

Пасічник О.А.

Хмельницький національний університет,
м. Хмельницький, Україна
E-mail: o.a.pasichnyk@gmail.com

**МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ
ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ В ТРИБОЛОГІЧНИХ
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ**

УДК 519.676:621.891

В статті проаналізовано стан, сучасні тенденції та перспективи підвищення якості та інформативності результатів трибологічних експериментальних досліджень. За результатами теоретичних досліджень на основі практичних результатів реалізації інформаційних систем запропоновано деталізовану схему методології застосування інформаційних технологій в трибологічних експериментальних дослідженнях.

Ключові слова: трибологічні дослідження, інформаційні технології, цифрова фотографія.

Вступ

Сучасний етап розвитку людства характеризується величезними потоками інформації, які циркулюють в усіх сферах його діяльності [1]. Якщо в середині XIX століття за 50 років об'єм інформації подвоювався, то на початку XX сторіччя це відбувалося за 20 років, а через 60 років цей термін скоротився до 3 - 4 років [1].

Важливу роль серед різноманітних видів інформації відіграє вимірювальна інформація, яка несе кількісну оцінку результатів наукових досліджень, стану технологічних процесів, характеристик виробів, параметрів навколишнього середовища, фізіологічного стану людини, тощо [1].

Розвиток наукових досліджень загалом та трибологічних зокрема, потребує вимірювання різноманітних фізичних величин. Про кількість та різноманіття фізичних величин можливо судити по тому факту, що система одиниць СІ включає в себе 7 основних, 2 додаткових та 113 похідних одиниць, в тому числі простору і часу 6, механічних 14, електричних та магнітних 40, теплових 11, світлових 15, акустичних 14, іонізуючого випромінювання 2, молекулярної фізики та фізичної хімії 11 [1]. Наприкінці XX століття існували такі частки вимірювання різних фізичних величин в промисловості: об'єм 50 %, масові та об'ємні витрати 15 %, тиск 10 %, рівень 5 %, маса та об'єм 5 %, час 4 %, дані матеріалів 4 %, електричні та магнітні величини 5 % [1]. Таким чином у вимірюваннях фізичних величин основну частку складають вимірювання неелектричних величин, сам процес має масовий характер, а ці тенденцію будуть зберігатися й розвиватися в майбутньому [1].

В той же час машинобудування потребує розробки сучасних методів підвищення довговічності вузлів тертя. Особливо актуальною ця проблема постає в зв'язку з тим, що на поточний момент 85-90% відмов механічних систем пов'язано зі зношуванням рухомих спряжень та руйнуваннями контактуючих поверхонь [2].

В наукових дослідженнях широко застосовуються методи візуалізації в яких використовується фототехніка. Широке застосування фотографії пояснюється можливістю об'єктивно документувати різні явища та процеси в якісній та кількісній формах.

В розрізі сучасних тенденцій до інформатизації на основі комп'ютерних технологій різноманітних сфер діяльності особливу увагу заслуговує цифрова фототехніка. Значні досягнення в цій галузі можливим широке застосування в науці та промисловості цифрових фотоапаратів [3 - 7]. Переваги цифрової фототехніки пов'язані з використанням зручних, малогабаритних, відносно дешевих пристроїв, які надають можливості для швидкого отримання результатів, зручного його перегляду, оперативної передачі каналами зв'язку у зручній формі. Особливі можливості застосування саме цифрової фототехніки відкриваються в зв'язку з тим, що зазначені пристрої є апаратно-програмними системами й це в підсумковому результаті значно спрощує задачу їх інтеграції та адаптування в системи практично будь-якого спрямування на основі інформаційних технологій. Такі зручності пов'язані з відсутністю потреби у реалізації програмного забезпечення курування пристроєм для отримання первинної інформації яка вже представляється в зручній та доступній формі. Таким чином, цифрова фототехніка та цифрова фотографія є зручною, доступною базою для формування інформаційних систем широкого спектру призначення та застосування.

Основний розділ

Широке застосування фотографії пояснюється не лише можливістю об'єктивно документувати різні явища та процеси, але й головним чином в наслідок ряду суттєвих переваг у порівнянні з оком людини [8]. Якщо порівнювати фотографічні методи спостереження з візуальними, які використовують лише око людини, тоді можливо виявити такі відмінні для них переваги [8]:

- краще документування результатів спостереження;
- можливості тиражування у довільній кількості;
- можливості щодо додаткових змін, масштабування та корегування геометричного викривлення;
- вимірюваність як за лінійними розмірами, так й за силою світлового впливу;
- відсутність обмежень щодо тривалості досліджуваного процесу або явища;
- підвищена накопичувальна здатність;
- розширені можливості щодо кількості параметрів, що фіксуються одночасно;
- розширені спектральні можливості.

Значні досягнення в галузі технологій зробили можливим застосування в цих областях цифрової техніки (цифрових фотоапаратів).

Особливості фотографічних методів реєстрації інформації мають суттєві переваги й тим самим визначають їх широке використання у багатьох галузях діяльності людини [8].

При якісному використанні фотографічних матеріалів можливо виявити лише якісні закономірності досліджуваних процесів або явищ та на якісному рівні описати властивості об'єктів спостереження. Такий підхід є корисним та доцільним, зокрема у двох випадках:

- дослідження виконується на початкових стадіях коли вивчаються загальні та принципові закономірності певних процесів або явищ;

- досліджується процес, явище або властивості об'єкту, які не мають математичної моделі.

Значно більш інформативними є кількісні фотоматеріали, оскільки дозволяють отримати поряд з якісними ще й кількісні характеристики об'єктів та (або) процесів. Кількісну фотографію можливо безпосередньо отримати з використання цифрової фототехніки, оскільки фактично цифрова фотографія є набором скінченної кількості пікселів, що й створює безпосередні можливості для подальших вимірювань.

Сутність фотографічного методу вимірювань полягає в порівнянні послідовності фотографій та у відповідному визначенні положення досліджуваного об'єкту на цих фотографіях. В загальному випадку важко або практично неможливо встановити вимірювальне обладнання таким чином, щоб переміщення об'єкту відбувалося вздовж лише однієї осі й у загальному випадку слід враховувати переміщення як у горизонтальному, так, й у вертикальному напрямках. Можливе віддалення або наближення маркера доцільно невілювати, наприклад, певним "правильним" встановленням вимірювальної апаратури.

Для спрощення процедури автоматизації вимірювань доцільно проводити спостереження не за самим досліджуваним, а за деяким еталонним об'єктом – маркером. На наш погляд, найкращою формою маркеру є круг певного кольору. Колір маркеру визначається лише з умови отримання якісного зображення та можливості його простої та однозначної ідентифікації на тлі інших об'єктів. Також необхідно врахувати, що в дійсності маркер не може бути точкою, а при формуванні цифрового зображення має місце дискретизація, що призводить до певного спотворення форми маркера.

Таким чином, питання визначення переміщення при фотографічних вимірюваннях з використанням цифрових методів полягає у визначенні переміщення дискретизованого зображення маркера.

В ідеальному випадку при вимірюваннях контур маркера має форму круга й при переміщеннях це форма не спотворюється й розміри маркера не змінюються. В такому випадку переміщення маркера й, відповідно, досліджуваного об'єкту будуть ідентичними переміщенням будь-якої точки на цифровому зображенні маркера. В загальному випадку може мати спотворення форми маркера, тому його переміщення доцільно визначати як зміну положення його геометричного центру, а початкові та кінцеві координати геометричного центру маркера визначаються як середнє арифметичне відповідних координат у відповідному положенні маркера.

Застосування розглянутого способу вимірювання вважається достатньо високоефективним при трибологічних дослідженнях, оскільки дозволяють отримати інформацію одночасно якісного та кількісного характеру та відрізняються достатньо високою точністю.

Серед кількісним характеристик слід, в першу чергу, зазначити геометричні розміри самого об'єкту та його складових. Це створює принципові можливості застосування фотоматеріалів як початкових даних в різного роду математичних моделях, а використання цифрових засобів у поєднанні з обчислювальною технікою та відповідним програмним забезпеченням надає можливість створення автоматизованих систем прогнозування динаміки протікання процесів для окремих, конкретних об'єктів (персональна ідентифікація процесів).

Кількісна фотографія фактично може розглядатися як непрямий метод вимірювання. Метод є непрямим оскільки на початку дослідник має справу з сукупністю об'єктів, що утворюють зону зйомки, яка фіксується у вигляді кадру й надалі відтворюється у вигляді фотовідбитку або зображення на екрані монітору. З технічної точки зору розміри цифрового знімку при фотографуванні визначаються у пікселях, й відповідно у таких одиницях можливо визначити розміри об'єктів, які на ньому присутні.

Основними напрямками вирішення питання про встановлення розмірів окремого пікселя в лінійних одиницях або оброзмірювання знімків є використання даних про умови зйомки, використання даних про розміри зони зйомки або використання еталонних об'єктів.

Запропоновані варіанти вирішення питання безумовно є базовими та покерують подальшої деталізації та уточнення. В той же час запропоновані схеми закладають методологічну основу для створення кількісної цифрової фотографії, її широкого впровадження в наукову практику не тільки як способу фіксації зображення, але й як способу вимірювання, наприклад, як у криміналістичній фотографії.

Широкому впровадженню саме кількісної та саме цифрової фотографії повинні сприяти, в першу чергу, дві такі обставини [5, 6]:

- для оброзмірювання фотографії потрібна невелика кількість додаткових даних про умови зйомки, а саме вимірювання може виконуватися потім через певний, навіть достатньо тривалий період часу;
- комп'ютеризація наукових досліджень, й у тому числі фотографії, дозволяє використовувати сучасні інформаційні технології для обробки та автоматизації процесів спостереження та вимірювання у широкому сенсі цих термінів.

Для покращення якості фотографічного зображення застосовуються різноманітні пристосування (струбцини, штативи, тощо) для фіксації камери. З іншого боку це також дозволяє точно визначити умови отримання зображення, що створює передумови для його подальшого аналізу. Слід також згадати про можливість отримання збільшених зображень малорозмірних об'єктів, що є достатньо актуальним при трибологічних дослідженнях враховуючи особливості протікання процесів тертя та зношування. Для вирішення таких задач можуть використовуватися: можливості самого фотоапарату, якщо він використовується з об'єктивом, що має змінну фокусні відстань – варіо-об'єктиви, або зі спеціальними подовжувальними кільцями чи механізмами; фотоапарат з додатковим об'єктивом; фотоапарат в комплексі з мікроскопом тощо. При проведенні трибологічних досліджень із застосуванням цифрових фотоапаратів доцільно їхнє використання в комплексі з комп'ютером та програмним забезпеченням, що забезпечує дистанційне керування фотоапаратом.

Наведена методика була апробована й підтвердила свою ефективність при проведенні експериментальних дослідженнях руху мастильного матеріалу результати яких наведено в роботах [5, 9 - 11].

Подальшим розвитком зазначених напрацювань стало запровадження підходу, що включає повний, завершений комплекс апаратних та програмних засобів для проведення досліджень. Такий підхід був реалізований в рамках фотовимірювальної системи, яка поєднує необхідні технічні засоби та спеціалізоване програмне забезпечення й надає повний набір інструментів від первинної фіксації досліджуваного параметрів до їх аналізу [12].

Комплексний підхід дозволив використати існуючі ефективні апаратні засоби й зосередити основну увагу на реалізації програмного забезпечення фотовимірювальної системи. На цьому етапі була вирішена задача отримання даних про рух досліджуваного тіла на основі аналізу серії послідовних фотознімків, що містять зображення рухомого контрольованого об'єкту з одночасною автоматичною фіксацією часових параметрів, що створює умови для отримання залежностей типу "переміщення – час" або "знос – час" [12].

Програмна складова вимірювального комплексу виконує такі основні функції:

- аналіз та обробка інформації отриманої за допомогою цифрової фото;
- робота файлами зображень не залежно від їх формату;
- обробка первинних даних в автоматичному режимі;
- робота з первинними даними в пакетному режимі;
- виведення кількісних характеристик результатів обробки первинних даних в зручній формі.

Задля забезпечення ефективної роботи програми, при її побудові використовувався модульний принцип побудови та сучасні ефективні середовища розробки програмних додатків [15, 16].

Програмне забезпечення складається з таких модулів:

- завантаження і конвертації зображення;
- обробки зображення;
- арифметичний;
- графічного відображення результатів.

Реалізована в роботі [12] інформаційна технологія в рамках фотовимірювальної системи в комплексі із розробленим спеціалізованим програмним забезпеченням має суттєві переваги в частині підвищення інформативності наукових досліджень з одночасним автоматичним представленням результатів у компактній та наочній формі. Зазначений підхід є високоефективним в галузі трибологічних досліджень, які характеризуються довго тривалістю та великими обсягами даних, що потребує їх опрацювання з метою виявлення наявних тенденцій. Разом із тим фото вимірювальний метод є безконтактним, що дозволяє проводити випробування без зупинки процесу та розбирання досліджуваного вузла. Ці обставини безумовно сприяють підвищенню достовірності й точності отримуваних результатів. Також розроблене програмне забезпечення формує завершену автоматизовану систему наукових спостережень, яка охоплює всі стадії від безпосереднього проведення досліджень до отримання підсумкових результатів. Серед особливостей процесів зношування, які, можливо, робить застосування цифрової фотографії високоефективним, є їх маломірність, що сприяє високій точності вимірювань навіть за умови достатньо посередніх характеристик технічних засобів.

Практичне успішне застосування інформаційних технологій в трибологічних експериментальних дослідженнях дозволяє сформулювати загальну методологію застосування інформаційних технологій в трибологічних експериментальних дослідженнях, яка полягає у наступному.

Методологія застосування інформаційних технологій в трибологічних експериментальних дослідженнях включає комплексне поєднання апаратних засобів та програмного забезпечення для отримання даних про досліджуваний процес з метою їх подальшого збереження, обробки й аналізу (рис. 1).

Подальша деталізація структури вимірювального комплексу призводить до логічного поділу програмного забезпечення на дві відмінні складові – програмне забезпечення для керування апаратними засобами, що має за мету отримання первинної, максимально деталізованої інформації та програмне забезпечення для зберігання, обробки та аналізу первинних даних (рис. 2).



Рис. 1 – Загальна схема застосування інформаційних технологій в трибологічних експериментальних дослідженнях



Рис. 2 – Сема застосування інформаційних технологій в трибологічних експериментальних дослідженнях з деталізацією складу програмного забезпечення

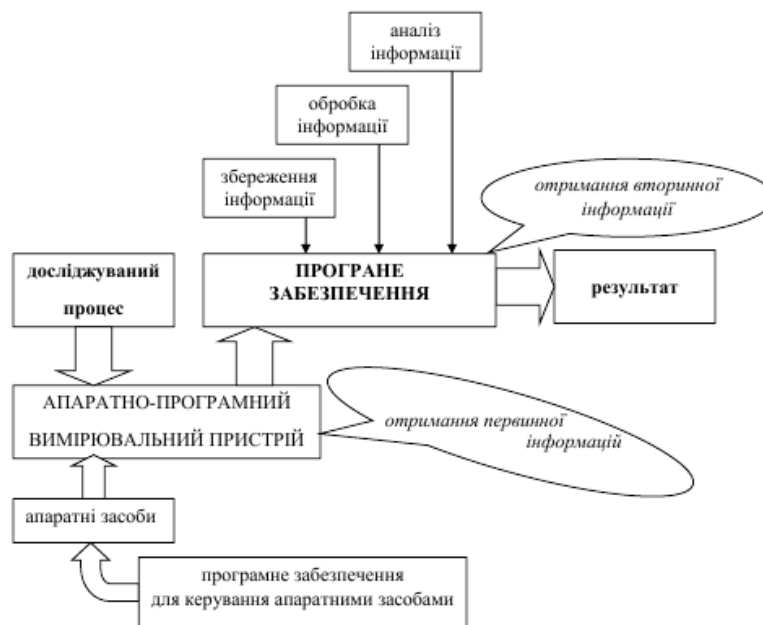


Рис. 3 – Деталізована схема застосування інформаційних технологій в трибологічних експериментальних дослідженнях

У разі використання цифрових фотографічних засобів перша складова програмного завжди є у наявності, оскільки представляє їх невід'ємну частину й входить в обов'язковий комплект поставки. Друга складова потребує реалізації. Її характеристики можуть варіюватися в залежності від призначення та (або) умов використання, хоча структура і функціонал залишаються незмінними.

Таким чином, деталізована схема застосування інформаційних технологій в трибологічних експериментальних дослідженнях полягає у наступному (рис. 3):

- досліджуваний процес,
- фотографічне обладнання,
- засоби керування фотографічним обладнанням,
- первинна (якісна – з отриманням цифрового зображення) реєстрація параметрів досліджуваного процесу,
- вторинна (кількісна – з отриманням чисельних значень) реєстрація параметрів досліджуваного процесу,
- аналіз чисельних результатів дослідження з отриманням висновків та рекомендацій.

Висновки

Проаналізовано стан, сучасні тенденції та перспективи підвищення якості та інформативності результатів трибологічних експериментальних досліджень. За результатами теоретичних досліджень на основі практичних результатів реалізації інформаційних систем запропоновано деталізовану схему методології застосування інформаційних технологій в трибологічних експериментальних дослідженнях.

Література

1. Куликовский К.Л. Методы и средства измерений / К.Л. Куликовский, В.Я. Купер. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 448 с.
2. Гаркунов Д.Н. Триботехника / Д.Н. Гаркунов. – М.: Машиностроение, 1989. – 328 с.
3. Пасічник О.А. Інформаційні технології в трибології / О.А. Пасічник // Матеріали Першої МНПК "Науковий потенціал світу 2004". Том 58. "Сучасні інформаційні технології". – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2004. – С. 27 - 29.
4. Пасічник О.А. Проблеми та перспективи комп'ютеризації наукових досліджень / О.А. Пасічник // Матеріали Першої МНПК "Науковий потенціал світу 2004". Том 58. "Сучасні інформаційні технології". – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2004. – С. 52 - 53.
5. Пасічник О.А. 3D візуалізація та проблеми комп'ютерного моделювання в трибологічних дослідженнях / О.А. Пасічник // Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції "Наука і освіта 2005". Том 56. Сучасні інформаційні технології. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2005. – С. 24 - 26.
6. Пасічник О.А. Деякі методологічні аспекти застосування кількісної цифрової фотографії в наукових дослідженнях / О.А. Пасічник // Матеріали II міжнародної науково-практичної конференції "Дні науки 2006". Том 30. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2006. – С. 10 - 12.
7. Пасічник О.А. Кількісна цифрова фотографія при трибологічних дослідженнях / О.А. Пасічник // Вісник Хмельницького національного університету. – 2007. – №.5(96) – С. 45 - 49.
8. Чибисов К.В. Общая фотография / К.В. Чибисов. – М.: Искусство, 1984. – 446 с.
9. Кузьменко А.Г. Дослідження динаміки руху мастильної краплі по пласкій поверхні / А.Г. Кузьменко, О.П. Бабак, О.А. Пасічник // Проблемы трибологии. – 2007. – №.2 – С. 91 - 94.
10. Кузьменко А.Г. Дослідження ефективності профілю змащувальної канавки / А.Г. Кузьменко, О.П. Бабак, О.А. Пасічник // Проблемы трибологии. – 2007. – №.3 – С. 3 - 5.
11. Експериментальні дослідження руху мастильного матеріалу із застосуванням комп'ютерних технологій візуалізації та реєстрації / Кузьменко А.Г. [та ін.] // Проблемы трибологии. – 2007. – №.1. – С. 135 - 139.
12. Пасічник О. А. Автоматизація трибологічних досліджень на основі комп'ютеризованої фотомірювальної системи / О.А. Пасічник, О.П. Бабак, В.М. Алешко // Проблемы трибологии. – 2009. – №.3 – С. 101 - 103.
13. Пасічник О.А. Технології комп'ютерного проектування та моделювання напружено-деформованого стану / О.А. Пасічник // Вісник Хмельницького національного університету. – 2016. – №3 (237) – С. 172 - 175.
14. Пасічник О.А. Інформаційні технології в трибологічній метрології / О.А. Пасічник // Вісник Хмельницького національного університету. – 2016. – №4 (239) – С. 28 - 31.
15. Скляр В.А. Язык С++ и объектно-ориентированное программирование: Справочное издание / В.А. Скляр. – Минск: Вышэйшая школа, 1997. – 480с.
16. Эллис М., Строуструп Б. Справочное руководство по языку С++ с комментариями: Пер. с англ. / М. Эллис, Б. Строуструп - Москва: Мир, 1992. – 445с.

Поступила в редакцію 08.02.2017

Pasichnyk O.A. Methodological aspects of information technology in experimental research tribological.

The article analyzes the state of modern trends and prospects for improving the quality and informativeness tribological results of experimental studies. The results of theoretical studies based on practical results of the implementation of information systems proposed scheme detailed methodology to apply information technology in tribological experimental studies.

Key words: tribological research, information technology, digital photography.

Reference

1. Kulikovskij K.L. Metody i sredstva izmerenij. K.L. Kulikovskij, V.Ja. Kuper, M.: Jener-goatomizdat, 1986, 448 p.
2. Garkunov D.N. Tribotekhnika. Mashinostroenie, 1989, 328 p.
3. Pasichnyk O.A. Informacijni tehnologii v tribologii. Materiali Pershoi MNPK "Naukovij potencial svitu 2004". Tom 58. "Suchasni informacijni tehnologii", Dnipropetrovs'k: Nauka i osvita, 2004, P. 27. 29.
4. Pasichnyk O.A. Problemi ta perspektivi komp'juterizacii naukovih doslidzhen'. Materiali Pershoi MNPK "Naukovij potencial svitu 2004". Tom 58. "Suchasni informacijni tehnologii", Dnipropetrovs'k: Nauka i osvita, 2004, P. 52 – 53.
5. Pasichnyk O.A. 3D vizualizacija ta problemi komp'juternogo modeljuvannja v tribologichnih doslidzhennjah. Materiali VIII Mizhnarodnoi naukovo-praktichnoi konferencii "Nauka i osvi-ta 2005". Tom 56. Suchasni informacijni tehnologii, Dnipropetrovs'k: Nauka i osvita, 2005, P. 24 – 26.
6. Pasichnyk O.A. Dejaki metodologichni aspekti zastosuvannja kil'kisnoi cifrovoi fotografii v naukovih doslidzhennjah. Materiali II mizhnarodnoi naukovo-praktichnoi konferencii "Dni nauki 2006". Tom 30. - Dnipropetrovs'k: Nauka i osvita, 2006, P. 10 – 12.
7. Pasichnyk O.A. Kil'kisna cifrova fotografija pri tribologichnih doslidzhennjah. Visnik Hmel'nic'kogo nacional'nogo universitetu, 2007. №.5(96). P. 45 – 49.
8. Chibisov K.V. Obshhaja fotografija. M.: Iskusstvo, 1984, 446 p.
9. Kuz'menko A.G. Doslidzhennja dinamiki ruhu mastil'noi krapli po plaskij poverhni. A.G. Kuz'menko, O.P. Babak, O.A. Pasichnyk. Problemy tribologii, 2007. №.2 P. 91 – 94.
10. Kuz'menko A.G. Doslidzhennja efektivnosti profilju zmashhuval'noi kanavki. A.G. Kuz'menko, O.P. Babak, O.A. Pasichnyk. Problemy tribologii, 2007. №.3 P. 3 – 5.
11. Eksperimental'ni doslidzhennja ruhu mastil'nogo materialu iz zastosuvannjam komp'juternih tehnologij vizualizacii ta reestracii. Kuz'menko A.G. [ta in.]. Problemy tribologii, 2007. №.1, P. 135 – 139.
12. Pasichnyk O. A. Avtomatizacija tribologichnih doslidzhen' na osnovi komp'juterizovanoi fotovimirjuval'noi sistemi. Problemy tribologii, 2009. №.3 P. 101 – 103.
13. Pasichnyk O.A. Tehnologii komp'juternogo proektuvannja ta modeljuvannja napruzhenodeformovanogo stanu. Visnik Hmel'nic'kogo nacional'nogo universitetu, 2016. №3 (237). P. 172 – 175.
14. Pasichnyk O.A. Informacijni tehnologii v tribologichnij metrologii. Visnik Hmel'nic'kogo nacional'nogo universitetu, 2016. №4 (239) P. 28 – 31.
15. Skljarov V.A.. Jazyk C++ i ob'ektno-orientirovanoe programmirovanie: Spravochnoe izda-nie. Minsk: Vyshhejs'haja shkola, 1997. 480p.
16. Jellis M., Stroustrup B. Spravochnoe rukovodstvo po jazyku C++ s kommentarijami: Per. s angl. M. Jellis, B. Stroustrup. Moskva: Mir, 1992. 445p.