

СТРЕС-ТЕСТУВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ БАНКІВСЬКОГО РИЗИК-МЕНЕДЖМЕНТУ

АНТОНЮК О. І.

УДК 336.71

Антонюк О. І. Стрес-тестування як інструмент банківського ризик-менеджменту

Розробка теоретичних, методологічних положень і практичних рекомендацій щодо використання стрес-тестування українськими комерційними банками – мета написання даної статті. На основі наукових досліджень вітчизняних і зарубіжних науковців визначено стрес-тестування як складову частину банківського ризик-менеджменту. У статті окреслено сутність банківського стрес-тестування, визначено його роль у структурі ризик-менеджменту банків в Україні. Розглянуто цілі проведення стрес-тестування у банківських установах. Визначено основні аспекти та особливості проведення стрес-тестів банківських ризиків. Охарактеризовано основні переваги та недоліки використання стрес-тестування в комерційних банках у порівнянні з українськими методичними рекомендаціями. Показано, що результати стрес-тестів мають практичну цінність, оскільки допомагають заздалегідь оцінити вплив потенційно негативних подій на стан кредитного портфеля банку та прийняти відповідні управлінські рішення.

Ключові слова: комерційний банк, Національний банк України, стрес-тестування, банківська система України, оцінка ризиків, банківський ризик-менеджмент, економетричне моделювання.

Бібл.: 8.

Антонюк Оксана Іванівна – кандидат економічних наук, доцент кафедри фінансів, Хмельницький кооперативний торговельно-економічний інститут (вул. Кам'янецька, 3, Хмельницький, 29013, Україна)

E-mail: shamrayyy@rambler.ru

УДК 336.71

UDC 336.71

Антонюк О. И. Стресс-тестирование как инструмент банковского риск-менеджмента

Antonyuk O. I. Stress Testing as a Tool of Bank Risk Management

Разработка теоретических, методологических положений и практических рекомендаций по использованию стресс-тестирования украинскими коммерческими банками – цель написания данной статьи. На основе научных исследований отечественных и зарубежных ученых стресс-тестирование определено как часть банковского риск-менеджмента. В статье обозначена сущность банковского стресс-тестирования, определена его роль в структуре риск-менеджмента банков в Украине. Рассмотрены цели проведения стресс-тестирования в банковских учреждениях. Определены основные аспекты и особенности проведения стресс-тестов банковских рисков. Охарактеризованы основные преимущества и недостатки использования стресс-тестирования в современном банковском риск-менеджменте. Обобщены мировой и европейский подходы к методам проведения стресс-тестирования в коммерческих банках по сравнению с украинскими методическими рекомендациями. Показано, что результаты стресс-тестов имеют практическую ценность, поскольку помогают заранее оценить влияние потенциально негативных событий на состояние кредитного портфеля банка и принять соответствующие управленческие решения.

Ключевые слова: коммерческий банк, Национальный банк Украины, стресс-тестирование, банковская система Украины, оценка рисков, банковский риск-менеджмент, эконометрическое моделирование.

Библ.: 8.

Антонюк Оксана Ивановна – кандидат экономических наук, доцент кафедры финансов, Хмельницкий кооперативный торгово-экономический институт (ул. Каменецкая, 3, Хмельницкий, 29013, Украина)

E-mail: shamrayyy@rambler.ru

The goal of the article is development of theoretical, methodological and practical recommendations on the use of stress testing by Ukrainian commercial banks. Stress testing is defined as a part of bank risk management on the basis of scientific studies of domestic and foreign scientists. The article marks the essence of the bank stress testing and identifies its role in the structure of banks' risk management in Ukraine. It considers goals of conducting stress testing in banking institutions. It identifies main aspects and specific features of conducting stress testing of bank risks. It characterises main advantages and shortcomings of use of stress testing in the modern bank risk management. It generalises the world and European approaches to the methods of conducting stress testing in commercial banks in comparison with the Ukrainian methodical recommendations. It shows that results of stress testing have practical value, since they help to preliminary assess influence of potentially negative events upon the state of the loan portfolio of the bank and make relevant managerial decisions.

Key words: commercial bank, National Bank of Ukraine, stress testing, banking system of Ukraine, risk assessment, bank risk management, econometric modelling.

Bibl.: 8.

Antonyuk Oksana I. – Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Department of Finance, Khmel'nitsky Cooperative Trade and Economic Institute (vul. Kam'yanetska, 3, Khmel'nitsky, 29013, Ukraine)

E-mail: shamrayyy@rambler.ru

Невід'ємним елементом ризик-менеджменту провідних зарубіжних фінансово-кредитних організацій, і в першу чергу банків, – є стрес-тестування. Розвиток стрес-тестування став відповіддю світового фінансово-кредитного співтовариства на підвищення загального рівня ризиків і серію великих фінансових криз останніх десятиліть. В Україні ж на сьогодні практика застосування стрес-тестування не є поширеною. Причинами цього є відсутність стандартизації методів стрес-тестування. Їх рекомендаційний характер вносить невизначеність у поведінку фінансово-кредитних організацій та позбавляє їх можливості застосовувати цей привабливий інструмент моделю-

вання діяльності в ринковому середовищі. Удосконалення процесу макроекономічного стрес-тестування банків України відповідно до сучасної практики регулювання банківської діяльності потребує значних зусиль і професійного рівня від розробників нових аналітичних інструментів оцінки фінансової стійкості банківської системи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій дозволяє зробити висновок про широке поширення стрес-тестування. Зокрема, останні дослідження МВФ показують, що в більшості країн регулятори фінансово-кредитних ринків встановлюють вимоги для проведення стрес-тестів [4]. Варто зазначити, що на необхідності розвитку стрес-тестування

як альтернативного підходу до оцінки банківських ризиків наголошують у своїх наукових працях такі зарубіжні й вітчизняні науковці, як М. Дрехманн, Т. Ояма, Р. Ребонато, С. В. Науменкова, Ю. С. Ребрик, О. С. Сенченко. Проте низький рівень поширення стрес-тестування дозволяє судити про певну неадаптованість пропонованих методик до сучасних реалій банківського сектора економіки України.

Метою статті є розробка теоретичних, методологічних положень і практичних рекомендацій щодо використання стрес-тестування комерційними банками в Україні як складової частини банківського ризик-менеджменту.

Згідно з чинним законодавством стрес-тестування – це метод кількісної оцінки ризику, який полягає у визначенні величини неузгодженої позиції, яка наражає банк на ризик, та у визначенні шокової величини зміни зовнішнього фактора – валютного курсу, процентної ставки тощо [2]. Поєднання цих величин дає уявлення про те, яку суму збитків чи доходів отримає банк, якщо події розвиватимуться за закладеними припущеннями.

Стрес-тестування як інструмент ризик-менеджменту та моделювання кризових ситуацій в банківській системі виникло на початку 1990-х рр. Історично першою країною, в якій розпочали проводити стрес-тестування банківської системи, були США. Після цього європейські країни запровадили подібний досвід у свою практику. Стрес-тестування передбачає дослідження впливу різноманітних ризиків на фінансову стійкість банківських установ.

Метою проведення стрес-тестування є оцінка ризиків і визначення спроможності протистояти потрясінням на фінансовому ринку [3, с. 19].

Найбільш поширеними об'єктами стрес-тестування є: різка зміна відсоткових ставок за внутрішніми чи зовнішніми запозиченнями, кредитами, цінними паперами тощо; суттєві коливання валютних курсів; кредитний ризик у кредитних портфелях; різкі зміни в обсягах і структурі капіталу фінансової установи, вартості застави при іпотечі; зниження ліквідності та можливість дефолту банку; ймовірність виникнення системного ризику на основі різкого зниження ліквідності чи втрати капіталу тощо.

Як базові фактори ризиків Національний банк рекомендує використовувати такі: 1) макроекономічні показники: стабільність економічної ситуації (економічний спад, радикальна зміна вектора розвитку економіки, дефолти першокласних компаній-позичальників тощо); значні коливання курсу національної валюти; відкритість і доступність міжбанківського ринку; рівень політичної та міжнародної стабільності; стійкість фінансових ринків, у т. ч. можливість протидіяти спекулятивним атакам; зміни процентних ставок, наприклад, LIBOR, облікової ставки тощо; можливість знецінення майна, яке надано в забезпечення за кредитними операціями банків (зокрема, через падіння цін на ринку нерухомості, кризи окремих галузей економіки тощо); волатильність цін на енергоресурси; 2) мікроекономічні показники: можливість доступу банку до зовнішніх джерел підтримання ліквідності; конкурентна позиція банку (визначена за методикою SWOT-аналізу як узагальнена оцінка).

Усі методики проведення стрес-тестування банківської системи можна розділити на чотири основні види:

1. Сценарний метод.
2. Метод чутливості (еластичності).
3. Метод оцінки витрат (модель VaR).
4. Індексний метод.

Сутність сценарного методу стрес-тестування полягає в порівнянні базового прогнозу поведінки банків при різних шоках оточуючого економічного середовища. У рамках даної методики застосовуються інструменти економіко-математичного аналізу, що свідчить про значну трудомісткість здійснення стрес-тестування.

Метод чутливості, або еластичності, передбачає визначення зміни стану банківської установи в результаті коливань величин основних показників економічного розвитку, таких як рівень процентної ставки, валютний курс.

Стрес-тестування на основі методу оцінки втрат має на меті визначення максимально можливих потенційних втрат, які може понести банк протягом встановленого періоду при даній ймовірності.

Загалом, методи стрес-тестування здійснюються за двома підходами: у першому окремі фінансові установи розробляють власні методики стрес-тестування, але даний підхід має недолік, котрий полягає в неможливості інтегральної оцінки цих стрес-тестів на макrorівні, оскільки всі методики, використовувані банками, є неоднорідними. Другий підхід полягає в побудові органами банківського нагляду власних моделей. За цим підходом, при регулярному нагляді підрозділами центрального банку за фінансовим станом фінансових установ і проведенні стрес-тестування, можливо одержати укрупнені оцінки стійкості банківського сектора до стресових подій.

Протягом останніх років використання банками стрес-тестування у кредитній діяльності набувало формального значення та низького рівня доцільності й користності. Сьогодні значимість цього процесу не викликає сумніву, адже чітко окреслилась завдяки кризі та привернула увагу фахівців теорії та практики [1].

Загальноприйнятих стандартів виконання стрес-тестування немає, і налагодження цього процесу є «творчою роботою» банків. З цього приводу НБУ вважає, що «кожен банк може розробити власну процедуру проведення стрес-тестування та запровадити свої моделі для аналізу впливу різних факторів ризику на фінансовий результат із врахуванням індивідуальності кредитного портфеля. При цьому НБУ зазначає, що сценарії стрес-тестування є ефективними, якщо вони:

- ✦ передбачають тільки істотні зміни чинників;
- ✦ під час розрахунку результативних показників враховують більшість базових чинників ризику;
- ✦ дають змогу отримати правдоподібні, на думку експертів, прогнозовані події із заданою ймовірністю їхнього виникнення» [2].

Сценарій стрес-тестування – це модель можливого розвитку подій під впливом різних факторів ризику. Сценарії стрес-тестування повинні охоплювати всі передумови, виникнення яких може завдати серйозних ударів по фінансовій стабільності банку. Під час проведення стрес-тестування з використанням як історичних, так і гіпотетичних сценаріїв доцільне застосування різних ступенів впливу факторів ризиків:

- ✦ помірнього;
- ✦ середнього;
- ✦ значного.

Стрес-тестування кредитного портфеля за першим сценарієм передбачає оцінку впливу збільшення рівня нестандартних кредитів банку. У цьому разі визначаються три варіанти (помірного, середнього та значного) можливого

зростання розміру нестандартних кредитів на 5%, 10% і 20% загального обсягу нестандартних кредитів, які перейшли в категорію безнадійних і вимагають 100% формування резервів. Зазначений вплив може враховуватися під час розрахунку показника адекватності регулятивного капіталу для кожного з варіантів.

За другим сценарієм ступінь впливу факторів ризику буде відображатися в негативному зрушенні в різних категоріях кредитних операцій і відповідному збільшенні резервів під кредитні операції. Під дією факторів ризику з різним ступенем впливу відбудеться зрушення в різних категоріях на 10%, 15% і 20%.

Для варіанта з помірним ступенем впливу 10% від суми наданих кредитів категорії «стандартні» будуть перекваліфіковані у категорію «під контролем», 10% кредитів категорії «під контролем» перейдуть до категорії «субстандартні», 10% кредитів категорії «субстандартні» будуть віднесені до категорії «сумнівні», а 10% категорії «сумнівні» перейдуть до категорії «безнадійні».

Для варіантів із середнім і значним рівнями ступеня впливу ці перекваліфікації будуть становити відповідно 15% і 20%.

Зазначене вище впливає на розмір резервів, що формуються під можливі втрати за кредитними операціями, і також має враховуватися під час розрахунку показника адекватності регулятивного капіталу.

Третій сценарій може передбачати падіння вартості застави. У цьому разі за трьома варіантами це падіння може дорівнювати 10%, 30% і 50% вартості. Зазначене падіння також відображається на обсязі резервів і враховується під час розрахунку показника адекватності регулятивного капіталу [2].

Отже, усунення висвітлених стрес-тестуванням «вузьких місць» у системі банківського ризик-менеджменту забезпечує її «готовність» до найгіршого сценарію розвитку подій. Аналіз його результатів дає змогу:

оцінити:

- а) потенційні збитки у разі настання екстремальних подій;
- б) стан власного капіталу та свої потенційні можливості покривати ці збитки;
- в) якість власних методик щодо управління ризиками;
- г) стійкість банку до малоімовірних, але можливих кризових ситуацій, спрогнозувати котрі вкрай важко;

розробити:

- а) план дій у кризовій ситуації;
- б) заходи щодо уникнення можливих втрат, підвищення рівня ефективності та оперативності реагування системи ризик-менеджменту за максимально несприятливих ринкових умов [8, с. 270].

Крім того, стрес-тестування, за умови його регулярного здійснення, дає змогу менеджменту банку володіти інформацією про зміни характеру чинників ризиків і ступеня їхнього впливу на результати діяльності банку протягом певного періоду.

Стрес-тестування банків включає кількісні та якісні складові аналізу. Кількісний аналіз спрямований на ідентифікацію можливих сценаріїв розвитку подій. За допомогою якісного аналізу оцінюється спроможність капіталу банку покривати можливі збитки та визначається комплекс заходів для зниження рівня ризику, мінімізації можливих втрат і збереження та захисту капіталу.

Основною вимогою використання методики стрес-тестування є регулярність проведення. Частота стрес-тестів повинна відповідати змінам портфеля банку [1].

Під час криз, коли коливання цін і ринкових процентних ставок значно зростають і пришвидшуються, застосування традиційних моделей стає надзвичайно ускладненим. У таких умовах Національний Банк і комерційні банки мають потребу в проведенні стрес-тестів, що дозволили б оцінити масштаб можливих втрат від шоків в економіці та на фінансових ринках, а також визначити потенційні слабкі місця з метою розробки комплексу системи заходів з мінімізації впливу негативних явищ на фінансовий сектор країни.

При інтерпретації результатів тестування вкрай важливо усвідомлювати різницю між результатами, отриманими в рамках різних сценаріїв. Результати несприятливого сценарію не слід розглядати як такі, що презентують теперішню ситуацію або можливі поточні потреби в капіталі. Стрес-тестування не дає прогнози очікуваних результатів. Вони містять імовірні, але крайні припущення, які, з огляду на це, навряд чи зможуть матеріалізуватися. Різні стреси можуть призвести до різних результатів залежно від умов роботи кожної установи [3, с. 22].

Зокрема, у ПАТ «Приватбанк» проводяться розрахунки та розроблена методика проведення стрес-тестування, котра призначена для вимірювання максимальних збитків від різних ризиків, що виникають в умовах глобальних стресів на фінансових ринках. З погляду статистики стрес-тестування покликане оцінити вірогідність настання подій, які лежать в хвості розподілу збитків і мають низьку вірогідність настання від 0,1% до 5%.

Збитки діляться на очікувані (EL), неочікувані (UL) і екстраординарні. Очікуваний збиток є очікуваними середніми втратами по портфелю кредитних позицій. Очікуваний збиток складається з рівня активів під ризиком, вірогідність дефолта і ступеня збитку. Неочікувані втрати є волатильність кредитних втрат щодо очікуваних втрат, для оцінки неочікуваних втрат використовується VAR-аналіз. Для оцінки екстраординарних втрат застосовується оцінка по методу максимально можливого збитку, аналіз чутливості, гіпотетичний і історичний сценарний аналізи [6].

У 2010 р. ПАТ «Укрсоцбанк», який входить до складу UniCredit Group, взяв участь у стрес-тестуванні ЄС, яке координує Європейський комітет органів банківського нагляду разом з Європейським центральним банком і Банком Італії. Це стрес-тестування доповнює процедуру управління ризиками і регулярні програми стрес-тестувань, запроваджені в UniCredit Group згідно з основним принципом Базеля II, положень Директиви про вимоги до капіталу та пруденційних норм Банку Італії.

Тестування було проведено з використанням сценаріїв, методології та ключових припущень, запропонованих Європейським комітетом органів банківського нагляду. У результаті припустимого потрясіння, за несприятливого сценарію, передбачуваний консолідований коефіцієнт капіталу першого рівня становив би 8,1% у 2011 р., у порівнянні з 8,6% на кінець 2009 р. Додатковий сценарій суверенного ризику мав би подальший вплив 0,3 процентного пункту на передбачуваний коефіцієнт капіталу першого рівня, встановлюючи його на рівні 7,8% на кінець 2011 р., у порівнянні з регуляторним мінімумом у 4% Директиви про вимоги до капіталу.

За результатами стресу резервний запас становить 8,245 млн євро основного капіталу першого рівня, у порів-

нянні з граничним показником 6% коефіцієнта достатності капіталу першого рівня в UniCredit Group, який було по-годжено виключно в цілях цього тестування. Результатами UniCredit Group, отриманими у стрес-тестуванні: капітал першого рівня, підвладний стресу, складає 7,8%, а основний капітал першого рівня – 7,4%. Це підтверджує високу якість регулятивного капіталу Групи [7].

Аналогічне тестування було проведене РКО Bank Polski, до складу якої входить ПАТ «Кредобанк». За підсумками проведеного тестування значення показника адекватності капіталу РКО Bank Polski у випадку реалізації несприятливого сценарію склало би 15,7% у 2011 р. у порівнянні з 13,3% у 2009 р. У випадку несприятливого сценарію, поглибленого так званим «суверенним ризиком», цей показник у РКО Bank Polski знизився лише на 0,3 процентних пункти до значення у 15,4% на кінець 2011 р. у порівнянні з мінімально допустимим рівнем у 4%. Результати проведених стрес-тестів показали наявність у РКО Bank Polski основного капіталу, що на 2 825 мільйона євро перевищує величину капіталу, необхідну для забезпечення показника адекватності на рівні 6% (значення, визначене необхідним мінімумом при проведенні стрес-тестування) [5].

Мінімізація кредитного ризику на рівні банку, на відміну від компенсації за рахунок резервів, передбачає активний вплив на ймовірність настання негативних явищ. Тому на практиці акценти мають бути зміщені від погашення отриманих збитків до попередньої їх мінімізації. У першу чергу мінімізація кредитного ризику має здійснюватись силами самих банків шляхом застосування активних методів впливу на ймовірність неповернення позик і процентів за ними в бік зменшення. Завданням банків є вдосконалення внутрішнього кредитного ризик-менеджменту.

Незважаючи на очевидні переваги, стрес-тестування має й недоліки, які виявляються в тому, що навіть в строго математично змодельованому сценарії залишається слабке місце – це ймовірність настання даної події, яку ми оцінюємо суб'єктивно та на недостатньому рівні через невелику кількість стрес-ситуацій. Також дуже високі витрати на збір необхідної інформації та її неповнота, оскільки нам доступна лише частина необхідних даних, стрес-тестування практично не піддається бектестингу.

У більшості країн, які розвиваються, стрес-тестування банків полягає в простому механічному розрахунку, за якого обрані статті фінансової звітності банків (наприклад, прострочені кредити чи резерви під кредитні ризики) прямо піддаються дії заданих шоківих факторів. Кількісні значення шоківих факторів встановлюються виключно на основі експертних суджень розробників стрес-тесту і, на відміну від традиційної практики органів банківського регулювання розвинутих країн, взаємозв'язок між макроекономічними параметрами та фінансовим станом банків лишається не обґрунтованим засобом економічного моделювання. Дані стрес-тести дозволяють оцінити необхідний рівень додаткової капіталізації банківського сектора відповідно до заданих параметрів погіршення якості кредитів як загального кредитного портфелю, так і окремих його сегментів, і таким чином визначити необхідні обсяги підвищення резервування втрат за кредитними ризиками. Проте якість вихідних гіпотез стрес-тестів залишає бажати кращого.

ВИСНОВКИ

Стрес-тестування є інструментом управління банківськими ризиками. Під час його проведення виявляються слабкі сторони комерційного банку, програються можливі стратегії поведінки, а тому формується готовність банку до кризової ситуації. Застосування стрес-тестів дає можливість дослідити рівень впливу факторів ризику при певних негативних ситуаціях, а їх результати мають практичну цінність, оскільки допомагають заздалегідь оцінити вплив потенційно негативних подій на фінансовий стан банку та прийняти відповідні управлінські рішення. При цьому очевидною, на наш погляд, є необхідність комплексного підходу до стрес-тестів, його об'єктом має стати весь процес управління ризиком – від стратегічного планування і моніторингу до ліквідації наслідків впливу, чому повинно сприяти формування єдиного підходу до управління різними ризиками, адже в кризових ситуаціях одночасно реалізуються і взаємно підсилюються різні ризикові фактори.

Таким чином, виходячи з кризових ситуацій, що склались на фінансових ринках, актуальним питанням є дослідження стрес-тестування як оцінки ризиків банку. ■

ЛІТЕРАТУРА

1. Андриевская И. К. Стресс-тестирование: обзор методологий / И. К. Андриевская // Управление в кредитной организации. – 2007. – № 5. – С. 88 – 96.
2. Методичні рекомендації щодо порядку проведення стрес-тестування в банках України, затвержені постановою Правління НБУ № 460 від 06.08.09 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi>
3. Науменкова С. Стрес-тестування як інструмент діагностики фінансової стійкості банків / С. Науменкова, С. Міщенко // Вісник НБУ. – 2008. – № 5. – С. 18 – 23.
4. Результати стрес-тестів європейських банків [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.prostobankir.com.ua
5. Річна фінансова звітність ПАТ «Кредобанк» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.kredobank.com.ua>
6. Річна фінансова звітність ПАТ «Приватбанк» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.privatbank.ua>
7. Річна фінансова звітність ПАТ «Укрсоцбанк» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.usb.com.ua>
8. Шатковська-Шморгай В. Б. Стрес-тестування валютного ризику в банках: уроки кризи / В. Б. Шатковська-Шморгай // Науковий вісник НЛТУ України. – 2010. – Вип. 20.5. – С. 269 – 276.

REFERENCES

- Andrievskaia, I. K. "Stress-testirovanie: obzor metodologiy" [Stress testing: A review of methodologies]. *Upravlenie v kreditnoy organizatsii*, no. 5 (2007): 88-96.
- [Legal Act of Ukraine] (2009). <http://www.zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi>
- Naumenkova, S., and Mishchenko, S. "Stres-testuvannia iak instrument diahnozyky finansovoi stiiykosti bankiv" [Stress testing as a tool to diagnose the financial stability of banks]. *Visnyk NBU*, no. 5 (2008): 18-23.
- "Rezultaty stres-testiv ievropeyskykh bankiv" [The results of stress tests of European banks]. www.prostobankir.com.ua
- "Richna finansova zvitnist PAT «Kredobank»" [Annual financial statements of JSC "Kredobank"]. <http://www.kredobank.com.ua>
- "Richna finansova zvitnist PAT «Privatbank»" [Annual financial statements of JSC "Privat"]. <http://www.privatbank.ua>
- "Richna finansova zvitnist PAT «Ukrsoctbank»" [Annual financial statements of PJSC "Ukrsoctbank"]. <http://www.usb.com.ua>
- Shatkovska-Shmorhai, V. B. "Stres-testuvannia valiutnoho ryzyku v bankakh: uroky kryzy" [Stress testing of the currency risk in banks: lessons of the crisis]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*, no. 20.5 (2010): 269-276.