т.е., население в зоне возможного заражения, собственно сама площадь заражения относительно территории региона, доля убытков в ВРП области и т.д.).

Как и любая другая модель, показатель интегральной оценки опасности является достаточно упрощенным отражением реальности. Высокие показатели индекса свидетельствуют о том, что, несмотря на принятие всех предупредительных мер, уровень техногенно-экологической опасности остается достаточно высоким для регионов. Расчет индекса дает возможность построить единую шкалу, где регионы размещаются в ранжированном порядке, выделяются группы, требующие неотложного усиленного внимания. Конкретное значение индекса в данном случае не является определяющим. Важно лишь место, которое занимает каждый из регионов. Подобные расчеты могут быть выполнены в динамике и положены в основу кластеризации регионов страны.

## ВЫВОДЫ

Сочетание разработанных теорий техногенных аварий и катастроф, методических подходов к развитию и размещению потенциально опасных производств должно стать базой для разработки единой теории и методологии прогнозирования техногенной безопасности и стратегии устойчивого развития страны. В определении методических подходов исследования ключевым направлением должен быть мониторинг целых технологий и постоянное уточнение техногенных и экологических норм, в сочетании с контролем за осуществлением механизма внедрения усовершенствованной нормативно-правовой базы.

Основополагающей системой регулирования безопасности населения, окружающей среды и территорий должен стать анализ и управление рисками в региональном аспекте, а также в Украине в целом, с целью преодоления негативных тенденций роста чрезвычайных ситуаций как природного так и техногенного характера.

---

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Качинский А. Б. Экологическая безопасность Украины : системный анализ перспектив улучшения, 2001. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://old.niss.gov.ua/book/Kachin/2-7.htm>
2. Качинский А. М. Системный анализ определения приоритетов в экологической безопасности Украины / А. М. Качинский. – Киев, 1995. – 46 с. – (Препринт / Национальный институт стратегических исследований, № 42).
3. Руководство по осуществлению интегральной оценки состояния окружающей среды на региональном уровне. – Офиц. вид. – К. : М-во охраны окружающей природной среды Украины, 2008. – 54 с.
4. Киселев А. Ф. Оценка риска здоровью / А. Ф. Киселев, К. Б. Фридман. – СПб. : Питер, 1997. – 100 с.
5. Коваленко Г. Д. Экологический риск ухудшения состояния окружающей природной среды Украины при сохранении существующих тенденций антропогенной нагрузки / Г. Д. Коваленко, Г. В. Петух, А. В. Рыбалова // Экологическая безопасность : проблемы и пути решения : V междунар. научно-практической. конф., 7–10 окт., 2009 г. : Сб. науч. ст. – М. : Райдер, 2009. – С. 78–85.
6. Рыбалова А. В. Определение уровня экологической опасности в регионах Украины на основе оценки экологического риска / А. В. Рыбалова, С. В. Белан, Е. А. Варивода // Проблемы чрезвычайных ситуаций : Сб. науч. тр. : Харьков : УГЗУ. – Вып. 12. – 2010. – С. 132–142.

## НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ УЧЕНЫХ В УСОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СЕВООБОРОТОВ В МИРОВОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ XIX в.

Коваленко Наталия Петровна

Национальная научная сельскохозяйственная библиотека Национальной академии аграрных наук Украины,  
кандидат сельскохозяйственных наук, докторантка (Украина)

e-mail: BoikoNP@ukr.net

### РЕЗЮМЕ

Статья посвящена исследованию научных достижений выдающихся отечественных агрономов-земледельцев XIX в. и их зарубежных современников в разработку севооборотов в мировом земледелии, их классификацию и дальнейшее усовершенствование, что позволило оценить научное наследие первых и его значение для развития аграрной науки в Украине. Опираясь на отечественную практику, ученые развили идеи предшественников и приспособили свои достижения к потребностям украинской экономики.

**Ключевые слова:** научные достижения, историческое развитие, усовершенствование, севообороты, мировое земледелие, сельскохозяйственные культуры, предшественники.

### РЕЗЮМЕ

Стаття присвячена дослідженню наукових досягнень видатних вітчизняних агрономів-землеробів XIX ст. і їх зарубіжних сучасників в розробленні сівозмін у світовому землеробстві, їхню класифікацію та подальше удосконалення, що дозволило оцінити наукову спадщину перших і її значення для розвитку аграрної науки в Україні. Спираючись на вітчизняну практику, вчені розвинули ідеї попередників і пристосували свої досягнення до потреб української економіки.

**Ключові слова:** наукові досягнення, історичний розвиток, удосконалення, сівозміни, світове землеробство, сільськогосподарські культури, попередники.

### ABSTRACT

The article is sanctified to research of scientific achievements of prominent home agriculturists-farmers of XIX century and their foreign contemporaries in development of crop rotations in world agriculture, their classification and further improvement, that allowed to estimate scientific heritage of the first and his value for development of agrarian science in Ukraine. Learning against home practice, scientists developed the ideas of predecessors and adjusted the achievements to the necessities of the Ukrainian economy.

**Keywords:** scientific achievements, historical development, improvement, crop rotations, world agriculture, agricultural cultures, forecrops.

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Во второй половине XIX в. агрономическая наука могла гордиться целой плеядой талантливых ученых, которые своими трудами и идеями создали то великое, что мы называем земледельческой культурой, шли вровень с современной мировой сельскохозяйственной наукой и практикой. Агрономическая наука обогатилась новыми разработками научно обоснованных севооборотов в системах земледелия, которые расширили в своих трудах ведущие ученые: П. В. Будрин (1857–1939), А. Н. Энгельгардт (1832–1893), А. С. Ермолов (1846–1910), А. А. Измаильский (1851–1914), П. А. Костычев (1845–1895), А. П. Людоговский (1840–1882), Д. Н. Прянишников (1865–1948), А. И. Скворцов (1848–1914), А. В. Советов (1826–1901), И. А. Стебут (1833–1923), С. М. Усов (1796–1859), А. Н. Шишкин (1847–1898) и многие др.

Все они по широте, глубине и смелости постановки и решения агрономических проблем во многом опережали свое время. Не идя на поводу научных и технологических разработок ученых Западной Европы, они критически воспринимали агрономические достижения в мире, проверяя их в многообразных природно-климатических и общественных условиях России и Украины, и тем самым обогащали мировую агрономическую науку. Характерным для ученых было то, что они неразрывно связывали свою теоретическую деятельность с собственным опытом практического хозяйствования, объединяли агрономические знания с экономическими.

### ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА ИССЛЕДОВАНИЯ

Первым на требования научного и практического характера откликнулся профессор Петербургского университета С. М. Усов в своей работе «О системах хлебопашества» (1854 г.) [1], где ученый провел тщательный анализ севооборотов и систем земледелия, доказал их положительное значение. На основе этого он сделал следующий вывод, что ни одному севообороту и ни одной системе земледелия нельзя отдать безусловного преимущества перед другими. Каждый севооборот и каждая система земледелия, относительно хозяйственной прибыли, хороши, если они на своем месте.

Заслуга С. М. Усова заключается в том, что он, во-первых, показал ошибочность отождествления понятий «севооборот» и «система земледелия» и доказал, что одной и той же системе земледелия может принадлежать несколько севооборотов. Поэтому он отбрасывал термины «трехпольная система» и «трехпольное хозяйство», которые широко употребляли в те времена, как неправильные, которые не отображали их основное содержание. Во-вторых, возобновил в правах положение о севообороте как средстве восстановления и сохранения плодородия почвы и указал на три основные, свойственные севообороту особенности: выбор растений для севооборота с точки зрения выгоды сбыта их продукции, порядок чередования этих растений и способ восстановления и сохранения плодородия почвы. Ученый утверждал, что в различных естественных и экономических условиях эти особенности могут быть достаточно разными и по отношению к ним резко изменяется количество севооборотов. В-третьих, он выделил севообороты переложной системы как самостоятельные, рядом с севооборотами паровой, выгонной и плодосменной системами земледелия.

Кроме способа восстановления и сохранения плодородия почвы, чрезвычайно важным аспектом севооборота ученый отметил выбор выращивания растений с точки зрения выгоды сбыта. Ученый считал, что в одном районе страны более выгодно производить хлеб, в другом – заниматься скотоводством; в одном районе более выгодно сбывать сельскохозяйственные продукты в сыром виде, в другом – в переработанном и т. д. Он правильно считал ведущей стороной севооборотов экономическую – соотношение между хозяйственными угодьями и полевыми культурами [1, с. 28].

Свое развитие аграрная наука второй половины XIX в. приобрела в лице агронома-земледельца, первого доктора сельскохозяйственных наук, профессора Петербургского университета А. В. Советова, агрономическая издательская деятельность которого имеет огромный список. Но наибольшее значение имеют две его классические работы: «О разведении кормовых трав на полях» (1859 г.) [2], которая помогла ему получить степень магистра и «О системах земледелия» (1867 г.) [3], которая оказалась первой в России диссертацией на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. В первой основательной работе ученый обстоятельно изложил и глубоко обобщил опыт применения плодосменных севооборотов и использования травосеяния в России [2, с. 29], во второй – главной проблемой русского сельского хозяйства он считал односторонность зернового хозяйства при паровой системе земледелия, которая господствовала в России во второй половине XIX века [3, с. 32].

А. В. Советов был первым русским агрономом, который подошел к исследованию севооборотов в системах земледелия с общественно-исторической точки зрения. Ученый впервые в истории агрономии дал определение системам земледелия, как разным формам, в которых выражается тот или иной способ использования земли. Ученый впервые систематизировал представление об историческом изменении и классификации севооборотов в системах земледелия, показал их значение.

Вывод А. В. Советова об остатках крепостничества, как основной преграде к переходу русского земледелия от старых паровых к новым более совершенным плодосменным севооборотам, и о несовместимости последних с отношениями крепостных крестьян блестяще подтвердил сельскохозяйственной практикой выдающийся ученый-химик, агроном и публицист, профессор Петербургского земледельческого института А. Н. Энгельгардт в своем имении Батищеве. Он внес значительный вклад в развитие научных представлений о севооборотах разных систем земледелия. В своем фундаментальном исследовании реальности русского села «Письма из деревни, 1872–1887» [4] ученый использовал сборное понятие «система хозяйства», которая включает в себя: производственное направление хозяйства, севооборот, систему земледелия, соответствующие им земледельческие орудия и социальный тип хозяйства.

А. Н. Энгельгардт, относительно своего времени, точно видел основное условие повышения эффективности сельского хозяйства в нечерноземных промышленных губерниях страны в коренном улучшении кормовой базы и в развитии молочного животноводства. Ученый считал самым целесообразным сначала привлечь в обращение запущенные земли, пригодные для возделывания залежи, привести их в культурное состояние путем применения многопольных севооборотов выгонной системы земледелия и только потом переходить к интенсивным севооборотам с массовым применением удобрений [5, с. 9].

Историческое развитие севооборотов в системах земледелия осуществил выдающийся агроном-экономист, профессор А. П. Людоговский. Образование многочисленного класса дешевой рабочей силы, как считал ученый, должно было превратить латифундии крепостников центральной России, где господствовали паровые севообороты, в капиталистические предпринимательские хозяйства с более совершенными севооборотами, которые успешно конкурировали на рынке. В труде «Основы сельскохозяйственной экономики и сельскохозяйственного счетоводства» (1875 г.) [6] основным предметом науки сельскохозяйственной экономики ученый считал чередование культур в севооборотах. Исследования условий, которые определяют историческое развитие и географическое размещение севооборотов в системах земледелия, составляет, по его словам, основное задание сельскохозяйственной экономики.

Как и С. М. Усов, А. П. Людоговский считал, что одной и той же системе земледелия могут принадлежать различные севообороты, что можно сложить десятки севооборотов с разным числом полей, и все они будут плодосменными, а термины «двухпольная система», «трехпольная система» не воссоздают суть разных систем земледелия [6, с. 134–135]. Системой полеводства ученый называл способ использования

полей относительно разделения их пространства между разными группами растений: хлебами, кормовыми травами, корнеплодами и торгово-промышленными растениями, а также паром. Севооборот, по его мнению, отображает характер и является подчиненным системе полеводства.

Таким образом, А. В. Советов, А. Н. Энгельгардт и А. П. Людоговский близко подошли к значению решающей роли прогрессивных севооборотов в системах земледелия и установления диалектической взаимозависимости между агротехникой и экономикой сельского хозяйства.

Впервые в истории сельскохозяйственной науки четко размежевал понятия «система хозяйства», «система полевого хозяйства», «севооборот» и «система культуры», раскрыл неразрывную связь и взаимозависимость между ними один из выдающихся русских агрономов, педагогов, популяризаторов знаний о сельском хозяйстве, профессор Петровской земледельческой и лесной академии И. А. Стебут. Больших достижений ученый достиг с помощью метода сравнительного анализа, который впервые применил к существующей в то время культуре сельскохозяйственных растений по полевым клиньям (паровой, полевой, луговой, выгонный).

И. А. Стебут подчеркивал непригодность занятых паров в условиях недостаточного увлажнения и ошибочность категорических требований плодосменных севооборотов – повсеместной ликвидации чистых паров, крайне необходимых в засушливой степной зоне [7, с. 27]. Под системой сельского хозяйства ученый понимал три взаимосвязанные между собой части: производственное направление хозяйства; систему земледелия, которая отвечает системе хозяйства и естественным условиям; севообороты, в которых находит свое отражение производственное направление хозяйства и которые одновременно являются основным звеном системы земледелия.

Выдающийся русский агроном и теоретик агрономии, профессор П. А. Костычев в основе севооборотов видел структурную теорию, в соответствии с которой бесменное выращивание сельскохозяйственных культур приводит к деградации физических свойств почвы, в частности его структуры [8]. Высокое плодородие целинных черноземов ученый объяснял хорошей мелкокомковатой структурой, которая образуется под воздействием многолетней травянистой растительности или скороспелого перелога, который создают сеяные травы.

Основоположником сидеральных севооборотов по праву считают заведующего первой в мире кафедрой растениеводства (в то время «частного земледелия»), выдающегося ученого-агрия и организатора сельскохозяйственного опытного дела в России и в Украине – профессора П. В. Будрина, который в 1881 г. систематизировал исследования использования люпина на зеленое удобрение в двупольных севооборотах на легких почвах опытного поля Ново-Александровского института сельского хозяйства и лесоводства: рожь с пожнивным люпином – картофель [9]. Такие исследования проходили на протяжении нескольких десятилетий и получили высокую оценку. Но невзирая на широкую пропаганду зеленого удобрения в конце XIX в., его применяли лишь в отдельных помещичьих хозяйствах. Медленное внедрение зеленого удобрения в земледельческую практику было связано с частыми неудачами посевов люпина, которые можно объяснить отсутствием знаний особенностей агротехники этого растения.

Профессор Петровской Академии А. Н. Шишкин, который заведовал кафедрой земледелия Ново-Александровского института сельского хозяйства и лесоводства в работе «Сельскохозяйственная экономия» (1870 г.) [10], осветил отдельные экономические вопросы ведения земледелия и растениеводства, наглядно показал роль эффективного чередования культур и возделывания почвы в севооборотах.

Известный исследователь, выдающийся деятель агрономической мысли А. А. Измаильский в своем классическом труде «Как высохла наша степь» (1893 г.) [11] достаточно полно обосновал и развил особенности степного земледелия, а также приемы борьбы с причинами засухи. Эта работа была отзвонком на ужасные бедствия, вызванные засухой в 1891 г., в которых ученый на основании тщательных исследований, проведенных в производственных условиях, обосновал правильное представление об истории развития степей, влажности почвы, приемах ее накопления и сохранения с целью борьбы с засухами в степях юга России.

Для улучшения накопления влаги в почве и борьбы с засухой ученый рекомендовал применение правильной организации территории путем внедрения травопольных полевых и кормовых севооборотов и рационального использования земельных угодий, глубокой обработки почвы, снегозадержания, облесения яров, полезащитных насаждений. На основании своих исследований ученый пришел к выводу, что возобновить разрушенную структуру почвы могут севообороты с выращиванием многолетних травосмесей и однолетних культурных растений.

Весомый вклад в усовершенствование севооборотов в системах земледелия внес талантливый ученый, первый министр земледелия и государственных имуществ России А. С. Ермолов – автор серии научных трудов по агрономии и почвоведению, среди которых отметим выдающуюся для своего времени работу «Организация полевого хозяйства. Системы земледелия и севообороты» (1879 г.) [12].

Под системой земледелия ученый понимал не только способ восстановления и сохранения плодородия почвы, но и соотношение и чередование культур в севообороте, а также соотношение между разными хозяйственными угодьями. Из системы земледелия он выделяет севооборот и превращает его, рядом с системой земледелия, в самостоятельную составную часть системы хозяйства, то делает это только потому, что севооборот устанавливает не только чередование культур, но и производственное направление

хозяйства. А. С. Ермолов был первым из сельскохозяйственных экономистов, кто собрал огромный фактический материал о сельском хозяйстве страны и обобщил его изменения в историческом обзоре, которые состоялись после отмены крепостного права в области земледелия и производственного направления хозяйств по установленным ими же районам.

Определенный вклад в развитие севооборотов в системах земледелия внес профессор Ново-Александровского института сельского хозяйства и лесоводства А. И. Скворцов, который придавал большое значение правильному толкованию понятий: предмет и метод политической и сельскохозяйственной экономики, факторы земледельческого хозяйства, система полеводства и севооборот, интенсивность сельского хозяйства и земельная рента.

Игнорируя агротехническую сторону севооборотов, ученый отмечал их выгоду только с точки зрения получения наивысшей прибыли, соотношения между хозяйственными угодьями, с одной стороны, и разными группами растений с простым и выгодным чередованием, с другой. Возможно, именно поэтому А. И. Скворцов считал, что плодосменные севообороты могут иметь место в любом крестьянском хозяйстве, а в работе «Экономические причины голодовок и меры к их устранению» (1894 г.) [13] рекомендовал повсеместное их внедрение. Единственным препятствием на пути внедрения плодосменных севооборотов в крестьянские хозяйства он отмечал общинное землевладение и связанную с ним чересполосицу [13, с. 36–37].

Академик Д. Н. Прянишников считал, что при внедрении севооборотов не должно быть одинакового шаблона, и севооборот надо стремиться построить так, чтобы он способствовал последовательному повышению продуктивности. Он полагал, что последовательность культур в севообороте должна определяться агротехническими соображениями и задачей обеспечить рост урожаев до требуемого уровня, но без истощения почвы, а по возможности с ее последовательным улучшением [14].

В современной теории научно обоснованных севооборотов учитывают все разнообразие факторов, которые предопределяют необходимость чередования сельскохозяйственных культур. Многообразие причин, по которым правильное чередование культурных растений в севообороте оказывается гораздо более продуктивным, чем непрерывное возделывание растений одного и того же типа, академик Д. Н. Прянишников объединил в четыре группы [14, с. 14]: во-первых, это причины химического порядка, связанные с неодинаковым потреблением питательных веществ различными культурами из почвы; во-вторых, это причины физического порядка, т. е. различия в состоянии почвы и ее влажности после уборки разных культур; в-третьих, это причины биологического порядка, т. е. различное отношение культур к болезням, вредителям и сорным травам; в-четвертых, это причины экономического порядка, вытекающие из различий в количестве и распределении труда, требуемого разными культурами по сезонам, и разном их значении для организации сельскохозяйственного производства.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, анализ и сравнение результатов исследования отечественных и зарубежных ученых подтверждают, что процесс зарождения научных знаний о севооборотах в системах земледелия имеет многовековую историю и в своей основе базируется как на народной агрономии, так и на естественных, гуманитарных и экономических науках.

Во второй половине XIX в. учение о севооборотах в системах земледелия приобрело как самостоятельность научных знаний, так и интегрированность научной системы. Значительное влияние на формирование земледельческой науки имели обобщения в естественных, философских и экономических науках, утверждение методологического системно-структурного метода. Сравнительный анализ достижений ведущих отечественных ученых-земледельцев и их зарубежных современников позволил оценить научное наследие первых и его значение для развития аграрной науки в России и в Украине. Опираясь на отечественную практику, ученые развили идеи предшественников, приспособили свои достижения к потребностям украинской экономики.

Осознавая первичный характер земледельческого труда, исторические тенденции землеустройства и землепользования для будущих поколений, можно утверждать, что их роль в деятельности аграрной науки будет возрастать. Необходимо осознать реальные тенденции дальнейшего развития украинского общества, которое требует: во-первых, признание его современной сущности, как аграрно-промышленного государства; во-вторых, необходимость определения типа и уровня культуры земледелия, какие присущи цивилизации, в пределах которой в исторических формах осуществляется украинская государственность.

Современное развитие России и Украины требует определения в аграрной сфере реальной ситуации, осознания естественного, научно-технического потенциала, создания социально благоприятных сценариев конструктивных сдвигов, что требует внедрения адаптивных аграрных технологий. Комплексное рассмотрение в историческом аспекте развития севооборотов в системах земледелия дает возможность в начале XXI в. украинскому государству сделать цивилизованный выбор. Осознавая важность информационных ресурсов и производственных комплексов, следует отметить, что весомым в процессе выбора становится аграрный потенциал.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

1. Усов С. М. О системах хлебопашества / С. М. Усов. – СПб, 1854. – 214 с.
2. Советов А. О. О разведении кормовых трав на полях / А. О. Советов. – СПб, 1859. – 198 с.
3. Советов А. О. О системах земледелия / А. О. Советов. – СПб., 1867. – 290 с.
4. Энгельгардт А. Н. Из деревни 12 писем : 1872–1887 г. / А. Н. Энгельгардт. – СПб. : Наука, 1999. – 714 с.
5. Энгельгардт А. Н. О хозяйстве в Северной России и применении в нем фосфоритов : сборник с.-х. статей 1872–1888 гг. / А. Н. Энгельгардт. – СПб. : Издание А. С. Суворина, 1888. – 523 с.
6. Людоговский А. П. Основы сельскохозяйственной экономии и сельскохозяйственного счетоводства / А. П. Людоговский. – СПб, 1875. – 488 с.
7. Стебут И. А. Основы полевой культуры и меры к ее улучшению в России / И. А. Стебут. – М. : Издательство книгопродавца А. Л. Васильева, 1882. – 483 с.
8. Костычев П. А. Почвы черноземной области России. Образование чернозема / П. А. Костычев. – М. : Сельхозгиз, 1949. – 239 с.
9. Будрин П. В. Результаты опытов по применению удобрений и изучению севооборотов на Горнониевском опытном поле Института сельского хозяйства и лесоводства / П. В. Будрин. – СПб., 1907. – 236 с.
10. Шишкин А. Н. Сельско-хозяйственная экономия : введение и ч. 1. Общая / А. Н. Шишкин. – СПб., 1908. – Изд. 2–е. – 380 с.
11. Измаильский А. А. Как высохла наша степь / А. А. Измаильский. – Полтава, 1893. – 174 с.
12. Ермолов А. С. Организация полевого хозяйства. Системы земледелия и севообороты / А. С. Ермолов. – СПб. : Изд-во Вольного экономического общества, 1901. – Изд. 4–е. – 590 с.
13. Скворцов А. И. Экономические причины голодков и меры к их устранению / А. И. Скворцов. – М., 1894. – 253 с.
14. Прянишников Д. Н. Избранные сочинения. В 3-х т. / Д. Н. Прянишников. – М. : Сельхозиздат, 1963. – т. 2. Частное земледелие (Растения полевой культуры). – 712 с.

## ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ТРАНЗИСТОРЫ В КАЧЕСТВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ БОЛЬШИХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ

**Вайнштейн Михаил Зиновьевич**  
Academia.edu, Сент-Луис, к.т.н. (США)  
e-mail: vamiz@yahoo.com

### РЕЗЮМЕ

В статье рассмотрены основные этапы разработок электрохимических транзисторов, в результате которых получены функциональные характеристики, позволяющие преодолеть обозначенное ограничение и одновременно получить существенные технологические преимущества при изготовлении больших интегральных схем.

**Ключевые слова:** электрохимический транзистор, органический полупроводник, комплементарные схемы, большие интегральные схемы.

### РЕЗЮМЕ

У статті розглянуті основні етапи розробок електрохімічних транзисторів, в результаті яких отримані функціональні характеристики, що дозволяють подолати позначене обмеження і одночасно отримати суттєві технологічні переваги при виготовленні великих інтегральних схем.

**Ключові слова:** електрохімічний транзистор, органічний напівпровідник, комплементарні схеми, великі інтегральні схеми.

### ABSTRACT

This article describes the main stages of development of electrochemical transistors with the aim of improving their functional properties, removing their inherent limitations, and significantly advancing the manufacture of large scale integrated circuits.

**Keywords:** electrochemical transistor, organic semiconductor, complementary circuits, large-scale integrated circuits.

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Транзистор является основным элементом, определяющим развитие современной микроэлектроники. На основе транзисторов можно создавать усилители, переключатели, интеграторы и многие другие преобразователи электрических параметров.

В настоящее время подавляющее большинство транзисторов изготавливается на основе полупроводников, обладающих электронно-дырочным механизмом проводимости. Электрохимические транзисторы основаны на применении электролитов, органических полупроводников и металлооксидных материалов, обладающих ионным и солитонным механизмами проводимости.

Экспериментальные образцы электрохимических транзисторов появились почти одновременно с полупроводниковыми транзисторами в 50-х годах прошлого века. Однако они, в отличие от полупроводниковых транзисторов, долгое время почти не имели практического применения.

В последние годы значительно возросло число сообщений о создании электрохимических транзисторов с улучшенными функциональными и технологическими характеристиками. Это открывает новые возможности для их широкого применения при изготовлении чувствительных сенсоров, высококонтрастных экранов, радиочастотных меток, смарткарт, электронной бумаги, гибких тканевых волокон и других изделий.

Наряду с этим, наибольшее значение имеет перспективность электрохимических транзисторов в качестве элементов интегральных схем, на основе которых создаются современные компьютеры и системы преобразования логической информации. В данной области основной проблемой, ограничивающей применение электрохимических транзисторов, является меньшая подвижность действующих в них электрических зарядов по сравнению с подвижностью электронов и дырок в металлических и кремниевых полупроводниках.

В статье рассмотрены основные этапы разработок электрохимических транзисторов, в результате которых получены функциональные характеристики, позволяющие преодолеть обозначенное ограничение и одновременно получить существенные технологические преимущества при изготовлении больших интегральных схем.

### ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА ИССЛЕДОВАНИЯ

**Электрохимические транзисторы на основе неорганических электролитов.** Конструкция первого электрохимического транзистора была предложена Д. Бардиным в 1953 г. В принадлежащем ему патенте [1] отмечено, что "электрохимический транзистор обладает многими характеристиками, которые делают его



пригодным для использования в тех случаях, когда полупроводниковые транзисторы являются неудовлетворительными".

Преимуществом электрохимического транзистора перед полупроводниковым автор считал низкий импеданс к переменному току и относительную независимость тока смещения от температуры. В патенте также отмечено, что вследствие меньшей подвижности ионов по сравнению с электронами и дырками электрохимический транзистор может работать только при частотах не более 1гц.

Патентуемый транзистор представлял собой электролитическую ячейку с двумя платиновыми электродами, разделёнными узким зазором, в которую был добавлен третий электрод, осуществлявший контроль концентрации ионов в зазоре. В качестве электролита применялся раствор, содержащий 0,25 М FeSO<sub>4</sub> +1,5 М HCl. При напряжении, близком к 0,4В на аноде, который согласно описанию автора выполнял роль эмиттера, происходила реакция окисления  $Fe^{+2} - e = Fe^{+3}$ , а на катоде, выполнявшем соответственно роль коллектора, осуществлялась обратная реакция восстановления:  $Fe^{+3} + e = Fe^{+2}$ . Третий электрод - аналог базы полупроводникового транзистора контролировал величину тока за счет изменения разности потенциалов между ним и эмиттером.

В последующие годы был опубликован ряд сообщений о разработках, ставивших целью совершенствование конструкции, улучшение рабочих характеристик и упрощение способов изготовления электрохимических транзисторов. Так, например, И. В. Стрижевским с сотрудниками был разработан транзистор (триод) на основе электролита, представляющего обратимую окислительно-восстановительную систему 0,1н K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]+0,1н K<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>], имевшим более высокий коэффициент усиления по сравнению с транзистором Бардина, который был применён авторами в электрических схемах защиты от коррозии [2, 3].

Однако произведённые усовершенствования не привели к промышленному распространению электрохимических транзисторов, так как все они были основаны на водных растворах электролитов и имели соответственно очень узкий интервал рабочих температур.

В 1980 году Р. Хетрик [4] разработал транзисторную структуру, основанную на применении твёрдого электролита, что позволило больше, чем на один порядок увеличить рабочий температурный интервал. Согласно описанию патента этот транзистор может работать в особо жёстких условиях, например, при измерении состава автомобильных выхлопов. Предложенная структура состояла из пористых платиновых электродов и проводящего слоя из керамического материала, содержащего двуокись циркония. В качестве возможной альтернативы предлагалось использовать металлический натрий, растворённый в ртути. Вследствие своей сложности данная структура не была способной конкурировать с полупроводниковыми транзисторами.

Новые конструкции более простых и технологичных электрохимических транзисторов появились в результате изобретений органических полимеров, обладающих полупроводниковыми свойствами и ионных жидкостей.

**Органические полупроводники и ионные жидкости, применяемые в электрохимических транзисторах.** Большинство органических полимеров не являются проводниками электрического тока. Это происходит вследствие отсутствия в них свободных электронов и ионов. В то же время достаточно давно было замечено, что в некоторых случаях органические полимеры обладают небольшой электропроводностью. Первым полимером, у которого была обнаружена электрическая проводимость, является полиацетилен (СН)<sub>x</sub>. Вслед за ним были получены другие полимеры, обладающие полупроводниковыми свойствами, т.е. способные изменять свою проводимость под воздействием приложенного к ним напряжения.

Наиболее значительным этапом этих разработок было открытие в 1977году галогенолегированного полиацетилена, обладавшего электропроводностью на два порядка более высокой, чем известные ранее органические полимеры [5]. В настоящее время созданы полимеры в широком диапазоне значений электропроводности, начиная от величин, соответствующих полупроводникам ( $10^{-2}$ - $10^0$ См/см), и приближаясь к значениям, характерным для металлов( $10^4$ - $10^5$  См/см).

В результате последующих исследований электрической проводимости полимерных материалов было установлено, что в основе её лежит механизм перемещения электрических зарядов вдоль линейных цепей атомов с сопряжёнными двойными связями, чередующихся с одинарными связями. В таких полимерах имеются общие электронные оболочки, принадлежащие двум рядом расположенным атомам углерода. При электрохимическом окислении или восстановлении полимеров происходят процессы инъекции или экстракции зарядов, что приводит к изменению их электронной структуры. В результате окисления появляются свободные носители зарядов, способные двигаться вдоль полимерной цепи. При переключении полярности в результате восстановления количество свободных носителей зарядов уменьшается и может падать до нуля.

Введение легирующих примесей в полимеры (часто называемое допированием) можно производить посредством химического, оптического или электрохимического воздействия. Находящиеся в полимере примеси являются донорами или акцепторами электронов. Однако, в отличие от неорганических полупроводников, в которых переносчиками зарядов служат электроны или дырки, в органических полимерных полупроводниках эту роль выполняют солитоны, поляроны или биполяроны, которые по своей природе являются квазичастицами [6].

Кроме полиацетилена для создания электрохимических транзисторов наиболее часто применяют полипиррол, политиофен и поли(3,4-этиллированныйдиокситиофен) в виде соли с полистиролсульфонатом (сокращённо PEDOT:PSS). Полимерный полупроводник PEDOT:PSS, обладающий уникальными свойствами (широкий диапазон изменения проводимости, устойчивость к атмосферным воздействиям, пластичность, прозрачность) производится в промышленных целях для различных электронных и фотоплёночных изделий. По этим причинам он является также наиболее подходящим материалом для изготовления электрохимических транзисторов.

Существует два основных типа транзисторов, основанных на органических полупроводниках: органические полевые транзисторы (для них часто применяется английская аббревиатура OFET-organic field effect transistor) и органические электрохимические транзисторы (ОЕСТ-organic electrochemical transistor). Главное различие между ними заключается в механизме регулирования проводимости канала между электродами истока и стока. В случае OFET проводимость канала определяется количеством и подвижностью конденсаторных зарядов, образующихся на поверхностях органического полупроводника. В случае ОЕСТ проводимость канала определяется количеством и подвижностью носителей электрических зарядов, образующихся непосредственно в самом органическом полупроводнике в результате окислительно-восстановительных реакций. Во многих конструкциях органических транзисторов действуют оба вышеуказанных механизма, и поэтому некоторые авторы вообще не применяют название "электрохимические" для выделения соответствующего им типа транзисторов [7]. В то же время в исследовательских публикациях прочно закрепилось название ОЕСТ, подкреплённое детальным рассмотрением электрохимического механизма образования электрических зарядов и регулирования проводимости [8, 9, 10].

Ионные жидкости получают из солей, плавящихся при комнатной температуре и образующих при этом электропроводящие ионы. Первые сообщения об их синтезе опубликованы ещё в 19-ом веке. Однако, долгое время после своего появления эти жидкости применялись, в основном, для исследовательских целей. Промышленный интерес к ионным жидкостям возник, начиная с 90-х годов прошлого века в связи с возможностью их применения для улучшения эксплуатационных характеристик электрохимических аккумуляторов. Максимальное напряжение, до которого возможно заряжать аккумуляторы, работающие с применением водных растворов, ограничивается напряжением электрохимического разложения воды. В ионных жидкостях вода отсутствует, поэтому основанные на них аккумуляторы способны заряжаться до более высокого напряжения. Кроме того, ионные жидкости имеют более низкое давление пара, чем водные растворы, что позволяет расширить температурный интервал работы аккумуляторов.

Данные особенности ионных жидкостей определяют также их предпочтительное применение при разработках электрохимических транзисторов. Важным преимуществом ионных жидкостей является также то, что они, будучи органическими соединениями, лучше, чем водные растворы, сочетаются с органическими полупроводниками. Результатом такого сочетания является возможность значительного увеличения количества окислительно-восстановительных циклов при работе транзисторов.

#### **Электрохимические транзисторы на основе полупроводников из органических полимеров.**

Впервые сообщение о создании электрохимического транзистора с применением органических полупроводников опубликовано Г. С. Уайтом, Г. П. Киттлессеном и М. С. Урайтоном в 1984 г. [11]. В отличие от уже известных к тому времени полевых транзисторов на основе металлических полупроводников, в предложенном устройстве микроэлектроды изготавливались из золота и они были покрыты сверху слоем органического полимера (полипиррола). Главная цель исследования состояла в том, чтобы показать, что при определённой структуре устройства весьма слабый входной сигнал может быть существенно усилен. Структура представляла собой кремниевую подложку с изолирующим слоем двуокиси кремния, на которую были нанесены планарные металлические микроэлектроды с подключёнными к ним выводами. Любые из трёх микроэлектродов устройства могли быть использованы в качестве истока, затвора и стока. Важной особенностью конструкции являлось то, что зазоры между планарными микроэлектродами были очень маленькими (1,4 мкм). Это было необходимо для того, чтобы получить достаточную для измерения величину усиленного сигнала при напряжении на затворе выше порогового значения. Пороговое напряжение затвора определялось началом процесса окисления полипиррола, в результате которого происходило резкое увеличение электропроводности, необходимое для работы устройства. При отрицательном напряжении на затворе полипиррол не проводил ток, и устройство было выключено. При сдвиге напряжения в положительную сторону устройство включилось, и устанавливались различные значения тока в зависимости от величины сдвига напряжения на затворе. Работа устройства была более устойчивой при отсутствии окисления полипиррола кислородом воздуха.

Авторы обращают внимание на то, что исследованный транзистор не предназначен для практического применения, а служит только для демонстрации возможности осуществления фундаментальных транзисторных функций. При этом они также указывают, что ускорение процесса переключения транзистора может быть достигнуто за счет уменьшения его элементов. Кроме того, скорость переключения может быть также увеличена за счет применения других органических полимеров, имеющих преимущество перед полипирролом в скорости электрохимической реакции и устойчивости к окислению кислородом воздуха.

В продолжение данной основополагающей работы было проведено исследование [12], в котором испытывалось аналогичное устройство с более стойким покрытием, поли(3-метилтиофеном). При этом была также изменена схема подключения микроэлектродов, в результате чего слой поли(3-метилтиофена) служил аналогом канала между истоком и стоком полевого транзистора. Одновременно были также уменьшены (в среднем приблизительно в 2 раза) размеры микроэлектродов. За счет указанных изменений было достигнуто увеличение электропроводности канала в пределах в  $10^8$  раз в зависимости от напряжения на затворе.

Вместе с исследованием изменений электрических параметров полимера измерялись изменения оптических свойств, происходящие вследствие электрохимического окисления. Кроме упомянутых полипиррола и поли(3-метилтиофена) исследовались также характеристики электрохимических транзисторов на основе карбазола, полианилина и альфа-омега дигексил 6-тиофена [13]. В результате были получены скорости переключения соизмеримые с известными на то время металлооксидными полевыми транзисторами (англ. MOSFET-metal oxide semiconductor field effect transistor) .

Одним из первых практических применений электрохимических транзисторов явилось создание на их основе химических сенсоров. Это позволило улучшить селективность, чувствительность и воспроизводимость сенсоров за счет подбора органических полупроводников более совместимых с анализируемыми растворами [14].

Последующее совершенствование технологии электрохимических транзисторов было достигнуто в результате их изготовления методами печати на различных жестких и гибких носителях. В статьях Д. Нильсона, М. Ченга и Т. Куглера сообщается о разработке ими совместно с другими авторами из Личёпингского Университета (Швеция) электрохимического транзистора на основе органического полупроводника PEDOT:PSS [15, 16]. В качестве основы использовалась целлюлозная бумага или полиэфирная плёнка. При работе транзистора PEDOT:PSS переключался между состояниями окисления и восстановления и, в зависимости от этого, становился соответственно изолятором или проводником. Процессы модуляции тока, проходящего через транзистор исследовались в двух режимах: бистабильном и динамическом. Входное напряжение составляло менее 2В, а количество переключаемых циклов было более 100. Величина межэлектродных зазоров в транзисторе не оказывала влияния на его рабочие параметры.

В 2005 г. Л. Герлогссоном совместно с другой группой сотрудников упомянутого Личёпингского Университета была разработана новая конструкция транзистора, которая представляет собой гибридный органического полевого транзистора и электрохимического транзистора. Эти изобретатели случайно, как они заявляют, обнаружили, что если изолирующий материал традиционного органического полевого транзистора заменить на определённый тип полиэлектролита или олигомерного электролита, то свойства полученного в результате транзистора существенно улучшаются по сравнению с существующими [17].

В органических полевых транзисторах (OFET) фактор подвижности зарядов может изменяться в 100 раз в зависимости от структуры и ориентации колец полимерного полупроводника [7]. В органических электрохимических транзисторах (ОЕСТ) эффекты усиления и переключения зависят от скорости окислительно-восстановительных реакций, происходящих в полимерных полупроводниках. При введении дополнительного слоя электролита реализуются оба вышеупомянутых механизма, что позволяет увеличить быстродействие, снизить входное сопротивление и улучшить другие функциональные и технологические свойства транзистора. Согласно описанию авторов разработанный ими гибридный транзистор имел следующие характеристики: время переключения < 1 мкс, пропускная способность по току 1 мкА, входное напряжение 1В, ёмкость двойного слоя 2,5 до 11 мкФ/см<sup>2</sup>, электропроводность  $2,5 \times 10^{-7}$  до  $3,2 \times 10^{-6}$  См/см, образцы испытывались при частотах 10 кГц до 1 МГц.

На основании полученных характеристик авторы делают вывод, что созданный ими транзистор "имеет несомненную применимость для больших схем, состоящих из интегральных транзисторных цепей и образующих логические сети", т.е. способен выполнять функции, которые ранее были возможны только в транзисторах, основанных на металлических и кремниевых полупроводниках.

Кроме рассмотренных конструктивных разработок, позволяющих получить параметры, необходимые для электрохимических транзисторов, работающих в составе больших интегральных схем, известны также другие методы достижения поставленной цели.

В 2007 г. Куглером был запатентован транзистор [18], в котором в качестве электролита используются инертные по отношению к полупроводнику ионные жидкости с весьма сложной формулой, например, название одной из возможных: 1-этил-3-метилимидазолиум бис(трифторметилсульфонил)имид. Главным результатом изобретения по данным автора является возможность достижения значительно более высоких значений тока при меньших напряжениях, чем в обычных органических полевых транзисторах. В некоторых из приведённых примеров фактор увеличения тока составлял  $10^3$  раз. Отношение величины тока включения к току выключения достигает  $10^5$  при изменениях на затворе всего лишь 2В и при этом насыщение выходного тока транзистора наблюдается при напряжении между истоком и стоком всего лишь 0,5В. По мнению автора транзисторы с такими характеристиками являются идеальными при изготовлении электрохромных пиксельных дисплеев, для которых требуются большие значения переключающего тока при малых сдвигах напряжения.

В настоящее время технология создания органических электрохимических транзисторов позволяет изготавливать интегральные схемы посредством одновременного группового нанесения их на основания,

обладающие большой поверхностью и практически неограниченной гибкостью. При такой технологии для улучшения функциональных характеристик транзисторов необходимо обеспечить максимально возможное снижение степени шероховатости поверхности, на которую наносится полупроводник. Для этого при нанесении органических полупроводников на гибкие основания, применяется дополнительный подслои, сглаживающий поверхность. Более гладкая поверхность позволяет, в свою очередь, наносить очень тонкий слой (порядка нескольких нанометров) полупроводника без ухудшения его электропроводности. В конечном итоге, это приводит к возрастанию удельной электрической ёмкости полупроводникового слоя и соответственному увеличению скорости переключения транзистора. По данным авторов обзорной статьи [19] применение такого способа нанесения органических полупроводников позволяет изготавливать высокоскоростные транзисторы, соответствующие требованиям электрических цепей, в которых используются транзисторы, создаваемые на основе комплементарной металл-оксидно-полупроводниковой.

Преимущества электрохимических транзисторов на основе органических полимеров перед электронными транзисторами состоят в том, что они функционируют при более низких напряжениях ( $<1V$ ), могут использоваться в качестве интеграторов и даже кратковременных элементов памяти, поскольку они сохраняются в прежнем состоянии после снятия напряжения. Современные технологии позволяют изготавливать электрохимические транзисторы недорогими печатными методами, из которых наиболее перспективным является струйная печать с использованием трёхмерных принтеров [20]. Изготовление электрохимических транзисторов может осуществляться при нормальных условиях окружающей среды, т. е. они не нуждаются в обеспечении вакуумных требований, необходимых для транзисторов типа MOSFET. Применяемые полимеры растворяют в органических растворителях и затем печатают на подложках из изоляционных материалов с помощью струйных принтеров. Электрохимические транзисторы, созданные на основе органических полимеров и струйнопечатных технологий, могут быть изготовлены в одномоментном цикле с другими элементами печатных плат, такими, например, как резисторы, индуктивности или батарейки питания. При этом именно транзисторы, вследствие своей многофункциональности, играют ключевую роль в создании полного набора всех элементов электрических цепей, размещаемых на интегральной печатной плате.

Весьма существенным перспективным качеством электрохимических транзисторов также является их совместимость с биологическими тканями, что даёт им очевидные преимущества при изготовлении медицинских и биологических датчиков. В перспективе использование растворимых материалов и 3D-принтеров позволяет создавать большие интегральные схемы на многослойных печатных платах, и даже законченные технические устройства. Учитывая, что программы для изготовления данных устройств могут создаваться компьютерами, это, в свою очередь, открывает конкретный путь к созданию самосовершенствующихся и самовоспроизводящихся компьютеров. Кинематическая модель самовоспроизводящихся автоматов была впервые предложена в середине прошлого столетия Джоном фон Нейманом [21]. Однако, вплоть до сегодняшних дней не существует технологии, способной реализовать эту идею. Электрохимические транзисторы на основе органических полупроводников в соответствии с их функциональными и технологическими возможностями являются достаточной базой для создания требуемой технологии.

**Транзисторы, основанные на электрохимическом перемещении ионов и атомов металлов в нанослоях.** Создание концептуально нового атомного транзистора, основанного на электрохимическом механизме перемещения атомов и ионов металлов в нанослоях, было заявлено группой японских исследователей в патенте [22] и сообщении [23]. Согласно описанию авторов этот транзистор отличается очень малым энергопотреблением и высокими значениями отношения тока включения к току выключения, которое составляет  $10^6$  при энергозависимом и  $10^8$  в энергонезависимом состоянии. Транзистор функционирует посредством движения катионов от затвора с последующим разрядом и образованием проводящего канала между истоком и стоком. При изменении полярности происходит переключение транзистора. В качестве затвора служит слой меди толщиной 40-50нм. Далее следует слой окисла тантала  $Ta_2O_5$  (толщиной 40нм или менее), сквозь который происходит миграция и диффузия ионов меди. За ним следует слой Pt/Ti (толщиной 50нм), разделённый изолятором  $SiO_2$  на электроды истока и стока. Расстояние между истоком и стоком составляет 15нм или менее.

Когда величина напряжения на затворе составляет 4В, исток и сток изолированы, и при этом сопротивление между ними имеет величину порядка гигаомов. В приведённых авторами примерах включение и последующее переключение транзистора происходят практически мгновенно.

Создан прототип, выдерживающий  $10^4$  переключений. При этом требуемый для переключения ток имеет очень малую величину ( $10^{-12}$  ампера). Данные электрохимические транзисторы могут изготавливаться с непосредственным применением CMOS технологии, по которой в настоящее время изготавливается большинство различных элементов интегральных схем.

Согласно сведений, приведённым в статьях разработчиков новые устройства в зависимости от способа их соединения в составе интегральных схем могут иметь двойное назначение: осуществлять транзисторные функции в энергозависимом режиме или служить элементами памяти (мемристорами) в энергонезависимом режиме. Необходимо отметить, что в отличие от органических электрохимических транзисторов (ОЕСТ), которые в настоящее время находятся в начальной стадии промышленного освоения,

атомные транзисторы, основанные на электрохимическом механизме усиления и переключения, находятся пока ещё в состоянии перспективных исследований. В то же время, значимость открываемых ими перспектив очень велика, т.к. их применение позволяет создать более совершенные структуры самоорганизующихся компьютерных сетей, моделирующих нейронные сети мозга [24].

### ВЫВОДЫ

Органические электрохимические транзисторы (ОЕСТ) позволяют достигнуть значительного улучшения функциональных характеристик за счёт увеличения количества и подвижности носителей зарядов, образующихся в транзисторном канале при окислительно-восстановительных реакциях, а также вследствие наличия дополнительных зарядов, в конструкциях с поверхностным слоем твёрдого электролита. В результате могут быть достигнуты величины параметров, соответствующие требованиям CMOS технологии, необходимые для работы транзисторов в составе больших интегральных схем.

Применение органических электрохимических транзисторов в составе больших интегральных схем упрощает и соответственно удешевляет технологию изготовления устройств вычислительной техники и позволяет им работать при более низких напряжениях.

Разработанная к настоящему времени технология изготовления органических электрохимических транзисторов даёт возможность изготавливать интегральные схемы посредством их одновременного группового нанесения на основания, с большой поверхностью и практически неограниченной гибкостью. Это обеспечивает им преимущества перед транзисторами типа MOSFET при изготовлении электрохромных пиксельных дисплеев, электрохимических датчиков сложной формы и многих других электронных изделий. Кроме того, весьма существенными перспективными преимуществами электрохимических транзисторов является возможность их изготовления из растворимых материалов и совместимость с биологическими тканями. Растворимые материалы в сочетании с струйнопечатными 3D-принтерами позволяют осуществить технологию создания самовоспроизводящихся компьютеров.

Атомные электрохимические транзисторы, основанные на перемещении ионов в нанослоях, позволяют создать новые самоорганизующиеся структуры, моделирующие нейронные сети мозга.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bardeen J. Electrolytic transistor. Patent US 3051876 A. Jun 2, 1953.
2. Стрижевский И.В., Дмитриев В.И., Финкельштейн Э.Б. Хемотроника, стр. 72-73. Наука, 1974
3. Гальперин Е.Б., Стрижевский И.В. Электрохимический усилитель. Патент SU 235112. 28 Нояб, 1967
4. Hetrick R.E. Electrochemical analog transistor structure with two spaced solid electrochemical cells. Patent US 4332003 A. Jun 31, 1980
5. Shirakawa, H., Louis, E.J., Macdiarmid, A.G., Chiang, C.K. and Heeger A.J. Synthesis of Electrically Conducting Organic Polymers: Halogen Derivatives of Polyacetylene, (Ch)<sub>x</sub>. Chem. Comm. 1977, pp. 578-580.
6. Скоробогатов В. М., Кривошей И. В. Структура и свойства высокопроводящих комплексов полиацетилена. Успехи химии. 1988, том 17, вып. 5, стр. 832-850.
7. Flora M.L., Arokia N., Yiliang Wu, Beng S. Ong. Organic Thin Film Transistor Integration: A Hybrid Approach. WILEY-VCH, ISBN: 978-3-527-40959-4, 2011.
8. Bernards D.A. et. al., Gating of an organic transistor through a bilayer lipid membrane with ion channels. Appl. Phys. Letters, 89, 053505 (2006).
9. Sanjeev K. M., et al., Faradaic effects in all-organic transistors. J. Appl. Phys. 103, 094501-1(2008).
10. Tarabella G., et al., Effect of gate electrode on the response of organic electrochemical transistor. Appl. Phys. Letters 97, 123304 (2010).
11. White H.S., Kittlesen G.P., Wrighton M.S. Chemical Derivatization of an Array of Three Gold Microelectrodes with Polypyrrole: Fabrication of a Molecule- Based Transistor. J. Am. Chem. Soc., v.106, pp. 5375-5377.1984.
12. Thackeray, J.W., White, H.S., Wrighton, M.S. Poly(3-methylthiophene) – Coated Electrode: Optical and Electrical Properties as a Function of Redox Potential and Amplification. J. Phys. Chem. 1985, v. 89, pp. 5133-5140.
13. Rany, V., Santhanam, K.S.V. Polypyrazole-based electrochemical transistor J. Solid State electrochem. 1998, v. 2, pp. 99-101.
14. Torsil., et. al., Organic field-effect transistor sensors: a tutorial review. Chem. Soc. Rev. 2013, v. 42, pp. 8612-8628.
15. Nilsson, D., Chen, M., Kugler Remonen, T., Armagarth, M., Berggren, M. Bi-stable and Dynamic Current Modulation in Electrochemical Organic Transistors. 2002. Adv. Mater. v. 14, pp. 51-54.
16. Nilsson, D., Kugler, T., Per-Olof Svenson, Berggren, M. An all-organic sensor-transistor based on a novel electrochemical concept printed sensors on paper. Scns. Actuators B-Chem. 2002, v. 86, pp.193-197.
17. Herlogsson L., et al. Transistor. Patent US 20070138463 A1. Nov 9, 2005.
18. Kugler T. Electrochemical thin-film transistor. Patent US 7952090 B2. Jun. 8, 2007.
19. Sekitani T., et al. Human-friendly organic integrated circuits. Materialstoday. v.14, iss.9, pp.398-407. Sep. 2011.
20. Paul, K.E., et al. Additive jet printing on polymer thin-film transistors Appl. Phys. Lett. 83, p. 2070-2072 (2003).

21. John von Neumann. The Theory of Self-reproducing Automata. Univ. of Illinois Press. Urbana and London, 1966.
22. Mazakazu A., et.al. Electrochemical transistor. Patent WO 2012039284 A1. Sep.22, 2010.
23. Hasegava T., et.al. Volatile/nonvolatile dual-functional atom transistor. Appl. Phys. Express. 4, 015204 (2011).
24. Stieg A.Z., et. al. Self organized atomic switch networks. Jpn. J. Appl. Phys. 53, 01AA02 (2014).

## ФЕНОЛОГИЯ КАРТОФЕЛЯ: ПРОТИВОРЕЧИЯ И ДОКАЗАТЕЛЬСТВА

**Рыхливский Игорь Петрович, Строяновский Василий Станиславович**

Подольский государственный аграрно-технический университет, доктор с.-х. наук, профессор (Украина)

Подольский государственный аграрно-технический университет, соискатель (Украина)

e-mail: rykhliyky@ukr.net

### РЕЗЮМЕ

В статье математически доказана биологическая некорректность деления сортов картофеля по длительности вегетационного периода.

**Ключевые слова:** картофель, фенология, группы спелости.

### РЕЗЮМЕ

У статті математично доведена біологічна некоректність ділення сортів картоплі по тривалості вегетаційного періоду.

**Ключові слова:** картопля, фенологія, групи стиглості.

### ABSTRACT

The article proved mathematically incorrect biological division of potato varieties for the duration of the growing season.

**Keywords:** potato, phenology, maturity group.

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Проблема нашего исследования связана с некорректностью толкования в учебниках по растениеводству и других изданиях понятия категорий спелости сортов картофеля по продолжительности вегетационного периода растений.

Изначальное разрешение проблемы отображено в публикациях 1–10 списка использованных источников.

### ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА ИССЛЕДОВАНИЯ

И. О. Стебут в «Основах полевой культуры» (1889) необходимость деления сортов картофеля по группам спелости обосновал тем, что растения этой культуры имеют чрезвычайно широкий термин развития и созревания – от 10 до 26 недель (70–182 сутки). Начальным отсчетом времени автор предложил период от прорастания ростков клубня до увядания ботвы. При таких условиях к раннеспелым были отнесены сорта с термином развития 10-13 недель (70-91 сутки), среднеспелым – 17 (119 суток) и позднеспелым – свыше 17 недель [1].

Практически те же самые параметры, но несколько в другой редакции условий учета, находим у О. А. Зубченко [2], по которым к раннеспелым относят сорта, созревающие в обычных условиях за 70–80 дней от посадки (у И. О. Стебута отсчет времени – от прорастания ростков) к началу отмирания ботвы; соответственно к среднеспелым – 90–110 и позднеспелым – 120–140. Как экспериментальное подтверждение реальности деления, автор приводит динамику прироста урожая у раннеспелых сортов картофеля, которая фактически опровергает его, поскольку логически раннеспелый сорт после начала отмирания ботвы не в состоянии интенсивно накапливать урожай, как показано в таблице 1.

Таблица 1

**Динамика прироста урожая у раннеспелых сортов картофеля**

Сорт	Урожай в т/га по состоянию на:						
	01.07	10.07	20.07	30.07	10.08	20.08	30.08
Приекульская ранняя	16,7	21,0	26,6	28,5	31,8	31,6	33,2
Белая роза	8,8	13,8	19,3	30,5	34,6	38,9	40,1

Дальнейшее усовершенствование в определении сроков созревания картофеля находим в учебнике по растениеводству С.М. Бугая. Цитируем: «По времени созревания сорта разделяются на раннеспелые, среднеспелые и позднеспелые. Первая группа сортов имеет вегетационный период от всходов до усыхания ботвы 65-90 дней, вторая – 90–120 и третья – 130–140 дней и больше» [3]. Здесь также параметры продолжительности те же, но начало отсчета перенесено уже на период всходов.

В других изданиях градация сортов продолжительности вегетационного периода имеет следующий вид (табл. 2):

Таблица 2

**Градация сортов продолжительности вегетационного периода**

Группа спелости	Источник информации /год издания			
	[4] 1975	[5] 1990	[6] 2003	[7] 2006
	продолжительность вегетационного периода, суток			
Раннеспелая	70-80	70-80	70-80	70-80
Среднераннеспелая	80-90	80-90	90-120	80-90
Среднеспелая	110-120	90-120	-	90-120
Среднепозднеспелая	120-130	120-130	120-130	120-130
Позднеспелая	135-150	130-150	130-150	130-150

Подобное единодушие свидетельствует: либо фенология картофеля не исследуется, либо авторы не вникают в суть дела, доверяясь в объективности данных друг другу. А дело в том, что все группы спелости картофеля в большинстве случаев не отличаются по продолжительности вегетационного периода, так как современная селекция на раннеспелость ориентирована на другие признаки. Таким образом, продолжительность вегетации сортов разных групп спелости определяется не столько их генетическими особенностями, сколько общим фитосанитарным состоянием насаждений.

В отдельных публикациях имеется и путаница понятий – «технологический период (цикл) выращивания растений» (от посадки к уборке урожая включительно), «онтогенез растений» (развитие от семян к семенам) и вегетационный период растений (от всходов к усыханию ботвы). Не учитывается также то, что сроки уборки урожая раннего картофеля определяются в большей мере конъюнктурой рынка, чем биологическими особенностями. Соответственно, на время уборки клубни достигают хозяйственной (товарной) спелости, а не физиологической.

Эти и другие особенности учитываются селекцией, а поэтому деление сортов картофеля по скороспелости происходит, в первую очередь, по динамике нарастания урожая клубней [8–10].

В Германии статус раннеспелых получают сорта, которые на период реализации обеспечивают урожай как минимум 10,0 т/га, в Польше растения с вегетационными периодом выше 135 суток вообще исключаются из селекционного процесса [9] и так далее.

Как пример селекционного деления сортов картофеля по группам спелости, приводим результаты селекционных исследований Буковинского института агропромышленного производства [10] (табл. 3):

Таблица 3

**Результаты селекционных исследований Буковинского института агропромышленного производства**

Сорта	Урожай, т/га от посадки на день:				Средняя масса товарных клубней, г	Группа спелости
	40-45	60	85	конец вегетации		
Бородянский розовый	6,3	21,5	37,0	60,0	90	РС
Кобза	7,5	20,0	25,0	50,0	91	РС
Невский	8,1	11,0	25,0	60,0	150	СП
Свитанок киевский	6,8	10,5	25,6	45,0	120	СП
Горлица	6,0	9,5	18,0	49,0	89	СС
Луговской	6,0	9,0	17,0	60,0	100	СС
Ольвия	6,0	8,5	18,0	45,0	108	СП
Ласунак	4,5	11,0	17,5	50,0	129	ПС
Темп	-	2,0	16,0	45,0	42	ПС

Таким образом, главный вывод краткого обзора научных публикаций должен быть следующим: «Биологическое обоснованное деление сортов картофеля по группам спелости является характерным клубнеобразованием, по которому и ведется практическая селекция картофеля. Раннеспелым считается сорт, который к первому сроку реализации формирует урожай на уровне 10,0 т/га и более товарных клубней».

Анализ публикаций [1–10] позволил определить и цель исследования, суть которой состоит в математическом доказательстве отсутствия фенологических изменений у растений сортов разных групп спелости, ориентируя этим самым потенциальных исследователей культуры на важность тщательного изучения фенологии растений и корректное освещение принципов градации сортов по скороспелости, что имеет важное технологическое значение в реализации генетического потенциала их продуктивности и организации оптимальной ритмичности поступления картофеля в весенне-летний периоды потребления.



База исследований была представлена рендомизированно выбранными результатами географического опыта, выполненного сетью метеостанций Украины, в которых изучались фенологические особенности ранних сортов: Пирмунес, Ранняя белая роза, Воротинская ранняя; среднераннеспелых – Невская, Чаривница, Житомирская, Детскосельская; среднеспелых – Луговская, Огонек, Гатчинская, Юбель; среднепозднеспелых – Гибридная 14, Сулев, Приська, Полесская розовая; позднеспелых – Темп и Олев [11].

Математическая обработка основывалась на определении средней арифметической, среднеквадратического отклонения, коэффициентов вариативности, корреляции и подобности. Межвариантная оценка проведена разностным методом по критерию Стьюдента, подобность – по соотношению графических площадей структуры вегетационного периода [12].

В Украине картофель высаживают в период со второй декады апреля по вторую декаду мая. Всходы растений ранних сроков посадки появляются в начале мая, более поздних – в первой декаде июня. В эти же сроки формируются боковые побеги. Массовое образование соцветий наблюдается с конца мая по конец июня. В начале июня картофель начинает цвести. Массовое цветение заканчивается в третьей декаде июля, хотя одиночные цветущие растения встречаются в насаждениях до середины августа. Август в фенологии картофеля является периодом постепенного увядания ботвы, что служит признаком окончания активной вегетации растений. В это же время начинается уборка урожая, которая продолжается до половины октября. Выбор сроков уборки – субъективный и зависит от прогноза погоды, наличия уборочной техники, уровня организации базы долгосрочности хранения урожая и опыта картофелевода.

По ходу календарных дат ощутимой разницы в фенологии между группами растений разной скороспелости не наблюдалось. Например, технологический период выращивания раннеспелых сортов находился в пределах с 10 апреля по 15 сентября, среднеспелых – с 8 апреля по 6 октября и позднеспелых – с 4 апреля по 20 сентября (табл. 4).

Таблица 4

**Фенология растений картофеля по группам спелости**

Фенофазы развития		Группы спелости				
		РС	СР	СС	СП	ПС
Посадка		10.04-30.04	08.04-12.05	08.04-12.05	20.04-10.05	04.04-09.05
Всходы		02.05-24.05	04.05-02.06	14.05-08.06	16.05-10.06	10.05-07.06
Образование	боковых побегов	08.05-31.05	20.05-14.06	20.05-14.06	26.05-20.06	20.05-17.06
	соцветий	30.05-16.06	31.05-28.06	02.06-27.06	08.06-30.06	28.05-30.06
Цветение		08.06-24.06	10.06-08.07	10.06-07.07	16.06-20.07	10.06-14.07
Конец цветения		30.06-16.07	10.07-08.08	04.07-10.08	06.07-04.08	30.06-04.08
Увядание листьев		31.07-14.08	04.08-24.08	10.08-31.08	20.07-31.08	10.08-31.08
Уборка урожая		06.08-15.09	16.08-29.09	28.08-6.10	14.08-23.09	18.08-20.09
Длительность Периода по датам	технологического	10.04-15.09	02.04-29.09	08.04-06.10	20.04-23.09	04.04-20.09
	вегетационного	02.05-14.08	04.05-24.08	14.05-31.08	16.05-31.08	10.05-31.08
	клубнеобразования	30.05-14.08	31.05-08.08	02.06-10.08	08.06-04.08	28.05-04.08
РС – раннеспелая; СР – среднераннеспелая; СС – среднеспелая; СП – среднепозднеспелая; ПС – позднеспелая						

Вегетационный период в раннеспелой группе варьировал в пределах со 2 мая по 14 августа, среднеспелых – с 14 мая по 31 августа и позднеспелых – с 10 мая по 31 августа.

**Выводы из табл. 4:**

1. Для разделения сортов картофеля на группы спелости по фенологии нет никаких оснований; сроки посадки картофеля в Украине – начало апреля - первая половина мая; уборка основного урожая клубней для длительного потребления и хранения – вторая половина сентября - начало октября.

2. При обычной технологии и разных сроках посадки всходы растений картофеля появляются с начала первой декады мая по первую декаду июня, цветение наступает в июне-июле, увядание листьев – в августе.

Фенология, как календарная форма фиксации состояния развития растений, необходима для изучения экологии культуры, то есть ее биологической реакции на климатические возбудители – температуру воздуха и почвы, осадки, влажность воздуха и тому подобное; в практическом варианте – для разработки технологических карт и агротехнических планов с прогнозированием особенностей развития растений. Однако она не в состоянии обеспечивать полноценной статистической оценки вариантных отличий вследствие того, что параметры признаков выражаются цифро-азбучными единицами измерения. Для перехода на

сто процентное цифровое обозначение фактические фенологические даты трансформируют в количественные выражения длительности межфазных периодов развития растений в суточном исчислении (табл. 5).

Средняя продолжительность периодов в суточном исчислении составляет: посадка-всходы – 28, бутонизация-цветение – 52; увядание листьев – 29; клубнеобразование – 33 сутки.

Таблица 5

**Длительность межфазных периодов развития растений картофеля по группам спелости со статистической оценкой**

Межфазные периоды развития растений		РС	СР	СС	СП	ПС	х
Посадка-всходы		26,4±1,05	27,9±0,74	28,2±0,08	27,7±1,66	30,2±1,66	28,1±0,59
Всходы-побеги		10,6±1,65	11,7±0,99	9,3±0,87	10,3±0,71	11,2±0,51	10,6±0,39
Побеги-соцветия		13,6±2,40	13,6±1,90	13,0±1,14	12,7±2,53	12,3±1,11	12,8±0,21
Соцветие-начало цветения		13,2±2,12	11,9±0,85	13,6±0,12	10,7±2,17	12,5±0,81	12,4±0,49
Цветение		27,0±0,89	16,7±4,48	23,7±1,33	18,8±2,99	15,5±1,83	20,3±0,80
Конец цветения-увядание растений		27,2±2,51	26,3±2,97	29,6±1,81	27,5±4,64	34,6±1,86	29,0±1,43
Увядание-уборка урожая		22,4±5,20	21,0±4,25	18,5±2,46	25,5±3,97	17,7±3,97	21,02±1,3
Длительность периода	клубнеобразования	40,2	28,6	37,3	29,5	28,0	32,7±2,4
	роста и спелости клубней	67,4	54,9	61,0	57,0	50,1	58,1±2,7
	вегетационного	91,6	78,4	89	80	86,0	85,0±2,4
	технологического	140,4±5,89	127,3±5,13	135,7±3,39	133,2±5,08	133,9±3,43	134,1±2,2
<b>Статистическая оценка межгрупповых отличий</b>							
группа спелости		период развития	степень свободы	критерий Стьюдента			
				факт.	t <sub>05</sub>		
Р:С		цветение	34	2,06	2,05		
Р:СП		цветение	8	2,63	2,31		
Р:П		цветение	18	5,28	2,10		
С:П		цветение	46	3,69	2,03		
Р:П		увядание	18	2,37	2,10		
СР:П		увядание	20	2,37	2,09		

Попарная оценка всех вариантов вскрыла статистически значимые отличия в продолжительности цветения между ранней и среднеспелой группами растений (t<sub>f</sub> = 2,06 при t<sub>05</sub> = 2,05); ранней и среднепоздней (t<sub>f</sub> = 2,63 при t<sub>05</sub> = 2,31); ранней и поздней (t<sub>f</sub> = 5,28 при t<sub>05</sub> = 2,10); средней и поздней (t<sub>f</sub> = 3,69 при t<sub>05</sub> = 2,03). Наряду с цветением статистически доказуемыми оказались различия между длительностью увядания растений раннеспелой и позднеспелой групп (t<sub>f</sub> = 2,37 при t<sub>05</sub> = 2,10); среднеранней и поздней (t<sub>f</sub> = 2,37 при t<sub>05</sub> = 2,09).

**Выводы к табл. 5:**

1. Сорта картофеля независимо от темпов формирования хозяйственно весомого (ощутимого) урожая имеют среднюю продолжительность технологического цикла (от посадки к уборке) 134,1±2,02 сутки, из которых на вегетационный период приходится 63,4% или 85,0±2,43 сутки.

2. Статистические достоверные отличия между группами сортов разной спелости установлены в продолжительности периодов цветения и увядания растений. Соответственно и сорта различаются продолжительностью периодов активного формирования клубней, их роста и достижения физиологической спелости.

3. Активное формирование клубней у скороспелых сортов составляет 40, позднеспелых – 28, в среднем 32,7±2,40 сутки; период роста и достижения клубней у скороспелых растений – 67, позднеспелых – 50, в среднем – 58,1±2,79 сутки.

Переход от прямых календарных дат фенологии растений картофеля (табл. 1) к количественному определению продолжительности межфазных периодов их развития (табл. 2) позволил создать числовые массивы и таким образом математически доказать, на каком уровне и на каких этапах действительно существуют отличия между сортами разных групп спелости. Кроме того, данные табл. 2 являются той моделью, которая открывает путь для более широких решений, а именно – создания конструкции для прогнозирования и дальнейшего исследования отличия между фенологией одновременно созревающих сортов картофеля. В качестве такой конструкции выступает структура вегетационного периода (табл. 6).

Основными информативными элементами структуры вегетационных периодов в табл. 3 является отсутствие контрастных отклонений между опытными группами растений. Это первое. Второе – большую часть в структуре развития растений занимают периоды формирования количественного и качественного состава урожая – в среднем 58,6% (23,2±35,4). Третье – особенные отклонения в продолжительности этих

периодов являются четко выраженной ориентацией, то есть в раннеспелой группе более длительный период формирования количественных признаков урожая, у позднеспелых – качественных.

Структура вегетационного периода растений (ВП), как прогнозируемого элемента, срабатывает в обратном процессе возобновления календарных дат по числовому признаку ВП или отдельных его периодов. Она позволяет определять степени подобия между отдельными группами растений и их в целом с помощью геометрических (графических), алгебраических, тригонометрических и интегральных уравнений (функций).

Таблица 6

Структура вегетационного периода сортов картофеля разных групп спелости

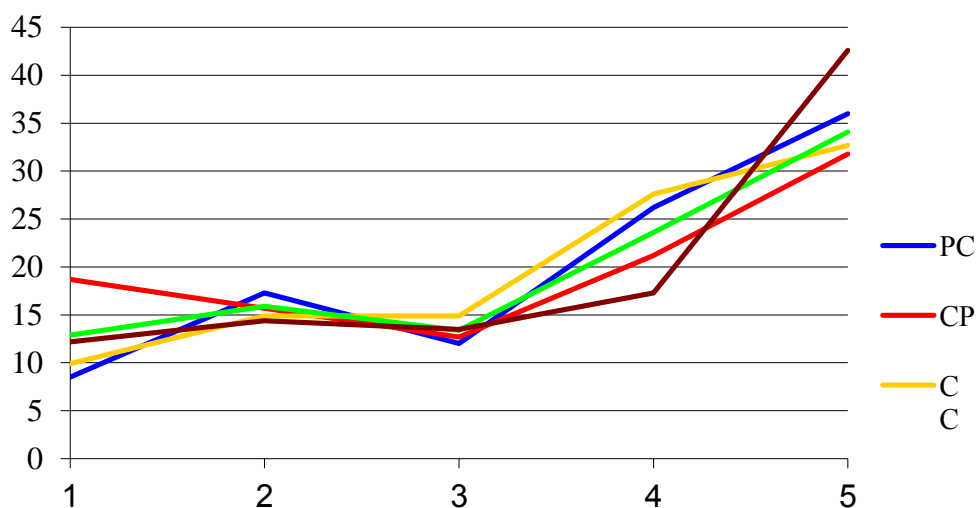
Межфазные периоды развития растений	РС	СР	СС	СП	ПС	х
Всходы-образование боковых побегов	8,5	18,7	9,9	12,9	12,2	12,4
Образование: боковых побегов-соцветий	17,3	15,7	14,9	15,9	14,4	15,6
соцветий-цветение	12,0	12,7	14,9	13,4	13,5	13,3
Цветение-конец цветения	26,2	21,2	27,6	23,6	17,3	23,2
Конец цветения-увядание растений	36,0	31,8	32,7	34,1	42,6	35,4

Графическая модель структуры вегетационного периода дает визуальную оценку отклонений между фенологией сортов картофеля, являясь при этом основой для количественного определения степени подобности через сравнение конфигураций их площадей. При этом графически определяется согласованная конфигурация сравниваемых вариантов и подсчитывается ее пространственная часть, которая и выступает как коэффициент подобности).

Согласно алгебраического метода, коэффициент подобности является суммой наименьших значений одноименных периодов развития растений.

Использование указанных методов представлено ниже (рис. 1, табл. 7):

% (табл. 6)



Межфазные периоды развития растений (табл. 6).

Рис. 1. Графическая и аналитическая модели структуры ВП сортов картофеля разных групп спелости

Таблица 7

Коэффициенты подобности структуры вегетационных периодов сортов картофеля разных групп спелости, %

Группы спелости растений	РС	СС	СП	ПС
РС	89,2	94,3	94,1	88,2
СР		90,5	94,3	88,4
СС			94,5	87,8
СП				91,4

Для полного понимания сути алгебраического метода определения коэффициента подобности приводим пример для РС и ПС групп. По данным табл. 3 сравниваем процентные значения каждого периода развития растений и отбираем наименьшие – 8,5; 14,4; 12,0; 17,3; 36,0. Их сумма и будет коэффициентом подобности:  $8,5 + 14,4 + 12,0 + 17,3 + 36,0 = 88,2\%$ .

Общая подобность всех групп сортов составляет 88,4% ( $8,5 + 14,9 + 12,0 + 21,2 + 31,8$ ). При таком уровне подобности нет никаких объективных оснований разделять сорта картофеля по группам спелости, ссылаясь на продолжительность вегетационных периодов.

### ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Принцип разделения сортов картофеля по скороспелости, в основу которого положена продолжительность вегетационного периода, является биологически некорректным.
2. Биологически корректным принципом разделения сортов картофеля по скороспелости является динамика накопления урожайности клубней.
3. Раннеспелыми должны считаться такие сорта, которые на период реализации клубней обеспечивают урожайность 10,0 т/га и более.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стебут И. А. Избранные сочинения в двух томах / И. А. Стебут. – М. : Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1956. – Т. 1. – 791 с.
2. Зубченко О. А. Сорти і насінництво картоплі. Видання 2-ге, перероблене і доповнене / О. А. Зубченко. – К. : Урожай, 1970. – 152 с.
3. Бугай С. М. Рослинництво. Посібник для с.-г. вузів України. Видання 2-ге, перероблене і доповнене / С. М. Бугай. – К. : Урожай, 1970. – 411 с.
4. Кереев К. Н. Биологические основы растениеводства. Учебное пособие для университетов и педагогических институтов / К. Н. Кереев. – М. : Высшая школа, 1975. – 421 с.
5. Білоножка М. А. Рослинництво. Інтенсивна технологія вирощування польових і кормових культур. Навчальний посібник / М. А. Білоножка, В. П. Шевченко, Д. М. Алімов та ін. ; [за ред. М.А. Білоножка]. – К. : Вища школа, 1990. – 292 с.
6. Зінченко О. І. Рослинництво. Підручник / О. І. Зінченко, В. Н. Салатенко, М. А. Білоножка; [за ред. М. А. Білоножка]. – К. : Аграрна освіта, 2003. – 591 с.
7. Лихочвор В. В. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур / В. В. Лихочвор, В. Ф. Петриченко. – Львів : НВФ «Українські технології», 2006. – 730 с.
8. Картофель. Монография / [под ред. В. В. Арнаутова]. – М. : Сельхозгиз, 1937. – 583 с.
9. Картофель : селекция, семеноводство, технология возделывания / Альсмик П. И., Шевелуха В. С., Ортель Т. И. и др. – Мн. : Ураджай, 1988. – 304 с.
10. Картопля на Буковині та Галичині / Денисенко А. О., Дроник Г. В., Гунчак В. М та ін. – Чернівці : Місто, 2004. – 152 с.
11. Агрометеорологический ежегодник по территории Украинской ССР за 1986 год / [под ред. Н. Ф. Цупенко]. – Обнинск : ВНИИГМИ-МЦЦ, 1988. – Вып. 10. ч. 2. – 299 с.
12. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., дополненное и переработанное / Б. А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

## МЕТОД ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ С МНОГОУРОВНЕВОЙ СТРУКТУРОЙ

Литвиненко Александр Евгениевич<sup>1</sup>, Нечипорук Елена Петровна<sup>2</sup>

Национальный авиационный университет, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой компьютеризированных систем управления (Украина)<sup>1</sup>

Национальный авиационный университет, к.т.н., доцент, докторант кафедры компьютеризированных систем управления (Украина)<sup>2</sup>

e-mail: styop\_el@bigmir.net

### РЕЗЮМЕ

Изложен метод диагностирования сложных объектов с многоуровневой структурой. Приведена логико-лингвистическая экспертная модель, отражающая причинно-следственные зависимости между типовыми комбинациями отказов и соответствующими им изменениями значений контролируемых параметров исследуемого объекта. Описан способ преобразования экспертной модели к алгебраическим формам, позволяющим использовать для идентификации множественных отказов эффективные алгоритмы направленного перебора вариантов. Определены условия применения предлагаемого метода и способы его адаптации к частным случаям.

**Ключевые слова:** диагностирование, сложный объект, многоуровневая структура, множественные отказы, экспертная модель, алгебраическая система, алгоритм направленного перебора.

### ABSTRACT

A method for diagnosing complex objects with a multilevel structure. Shows the logical-linguistic expert model, which reflects the causal relationship between the types of combinations of failures and the corresponding changes in the values of monitored parameters of the object. Describes a method for converting expert model to algebraic forms, allowing use of multiple failures to identify efficient algorithms directional sorting options. The conditions of the proposed method and ways to adapt it to particular cases.

**Keywords:** diagnosis, complex object, multilevel structure, multiple failures, the expert model, the algebraic system of directed enumeration algorithm.

### РЕЗЮМЕ

Викладено метод діагностування складних об'єктів з багаторівневою структурою. Наведено логіко-лінгвістичну експертну модель, що відображає причинно-наслідкові залежності між типовими комбінаціями відмов і відповідними їм змінами значень контрольованих параметрів досліджуваного об'єкта. Описано спосіб перетворення експертної моделі до алгебраїчних форм, що дозволяє використовувати для ідентифікації множинних відмов ефективні алгоритми спрямованого перебору варіантів. Визначено умови застосування запропонованого методу і способи його адаптації до окремих випадків.

**Ключові слова:** діагностування, складний об'єкт, багаторівнева структура, множинні відмови, експертна модель, алгебраїчна система, алгоритм спрямованого перебору.

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Повышение сложности технических систем, обусловленное объективными тенденциями развития науки, техники и технологий, приводит к возрастанию доли множественных отказов на общем фоне факторов неработоспособности реальных объектов. Такие отказы могут происходить одновременно в различных местах (подсистемах) объекта контроля, иметь неоднородный характер и вызывать эффект «наложения» последствий [1].

Особую остроту проблема идентификации множественных отказов приобретает при многоуровневой структуре объекта диагностирования (ОД), в котором элементарный отказ в подсистеме того или иного уровня может вызвать веерообразный поток отказов в других подсистемах данного уровня и подсистемах прочих уровней, взаимодействующих с рассматриваемым. Примером может служить газотранспортная система, состоящая из нескольких уровней, каждый из которых в свою очередь состоит из сложных подсистем. Так, элементарные отказы в системе смазочного масла газоперекачивающего агрегата могут повлечь за собой поток отказов в подсистемах верхних уровней, таких как компрессорная станция и др.

Локализация множественных отказов в ОД многоуровневой структуры требует применения нетрадиционных методов диагностирования, подобных тем, которые используются в экспертных системах, обладающих элементами искусственного интеллекта. Такие методы предусматривают наличие, по крайней мере, двух компонентов: логико-лингвистических моделей, отражающих причинно-следственные связи между системными объектами (входными воздействиями, выходными сигналами, характеристиками состояния), а также алгоритмов логического вывода искомого результата на основе анализа этих моделей.

Известно, что существующие алгоритмы логического вывода обладают рядом существенных недостатков, основным из которых является слабая целенаправленность действия, обусловленная наличием эвристических элементов. Вследствие этого в процессе анализа логико-лингвистической модели формируется большой объем промежуточной информации, которая в дальнейшем не используется, но резко увеличивает затраты машинного времени.

Очевидно, что задача установления множественных отказов в сложном объекте диагностирования носит комбинаторный характер. Это дает основание считать, что для ее решения могут быть применены методы комбинаторного анализа, свободные от недостатков эвристических алгоритмов. В свою очередь, это требует построения алгебраических форм, адекватных логико-лингвистическим моделям диагностирования.

### ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА ИССЛЕДОВАНИЯ

В статье излагается один из подходов к построению экспертных моделей диагностирования сложных объектов, преобразованию их к алгебраическим формам, позволяющим использовать для определения множественных отказов эффективные алгоритмы направленного перебора вариантов.

Предположим, объектом диагностирования является сложная техническая система  $C$ , состоящая из  $m$  иерархических уровней, каждый из которых включает множество  $C_i$  взаимодействующих подсистем  $C_{ij}$ :

$$C_i = \{ c_{ij}; j \in J_i \},$$

где  $J_i$  – множество идентификаторов подсистем  $i$ -го уровня;  $i = \overline{1, m}$ .

Состояние каждой подсистемы  $C_{ij}$  в произвольный момент времени определяется вектором значений ее характеристик  $z_{ij} = (z_p | p \in P_{ij})$ , где  $P_{ij}$  – множество номеров таких характеристик;

$$i = \overline{1, m}; j \in J_i.$$

Состояние ОД в целом определяется общим вектором значений характеристик  $z = (z_p | p = \overline{1, u})$ , который представляет собой упорядоченную совокупность элементов векторов  $z_{ij}$ ,  $i = \overline{1, m}; j \in J_i$  и имеет размерность

$$u = \sum_{i=1}^m \sum_{j \in J_i} |P_{ij}|.$$

Для каждой подсистемы  $C_{ij}$  известно множество видов возможных элементарных отказов  $K_{ij}$ ;  $i = \overline{1, m}; j \in J_i$ .

Пусть  $e_p$  – эталонный уровень  $p$ -й характеристики состояния ОД;  $\varepsilon_p$  – допустимое отклонение, а  $\delta_p$  – фактическое отклонение текущего значения этой характеристики от эталонного:  $\delta_p = |z_p - e_p|$ ,  $p = \overline{1, u}$ .

Если для всех характеристик состояния ОД фактическое отклонение текущего значения не превышает допустимого, то есть выполняется условие:

$$(\forall p: 1 \leq p \leq u)(\delta_p \leq \varepsilon_p),$$

можно утверждать, что объект диагностирования находится в нормальном (исправном, работоспособном) состоянии; в противном случае – в аномальном (неисправном, неработоспособном).

Переход ОД в аномальное состояние требует решения задачи диагностирования, формулируемой следующим образом: исходя из текущих значений характеристик состояния ОД, определить подсистемы, в которых произошли отказы, и виды этих отказов.

#### Построение экспертной модели диагностирования.

В общем случае экспертные модели диагностирования сложной технической системы, в которой возможны множественные отказы, строятся по следующей схеме: <комбинация элементарных отказов> → <изменение значений подмножества характеристик состояния системы>.

При этом предполагается, что изменение значения каждой характеристики оценивается по отношению к заранее известному эталонному уровню. Допускается, что в случае невозможности количественного измерения той или иной характеристики состояния ОД она может быть задана на качественном уровне.

Экспертная модель диагностирования сложного объекта с многоуровневой структурой строится, исходя из следующих предположений, обобщающих опыт исследования реальных технических систем разнообразного назначения.

1. Для каждой характеристики состояния ОД можно указать одну или несколько комбинаций элементарных отказов, возникновение которых наиболее существенно и непосредственно изменяют значение данной характеристики, тогда как другие комбинации оказывают на нее менее существенное (косвенное) воздействие. И наоборот, для каждой комбинации элементарных отказов можно указать «основную» характеристику состояния ОД, подверженную прямому и наиболее существенному изменению под влиянием данной комбинации, тогда как другие характеристики состояния ОД испытывают менее существенные (побочные) изменения.

2. Существуют комбинации элементарных отказов, вызывающие изменение значений не только «основной» (для данной комбинации) характеристики ОД, но и других характеристик той подсистемы, к которой относится «основная» характеристика (побочный эффект первого рода).

3. Существуют комбинации элементарных отказов, вызывающие, помимо изменения значения «основной» характеристики состояния той или иной подсистемы определенного уровня ОД, изменение значений некоторых характеристик состояния других подсистем данного уровня, взаимодействующих с рассматриваемой (побочный эффект второго рода).

4. Существуют комбинации элементарных отказов, вызывающие изменение значений не только «основной» характеристики состояния той или иной подсистемы какого-либо уровня ОД, но и некоторых характеристик состояния подсистем других уровней, взаимодействующих с рассматриваемой подсистемой (побочный эффект третьего рода).

5. Существуют различные комбинации элементарных отказов, вызывающие одинаковые последствия (то есть, одинаковые изменения значений тех или иных характеристик состояния ОД).

6. Существуют различные комбинации элементарных отказов, вызывающие противоположные по знаку изменения значений одних и тех же характеристик состояния ОД (эффект наложения последствий).

Пусть  $R$  – множество возможных типовых комбинаций элементарных отказов, определенное экспертным путем;  $\rho = |R|$ . В общем случае это множество разбивается на  $W$  непересекающихся подмножеств  $R_q$ ,  $q = \overline{1, w}$ , каждое из которых объединяет комбинации элементарных отказов, приводящих к одинаковым изменениям одних и тех же характеристик состояния ОД. При этом:

$$R = \bigcup_{q=1}^w R_q.$$

Пусть  $I^{(r)}$  – множество номеров уровней ОД, содержащих подсистемы, характеристики состояния которых подвергаются изменениям вследствие возникновения  $r$ -й комбинации элементарных отказов;  $r = \overline{1, \rho}$ ;

$J_i^{(r)}$  – множество идентификаторов подсистем  $i$ -го уровня ОД, характеристики состояния которых изменяются под влиянием  $r$ -й комбинации элементарных отказов;  $r = \overline{1, \rho}$ ;  $i \in I^{(r)}$ ;

$K_{ij}^{(r)}$  – множество видов элементарных отказов в  $j$ -й подсистеме  $i$ -го уровня ОД, входящих в состав  $r$ -й типовой комбинации;  $r = \overline{1, \rho}$ ;  $i \in I^{(r)}$ ;  $j \in J_i^{(r)}$ ;

$P_{ij}^{(r)}$  – множество номеров характеристик состояния  $j$ -й подсистемы  $i$ -го уровня ОД, изменяющих свои значения под влиянием  $r$ -й комбинации элементарных отказов;  $r = \overline{1, \rho}$ ;  $i \in I^{(r)}$ ;  $j \in J_i^{(r)}$ ;

$P^{(r)}$  – полное множество номеров характеристик состояния ОД, изменяющих свои значения в результате возникновения  $r$ -й комбинации элементарных отказов:

$$P^{(r)} = \bigcup_{i \in I^{(r)}} \bigcup_{j \in J_i^{(r)}} P_{ij}^{(r)}; r = \overline{1, \rho};$$

$h_p^{(r)}$  – величина, характеризующая изменение характеристики  $z_p$  состояния ОД под влиянием  $r$ -й комбинации элементарных отказов;  $r = \overline{1, \rho}$ ;  $p \in P^{(r)}$ ;

$p_0(r)$  – номер характеристики состояния ОД, которая претерпевает наибольшее относительное изменение в результате возникновения  $r$ -й комбинации элементарных отказов и устанавливается по признаку:

$$\left| \frac{h_{p_0(r)}^{(r)}}{\varepsilon_{p_0(r)}} \right| = \max \left\{ \left| \frac{h_{p(r)}^{(r)}}{\varepsilon_{p(r)}} \right|; p \in P^{(r)} \right\}; r = \overline{1, \rho};$$

$i_0(r)$  – номер уровня ОД, включающего подсистему, к которой относится характеристика состояния  $p_0(r)$ ;  $r = \overline{1, \rho}$ ;

$j_0(r)$  – идентификатор подсистемы ОД, множество характеристик состояния которой включает характеристику  $p_0(r)$ ;  $r = \overline{1, \rho}$ .

Параметры  $i_0(r)$  и  $j_0(r)$  определяются по признаку:

$$p_0(r) \in P_{i_0, j_0}; 1 \leq i_0 \leq m; j_0 \in J_{i_0}.$$

Экспертная модель диагностирования сложного объекта с многоуровневой структурой формируется из логических выражений, каждое из которых сопоставлено одному из классов типовых комбинаций элементарных отказов, приводящих к одинаковым изменениям одних и тех же характеристик состояния ОД:

$$Y_q \rightarrow F_0^{[r(q)]} \& F_1^{[r(q)]} \& F_2^{[r(q)]} \& F_3^{[r(q)]}; q = \overline{1, w}, \quad (1)$$

где  $r(q)$  – обозначение одной из типовых комбинаций элементарных отказов, входящих в состав подмножества  $R_q$ ;

$Y_q$  – логическое высказывание, конкретизирующее совокупность типовых комбинаций элементарных отказов, входящих в состав подмножества  $R_q$ ;

$F_0^{(r)}$  – логическое высказывание, отражающее изменение характеристики  $p_0(r)$  состояния ОД под влиянием  $r$ -й типовой комбинации элементарных отказов;

$F_1^{(r)}$  – сложное высказывание, описывающее изменения значений других (за исключением  $p_0(r)$ -й) характеристик состояния  $j_0(r)$ -й подсистемы ОД в результате возникновения  $r$ -й комбинации элементарных отказов;

$F_2^{(r)}$  – составное высказывание, отражающее изменения значений характеристик состояния прочих подсистем  $i_0(r)$ -го уровня ОД, взаимодействующих с  $j_0(r)$ -й подсистемой, под влиянием  $r$ -й комбинации элементарных отказов;

$F_3^{(r)}$  – сложное высказывание, описывающее изменения значений характеристик состояния подсистем других (за исключением  $i_0(r)$ -го) уровней ОД вследствие возникновения  $r$ -й комбинации элементарных отказов.

Очевидно, выражения  $F_1^{(r)}$ ,  $F_2^{(r)}$  и  $F_3^{(r)}$  отражают побочные эффекты первого, второго и третьего рода.



Высказывания, входящие в формулу (1), имеют следующую структуру:

$$\begin{aligned}
 Y_q &= \bigvee_{r \in R_q} \bigwedge_{i \in I^{(r)}} \bigwedge_{j \in J_i^{(r)}} \bigwedge_{k \in K_{ij}^{(r)}} X(i, c_{ij}, s_k); \\
 F_0^{(r)} &= D[z_{p_0(r)}, h_{p_0(r)}^{(r)}]; \\
 F_1^{(r)} &= \bigwedge_{p \in \overline{P}_{i_0(r), j_0(r)}^{(r)}} D[z_p, h_p^{(r)}]; \\
 F_2^{(r)} &= \bigwedge_{j \in \overline{J}_{i_0(r)}^{(r)}} \bigwedge_{p \in P_{i_0(r), j}^{(r)}} D[z_p, h_p^{(r)}]; \\
 F_3^{(r)} &= \bigwedge_{i \in \overline{I}^{(r)}} \bigwedge_{j \in J_i^{(r)}} \bigwedge_{p \in P_{ij}^{(r)}} D[z_p, h_p^{(r)}]; \quad q = \overline{1, w}; \quad r \in R_q.
 \end{aligned}$$

В приведенных формулах использованы следующие условные обозначения:

$s_k$  – предикатная константа, обозначающая элементарный отказ  $k$ -го вида;  $i = \overline{1, m}$ ;  $j \in J_i$ ;  $k \in K_{ij}$ ;

$X(i, c_{ij}, s_k)$  – простой предикат, описывающий элементарный отказ  $k$ -го вида в  $j$ -й подсистеме  $i$ -го уровня ОД;  $i = \overline{1, m}$ ;  $j \in J_i$ ;  $k \in K_{ij}$ ;

$D[z_p, h_p^{(r)}]$  – предикат, отражающий изменение значения характеристики  $z_p$  состояния ОД на величину  $h_p^{(r)}$  по отношению к эталонному уровню в результате возникновения элементарных отказов, образующих  $r$ -ю типовую комбинацию;  $r = \overline{1, \rho}$ ;  $p \in P^{(r)}$ ;

$\overline{P}_{i_0(r), j_0(r)}^{(r)}$  – множество номеров характеристик состояния  $j_0(r)$ -й подсистемы  $i_0(r)$ -го уровня ОД, изменяющих свои значения под влиянием  $r$ -й комбинации элементарных отказов, за исключением  $p_0(r)$ -й:

$$\overline{P}_{i_0(r), j_0(r)}^{(r)} = P_{i_0(r), j_0(r)}^{(r)} \setminus \{p_0(r)\}; \quad r = \overline{1, \rho}; \quad i_0(r) \in I^{(r)}; \quad j_0(r) \in J_{i_0(r)}^{(r)};$$

$\overline{J}_{i_0(r)}^{(r)}$  – множество идентификаторов подсистем  $i_0(r)$ -го уровня ОД, характеристики состояния которых изменяются под влиянием  $r$ -й комбинации элементарных отказов, за исключением  $j_0(r)$ -й:

$$\overline{J}_{i_0(r)}^{(r)} = J_{i_0(r)}^{(r)} \setminus \{j_0(r)\}; \quad r = \overline{1, \rho}; \quad i_0(r) \in I^{(r)};$$

$\overline{I}^{(r)}$  – множество номеров уровней ОД, содержащих подсистемы, характеристики состояния которых подвергаются изменениям вследствие возникновения  $r$ -й комбинации элементарных отказов, за исключением  $i_0(r)$ -го:

$$\overline{I}^{(r)} = I^{(r)} \setminus \{i_0(r)\}; \quad r = \overline{1, \rho}.$$

Совокупность выражений (1) образует базу знаний экспертной системы диагностирования сложного объекта с многоуровневой структурой.

#### Преобразование экспертной модели к каноническому виду.

Преобразование экспертной модели к каноническому виду основано на двух известных эквивалентностях, справедливых для произвольных логических высказываний  $A$ ,  $B$  и  $C$ :

$$(A \vee B \rightarrow C) \leftrightarrow (A \rightarrow C) \& (B \rightarrow C);$$

$$(A \rightarrow B \& C) \leftrightarrow (A \rightarrow B) \& (A \rightarrow C).$$

Первая из них позволяет избавиться от дизъюнкции в левой части выражения (1) представить его в более компактной форме:

$$Y^{(r)} \rightarrow F_0^{(r)} \& F_1^{(r)} \& F_2^{(r)} \& F_3^{(r)}; r = \overline{1, \rho}, \quad (2)$$

где:

$$Y^{(r)} = \bigwedge_{i \in I^{(r)}} \bigwedge_{j \in J_i^{(r)}} \bigwedge_{k \in K_{ij}^{(r)}} X(i, c_{ij}, s_k).$$

Вторая эквивалентность дает возможность без потери общности заменить выражение (2) системой более простых выражений, которую можно считать канонической формой экспертных моделей задач диагностирования множественных отказов в многоуровневых ОД:

$$\bigwedge_{i \in I^{(r)}} \bigwedge_{j \in J_i^{(r)}} \bigwedge_{k \in K_{ij}^{(r)}} X(i, c_{ij}, s_k) \rightarrow D[z_p, h_p^{(r)}]; \quad (3)$$

$$r = \overline{1, \rho}; p \in P^{(r)}.$$

В формальной постановке данная задача заключается в следующем: на основе наблюдаемых значений характеристик состояния ОД  $z = (z_p \mid p = \overline{1, u})$  определить значения предикатов

$$X(i, c_{ij}, s_k); i = \overline{1, m}; j \in J_i; k \in K_{ij}, \text{ удовлетворяющих системе (3).}$$

Для решения задачи диагностирования на основе экспертной модели (3) может быть использован любой дедуктивный алгоритм логического вывода. Наиболее эффективным из них считается алгоритм, построенный на принципе резолюций Дж. Робинсона [2]. Однако даже он обладает недостаточной целенаправленностью действия, зачастую приводящей к недопустимым задержкам в установлении возникающих в ОД неисправностей.

Стремление поставить процесс локализации множественных отказов на строгую математическую основу обусловило разработку нового подхода к диагностированию сложных технических систем с многоуровневой структурой. Он позволяет трансформировать экспертную логико-лингвистическую модель (3) в систему алгебраических уравнений или неравенств, для решения которых созданы достаточно эффективные алгоритмы.

#### Преобразование экспертной модели к алгебраическим формам.

Процедура преобразования модели (3) в алгебраическую форму предусматривает выполнение следующих действий.

Каждому предикату  $X(i, c_{ij}, s_k)$ , описывающему элементарный отказ  $k$ -го вида в  $j$ -й подсистеме  $i$ -го уровня ОД, ставится в соответствие булева переменная  $x_{ijk} \in \{0, 1\}$ ,  $i = \overline{1, m}$ ;  $j \in J_i$ ;  $k \in K_{ij}$ .

Каждому выражению модели (3) сопоставляется система комбинаторных уравнений:

$$\prod_{i \in I^{(r)}} \prod_{j \in J_i^{(r)}} \prod_{k \in K_{ij}^{(r)}} h_p^{(r)} x_{ijk} = \delta_p^{(r)}; \quad (4)$$

$$r = \overline{1, \rho}; p \in P^{(r)},$$

где  $\delta_p^{(r)}$  – фактическое отклонение текущего значения характеристики  $z_p$  от эталонного уровня, вызванное возникновением  $r$ -й типовой комбинации элементарных отказов.

Вектор значений независимых булевых переменных  $(x_{ijk} \mid i = \overline{1, m}; j \in J_i; k \in K_{ij})$ , удовлетворяющий системе нелинейных комбинаторных уравнений (4), может определить комбинацию элементарных отказов в объекте диагностирования, приведших его в аномальное состояние. Однако, в некоторых случаях решение данной системы может оказаться неадекватным действительности по следующим причинам.

Во-первых, необходимо учитывать тот факт, что изменение значения каждой характеристики состояния ОД в общем случае может быть вызвано различными факторами, что неизбежно приводит к возникновению эффекта «наложения» последствий возможных комбинаций одновременных отказов:

$$D(z_p, h_p^{(r_1)}) \& D(z_p, h_p^{(r_2)}) \rightarrow D(z_p, h_p^{(r_1)} + h_p^{(r_2)});$$

$$p = \overline{1, u}; r_1, r_2 \in R_p; r_1 \neq r_2,$$

где  $R_p$  – множество возможных комбинаций элементарных отказов, приводящих к изменению значения характеристики  $z_p$  состояния ОД.

Во-вторых, в сложных технических системах с многоуровневой структурой и многочисленными функциональными зависимостями бывает трудно (а иногда и невозможно) определить экспертным путем величину изменения той или иной характеристики состояния ОД, вызванного отдельной типовой комбинацией элементарных отказов. Поэтому систему уравнений (4) следует представить в интегративной форме, позволяющей учитывать эффект «наложения» последствий множества факторов аномального состояния ОД и не требующей сопоставления величин изменения значений контролируемых параметров типовым комбинациям элементарных отказов:

$$\sum_{r \in R_p} \prod_{i \in I^{(r)}} \prod_{j \in J_i^{(r)}} \prod_{k \in K_{ij}^{(r)}} h_p^{(r)} x_{ijk} = \delta_p; p = \overline{1, u}. \quad (5)$$

Необходимость учета разного рода погрешностей в оценке значений характеристик состояния ОД обуславливает представление комбинаторной модели (5), в виде системы линейных неравенств:

$$\begin{cases} \sum_{r \in R_p} \prod_{i \in I^{(r)}} \prod_{j \in J_i^{(r)}} \prod_{k \in K_{ij}^{(r)}} (h_p^{(r)} - \xi_p^{(r)}) x_{ijk} \leq \delta_p \\ \sum_{r \in R_p} \prod_{i \in I^{(r)}} \prod_{j \in J_i^{(r)}} \prod_{k \in K_{ij}^{(r)}} (h_p^{(r)} + \xi_p^{(r)}) x_{ijk} \geq \delta_p \end{cases}; p = \overline{1, u}, \quad (6)$$

где  $\xi_p^{(r)}$  – допустимое рассогласование между фактическим и предусмотренным экспертной моделью (1) отклонением значения характеристики  $z_p$ , вызванным возникновением  $r$ -й комбинации элементарных отказов. Величины  $\xi_p^{(r)}$ ,  $p = \overline{1, u}$ ,  $r \in R_p$  задаются экспертами и отражают требования к степени адекватности модели (1) реальному объекту диагностирования.

С целью более компактного представления системы неравенств (6) введем следующие обозначения:

$$a_{rp}^1 = h_p^{(r)} - \xi_p^{(r)}; a_{rp}^2 = -h_p^{(r)} - \xi_p^{(r)}; \delta_p^1 = \delta_p; \delta_p^2 = -\delta_p.$$

Тогда систему (6) можно представить в следующем виде:

$$\sum_{r \in R_p} \prod_{i \in I^{(r)}} \prod_{j \in J_i^{(r)}} \prod_{k \in K_{ij}^{(r)}} a_{rp}^v x_{ijk} \leq \delta_p^v;$$

$$p = \overline{1, u}; v = \overline{1, 2}. \quad (7)$$

Проведенные преобразования позволяют свести задачу определения множественных отказов в сложном объекте диагностирования на основе экспертной модели (1) к отысканию бивалентного вектора значений переменных  $(x_{ijk} \mid i = \overline{1, m}; j \in J_i; k \in K_{ij})$ , удовлетворяющего системе неравенств (7).

Смысл искомым переменных интерпретируется следующим образом: если в результате решения системы (7) некоторая переменная  $x_{i^* j^* k^*}$  ( $1 \leq i^* \leq m$ ,  $j^* \in J_{i^*}$ ,  $k^* \in K_{i^* j^*}$ ) принимает значение 1, это означает, что в  $j^*$ -й подсистеме  $i^*$ -го уровня ОД произошел отказ  $k^*$ -го вида; при  $x_{i^* j^* k^*} = 0$  данное утверждение неверно. Совокупность независимых переменных, принявших значения 1, определяет места возникновения (уровни ОД, подсистемы) и виды множества отказов, возникших (одновременно, последовательно или последовательно-параллельно) в исследуемом объекте к моменту его диагностирования.

Как видно, система неравенств (7) имеет нелинейную структуру и носит комбинаторный характер. Бивалентность искомым переменных, входящих в данную систему, дает возможность использовать для ее

решения модифицированные алгоритмы направленного перебора вариантов, адаптированные под структуру указанной комбинаторной модели [3].

Отсутствие допустимых решений системы неравенств (7) свидетельствует о том, что экспертная модель (1) недостаточно адекватна рассматриваемому ОД, либо в объекте диагностирования произошли отказы, которые не были предусмотрены экспертами на этапе формирования данной модели.

**Частные формы экспертной модели.** Экспертная модель (1) носит обобщенный характер. Из нее могут быть выведены частные формы, отражающие упрощенную структуру причинно-следственных связей между элементарными отказами и их последствиями. Подобные частные формы могут быть использованы для решения задач диагностирования сложных объектов в двух случаях:

если реальный ОД действительно отличается простотой указанной структуры по сравнению с той, на которую ориентирована обобщенная модель (1);

если априорное установление типовых комбинаций элементарных отказов и определение для каждой из них характеристик состояния ОД, изменяющих свои значения под влиянием той или иной комбинации, с указанием величины этих изменений оказывается невозможным из-за сложности структуры ОД.

В последнем случае решение задачи диагностирования носит приближенный характер и требует уточнения с привлечением экспертов.

Например, при отсутствии комбинаций элементарных отказов, вызывающих одинаковые изменения значений одних и тех же характеристик состояния ОД, экспертная модель изначально может строиться по формуле (2).

При невозможности априорного установления совокупности типовых комбинаций элементарных отказов левая часть выражений логико-лингвистической модели (1) формируется из одиночных предикатов, описывающих элементарные отказы каждого вида в каждой подсистеме ОД.

В случае невозможности априорного определения подмножеств контролируемых параметров, изменяющих свои значения под влиянием той или иной комбинации элементарных отказов, правая часть выражений модели (1) формируется из одиночных высказываний, отражающих изменения значений отдельных характеристик состояния ОД.

Если последствия комбинаций элементарных отказов, возникающих в какой-либо подсистеме того или иного уровня ОД, не распространяются на подсистемы других уровней, то из правой части выражений экспертной модели (1) исключается высказывание  $F_3^{(r)}$ . В этом случае задачу диагностирования можно решать для каждого уровня ОД в отдельности.

Подобные упрощения можно продолжить, комбинируя перечисленные ранее.

В соответствии с указанными изменениями экспертной модели упрощаются и алгебраические модели задачи диагностирования исследуемого объекта.

## ВЫВОДЫ

Изложенный метод позволяет идентифицировать множественные отказы, возникающие в сложном многоуровневом объекте диагностирования, с учетом эффекта наложения последствий влияния каждого из них на значения характеристик состояния объекта.

В основе метода лежит экспертная модель, отражающая причинно-следственные зависимости между типовыми комбинациями отказов и соответствующими им изменениями значений контролируемых параметров исследуемого объекта.

Предлагаемый метод предусматривает преобразование экспертной логико-лингвистической модели к алгебраическим формам, позволяющим использовать для идентификации множественных отказов эффективные алгоритмы направленного перебора вариантов, являющиеся предпочтительной альтернативой громоздким традиционным процедурам логического вывода.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рябинин И. А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем / И. А. Рябинин. – СПб. : Политехника, 2000. – 248 с.
2. Вагин В. Н. Дедуция и обобщение в системах принятия решений / В. Н. Вагин. – М. : Наука, 1988. – 384 с.
3. Литвиненко А. Е. Метод направленного перебора в системах управления и диагностирования / А. Е. Литвиненко. – К. : наук.-вид. центр НБУВ, 2007. – 328 с.

## МОДЕЛЬ ЕКОНОМІЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ ТЕХНОГЕННИХ ЗБИТКІВ В НАЦІОНАЛЬНОМУ ГОСПОДАРСТВІ

**Бублик Мирослава Іванівна**

Національний університет «Львівська політехніка», кандидат фізико-математичних наук, докторант кафедри менеджменту та міжнародного підприємництва (Україна)  
e-mail: my\_bublyk@ukr.net

### РЕЗЮМЕ

Розглянуто сучасні моделі економічного оцінювання збитків національної економіки, що використовуються в Україні та світі. Проаналізовано відомі методи економічного оцінювання соціально-економічної складової техногенних збитків, заподіяних нормальною (експлуатаційною) та аварійною (надзвичайною) господарською діяльністю підприємств. Запропоновано економічне оцінювання техногенних збитків в національній економіці будувати на засадах можливостей динамічних систем. Побудовано структуру моделі економічного оцінювання соціально-економічних техногенних збитків.

**Ключові слова:** економічне оцінювання, техногенні збитки, соціально-економічні збитки, моделі, національне господарство.

### РЕЗЮМЕ

Рассмотрены современные модели экономической оценки ущерба национальной экономики, используемые в Украине и мире. Проанализированы известные методы экономической оценки социально-экономической составляющей техногенных убытков, причиненных нормальной (эксплуатационной) и аварийной (чрезвычайной) хозяйственной деятельностью предприятий. Предложено экономическое оценивание техногенных убытков в национальной экономике строить на основе возможностей динамических систем. Построено структуру модели экономической оценки социально-экономических техногенных убытков.

**Ключевые слова:** экономическое оценивание, техногенные убытки, социально-экономический ущерб, модели, национальное хозяйство.

### ABSTRACT

The modern model of economic loss evaluation of the national economy, used in Ukraine and abroad. Analysis of the known methods of economic evaluation of the socio-economic component of man-made damage caused by normal (operational) and emergency (emergency) economic activities of enterprises. An economic evaluation of man-made damage to the national economy built on the basis of the dynamic systems. We construct the structure model of economic evaluation of social and economic man-made damage.

**Keywords:** economic evaluation, man-made damage, social and economic damage models of national economies.

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Більше півстоліття працюють вчені всього світу над вирішенням проблеми економічного оцінювання в масштабах національної економіки тієї шкоди, яку завдають підприємства в результаті своєї господарської діяльності. Проблема економічного оцінювання соціально-економічної складової техногенних збитків стали приділяти більше уваги в світі з моменту поширення ідей сталого розвитку. Характерною властивістю економічного оцінювання соціально-економічної складової техногенних збитків є значний часовий лаг між моментами впливу і прояву цього впливу на реципієнта. З огляду на зазначене побудова концепції моделі економічного оцінювання соціально-економічної складової техногенних збитків в національному господарстві є актуальним і своєчасним завданням.

Теоретичним фундаментом для даного дослідження є засадничі наукові розробки щодо управління національним господарством, розвитку національної економіки та формування екологічної, соціальної й техногенної безпеки.

Постійні дослідження активно проводяться останнім часом науковцями, державними та громадськими діячами, спеціалістами із безпеки життєдіяльності людини, результати яких публікуються в аналітичних роботах: Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні, Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища України тощо. Серед наукових праць вітчизняних та іноземних вчених у галузі аналізування соціально-економічних систем визначний внесок зробили визначні дослідники: Т. А. Акимов, О. І. Амоша, О. Ф. Балацький, В. М. Геєць, Б. М. Данилишин, С. І. Дорогунцов, А. Ендерс, Є. Ю. Какутич, Т. С. Клебанова, О. Є. Кузьмін, І. М. Ляшенко, Д. Медоуз, Л. Г. Мельник, М. А. Хвесик, Є. В. Хлобистов, В. Я. Шевчук тощо. Однак сьогодні залишається невирішеною проблема формування моделі економічного оцінювання техногенних збитків, яка б враховувала весь комплекс основних складових збитків як від звичайної, так і надзвичайної господарської діяльності підприємств. Найменш дослідженими є саме соціально-економічна складова техногенних збитків.

З метою побудови концепції моделі економічного оцінювання соціально-економічних складових техногенних збитків в національній економіці використаємо існуючі моделі оцінювання збитків національного господарства, які дозволяють врахувати складові збитків техногенного характеру.

### ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Відомі моделі економічного оцінювання стану національної економіки, в основному, враховують соціально-економічні показники розвитку національного господарства. Оцінювання національного господарства як надсистеми, що складається із виробничих систем, не дозволяє всебічно оцінити стан національної економіки. Модерні моделі розглядають національне господарство як сукупність економічної, природної й соціальної систем, де враховуються взаємозв'язки між системами.

Економічному оцінюванню національних економік як цілісної соціально-еколого-економічної системи сприяє політика запровадження ідеї сталого розвитку. У першому принципі «Порядку денного 21 століття» [1] людина визначається центром концепції сталого розвитку, і констатується її право на здорове і плідне життя в гармонії з природою. Отже, досліджувана соціально-еколого-економічна система набуває рис організаційної системи. З іншого боку, за основними положеннями теорії систем, обґрунтованими в [2, с. 122], стійкість всієї системи визначається стійкістю її підсистем.

Також в роботі [3, с. 9] автори доводять твердження, що «стійкість соціально-еколого-економічної системи визначається стійкістю її екологічної підсистеми, яка є основною відносно соціальної й економічної». Тому, стійкість досліджуваної системи, якою є національна економіка, визначається стійкістю її екологічної підсистеми. Економічне оцінювання відповідних характеристик системи доцільно проводити в межах динамічних моделей, які дозволяють виявити зміни. Для цього використовуються системи показників, де результатом оцінювання є не самі значення показників, а виявлення їх якісних змін (прирости таких показників як динаміка темпів росту ВВП, динаміка відношення обсягу інвестицій до ВВП, динаміка фактичної зміни промислового виробництва, динаміка щільності викидів шкідливих речовин в атмосферу від стаціонарних джерел забруднення тощо [3, с. 11]). Тому для опису таких соціально-еколого-економічних систем, що змінюються в часі, тобто перебувають у розвитку, слід застосовувати засоби (принципи, підходи, математичні моделі та методи) динамічних систем. Крім того, як обґрунтовують автори монографії [4, с.104], вплив змін відповідних господарських механізмів на досягнення належних рівнів індикаторів та стандартів повинен забезпечувати додержання балансу інтересів, тому для опису таких обставин використовують балансову модель.

Принцип збалансованості також покладено в основу концепції сталого розвитку, під впливом якої відбувся розвиток досліджень впливу техногенного навантаження на соціальну підсистему. Втрата стійкості екологічної підсистеми руйнує стійкість соціальної підсистеми, що проявляється у зменшенні тривалості повноцінного життя людей внаслідок погіршення стану здоров'я або збільшення смертності через погіршення якості довкілля. Так, Л.Г.Мельник у монографії [5, с.39] вважає, що техногенне навантаження виробничих систем формує шкідливі впливи, що, як проявляються як екстерналії для національного господарства, оскільки збиток, завданий довкіллю, впливає на повноцінне життя особи, а як наслідок, відбувається погіршення якості трудових ресурсів.

Таким чином, проблема дослідження збитків, спричинених техногенним навантаженням, в національній економіці полягає у вивченні впливу результатів господарської діяльності на всі три підсистеми: природну (довкілля), соціальну (здоров'я людини, стан суспільства) та економічну (національне господарство). Крім цього слід враховувати критичні стани втрати стійкості, а саме можливість виникнення катастрофічних подій, надзвичайних ситуацій тощо. Все це підкреслює складність проблеми та її невирішеність на даний момент до кінця.

Пропонуємо розділити існуючі моделі економічного оцінювання соціально-економічної складової техногенних збитків на дві групи. Перша, експлуатаційна, охоплює методи, що визначають збитки, заподіяні звичайною господарською діяльністю підприємств, а друга, аварійна, – методи, що визначають збитки внаслідок виникнення катастрофічних подій. У таблиці 1 наведено класифікацію методів економічного оцінювання соціально-економічної складової техногенних збитків, які сформовано автором за результатами аналізу джерел [6–9; 15–19].

Найбільш суперечливим поняттям при дослідженні соціально-економічних збитків є «вартість людського життя». Однозначно, що оцінювати вартість людського життя у грошовому еквіваленті є недоречно, оскільки людське життя - безцінне. Ми підтримуємо думку багатьох вчених, висловлену у роботах [10; 11], що дане поняття є досить умовним. Однак, з іншого боку, багато людей свідомо чи несвідомо вже оцінили своє життя тоді, коли обрали вид економічної діяльності із високим ризиком для життя. Цей вибір зумовлюється якістю життя, тому рекомендуємо економічне (вартісне) оцінювання втрати людського життя проводити відносно якості життя. У дослідженнях [10–14] вважають, що оцінювання вартості людського життя слід проводити за компенсаційним принципом, за яким слід відшкодувати у грошовій чи іншій формі (виплати, пільги, матеріальні цінності тощо) ризик втрати життя чи шкоду здоров'ю, спричинені небезпечними обставинами діяльності людини.

Таблиця 1

**Класифікація методів економічного оцінювання соціально-економічної складової техногенних збитків\***

Модель	Група методів	Методи	Джерело
Експлуатаційна	Системні	1) методи аналізу ризику для здоров'я населення; 2) методи оцінювання ризику	[6, 7]
	Регулювальні	1) методи керування ризиком; 2) метод аналізу ефективності витрат щодо зменшення шкідливих впливів на населення; 3) витратно-прибутковий аналіз ефективності превентивних заходів тощо	[7]
	Стандартизовані	1) методи, рекомендовані Американською НАН; 2) методи, рекомендовані, Комісією з ядерного регулювання; 1) методи, рекомендовані, Всесвітньою організацією охорони здоров'я	[8]
	Модифіковані	Комбіновані та уніфіковані методи	[9]
Аварійна	Нормативні	1) методи розрахунку пофакторних збитків; 2) методи розрахунку пореципієнтних збитків	[15]
	Науково-експертні	1) методи оцінювання за наслідками;	[16]
		2) виплатні методи;	[17]
		3) методи визначення національних втрат;	[17]
		4) методи визначення непрямой вартості;	[17]
		5) методи оцінювання вразливості;	[18]
6) методи оцінювання превентивних заходів	[19]		

\*сформовано автором за матеріалами [6- 9, 15-19]

Цілями такого економічного оцінювання можуть бути: 1) необхідність визначення та аналізування впливу різноманітних факторів ризику на індивіда з економічної точки зору; 2) потреба в економічному оцінюванні ефективності витрат на превентивні заходи щодо впливу агресивного чинника з метою зменшення сумарного ризику для людини; 3) розроблення оптимальних заходів управління ризиком для різних видів економічної діяльності та оцінювання витрат на них; 4) визначення розмірів компенсацій соціально-економічних збитків. Деякі з методів економічного оцінювання елементів соціально-економічних техногенних збитків розглянуто в роботі [3, с. 103–139], де вивчається шкідливий вплив паливно-енергетичного комплексу на стан здоров'я людей, тривалість їх життя тощо. Дослідниками обґрунтовано чотири основні методи, а саме методи кількісного економічного оцінювання стану здоров'я, макроекономічного оцінювання збитків внаслідок фатального результату, кількісного оцінювання економічного збитку внаслідок фатального наслідку в макроекономічному наближенні, а також оцінювання вартості ризику шкоди здоров'ю. На основі запропонованих методів у досліджуваній роботі будуються рекомендації щодо оптимізації виробництва й довкілля.

До складу аварійної моделі економічного оцінювання соціально-економічної складової техногенних збитків входять нормативні та науково-експертні методи (табл. 1). Нормативні методи формуються в кожній країні і затверджуються відповідними нормативно-правовими документами. В Україні Постановою КМ України затверджена «Методика оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру» ще у 2002 р. [15]. Даний нормативний документ визначає перелік пофакторних і пореципієнтних збитків і порядок їх розрахунку відповідно до типу і рівня надзвичайної ситуації [15], що відображає масштаби наслідків, спричинені надзвичайною ситуацією. Провідні фахівці у галузі оцінювання наслідків надзвичайних ситуацій у роботі [16, с. 91–95] пропонують розділяти збитки, завдані надзвичайними ситуаціями техногенного та природного характеру, на дві групи: збитки, що виникають у виробничо-фінансовій сфері, та збитки, що виникають у природно-соціальной сфері.

Міжнародні організації у своїх документах дотримуються дещо інших поглядів. Так, в ООН у Міжвідомчому секретаріаті з міжнародної стратегії зі зменшення небезпеки стихійних лих у Глобальному огляді ініціатив зі зменшення небезпеки лих [17, с. 191–195] рекомендують оцінювання втрати людських життів через непряме оцінювання загиблих, тимчасово непрацездатних від хворіб та зменшення тривалості життя населення, спричинені саме надзвичайними ситуаціями та наслідками після них. У групі науково-експертних методів (див.табл.1) виділяють експертні методи, що включають три методи: виплатний, визначення національних втрат і визначення непрямой вартості.

Ці методи дозволяють визначити компенсації втрати здоров'я чи життя особи, заподіяної їй моральної шкоди через добровільні, судові чи страхові виплати, втрати національного доходу або ВНП, особистого доходу індивіду, вартість витрат на лікування, догляд, реабілітацію хворих, заходи з охорони здоров'я і

соціальні виплати тощо. Проблема економічного оцінювання обсягу добровільних, судових чи страхових виплат полягає у невідповідності розмірів компенсацій, визначених різними методами, на кілька порядків (десятки разів), що свідчить про їх нерівноцінність. Більш однозначні результати отримуються при визначенні техногенних збитків, завданих національному господарству, через загибель громадянина чи втрати ним працездатності методом визначення національних втрат. До складу наукових методів науково-експертної групи методів входять методи, що дозволяють оцінювати, аналізувати та прогнозувати соціально-економічну складову техногенних збитків, в результаті чого ми отримуємо більш об'єктивніший результат. У монографії за науковою редакцією Є. В. Хлобистова [18, с. 46–69], підсумовуючи існуючі в Україні та світі методи економічного оцінювання соціально-економічних збитків, зумовлених наслідками надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, обґрунтовано теоретико-методологічні та прикладні засади соціально-економічного оцінювання вразливості регіонів до природних і техногенних катастроф, структуру і принципи побудови цих методів. Проблема проведених досліджень у даному напрямі полягає у відсутності визначеної мети оцінювання вразливості територій.

Методи визначення соціально-економічної ефективності запобіжних заходів стосовно надзвичайних ситуацій та потреба в їх подальшому удосконаленні з метою вирішення проблем превентивної діяльності висвітлені в монографії [19, с. 131–149].

Проблему визначення соціально-економічної ефективності запобіжних заходів при надзвичайній господарській діяльності також вирішували у монографії [20] О. П. Антонюк і І. М. Пістунов, але вже для звичайної господарської діяльності промислових підприємств. У роботі [20] також проведено прогнозування обсягів економічного відшкодування наслідків техногенного забруднення промисловістю, а саме розраховано обсяги фінансового відшкодування витрат на лікування кожного виду захворювання, спричиненого змінами навколишнього природного середовища.

Однак, невирішеною проблемою залишається потреба у розробленні моделі економічного оцінювання техногенної частини у загальному обсягу соціально-економічних збитків, завданих соціальною системою. Узагальнивши весь відомий нам досвід, побудуємо структуру моделі економічного оцінювання соціально-економічної складової техногенних збитків (рис. 1).

Запропонована на рис. 1 модель складається із послідовних блоків, до складу яких входять такі блоки: 1) ідентифікація невизначеності; 2) оцінювання впливів; 3) ідентифікація стану соціально-економічної системи; 4) економічне оцінювання збитків; 5) аналізування збитків, завданих соціально-економічній системі; 6) оцінювання впливу регулювання техногенних збитків; 8) Регулювання техногенних збитків та оцінювання його ефективності. У блоці ідентифікації невизначеності проводиться ідентифікація факторів ризику та зв'язків між ними, джерел впливу за нормальних експлуатаційних умов та джерел ризику виникнення надзвичайних ситуацій у певний момент часу  $t_0$ , де стан соціально-економічної системи приймається за початковий. У блоці оцінювання впливів проводиться оцінювання обсягів поллютантів (викидів, скидів відходів), шкідливості впливів поллютантів та реакцій на них, прийнятності ризиків, ймовірності виникнення аварійних ситуацій (НС, катастроф), ймовірностей виникнення альтернативних (можливих змінених) станів досліджуваної системи.

Блок ідентифікації стану соціально-економічної системи в наступному її стані  $t_1$  проводить ідентифікацію системи показників, що характеризують зміни досліджуваної системи під дією факторів впливу та зв'язків між ними. Тут основними елементами є суб'єкти господарювання, ресурси, реципієнти, потенціали, цінності тощо. Блок «Економічне оцінювання збитків» об'єднує оцінювання впливу альтернативних станів довкілля на характеристики досліджуваної системи, обсягу соціально-економічного збитку під впливом техногенного навантаження, значень та рівнів цільових характеристик системи, її життєздатності, залежності рівнів характеристик від рівнів шкідливих впливів, а також витрат і збитків при реалізуванні альтернативних станів системи. Блок «Аналізування збитків» дозволяє провести моделювання і прогнозування соціально-економічних техногенних збитків альтернативних (змінених) станів досліджуваної системи в стані  $t_1$ , провести порівняння зміненого стану системи із життєздатним станом, аналізування обсягів відшкодування соціально-економічних техногенних збитків реципієнтів та прийняти рішення про необхідність регулювання стану системи.

Блок «Оцінювання впливу регулювання техногенних збитків» складається із формування альтернатив регулювальних дій, заходів, проектів, програм для досягнення стану системи в  $t_0$ , економічного оцінювання попереджувальних, ліквідаційних техногенних збитків, та частки екологічних платежів, необхідної для здійснення регулювальних дій, а також оптимізування вибору регулювальних дій. Блок «Регулювання техногенних збитків та оцінювання його ефективності» спрямований на здійснення регулювання станів системи, моніторинг та контроль за змінами впливів на систему та її стани, оцінювання ефективності регулювальних впливів та досягнення цільових показників системи.

Отже, в роботі досліджено проблеми методології економічного оцінювання соціально-економічної складової техногенних збитків в національному господарстві, заподіяних звичайною та надзвичайною господарською діяльністю в Україні та світі. Проаналізовано методики економічного оцінювання соціальних техногенних збитків та їх методи, запропоновано їх класифікацію, в основу якої покладено систематизацію дослідження соціально-економічних техногенних збитків за цілями їх розрахунків.



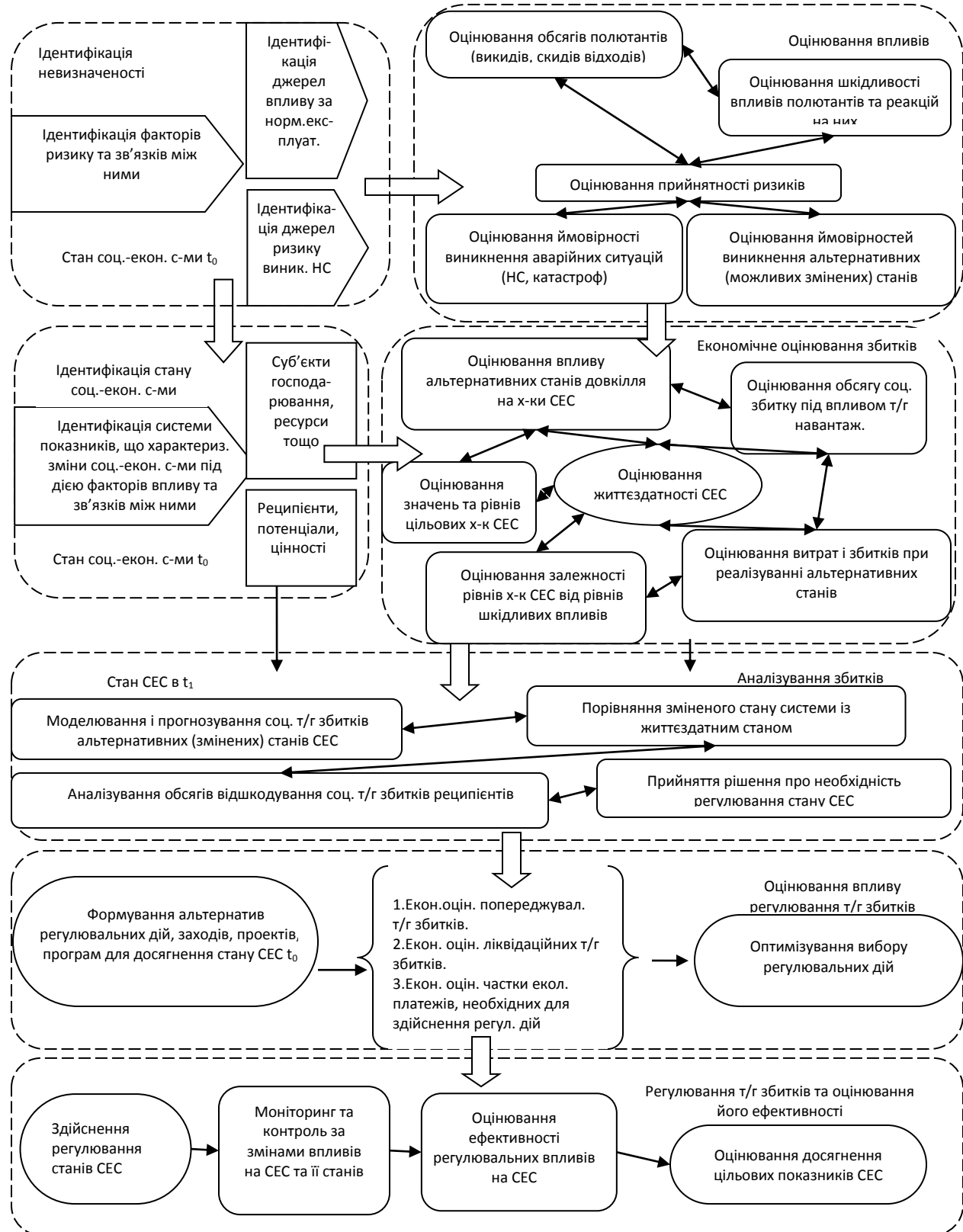


Рис. 1. Структура моделі економічного оцінювання соціально-економічних збитків

## ВИСНОВКИ

Результати оцінювання соціально-економічної складової техногенних збитків можуть застосовуватися при розробленні стратегій розвитку областей, галузей, підприємств, при виборі пріоритетних напрямів спрямування коштів на заходи з формування достатніх рівнів безпеки життєдіяльності, на превентивні заходи попередження, зменшення загроз виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру, а також розрахунку необхідних обсягів фінансування та інвестування на перелічені попереджувальні заходи та сучасні новітні технології щодо ліквідування досліджуваної складової техногенних збитків.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Agenda 21 : Earth Summit : The United Nations Programme of Action from Rio / United Nations // New York, N.Y. : United Nations Publications, 1993. – 300 p.
2. Моделювання структури життєздатних соціально-економічних систем [Текст] : монографія / [Л. Н. Сергєєва, А. В. Бакурова, В. В. Воронцов, С. О. Зульфугарова] ; Нац. акад. наук України, Н.-д. ін-т пробл. екон. динаміки, Класич. приват. ун-т. - Запоріжжя : КПУ, 2009. - 199 с. : іл. - (Життєздатні системи в економіці).
3. Еколого-економічні збитки : Кількісна оцінка : навч. посіб. / [В. Г. Савченко, Є. В. Бريدун, В. В. Дергачова [та ін.] ; За ред. І. В. Недіна. – К. : ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2001. – 216 с.
4. Качинський А. Б. Засади системного аналізу безпеки складних систем / А. Б. Качинський [За заг. ред. акад. НАН України, д.т.н. В. П. Горбуліна ]. – К. : ДП «НВЦ «Євроатлантикінформ», 2006. – 336 с.
5. Мельник Л. Г. Теория самоорганизации экономических систем : монография / Л. Г. Мельник. – Сумы : Университетская книга, 2012. – 439 с.
6. Долгий М. Л. Обґрунтування системного підходу до управління захистом та безпекою населення у надзвичайних ситуаціях [Електронний ресурс] / М. Л. Долгий, С. І. Осипенко. – Режим доступу : <http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Dutp/2006-2/txts/GALUZEVE%506dmlnns.pdf>.
7. Данилишин Б. М. Наукові основи прогнозування природно-техногенної (екологічної) безпеки : моногр. / Б. М. Данилишин, В. В. Ковтун, А. В. Степаненко. – К. : Лекс Дім, 2004. – 552 с.
8. Горбулін В. П. Стратегія національної безпеки України в аксіологічному вимірі: від «суспільства ризику» до громадянського суспільства / В. П. Горбулін, А. Б. Качинський // Стратегічна панорама. – 2005. – №2. – С. 13–26.
9. Reducing disaster risk : a challenge for development / UNDP. – NY : UNDP press, 2004. – 268 p.
10. Корчагин В. П. Экономическая оценка ущерба от людских потерь / В. П. Корчагин, В. Л. Нарожная // Проблемы прогнозирования. – 1998. – №5. – С. 109–120.
11. Подузов А. А. Шкала эквивалентности как инструмент измерения уровня жизни / А. А. Подузов, Д. К. Кукушкин // Проблемы прогнозирования. – 1999. – №1. – С. 108–122.
12. Радаев Н. Н. Цена жизни и социально-экономические компенсации / Н. Н. Радаев // Военная мысль. – 2001. – №1. – С. 44–47.
13. Барткова Л. М. Інтервальне моделювання економічних збитків, наслідків негативного впливу господарської діяльності підприємств на здоров'я населення / Л. М. Барткова // Економіка : проблеми теорії та практики : зб. наук. праць. – Д. : ДНУ, 2004. – Вип. 195, т. 2. – С. 318–321.
14. Казначеев В. П. Ноосферная экология и экономика человека. Проблемы «Сфинкса XXI века» / В. П. Казначеев, А. А. Кисельников, И. Ф. Мингазов ; под общ. ред. В. П. Казначеева. – Новосибирск : [б. и.], 2005. – 448 с.
15. Про затвердження Методики оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру від 15 лютого 2002р. №175 / Кабінет Міністрів України. – Офіц. вид. – Офіційний вісник України – 07.03.2002 – № 8. – С. 170. – стаття 356.
16. Хлобистов Є. В. Соціально-економічна оцінка вразливості територій України щодо природних і техногенних катастроф / Хлобистов Є. В., Жарова Л. В. // Економічні науки [Серія «Регіональна економіка»/ Луцький державний технічний університет ; ред. З. Герасимчук. - Луцьк : [б.в.] . – 2010 . – Вип. 7 (27) . – Ч. 5 . – Режим доступу : [http://archive.nbu.gov.ua/portal/soc\\_gum/en\\_re/2010\\_7\\_5/25.pdf](http://archive.nbu.gov.ua/portal/soc_gum/en_re/2010_7_5/25.pdf)
17. Living with risk. A global review of disaster reduction initiatives / UN/ISDR. – New York and Geneva : United Nations Publications, 2004. V.I. – 431 p.
18. Сталий розвиток і екологічна безпека суспільства в економічних трансформаціях / [Андрєєва Н. М., Бараннік В. О., Хлобистов Є. В. та ін.] ; За наук. ред. Хлобистова Є. В. – Сімферополь : Фенікс, 2010. – 582 с.
19. Соціально-економічний аналіз надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру / [Волошин С. М., Жарова Л. В., Хлобистов Є. В., Чебанов О. А.] ; За наук. ред. д.е.н., проф. Хлобистова Є. В. – Сімферополь : РВПС України, НАН України, НДІ СРП, 2010. – 258 с.

20. Антонюк О. П. Прогнозування обсягів економічного відшкодування наслідків техногенного забруднення криворізького регіону : Монографія / О.П. Антонюк, І. М. Пістунов. – Дніпропетровськ : Національний гірничий університет, 2013. – 118 с.

©**Publisher:**

Community of Azerbaijanis living in Georgia. Gulustan-bssjar.

©**Editorial office:**

Isani Samgory area, Varketili 3, III a m/r, building 342, dep. 65, 0163 Georgia, Tbilisi.

Website: [www.gulustan-bssjar.org](http://www.gulustan-bssjar.org)

E-mail: [engineer\\_namik@mail.ru](mailto:engineer_namik@mail.ru) , [gulustan\\_bssjar@mail.ru](mailto:gulustan_bssjar@mail.ru)

©**Typography:** AZCONCO LTD. Industrial, Construction & Consulting

**FENERCİOĞLU MARITIME INDUSTRY AND TRADE COMPANY LIMITED  
AZCONCO INDUSTRIAL, CONSTRUCTION & CONSULTING LLC**



- Installation steel structural construction.
- Installation of central heating, air conditioning and fire-fighting systems
- Installation of reservoirs for water and fuel storage
- Construction of new ships
- Installation of equipment for sea water purification
- Posting and installation different pipelines (water, gas, sewage)
- Installation of purification equipment of drinking water
- Maintenance, repair, and supply with spare parts all type of vessels.
- Installation of equipment for the purification of seawater.
- Installation equipment of chemical cleaning