

# УДОСКОНАЛЕННЯ СПОЖИВЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НЕПРОДОВОЛЬЧИХ ТОВАРІВ

---

УДК 676.22

*Тетяна ГЛУШКОВА,  
Леонід КОПТЮХ*

## ОЦІНКА СТРУКТУРНО-ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПАПЕРУ ДЛЯ ДРУКУ

Сучасне виробництво паперу для друку орієнтоване на випуск різноманітного асортименту його видів і марок. Залежно від способу друку визначаються і вимоги до паперу. Властивості офсетного паперу обумовлені технологічними факторами: зволоження в процесі друку, висока в'язкість фарб, чутливість друкарських форм до механічних і хімічних впливів. Порівняно з іншими видами друку для цього способу менш жорсткі вимоги до гладкості паперу, але суворіші стосовно стійкості поверхні до вищипування.

Папір для офсетного (плоского) друку, який є одним із найрозповсюдженіших для багатотиражного друкування журналів, книг, шкільних підручників, плакатів та іншої продукції, повинен мати необхідну механічну міцність, структурні, оптичні й друкарські властивості. Цей комплекс показників перш за все пов'язаний із його структурно-фізичними властивостями – пористістю, гладкістю, шорсткістю поверхні та її міцністю, всмоктувальною здатністю, стабільністю лінійних розмірів аркуша. Папір повинен також мати відповідні параметри білості, лиску, непрозорості, лінійної деформації, рівномірності мікроструктури та стабільність зазначених властивостей у повздовжньому та поперечному напрямках паперового полотна, лінійних розмірів під час його зволоження та наступного висихання [1].

Неоднорідність паперу за деякими показниками є причиною багатьох виробничих ускладнень. Оптична однорідність паперу (білість, непрозорість) – необхідна умова забезпечення споживчих властивостей друкованої продукції [2].

Попередніми дослідженнями встановлено, що особливої гостроти зазначена вище проблема набула для паперу зменшеної маси, оскільки зниження маси суттєво впливає на комплекс його властивостей (зменшується міцність та непрозорість, підвищується лінійна деформація паперу при взаємодії з водою та фарбою), ускладнюється технологічний процес його виготовлення. Чим менше маса паперу площею 1 м<sup>2</sup>, тим складніше забезпечити його структурі рівномірні просвіт (рівномірність розташування волокон) і властивості, що забезпечують високу продуктивність та якість друкування поліграфічної продукції. Чим неоднорідніша структура аркуша, тим нерівномірніше відбувається нанесення фарби на папір, утворюється хмарність [3].

Над проблемою забезпечення рівномірності властивостей паперу працювали відомі вчені Д. М. Фляте, Л. А. Козаровицький, С. М. Іванов, Л. М. Вайсман. Ними встановлено, що важливим фактором, який забезпечує комплекс властивостей паперу як носія друкованого зображення, є структура його поверхні, яка визначає роздільну здатність і можливість відтворювати на ній з необхідним ступенем точності й чіткості друковані елементи визначеної величини [4–7].

Авторами розроблено офсетний папір масою 1 м<sup>2</sup> 48 г. Забезпечення рівномірності та стабільності показників за шириною паперового полотна досягнуто вибором целюлозних напівфабрикатів із оптимальним співвідношенням довгих і коротких волокон паперової маси. Запропонована технологія уможливіє регулювання параметрів паперу [8; 9].

Мета дослідження – оцінка структурно-фізичних властивостей розробленого паперу зменшеної маси порівняно з папером серійного виробництва.

Об'єктом дослідження обрано розроблений папір масою площі 1 м<sup>2</sup> 48 г для виготовлення шкільних підручників (*зразок 1*) та офсетний папір масою площі 1 м<sup>2</sup> 60 г промислового серійного випуску виробництва Росії – Сиктивкарського ЛПК (*зразок 2*) та Котласького ЦПК (*зразок 3*).

Завдання роботи полягає у виборі найважливіших показників, які характеризують структурно-фізичні властивості офсетного паперу, та в проведенні оцінки їх рівномірності.

Факторами, що визначають властивості паперу для друку, є структура поверхні паперу, його мікрогеометрія (нерівності на поверхні паперу).

Поняття "структура поверхні" паперу авторами розглядається не тільки як сукупність його інгредієнтів і зв'язок між ними – воно також включає і геометрію (структуру) поверхні аркуша. Остання обумовлена мікро- та макронерівностями, яка оцінюється за показниками гладкості або шорсткості. Мікронерівності пов'язані з первинними елементами структури: розроблення целюлозного волокна на стадії

розмелювання, їхнє переплетіння, наявність мінерального наповнювача. Найтонші фібрильні волокна, слиз і частки наповнювача є субмікронерівностями.

Макронерівності – нерівності вторинних елементів структури, пов'язаних із макронеоднорідністю аркуша паперу по всій товщі, локальними скупченнями волокна (ущільненими згустками), несущільними ділянками й окремими грубими необробленими волокнами целюлози або деревної маси. Хмарний нерівномірний просвіт паперу – один із основних дефектів при виготовленні друкованої продукції. Головною технологічною вимогою до якості поверхні паперу як носія друкованого зображення є однорідність його макроструктури та щільності макроділянок [6].

Дослідження зразків паперу для друку проведено в шести точках паперового полотна вимірюванням коливань значень показників через кожні 140 мм за шириною рулону. Для оцінки макроструктури застосовано метод характеристики макропрофілю поверхні паперу вимірюванням коливань його товщини. Криві графіку характеризують макропрофіль поверхні аркуша паперу (рис. 1).

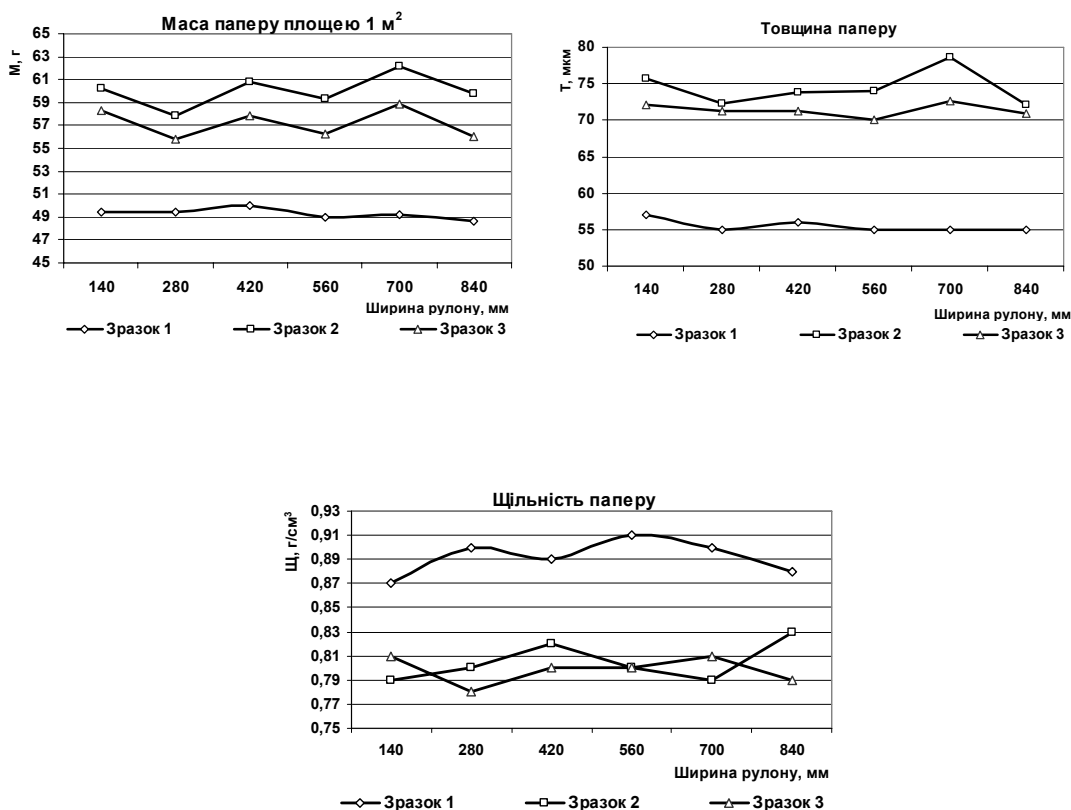


Рис. 1. Рівномірність показників маси, товщини та щільності паперу

Аналогічним методом досліджено коливання маси паперу площею  $1 \text{ м}^2$  і щільності, які для розробленого паперу є незначними й стабільними в машинному та поперечному напрямках порівняно з папером зарубіжних аналогів. Це підтверджує те, що запропонована технологія сприяє покращанню структурних показників паперу.

Під механічними слід розуміти *міцнісні* властивості паперу для друку, що характеризуються граничними, критичними величинами напруг, за яких цілісність і структура паперу незворотно порушуються, і *деформаційні*, які визначаються здатністю деформуватися без порушення цілісності. Залежно від призначення і, відповідно, технології паперу перевагу мають або міцнісні, або деформаційні властивості паперу. Міцнісні стають вирішальними там, де відбувається руйнування, подрібнення, розрізання тощо; деформаційні – коли необхідно змінити зворотно або незворотно тільки форму й розміри виробу без руйнування [10; 11].

Результатами досліджень встановлено, що розроблений папір має кращі параметри механічних властивостей порівняно з папером серійного виробництва (таблиця).

Таблиця

Механічні властивості паперу для друку

Показник	Зразок паперу		
	1	2	3
Розривна довжина, м	6863	6680	6430
Індекс міцності під час розтягування, Н м/г	66.9	63.8	63.5
Межа міцності під час розтягування, МПа.	59.0	51.9	48.8
Міцність на злом під час подвійних перегинів, К.п.п.	24	11	10

Досліджено рівномірність міцнісних властивостей паперу по ширині паперового полотна (рис. 2).

Наведені результати переконливо ілюструють достатньо високий рівень показників механічної міцності, їх рівномірність по ширині полотна й позитивно характеризують дослідний папір, незважаючи на знижену масу площі  $1 \text{ м}^2$ .

Не менш важливе значення міцнісні властивості мають для оцінки поведінки паперу в процесах друкування та брошурування, де папір зазнає деформації, різної за величиною та характером. Напруги, що виникають у папері, зазвичай нижче граничних, призводять до деяких змін у структурі практично без його руйнування.

Основні технологічні операції в поліграфічному виробництві супроводжуються суттєвою деформацією паперу: видовженням в машинному й поперечному напрямках, стисканням, згинанням, розриванням. Від того, як себе поводить папір за цих впливів, залежить безперервне протікання технологічних процесів друкування та подальшого оброблення продукції.

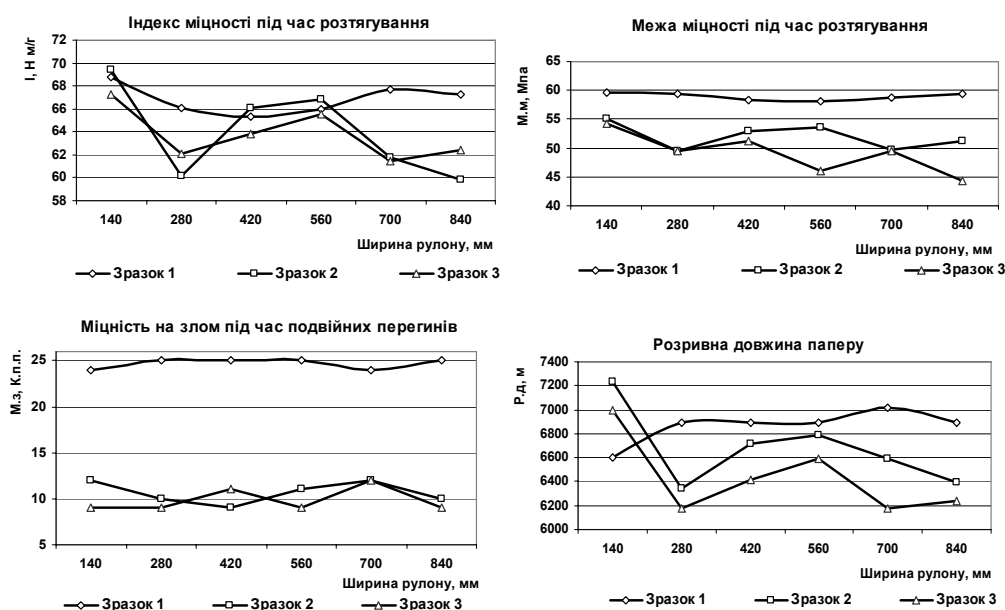


Рис. 2. Рівномірність показників механічних властивостей паперу

Структура й молекулярна природа паперу визначають умови і характер його деформації (змінювання лінійних розмірів і механічних властивостей) під час взаємодії з водою. Рівноважний питомий вологовміст паперового аркуша за певної відносної вологості повітря буде тим меншим, чим гідрофобніше папір, а необхідний для досягнення цієї рівноваги за інших рівних умов час є меншим для більш гідрофільного паперу, оскільки сорбція вологи інтенсивніша.

Коливання температури й вологості можуть стати причинами утворення дефектів хвилястості (нерівномірності поверхні паперу у вигляді підвищень і впадин неправильної форми, зазвичай з країв полотна в поперечному напрямку), загинання крайок, скручування, зминання і навіть обривів полотна на стадії його перероблення в поліграфії. Це спричинено поглинанням целюлозними волокнами (що є головною здатністю паперу) водяних парів у вологому середовищі та віддачі вологи в сухому. Поглинаючи вологу, наприклад за офсетним способом друку, волокна паперу розширюються, причому їх діаметр і товщина зростають до 30 %, а довжина лише до 3-х [10], що викликає змінювання розмірів паперу, які більші по ширині, ніж по довжині. Це в свою чергу знижує точність і якість друку, погіршує чіткість зображення і баланс фарб порівняно з оригіналом друкованого зображення.

Усадку між волокнами, яка зростає під впливом висушування паперового полотна, викликають сили поверхневого натягу води між окремими волокнами або структурними елементами. Якщо останні характеризуються м'якістю й гнучкістю і легко ковзають один по одному, то поверхневий натяг призводить до помітного ущільнення аркуша паперу, а волокна скріплюються зв'язками, що виникають між ними.

Папір для друку офсетним способом повинен мати мінімальну лінійну деформацію під час зволоження, оскільки за умов технології процесу друкування папір стикається із зволженими поверхнями. Підвищена вологість різко знижує механічну міцність паперу на розривання – він не витримує високих швидкостей процесу нанесення друку й розривається. Змінювання вологості паперу в процесах багатофарбового друку призводить до несприйняття фарб, порушення відтворення кольорів.

Дослідний папір менше піддається лінійній деформації під час зволоження та подальшого висихання порівняно зі зразками паперу промислового виробництва (рис. 3.), що є позитивним фактором під час багатофарбового, особливо офсетного друкування продукції, коли проміжок часу між окремими фарбопрогонами досить значний.

В оцінці якості поверхні паперу в поліграфії зазвичай прийнято визначати її гладкість (шорсткість) як деяку сумарну характеристику, що зумовлює ступінь контакту поверхні з жорсткою друкарською формою. Змішування та підсумовування принципово різних категорій нерівностей є результатом неоднорідності макроструктури паперового полотна та його мікروشорсткості (гладкості) поверхні. Рівномірність і гладкість поверхні по-різному впливають на взаємодію фарби з папером і на якість друкованої продукції. Папір із рівною поверхнею буває мікروشорстким (матовим) або глянцеvim, у той же час останній може бути нерівномірним. Досягнення відповідного рівня гладкості з рівномірністю її по всій поверхні паперового полотна є запорукою досягнення задовільних фарбосприйняття та якості відбитка.

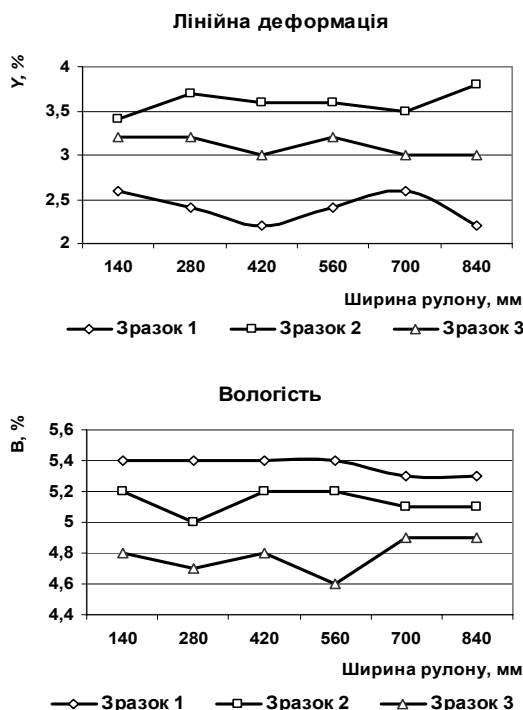


Рис. 3. Рівномірність показників лінійної деформації й вологості зразків паперу

Співставлення результатів дослідження зразків паперу дослідного й промислового виробництва показує, що, незважаючи на знижену масу площі  $1 \text{ м}^2$ , перший вигідно відрізняється вищим рівнем гладкості і, відповідно, зниженим показником шорсткості, а також рівномірним розподілом їх по ширині паперового полотна (рис. 4). Отже, можна припустити, що для дослідного зразка взаємний контакт друкарської форми й паперу настане практично одночасно по всій поверхні друкуючого елемента, а рухомий прошарок фарби розтікатиметься рівним шаром по поверхні відбитка.

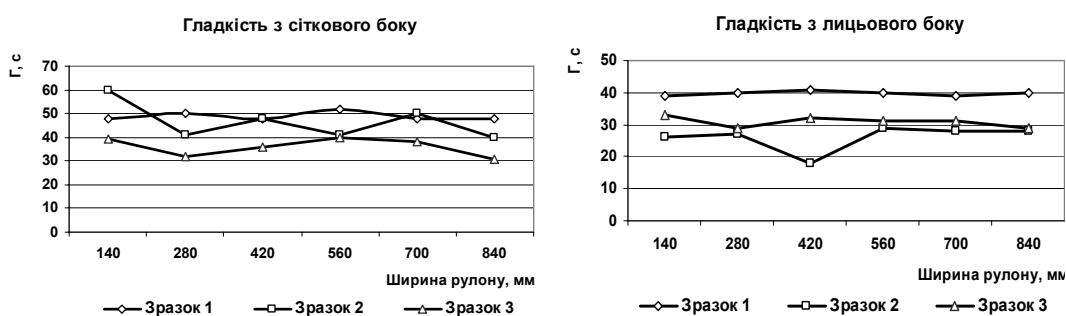


Рис. 4. Рівномірність показників гладкості зразків паперу

Зразки паперу промислового виробництва відрізняються високим рівнем білості (100 %), який досягається введенням до його композиції оптичних вибілювачів. Дослідний папір має білість 79 % і тому рекомендований для виготовлення друкованої продукції для дітей, зокрема шкільних підручників. Щодо непрозорості, то значення цього показника перебуває майже на одному рівні для паперу дослідного й промислового виробництва (рис. 5).

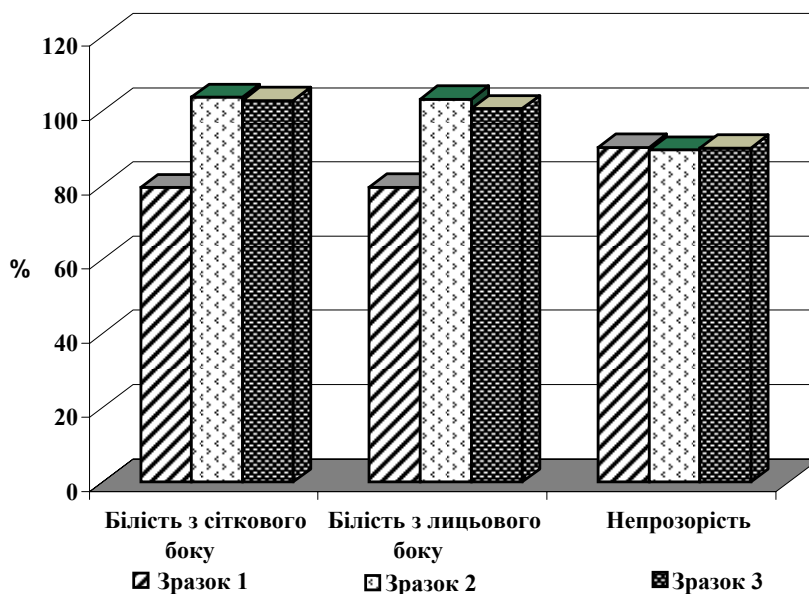


Рис. 5. Білість та непрозорість зразків паперу

Дослідженнями встановлено, що всі зразки відрізняються достатньою рівномірністю білості по ширині аркуша паперу.

Дослідний зразок за рівномірністю непрозорості по ширині рулону має певні переваги порівняно з аналогами (рис. 6).

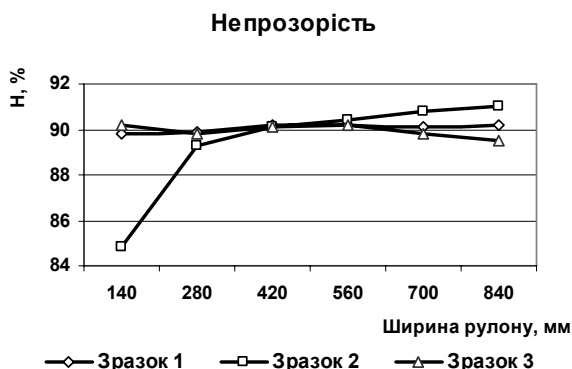


Рис. 6. Рівномірність показників непрозорості зразків паперу

Таким чином, отримані результати досліджень свідчать, що дослідний папір зниженої маси площі  $1 \text{ м}^2$  48 г характеризується мікропористою структурою поверхні за збереження досягнутого достатньо високого рівня й рівномірності структурно-фізичних показників під час зволоження та наступного висихання, а тому може застосовуватися для швидкісних способів друкування. За всіма властивостями дослідний папір масою  $48 \text{ г/м}^2$  не поступається паперу офсетному масою  $60 \text{ г/м}^2$  російського виробництва, а за механічною міцністю та рівномірністю показників властивостей по ширині паперового полотна вигідно від них відрізняється.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дэннел Дж. Основы офсетной печати / Дж. Дэннел ; пер. с англ. М. Бредиса. — М. : Принт-Медиа центр, 2005. — 232 с.
2. Питання якості друкованої продукції / М. Т. Лозовик, В. П. Заплатін, О. У. Рильський, В. І. Польова // Бібл. вісн., 1995. — № 5. — С. 29—31.
3. Глушкова Т. Г. Дослідження властивостей нового паперу для книжково-журнальної продукції / Т. Г. Глушкова, Л. А. Коптюх // Зб. наук. пр. Луцького держ. техн. ун-ту. — 2006. — Вип. 3 (10). — Ч. 4. — С. 121—126.
4. Фляте Д. М. Свойства бумаги / Д. М. Фляте. — Изд. 3-е переработ. и дополн. — М. : Лесная пром-сть, 1986. — 680 с.
5. Иванов С. Н. Технология бумаги / С. Н. Иванов. — М. : Лесная пром-сть, 1970. — 696 с.
6. Козаровицкий Л. А. Бумага и краска в процессе печатания / Л. А. Козаровицкий. — М. : Лесная пром-сть, 1965. — 378 с.



7. *Вайсман Л. М.* Структура бумаги и методы ее контроля / Л. М. Вайсман. — М. : Лесная пром-сть, 1973. — 149 с.
8. *Коптюх Л. А.* Папір для друку зниженої маси 1 мІ з рівномірними і стабільними показниками якості / Л. А. Коптюх, Т. Г. Глушкова // Технологія і техніка друкарства. — 2007. — № 3—4. — С. 151—159.
9. Пат. 75003 Україна, МПК Д21 Н 11/00 Процес виготовлення паперу для друку зі зниженою масою 1 м<sup>2</sup> / Коптюх Л. А., Глушкова Т. Г., Легкий В. Н., Бутко Т. Л., Лозовик М. Т. — № 20041210901 ; заявл. 29.12.04 ; опубл. 15.02.06, Бюл. № 2.
10. *Андрейченко В. Я.* Структура и механические свойства бумажного листа / В. Я. Андрейченко // Сборник трудов ЦНИИБ, 1971. — Вып. 98. — С. 80—100.
11. *Филиппов И. Б.* Структурно-деформационные свойства бумаги для печати / И. Б. Филиппов, В. И. Комаров : материалы науч.-практ. конф. ["Современные достижения в производстве и использовании бумаги и картона для печати"], (СПб., 17—19 февр. 2004 г.) / ГТУРП. — СПб. ГТУРП, 2004. — С. 42—58.