УДК 624.072.33

**Першаков В.М.**

*Національний авіаційний університет м. Київ*

**СТВОРЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ ТИПІВ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ РАМНИХ КОНСТРУКЦІЙ З НЕСУЧИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ ЗМІННОГО ПЕРЕРІЗУ**

Вирішена важлива проблема проектування, реконструкції та будівництва каркасних будинків із залізобетонних рам змінного перерізу у напрямку зниження енергетичних витрат на експлуатацію і витрат матеріалів за рахунок створення економічних каркасів маломатеріаломістких будівель.

Застосування тришарнірних залізобетонних рам для каркасів будинків різного призначення дозволяє ефективно використовувати внутрішній об’єм приміщень, підвищити рівень індустріалізації будівництва, скоротити термін і знизити ціну будівництва. Каркасні будинки прольотом 12, 18 і 21м з тришарнірних залізобетонних рам знаходять також широке застосування для зальних приміщень сільських громадських будівель і споруд аеродромних комплексів ділової авіації.

У зв’язку з цим актуальною народногосподарською проблемою є розробка ефективних рішень і методів розрахунку каркасних будівель з тришарнірних залізобетонних рам для будівництва сільськогосподарських промислових будинків, зальних приміщень сільських громадських будівель і споруд аеродромів ділової авіації.

Проведене експериментальне дослідження, теоретичне узагальнення, розвиток теорії розрахунку за міцністю, стійкістю, деформаціями і тріщиностійкістю та конструювання ефективних залізобетонних рамних каркасів маломатеріаломістких будівель змінного перерізу. При цьому було потрібно розв’язати наступні наукові задачи:

* розвинути і вдосконалити методи розрахунку міцності, стійкості, жорсткості і тріщиностійкості рамних конструкцій, а також методики визначення ефективних геометричних розмірів несучих залізобетонних рам змінного перерізу за допомогою програмного комплексу ЛІРА;
* розробити новий спосіб виготовлення ефективних за витратами бетону та сталі рам змінного перерізу та відповідні конструктивні форми елементів. Розробити нові конструктивні рішення рамних каркасів змінного перерізу, які відповідають сучасним вимогам на рівні винаходів;
* встановити закономірності впливу генеральних розмірів ефективних рам (прольоту, висоти, кута нахилу і форми ригеля, ступінь змінності перерізу) на значення M, N, Q стояків та ригелів рам;
* експериментально визначити міцність, стійкість, жорсткість і тріщино-стійкість у натурних тришарнірних залізобетонних рам прольотом 12, 18 і 21м з використанням різних методик випробувань;
* розробити ефективні одно і багатопрольотні рамні конструкції зменшеної матеріаломісткості;
* розробити ефективні типи конструкцій покриттів, стін і фундаментів;
* визначити раціональні області застосування каркасних будівель в рамних конструкціях;
* залучити ефективні рамні конструкції в практику проектування, реконструкціїта будівництва, а також в нормативні документи.

Об’єктом досліджень є залізобетонні конструкції рамних каркасів будівель із прямокутних, таврових та двотаврових елементів зі змінним перерізом.

При проведення досліджень використовували методи будівельної механіки при розрахунку залізобетонних конструкцій щодо визначення ефективної конструктивної форми рами, методи математичного моделювання напружено-деформованого стану ригелів та стояків рам змінного перерізу за допомогою ПК ЛІРА, а також експериментально-теоретичні методи дослідження натурних залізобетонних конструкцій рам.

На основі широкого комплексу експериментальних досліджень вперше отримані результати за міцністю, стійкістю, жорсткістю, тріщиностійкістю та напружено-деформованого стану тришарнірних залізобетонних рам прольотом 12, 18 і 21м,

Вперше розроблені методики, побудовані і використані установки для проведення натурних експериментальних досліджень напружено–деформованого стану рамних конструкцій прольотом 12,18,21 м.

Проведені удосконалення методики розрахунку міцності, стійкості, жорсткості, тріщиностійкості та напружено-деформованого стану одно-прольотних, багатопрольотних та просторових рамних конструкцій будівель з тришарнірних залізобетонних рам прольотом 12, 18 і 21м з урахуванням фізичної і геометричної нелінійності залізобетону з використанням ПК ЛІРA.

Вперше розроблені за авторськими свідоцтвами (а.с.) конструктивні схеми і рішення каркасів залізобетонних рам та їх вузлів (карнизних, гребеневих і опорних), фундаментів, стінових панелей, плит покриття будівель, нові способи виготовлення елементів рам і новий спосіб їх зведення.

Розроблений і науково обґрунтований уніфікований сортамент 24 рам, які дозволяють в невеликій кількості металоформ виготовити всю номенклатуру рам.

Вперше встановлені закономірності впливу на напружено - деформований стан рами особливостей конструкцій вузлів рам, конструктивних характеристик поперечного перерізу, характер армування, вид статичної схеми, нерівномірних осіданнь опор, стягля, величини прольоту, висоти стояка, кута нахилу ригеля, деформованої схеми рами тощо.

Розроблена також нова методика оцінювання економічності рамних конструкцій.

Результати досліджень залученні при розробленні індивідуальних, повторно використаних та типових проектів рамних конструкцій, які затверджені постановами Держбуду України; отриманні а.с. на нові залізобетонні конструкції рам та іх вузли з’єднань, на новий спосіб виготовлення арматурних каркасів залізобетонних конструкцій; результати досліджень використані при будівництві сільськогосподарських будівель, зальних приміщень сільських громадських будівель та будівель і споруд аеродромів сільгоспавіації в системі колишніх Укрміжколгоспбуду, Мінсільбуду України та МЦА СРСР; визначенно раціональні області застосування каркасних будівель з тришарнірних залізобетонних рам для народного господарства України; розроблено силові методи досліджень рамних конструкцій на заводах ЗБК України; удосконалено програми з розрахунку рам на ПК ЛІРА.

Результати досліджень реалізовано в нормативних документах, в технічних умовах, в методичних рекомендаціях, каталогах в системі колишніх Укрміжколгоспбуду, Мінсільбуду, МЦА СРСР, а також опублікованих в 3 монографіях, в 17 а.с. на нові конструкції рам, покриття, фундаментів, в 78 статтях, матеріали яких отримали упровадження в практику проектування інститутів Укрколгоспроект, УкрНДІДіпросільгосп, УкрНДІпроцивільсільбуд, Аэропроект та інших організацій.

У відповідності до плану упровадження нової техніки Укрміжколгоспбуду, Мінсільбуду України побудовано 9,85 млн. м промислових будівель в рамних конструкціях. Використання результатів досліджень дало можливість отримати наступний фактичний економічний ефект: економія металу -13,6 тис. т.; економія цементу -66,2 тис. т.; скорочення трудовитрат -148,1 тис люд.–днів; від використання результатів роботи у проектуванні - 0,412 млн. крб., у будівництві - 2,910 млн. крб., в 5 нормативних документах.

Автором даної роботи вирішена наукова проблема проектування ефективних конструкцій рамних залізобетонних каркасів маломатеріало-містких будівель; узагальнення методики з розрахунку за міцністю, жорсткості та тріщиностійкістю однопрольотних, багатопрольотних та просторових рамних конструкцій будівель з тришарнірних залізобетонних рам таврового змінного перерізу з урахуванням фізичної і геометричної нелінійності на ПК ЛІРА; встановлення закономірності впливу на напружено деформований стан рами особливості конструкцій вузлів рам, поперечного перерізу, характер армування, вид статичної схеми, нерівномірних осідань опор, стягля, величини прольоту, висоти стояка; розроблені методики і установки для проведення натурних експериментальних досліджень напружено–деформованого стану рамних конструкцій прольотом 12,18,21м.; розробка нових способів виготовлення, армування, конструювання та монтажу піврам за 8 а.с., розробка нових конструкцій покриттів, ферм, стінових панелів, фундаментів за 9 а.с.; авторська розробка альбомів робочих креслень (залізобетонні таврові прогони ПЖТ прольотом 5,5 і 6,0 м; залізобетонні піврами РЖк-21-1600 за а.с.; багатопрольотні складені залізобетонні піврами МРЖС-21-1600; складені керамзитобетонні піврами РЖк-21-1800 за а.с. для виробничих сільськогосподарських будинків прольотом 21м, затверджених Держбудом України; конструкції стінових панелів без вертикального армування; робочий проект «Дитячий плавательний басейн зі спортзалом» в м. Коростишеві з використанням рамних конструкцій); участь в дослідженнях, доводки та упровадження конструкції 24 типорозмірів суцільних і складених піврам РЖ і РЖС за а.с. для виробничих сільськогосподарських будинків прольотом 18, 21м; з яких 5 типорозмірів використані при будівництві зальних приміщень сільських громадських будівель і споруд аеродромів сільгоспавіації; удосконалення методики та проведення експериментальних досліджень міцності, жорсткості та тріщиностійкості рамних конструкцій на заводах ЗБВ Сільбудіндустрії в системах к. Укрміжколгоспбуду і Мінсільбуду з аналізом результатів; участь в дослідженнях, доводки та упровадження конструкції полегшених паль СВД з вертикальних елементів, об’єднаних діафрагмами; участь в розробці нової методики з проектування економічних залізобетонних конструкцій; участь в провадженні рамних конструкцій в нормативні документи, каталоги, в проектування та будівництво.

Основні положення і результати роботи обговорювались на 40 семінарах і конференціях.

В проведенні 42 експериментальних досліджень натурних залізобетонних рам прольотом 18, 21м і безпосередній участі автора, а також при запровадженні нових рамних конструкцій брали активну участь: Попович Г. О., Пекус-Сахнівський Д. М., Дроб’язко Л. Є., Сандубра В. В., Шик І. Л., Смирнова М. Г., Ярін Л. М., Єськов В. С., Мангушев А. І., Носов Г. М., Дудник А. М., Гаращенко І. І., Барашиков А. Я., Доброхлоп Н. І., Климов Ю. А., Набойченко В. Г., Проценко К. І., Пінчук В. Я., Любченко І. Г., Сапожніков Є. В. та інш. Автор вважає своїм обов’язком висловити велику подяку проф. Барашикову А. Я., проф. Белятинському А. О., проф. Білику С. І. за допомогу, цінні поради та зауваження при підготовці розділів цією роботи.

Висновки

Вирішена актуальна науково - технічна проблема щодо вдосконалення розрахунку та конструювання ефективних залізобетонних рамних каркасів маломатеріаломістких будівель з використанням таврових елементів змінного перерізу.

**1**. Удосконалено методику розрахунку ефективних залізобетонних рамних каркасів прольотом 18 і 21м за міцністю, стійкістю, жорсткістю та тріщиностійкістю з урахуванням деформованої схеми, геометричної та фізичної нелінійності за програмою ПК ЛІРА. Виявлено найбільш економічну таврову форму перерізу ригелів і стояків піврам, спрощено армування піврам та іх вузлів з урахуванням виготовлення їх у касетних формах. Визначено ефективні геометричні розміри залізобетонних рам таврового змінного перерізу, запропоновано рекомендації щодо удосконалення конструкцій піврам і технології їх виготовлення, що дають можливість проектувати ефективні залізобетонні конструкції маломатеріаломістких будівель економічними за витратами бетону та сталі, за енерговитратами, технологічними у виготовленні. Розроблена нова методика з проектування економічних залізобетонних конструкцій змінного перерізу, що забезпечують найменшу вартість.

**2**. Розроблено новий спосіб виготовлення арматурного каркасу рам; нове обладнання для монтажу рамних каркасів; нове конструктивне рішення рами залізобетонного каркаса будівлі; нові стикові з’єднання ригеля зі стояком в карнизному вузлі; нове з’єднання ригелів в гребеневому вузлі, що підтверджено а.с. на винахід, розробленою робочою документацією 24 марок суцільних і складених піврам РЖ і РЖС таврового перерізу для каркасних будинків прольотом 18 й 21м із кроком 6м і висотою стояка 3,3 й 3,6м під уніфіковані навантаження 7,5, 13,5, 16,0 кН/м ригеля з урахуванням різних варіантів покриття.

**3**.На основі аналізу статичних схем рамних каркасів будинків зроблено вибір й обґрунтування переваги варіанта тришарнірної рами у порівнянні з безшарнірною, одно і двошарнірною рамою. Показано, що на вибір розрахункового перерізу рами та значення згинального моменту впливають конструктивні рішення і розміри карнизного та гребеневого вузлів.

Проведено вибір й обґрунтування ефективності складеної й суцільної піврам, класу бетону, таврової форми перерізу ригелів і стояків піврам, спрощення армування піврам з урахуванням виготовлення їх у касетних формах. Армування вузла сполучення ригеля зі стояком суцільних і складених піврам значно спрощується при застосуванні роздільного способу армування з використанням гнутої закладної деталі за а.с.№681168. Розрізання піврам у вузлі сполучення ригеля зі стояком зроблено з метою спрощення технології виготовлення й транспортування складених елементів, призводить до додаткової операції з укрупнювального складання. Разом з тим в Україні застосовують обидва типи залізобетонних піврам - суцільні й складені, які мають свої переваги й недоліки.

**4**. Результати проведених експериментально-теоретичних досліджень свідчать, що запропоновані конструкції тришарнірних залізобетонних рам РЖ і РЖС відповідають нормативним вимогам за міцністю, жорсткістю й тріщиностійкістю. Зіставлення результатів розрахунку з експериментальними даними показало задовільну їхню збіжність з відхиленням до 10% за міцністю, жорсткістю. Експериментальне дослідження рам показало надійність армування вузла сполучення ригеля зі стояком з використанням гнутої закладної деталі. Випробування натурних рам показало, що карнизний вузол у складених піврамах з сухим зварним стиком не впливає на деформованість рам. Зі збільшенням висоти стояка до 5,1-5,7м зростає деформованість рам, що впливає на величину і розподіл зусиль в елементах рами.

Оцінена достовірність методики розрахунку і принципів конструювання, а також відповідність якості виготовлених піврам вимогам проекту й діючих норм. Все це дає можливість рекомендувати тришарнірні залізобетонні рами РЖ і РЖС до впровадження в будівництво в Україні.

**5**.Встановлено, що найбільш економічним рішенням залізобетонного каркасу одноповерхового багатопрольотного будинку виробничого призна-чення є рамний каркас, що складається з лінійних елементів типу РЖС із без- зварними з'єднаннями у вузлових стиках і ефективними покриттями на основі азбестоцементних полегшених плит. Теоретично підтверджена можливість використання армування ригелів і крайнього стояка піврам РЖС-21-1600 для багатопрольотного рамного каркасу з прольотами 18 і 21м.

Аналіз результатів експериментально-теоретичних досліджень свідчить, що рами типу РЖС можна використати в блокованих рамних каркасах із вставкою. Спосіб кріплення вставки до карнизного вузла рам впливає на напружено-деформований стан і несучу здатність блокованого рамного каркасу. Шарнірно-нерухомий вузол рам із вставкою знижує несучу здатність блокованого рамного каркасу на 13%, а шарнірно - рухомий не впливає на її несучу здатність у порівнянні з окремою рамою. Необхідно забезпечити вільне обпирання і переміщення одного з кінців вставки.

**6**. Результати випробувань залізобетонних прогонів ПЖТ ефективного таврового перерізу відповідають нормативним вимогам. Прогони впроваджені в будівництві сільських виробничих будинків із кроком рам 6м з полегшеним покриттям із плит та азбестоцементних хвилястих листів.

Проведені дослідження дозволили встановити, що ефективними фундаментами для будинків з несучим каркасом із тришарнірних рам у ґрунтових умовах І типу за просадністю є: буронабивна похила паля з ущільненим ядром, асиметричний фундамент у витрамбуваному котловані, клиноподібна паля з консоллю, забивний блок ЗБР, блок-паля змінного таврового перерізу СВД. Вибір найбільш економічних рішень фундаментів необхідно приймати з урахуванням виду, характеру і властивостей ґрунтів, гідрогеологічних умов, рельєфу, будівельного майданчика, стану виробничої бази, механоозброєності будівельної організації та інших факторів. При цьому перевагу варто віддавати пальовим фундаментам.

**7**.Проведений аналіз типових проектів сільських громадських будівель свідчить, що конструкція піврам з високими стояками для будівництва зальних приміщень клубів, будинків культури, кінотеатрів, спортивних залів у сільській місцевості повинні бути представлені порівняно невеликою кількістю типорозмірів. Існуюча в кожній групі залів різниця висот компенсується введення додаткового елементу фундаменту з високим ростверком.

Виконаний розрахунковий аналіз типових проектів будинків і споруд аеродромів сільгоспавіації свідчить, що тришарнірні залізобетонні рами для каркасів прольотом 12, 18 й 21м можна застосовувати в 34 типових проектах будинків і споруд аеродромів сільгоспавіації і сільськогосподарських виробничих будинків. Досягається ефект з матеріалоємності (цементу до 26%, збірного залізобетону до 11%, лісоматеріалів до 55%, вартості до 10% і будівельним трудовитратам до 16%).

**8**. В 2008-2010р.р. інститутами об’єднання УкрНДІагропроект розроблені проекти будівництва і реконструкції існуючих ферм для створення родильних відділень на молочних товарних фермах, корівників, доїльно-молочних блоків, птахоферм і окремих пташників в Київській (с. Великий Крупіль), Полтавській (с. Штомпелівка), Рівненській (с. Береги), Дніпропетровській (с. Єкатеринівка), Харківській (с. Комунарське), Донецькій (с. Волноваха) облас-тях з використанням залізобетонних рамних конструкцій прольотом 18 і 21м.

В 1990-2000 роках Державним підприємством УкрНДІпроцивільсільбуд запроектовано та побудовано три громадських будівлі з зальними приміщеннями з використанням залізобетонних рамних конструкцій прольотом 18, 21м в Дніпропетровської, Житомирської та Київської областях (спортзал, басейн, кінотеатр). В 2011році запроектовано та побудовано вісім будівель з виробничими приміщеннями з використанням залізобетонних рамних конструкцій прольотом 18, 21м в с. Шпитьки Київської області.

В останні роки в проектах УДПТНДІ ЦА «Украеропроект» передбачені будівництво та реконструкція виробничих будинків (ангари ділової авіації, бази спецтранспорту, майстерні та склади різного призначення), з використанням залізобетонних рамних конструкцій прольотом 18 і 21м в аеропортах «Львів», «Дніпропетровськ» та «Одеса».

Список використанних джерел

1. Першаков В.М. Каркасні будинки з тришарнірних залізобетонних рам: Монографія / В. М. Першаков –К.: Книжкове видавництво НАУ. –2007. - 301с.

Розроблені та досліджені нові конструктивні рішення ефективних залізобетонних рам змінного перерізу та іх вузлів на рівні винаходів, удосконалений і впроваджений комплекс методик з експериментально - теоретичного дослідження, розрахунку міцності, стійкості, жорсткості та тріщиностійкості, визначення ефективних розмірів рам таврового змінного перерізу, що дозволяє проектувати залізобетонні конструкції маломатеріаломістких будівель, знизити витрати бетону, металу та експлуатаційні витрати.

Ключеві слова: ефективні конструкції, залізобетонні рами, каркаси, стояки, ригелі, маломатеріаломісткість будівлі, міцність, стійкість, жорсткість, тріщиностійкість, тавровий змінний переріз.

Разработаны и исследованы новые конструктивные решения эффективных железобетонных рам переменного сечения и их узлов на уровне изобретений, уточнено и внедрено комплекс методик по экспериментально – теоретическому исследованию, расчету прочности, устойчивости, жесткости и трещиностойкости, нахождения эффективных размеров рам таврового переменного сечения, что позволяет проектировать железобетонные конструкции маломатериалоёмных зданий, снизить росходи бетона, металла и эксплуатационные затрати.

Ключевые слова: эффективные конструкции, железобетонные рамы, каркасы, стойки, ригели, малоенергоёмные здания, прочность, устойчивость, жосткость, трещиностойкость, тавровое переменное сечение.

New constructive solutions of effective reinforced concrete frames of variable section and their units have been developed as inventions. There have been improved and introduced a variety of techniques of experimental and theoretical research, calculation for durability, stability, rigidity and crack resistance as well as determining effective sizes of I-section frames, which allows for designing reinforced concrete structures of low power-intensive buildings, reducing concrete and metal consumption as well as operational costs.

Key words: effective structures, reinforced concrete frames, skeletons, bars, girders, low power-intensive buildings, durability, stability, rigidity, crack resistance, I-section.

**Відомості про авторів**

**Першаков Валерій Миколайович** (1943) закінчив Казахський політехнічний інститут (1966). Кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, професор кафедри реконструкції аеропортів та автошляхів Інституту аеропортів Національного авіаційного університету. Напрям наукової діяльності – будівельні конструкції, будівлі та споруди.

Тел. роб. 406-72-89, дом. 270-09-51, моб. 068-352-19-43

E-mail: [pershakov@nau.edu.ua](mailto:pershakov@nau.edu.ua)

**Першаков Валерий Николаевич** (1943) окончил Казахский политехнический институт (1966). Кандидат технических наук, старший научный сотрудник, профессор кафедры реконструкции аэропортов и автодорог Института аэропортов Национального авиационного университета . Направление научной деятельности – строительные конструкции, здания и сооружения.

**Pershakov Valery N.** (1943) graduate from the Kazakhstan Polytechnic Institute (1966). Candidate of Sciens (Engineering), senior scientific officer, professor of the department of reconstruction airports and headway Institute of airports at the National Aviation University. Direction of scientific activity – building constructions, buildings and constructions.

**П Е Р Ш А К О В**

**Валерій Миколайович**

**професор кафедри реконструкції аеропортів та автошляхів**

**Інституту аеропортів Національного авіаційного університету,**

**кандидат технічних наук, ст. науковий співробітник,**

**член-кореспондент Академії будівництва України**

тел.сл.+38(044)406-72-89, м. 068-352-19-43 E-mail:pershakov@nau.edu.ua

Народився 8 травня 1943р. у м. Мідногорську (Росія). У 1966р. закінчив інженерно-будівельний факультет Казахського політехнічного інституту за спеціальністю „Промислове і цивільне будівництво”.

Працював у КазпромбудНДІпроекту Мінчермету КазРСР: інженер (1966), науковий співробітник (1966-1968). З 1968 по 1971 рр. аспірант Науково-дослідного інституту бетону та залізобетону Держбуду СРСР (м.Москва). У 1972-1973 рр. молодший науковий співробітник УкрНДІдіпросільгосп Мінсільгоспу УРСР, у 1973-1977рр. старший науковий співробітник цього інституту. У 1977р. керівник сектору УкрНДІдіпро-цивільсільбуд Держбуду УРСР, з 1977 по 1982 рр. завідувач відділу цього інституту.

З 1982р. доцент кафедри будинків та споруд аеропортів факультету аеропортів Київського інституту інженерів цивільної авіації (з 2000р.- Національний авіаційний університет), з 2002 р.- доцент, з 2007р. -професор кафедри комп’ютерних технологій будівництва, а з 2010р. -професор кафедри реконструкції аеропортів та автошляхів Іституту аеропортів НАУ.

У 1986-1992 рр. декан факультету аеропортів, у 1997-1999 рр. заступник декана з навчальної роботи факультету аеропортів, у 2001-2002рр. заступник декана з навчальна-виробничої роботи факультету аеропортів.

У 1973р. захистив кандидатську дисертацію "Особливості роботи коротких колон з малими ексцентрицитетами" за спеціальністю "Будівельні конструкції, будинки та споруди". Наукові дослідження пов’язані з вивченням теоретичних та експериментальних питань будівельних залізобетонних конструкцій промислових, цивільних та сільськогосподарських споруд.

У 2011р. підготував докторську дисертацію на тему "Створення ефективних типів залізобетонних рам з несучими елементами змінного перерізу"

Нагороджений медалями “В память 1500-летия Киева” (1983), “Ветеран праці” (1989), почесним знаком “Изобретатель СССР” (1985), почесною грамотою Міністерства освіти та науки України (2001), почесним знаком “Відмінник освіти України” (2003), нагрудним знаком «За сумлінну працю» (2008), нагрудним знаком "Ветеран НАУ"(2011).

Автор 175 наукових праць, в том числі один підручник з грифом МОН, 13 навчальних посібників, 4 монографії, 5 каталогів, 17 авторських свідоцтв та патентів, 19 методичних вказівок. Учасник 40 міжнародних та регіональних наукових конференцій.

Основні опубліковані праці :

1. Pershakov V.M. Reinforced concrete and stone structures / Залізобетонні та кам’яні конструкції: Textbook / підручник. -K.: NAU , 2009.-328 p. (Гриф МОН України. Лист 1.4/18-Г-79 від 10.01.2009р. )

2. Першаков В.М. Каркасні будинки з тришарнірних залізобетонних рам. Монографія. -К.: НАУ. - 2007. -301с.