

УДК 330.46:338.431.84

МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ МОДЕЛЮВАННЯ ОЦІНКИ СТІЙКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВ АГРОПРОМИСЛОВО- ФІНАНСОВОЇ ГРУПИ

Л.І. Соболевська

*Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН та МОН
України, 03680, Київ, просп. Академіка Глушкова, 40,
liudmyla.sobolevska@ukr.net*

У якості предметної області розглядаємо підприємства, що входять до складу агропромислово - фінансової групи (АПФГ) і створюють технологічний ланцюг підприємств по вирощуванню зернових, їх зберіганню, переробці та збуту. З урахуванням інформаційних потоків між підсистемами АПФГ представлено формалізовану модель предметної області як сукупність взаємопов'язаних підсистем, розглянуто підходи до оцінки ефективності та стійкості функціонування підприємств агропромислово-фінансової групи.

Ключові слова: агропромислові-фінансові групи, інформаційні системи, предметна область, експертні системи, байєсівські мережі.

As a management object the author considers enterprises which are parts to an agro-industrial financial group (AIFG) and comprise a technological chain of enterprises specialized in growing, storage, processing and selling of grain crops. Taking into account the information flows existing between AIFG subsystems, the article presents a formalized model of the subject area as a complex of interconnected subsystems; it also deals with approaches to assessment of efficiency and sustainability of AIFG enterprises' functioning.

Keywords: agro-industrial financial groups, information systems, subject area, expert systems, Bayesian networks.

В качестве предметной области рассматриваем предприятия, которые входят в состав агропромышленно – финансовой группы (АПФГ) и образуют технологическую цепь предприятий, связанных с выращиванием зерновых, их сбережением, переработкой и сбытом. С учетом информационных потоков между подсистемами АПФГ представлена формализованная модель предметной области как совокупность взаимосвязанных подсистем, рассмотрены подходы к оценке эффективности и устойчивости функционирования предприятий агропромышленно – финансовой группы.

Ключевые слова: агропромышленные - финансовые группы, информационные системы, предметная область, экспертные системы, байесовские сети.

Вступ

Статтю присвячено моделюванню ефективного розвитку підприємств АПК, що входять до складу агропромислово-фінансової групи (АПФГ). Зокрема, досліджується функціонування групи не конкуруючих між собою підприємств АПК та підприємств переробної промисловості, об'єднаних спільною діяльністю, спільними інтересами на основі довгострокових господарських зв'язків[1].

Розробка підходів до моделювання ефективної взаємодії підприємств АПК та переробної промисловості передбачає вирішення таких задач удосконалення роботи підприємств, що входять до складу АПФГ, як збільшення об'єму виробленої продукції, скорочення простоїв сільськогосподарської техніки, зниження собівартості продукції, підвищення ефективності. Розглядається вирішення задачі планування розвитку АПФГ, а саме визначення варіантів (сценаріїв) раціонального розвитку підприємств даної групи. Для обраних сценаріїв розвитку системи досліджується показник стійкості функціонування певної групи підприємств в умовах невизначеності.

З метою врахування не тільки причино-наслідкових зв'язків між факторами, що обумовлюють нестійкість функціонування економічної системи, але й імовірностей реалізації таких факторів, використовується інструмент байєсівських мереж.

В статті наводяться можливі засоби його використання у якості інструмента моделювання оцінки стійкості.

Актуальність

Актуальність та доцільність дослідження проблем стійкого розвитку аграрного сектора обумовлена значимістю сталого функціонування економічної, екологічної та соціальної системи та визначальною роллю агропромислової сфери у господарському комплексі. Найважливішою ознакою економічної стійкості підприємств є їх здатність функціонувати і розвиватись в умовах мінливого внутрішнього і зовнішнього середовища.

Досягнення економічної стійкості аграрних підприємств передбачає ефективне управління такими структурними складовими як: фінансова, виробнича, організаційно-кадрова, інвестиційно-інноваційна, функціонування яких здійснюється в умовах невизначеності та ризику.

На сучасному етапі напрямок розвитку сільського господарства, що поєднує його ринкову організацію та інтерес виробника з перевагами крупного виробництва, розглядається як доцільний і перспективний. Цим обумовлена актуальність формування різного роду інтегрованих корпоративних структур в АПК. До такого роду об'єднань у сфері АПК належать агропромислові фінансові групи (АПФГ). Необхідною умовою для перспективного і стабільного функціонування даних структур є розроблення методологічних засад моделювання оцінки стійкості їх функціонування.

Аналіз останніх досліджень

Оскільки корпоративні форми господарюючих об'єднань відіграють провідну роль в ефективному розвитку АПК, то питання їх розвитку розглянуто в працях багатьох вітчизняних та зарубіжних учених. Згідно з вітчизняним та зарубіжним досвідом можна стверджувати, що найкращих результатів діяльності досягають інтегровані об'єднання у вигляді АПФГ.

Загальні питання розвитку корпоративних структур та фінансово-промислового капіталу розглянуто в працях Д. Кейнса, С. Фішера, Р. Гільфердінга. В роботах Шпичака О.М., Лузана Ю.А., Рябоконея В.П., Борща А.Г. увага зосереджена на таких питаннях як сутність фінансово-економічного механізму АПФГ та концептуальні напрямки розвитку АПФГ, проаналізовано причини, що перешкоджають створенню та розвитку АПФГ. Але слід відзначити недостатню опрацьованість проблем формування та функціонування агропромислово-фінансових груп в сучасних умовах господарювання.

Актуальними для подальшого дослідження є такі питання як аналіз можливих організаційно-економічних механізмів формування і функціонування АПФГ, визначення раціональної кількості підприємств в групі та раціональних варіантів нарощування їх потужності, створення методології, що дозволяє здійснювати оцінку ефективності та стійкості функціонування досліджуваної групи підприємств в умовах невизначеності та ризику.

Використання байєсівських мереж як методу формалізації і обробки невизначеностей є найбільш опрацьованим та розповсюдженим на практиці [2-6]. До основних переваг даних методів належать стандартизований підхід та візуальне представлення інформації. Клас моделей, що включає імовірнісні графові моделі систем залежностей, виступає як апарат представлення знань (зокрема, в експертних системах) та інструмент вирішення різноманітних аналітичних задач.

Оскільки для досліджуваної предметної області характерною є наявність недостатніх теоретичних знань про закономірності та взаємозв'язки елементів даної системи, то закономірним і обґрунтованим є врахування невизначеності при розробці моделі оцінювання стійкості функціонування підприємств АПФГ і використання для цього апарату байєсівських мереж.

Об'єкт дослідження: процес аналізу ефективності та стійкості функціонування групи підприємств АПК та переробної промисловості, що входять до складу АПФГ і розглядаються як взаємодіючі підсистеми єдиної групи (системи).

Предмет дослідження: моделювання механізму оцінки ефективності та стійкості функціонування підприємств АПФГ.

Мета дослідження: розробка методологічних засад моделювання механізму оцінки ефективності функціонування підприємств, що входять до складу АПФГ.

Постановка задачі:

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- Розглянути основні принципи функціонування взаємопов'язаної групи підприємств, що входять до складу АПФГ і створюють технологічний ланцюг підприємств з вирощування, переробки та збуту зернових;
- Розробити підходи до визначення варіантів (сценаріїв) раціонального розвитку підприємств, що входять до складу АПФГ;

- Для обраного варіанту технічної та технологічної бази аграрного підприємства розробити та дослідити показники, критерії та індикатори стійкого функціонування підприємств для певного інтервалу часу;
- Для певних сценаріїв розвитку досліджуваної системи розробити підходи до дослідження показника стійкості функціонування певної групи підприємств в умовах невизначеності;
- Розробити методику моделювання показника економічної стійкості системи взаємопов'язаних підприємств АПФГ з урахуванням синергетичного ефекту їх інтеграційної взаємодії за допомогою байєсівських мереж.

Моделювання оцінки ефективності та стійкості функціонування підприємств агропромислово-фінансової групи

Досліджуємо основні принципи функціонування підприємств, що входять до складу АПФГ (агропромислово-фінансові групи) і створюють технологічний ланцюг підприємств з вирощування зернових, їх зберігання, переробки та збуту [1]. Даний ланцюг складає основу досліджуваної АПФГ. Відмітимо, що в нашому дослідженні основна увага приділяється аналізу діяльності підприємств АПК, що входять до складу даної АПФГ.

Відмітимо, що структура АПФГ має відповідати наступним вимогам:

- в межах групи учасники діють як структурні підрозділи одного підприємства;
- обов'язковою є наявність головного підприємства, яке виконує роль координаційного центру;
- обов'язкова участь у АПФГ банків та інших фінансово-кредитних установ, які фінансують виробничу діяльність.

Головним підприємством може бути одне з виробничих підприємств-учасників АПФГ, або заново створене на акціонерній основі підприємство, що виконуватиме роль координаційного центру спільної діяльності і не буде займатися виробничою діяльністю.

У складі головного підприємства створюються підрозділи менеджменту, маркетингу, економічного аналізу, юридичних послуг, інвестиційного проектування, роботи з цінними паперами.

До основних функцій головного підприємства відносять:

- координацію і управління спільної діяльності учасників;
- підготовку бізнес-планів інвестиційних проектів та підбір зовнішніх інвесторів;
- аналіз фінансового стану підприємств-учасників та пропозиції з перерозподілу фінансових ресурсів в межах групи;
- здійснення взаєморозрахунків між учасниками та учасників з головним підприємством;
- створення заставного фонду для залучення інвесторів;
- інформаційне забезпечення.

Фінансові установи у складі АПФГ дозволяють вирішити такі завдання як забезпечення оборотними засобами виробничого процесу, зниження кредитних ризиків.

Реалізацію функцій концентрації капіталу, кредитування, регулювання і контролю фінансових потоків у групі забезпечують фінансово-кредитні установи.

Організаційна будова АПФГ дозволяє використати трансфертну (внутрішню) ціну для реалізації проміжної продукції одним учасником (підприємством АПК) іншому (переробному або торговельному підприємству чи головному підприємству), яка не може бути нижчою за собівартість продукції.

Ціна кінцевої продукції, якщо вона реалізується за роздрібними цінами, а технологічний ланцюг складається із сільського господарства, переробної промисловості і торгівлі визначається кон'юнктурою ринку в процесі співставлення попиту і пропозиції на ринку даного виду продукції.

Після отримання виручки від реалізації кінцевої продукції АПФГ головне підприємство визначає фінансовий результат. Економічний механізм розподілу прибутку між різними галузями – сільським господарством, переробною промисловістю та торгівлею, які входять до АПФГ, має забезпечити пропорційний його розподіл до витрат кожного з учасників технологічного ланцюгу. Для цього визначають частку витрат кожної з галузей, а вартість сировини галузі сільського господарства, яка увійшла в ціну кінцевої продукції, розподіляють між сільським господарством, переробною галуззю і торгівлею пропорційно до їх частки у загальних витратах.

Кожну ланку технологічного ланцюгу, що складає основу досліджуваної системи (АПФГ), розглядаємо як її підсистему. Схематичне зображення інформаційних потоків між ланками АПФГ, що характеризують роботу усіх її складових, приведено на рисунку 1.

Використані на рисунку 1 позначки мають наступний зміст:

$СП_i (i = \overline{1, m_1})$ - i -те підприємство АПК, що входить до складу АПФГ, m_1 - кількість підприємств АПК, що входять до складу АПФГ;

$ПП_j (j = \overline{1, m_2})$ - j -те переробне підприємство, що входить до складу АПФГ, m_2 – кількість переробних підприємств, що входять до складу АПФГ;

$ТП_k (k = \overline{1, m_3})$ - k -те торговельне підприємство, що входить до складу АПФГ, m_3 – кількість торговельних підприємств, що входять до складу АПФГ;

$ГП$ – головне підприємство;

$ФУ$ – фінансова установа, що входить до складу АПФГ;

$ЗФ_1$ – зовнішні фактори 1-ї групи (кон'юнктура ринку: попит на продукцію, пропозиція, коливання ринкових цін, конкуренція (нові виробники) та інші;

$ЗФ_2$ – зовнішні фактори 2-ї групи (погодні умови, екологічні фактори, середній бал родючості орних ґрунтів).

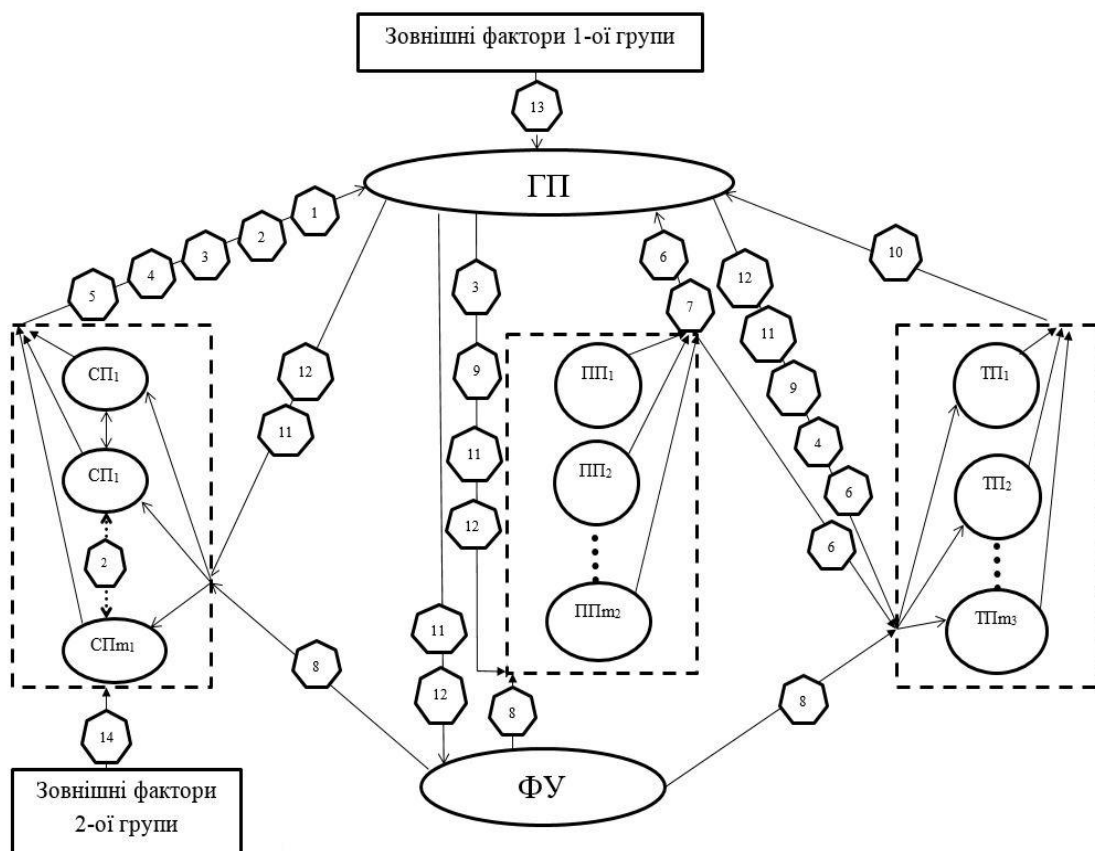


Рис. 1. Графічна схема інформаційних потоків підсистемами АПФГ

Основні інформаційні потоки між підсистемами АПФГ, що передбачають зв'язок між ланками АПФГ та їх головною організацією, містять необхідні дані стосовно умов, факторів, показників та інших характеристик роботи даної системи (рис. 1).

Кожен, із множини зображених на рис.1 потоків несе певну інформацію і характеризується відповідним номером.

Класифікацію потоків, що зображені на графічній схемі, здійснюємо наступним чином:

1. Об'єми сільськогосподарських робіт;
2. Об'єми наявної та необхідної техніки;
3. Об'єми виробництва підприємств АПК для переробки;
4. Об'єми виробництва підприємств АПК на продаж;
5. Витрати підприємств АПК;
6. Об'єми виробництва переробних підприємств;
7. Витрати переробних підприємств;
8. Потоки необхідного фінансування (кредитування) підприємств;

9. Потоки трансфертних цін;
10. Виручка торговельних підприємств;
11. Розподіл прибутку між підприємствами АПФГ;
12. Ефективність кожної ланки АПФГ;
13. Рівень зовнішніх коливань 1-го типу – кон'юнктура ринку: попит на продукцію, пропозиція, платоспроможність споживача, коливання ринкових цін, конкуренція (нові виробники) та інші.
14. Рівень зовнішніх коливань 2-го типу – погодні умови; екологічні фактори, середній бал родючості орних ґрунтів.

Аналіз існуючих інформаційних взаємозв'язків між ланками досліджуваної системи свідчить про наявність зовнішніх факторів, що обумовлюють ймовірнісний характер та неповноту певної інформації та необхідність її врахування.

Відмітимо, що головним підприємством АПФГ (координаційним центром) при здійсненні управління також використовується інформація стосовно наявності необхідної техніки, що відповідає об'ємам виробництва, необхідних об'ємів нарощування потужності підприємств.

Однією із важливих задач, що вирішується головним підприємством АПФГ на основі доступної інформації, є визначення варіантів (сценаріїв) раціонального розвитку підприємств, що входять до її складу. Вирішення даної задачі сприятиме забезпеченню ефективної роботи організаційної структури в майбутньому і має ґрунтуватися на оцінці макроекономічної ситуації (стан економіки, політична ситуація, вивчення зовнішньої кон'юнктури), сучасних технологіях та сучасних методах прогнозування та аналізу.

Як одну з підзадач розробки системи управління досліджуваним об'єктом можна розглядати визначення варіантів раціонального розвитку групи підприємств АПК та підприємств переробної промисловості, що входять до складу досліджуваної АПФГ.

Раціональний розвиток групи об'єднаних сільськогосподарських підприємств, що займаються вирощуванням зернових і підпорядковуються принципам горизонтальної інтеграції та входять до складу АПФГ, визначається вибором доцільної етапності нарощування потужності машинного парку даних підприємств. Відповідний машинний парк включає три основні групи машин: машини для підготовки ґрунту до посіву; збиральні машини; "дождювальні" машини. Для підприємств АПК, що входять до складу АПФГ, характерною є наявність загального машинного парку.

Кожне підприємство (з урахуванням координаційної діяльності головного підприємства) складає свій бізнес-план розвитку. Дані плани передбачають визначення можливого росту потужності даних підприємств та об'ємів виробництва.

Стан підприємства АПК задається по роках значеннями таких параметрів, як кількість і типи сільськогосподарських машин, що визначають потужність даного господарства, а також обумовлюють значення таких показників як

урожайність, витрати та інші. Сукупність траєкторій розвитку при фіксованих кінцевих станах задають варіанти обсягів і термінів інвестування для виконання сільськогосподарських робіт у певний період часу. Як критерій оптимізації при виборі раціональних траєкторій розвитку підприємств може бути використано критерій зведених витрат:

$$F = \sum_{t=1}^T \sum_{j_t=1}^{J_t} \sum_{j_{t-1}=1}^{J_{t-1}} (C(j_t) + K(j_{t-1}, j_t) \chi(j_{t-1}, j_t) \chi(j_t)) \rightarrow \min, \quad (1)$$

де F – критерій зведених витрат, що пов'язані з втіленням проекту;

j_t ($j_t \in J_t$) – вектор, що визначає стан оснащення машинного парку i -го підприємства АПК(кількість і типи сільськогосподарських машин) у році t ;

C_{j_t} – експлуатаційні витрати по j_t – му варіанту розвитку;

$K(j_{t-1}, j_t)$ – фінансові ресурси необхідні для переходу із стану j_{t-1} в стан j_t .

Аналогічним є підхід до побудови критерію оптимізації з метою визначення раціонального розвитку підприємств переробної промисловості, що входять до складу АПФГ.

Основними результативними показниками діяльності АПФГ виступають: ефективність кожного підприємства АПФГ, ефективність сільськогосподарської та переробної галузей.

Показник спільної ефективності інвестицій по всіх досліджуваних промислових підприємствах визначається як відношення сумарних прирощень прибутку по кожному промисловому підприємству до інвестицій, що викликали ці прирощення:

$$\mathcal{E} = \left(\sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^{R_T} p_{nj} x_{nj} a_t \right) / \left(\sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^{R_T} K_{nj} x_{nj} a_t \right) \rightarrow \max,$$

де \mathcal{E} – ефективність капітальних вкладень;

$j = 1, 2, \dots, R_T$ – множина варіантів;

p_{nj} – сумарні прирощення прибутку за період $[1, T]$;

K_{nj} – сумарні інвестиції за період планування;

a_t – коефіцієнт приведення різночасових витрат і прибутків;

$n = 1, 2, \dots, N$ – кількість підприємств у групі;

$$x_{nj} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } j \text{ – й варіант розвитку підприємства –} \\ & \text{складова сукупного варіанту,} \\ 0 & \text{– в протилежному випадку.} \end{cases}$$

Основними обмеженнями для вибору варіанту розвитку в році t можна вважати наступні:

Потужність технології j_t у році t - Π_{j_t} має відповідати вимозі:

$$\bullet \quad \Pi_{j_t} \geq \Pi_t^Z,$$

Де Π_t^Z - мінімально допустима потужність машинного парку у році t .

Обмеження, що стосуються розвитку потужності підприємств 1-ї ланки (машинний парк сільськогосподарських підприємств):

Посівні роботи:

$$\bullet \quad \Pi\Pi_{сер} M_1^t \geq ОП^t,$$

де $\Pi\Pi_{сер}$ – середня потужність посівної машини;

M_1^t – кількість посівних машин у році t ;

$ОП^t$ – об'єм посівних робіт у році t ;

Збиральні роботи:

$$\bullet \quad \PiЗБ_{сер} M_2^t \geq ОЗБ^t,$$

де $\PiЗБ_{сер}$ - середня потужність збиральної машини;

M_2^t – кількість збиральних машин в рік t ;

$ОЗБ^t$ – об'єм збиральних робіт в рік t ;

Зрошувальні роботи:

$$\bullet \quad \PiЗР_{сер} M_3^t \geq ОЗР^t,$$

де $\PiЗР_{сер}$ – середня потужність дощувальної (зрошувальної) машини;

M_3^t – кількість дощувальних машин у році t ;

$ОЗР^t$ - об'єм зрошувальних робіт у році t .

Обмеження, що стосуються розвитку потужності підприємств 2-ї ланки (переробні підприємства):

Роботи по переробці зернових:

$$\bullet \quad \sum_{j=1}^n \Pi\Pi_{Пер}^t j \geq ОВ_1^t,$$

де $ППер_j^t$ – потужність j -го переробного підприємства у році t , що обумовлюється технічним обладнанням підприємств 2-ї ланки;

$$OB_1^t = \sum_{i=1}^r OB_{1i}^t \quad - \quad \text{об'єм виробництва зернових у році } t$$

підприємствами 1-ї ланки;

OB_{1i}^t - об'єм виробництва зернових уроці t i -м підприємством 1-ї ланки.

Обмеження по капіталовкладеннях (формується спільно для обох ланок, оскільки як доцільне може розглядатися перерозподіл коштів між галузями (із більш розвиненої до менш розвиненої):

$$\bullet \quad K_t \leq K_t^z,$$

де K_t^z – деяке задане максимально можливе значення інвестиційних вкладень в розвиток даної АПФГ в рік t .

Для кожного з групи підприємств АПК, що входять до складу АПФГ, знаходимо множину оптимізованих варіантів (оптимальних та близьких до них за значеннями обраного критерію(1)) поетапного оснащення сільськогосподарськими машинами (посівними, збиральними, дощувальними машинами певного типу) на обраному відрізку часу. Покрокова побудова та оптимізація варіантів рішення заснована на методі послідовного аналізу варіантів [7]. Даний метод передбачає розробку та обґрунтування правил покрокової побудови, порівняння та відбракування варіантів, що при подальшому їх розвитку неспроможні ввійти до складу оптимального рішення. Аналогічні розрахунки, з урахуванням відповідних обмежень, здійснюються і для підприємств переробної промисловості, що входять до складу АПФГ. Враховуючи отримані оптимальні та близькі до них варіанти розвитку підприємств обох ланок, можемо визначити варіанти розвитку підприємств, що забезпечують максимальну ефективність інвестицій по всіх підприємствах АПФГ.

Визначивши сценарії розвитку досліджуваної системи, переходимо до розробки та дослідження показників, критеріїв та індикаторів її стійкого функціонування на певному відрізку часу.

У подальшому вважаємо за доцільне та необхідне для обраного варіанту технічної та технологічної бази підприємств АПФГ розробити та дослідити відповідні показники, критерії та індикатори їх стійкого функціонування.

Індикатор рівня економічної стійкості (I_{EC}) повинен відображати можливості підприємства у питаннях підтримки та підвищення рівня

економічної стійкості, тому він розраховується як співвідношення значень узагальнюючих показників:

$$I_{EC} = \frac{K_{підвEC}}{K_{знEC}},$$

де $K_{підвEC}$ - узагальнюючий показник по групі окремих показників, що підвищують рівень економічної стійкості;

$K_{знEC}$ - узагальнюючий показник по групі окремих показників, що знижують рівень економічної стійкості.

В загальному випадку значення I_{EC} буде характеризувати стан підприємства за рівнем економічної стійкості на даний момент часу, тобто відображати ефективність використання наявного економічного потенціалу порівняно з прийнятими нормативами. Даний показник I_{EC} - нормований. Доцільним може бути використання оціночної шкали значень рівня економічної стійкості підприємства.

Таблиця 1. Оцінка рівня економічної стійкості (EC) підприємства

Інтервали значень EC	Характеристика ступеня EC
$I_{EC} > 1.25$	Запас EC
$1 < I_{EC} < 1.25$	Достатній ступінь EC
$I_{EC} = 1$	Рівновага факторів, що підвищують та знижують EC (стабільність)
$0.75 < I_{EC} < 1$	Допустиме зниження ступеню EC
$0.5 < I_{EC} < 0.75$	Максимально допустиме зниження ступеню EC
$0.25 < I_{EC} < 0.5$	Критичне зниження ступеню EC
$0 < I_{EC} < 0.25$	Катастрофічне зниження ступеню EC

Відмітимо, що показники (а відповідно і індикатори) стійкого розвитку підприємств АПК, що входять до складу АПФГ, включають економічну, соціальну та екологічну складові, які в свою чергу визначають стійкий розвиток досліджуваної системи.

Відповідні індекси розраховують на основі отриманих значень показників, а також визначають співвідношення конкретного показника

звітного періоду до такого ж показника минулого періоду (розраховують показники за 3 – 5 років, тобто досліджують динаміку) [8].

Здійснюємо перехід від значень показників до їх співвідношень, тобто знаходимо індекс показника: $I_{II} = \frac{K_1}{K_0}$,

де K_1 – показник звітного періоду;

K_0 – показник базового періоду.

Розрахунок середніх індексів показників:

$$\bar{X} = \sqrt[m]{I_{II_1} \cdot I_{II_2} \cdot \dots \cdot I_{II_m}}$$

де m – кількість періодів розрахунку індексу показника.

Оцінку стійкого розвитку фінансової, техніко-технологічної, кадрової, екологічної складової необхідно здійснювати окремо. Після цього слід знайти узагальнений індекс стійкості шляхом додавання всіх середніх значень індексів показників і знаходження співвідношення даної суми до кількості показників.

Для підприємств АПК, що входять до досліджуваної АПФГ, знаходження відповідно індикаторів стійкості фінансового розвитку, інвестиційного розвитку, виробничо-технологічного, кадрового та екологічного здійснюється за формулою:

$$I_i = \frac{\bar{x}_1^i + \bar{x}_2^i + \dots + \bar{x}_n^i}{n}$$

де I_i – індекс розвитку, що відноситься до i -го типу стійкості;

\bar{x}_j^i - середнє геометричне значення j -го індексу показника, що відноситься до i -го типу стійкості;

n - кількість середніх геометричних значень індексів показників, що відносяться до i -го типу стійкості.

Далі може бути обчислено узагальнений індекс стійкого розвитку підприємства:

$$\bar{I}_{yz} = \sqrt[5]{I_1 \cdot I_2 \cdot I_3 \cdot I_4 \cdot I_5}$$

де \bar{I}_{yz} – узагальнений індекс стійкого розвитку підприємства;

I_1 – індекс фінансового розвитку;

I_2 – індекс виробничо-технологічного розвитку;

I_3 – індекс інвестиційного розвитку;

I_4 – індекс кадрового та соціального розвитку;

I_5 – індекс екологічного розвитку.

Наприклад, припустимо, що індикатор екологічної стійкості для кожного підприємства АПК, що входить до складу АПФГ, I_5 може характеризуватися такими індексами показників як:

I_{II}^1 – індекс показника хімічного навантаження угідь;

I_{II}^2 – індекс показника розораності угідь;

I_{II}^3 – індекс показника родючості угідь.

Відмітимо, що для розрахунку I_{II}^1 може використовуватися автоматно-ймовірнісна модель, що дозволяє досліджувати процеси міграції та накопичення речовин у ґрунті певного типу [9]. Екологічна стійкість ґрунтів проти деградації (I_{II}^2) може оцінюватися показником співвідношення ріллі до сумарної площі еколого-стабілізуючих угідь (лісовкриті території, лукопасовищні, водні угіддя, болота), за шкалою: висока стійкість (20:80), підвищена (21-37: 63-79), порогова (38-54:46-62), низька (55-59: 31-45), дуже низька (70-30) [10]. На сучасному етапі досліджень при розрахунку I_{II}^3 для виявлення порушення балансової рівноваги поживних речовин у ґрунті використовують показник інтенсивності балансу [11]:

$$IB = \left(\frac{H}{B} \right) * 100,$$

де IB – показник інтенсивності балансу речовин, %;

H – надходження поживних речовин у ґрунт, кг/га;

B – їх втрати, кг/га.

Динаміка значень показників вмісту рухомого фосфору, нітрогену та калію із врахуванням екологічно безпечних нормативів їх балансу характеризує родючість ґрунту. Розрахунок даних показників також може бути здійснено за допомогою автоматно-ймовірнісної моделі [9].

Враховуючи кількість періодів розрахунку індексу даних показників, обчислюємо значення $\overline{x_j^i}$ для $i = 5$ та $j = \overline{1, 3}$, що дозволяє визначити I_5 .

Відмітимо, що дослідження індексу екологічного розвитку (I_5) здійснюється окремо для кожного підприємства АПК, що входять до даної АПФГ, і має враховувати певні екологічні норми.

Спільне функціонування підприємств має сприяти підвищенню індексів фінансової та інвестиційно-економічної стійкості. Дані індикатори мають бути розраховані як для окремих підприємств АПК даної групи так і для всієї групи даних підприємств разом.

Як економічні показники стійкого розвитку сільськогосподарських підприємств можуть розглядатися показники інноваційної активності, індикатори фінансового стану підприємства.

Зауважимо, що у рослинницькій галузі як основний показник інноваційної діяльності у сфері виробництва розглядають рівень рентабельності. В свою чергу рівень рентабельності характеризується такими показниками, як фондооснащеність, фондівдача, продуктивність угідь на одиницю інноваційних витрат.

Показники, що характеризують економічну ефективність інновацій аграрного підприємства: обсяг реалізованої інноваційної продукції; загальний обсяг витрат на інноваційну діяльність підприємств аграрного сектора; чистий прибуток сільськогосподарських підприємств; рентабельність виробництва сільськогосподарської продукції. Дані показники можуть бути використані при розрахунку індикаторів I_1, I_2, I_3 .

Якщо розглядати індикатори стійкості фінансового розвитку, то вважаємо за доцільне здійснювати оцінювання економічної ефективності господарств рослинницької галузі за рівнем значення показника рентабельності R , використовуючи підхід до дослідження системи основних показників і чинників (F_i), які обумовлюють значення I чи R , заснований на побудові і використанні байєсівських мереж (БМ) (рис. 2).

Байєсівська мережа будується у відповідності із графічною схемою інформаційних потоків між ланками АПФГ (рис.1) і може розглядатися як формалізована модель взаємодії її підсистем. Дана БМ відображає інформаційні потоки, що відповідають ребрам, які зв'язують її вершини і впливають на результуючу вершину – $ФР$ (фінансовий результат функціонування АПФГ). $ФР$ можна розглядати як основну результуючу інформацію головного підприємства АПФГ, що відображає стійкість функціонування даної групи підприємств.

БМ складається з множини вузлів і сукупності спрямованих ребер, що з'єднують ці вузли між собою. Ребра визначають причинно-наслідкові зв'язки у предметній області, які в переважній мірі не є однозначно визначеними. Правдоподібність твердження задається за допомогою ймовірності. Концепція БМ полягає в оновленні ймовірностей при надходженні додаткової інформації та базується на теоремі Байєса (формула (2)):

$$P(I / F_1, F_2, \dots, F_n) = \frac{P(I) \prod_{i=1}^n P(F_i / I)}{P(F_1, \dots, F_n)}, \quad (2)$$

де F_i – реалізація i -ої з n вибраних змінних; I – інтегральний показник економічної ефективності функціонування підприємств АПФГ.

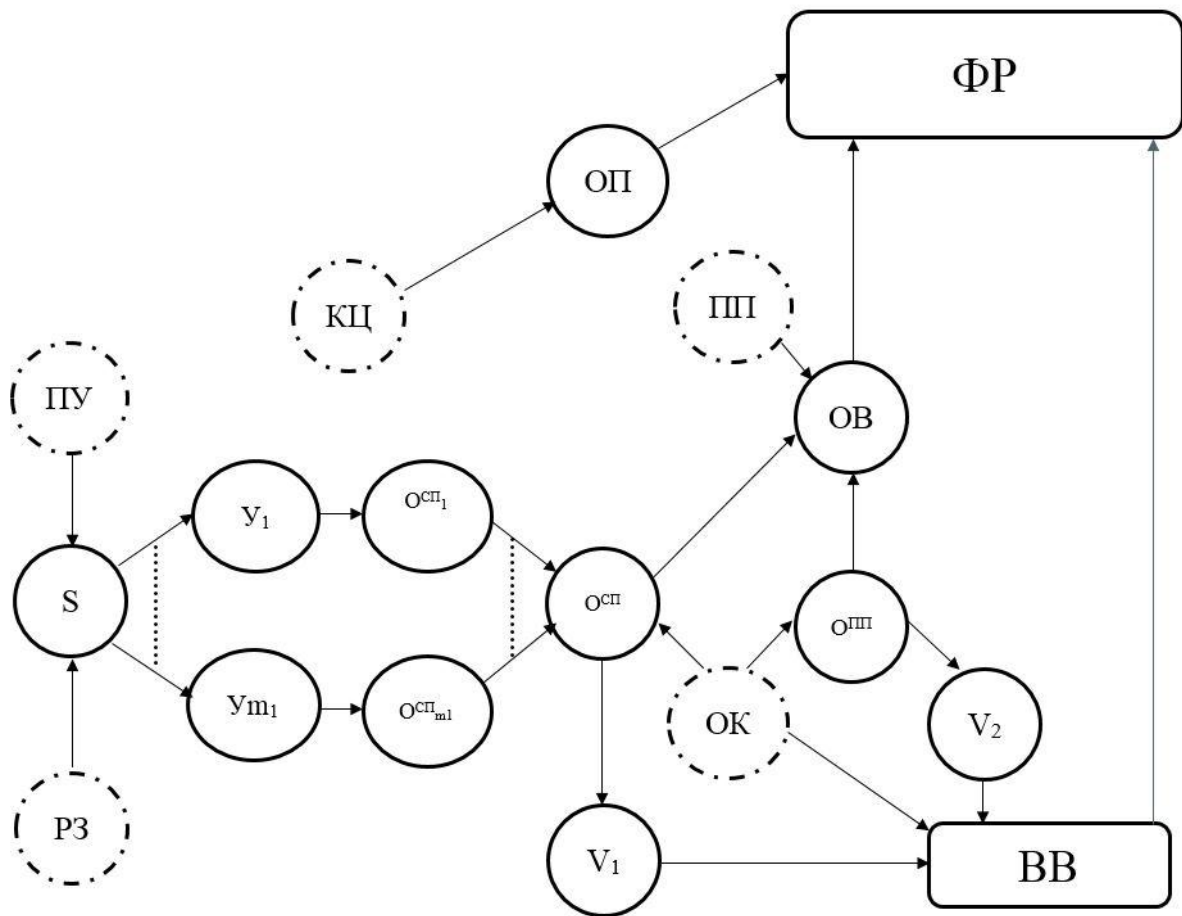


Рис.2. МБ для визначення впливу показників та факторів на ФР

Суть навчання БМ полягає в коригуванні ймовірностей при отриманні нової інформації про можливі стани її вузлів.

Розглядається побудова БМ для визначення впливу суттєвих показників і чинників, пов'язаних з виробництвом АПФГ, на рентабельність.

Систематизуємо вершини (показники і критерії) БМ (рис.2):

- продуктивність праці - *ПП*;
- обсяг виробництва АПФГ - *ОВ*;
- обсяг виробництва i -го сільськогосподарського підприємства

$$- O_i^{СП} (i = \overline{1, m_1});$$

- обсяг виробництва k -го переробного підприємства

$$- O_k^{III} (k = \overline{1, m_2});$$

- коливання цін - $KЦ$;
- очікуваний попит на продукцію - $ОП$;
- погодні умови - $ПУ$;
- рівень забруднення земель - $РЗЗ$;
- рівень продуктивності агроландшафту - S ;
- врожайність i -го ($i = \overline{1, m_1}$) підприємства АПК- $У_i$;
- обсяг капіталовкладень - $ОК$;
- виробничі витрати - $ВВ$;
- - витрати, пов'язані з вирощуванням зернових відповідним підприємством АПК - $V_{1j} (j = \overline{1, m_1})$;
- витрати підприємств переробної промисловості, що входять до складу АПФГ - $V_{2k} (k = \overline{1, m_2})$;
- фінансовий результат - $ФР$.

Загальна задача знаходження умовних ймовірностей для відповідних станів вузлів БМ, що використовується для визначення впливу показників та факторів на рентабельність ($ФР$) групи досліджуваних підприємств може бути представлена як задача оновлення ймовірностей на певних підмережах, до складу яких входять лише певні підмножини вузлів графу. Даний підхід більш детально було розглянуто в [12].

Для кожної вершини мережі необхідно визначити множину можливих станів [6]. Опис вершини (вузлів) БМ і їх можливих станів наведено в табл. 2. Таким чином виділено чинники та умови стійкості аграрного сектора, що визначаються значеннями відповідних факторів і показників.

Відмітимо, що при використанні Байєсівського критерію (2) найбільш складним етапом є отримання апріорної інформації стосовно ймовірностей реалізації різних класів об'єктів (подій). В [13] обґрунтовано правомірність прийняття оптимальних рішень при достатній кількості спостережень апостеріорних ймовірностей без врахування апріорних ймовірностей, базуючись на умовних ймовірностях (2) та апостеріорних ймовірностях попереднього кроку.

Таблиця 2. Сукупність вузлів МБ, їх стани і стратегічне значення

Вершина	Можливі стани	Характеристика вершини
Очікуваний попит на продукцію рослинництва	Зростання Зниження	Збільшення попиту веде до зменшення надлишків і потенційного зростання прибутків
Коливання цін на внутрішньому ринку	Цінова стабільність Допустиме зниження Критичне зниження	Стабільність цін на внутрішньому ринку забезпечується шляхом стабілізації внутрішньої пропозиції на основі регулювання об'ємів виробництва
Обсяги капіталовкладень по групі підприємств	Оптимальні(розраховані по оптимізаційній моделі) Допустимо нижчі оптимальних Низькі	При державній підтримці впровадження нових технологій буде сприяти росту прибутковості і рентабельності
Природні умови	Сприятливі нейтральні несприятливі	Впливає на розвиток виробництва певних видів продукції
Рівень забруднення земель	низький середній високий	Разом з погодними умовами впливає на рівень продуктивності агроландшафту
Рівень продуктивності агроландшафту	Стійкість культурного ландшафту($\bar{S} \geq 0,8$) Нестійкість культурного ландшафту($\bar{S} < 0,8$)	Відношення теперішньої урожайності агроландшафту до потенційної. Обумовлює урожайність і об'єм виробництва.
Виробничі витрати	низькі середні високі	Відповідають витратам по виробництву та переробці продукції
Рентабельність	Інтервали можливих значень показника рентабельності: висока задовільна низька критична	Відношення ефекту до витрат підприємницької діяльності.
Індикатор рівня економічної стійкості	Належність показника до певних інтервалів значень: висока задовільна низька критична	I_{EC} характеризує стан підприємств по рівню економічної стійкості

Загальна задача знаходження умовних ймовірностей для відповідних станів вузлів БМ, що використовується для визначення впливу показників та факторів на рентабельність (ΦP) групи досліджуваних підприємств, може бути представлена як задача оновлення ймовірностей на певних підмережах, до складу яких входять лише певні підмножини вузлів графу.

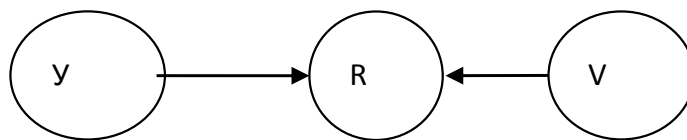


Рис.3. Аналіз можливих станів рентабельності.

На рис. 3 результуюча змінна R (рентабельність) досліджується в залежності від впливу двох неперервних змінних: Y – урожайність та V – витрати, параметри яких попередньо визначено. Слід зауважити, що певні вузли БМ, що зображена на рис. 2, 3, доцільно розглядати як результуючу суму незалежних випадкових величин. Так, вузол Y (урожайність) можна розглядати як узагальнений вузол, що зумовлює певний інформаційний потік (на схемі 1 – потоки 3, 4) і відповідає сумі незалежних випадкових величин Y_1, Y_2, \dots, Y_{m_1} . Вважаємо, що дані величини визначають урожайність кожного з m_1 підприємств АПК, що входять до складу досліджуваної АПФГ, і мають нормальний закон розподілу. Якщо розглядати суму цих випадкових величин, то вона теж буде мати нормальний розподіл з математичним очікуванням, рівним сумі математичних очікувань доданків і дисперсією, рівною сумі дисперсій доданків.

Аналогічно, вузол V (витрати) розглядається як узагальнений вузол, що зумовлює певний інформаційний потік (на схемі 1 – потоки 5, 7) і відповідає сумі незалежних нормально розподілених випадкових величин: V_{1j} ($j=\overline{1, m_1}$) – витрати, пов'язані з вирощуванням зернових відповідним підприємством АПК, та нормально розподілених випадкових величин, V_{2k} ($k=\overline{1, m_2}$) – витрати підприємств переробної промисловості, що входять до складу АПФГ. Узагальнююча випадкова величина V теж має нормальний розподіл, а її математичне очікування і дисперсія розраховуються з тим самим принципом, що і для випадкової величини Y .

Таким чином у відповідності із побудованими мережами Байєса (рис 2, 3) передбачається дослідження показника економічної стійкості системи взаємопов'язаних підприємств АПФГ з урахуванням синергетичного ефекту їх інтеграційної взаємодії.

Тож якщо вважати, що досліджувані неперервні величини мають розподіл Гауса, тобто якщо вершині X відповідають батьківські вершини

$Z = \{Z_1, Z_2, \dots, Z_n\}$, то умовна щільність розподілу ймовірностей для X визначається за формулою:

$$f(X/U_i) = N(x; \mu_x + b_i \times \mu_i, \sigma_x),$$

де μ_x та μ_i – математичні очікування випадкових величин, що відповідають вершинам X та Z_i ;

σ_x - дисперсія відповідної випадкової величини;

b_i – визначає зв'язок між вершиною X та її батьківською вершиною Z_i (ваговий коефіцієнт впливу).

Визначивши значення μ та σ для випадкової величини R (рентабельність), розрахуємо за допомогою таблиць нормального розподілу значення:

$$P(x^* \leq R \leq x^{**}) = \int_{x^*}^{x^{**}} e^{-\frac{(z-\mu)^2}{2\sigma^2}} dz, \quad (3)$$

де значення x^* та x^{**} випадкової величини R відповідають межах достатнього інтервалу стійкості виробництва та задаються експертами.

Розрахунок, отриманий за формулою (3), свідчить про рівень ризику (імовірність) виходу певного показника економічної стійкості за межі інтервалу достатнього ступеню стійкості (таблиця 1). Чим вище значення $P(x^* \leq R \leq x^{**})$, розраховане за формулою (3), тим менше ризик виходу значення показника економічної стійкості (EC) за межі допустимого зниження ступеню EC .

Розроблена система моделей дозволяє визначати ймовірний рівень економічної стійкості досліджуваних підприємств для обраних сценаріїв розвитку підприємств АПФГ, що відповідають певним стратегіям впровадження інноваційно-інвестиційних технологій.

Результати

Досліджено основні інформаційні потоки, що характеризують зв'язок між підсистемами АПФГ і передбачають передачу інформації між ними та їх головною організацією і містять необхідні дані стосовно умов, факторів, показників та інших характеристик роботи даної системи.

У відповідності із графічною схемою інформаційних потоків між підсистемами АПФГ побудована модель системи залежностей на основі ациклічних орієнтованих графів (байєсівські мережі) як засіб формалізації аналізу та отримання знань стосовно дослідження умов стійкості функціонування даної групи підприємств.

У відповідності із побудованими мережами Байєса запропоновано підхід до розрахунку рівню ризику (імовірність) виходу певного показника економічної стійкості АПФГ за межі інтервалу достатнього ступеню стійкості з

урахуванням синергетичного ефекту інтеграційної взаємодії підприємств даної групи (врахування об'єднаних ймовірнісних інформаційних потоків).

Висновки

На основі формалізації взаємодії підприємств технологічного ланцюга з виробництва, переробки та продажу рослинницької продукції, що складає основу АПФГ, розроблено підхід до оцінки стійких, нестійких та кризових станів досліджуваних підприємств АПК.

Модель раціонального інноваційного розвитку підприємств АПК, що входять до складу АПФГ, передбачає вибір варіантів розвитку всіх підприємств даної АПФГ з урахуванням стійкості фінансово-економічних та виробничих зв'язків між ланками досліджуваної системи.

Відповідно до розроблених мереж Байеса актуальним і доцільним вважається дослідження показника економічної стійкості системи взаємопов'язаних підприємств АПФГ з урахуванням синергетичного ефекту їх інтеграційної взаємодії.

Відмітимо, що стійке функціонування АПФГ обумовлюється певними показниками фінансової стійкості всіх підприємств досліджуваної АПФГ та показниками стійкості ґрунтів сільськогосподарських підприємств, що входять до складу даної групи. В подальшому з метою дослідження динамічної стійкості сільськогосподарських угідь за доцільне вважається побудова відповідних марківських процесів, що описують можливу зміну стану досліджуваних ґрунтів.

Література

1. Дем'яненко М. Я. (ред.) // Фінанси сільськогосподарських підприємств. – К.: ІАЕ. 2000. – 604с.
2. Фильченков А.А. меры истинности и вероятностные графические модели для представления знаний с неопределенностью// Труды СПИИРАН. 2012. Вып. 4(23). С. 254 – 295.
3. Hornler B. GraphicalModelsforPatternRecognitionhttp://www.mmk.ei.tum.de/hbe/Slides_GraphicalModels.
4. Андон Ф.И., Балабанов А. С. Структурные статистические модели: інструмент познання и моделирования// Системні дослідження та інформаційні технології, 2007, №1, с. 79-98.
5. Бідюк П.І., Коршевніук Л.О. Проектування комп'ютерних інформаційних систем підтримки прийняття рішень: К, 2010, навчальний посібник. – Київ: ННК “ІІСА” НТУУ “КПІ”, 2010. -340с.
6. Бідюк П.И., Терентьев А.Н., Гасанов А.С. Построение и методы обучения Байесовских сетей // Кибернетика и системный анализ. – 2005. –№4, с. 133–147.

7. Михалевич В.С. Метод последовательного анализа вариантов при решении вариационных задач управления планирования и проектирования / В.С. Михалевич, Н.З. Шор // В кн.: IV Всесоюзный математический съезд. Л.- ЛГУ, 1961. -91с.
8. Ротарь Т.С., Ниязян В.Г. Устойчивое развитие предприятия: сущность и методика расчета интегрального индекса устойчивого развития предприятия // Экономика, статистика и информатика. – 2015. № 4. – с.149 – 153.
9. Соболевська Л.І. Моделювання процесу внесення хімічних речовин у ґрунт певного типу/ Л.Соболевська, С. Цюпко // Економіст. – 2005. №2. с.71-73.
10. Гавій В. М. Дослідження впливу еколого-агрохімічного стану ґрунтів Чернігівської області на врожайність основних сільськогосподарських культур / В. М. Гавій, С. О. Приплавко, В. В. Суховєєв // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 20 : Біологія. - 2011. - Вип. 3. - С. 161-167.
11. https://pidruchniki.com/81083/agropromislovist/agrohimichni_parametri_rodyuchosti_zemel_otsinka
12. Соболевская Л.И. Подход к интеллектуализации системы піддержки принятия решений при оценке и анализе состояния предприятий растениеводства // УСиМ (Управляющие системы и машины) – 2016. № 4. – с. 62- 69.
13. Ганичева А.В. Адаптивный байесовский метод принятия решений / Ганичева А.В., Ганичев А.В. // В мире научных открытий. 2014. - № 2.1(50), с. 618 – 633.