

OPEN ACCESS  
PEER-REVIEWED JOURNAL

# SCIENCE REVIEW



Scientific Edition  
Published by:

RS **Global**

Open Access Peer-reviewed Journal

# Science Review

7(7), December 2017  
Vol.1

**Chief editor**

**Laputyn Roman**

PhD in transport systems,  
Associate Professor,  
Department of Transport  
Systems and Road Safety  
National Transport University

**Editorial board:**

**Lina Anastassova**

Full Professor in Marketing, Burgas  
Free University, Bulgaria

**Mikiashvili Nino**

Professor in Econometrics and  
Macroeconomics, Ivane Javakhishvili  
Tbilisi State University, Georgia

**Alkhawaldeh Abdullah**

Professor in Financial Philosophy,  
Hashemite University, Jordan

**Mendebaev Toktamys**

Doctor of Technical Sciences,  
Professor, LLP "Scientific innovation  
center "Almas", Kazakhstan

**Yakovenko Nataliya**

Professor, Doctor of Geography,  
Ivanovo State University, Shuya

**Imangazinov Sagit**

Director, Ph.D, Pavlodar affiliated  
branch "SMU of Semei city"

**Peshcherov Georgy**

Professor, Moscow State Regional  
University, Russia

**Mustafin Muafik**

Professor, Doctor of Veterinary  
Science, Kstanay State University  
named after A.Baitursynov

**Ovsyanik Olga**

Professor, Doctor of Psychological  
Science, Moscow State Regional  
University

**Nino Abesadze**

Associate Professor Tbilisi State  
University, Faculty of Economics and  
Business

**Sentyabrev Nikolay**

Professor, Doctor of Sciences,  
Volgograd State Academy of Physical  
Education, Russia

**Harlamova Julia**

Professor, Moscow State University  
of Railway Transport, Russia

**Publisher –**  
RS Global Sp. z O.O.,

Scientific Educational  
Center  
Warsaw, Poland

Numer KRS: 0000672864

REGON: 367026200

NIP: 5213776394

**Publisher Office's  
address:**

Dolna 17,  
Warsaw, Poland,  
00-773

**Website:**

<https://ws-conference.com/>

**E-mail:**

[rsglobal.poland@gmail.com](mailto:rsglobal.poland@gmail.com)

**Tel:**

+4(857) 898 55 10

Copies may be made only from legally acquired originals.  
A single copy of one article per issue may be downloaded for personal use  
(non-commercial research or private study). Downloading or printing multiple  
copies is not permitted. Electronic Storage or Usage Permission of the  
Publisher is required to store or use electronically any material contained in  
this work, including any chapter or part of a chapter. Permission of the  
Publisher is required for all other derivative works, including compilations and  
translations. Except as outlined above, no part of this work may be  
reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form or by any  
means without prior written permission of the Publisher.

The authors are fully  
responsible for the facts  
mentioned in the articles.  
The opinions of the authors  
may not always coincide  
with the editorial boards  
point of view and impose  
no obligations on it.

## CONTENTS

### PHYSICS AND MATHEMATICS

|                                                                                                                                      |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| <b>Тінькова Д. С.</b><br>СТАН ГЕОМЕТРИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ УЧНІВ ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНОЇ<br>ШКОЛИ МАШИНОБУДІВНОГО ПРОФІЛЮ: АНАЛІЗ ДАНИХ..... | 3 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|

### COMPUTER SCIENCE

|                                                                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Бибицков И. Е., Сокол В. В.</b><br>«МЕТОД ПЕРСОНАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ,<br>ОСНОВАННЫЙ НА ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОНТОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЗНАНИЙ»..... | 6  |
| <b>Соснова М. А.</b><br>SMART-ТЕХНОЛОГІЇ ЯК СКЛАДОВА ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ОСВІТИ.....                                                                      | 10 |
| <b>Шевчук Е. В., Казанбаева А. С., Икласова К. Е.</b><br>СИСТЕМА ДИДАКТИЧЕСКОГО ТЕСТИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ....                            | 13 |

### ENGINEERING SCIENCES

|                                                                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Baratasvili M., Gintibidze N.</b><br>EFFECTIVE METHODOLOGY FOR REDUCING EROSION PROCESSES AND<br>RESTORATION OF BIO PAVEMENT ON SLOPES IN ROAD CONSTRUCTION.....   | 18 |
| <b>Elena Atanasova Blagova</b><br>PROCESS DEVELOPMENT AND ANALYSIS OF AN INFORMATION CHAIN FOR<br>SUSTAINABLE PRODUCTION IN APPAREL PRODUCTION.....                   | 21 |
| <b>Lazarov L. V., Djurkov T. G., Ivanova T. A., Vasilev M. T.</b><br>EXPERIMENTAL STUDY ON THE DRYING OF PARSNIP<br>IN A ROTATING-PULSED FLUIDIZED BED.....           | 24 |
| <b>Nosova Ya. V., Avrunin O. G., Shushliapina N. O., Ibrahim Younouss Abdelhamid</b><br>AERODYNAMIC FEATURES OF THE OLFATORY AREA IN NASAL BREATHING.....             | 27 |
| <b>Blagoyka Ilieva Paleva-Kadiyska</b><br>STUDY AND ANALYSIS OF ENERGY OF THE MECHANISM DRIVING<br>THE FEED DOG OF THE SEWING MACHINE TEXTIMA 8332.....               | 30 |
| <b>Roumen Anchev Roussev, Vitan Galabov</b><br>DETERMINATION OF THE KINEMATIC CHARACTERISTICS OF MULTILoop<br>MECHANISMS THROUGH CONDITIONAL FOUR-BAR MECHANISMS..... | 35 |
| <b>Борис Р. С., Холявік О. В., Вишневський П. С.</b><br>РОЗРАХУНОК НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ<br>ПРИ ВИТЯГУВАННІ З ПОТОННЕННЯМ ДВОШАРОВОГО МЕТАЛУ.....             | 40 |
| <b>Андрух Сергей Леонидович</b><br>ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ КИРПИЧНОЙ КЛАДКИ<br>НА ПРИМЕРЕ СТАРОГО ЗДАНИЯ (4-Я ШКОЛА В Г. СУМЫ).....                             | 48 |

### TRANSPORT

|                                                                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Исмагулова Ж. С.</b><br>ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ<br>НА СЕТЕВЫХ МОДЕЛЯХ В ДЕТЕРМИНИРОВАННОМ СЛУЧАЕ..... | 53 |
| <b>Мединський Д. В.</b><br>ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ<br>В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ.....                      | 58 |
| <b>Савчук Є. В.</b><br>АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕК, ЩО ВИНИКАЮТЬ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ<br>НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ.....                            | 64 |

# СТАН ГЕОМЕТРИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ УЧНІВ ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНОЇ ШКОЛИ МАШИНОБУДІВНОГО ПРОФІЛЮ: АНАЛІЗ ДАНИХ

Тінькова Д. С.

Україна, Черкаси, Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

**Abstract.** The article is considered the problem of qualitative training of students of vocational school of the machine-building profile. The attention is paid to the questions of geometric training of future electric gas-welder, machine tool operators of a wide profile, locksmiths for repairing cars. The professional requirements of future workers, which they acquire during the study of the section "Stereometry" in the course of mathematics, are determined. The publication has selected tasks for verifying the level of assimilation by students of vocational school of the machine-building profile educational material in geometry based on the results of their study at the secondary school. The state of geometric training of students of vocational school of machine-building profile is analyzed.

**Keywords:** geometric training, future workers, vocational school.

**Постановка проблеми.** Дефіцит кадрів в Україні триває вже давно, і з кожним роком він тільки загострюється. Наразі попит на «робочі руки» постійно зростає. За даними державної служби статистики України [2] станом на вересень 2017 року нашої державі не вистачає 15,9 тис. кваліфікованих робітників з інструментом, серед яких електрогазозварники, верстатники широкого профілю, слюсарі з ремонту автомобілів. На думку експертів, дефіцит пов'язаний не з кількістю, а з якістю. Нині роботодавець вимагає компетентного робітника, який досконало володіє знаннями та творчо підходить до розв'язання нестандартних завдань. Тому питання якісної підготовки учнів професійно-технічних навчальних закладів (ПТНЗ) машинобудівного профілю, насамперед забезпечення належного рівня математичної освіти, є актуальним.

Для учнів, які навчаються за вищезазначеними професіями, математика є професійно значущим предметом. Уміння читати креслення, моделювати конструкції, мати хороший окомір, просторову уяву, технічне мислення – усе це спільні вимоги до професійної підготовки електрогазозварників, верстатників широкого профілю, слюсарів з ремонту автомобілів. Вищезазначені уміння формуються у майбутніх спеціалістів при вивченні курсу математики, зокрема її розділу «Стереометрія». Тому питання геометричної підготовки учнів ПТНЗ машинобудівного профілю стає гостро.

**Метою роботи** є висвітлення стану геометричної підготовки учнів професійно-технічних навчальних закладів машинобудівного профілю.

Учні вступають до лав профтехшколи на базі свідоцтва про базову загальну середню освіту. Геометричну підготовку майбутні робітники продовжують здобувати під час вивчення розділу «Стереометрія» в курсі математики. Наші дослідження [3] показують низький рівень мотивації учнів ПТНЗ машинобудівного профілю при вивченні тем зі стереометрії. Це призводить до поганого засвоєння нових геометричних знань. На нашу думку, така тенденція може бути пов'язана з недостатнім рівнем засвоєних знань з геометрії за курс основної школи, про особливості контролювання яких в умовах компетентізації освіти йдеться у [4].

Для перевірки даного твердження нами було обрано завдання [1] для з'ясування рівня засвоєння учнями ПТНЗ машинобудівного профілю навчального матеріалу з геометрії за результатами їхнього навчання в основній школі.

У завданнях 1–6 виберіть один правильний, на Вашу думку, варіант відповіді та позначте його в бланку відповідей так: Х.

1. Січна перетинає дві паралельні прямі. Укажіть значення, яких можуть набувати градусні міри внутрішніх різносторонніх кутів.

А)  $40^\circ$  і  $50^\circ$       Б)  $70^\circ$  і  $70^\circ$       В)  $50^\circ$  і  $130^\circ$       Г)  $240^\circ$  і  $120^\circ$

2. Сторони трикутника  $KLM$  дорівнюють 2 см, 3 см і 4 см. Цей трикутник подібний до трикутника  $ABC$ , найменша сторона якого дорівнює 12 см. Знайдіть периметр трикутника  $ABC$ .

А) 27 см      Б) 36 см      В) 54 см      Г) 18 см

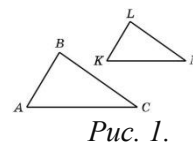


Рис. 1.

3. Основи трапеції відносяться, як 3 : 2. Знайдіть довжину більшої основи трапеції, якщо її середня лінія дорівнює 15 см.

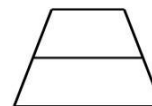


Рис. 2.

- А) 18 см                      Б) 12 см                      В) 15 см                      Г) 9 см

4. Вершини трикутника  $ABC$ , вписаного в коло, ділять його на дуги, довжини яких відносяться, як 2 : 3 : 4. Знайдіть градусну міру найбільшого кута трикутника  $ABC$ .

- А)  $120^\circ$                       Б)  $80^\circ$                       В)  $70^\circ$                       Г)  $60^\circ$

5. Укажіть точку  $A_1$ , симетричну точці  $A(-2; 3)$  відносно осі абсцис.

- А)  $A_1(-2; 3)$                       Б)  $A_1(2; -3)$                       В)  $A_1(2; 3)$                       Г)  $A_1(-2; -3)$

6. Дві сторони паралелограма дорівнюють 4 см і 8 см, а його гострий кут –  $60^\circ$ . Знайдіть довжину меншої діагоналі паралелограма.

- А) 48 см                      Б)  $4\sqrt{3}$  см                      В) 112 см                      Г)  $4\sqrt{7}$  см

7. На рисунку зображено вектори  $\vec{a}$ ,  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$  і  $\vec{d}$ . Установіть відповідність між парами векторів (1 - 3) і твердженнями (А - Г), що є правильними для цих пар.

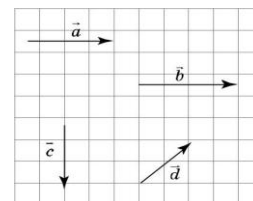


Рис. 3.

1.  $\vec{a}$  і  $\vec{c}$                       А) Вектори співнаправлені  
2.  $\vec{a}$  і  $\vec{d}$                       Б) Вектори перпендикулярні  
3.  $\vec{b}$  і  $\vec{a}$                       В) Кут між векторами гострий  
                                         Г) Кут між векторами тупий

8. У рівнобедреному трикутнику  $ABC$  основа  $AC$  дорівнює 8 см, а висота  $BD$ , що проведена до основи, дорівнює 3 см. У трикутнику проведено медіану  $AM$ . Установіть відповідність між тригонометричними функціями кутів (1-3) та їхніми числовими значеннями (А-Г).

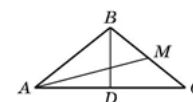


Рис. 4.

- 1)  $\tan \angle ABD$                       А) 3/5  
2)  $\sin \angle BAC$                       Б) 4  
3)  $\cot \angle MAC$                       В) 4/3  
                                         Г) 3/4

У дослідженні взяли участь учні ДНЗ «Харківський центр професійно-технічної освіти №1», ДНЗ «Дніпровський центр професійно-технічної освіти», ДНЗ «Бердянський машинобудівний професійний ліцей», ДНЗ «Маріупольський професійний машинобудівний ліцей», ДНЗ «Багатoproфільний центр професійно-технічної освіти» (м. Токмак), ДНЗ «Южноукраїнський професійний ліцей».

**Результати дослідження** показали, що з усіма завданнями не впорався жоден респондент. 9 та 8 балів набрали по одному учаснику опитування, що становить по 0,44 %. 7 балів набрали 2,67 %. 6 балів набрали 7,57 %. 5 балів отримали 16 %, 4 бали – 18,22 %. 3 бали здобули 16,89 %, 2 бали – 20 %, 1 бал – 12,44 %. Не впоралися з жодним завданням – 5,33 % опитаних. Дані представлено на рис. 5.

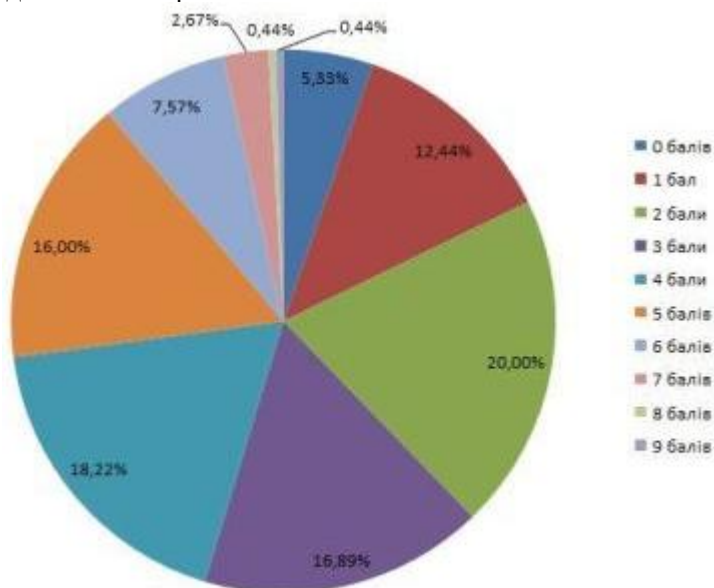


Рис. 5. Відсоткове співвідношення результатів тесту

**Висновки.** Такі катастрофічні результати вказують на низький рівень засвоєних знань з курсу основної школи. Наслідком стане неспроможність більшості учнів ПТНЗ машинобудівного профілю успішно опанувати теми зі стереометрії, що є необхідним для одержання атестату про повну середню освіту та подальшого професійного становлення.

Роботу виконано за підтримки МОН України (держ. реєстрац. номер 0117U003909).

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Глобін О. І. «Геометрія. 10 клас. Збірник завдань для проведення моніторингу якості загальної середньої освіти за результатами навчання учнів в основній школі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://osvita.ua/school/monitoring/collection/37845>
2. Статистичні дані : потреба роботодавців у працівниках за професійними групами у 2017 році [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ> 2017
3. Тінькова Д. С. Мотиваційний компонент навчальної діяльності учнів ПТНЗ машинобудівного профілю: аналіз даних / Д. С. Тінькова // Проблеми математичної освіти (ПМО – 2017) : матеріали міжнар. наук.-метод. конф. (Черкаси, 26-28 жовтня 2017 р.). – Черкаси: Вид. від. ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2017. – С. 92-93.
4. Тарасенкова Н. А. Засоби перевірки математичної компетентності в основній школі / Н. А. Тарасенкова, І. М. Богатирьова, О. М. Коломієць, З. О. Сердюк // Science and education a new dimension / Chief Honorary Editor: N. Tarasenkova. – III (26), Issue: 71. – Budapest: SCASPEE, 2015. – P. 21-25.

## «МЕТОД ПЕРСОНАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, ОСНОВАННЫЙ НА ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОНТОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЗНАНИЙ»

Бибичков И. Е.,  
Сокол В. В.

Украина, г. Харьков, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, каф. ИИ

**Abstract.** It has been proposed the design of self-adaptive software with personalization features, based on the ontological knowledge bases. For the implementation of self-adaptive software it was developed a specialized knowledge base, which contains user data, software business logic and UI elements.

The architecture of software is based on using the ontology to provide flexibility in adaptation, up to changing the subject area. The key feature of the presented methodology is on the reducing the need for a tight binding business logic of the application and its data model during development.

The software personalization method, which defined in this paper is using to separate the user's personal resources from public ones. This functionality is implemented by using ontology «namespaces».

The method, which is defined in this paper can be used to expand the range of tasks which might to solve via described approach. In particular, for tasks which involve to work with private data.

**Keywords:** self-adaptive, ontology, personalized software, knowledge model, ontology-driven development.

**Введение.** В настоящее время широкое распространение получила онтологическая модель описания предметной области. Это обусловлено, прежде всего, универсальностью и гибкостью данного подхода.

Применение онтологий как основного хранилища информации в программных системах позволяет создавать адаптивные приложения, в основе которых лежит динамически изменяемая модель знаний. По сравнению с базами данных, применение онтологий обеспечивает легкость в моделировании сложных связей и отношений. Кроме того, использование онтологий в программных системах открывает возможность для динамического изменения работы программы: смена интерфейса, функциональных компонентов, за счет внесения изменений исключительно в модель знаний.

Для реализации представленного в данной статье метода используется «Ontology-driven development» (ODD) [1,2] подход к разработке ПО. Его суть заключается в первичности проектирования модели данных перед программной реализацией. Так, разрабатываемая модель данных регламентирует каким будет внешний вид, и функциональный состав приложения. Для этого, все функциональные компоненты, а также элементы внешнего вида приложения хранятся в онтологии. Еще одним преимуществом применения «ODD» является то, что в процессе проектирования модели для хранения данных (данная модель представлена в виде базы знаний (БЗ)), разработчик может работать не только с абстрактными понятиями, но и создавать свои абстрактные понятия путем описания объектов реального мира. Созданные объекты будут представлены в объектно-ориентированном машинопонятном виде для их дальнейшего использования. Для разработки онтологии удобнее всего использовать специализированный для таких целей инструмент «Protege»[3]

Важным преимуществом использования онтологической модели знаний для разработки ПО является возможность применения ризонеров [4] (специализированных программ для обработки БЗ, способных делать логические выводы и расширять существующую онтологию) для автоматической обработки онтологии.

Основным недостатком при работе с онтологиями является невысокая производительность по сравнению с традиционными реляционными базами данных (БД). Для повышения производительности и, следовательно, ускорения работы БЗ использовались методы оптимизации, описанные в [5].

**Онтологическая модель.** В данной работе, модель знаний представлена в виде трех отдельных онтологий, которые сливаются в одну в процессе работы. Онтологическая модель

представления знаний состоит из таких онтологий: сервисная онтология, онтология предметной области и онтология экземпляров классов (рис.1).



Рис. 1. Схема онтологической модели знаний

Сервисная онтология хранит ключевые классы и свойства, чьими потомками являются классы предметной области. Данная онтология является корневой и определяющей функциональный состав системы. Любые изменения, которые были произведены в онтологии отразятся в программном коде ядра системы. Сервисная онтология определяет структуру и задает ограничения для онтологии предметной области (рис. 1). Кроме того, в сервисной онтологии находятся структурные элементы приложения: элементы UI и функциональные элементы.

Онтология предметной области (рис. 1) основывается на сервисной онтологии и содержит информацию про все классы объектов, которые можно зарегистрировать в системе. Данная онтология определяет структуру информации, которая будет представлена пользователю. В частности, онтология предметной области содержит набор функциональных элементов, которые представляются пользователю и, которые он может изменять.

Онтология экземпляров классов (индивидов) (рис. 1) предназначена для упрощения процесса модификации пользовательской информации. Экземпляры всех классов добавляются лишь в эту онтологию. Такое выделение индивидов в отдельную онтологию обеспечивает дополнительную гибкость и универсальность для ПО, построенного на основе онтологий. В случае смены предметной области ПО, нет необходимости перестраивать всю структуру хранения данных. Это объясняется тем, что в онтологии информация хранится в виде объектов, а не в строго структурированном виде, как в классических системах управления базами данных (СУБД).

**Метод персонализации ПО.** На основании проведенных исследований был разработан метод персонализации ПО для систем, в которых онтологии применяются в качестве основного хранилища информации. Суть данного метода в разграничении персональной и публичной информации.

Объекты создаваемые пользователем могут быть как публичные, так и приватные. Такими объектами могут быть классы, свойства классов и экземпляры классов. Приватные объекты доступны только самому пользователю. Для него работа с этими объектами будет такая же, как и со всеми публичными объектами. При этом другие пользователи не только не могут получить доступ к приватным объектам этого пользователя, но и даже не знают о существовании таких приватных объектов.

Предложенный метод персонализации построен на использовании персонального идентификатора пользователя в качестве «namespace» для ресурсов, которые должны быть доступны только пользователю, который их добавил.

Все существующие «namespace» разделяются на 3 группы:

1. общая группа - характерная для общепринятых элементов онтологии, таких как: «owl», «rdf», «rdfs», «xsd»;
2. группа публичных объектов - в рамках конкретной онтологической системы: «Trust\_Domain» и «Trust\_Service»;
3. группа персонализированных данных - элементы вида «User\_<id>», где <id> – уникальный идентификатор пользователя.

За счет характерных особенностей «namespace» онтологий возможно фильтровать данные, считываемые из онтологического хранилища «SPARQL»-запросами. Элементами фильтрации будут наборы «namespace» из первой и второй группы и одного элемента третьей группы, соответствующий идентификатору пользователя, который залогинился в системе.

Модульный подход, по которому построено программное обеспечение управляемое онтологией, подразумевает, что вся необходимая информация для построения приложения считывается из онтологии. Это означает, что персонализировать можно не только данные пользователя, но и функциональность приложения и элементы UI.

**Результаты исследования.** Предложенный в исследовании подход, позволяет создавать программное обеспечение на основе 3 онтологий: сервисной, предметной области и экземпляров классов. Такой подход обеспечивает гибкость при изменении предметной области, поскольку в таком случае нет необходимости вносить изменения в код программного обеспечения. При изменении онтологии предметной области, внешний вид приложения будет автоматически изменяться, подстраиваясь под новую онтологию предметной области. Это осуществляется благодаря использованию объектов из сервисной онтологии в объектах онтологии предметной области. Например, благодаря наследованию классов программное обеспечение «знает», как работать с классами сервисной онтологии, то оно сможет работать и с классами онтологии предметной области, которые наследуются от классов сервисной онтологии.

Был предложен метод персонализации программного обеспечения. Такой метод позволяет создавать программное обеспечение, которое может быть персонализировано для каждого пользователя. Это осуществляется благодаря созданию частных объектов. Такими объектами могут быть классы, свойства классов, экземпляры классов. Это позволяет предоставить пользователю большую детализацию объектов и данных, если есть такая необходимость. Использование подхода к созданию программного обеспечения на основе онтологий позволяет изменять внешний вид такого приложения без изменения кода программного обеспечения. Поскольку внешний вид программного обеспечения создается динамически на основе онтологии, то такая персонализация будет проявляться и в изменении внешнего вида программного обеспечения. Пользователь может получить доступ только к своим частным объектам и общедоступным объектам.

Проведена успешная апробация предложенных моделей и методов в портале обеспечения качества высшего образования «Trust» [6], который доступен по адресу [7].

Для получения более подробного описания принципов по которым строятся ядра онтологических систем, наподобие портала «Trust» можно обратиться к [8].

Предложенная онтологической модель позволила вносить много уточнений и изменений в описания объектов предметной области без изменения кода программного обеспечения. Процесс уточнения предметной области был итеративным, но каждый раз требовалось изменить только онтологию предметной области, что упростило и ускорило процесс улучшения портала «Trust». Предложенный метод персонализации позволил пользователям дополнить объекты предметной области таким образом, чтобы более полно удовлетворить потребность в детальном описании объектов.

**Выводы.** Разработанные модели и метод позволили расширить область применения программного обеспечения, построенного на онтологии.

1. Расширена модель программного обеспечения, основанного на использовании онтологии для обеспечения возможности конфигурирования её под нужды конкретного пользователя.
2. Расширена трехуровневая модель представления онтологических знаний настраиваемого программного продукта для хранения персональных данных пользователей.
3. Предложен метод персонализации онтологических знаний.
4. Проведена апробация предложенных моделей и методов в портале «Trust».

## ЛИТЕРАТУРА

1. Siddiqui F. Ontology Based Feature Driven Development Life Cycle / F. Siddiqui, A. M. Afshar. // International Journal of Computer Science Issues (IJCSI). – 2012. – №9. – С. 207.
2. Katasonov A. Towards ontology-driven development of applications for smart environments / A. Katasonov, M. Palviainen. // Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops). – 2010. – №8. – С. 696–701.
3. Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology [Electronic source] / Ontology 101. - Access mode: \ WWW / URL:  
[http://protege.stanford.edu/publications/ontology\\_development/ontology101.pdf](http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.pdf) - 2015. - Screens title.
4. Bibichkov I. ntological Knowledge Bases Productivity Optimization Through The Use Of Reasoner Combination / I. Bibichkov, V. Sokol, O. Shevchenko. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – №5. – С. 49–54.
5. Бибчков И. Е. Оптимизация быстродействия онтологических баз знаний, построенных на основе «Virtuoso» / И. Е. Бибчков, А. Ю. Шевченко, В. В. Сокол. // Восточноевропейский журнал передовых технологий. – 2014. – С. 120.
6. Terziyan V. Semantic Portal as a Tool for Structural Reform of Ukrainian Educational System / V. Terziyan, M. Golovianko, O. Shevchenko. // Information Technology for Development. – 2015. – №21. – С. 381–402.
7. Портал забезпечення якості вищої освіти [Електронний ресурс]. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <http://portal.dovira.eu>.
8. Terziyan V. An introduction to knowledge computing / V. Terziyan, M. Golovianko, O. Shevchenko. // Eastern-European journal of enterprise technologies. – 2014. – №1. – С. 27–40.

# SMART-ТЕХНОЛОГІЇ ЯК СКЛАДОВА ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ОСВІТИ

кандидат педагогічних наук Соснова М. А.

Україна, м. Кам'янське, Індустріальний коледж ДВНЗ УДХТУ

**Abstract.** The article is devoted to the actual issues of the transition from the traditional system of teaching and learning to Smart-education, considered as one of the fundamental components of Smart-society. The definition of SMART-education is analyzed and its conceptual basis is presented. The author notes that the introduction of information and communication technologies in the educational process, the creation and use of multimedia facilities passes into the virtual plane. The analysis of world trends in this area at the time and is necessary for further qualitative functioning of the education system in Ukraine. It is noted that the transition to Smart-technologies creates new requirements for scientific and pedagogical workers: teachers should not only be well-informed in their professional domain, but also have a wide worldview, perception of the world, be able to use different technologies for work with information resources, and with youth Smart approaches require not to provide ready-made knowledge, but to create conditions for the acquisition of young people's own experience and skills.

**Keywords:** information society, Smart -education, Smart-society, computerization, information and computer technologies, information resources.

**Постановка проблеми.** Усе більше людей у світі підтримують гасло Smart-розвитку суспільства «Освіта протягом життя». Сучасне суспільство перебуває на етапі зміни технологічної парадигми. Інформаційні технології, що визначили образ і сутність XX сторіччя, поступаються Smart-технологіям, які відкривають новий шлях розвитку нової освіти.

Неперервна освіта обумовлена об'єктивними факторами: прогрес у виробництві та технологіях, збільшення обсягу інформації – в тому числі наукової, наявність невирішених глобальних проблем людства та їх поглиблення з часом. У таких умовах інтеграція освіти, науки та виробництва дає надію знайти шляхи розв'язання глобальних проблем, покращити життя, максимально ефективно використати людські ресурси. Інтенсивний розвиток технологій та комп'ютеризація охопили всі сфери людської діяльності. І в цьому сенсі традиційна освіта відстає від прогресу. Перед викладачами постає завдання, як зробити освіту мобільною, доступною, актуальною.

**Аналіз актуальних досліджень.** Аналіз попередніх досліджень свідчить, що в Україні є необхідні передумови для формування нового інформаційного суспільства, здобутки вітчизняних учених у цій галузі: В. Биков, Р. Гуревич, А. Гуржій, М. Жалдак, Н. Морзе, О. Спірін, В. Лапінський. З метою встановлення шляхів впровадження Smart-технологій та їхньої адаптації до використання в умовах освітнього середовища у статті використано матеріали вітчизняних та зарубіжних дослідників, зокрема: Г. Бонч-Бруєвича, К. Джонсона, С. Кадзіти, К. Кіма, Г. Косенка, Х. Пена, С. Якубова, Dong Uk Im, Н. Тихомирової, В. Тихомирова.

Проблеми та напрямки створення та функціонування освітнього простору навчального закладу активно вивчаються як українськими, так і зарубіжними вченими, а саме В. Ю. Биковим, Б. С. Гершунським, Р. С. Гуревичем, М. І. Жалдаком, І. Г. Захаровою, А. П. Єршовим, М. Ю. Кадемією, Д. Л. Константиновським, А. А. Кузнецовим, В. В. Лапінським, В. М. Мадзігоном, В. Я. Нечаєвим, О. Л. Скідіним, І. В. Роберт, М. П. Шишкіною, І. С. Якиманською, Ю. І. Яковенком та багатьма іншими.

**Мета статті.** Полягає у визначенні доцільності використання Smart-технологій як нового напрямку у викладанні та навчанні.

**Виклад основного матеріалу.** Ключову роль у створенні національної інноваційної інфраструктури відіграє підсистема відтворення і генерації знань. Найбільш комплексне виконання вказаних завдань можна реалізувати в межах університетів, які відіграють важливу роль у розвитку інноваційного підприємництва не лише як джерела генерації інтелектуальної власності діяльності компанії, але і як джерела організації інноваційної інфраструктури. Сьогодні освіта як діяльнісний процес має бути гнучкою, тобто такою, у якій постійно відбуваються перетворення через упровадження нових її складових, нових методик, технологій навчання. Тому в сучасній освітній системі більшості країн світу мають відбутися докорінні змістові зміни, що зробить систему інакшою – Smart-освітою.

Гнучкість, пристосовуваність, якісні показники, інновації – цим вимогам повинні відповідати Smart-університети, щоб встигати за змінами, і зростаючими запитами студентів та

роботодавців. Освітній процес у Smart-вузах повинен будуватися на базі безперервної взаємодії викладачів і студентів, а також самих студентів один з одним, а завдяки інформаційним технологіям вони повинні стати активними учасниками навчального процесу і отримати можливість вносити до нього власні корективи.

Парадигма Smart-освіти передбачає, перш за все, здатність швидко і просто налаштовуватись на рівень і потреби слухача; передбачає активний обмін досвідом та ідеями; персоніфікацію курсу в залежності від його завдань і компетенцій суб'єктів навчання; економію часу на доопрацювання вже наявного навчального контенту замість створення його з нуля. Крім цього, Smart-освіта є легко керованою, як із середини кожним вищим навчальним закладом через гнучкість навчального процесу, так і ззовні, тобто постійно живиться зовнішніми джерелами. Упровадження інформаційно-комунікаційних технологій в освітній процес, створення та використання мультимедійних засобів переходить у віртуальну площину. Електронне навчання (elearning) та мультимедіа-технології активізують пізнавальний процес, надають можливість візуалізації навчального матеріалу.

Із розвитком таких технологій як: YouTube, хмарні технології, дистанційні форми навчання, Facebook, Twitter, блоги, Google тощо освіта стає доступнішою. Завдяки Інтернету можна навчатися в будь-якій точці світу та в будь-який час. Людина має можливість обрати галузь знань, у тому числі непрофесійну, і зануритися в неї на стільки, на скільки їй це цікаво. Важливим чинником є безкоштовність багатьох ресурсів.

Переважає більшість дослідників розглядають Smart-освіту як навчальний процес з використанням технологічних інновацій та Інтернету, який надає слухачам можливість набуття професійних компетентностей на основі системного багатовимірного бачення і вивчення дисциплін, з урахуванням їх багатоаспектності і безперервного оновлення змісту.

Передбачається, що у smart-суспільстві відбувається перехід від традиційної моделі навчання до elearning, а потім – до smart-освіти. При цьому змінюється й роль освітніх установ, що призначені не «поставляти знання», а створювати найкращі умови для набуття студентами власного досвіду і навичок. У зв'язку з цим основною функцією викладача стає не трансляція «готових істин», а якісна навігація з інформаційно-комп'ютерних технологій та світових інформаційних ресурсів. Smart-освіта дозволяє студентам генерувати нові знання та формувати особистість Smart-людини, яка досконало володіє інформаційно-комп'ютерними технологіями для пошуку, аналізу інформації та створенню інновацій. Темпи та рівень розвитку технологій електронної освіти започаткували нове загальноосвітнє явище – Smart-education. Це не лише система інноваційних технологічних рішень, але й нова філософія освіти. Smart-освіта – це навчання на основі використання інтерактивного освітнього середовища. Сучасна освіта не в повній мірі готує майбутніх фахівців для роботи і життя в Smart-суспільстві. Через прискорення технологічного процесу протягом життя однієї людини змінюється кілька технологічних циклів. Для забезпечення конкурентоспроможності людини на ринку праці освітні програми повинні стати більш компактними і мобільними.

Концепцією Smart-освіти є створення інтелектуального середовища, безперервного розвитку компетентностей учасників освітнього процесу, включаючи заходи формального і неформального процесу навчання на основі новітніх технологій.

Метою Smart-освіти є забезпечення майбутніх фахівців необхідними навичками для реалізації успішної професійної діяльності в умовах цифрового суспільства та розвиненої економіки. Така освіта надає можливість студентам навчатися, використовуючи електронні навчально-методичні комплекси, що містять лекційні та лабораторно-практичні матеріали, матеріали для тестування, літературу для вивчення курсу, завдання для самостійної роботи, питання для підсумкового контролю, можливість переглядати роботи студентів, які опанували курс за попередні роки.

Завданням викладача є спрямування роботи студента на досягнення поставленої мети навчання. Використовуючи Smart-підходи, необхідно структурувати роботу студента, розробити чіткий сценарій заняття з конкретними завданнями, вимогами до їх виконання та критеріями оцінювання.

Важливим фактором при цьому є мотивація навчання, що дозволяє зацікавити студента у здобутті знань, віднайти стимули щодо активізації самостійної пізнавальної діяльності, творчого наукового пошуку.

Smart-освіта – це застосування в освітніх цілях смартфонів, планшетів, інтерактивних дошок – смартбордів, інших пристроїв із доступом до Інтернету, а також різноманітних навчальних програм та додатків. Необхідною умовою для Smart-платформи є створення інтегрованого інтелектуального віртуального середовища для навчання з освітнім контентом, що розробляється, вдосконалюється всіма учасниками навчального процесу.

Зазначимо, що перехід до Smart-технологій формує нові вимоги до науково-педагогічних працівників: викладачі мають бути не тільки добре обізнаними у професійній царині, а й мати широкий світогляд, світосприйняття, вміти використовувати сучасні технології для роботи як з інформаційними ресурсами, так і з молоддю. Smart-підходи передбачають не надання готових знань, а створення умов для набуття молоддю власного досвіду і навичок. Тобто за концепцією Smart-навчання функцією викладача стає якісна навігація контентом, а не трансляція готових істин і передача знань [2]. Smart-освіта відкриває перед викладачами нові можливості: обмінюватись досвідом та ідеями, більше часу приділяти науковій роботі, персоналізувати курс навчання в залежності від його завдань і компетентності слухача, економити час. Викладач Smart-освіти – це людина, яка представлена в мережі Інтернет через: презентацію курсів; консультування; перевірку завдань; проведення очних і заочних семінарів; відео- та веб-конференцій; відео-лекцій; дистанційне навчання; віртуалізацію наукових досліджень тощо [2].

Smart-технології використовуються для реалізації освітніх програм, які полягають не лише в інструментальних технологіях ведення навчального процесу, але і в інноваційних навчальних планах і дисциплінах. Саме Smart-технології дозволяють розробляти новітні навчально-методичні матеріали, а також формувати індивідуальні траєкторії навчання для студентів.

За ідеями Smart-освіти сучасні навчальні курси мають бути розроблені в новому форматі: крім забезпечення засвоєння знань, навичок та умінь вони одночасно мають мотивувати особистість до навчання. Адже зацікавити сучасного студента простими текстовими посібниками вже практично неможливо. Необхідно створювати такий сценарій, який би захоплював і спонукав до творчої та наукової діяльності сучасну молодь. Навчальні курси повинні бути інтегрованими, тобто включати в себе і мультимедійні фрагменти, і зовнішні електронні ресурси. На думку Н.В. Тихомірової Smart-курс повинен на 80 % складатися із зовнішніх джерел, розвиватися самостійно за рахунок підключень до різних каналів, при цьому дозволяти слухачу створювати власний контент[3].

Дистанційна освіта, як складова Smart-технологій, стає лідером і дає можливість навчати студентів за допомогою відеокурсів на YouTube та iTunes, які користуються попитом у студентів. Широкий доступ до електронних навчальних матеріалів через Smart-технології та засоби ІТ спрямовує студента на самостійне здобуття професійних компетенцій. Навчання студентів набуває більшої персоналізації, що стає підґрунтям розробки персональних освітніх програм, зорієнтованих на інтелект, творчість та креативність майбутніх фахівців.

**Висновки.** Отже, безперервна освіта – це складова Smart-суспільства. Особистість навчаючись протягом життя, набуває загальнолюдські, життєстверджувальні, професійні компетентності, щоб на ринку праці бути конкурентноспроможним у Smart-суспільстві. Smart-освіта є формуючою парадигмою в освіті. Складова «Smart» визначає властивості системи або процесу, що проявляються у взаємодії з оточуючим середовищем, котре реагує на зміни й адаптацію в системі освіти. Smart-освіта становить собою таку освітню систему, що покладена в основу освіти нового типу, яка передбачає адаптивну реалізацію навчального процесу в якому використовуються інформаційні Smart-технології. Цей процес передбачає створення віртуального освітнього середовища, використання інтерактивних засобів ІКТ, регулярне оновлення і поповнення контенту і моніторингу якості освіти. Реалізація парадигми Smart-освіти спрямована на одержання знань, умінь і компетенцій у взаємодії з мінливою взаємодією із соціальним, економічним і технологічним середовищем в основі якого лежать технологічні, організаційні та педагогічні складові.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Smart-технології в Україні і світі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://molodi.in.ua/smart-tehnolohiji/>.
2. Тихомірова Н.В. Глобальная стратегия развития smart-общества, МЭСИ на пути к smart-университету. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://smartmesi.blogspot.com/2012/03smart-smart.htm>
3. Ожеван М. А., Гнатюк С. Л. Україна на шляху до «розумного суспільства» / М. А. Ожеван, С. Л. Гнатюк // Інформаційні технології як фактор суспільних перетворень: зб. аналіт. доповідей. – К.: НІСД, 2011. – С.3–27.
4. Семеніхіна О. В. Нові парадигми у сфері освіти в умовах переходу до Smart-суспільства. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: [nvd.luguniv.edu.ua/archiv/NN23/13sovpds.pdf](http://nvd.luguniv.edu.ua/archiv/NN23/13sovpds.pdf)
5. Тихомірова Н. В. Глобальная стратегия развития smart-общества. МЭСИ на пути к Smart-университету. – Режим доступу: <http://smartmesi.blogspot.com/2012/03/smart-smart.html>.
6. Умное будущее. Реформирование образования повлечет формирование нового общества. – Режим доступу: [http://elearningrussia.ru/last/e\\_learning\\_2012](http://elearningrussia.ru/last/e_learning_2012).

## СИСТЕМА ДИДАКТИЧЕСКОГО ТЕСТИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ

к. т. н., доцент Шевчук Е. В.,  
докторант Казанбаева А. С.,  
докторант Икласова К. Е.

Казахстан, г. Петропавловск,  
Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева

**Abstract.** The article describes the elements of the system of quality control of the development of educational programs based on the principles of didactic diagnosis of learning outcomes, allowing you to create a model for measuring and evaluating the level of formation of competences of students. The testing system evolution is associated with the introduction of e-learning and distance technologies and transformation of the ideas of self-monitoring of the level of education quality for students and graduates during undergraduate and postgraduate studies. There remained, however, the relevance test for expert evaluation for compliance with educational standards.

**Keywords:** university testing, higher education, quality of education, didactic units, distance education technologies, competence-based approach.

Важным звеном процесса обучения является контроль знаний и умений. От того, как он организован, на что нацелен, существенно зависит эффективность всей образовательной деятельности. Эффективная система педагогического контроля предполагает обязательное использование в качестве основного средства различных методов обоснования оценок и проведения педагогических измерений. Основная цель измерения в педагогике – это получение численных эквивалентов степени выраженности интересующего признака [1].

Современная дидактика выделяет следующие методы контроля: методы устного контроля, методы письменного контроля, методы практического контроля, дидактические тесты (тестирование), наблюдение и другие (графический контроль, методы программированного и лабораторного контроля и т.д.), практически каждый из этих методов в определенной мере позволяет провести измерение или оценивание учебных достижений.

Система тестовой диагностики результатов обучения была трансформирована в направлении контроля качества образования. Следует отметить, что внедрение инновационных образовательных технологий в непрерывном образовании становится все более эффективным инструментом профессионального развития [3].

Направление тестовой диагностики в истории высшего образования связано с оцениванием знаний и пониманием концепций по завершению курса фундаментальных наук. Тестирование, как правило, является составной частью текущей, рубежной, промежуточной, итоговой аттестации, входит в балльно-рейтинговую систему. Также с помощью тестирования можно проводить входной контроль и проверку остаточных знаний. Повсеместно тестовые задания представлены широким разнообразием форматов и разными уровнями сложностей.

Основными отличиями тестов от прочих способов контроля знаний являются их формализованность и более высокая степень объективности проводимого с их помощью оценивания знаний, обеспечиваемые за счет стандартизации вопросов и ответов, особой процедуры проведения тестирования, способов обработки результатов, подтверждения качества теста (определения надежности, валидности).

Дополнительно с этим, возникло направление в тестировании, которое связано с оценкой качества учебного процесса, образовательных организаций.

Система тестовой диагностики студентов представлена, прежде всего, традиционным тестированием уровней полученных знаний, умений и навыков, компетенций, а также дополнительным тестированием с целью оценки качества образования.

Тесты могут использоваться на любом этапе обучения. Одни из них предназначены для оценки готовности учащихся к освоению нового учебного курса, другие для выявления конкретных пробелов в знаниях учащихся с целью планирования необходимой целенаправленной корректирующей работы, третьи для прогнозирования дальнейшего процесса обучения. Основное тестирование включает проведение входных, текущих, рубежных

контролей, промежуточной аттестации по каждой учебной дисциплине, государственной итоговой аттестации.

Оценку качества обучения можно разделить на внешнюю и внутреннюю, они должны быть сопоставимы между собой по методике и регламенту проведения. Внешнее тестирование студентов происходит в процедуре государственной аккредитации, который носит предаккредитационный характер, а также при плановых и внеплановых проверках. Внутривузовское тестирование носит характер полного или выборочного самообследования, мониторинга эффективности вуза с оценкой качества подготовки по одной или нескольким дисциплинам, или по образовательным программам, а также может иметь репетиционное значение перед аккредитацией.

Механизмы гарантий качества образования определяются Стандартами и Директивами Европейской ассоциации гарантии качества в высшем образовании. В них указано, что уровень знаний студентов должен оцениваться на профессиональной основе с учетом современных достижений в области тестовых и экзаменационных процедур, которые отражают эффективность организаций процесса обучения в вузе.

Одной из главных экспертиз государственной аккредитации основных образовательных программ высшего образования направленной на установление соответствия содержания и качества подготовки выпускников является интернет-тестирование студентов. Целью тестирования в процедуре государственной аккредитации является своевременное выявление, оценивание и анализ течения учебного процесса на соответствие и выполнение требований государственных общеобязательных стандартов образования. При этом в реализации основных образовательных программ высшего образования большую актуальность приобретают контролирующие дистанционные образовательные технологии [2].

Объектом измерения качества подготовки при тестировании являются знания обучающихся на каждом этапе изучения дидактических единиц учебных дисциплин и в целом дисциплины. Общепринято, что дидактические единицы это темы учебных занятий.

Инструментом оценки качества обучения является дидактические тестовые задания, которые охватывают все разделы и темы занятий.

В настоящее время в вузах по всем учебным дисциплинам накоплены обширные базы разнообразных тестовых заданий. Представляется необходимым дифференцировать их целесообразно применению. С учетом десятилетнего опыта проведения тестирования студентов, выделим следующие группы тестов по их назначению:

- тесты входного контроля (по семестрам);
- тесты для текущего контроля по темам лекций;
- тесты рубежных контролей (укрупненных дидактических единиц);
- тесты для семестровых контролей;
- тесты для промежуточной (итоговой по дисциплине) аттестации;
- тесты для самообследования учебного процесса или мониторинга качества знаний;
- тесты для аккредитационного тестирования;
- тесты для самоконтроля в обучающем и контролирующем режимах;
- тематические тесты для различных учебных конкурсов и олимпиад.

Для каждой такой группы из общей базы тестовых заданий имеются свои характерные особенности построения и организации проведения. Особое влияние уделяется иллюстрациям, наглядности каждого тестового задания [5].

Имеющийся опыт дидактического тестирования для управления качеством процесса обучения позволяет выделить следующее:

1. Это мониторинг качества подготовки студентов. Компьютерное внутривузовское тестирование в рамках мониторинга качества подготовки проводилось как во время промежуточной аттестации, так и в течении остальных семестров после нее. Дидактические тесты для мониторинга качества подготовки должны иметь высокий уровень сложности, представляя выборки из полных баз тестовых заданий (использование для тестирования при рубежных контролях).

2. Возможности сайта СКГУ имени М. Козыбаева позволяют охватить большое количество студентов по всем обеспеченным тестовым материалам, выложенных через систему управления дистанционного обучения e-learning. Система компьютерного тестирования учебных достижений позволяет проводить контроль по всем установленным на сайте тестам в качестве самоконтроля, входного контроля по учебным дисциплинам, проверки остаточных знаний.

3. Дидактическое тестирование учитывается в балльно-рейтинговой системе, внедренной в учебный процесс по всем дисциплинам.

4. Дидактическое тестирование представлено в системе менеджмента качества. Управление качеством образования в условиях реализации государственного общеобязательного стандарта образования обеспечивает внутренние гарантии качества подготовки обучающихся и выпускников. Нет не одного вуза который бы остался в стороне от процессов разработки и совершенствования системы качества организации высшего образования.

Среди современных методов контроля знаний тестирование в силу ряда причин, несомненно, занимает, одну из лидирующих позиций. В связи с этим технические и методологические вопросы тестирования представляются весьма актуальными.

На протяжении ряда лет в СКГУ имени М. Козыбаева ведется активная работа по использованию тестирования при проведении контрольно-оценочных процедур.

Таким образом, в вузе имеется значительный опыт проведения тестового мониторинга качества подготовки, повышения квалификации и переподготовки специалистов, который отражает историю использования инновационных технологий в обеспечении качества образовательного процесса.

В создании тестовых заданий наступило время решения новых актуальных задач – это необходимость продолжить разработку тестов остаточных знаний. В условиях компетентностно-ориентированной модели организации образования необходимо совершенствование тестов, которые включают дисциплинарный, дифференцированный подход, составление тестовых заданий основанных на компетентностном, интеграционном и междисциплинарном подходах. Разумным шагом является конкурсы и олимпиады не только по результатам тестирования, но и по созданию тестовых заданий. Необходимо компетентное экспертное обсуждение, оценка и рецензирование тестов, утверждение их соответствующей комиссией.

Внутривузовское тестирование проводимое на основе последовательного внедрения в учебный процесс электронного образования и дистанционных образовательных технологий, трансформируется в направлении самообследования качества подготовки обучающихся в рамках дипломного и постдипломного образования. Вместе с тем значение внутривузовской системы тестовой диагностики остается актуальным для экспертизы на соответствие требованиям образовательных стандартов.

Хотелось бы отметить, что наряду с положительными характеристиками тестирования можно выделить также отрицательные:

- большая вероятность выбора ответа наугад;
- проверка лишь конечных результатов действий;
- затруднение со стороны преподавателя, а чаще невозможность проследить логику рассуждений учащихся;
- категоричность оценки выполнения задания – задание выполнено правильно и полностью и задание не выполнено.

Для решения выше изложенных отрицательных характеристик тестового контроля имеет смысл рассмотреть организацию измерения знаний в виде тестов в открытой форме.

К заданиям открытого типа относятся два вида – задания дополнения и задания свободного изложения. Отличительной особенностью заданий свободного изложения является то, что для их выполнения испытуемому необходимо самому записать одно или несколько слов (цифр, букв; возможно словосочетаний или даже предложений). Они предполагают свободные ответы испытуемых по сути задания. На ответы не накладываются ограничения. Однако формулировки заданий должны обеспечивать наличие только одного правильного ответа. Чаще всего задания со свободным изложением ответа используют в психологических, социологических тестах, а так же тестах интеллекта.

При компьютерном тестировании с целью определения уровня учебных достижений наличие эталонных вариантов ответов обязательно, более того – надо отметить особенность компьютерного тестирования – вводимый ответ испытуемого сравнивается с эталоном посимвольно, т. е. при наличии нескольких вариантов правильных ответов, синонимов и т. п. в эталонных ответах указываются все варианты.

Главной трудностью при составлении заданий открытого типа является соблюдение основного требования к тестовым заданиям – наличия однозначного правильного ответа. Существует несколько приемов, которые позволяют формализовать ответ, сделать его однозначным [8].

Предположим, что тестовая система принимает и анализирует ответы на естественном языке, какими характеристикам она должна соответствовать для интерпретации ответа обучаемого? Во-первых необходима организация взаимодействия системы и преподавателя - блок формирования заданий по заданной предметной области, во-вторых часть реализующая сам процесс тестирования, в котором после введения ответа нужно сопоставить ответ обучающегося с правильным ответом преподавателя. При правильном ответе система должна перейти на следующий ответ или выход, при неправильном ответе определить меру схожести ответа студента по отношению к правильному ответу эксперта. При невозможности найти схожесть ответов оценка за данное задание будет равняться нулю [9].

Затруднения в поиске схожести предложений могут быть связаны с тем, что обучающийся дал неполный ответ, сделал орфографические ошибки в написании слов либо использовал синонимичные слова. В связи с этим возникает необходимость использования словаря синонимов для определения схожести высказываний.

В обычных информационных системах большинство методов поиска текстовой информации основаны на использовании определенных наборов заранее определенного документа например, метаданных - ключевых слов или индексы терминов, характеризующих содержание текстов [10]. Пользовательские запросы преобразуются с использованием индекса в информационные запросы, выраженные логическим сочетанием терминов с введением вектора. Вероятностные подходы могут также использоваться для учета таких функций, как распределения информации о совпадении их отношения, полученные на основе поиска информации из тезаурусов. Как правило, составлять такие тезаурусы вручную в очень трудоемкий процесс и часто построены только для обозначения общей терминологии. Термины из тезауруса первоначально представляют собой формально написанные описания научных концепций и определений, которые могут не соответствовать реальному использованию и написанию в используемых текстах. Кроме того, разработанный тезаурус для одного типа текста может быть менее эффективным или неприменимым при использовании с другим [11].

Разработка концепции связана с пониманием смысл слов или фраз. Для расчета подобия нужно рассчитать смысловое сходство и синтаксическое сходство. Это позволит назначить меру подобия для каждого смысла и ввода фразы пользователя. Затем слова сортируются на основе меры подобия [12]. Для этого предварительно формируется словарь синонимов по данной предметной области. Каждая запись в словаре перечисляет набор близких синонимов и описывает различия между ними. Будем использовать термин кластер в широком смысле обозначает как близкие синонимы от записи, так и их отличия. цель состоит не только в том, чтобы автоматически извлекать знания из одного такого словарь для создания лексической базы знаний близких синонимов, но и разработать общий метод, который может быть применен к любому такому словарю с минимальной адаптацией. Полагаем, что язык записей содержит достаточную регулярность, позволяющую автоматически извлекать из них знания.

Прежде чем система сможет извлекать различия между близкими синонимами, ей необходимо изучить набор слов для каждого класса. Затем, во время фазы экстракции, для каждого предложения (или фрагмент предложения) программа решит, какой класс выражен, с какой силой и какой частотой. Словари важны для развития системы понимания смысла предложений. На основании семантики слов, содержащихся в словарях, начинается процесс интерпретации значения предложения.

Факторы влияющие на качество тестов открытого типа:

- 1) краткие и однозначные ответы;
- 2) необходим только один ответ (без выбора вариантов);
- 3) простые формулировки вопросов;
- 4) невозможно угадать ответ.

Главное преимущество таких заданий – невозможность угадывания ответа, а большой недостаток – это трудность в формализации правильного ответа.

Тестовые задания открытого типа применимы там, где необходимо исключить вероятность получения правильного ответа посредством угадывания и тем самым повысить качество педагогических измерений. Такие задания являются наиболее сложными и для создателей теста, так как требуют учитывать множества правил, и не менее сложными для обучающихся, так как показывают истинные знания.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аванесов В. С. Композиция тестовых заданий. 2 изд. М. Адепт, 1998.– 217с.
2. Гусаков В. П., Куликов В. П., Панченко К. А. Организация on-line тестирования. «Актуальные проблемы высшей школы в третьем тысячелетии». Материалы международной научно-практической конференции, Петропавловск, 2002.
3. Гусаков В. П., Шевчук Е. В., Редикарцева Е. М. Модели и технологии оценки знаний методом компьютерного тестирования. Алматы, 2008.
4. Иванова Л. А., Голубева Н. С. Активизация самостоятельной работы студентов с использованием дидактических возможностей информационно-коммуникационных технологий// Инновации в образовании. 2014. №8.
5. Митрофанов К. А., Пенькова Е. А. Компетентностный подход в высшем образовании: подготовка профессорско-преподавательского состава // Инновации в образовании. 2015. №6.
6. Мутанов Г. М., Шевчук Е. В. Экспертная система оценки знаний, Омск 2001., 159 с.
7. Стандарты и рекомендации для гарантии качества высшего образования в европейском пространстве. Йошкар-Ола, 2008.
8. Опарина Н. М., Полина Г. Н., Файзулин Р. М., Шрамкова И. Г. [и др]. Адаптивное тестирование: учеб. метод. пособие – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2007.
9. Михайлов Д. В. Семантическая схожесть текстов в задаче автоматизированного контроля знаний. 8-я Междунар. конф. "Интеллектуализация обработки информации" (ИОИ-2010): сб. докл. М., 2010.
10. Гаскаров Д. В. Интеллектуальные информационные системы: учеб. для вузов, М.: Высшая школа, 2003.
11. Anindya Datta, Ryan Shaw, Debra VanderMeer and Kaushik Dutta (2013) 'Building a Scalable Database-Driven Reverse Dictionary'- VOL. 25, NO.3, pp.528-540
12. Inkpen, D; Hirst, G, Building and using a lexical knowledge base of near-synonym differences. Computational Linguistics. VOL. 32, NO.2, pp.223-262

# EFFECTIVE METHODOLOGY FOR REDUCING EROSION PROCESSES AND RESTORATION OF BIO PAVEMENT ON SLOPES IN ROAD CONSTRUCTION

*Prof. Baratasvili M.  
Prof. Gintibidze N.*

*Georgia, Kutaisi, Akaki Tsereteli State universitet*

**Abstract.** The purpose of the project is to reduce the sloping erosion processes in the construction of different categories of roads and offer a new method of restoration of integrity, which implies the creation and use of new mulching materials, To prepare the pedestal for slopes in case of necessity, arranging the gap using pet bottles. reinforcing slopes are the most urgent way when planning the highways. To reduce the erosion processes of the slopes and restore its integrity

Instead of expensive geotextile, we offer a new solution of this product - the use of secondary polyethyltrafrapalt crude. The initial results have been obtained after a small experiment. The original bottle is made from the pet bottles in accordance with the nature of the slide and geometric parameters. In the adopted draw, we have replaced alternative, local, cheap composition used in seeder. Preliminary experiments were conducted to get a green cover on difficult terrain. The material we have developed has a liquid mixture. The material offered by us is as follows: Hydrocarbon - protein substance, fresh humus, grass seed. To compare the results of the experiment we have took available and our materials. Structures were placed on a complex relief on 20 x 30 (m) area. The slope of the relief is 20 degrees. In this section, the pet grid was installed and it consist of both the composition of the mixture. At the same time, the grass was cut off from the composition of both ingredients. Wind and rain will not hurt you. The frequency and color of the grass was better stored in our composition. This was anticipated, because we only use natural proteins, its amino acid composition promotes the growth of the grass and increases soil properties.

**Keywords:** Transitional; railway; gabion; humus; construction materials; increasing transportation.

**Introduction.** Transitional relief for various infrastructure projects, the various categories of roads, the construction of railway lines is often in the mountain side of the road level to the upper and lower slopes of integrity.

It causes different levels of development erosion

This affects the reliability and increasing transportation of passengers and cargo shipment risks.

In such circumstances, the design of these processes and during construction suspension order, made by a variety of methods, reinforced concrete structures, gabions, a variety of construction materials and the use of nets.

Road side slopes integrity dissolved way to the assessment of the importance of correctly calculated the damage caused to environment and bio-diversity of the products developed under the influence of negative processes in the scale of his suspension and a short period in order to restore areas damaged by erosion.

It is important

Modern protective structures comply with not only the functional requirements (protective, restrictive, and a holder to secure the properties,) but also aesthetic.

Such devices should not affect the environmental landscape.

It is important to consider the restoration opportunities of a green landscape on the slopes.

At this time, there is underway the complete elimination of damaged terrain, and improving its aesthetic integrity.

In Akaki Tsereteli State University, at faculty of technical engineering, it is underway to solve different technical engineering problem solving.

In mountainous area is often violated by a gas pipelines, road and rail infrastructure, different geological and hydrological features slopes.

Often those open slopes is the causing of the open erosion and irreversible negative processes.

In such circumstances, the only solution is to quickly recover the green cover on the slope. But to restore the cover in a short time it is effective to use geotextile and similar merchandise, which increases the cost of construction.

In this direction has already conducted the research and based on this studies has been studied collapsed mountain slopes in different parts of the western Georgia.

For The example we have studied a variety of hub injuries around the Kutaisi.

We studied, land crashing quality and scale, intensity of collapse, approximate volume of the crumbling rocks, of this section.

PET (plastic) bottles used by using the possibilities of solving the problem We got the preliminary results, the research team intends to carry out this work in a rational results.

Based on studies conducted we estimated, that to stop a slope erosion collapse it is necessary a cultivation slopes with evergreen cover, plants must be fast-growing, whose roots, in a short period, will be able to reinforce the sliding surface layer.

PET bottles are made using secondary rupture of the nature of the slope collapsed and its geometric parameters geonet.

Studied the PET (plastic) bottles grid manufacturing capabilities.

The protective grid structure depends on the geometrical relief zones and the degree of erosion and gives the geographical area of the powerful and fast growing root system of the plants green cover recovery.

- The original production of the protective grid have been used for other materials;

Therefore a relief adapted net is cheap

Another important advantage of it is that it can be tuned on the ground, does not require special equipments, which makes it easier to be easily installed.

- After installation of the original grid, in the inner contour of the grid will be planted geographical location corresponding fastest-growing, massive root system, perennial plants.

- It provides to restore the green cover in a short time.

This, in turn, provides to restore a crumbling slope, at the expense of recovery its surface structure.

Transitional relief for various infrastructure projects, the various categories of roads, the construction of railway lines is often in the mountain side of the road level to the upper and lower slopes of integrity It causes different levels of development erosion

**Research aim and objectives.** Damaged terrain Geological Survey under the new arrangement of the original grid in order to reduce erosion.

- To study a various categories of the violated sections of the roads, and determination their structural parameters with the appropriate methods, and draw up maps of their remit.

Classification the slopes according to their erodibility shape and degree of damage.

- To create a map for every section and study of geometric parameters.

- Study geotextile grids around the world, determine their characteristics, opportunities to use them in Georgia and the cost calculation.

- To study a polymer remains (for instance: bottles, plastic bags and so on), and determine the possibilities of using them.

To study PET bottles physical-mechanical and structural parameters.

- Due the grid construction sorting and separating into groups according to destination.

- Manufacturing and installation of the original grid for the specific relief and qualitatively different eroded area.

- Plants species selection for the installed grids.

- Create a green cover and plants layout

- make economic calculations and comparative analysis based on existing and proposed grids Achieved results will be offered to local and foreign companies operating in the country and relevant government agencies - the Ministry of Regional Development and Infrastructure, the Railway Department, the relevant institutions of higher learning department, and more.

**Conclusion.**

- The main feature of the project is to use the PET bottles to create an original protective net. Product availability of raw materials necessary for the production of products at a low price.

- Availability of raw materials provides to the low price of product.

- At the expense of bottles resistant materials without high costs can be achieved, the original protective grid with high durability.

- Study different categories of roadside slopes, violated sections and their structural parameters using the appropriate methods.
- Create a map according to those sections.
- Drawing up each section.
- To study a polymer remains (for instance: bottles, plastic bags and so on), and determine the possibilities of using them study structural parameters of pet bottles
- According to specific neighborhoods create the Grid construction and manufacture it
- Reserving and sorting second-hand materials
- Create secondary materials processing equipment;
- Selection the evergreen plants of each studied district;
- Vegetation and restoration of the green cover and plants arrangement in the protective grid.
- Determine the area of use According to the survey based on economic calculations and comparative protection of intellectual property in order to conduct an inquiry, the relevant documentation and to get the copyright documents.
- Offer to the results achieved in the field of operating companies and interested agencies.

## REFERENCES

1. Бараташвили М. П., Гинтибидзе Н. Г. (Грузия, Кутаиси) Новое решение снижения эрозионных процессов склонов и восстановления целостности при строительстве дорог разных категорий. vi-й всеукраїнський з'їзд екологів. з міжнародною участю (Екологія / Ecology – 2017) Збірник наукових праць. VI All-Ukrainian Congress Of Ecologists With International Participation. Congress Proceedings. Україна, Вінниця. 20–22 вересня, 2017
2. Линде В. В. и Осипов П. А., Технология шелка, М., 1951; Линде В. В., Учение о шелке, М., 1940; 2. Кукин Г. Н., Равномерность шелка-сырца по тонине, М., 1954.
3. Цанава Годердзи Шалвович. Разработка нового непрерывного способа обесклеивания и обезжиривания волокнистых шелковых отходов. Автореферат на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва 1991
4. Кондратьев В. Н. Разработка технологий и средств механизации для биологических закреплений откосов. Дисс. док. тех. наук: Мн. 1994. – 651 с., 06.07.1995.
5. Кондратьев В. Н., Свирдович Т. Г., Гацунович К. А., Самбурский Г. А., Карловский В. Ф.: Пособие по укреплению откосов каналов, дамб и плотин гидропосевом трав с применением водорастворимых синтетических полимеров. Мн. БелНИИМиВХ, 1997. – 75 с.
6. Создание геотекстильных материалов из вторичного РЕТ (полиэтилентерефталат) сырья с целью защиты склонов от эрозии и восстановления структуры Бараташвили М. П., Гинтибидзе Н. Г. Zbiór artykułów naukowych inżynieria i technologia. priorytetowe obszary badawcze: Od teorii do praktyki. Lublin (PL) 28.02.2017.

# PROCESS DEVELOPMENT AND ANALYSIS OF AN INFORMATION CHAIN FOR SUSTAINABLE PRODUCTION IN APPAREL PRODUCTION

Elena Atanasova Blagova

*Bulgaria, Blagoevgrad, South-West university "Neofit Rilski", Faculty of engineering, department "Mechanical engineering and technologies", Assistant prof.; PhD student in Technical university - Sofia, Faculty of Power Engineering and Power Machines, department "Textile technics and technologies"*

**Abstract.** The purpose of this paper is to present a research, development and analysis of study about information chain and customer behavior in apparel production and retailing. This is important for apparel manufacturing and organization of the process. Conventional mass production isn't suitable to fulfill the customer's demands due to high individual preferences. Through analyzing the information of the sales in store, the designers and manufacturers are able to create fast selling production, combined with the capabilities of the production line and individual demands. By means of tracking, systematizing and analyzing of data about the customer's preferences, successful methodology of customers' demands predicting methodology was created.

**Keywords:** apparel production, apparel customization, information chain, manufacturing management systems

**Introduction.** Due to the increasing share of intelligent systems within the process chain, supply chain management (SCM), automatization, e-commerce and etc. apparel manufacturers are able to reduce the impact of labor costs and increase the added value of the mass production. But the global clothing market has been restructured and outlined two main types of consumer behavior:

- Search for individual clothing and clothing models
- Internet shopping.

The fast fashion is one of the leading forces at the market. And if the electronic purchase of goods is limited to the customer choosing from the merchandise offered by the merchant, in real stores the demand becomes more individual and customized. On the spot in the store, the customer expresses his preference and if he is not satisfied, he would quit the purchase and continue the search.

This has resulted in multi-dimensional retail production of garments, which are also not always sold quickly and with the real added value. This affects revenue and, respectively, payment in the next clothing production cycle.

The study was conducted in an elite company for the production of men's and women's trousers and skirts (Kyustendil, Bulgaria), a leading company in South-West Bulgaria. This was done after necessary data collection, calculations, personal interviews of retailers, and a case-based approach. Most companies in Bulgaria are oriented towards ready-made garment production but those who produce their own products are looking for every possible niche to establish positions on the market. In addition to branding, clustering in associations for stronger positions on the domestic market, deployment of enterprise resource planning (ERP) and specific activities [1,2,3] companies are also targeting individualization of the output.

This in turn has led to the need to examine customer preferences, systematise the information received, and classify it according to different criteria.

Data were collected in two geographical regions in Bulgaria. Due to the nature of this research the obtained results are limited and may not be generalised.

**Experimental part.** In this research a men's classic trousers are chosen. For two years, a customer survey was conducted by an elite sewing company to sum up customer preferences about the products that the company produces. In order to achieve fast selling clothing, a poll was done among 11 wholesalers who purchases from the warehouse of the company, respectively with 23 stores, in Central and South-West Bulgaria.

The questionnaire included questions about customer demands divided in:

1. Geographic position of the store in Bulgaria;
2. Sizes;
3. Dress code, business or special occasions;

4. Model, design of the trousers;
5. Preferences for the textile material;
6. Color;

The survey conducted in the store network on customer opinions and preferences is:

1. Size preferences that correspond to certain metric data of the garments produced by the company, with the geographical location of each commercial object being noted;
2. The customer's opinion on the product sought and on what occasion is being purchased (work, special occasion);
3. Seasonal search or renovation of available clothes in the wardrobe-  
a) model preferences; b) material; c) color.

By the order of the listed criteria, the systematic results of the survey show:

For Central and Southwestern Bulgaria:

1. The mass sizes purchased are 52 to 64 in size [4], the dimensions are grouped according to the "Waist circumference", where size 176/100/94 is assimilated to № 52 of the products of the company up to 176/120 / 124- corresponding to 66;
2. Trousers combining business and formal wear;
3. Season:

3.1. Spring/ Summer-

- a) classic straight leg trousers, two side slip pockets and two back pockets (four pockets trousers);
- b) cotton, cotton/polyester and linen;
- c) black, dark blue and beige.

3.2. Fall/Winter:

- a) classic straight leg trousers, two side slip pockets and one back pocket(three pocket trousers);
- b) corduroy (thick ridges), heavy cotton and wool/polyester
- c) black, graphite, dark navy blue and dark green

For South Bulgaria region:

1. Sizes 52-66;

2. Trousers combining business and formal wear;

3. Season:

3.1. Spring and Summer-

- a) classic straight leg trousers, two side slip pockets and two back pockets (four pockets trousers);
- b) cotton, cotton/polyester and linen;
- c) black, dark blue, grey and beige.

3.2. Fall/ Winter:

- a) classic straight leg trousers, two side slip pockets and one back pocket(three pocket trousers);
- b) corduroy (thin ridges) and heavy cotton;
- c) black, graphite, dark navy blue and dark green and camel

Last but not least, personal attitude and special attention to the client is a psychological prerequisite for user satisfaction and any additional information is important for the successful realization of the products.

**Results.** As a result of the systemized and aggregated data, the following grouping of customer preferences was made (Fig.1).

The results of presented research are used to coordinate and improve the production process of the apparel, and have been used for organizing the flow line and decreasing the production times.

**Conclusion.** Through the questionnaire and the structured grouping of the systemized results, the process of pre-search and predictive demand was optimized and suggested as a planned behavior. The manufactured products for the purpose were exhausted from the warehouse in a timely manner and the realized sale was at a real price and with real added value of the sewing products. Following details were obtained:

- Information of sales-Customer buying behavior tracking, and:
- Full control of incomes and predictive analytics, divided to:
  - value,
  - diversity,
  - store position and
  - season.

Once this method has been verified within 4 consecutive seasons (January 2007 to December 2008), the developed solution has been accepted by the manufacturer as an essential

prerequisite for development and deployment of POS (Point of sale) information solutions from the point of sales and linking them to the overall production management system, developed by enterprise and according to the specificity of the activity [5].

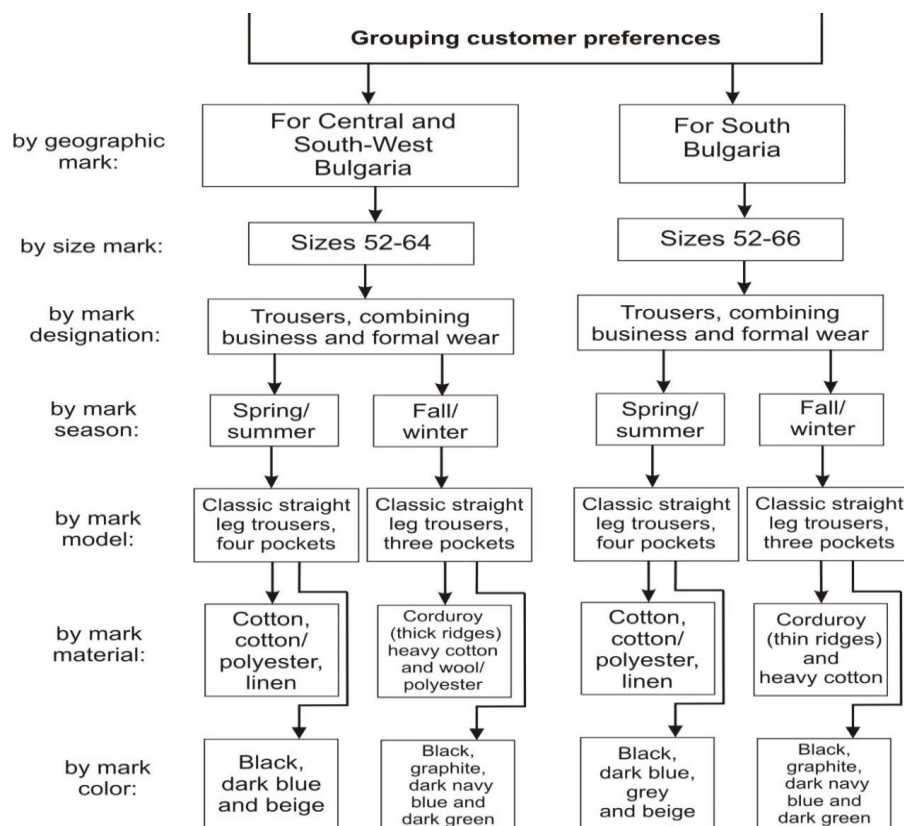


Fig. 1. Grouping of customer preferences

## REFERENCES

1. Paleva-Kadiyska Bl., Blagova E., Methodology for initial professional education in the field of the sewing industry, Abstract, XIX National Textile Conference NTC 2017, 25–27 October 2017, Gabrovo, Bulgaria, Book of abstracts, p.337.
2. Womack, J. P. and Jones, D. T. (2003). Lean Thinking. 1st Free Press ed., New York: Free Press.
3. Blagova, E., Petrov, Hr., Classification of modern software applications in sewing industry, "Textiles and Clothing", no. 12, 2016, ISSN 1310-912X, pp4-10. (in Bulgarian)
4. BDS 8372-89 Typical male figures and their dimensional signs (in Bulgarian)
5. Blagova E., Paleva-Kadiiska Bl., Research on factors related to planning and provisioning of production in sewing industry under outsourcing and ERP, Proceedings of International Scientific Conference "Technique, Technology and Education" ICTTE 2017, p.100- 104.(in Bulgarian)
6. Koraliev, Y., Supply chain management, Sofia: Publishing complex - UNWE, 2013. (in Bulgarian)
7. Ertekin, Z.O. and Atik, D., "Sustainable markets: motivating factors, barriers, and remedies for mobilization of slow fashion", Journal of Macromarketing, 2014, Vol. 35 No. 1, pp. 53-69.
8. Pookulangara, S. and Shephard, A., "Slow fashion movement: understanding consumer perceptions – an exploratory study", Journal of Retailing and Consumer Services, 2013, Vol. 20 No. 2, pp. 200-206.
9. Yuri Lee, Doris H. Kincade, US apparel manufacturers' company characteristic differences based on SCM activities, Journal of Fashion Marketing and Management: An International Journal, Vol. 7 Issue: 1, pp.31-48.

# EXPERIMENTAL STUDY ON THE DRYING OF PARSNIP IN A ROTATING-PULSED FLUIDIZED BED

Assist. Professor Lazarov L. V.,  
Professor Djurkov T. G.,  
Assist Professor Ivanova T. A.,  
Vasilev M. T.

Bulgaria, Plovdiv, University of food technologies

**Abstract.** Drying of parsnip cubes in a rotating-pulsed fluidized bed under varying process parameters was studied. Three different drying temperatures were applied: 40°C, 50°C and 60°C. The impact on the process of the disc rotation frequency creating the pulsations of the drying agent was surveyed. Studies were carried out at different velocities of the drying agent and different loading of the supporting grid. Drying curves were generated characterizing each experiment.

**Keywords:** parsnip, drying, rotating-pulsed fluidized bed

**Introduction.** Parsnip (*Pastinaca sativa*) is a tuber comparable to carrots. Parsnip roots can be used in a similar fashion like carrot roots. Parsnip roots are slightly sweeter, especially when heat-treated [1]. Parsnip fruits are longitudinally flattened and they consist of two halves with membranous edges [5]. Parsnip is high in vitamins and minerals, notably potassium, which amount to 375 mg per 100 g of raw material. Parsnip also contains some B vitamins as well as vitamins C, E and K [6]. It is dried in order to improve its keeping qualities. Vegetables are usually dried in chamber dryers, tunnel dryers, and belt dryers. The process of drying takes place in a stationary bed of material aerated by heated air, which determines the low intensity of heat and mass transfer increasing drying time and limiting the temperature of the drying agent. The drying time of diced tubers in a stationary bed is at least 150 min. [2].

To accelerate the process, fluidized bed dryers are used where the particles of the product are processed in a fluidized state [4]. The highly intensive drying process allows for the usage of low temperatures of the drying agent, which presupposes the preservation of the valuable heat-sensitive components of the processed product. When dried, parsnip can be milled into flour and incorporated into various food products.

**Materials and Methods.** In order to study rotating-pulsed fluidized bed drying, we used parsnip available on the market in the city of Plovdiv. Parsnip roots were diced into cubes of about 3 mm side length so that the product could be fluidized uniformly. The physical parameters of the parsnip cubes are given in Table 1.

Table 1. Physical Parameters of the Parsnip Cubes

|                                                |                      |
|------------------------------------------------|----------------------|
| Width, a [m]                                   | $3.29 \cdot 10^{-3}$ |
| Length, l [m]                                  | $3.01 \cdot 10^{-3}$ |
| Height, h [m]                                  | $2.41 \cdot 10^{-3}$ |
| Particle volume, $V_p$ [m <sup>3</sup> ]       | $2.39 \cdot 10^{-8}$ |
| Equivalent particle diameter, $d_e$ [m]        | $3.57 \cdot 10^{-3}$ |
| Particle surface, $F_p$ [m <sup>2</sup> ]      | $5.02 \cdot 10^{-5}$ |
| Particle shape factor, $\Phi$                  | 0.79                 |
| Particle density $\rho_p$ [kg/m <sup>3</sup> ] | 906.3                |

The initial moisture content of the product ( $u=3.89$  kg/kg) was measured via the conventional method, i.e. drying until constant mass is reached.

The drying of parsnip in a fluidized bed was carried out in a laboratory rotating-pulsed fluidized bed dryer, mentioned in the bibliography [3]. In view of the purpose of the study, the mechanical agitator was removed since it was not necessary to additionally activate the fluidized bed. The drying agent used was atmospheric air blasted by a centrifugal fan and heated by an electric air-heater.

Concerning the drying agent, three fixed temperature modes were chosen, namely 40°C, 50°C and 60°C. When higher temperatures of the drying agent are used, parsnip may lose its valuable heat-sensitive substances.

On the basis of the technical parameters of the dryer, three rotation frequencies of the disc-shaped gas distributor were opted for: 21 min<sup>-1</sup>, 126 min<sup>-1</sup> and 187 min<sup>-1</sup>, the first and the third one

being the minimum and the maximum rotation frequencies of the dryer. The frequency of  $126 \text{ min}^{-1}$  was chosen in order to analyse the parameters of the drying process in the mid-frequency range.

During the experiments, the air velocities in the drying chamber were  $2.2 \text{ m/s}$  and  $2.8 \text{ m/s}$ . These velocities are higher than the minimum velocity needed for fluidizing the parsnip pieces and they guarantee the adequate fluidization of the bed. At velocities higher than  $2.8 \text{ m/s}$ , the smaller particles are carried away by the drying agent flow, which leads to undesired losses.

The dryer loads were chosen in accordance with the dryer throughput:  $1 \text{ kg}$  and  $1.5 \text{ kg}$  of parsnip.

The temperature of the drying agent was  $50^\circ\text{C}$  in order to analyse the effect of the gas velocity in the chamber, the rotation frequency of the disc-shaped gas distributor and the dryer load on the drying process. This temperature mode allows for reduction of the drying time without losing the heat-sensitive components of parsnip.

The experiments were conducted in the following order:

- Heating of the non-loaded dryer until the preset temperature is reached;
- Loading the dryer with the necessary amount of material;
- Sampling the drier material at regular time intervals starting from the beginning of the drying process:  $3.33 \text{ min}$ ,  $6.67 \text{ min}$ ,  $10 \text{ min}$ ,  $20 \text{ min}$ ,  $30 \text{ min}$ ,  $40 \text{ min}$ ,  $50 \text{ min}$ ,  $60 \text{ min}$ .
- Diverting the dried product.

For all experiments, the maximum length of the process amounted to  $60 \text{ min}$ .

**Results of the Research.** On the basis of the measurements, parsnip drying curves were plotted for various process parameters.

Figure 1 shows the drying curves of the parsnip cubes for different temperature modes of the drying agent:  $40^\circ\text{C}$ ,  $50^\circ\text{C}$  and  $60^\circ\text{C}$ .

Figure 1 makes it clear that the process intensity is greatest at a maximum temperature of  $60^\circ\text{C}$ . As regards all three chosen temperatures, two periods of drying can be distinguished. The first period of drying, in which the surface moisture is eliminated, goes on for  $10 - 20 \text{ min}$ . During the second period of drying, the removal of water is greatly slowed down due to the effect of the internal diffusion resistance during the transfer of moisture from the interior to the surface of the particles.

The chosen maximum drying time of  $60 \text{ min}$  is insufficient to obtain the desired target moisture content of  $0.075 \text{ kg/kg}$  at the drying agent temperature of  $40^\circ\text{C}$ .

Changing the rotation frequency of the gas distributor does not influence significantly the drying time (Fig. 2). This is attributable to the high-quality mixing of the particles with the chosen revolutions of the gas distributor. No considerable differences in the drying curves at  $21 \text{ min}^{-1}$  and  $126 \text{ min}^{-1}$  were discovered. At the highest rotation frequency of  $187 \text{ min}^{-1}$ , the drying time is slightly reduced.

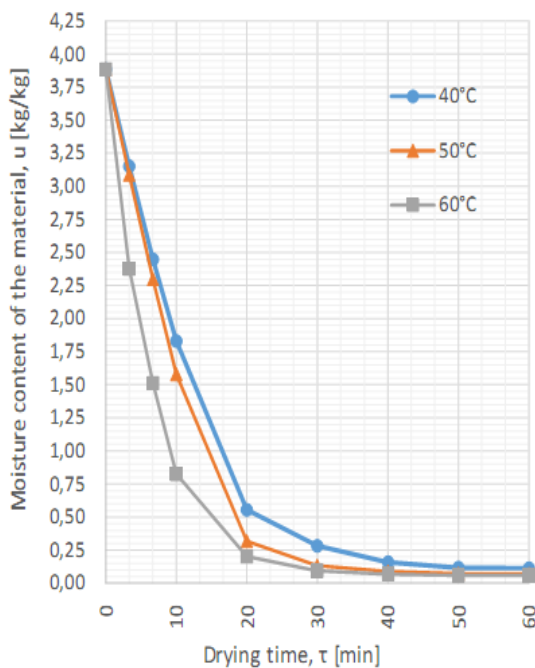


Fig. 1. Drying curves of the parsnip cubes for different temperatures of the drying agent

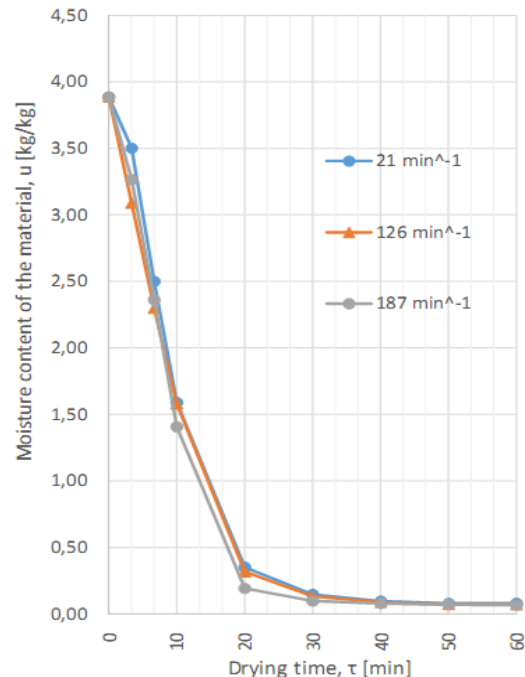


Fig. 2. Drying curves of the parsnip cubes for different rotation frequencies of the gas distributor

The effect of the drying agent velocity on the drying of the parsnip cubes was studied. Fig. 3 shows the drying curves for different gas velocities in the chamber, namely 2.2 m/s and 2.8 m/s. During the first period of drying, velocity has a greater impact on the intensity of evaporation due to the vaporizing of surface moisture. During the second stage of drying, there are almost no differences in the moisture contents for the various air velocities.

The drying of parsnip for different material loads on the grid, i.e. 1 kg and 1.5 kg, was also studied. Fig. 4 shows the drying curves for different material loads. The diagram manifests that with lighter loads the drying time is reduced. The most obvious differences in the elimination of moisture are visible during the first stage of drying.

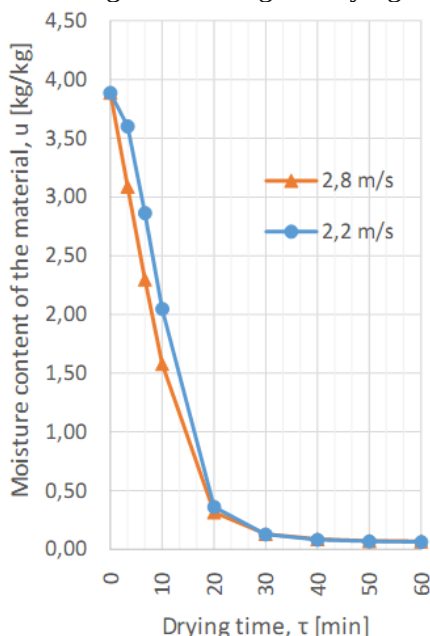


Fig. 3. Drying curves of the parsnip cubes for different gas velocities in the drying chamber

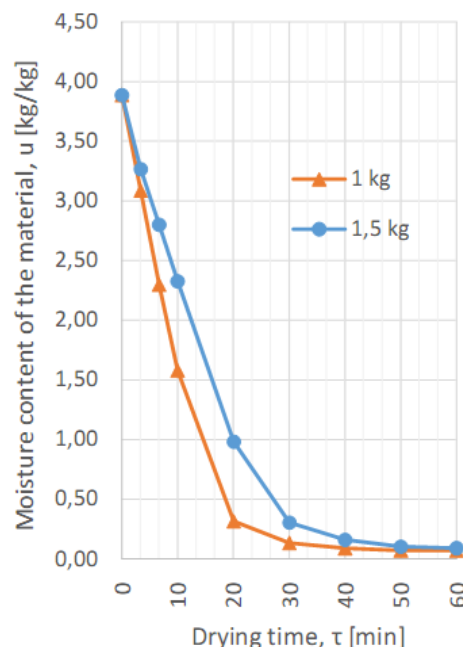


Fig. 4. Drying curves of the parsnip cubes for different loads of the dryer

### Summary of Results.

1. The experiments conducted allow for making a distinction between the lengths of the first and the second periods of drying for all the temperature modes used. The first stage of drying goes on for 10 – 20 min starting from the beginning of the drying process, depending on the chosen temperature mode.
2. The rotation frequency of the gas distributor does not influence significantly the intensity of the process.
3. The intensity of drying is affected by the velocity of the gas in the chamber, basically during the first stage of drying. During the second period of drying, there are no considerable differences in the moisture contents of the material dried with different gas velocities.
4. With lighter material loads on the grid, the drying time is reduced. This is most evident with the first period of drying.

**Conclusion.** The present study shows that the rotating-pulsed fluidized bed drying of parsnip intensifies greatly the process of drying while simultaneously reducing the drying time in comparison with the conventional methods of drying in a stationary bed of product [2]. This allows for the application of temperatures of the drying agent of 50°C or lower, which helps in the maximum preservation of the valuable components of parsnip.

### REFERENCES

1. Alleman G., Webb D., Smith S., (2011). Parsnips: Natural Weight-Loss Foods – Discovery Health, Publications International.
2. Bugrova L., (1971). Technology of drying white roots in cubes – Konservnaya i ovosushil'naya promyshlennost', 8, p. 11 – 13. (in Russian)
3. Djurkov T. G., Lazarov L. V., (2016). Heat and mass transfer research on the drying of cut tobacco in a rotating-pulsed fluidized bed dryer. Proceedings of the 2016 International Conference "Advanced Technology & Sustainable Development", Ho Chi Minh City, Vietnam, August 21 -23, p. 494 - 500.
4. Elenkov V., (1988). Drying and Drying technics – Zemizdat, Sofia. (in Bulgarian)
5. Petkov V. (1982). Contemporary phytotherapy – Meditsina i fizkultura, Sofia. (in Bulgarian)
6. <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3046?manu=&fgcd=&ds=>

# AERODYNAMIC FEATURES OF THE OLFACTORY AREA IN NASAL BREATHING

<sup>1</sup>Nosova Ya. V.,  
<sup>1</sup>prof. Avrunin O. G.,  
<sup>2</sup>Shushliapina N. O.,  
<sup>1</sup>Ibrahim Younouss Abdelhamid

Ukraine, Kharkiv,  
<sup>1</sup>Kharkiv National University of Radioelectronics;  
<sup>2</sup>Kharkiv National Medical University

**Abstract.** The passive of air through the upper nasal passage ensures the delivery of odorivector molecules to sensitive areas of the olfactory analyzer. The study of the characteristics of the air flow in the upper nasal passage allows us to determine the boundaries of the near-wall laminar air sublayer and to study nasal aerodynamics at the micro level. Turbulent flow contributes to the excessive drying of the mucous membrane of the nasal cavity, leading to its morphological rearrangement towards the subatrophic process. It was found out that the thickness of the laminar sublayer is about 1 mm, therefore, the lining of the mucous membrane is subjected to drying with an increase in the turbulence of the flow at the sites of narrowing of the nasal cavity (olfactory cleft).

**Keywords:** air flow, olfactory cleft, laminar air sublayer, nasal cavity, mucous membrane, turbulent flow.

**Introduction.** The study of the olfactory analyzer not only makes it possible to identify various diseases in the early stages, but also serves as a tool for evaluating the effectiveness of rhinosurgical intervention, and a full sense of odors influences the quality of human life. With violations of smell, it becomes impossible to perform odoriferous substances signaling functions: nutritional function, sexual function, guard function, orienting function. At the same time, the quality of life is significantly reduced, and the level of risk increases with the use of household gas appliances. Topical are the problems associated with predicting and evaluating the functional results of endonasal surgery, which, in the case of respiratory and olfactory disorders, are the condition for air flow through the upper nasal passage and restoration of the olfactory sensitivity.

Changing the direction of the main air stream with nasal breathing leads to constant irritation of certain sections of the mucous membrane (for example, a portion of the mucosa of the nasal cavity that contains olfactory receptors, the so-called olfactory zone), which will subsequently lead to cellular infiltration in this region and then to hypertrophy of the mucosa shells.

**Results of the study.** An important characteristic of nasal breathing is the distribution of air flow rates along the sections of the nasal cavity.

For a laminar regime in a section with radius  $a$ , we obtain a parabolic dependence of the velocities  $W$  on the distance from the center  $r$ .

$$W = 2W_{cp} \left(1 - \frac{r^2}{a^2}\right), \quad (1)$$

where  $W_{cp}$  – the average air velocity,  $r$  – the distance from the center,  $a$  – radius.

For the turbulent regime, the velocity is determined in this way:

$$U = U_{max} \left(\frac{r}{a}\right)^{0.9\sqrt{\lambda}}, \quad (2)$$

$U_{max}$  – the maximum air velocity,  $\lambda$  – loss factor.

With the increase in air flow rate (with forced breathing - physical activity, narrowing of the nasal passage), the thickness of the laminar boundary layer will decrease, the mucosa will be exposed to high-speed turbulent flow. Turbulization of the air flow will promote the drying of individual areas of the mucosa of the nasal cavity, and as a result traumatization of the mucosa with subsequent morphological rearrangement of individual areas. Whatever the law of velocity distribution in the section of the turbulent flow, the speed at the wall is 0, increasing to the axis of the flow.

Consequently, there should be a low-speed layer, the thickness of which depends on  $Re$ , and the speed increases from 0 to 90 % of the velocity of the core of the flow (fig. 1).

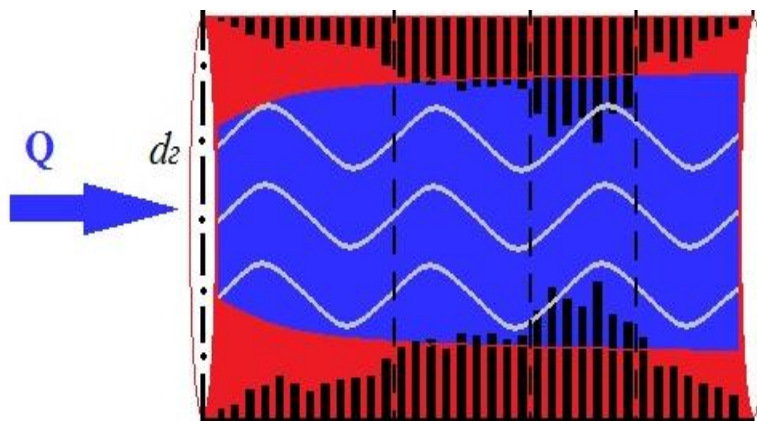


Fig. 1. Schematic representation of the turbulent core of the stream (blue) and laminar boundary layer (red color), with respect to the internal microprotrusions of the nasal cavity

Reynolds number  $Re$ , is determined by the formula:

$$Re = \frac{V \cdot d_r}{\nu}, \quad (3)$$

where  $V$  – the average air velocity in the nasal cavity;  
 $\nu$  – the coefficient of dynamic viscosity;  
 $d_r$  – the hydraulic diameter:

$$d_r = \frac{4S}{P}, \quad (4)$$

$S$  – the average cross-sectional area of the nasal passage;  
 $P$  – the perimeter of the section of the nasal passage;  
 Thus, the thickness of the laminar boundary layer can be calculated as

$$\delta = \frac{32,4 \cdot d_r}{Re^{0,875}}. \quad (5)$$

The definition of the mucosal surface roughness is based on the tomographic data and is calculated by the formula:

$$\Delta_i = l_{i+1} - l_i + \left( \frac{l_{i+1} - l_i}{l_{max}} h \right), \quad (6)$$

where  $l_i$  и  $l_{i+1}$  – thickness of the mucosa on the  $i$ -th and  $i + 1$ -m tomographic sections of the nasal cavity, respectively;

$l_i$  и  $l_{i+1}$  – intensity levels on the boundary between the mucosa and air on the  $i$ -th and  $i + 1$  frontal tomographic sections, respectively;

$l_{max}$  – the maximum level of intensity in the CT image;

$h$  – the spatial resolution of CT images.

When comparing the thickness of the laminar boundary layer and the surface roughness value can be inferred about the degree of olfactory mucosa traumatization region.

There are three states:

- $\Delta_i < \delta_i$  – there is no negative impact (the lining of the mucosa is completely in the laminar boundary sublayer);
- $\Delta_i \approx \delta_i$  – the protrusions of the mucosa are near the boundary of the laminar boundary sublayer;

–  $\Delta_i > \delta_i$  – the negative influence associated with the turbulent drying of the mucous membrane by the air flow is established.

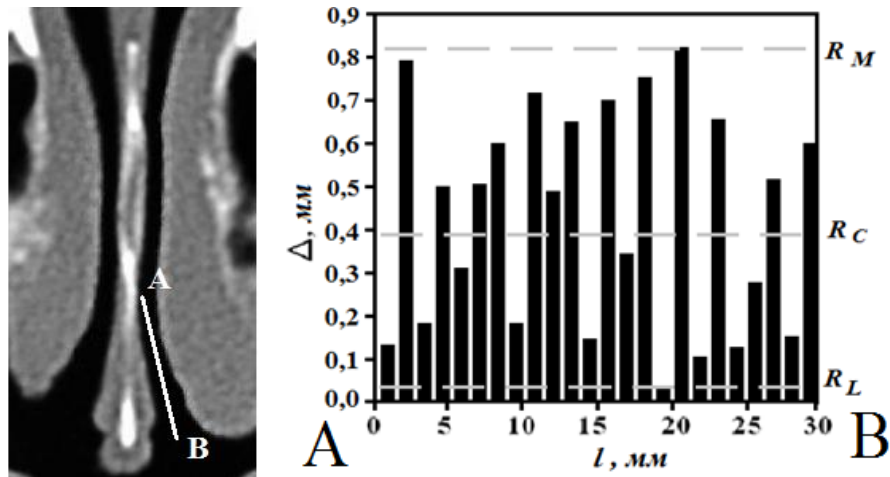


Fig. 2. Distribution of microroughnesses on the section

**Conclusions.** The passive of air through the upper nasal passage ensures the delivery of odorivector molecules to sensitive areas of the olfactory analyzer. The study of the characteristics of the air flow in the upper nasal passage allows us to determine the boundaries of the near-wall laminar air sublayer and to study nasal aerodynamics at the micro level. Turbulent flow contributes to the excessive drying of the mucous membrane of the nasal cavity, leading to its morphological rearrangement towards the subatrophic process.

It was found out that the thickness of the laminar sublayer is about 1 mm, therefore, the lining of the mucous membrane is subjected to drying with an increase in the turbulence of the flow at the sites of narrowing of the nasal cavity (olfactory cleft).

The prospect of work is the study of the characteristics of the boundary layer in typical pathologies in various respiratory regimes.

## REFERENCES

1. Nosova Ya., Avrunin O., Semenets V. Biotechnical system for integrated olfactometry diagnostics. Innovative technologies and scientific solutions for industries. 2017, No. 1 (1) p.64 – 68.
2. Boesveldt S., Lindau S. T., McClintock M. K., Hummel T., Lundström J.N. Gustatory and olfactory dysfunction in older adults: a national probability study. Rhinology. 2011; 49 (3): 324 – 330.
3. Tavakola M. M., Ghahramanib E., Aboualib O., Yaghoubibc M., Ahmadiid G. Deposition fraction of ellipsoidal fibers in a model of human nasal cavity for laminar and turbulent flows. Journal of Aerosol Science. November 2017, Volume 113, P. 52-70.
4. Curle N. The Laminar Boundary Layer Equations. Courier Dover Publications, 2017, 176 p.
5. Jong-HoonLee YangNa Sung -KyunKim Seung-KyuChung. Unsteady flow characteristics through a human nasal airway. Respiratory Physiology & Neurobiology. July 2010, Volume 172, Issue 3, P. 136-146

# STUDY AND ANALYSIS OF ENERGY OF THE MECHANISM DRIVING THE FEED DOG OF THE SEWING MACHINE TEXTIMA 8332

Senior Assist. Eng. Blagoyka Ilieva Paleva-Kadiyska, PhD

Bulgaria, Blagoevgrad, South-West University "Neofit Rilski", Faculty of engineering, department "Mechanical engineering and technologies",

**Abstract.** The article is devoted to the energy balance of the mechanism of transportation of fabrics of the sewing machine Textima 8332. Was examined: the energy of each of the links of the mechanism; conditioned chains: for horizontal move feed dog and its the vertical propulsion; of the feed dog itself and the total energy of the mechanism. The analysis was conducted of its distribution for one complete revolution of the main shaft of the machine.

**Keywords:** sewing machines, mechanisms for transporting material in sewing machines, analysis, energy balance

**Intruduction.** Through the mechanisms that make each machine and realizing the necessary movements, the mechanical energy is transferred from the source to the executive links. Learning the dynamics of machines is a complex and demanding task. This is can be simplified by examining the change of energy and its distribution between the units of the mechanism over a certain period of time.

Several basic mechanisms interplay to perform the sewing machine's technological operations: of the needle mechanism, the take-up lever mechanism, the loop taker mechanism and mechanism of transportation of fabric. The latter is the most complex and its impact is essential on the productivity and quality of the seam (stitch) line.

*The purpose of the paper is to study and analyze the energy of a mechanism for transporting the material with upper driven. This is done for the Textima 8332 sewing machine.*

**Exposition.** For the mechanical energy created in the mechanism of transportation of fabric of sewing machine the law for its storage is in force. The potential energy in the system, which is due to the raise of the center of gravity and the deformation of the units is negligible. Therefore, the energy balance is composed by taking only the kinetic energy.

The kinetic energy of a mechanical system made up of connected solids is the sum of the energies of each of the units and can be determined by the known the König Theorem:

$$E_k = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n m_i \cdot V_{s_i}^2 + J_i \cdot \omega_i^2 \quad (1)$$

where  $E_k$  – the kinetic energy of the mechanism,  $kg \cdot m^2/s^2$ ;

$m_i$  – the mass of the i-th unit,  $kg$ ;

$V_{s_i}$  - the velocity of the center of gravity of the i-th unit,  $m/s$ ;

$J_i$  - the moment of inertia of the i-th unit, with respect to an axis passing through the mass'center of the unit, for the general case of planar motion,  $kg \cdot m^2$ ;

$\omega_i$  - the angular velocity of the i-th unit,  $s^{-1}$ .

The mechanism of transportation of fabric of the sewing machine Textima 8332 has an upper drive (Figure 1) according to the classification by Trifonov et al. [1]. The mechanism consists of four kinematic chains: chain for horizontal drive of the feed dog; chain for vertical displacement of the feed dog; the chain of the feed dog itself and the chain for regulation step of the seam line (not shown in the figure). Horizontal and vertical shift chains of driving of the feed dog have a common operation - from the main  $O_1$  shaft of the machine positioned at the top of the machine.

A comparative study was conducted in [2], where the actual mechanism driving the feed dog was replaced by conditional one. The results suggest that after adjusting the size of the stitch step in the sewing machine's operation, the point K does not move, and its position relative to  $O_2$  on the axis 4 of the frame 3 is constant i.e. the distance between the two points is  $\Delta = \text{const}$ . This allows the actual feed dog mechanism driving the of the Textima 8332 sewing machine a containing III class Assur

group to be replaced by a conditional one in which the horizontal displacement chain of the feed dog -  $O_1ABO_2KMO_3$  is constructed of two consecutively four-bar linkage mechanisms.

The vertical movement chain of the feed dog -  $O_1ADEO_3$  contains a four-bar mechanism. In both chains, there are units that carry a common plane motion and those that rotate around an axis. Under the action of the two conditional chains feed dog, mounted on the CN rocker from the five-bar mechanism  $O_3CNFO_4$ , performs a common plane motion.

The following formula is used to determine the kinetic energy of the rotational movement units:

$$E_{k_i} = \frac{\omega_i^2}{2} m_i \cdot h_{s_i}^2 + J_i, \text{ or } E_{k_i} = \frac{J_{Z_i} \cdot \omega_i^2}{2} \quad (2)$$

where  $E_{k_i}$  - the kinetic energy of the  $i$ -th unit with rotational motion,  $kg \cdot m^2/s^2$ ;

$h_{s_i}$  - the distance from the center of the masses to the axis of rotation of the unit,  $m$ ;

$J_i$  - the moment of inertia of the  $i$ -th unit, with respect to an axis passing through its mass' center,  $kg \cdot m^2$ ;

$J_{Z_i}$  - the moment of inertia of the  $i$ -th unit with rotational motion relative to the axis of rotation,  $kg \cdot m^2$ ;

$\omega_i$  - the angular velocity of the  $i$ -th unit,  $s^{-1}$ .

The kinematic and dynamic characteristics were found in [4] and [5]: the masses, the mass inertia moments and the speeds of the units of the mechanism of transportation of fabric of sewing machine. Based on these data, the kinetic energies of the mechanism units were calculated. Two methods for determining the unit velocities were used: the method of closed loop vector [6] - for the velocities of the four-bar mechanisms units and the kinematic geometry method [7] for the five-bar mechanism.

The study was conducted on condition  $\omega_0 = 1$ . The mass, the inertia moment and the position of the mass center of each of the units of the mechanisms of transportation of fabric are constant values. Consequently, the kinetic energy change law depends only on the angular velocity. For each of the units it is a function of the angular velocity of the drive unit,

$$\omega_i \varphi = f \omega_0 \quad (3)$$

where  $\varphi$  - angle of rotation of the drive unit;

$f$  - is determined by the transmission functions of the mechanism.

The successively are calculated: the kinetic energy of each of the units of the mechanisms driving the feed dog; the energy of the chains that make up the mechanisms, and its total energy per revolution of the main shaft of the sewing machine. The graphics (Figures from 2 to 5) show the results of the study.

On the energy of the chain of the horizontal drive of the feed dog (Figure 2), the energy of the rocker  $AB$  is the most important, and the second is the energy of the rocker  $KM$  from the six-bar mechanism  $O_1ABO_2KMO_3$ . At  $160^\circ$  and  $340^\circ$  rotation angles of the main shaft of the machine, the graph has peaks, respectively  $E_k = 62,96 \cdot 10^{-2} kg \cdot m^2/s^2$  and  $E_k = 62,05 \cdot 10^{-2} kg \cdot m^2/s^2$ . These are due to the fact that at these angles the linear speeds of the  $AB$  are maximum -  $V_s = 4,559 m/s$  and  $V_s = 4,35 m/s$ .

The kinetic energy analysis of the chain vertical drive of the feed dog shows that the main effect on it is the energy of the rocker  $DE$  of the four-bar mechanism  $O_1DEO_4$  (Figure3). Its maximum values,  $E_k = 18,46 \cdot 10^{-3} kg \cdot m^2/s^2$  and  $E_k = 18,55 \cdot 10^{-3} kg \cdot m^2/s^2$ , it reaches at the angles of rotation of the main shaft -  $60^\circ$  and  $240^\circ$ . At the same angles the rocker has maximum linear velocities -  $V_s = 2,515 m/s$  and  $V_s = 2,521 m/s$ .

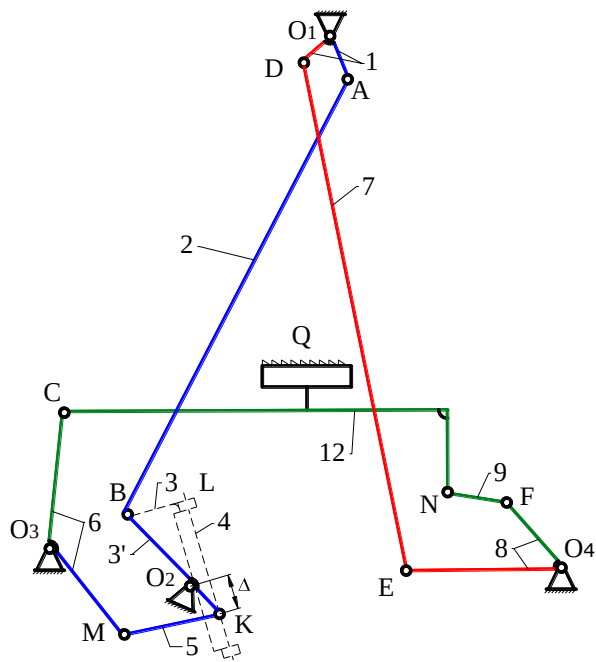


Fig. 1. A kinematic mechanism for transporting the material with a upper drive - a sewing machine Textima 8332

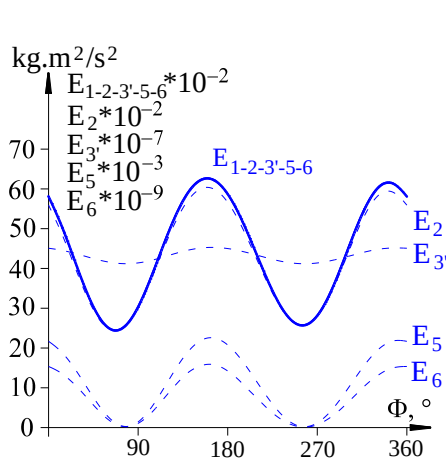


Fig. 2. The kinetic energy of the chain of horizontal movement of the feed dog  $O_1ABO_2KMO_3$  and of its links

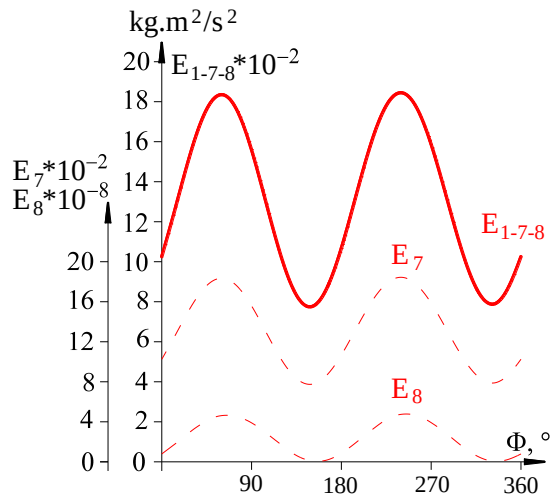


Fig. 3. The kinetic energy of the chain of vertical movement of the feed dog  $O_1DEO_4$  and of its links

For the energy of the feed dog chain (Figure 4) it is found that it is mainly influenced by that of the CN support on which the feed dog is attached. It performs a plane movement and is a link of the five-bar linkage  $O_2CNFO_4$ . The support has maximum linear velocities  $V_s = 4,983 \text{ m/s}$  and  $V_s = 5,092 \text{ m/s}$  at  $0^\circ$  and  $160^\circ$  rotation angles and correspondingly higher kinetic energy values -  $E_k = 24,01 \cdot 10^{-2} \text{ kg.m}^2/\text{s}^2$  and  $E_k = 24,61 \cdot 10^{-2} \text{ kg.m}^2/\text{s}^2$ .

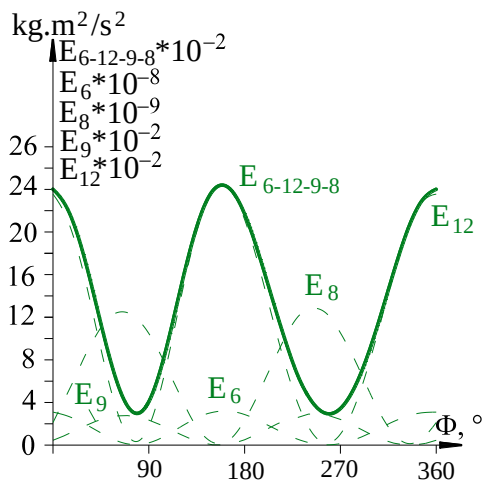


Fig. 4. Kinetic energy of the chain of the feed dog itself  $O_3CNFO_4$  and of its links

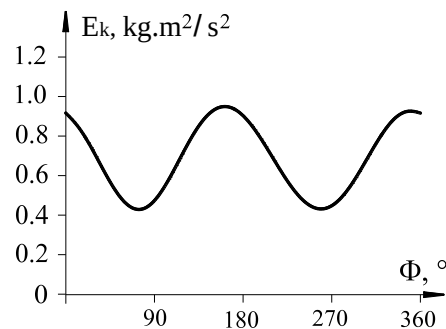


Fig. 5. The kinetic energy of the mechanism driving the feed dog of the sewing machine Textima 8332

Its maximum values ( $E_k = 95,66 \cdot 10^{-2} \text{ kg.m}^2/\text{s}^2$  and  $E_k = 93,72 \cdot 10^{-2} \text{ kg.m}^2/\text{s}^2$ ) total energy on the mechanism of transportation of fabric of sewing machine Textima 8332 receiving when its main shaft rotates at angles  $160^\circ$  and  $350^\circ$  (Fig. 5).

The energy shares of the units in the total energy of transporting mechanism of the textile material of sewing machine Textima 8332 are evaluated for one revolution of its main shaft. The results are presented in graphical form in Fig. 6. Cyclicity was found in changing the share of energy in each circuit. Throughout the period ( $2\pi$ ) the kinetic energy of the horizontal movement chain of the feed dog remains the largest.

The movement of the feed dog over the needle plate occurs when the main shaft is rotated from  $60^\circ$  to  $170^\circ$ . This is the working process of the fabric transport mechanism. The period is  $110^\circ$  and consists of two stages - raising and lowering. Its highest point feed dog reaches between  $110^\circ$  -  $120^\circ$  [4].

An analysis of the work carried out by the mechanism driving the feed dog of Textima 8332 sewing machine for one revolution of its main shaft. The work that is generated by the forces and moments acting on its units is equal to the change in the energy of a mechanism.

The energy shape of the motion equation:  $\int_0^{2\pi} J \omega d\omega = \int_0^{2\pi} M \varphi d\varphi$  is also

integrated with the dependence  $A = \int_0^{2\pi} M \varphi d\varphi$

the work done by the mechanism and its units was found. In the dependencies above, the symbols are: A - the work performed by the external forces acting on the system in the 0 to  $2\pi$  angle of rotation  $\varphi$  of the main shaft of the machine,  $kg.m^2/s^2$ ; J - the mass inertia moment,  $kg.m^2$ ;  $\omega$  - the angular velocity of the main shaft,  $s^{-1}$ ; M - the moment of active forces acting on the mechanism.

The total energy consumed for a full turn of the main shaft of Textima 83323 is distributed as follows (Fig. 7): the share of the chain of horizontal displacement of the feed dog is 62,27 %, of the chain of vertical movement of the feed dog is – 18,66 % and of the chain of itself feed dog – 19,07 %.

Almost 1/3 (30.36 %) of the kinetic energy of transporting mechanism of the textile material of sewing machine is needed to carry out the working process (from  $60^\circ$  to  $170^\circ$  rotation angle of the main shaft). In the chains it is distributed as follows (Fig. 7):

- for displacement of the feed dog on the horizontal – 63,66 %;
- for displacement of the feed dog on the vertical – 17,31 %;
- on the chain the feed dog itself – 19,03 %.

The results show that in the period of movement of the feed dog above the needle plate a change in the ratio of the shares of the energy by chain is negligible. Again, the largest percentage of energy is consumed by the chain of horizontal feed dog movement /increase by 1,39 %/, second – the energy of feed dog chain itself /reduction by 0,04 %/.

**Conclusion.** The research of the energy of mechanism driving the feed dog, its conditional chains and the linkages (units) that build it and the analysis of its results impose the conclusions:

- The change in the kinetic energy of the linkages, the conditional chains and the mechanism for transporting the material is periodic, smooth, without sharp jumps;
- On the total energy of the mechanism mainly affects the kinetic energy of the rokers: AB, KM, DE and CN;
- For a full turn of the main shaft of the sewing machine, the largest share (62.27 %) in the total energy of the mechanism has the chain for horizontal displacement of the feed dog;
- The energy of the chain of vertical feed dog displacement is the lowest (18,66 %);
- The energy of the two chains for vertical movement (18.66 %) and that of the feed dog itself (19.07 %) have almost equal shares for one revolution of the main shaft of the machine;
- Working process of the feed dog /movement over the needle plate from  $60^\circ$  to  $170^\circ$ / is characterized by a negligible change in the energy shares of the chains. The share of the energy of the chain for horizontal displacement of the FD is again the largest – 63,66 %.

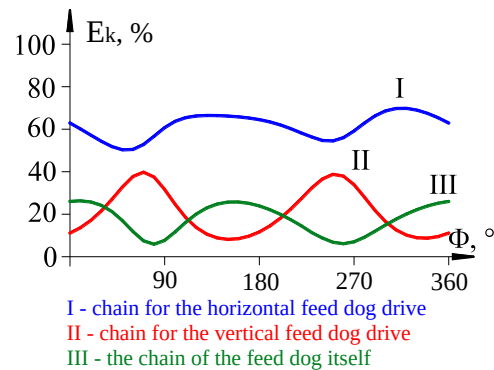


Fig. 6. Distribution of kinetic energy of transporting mechanism of fabric of sewing machine Textima 8332

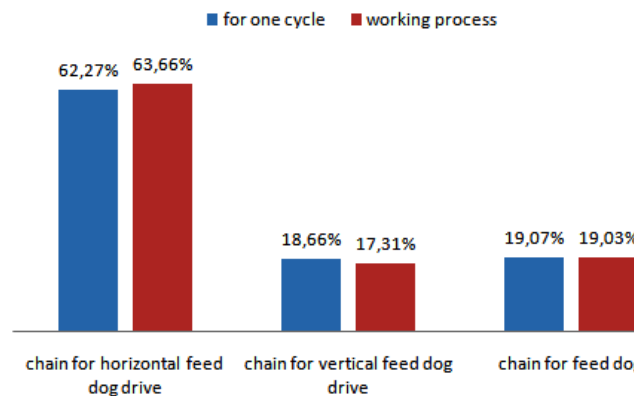


Fig. 7. Comparison of energy shares of mechanism of transportation of fabric of sewing Textima 8332

*The energy of the mechanism for transporting the materials with upper drive was investigated and analyzed. The energy of the units of the mechanism and its chains is determined. Its change for a full revolution of the main shaft of the sewing machine Textima 8332 as well as during the working process of the mechanism is evaluated.*

The results can be used as a basis for a further study of the dynamics of the fabric transporting mechanism.

#### REFERENCES

1. Trifonov K., Bl. Paleva-Kadiyska, Classification of mechanisms for transportation of material of sewing machines, J. "Textiles and clothing", ISSN 1310-912X, v. 6, 2010, p.158-163.
2. Paleva-Kadiyska Bl., Effect of replacement of a real mechanism for transporting materials with a conventional one, J. "Textiles and clothing", ISSN 1310-912X, v.7, 2012, p.185-189.
3. Roussev R., Bl. Paleva-Kadiyska, Determination of the kinematic features of the feed dog of mechanisms for transportation of material of the sewing machines, Journal "Textiles and clothing", ISSN 1310-912X, v. 3, 2015, p. 58-63.
4. Paleva-Kadiyska Bl., Research of mechanisms for transporting the sewing machine material, PhD Dissertation, TU-Gabrovo, 2015, (on Bulgarian).
5. Roussev R., Kinematic analysis of the thread tension mechanism by the method of closed loop vector, TU-Gabrovo, J. Reports, ISSN 1310-6686 vol. 41, 2011, (on Bulgarian).
6. Galabov, V., R. Roussev, Method of momentary centers of velocities for kinematic analysis of lever four-bar mechanisms, TU-Gabrovo, J. Reports, ISSN 1310-6686, vol. 44, p. 30-33, 2012, (on Bulgarian).

# DETERMINATION OF THE KINEMATIC CHARACTERISTICS OF MULTILoop MECHANISMS THROUGH CONDITIONAL FOUR-BAR MECHANISMS

<sup>1</sup>Assoc. Prof. Roumen Anchev Roussev, PhD

<sup>2</sup>Professor Vitan Galabov, D. Sc.

<sup>1</sup>Bulgaria, Yambol, Trakia University-Stara Zagora, Faculty of Technics and Technologies – Yambol; South-West University "Neofit Rilski"- Blagoevgrad, Faculty of Engineering;

<sup>2</sup>Bulgaria, Sofia, Technical university

**Abstract.** The paper presents the method of conditional four-bar mechanisms has been developed analytically for kinematic analysis of Stephenson II six-bar mechanisms to facilitate determination of their kinematic characteristics.

The mathematical model is matched on a real six-bar mechanism for thread tension in some sewing machines.

**Keywords:** six-bar mechanisms, kinematical replacement, four-bar mechanisms with a variable dimensions.

**Introduction.** One of the trends in the development of technology machines is to raising productivity by increasing operating speeds. On the other hand, it is necessary to observe certain parameters of the technological process related to the kinematic characteristics of the working organs of the machine and the limitations imposed by the technological process. It is therefore necessary to determine the transfer functions, respectively the functions of the speed and acceleration of the executive links of the main mechanisms of the technological machines.

In sewing machines, it is especially important to maintain a certain, predetermined thread tension. The tensions in it are an indirect velocity function of the thread tension mechanism. For this reason, it is necessary to determine the transfer functions of the mechanism and establish an appropriate input speed so as to achieve desired kinematic parameters of the executive link.

The subject of this article is six-bar mechanisms with Stephenson II structure. Of the known methods for their kinematic analysis, the most rational method was the method of conditional four-bar for kinematic analysis of multiloop linkages and its application by instantaneous centers of velocities, proposed and developed graphically by Galabov [1].

According to the method, each Stephenson II six-bar mechanism can be converted into a variable to-second derivative conditional four-bar variable-dimensions mechanism. The conversion is based on an equivalent substitution of a four-bar closed loop of the six-bar mechanism with binary link [2], [3], [5]. Thus, the complex kinematic analysis of the six-bar mechanisms is greatly facilitated as it is reduce into the analysis of kinematically equivalent four-bar mechanisms which can be performed by one of the known methods [4].

The purpose of this article is to use the conditional four-bar mechanisms for kinematic analysis of multiloop linkages to be presented analytically and to be applied to Stephenson II six-bar mechanisms, such as a rare thread-tensioning mechanism in some sewing machines.

**1. Reducing the six-bar mechanism into a conditional four-bar linkage.** A structural diagram of the Stephenson II mechanism is shown in Figure 1. At the input link 1 the mechanism is of the third class and in the input link 5 - of the 4th class. According to the method of the conditional four-bar mechanisms [1], each Stephenson II six-bar mechanism is converted into an equivalent to the second derivative four-bar mechanism  $AF_0FG$  with a variable dimension of two of its links  $AF_0$  and  $F_0F$ . The conversion is based on the insertion of a conditional binary link 6, connecting the movable center F of the ternary link 4 to the center of curvature of the relative path of the plane of the ternary link 1. Thus, the conditional link 6 does not contradict the instantaneous movement of the mechanism to the order of the second derivatives including.

The displacement function of the six-bar mechanism is determined by a selected starting position at certain lengths of the links and the coordinates of the hinging centers  $A(x_A, y_A)$ ,  $B(x_B, y_B)$ ,  $C(x_C, y_C)$  and  $G(x_G, y_G)$ . Coordinates of the remaining hinging centers  $E(x_E, y_E)$ ,  $D(x_D, y_D)$  and  $F(x_F, y_F)$  are

defined by the system (1) by six equations with six unknowns determined by the successive approximation method for a desired number of positions of the input unit 1 in the range  $\varphi(0, 2\pi)$ :

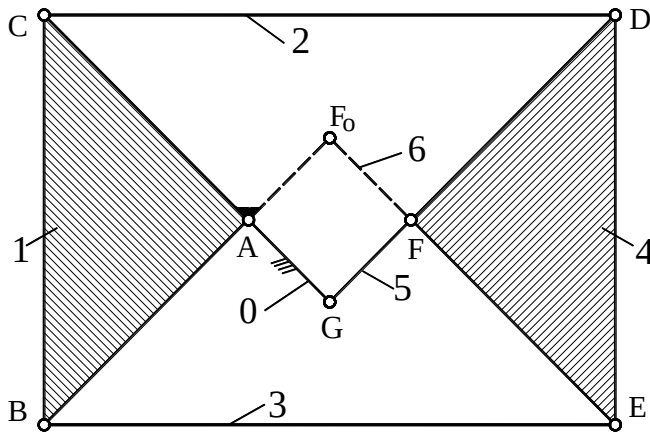


Fig. 1. Structural diagram of the mechanism

input link 1 for each position of the six-bar mechanism. For this purpose, it is best to use the Bobillier structure to determine the center of curvature as it is not related to the use of derivatives. The following calculations are made consecutively:

- angular coefficients of line  $CD, BE, DE$  and  $FE$

$$k_{BC} = \frac{y_B - y_C}{x_B - x_C}, k_{CD} = \frac{y_D - y_C}{x_D - x_C}, k_{BE} = \frac{y_E - y_B}{x_E - x_B}, k_{DE} = \frac{y_E - y_D}{x_E - x_D}, k_{DF} = \frac{y_F - y_D}{x_F - x_D}; \quad (1)$$

- coordinates of the instantaneous center of velocity  $P_{DE} \equiv P_{23} = BC \cap DE$

$$x_{P_{DE}} = \frac{y_D - y_C + k_{BC}x_C - k_{DE}x_D}{k_{BC} - k_{DE}}, y_{P_{DE}} = y_C + k_{BC}(x_{P_{DE}} - x_C); \quad (2)$$

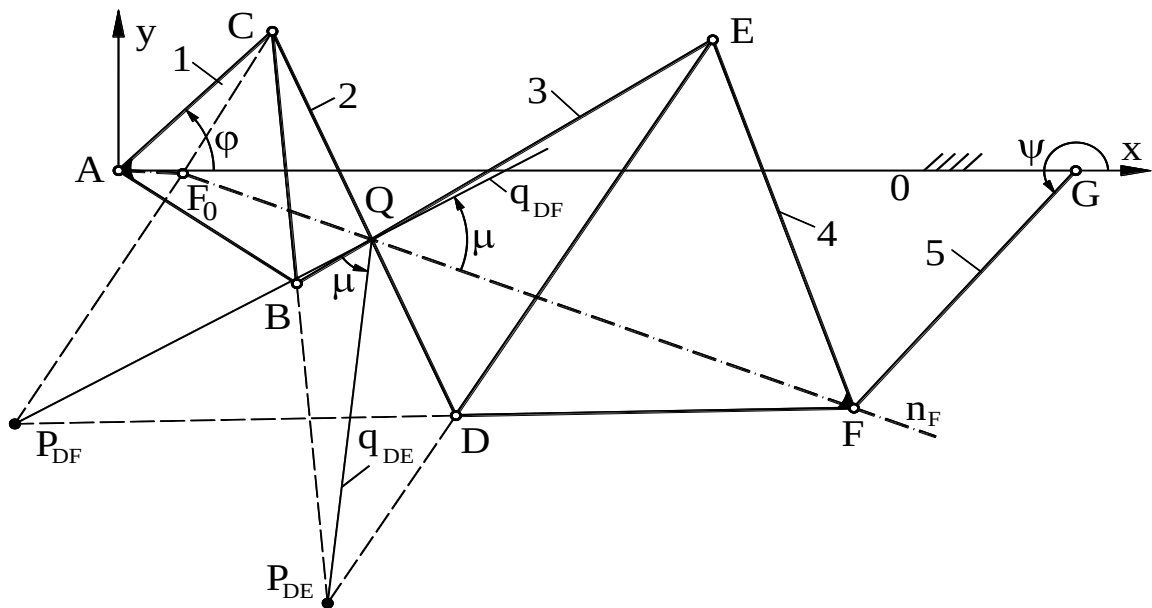


Fig. 2. Reducing the six-bar mechanism into a conditional four-bar mechanism

- coordinates of the instantaneous center of velocity  $Q \equiv P_{14} = BE \cap CD$

$$x_Q = \frac{y_B - y_C + k_{CD} x_C - k_{BE} x_B}{k_{CD} - k_{BE}}, y_Q = y_C + k_{CD} (x_Q - x_C); \quad (3)$$

- angular coefficient of the collineation axis  $q_{DE} \equiv QP_{DE}$

$$k_{q_{DE}} = \frac{y_Q - y_{P_{DE}}}{x_Q - x_{P_{DE}}}; \quad (4)$$

- Determination of the angle  $\mu$  between line  $BE$  and collineation axis  $q_{DE}$  (the linkage 3)

$$\operatorname{tg} \mu = \frac{k_{q_{DE}} - k_{BE}}{1 + k_{q_{DE}} k_{BE}}; \quad (5)$$

- angular coefficient of the normal  $n_F$  and collineation axis  $q_{DF}$

$$k_{n_F} = \frac{y_F - y_Q}{x_F - x_Q}; k_{q_{DF}} = \frac{k_{n_F} + \operatorname{tg} \mu}{1 - k_{n_F} \operatorname{tg} \mu}; \quad (6)$$

- coordinates of the instantaneous center of velocity  $P_{DF} = q_{DF} \cap DE$

$$x_{P_{DF}} = \frac{k_{q_{DF}} x_Q - k_{DF} x_D + y_D - y_Q}{k_{q_{DF}} - k_{DF}}, y_{P_{DF}} = y_D + k_{DF} (x_{P_{DF}} - x_D); \quad (7)$$

-angular coefficient of the line  $CP_{DF}$

$$k_{CP_{DF}} = \frac{y_{P_{DF}} - y_C}{x_{P_{DF}} - x_C}; \quad (8)$$

- coordinates of the center  $F_0 = n_F \cap CP_{DF}$

$$x_{F_0} = \frac{k_{n_F} x_Q - k_{CP_{DF}} x_C - y_Q + y_C}{k_{n_F} - k_{CP_{DF}}}, y_{F_0} = y_Q + k_{n_F} (x_{F_0} - x_Q). \quad (9)$$

Obtained conditional four-bar mechanism  $AF_0FG$  with the lengths of the links  $AF_0$  and  $CF_0$

$$l_{AF_0} = \sqrt{(x_{F_0} - x_A)^2 + (y_{F_0} - y_A)^2}, l_{FF_0} = \sqrt{(x_{F_0} - x_F)^2 + (y_{F_0} - y_F)^2}, \quad (10)$$

which are changed at each subsequent position of the mechanism in the general case.

## 2. Transfer functions and kinematic characteristic

The kinematic analysis of the four-bar linkage  $AF_0FG$  can be done using any of the known methods [4] or using ready-made computer programs. First transmission functions of quadrant are determined  $\psi' = d\psi / d\varphi$  и  $\psi'' = d^2\psi / d\varphi^2$ , which coincide with those of the output six-bar mechanism, and then, when setting the input kinematic parameters  $\omega_1$  and  $\varepsilon_1$ , the angular velocity and the angular acceleration of the rocker are determined 5:

$$\omega_6 = \omega_1^2 \psi'; \quad \varepsilon_6 = \omega_1^2 \psi'' + \varepsilon_1 \psi'. \quad (11)$$

The transmitting functions  $\psi'(\varphi)$  and  $\psi''(\varphi)$  can be determined by kinematic invariants - instantaneous centers of velocities  $P_{15}$  and  $P_{60}$ , collineation axis  $q^* \equiv P_{15}P_{60}$  and angle  $\mu^*$ , between line  $q^*$  and line  $F_0F$ , determining the position of the rocker of the equivalent four-bar linkages  $AF_0FG$ :

$$\psi' = \frac{x_{P_{15}}}{x_{P_{15}} - l_{AG}}; \quad \psi'' = \frac{\psi'(1 - \psi')}{\operatorname{tg} \mu^*}. \quad (12)$$

The analytical determination of the kinematic characteristics by the conditional four-bar linkage method is illustrated by a thread tensioning mechanism in some sewing machines (Figure 2). The dimensions of the units are:  $AB = AC = 9$  mm,  $BE = 20.5$  mm,  $CD = 20.5$  mm,  $EF = DF = 20.8$  mm,  $FG = 20.5$  mm and  $AG = 49.5$  mm. The initial position of the mechanism is at  $\angle CAG = 15^\circ$ .

In Fig. 3, only 6 positions of the conditional four-bar mechanism variable dimensions are presented for clarity. For one of these positions, geometric constructs for determining transmission functions are shown  $\psi'$  and  $\psi''$  through the instantaneous center of gravity  $P_{51}$ ,  $P_{60}$  and angle  $\mu^*$ .

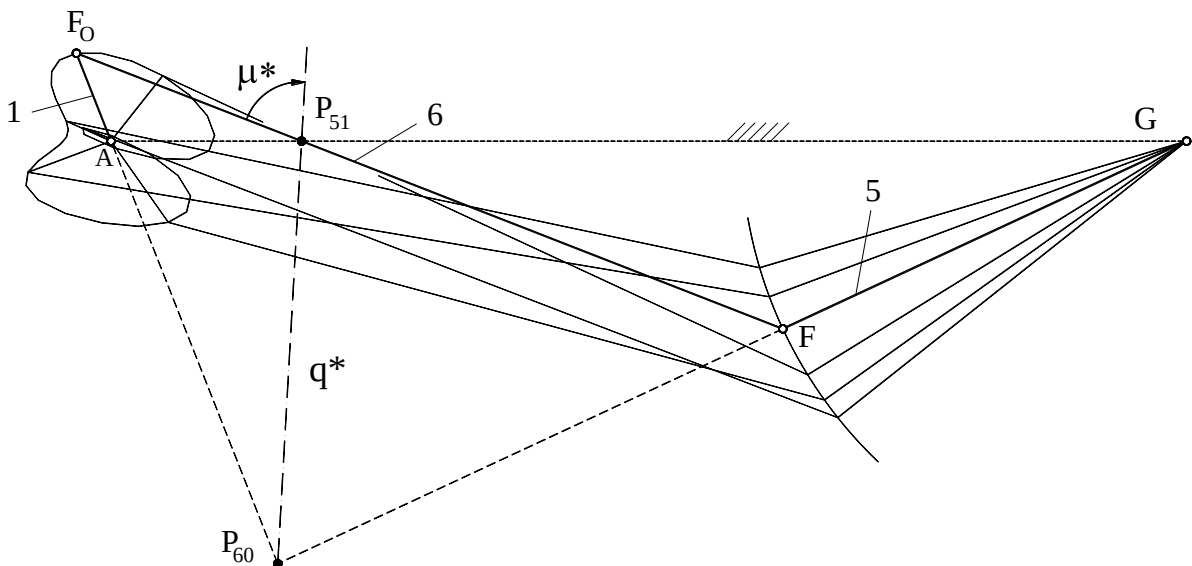


Fig. 3. Position of conditional four-bar mechanism  $AF_0FG$ , collineation axis  $q^* \equiv P_{15}P_{60}$  and angle  $\mu^*$

The functions thus defined  $\psi = \psi(\varphi)$ ,  $\psi' = \psi'(\varphi)$  and  $\psi'' = \psi''(\varphi)$  of the investigated mechanism are shown in Fig.4.

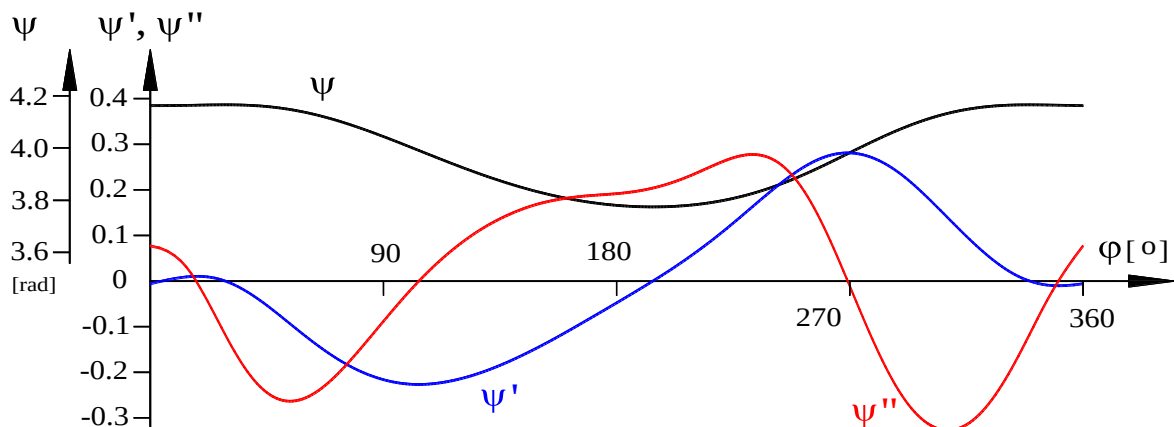


Fig. 4. The functions  $\psi = \psi(\varphi)$ ,  $\psi' = d\psi / d\varphi$  and  $\psi'' = d^2\psi / d\varphi^2$  of the investigated mechanism

**Conclusion.** The rational method of the conditional four-bar mechanism for kinematic analysis of Stephenson II six-bar mechanisms was analyzed and applied by transforming them into kinematically equivalent articulated four-bar mechanisms. For this purpose an equivalent substitution of a four-bar closed loop of the six-bar mechanism with a conditional binary link connecting the moving center of the output link with the center of curvature of the relative path of the moving center in the plane of the input ternary link is made.

To determine the conditional binary link, the Bobillier construction is used in an analytical form, which facilitates the determination of the center of curvature to trajectories as it is not related to the use of derivatives.

The mathematical model of conditional four-bar linkages is matched on a Stephenson II real six-bar mechanism, which is a rare thread-tensioning mechanism on some sewing machines.

## REFERENCES

1. Гълъбов, В. Метод на последователните четиризвенници за кинематичен анализ на поликонтурни равнинни лостови механизми и прилагането му чрез МЦС. *Машиностроене*, № 8, 1980, с. 350-353.
2. Гълъбов В., Долчинков Р., Терзиев Д. Аналитична интерпретация на построението на BOBILLIER за определяне на център на кривина и на окръжност на инфлексииите. *Механика на машините*, № 84, 2009, с. 28-31.
3. Galabov V., Roussev R., Determination of the evolute towards the movement curve of the thread bracing of the sewing machine, *TU – Gabrovo, Izvestia*, ISSN 1310-6686, 2011, vol. 41, p. 40-42.
4. Erdman, A. G.,(editor) *Modern Kinematics*, John-Wiley & Sons, Inc. New York, 1993, p. 604.
5. Roussev Roumen, Galabov Vitan, Determination of the Kinematic Properties of the Thread Tension Mechanism in Sewing Machines through Kinematic Geometry, *International Journal on Information Technologies and Security*, ISSN 1313-8251, № 3 (vol. 7), 2015, p. 31-38.

# РОЗРАХУНОК НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПРИ ВИТЯГУВАННІ З ПОТОНШЕННЯМ ДВОШАРОВОГО МЕТАЛУ

к. т. н. Борис Р. С.,  
к. т. н. Холявік О. В.,  
Вишневський П. С.

Україна, Київ, Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

**Abstract.** This article presents a calculation of the stress-strain state of drawing with thinning perfectly plastic doublelayer metal. Based on the assumptions set up a theoretical model of the double-layer hood with a thinning of the material. The analysis of the basic parameters of the stress-strain state of the drawing process. Theoretically perfectly plastic metal obtained by the equation, taking into account the heterogeneity of the mechanical two-layer perform. The solution of this equation by iteration method allowed determining the final thickness of the layers after extraction. It is shown that the error in the calculation compared with experiment and numerical calculation does not exceed 10 %. The resulting model is also allowed to establish the distribution of the tensor components of stresses and strain rate in the outbreak strains, as well as the difference of radial velocities of movement of the layers under the assumption that the output of the workpiece relative displacement of the matrix is absent.

**Keywords:** perfectly plastic, two-layer material, the stress-strain state, the speed, the stress tensor, the components of the strain rate.

**Вступ.** В роботах [1–6] запропонований спосіб та реалізація процесу виготовлення біметалевих трубчастих елементів (БТЕ) витягуванням з листових різномірних металів, шляхом з'єднання шарів різних металів при витягуванні з потоншенням на завершальному етапі формоутворення. В даних роботах запропонована схема технологічного процесу виготовлення, сформована класифікація напрямів розвитку виробництва БТЕ витягуванням з потоншенням, даються рекомендації щодо реалізації запропонованого способу.

**Результати досліджень.** Теоретичні основи витягування з потоншенням розглянуті в роботах [7, 8]. Деякі питання сумісного витягування з потоншенням різномірних металів розглянуті в роботах [9, 10]. В цих роботах дається чисельне моделювання та аналіз процесу витягування, характер розподілу геометричних параметрів та механічних властивостей матеріалів в осередку деформацій.

В даній роботі розглядаються деякі теоретичні аспекти процесу витягування трубчастих елементів з двошарової заготовки з різномірних металів, зміна товщини шарів матеріалів, напружено-деформований стан на граничній поверхні двох матеріалів, зміна швидкості переміщення шарів в осередку деформацій. Тому теоретичний аналіз напружено-деформованого стану витягування з потоншенням, який визначає наведені параметри, є актуальною науково-технічною задачею для обґрунтування способів, що зазначені в роботах [1–3].

**Метою** даної роботи є теоретичний аналіз та розрахунок напружено-деформованого стану витягування з потоншенням БТЕ циліндричної форми з ідеальнопластичного двошарового металу.

При витягуванні з потоншенням стінки, величина зазору між пуансоном і матрицею менше ніж сумарна товщина шарів заготовки. В цьому випадку виникає (ділянка) осередок деформації, в якому заготовка деформується між боковими поверхнями пуансону та матриці.

Потоншення заготовки між пуансоном та матрицею може бути реалізовано за декілька переходів. В дослідженні прийнято технологічну схему процесу, при якій потоншення досягається за один перехід. Згідно цієї схеми процесу внутрішній діаметр циліндричного стаканчика (заготовки) залишається незмінним в процесі витягування з потоншенням. Його величина визначається діаметром пуансону, по якому виконується попереднє витягування двошарового циліндричного стаканчика з різномірних металів (рис. 1).

Теоретичний аналіз процесу витягування з потоншенням багатошарових металів базується на процесі витягування монометалу, а також сумісного деформування різномірних шарів металу в осередку деформацій. Тому на першому етапі виконуємо аналіз напружено-деформованого стану монометалу.

Розрахункова осередку деформацій при витягуванні з потоншенням заготовки з монометалу приведена на рис. 2.

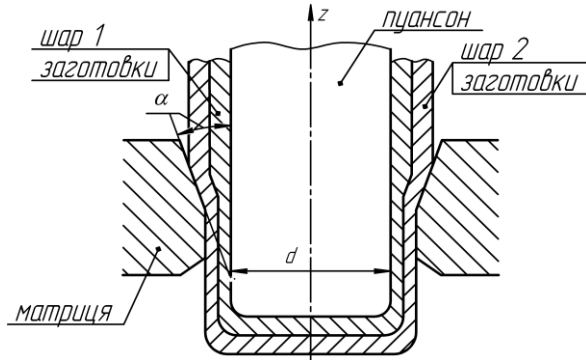


Рис. 1. Схема перерізу заготовки

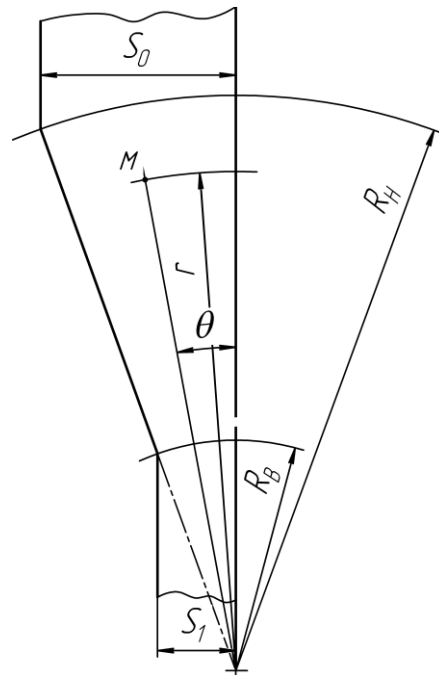


Рис. 2. Розрахункова схема осередку деформацій при витягуванні з потоншенням монометалу

Теоретичний аналіз осередку деформацій при витягуванні з потоншенням монометалу виконуємо в полярній системі координат  $(r, \theta, z)$ . При аналізі приймаємо наступні припущення відносно деформівного стану:

- переміщення матеріальних часток у напрямку координати  $z$  утруднено, тому швидкості деформацій в цьому напрямку дорівнюють нулю. Тому вважаємо, що деформування реалізується по схемі, яка близька до схеми плоскої деформації;

- при плоскій деформації вважаємо, що в осередку деформацій переміщення матеріальних часток залежить від радіальної координати  $r$  та не залежить від координати  $\theta$ .

Тоді в загальному вигляді поле швидкостей характеризується такими рівняннями:

$$V_r = V_r \cdot r ; V_\theta = 0 ; V_z = 0 \quad (1)$$

Рівняння (1) повинні відповідати умові сумісності деформацій:

$$\frac{\partial V_r}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial V_\theta}{\partial \theta} + \frac{\partial V_z}{\partial z} = 0, \quad (2)$$

Радіальну складову поля швидкостей (1) отримаємо інтегруванням (2):

$$V_r = \frac{C}{r}. \quad (3)$$

Константу інтегрування  $C$  визначаємо з урахуванням граничної умови, що при  $r = R_B$  складові швидкостей деформацій  $V_r = V_0$ , де  $V_0$  – швидкість переміщення матеріальних часток, яка дорівнює швидкості руху пуансона.

Тоді поле швидкостей (1) з урахуванням (3) має вигляд:

$$V_r = \frac{V_0 R_B}{r} ; V_\theta = 0 ; V_z = 0. \quad (4)$$

Швидкості деформацій визначимо диференціюванням швидкостей переміщень по відносним координатам [11]:

$$\begin{aligned}\varepsilon_{rr} &= -\frac{V_0 R_B}{r^2}; \quad \varepsilon_{\theta\theta} = \frac{V_0 R_B}{r^2}; \\ \varepsilon_{zz} &= \varepsilon_{\theta z} = \varepsilon_{zr} = \varepsilon_{r\theta} = 0.\end{aligned}\quad (5)$$

Інтенсивність швидкості деформацій дорівнює:

$$\varepsilon_i = \frac{2}{\sqrt{3}} \frac{V_0 R_B}{r^2}.\quad (6)$$

Вважаємо, що метал заготовки є ідеальнопластичним тому, що процес виконуємо в умовах гарячої (ізотермічної) пластичної деформації:

$$\sigma_i = \sigma_s\quad (7)$$

Коефіцієнт жорсткості [11]:

$$\mu_i = \frac{1}{2\sqrt{3}} \sigma_s \frac{r^2}{V_0 R_B}.\quad (8)$$

Для визначення компонент тензора напружень використовуємо рівняння зв'язку напружень та швидкостей деформацій [11]:

$$\begin{aligned}\sigma_{rr} &= \sigma + 2\mu_i \varepsilon_{rr}; & \tau_{r\theta} &= \mu_i \varepsilon_{r\theta}; \\ \sigma_{\theta\theta} &= \sigma + 2\mu_i \varepsilon_{\theta\theta}; & \tau_{\theta z} &= \mu_i \varepsilon_{\theta z}; \\ \sigma_{zz} &= \sigma + 2\mu_i \varepsilon_{zz}; & \tau_{zr} &= \mu_i \varepsilon_{zr}.\end{aligned}\quad (9)$$

Середнє напруження  $\sigma$ , що входить до залежностей (9) визначаємо з використанням універсальних рівнянь [11], які в даному випадку мають наступний вигляд:

$$\begin{aligned}\frac{\partial \sigma}{\partial r} &= \mu_i \left( \frac{\partial^2 V_r}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial V_r}{\partial r} - \frac{V_r}{r} \right) + 2 \frac{\partial \mu_i}{\partial r} \frac{\partial V_r}{\partial r}; \\ \frac{\partial \sigma}{\partial \theta} &= 0; \quad \frac{\partial \sigma}{\partial z} = 0.\end{aligned}\quad (10)$$

Тоді після підстановки (4) та (8) в (10) отримаємо:

$$\frac{\partial \sigma}{\partial r} = -\frac{2}{\sqrt{3}} \frac{\sigma_s}{r}.\quad (11)$$

Загальне вирішення даного рівняння:

$$\sigma = -\frac{2}{\sqrt{3}} \sigma_s \ln r + C\quad (12)$$

Радіальна складова напружень  $\sigma_r$  в (13) з урахуванням (12) в загальному вигляді має вид:

$$\sigma = -\frac{2}{\sqrt{3}} \sigma_s \ln r + C + \frac{\sigma_s}{\sqrt{3}}\quad (13)$$

Для визначення довільної постійної використовуємо граничну умову, що на вході в матрицю радіальні напруження відсутні

$$r = R_H, \quad \sigma_{rr} = 0 \quad (14)$$

З урахуванням граничної умови (14) компоненти тензора напружень (9) описуються наступними виразами:

$$\sigma_{rr} = \frac{2}{\sqrt{3}} \sigma_s \ln \frac{R_H}{r}; \quad \sigma_{\theta\theta} = -\frac{2}{\sqrt{3}} \sigma_s \left( 1 - \ln \frac{R_H}{r} \right); \quad \sigma_{zz} = \frac{2}{\sqrt{3}} \sigma_s \ln \frac{R_H}{r} - \frac{\sigma_s}{\sqrt{3}}. \quad (15)$$

Отриманий розподіл напружень відповідає залежностям, які отримані Є.О. Поповим для витягування з потоншення монометалу в роботі [7]. Це підтверджує прийняті гіпотези та припущення. Використовуючи їх для витягування двошарового металу приймемо додатково наступні припущення:

- при зменшенні загальної товщини двошарової (составної) стінки заготовки, в залежності від механічної неоднорідності властивостей її шарів, виникає нерівномірне зменшення товщини кожного шару;
- подовження окремих шарів поздовж напрямку руху пуансона будуть не однакові. Це приводить до взаємного переміщення матеріальних часток граничної поверхні шарів один відносно іншого;
- для створення дифузійного з'єднання необхідно щоб в кінці зони стиску осередку деформацій при  $r = R_B$  швидкості взаємного переміщення матеріальних часток на граничній поверхні вирівнювались.

Кінематичною особливістю деформування двошарового металу є те, що на виході з осередку деформацій при  $r = R_B$  за рахунок різних механічних властивостей шарів змінюється співвідношення товщин металу. Це приводить до того, що гранична поверхня в осередку деформацій розвертається на деякий кут відносно радіального напрямку (рис. 3). Внаслідок цього змінюються розрахункові радіуси для першого та другого шарів.

Фізичною умовою сумісного деформування шарів в осередку деформацій є рівність нормальних до граничної поверхні тангенційних напружень:

$$\sigma_{\theta\theta I} = \sigma_{\theta\theta II}.$$

Для першого шару:

$$\sigma_{\theta\theta I} = -\frac{2}{\sqrt{3}} \sigma_{sI} \left( 1 - \ln \frac{R_{IH}}{r} \right). \quad (16)$$

Для другого шару:

$$\sigma_{\theta\theta II} = -\frac{2}{\sqrt{3}} \sigma_{sII} \left( 1 - \ln \frac{R_{2H}}{r} \right). \quad (17)$$

Рішення знаходимо для рівності тангенційних напружень для вихідного перерізу матриці при  $r = R_{IB}$ :

$$\sigma_{sI} \left( 1 - \ln \frac{R_{IH}}{R_{IB}} \right) = \sigma_{sII} \left( 1 - \ln \frac{R_{2H}}{R_{2B}} \right). \quad (18)$$

Для подальшого аналізу зручно перейти від радіусів, що описують вхідні та вихідні перерізи до товщини шарів металу на вході  $S_{IH}$  та на виході  $S_{IB}$ , які невідомі.

Враховуючи те, що товщини шарів і всього металу визначаються вхідним та вихідним

перерізами осередку деформацій, вважаємо, що для малих кутів осередку деформацій величина цих перерізів дорівнює довжині дуги, яка опирається на цей переріз.

З геометричних співвідношень для довільного перерізу з кутом  $\alpha_i$  однорідного шару металу маємо наступні співвідношення:

$$\begin{cases} S_{iH} = \alpha_i R_{iH}; \\ S_{iB} = \alpha_i R_{iB}; \end{cases} \quad (19)$$

де  $i$  – індекс шару металу.

З рівняння (19) можна записати, що:

$$\alpha_i = \frac{S_{iH}}{R_{iH}} = \frac{S_{iB}}{R_{iB}}, \quad (20)$$

Залежність (20) дозволяє записати для двошарового металу незалежно від положення центру кривизни для кожного з його шарів співвідношення:

$$\begin{cases} \frac{R_{1H}}{R_{1B}} = \frac{S_{1H}}{S_{1B}}; \\ \frac{R_{2H}}{R_{2B}} = \frac{S_{2H}}{S_{2B}}. \end{cases} \quad (21)$$

Отримані співвідношення дозволяють записати рівняння (18) через товщини шарів:

$$\sigma_{S_1} \left( 1 - \ln \frac{S_{1H}}{S_{1B}} \right) = \sigma_{S_2} \left( 1 - \ln \frac{S_{2H}}{S_{2B}} \right). \quad (22)$$

Після потенціювання рівняння (22) може бути записано у вигляді:

$$e^{1-A} = \left( \frac{S_{1H}}{S_{1B}} \right)^A \left( \frac{S_{2B}}{S_{2H}} \right), \quad (23)$$

де  $A = \frac{\sigma_{S_1}}{\sigma_{S_2}}$  – коефіцієнт неоднорідності двошарового металу.

Рівняння (23) має два невідомі – це товщини окремих шарів  $S_{1B}$  та  $S_{2B}$  на виході з осередку деформацій. Враховуючи, що вони зв'язані з зазором матриці на виході, який визначає товщину стінки заготовки після витягування, рівняння (23) можна привести до однієї невідомої з підстановкою:

$$S_{2B} = S_K - S_{1B}. \quad (24)$$

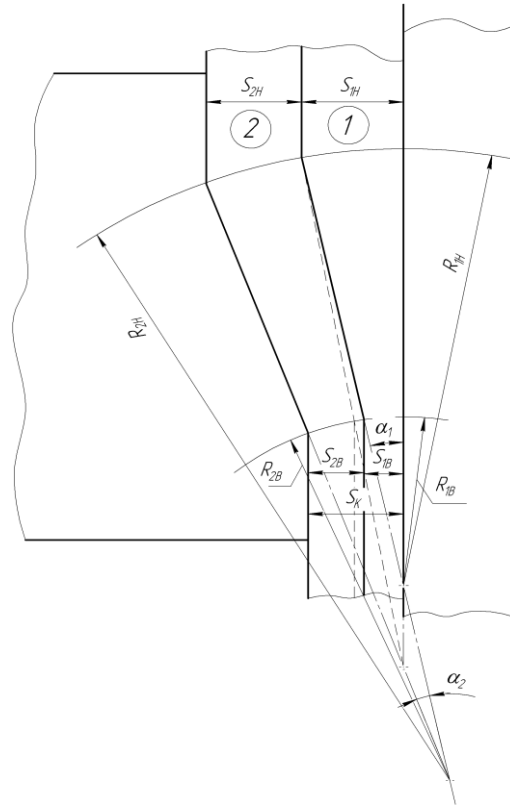


Рис. 3. Схема деформування двошарового металу в осередку деформацій

Після підстановки (24) та деяких перетворень рівняння (23) має вид:

$$\left( \frac{S_{2H}}{S_{1H}^A} \right) \cdot S_{1B}^A + e^{1-A} \cdot S_{1B} - e^{1-A} \cdot S_k = 0. \quad (25)$$

Отримане рівняння відносно  $S_{1B}$  не може бути вирішено аналітичними методами. Вирішення його здійснюємо методом ітерацій [12], для чого рівняння представляємо у наступному вигляді:

$$S_{1B} = S_k - e^{A-1} S_{2H} \left( \frac{S_{1B}}{S_{1H}} \right)^A. \quad (26)$$

На рис. 4 показана залежність зміни товщини шарів при витягуванні з потоншенням від співвідношення механічних властивостей матеріалів шарів.

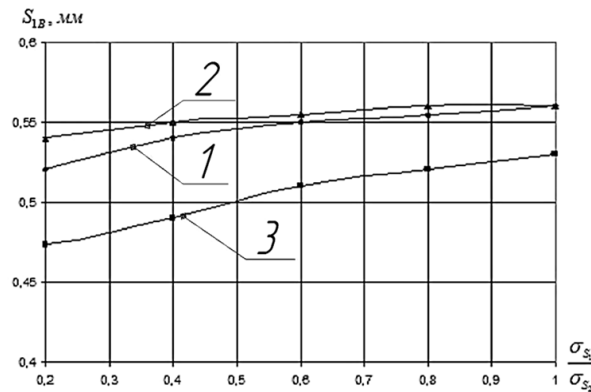


Рис. 4. Залежність зміни товщини шарів при витягуванні з потоншенням заготовки з початковими товщинами шарів ( $S_{0H} = 2,8$  мм,  $S_{1H}$  та  $S_{2H} = 1,4$  мм) та кінцевою товщиною  $S_k = 1,12$  мм: 1 – аналітичний розрахунок; 2 – експеримент; 3 – чисельний розрахунок

Аналіз графічних залежностей показує, що:

– якщо механічні властивості шарів металу не відрізняються ( $\sigma_{S1} = \sigma_{S2}$ ), двошаровий метал поводить себе, як одношаровий. При цьому  $\frac{S_{1B}}{S_{2B}} = \frac{S_{1H}}{S_{2H}} = k$ ;

– якщо механічні властивості шарів відрізняються то змінюється співвідношення товщин двошарового металу після витягування. Так при зменшенні співвідношення  $\frac{\sigma_{S1}}{\sigma_{S2}}$  зменшується на виході товщина першого шару  $S_{1B}$ , який має менші механічні властивості;

– співвідношення товщини металу після витягування залежить також від початкового співвідношення товщин металу;

– похибка розрахунку сягає від 6–10 %. Величина похибки розрахунку пояснюється не врахуванням механічного зміцнення, сил тертя, статистичним розкидом механічних властивостей матеріалу в натурному експерименті.

Визначимо розрахункові радіуси осередку деформації для кожного шару з використанням залежностей (26):

$$R_{iH} = \frac{hS_{iH}}{S_{iH} - S_{iB}}; R_{iH} = \frac{hS_{iH}}{S_{iH} - S_{iB}}. \quad (27)$$

де  $h$  – висота осередку деформації;  $i$  – індекс шару металу.  
Визначимо висоту осередку деформації

$$h = (S_{1H} + S_{2H}) - S_k \operatorname{ctg} \alpha \quad (28)$$

Підставимо рівняння (27) в (28) отримаємо:

$$R_{iH} = \frac{S_{iH}}{S_{iH} - S_{iB}} S_{0H} - S_{0k} \operatorname{ctg} \alpha; \quad R_{iB} = \frac{S_{iB}}{S_{iH} - S_{iB}} S_{0H} - S_{0k} \operatorname{ctg} \alpha. \quad (29)$$

Розрахункові радіуси осередку деформацій для кожного шару дозволить розрахувати параметри НДС з використанням раніше отриманих залежностей. Тоді поля швидкостей для обох шарів:

$$V_{r_i} = \frac{V_0 \frac{S_{iB}}{S_{iH} - S_{iB}} S_{0H} - S_{0k} \operatorname{ctg} \alpha}{r}; \quad V_{\theta} = 0; \quad V_z = 0. \quad (30)$$

де  $i$  – індекс шару металу.

Компоненти швидкостей деформацій в радіальному напрямку для першого та другого шару:

$$\varepsilon_{rr_i} = -\frac{V_0 \frac{S_{iB}}{S_{iH} - S_{iB}} S_{0H} - S_{0k} \operatorname{ctg} \alpha}{r^2}; \quad \varepsilon_{\theta\theta_i} = \frac{V_0 \frac{S_{iB}}{S_{iH} - S_{iB}} S_{0H} - S_{0k} \operatorname{ctg} \alpha}{r^2};$$

$$\varepsilon_{zz} = \varepsilon_{\theta z} = \varepsilon_{zr} = \varepsilon_{r\theta} = 0. \quad (31)$$

Інтенсивність швидкостей деформацій

$$\varepsilon_{i_i} = \frac{2}{\sqrt{3}} \frac{V_0 \frac{S_{iB}}{S_{iH} - S_{iB}} S_{0H} - S_{0k} \operatorname{ctg} \alpha}{r^2}. \quad (32)$$

Компоненти тензора напружень:

$$\sigma_{rr_i} = \frac{2}{\sqrt{3}} \sigma_{S_i} \ln \frac{\frac{S_{iH}}{S_{iH} - S_{iB}} S_{0H} - S_{0k} \operatorname{ctg} \alpha}{r}; \quad \sigma_{\theta\theta_i} = -\frac{2}{\sqrt{3}} \sigma_{S_i} \left( 1 - \ln \frac{\frac{S_{iH}}{S_{iH} - S_{iB}} S_{0H} - S_{0k} \operatorname{ctg} \alpha}{r} \right); \quad (33)$$

$$\sigma_{zz_i} = \frac{2}{\sqrt{3}} \sigma_{S_i} \ln \frac{\frac{S_{iH}}{S_{iH} - S_{iB}} S_{0H} - S_{0k} \operatorname{ctg} \alpha}{r} - \frac{\sigma_{S_i}}{\sqrt{3}}.$$

Кінематичні залежності (30) дають можливість побудувати розподіл різниці радіальних швидкостей переміщень  $\Delta V_r$  (рис. 5) на границі розділу шарів.

Аналіз цієї залежності показує, що:

- максимальна різниця на вході металів в осередок деформацій;
- на виході з осередку деформацій швидкості вирівнюються.

Такий розподіл швидкостей забезпечує виконання умов для дифузійного з'єднання шарів [6], в способах [1–5], запропонованих авторами.

В результаті автором також відмічено, що більш точне рішення можливо отримати при врахуванні сил тертя на контактній поверхні зміщення металів шарів.

**Висновки.** На основі прийнятих припущень створена теоретична модель процесу витягування з потоншенням двошарового матеріалу. Виконано аналіз основних параметрів напружено-деформованого стану процесу витягування.

Теоретично для ідеальнопластичного металу отримане рівняння, яке враховує механічну неоднорідність двошарової заготовки. Вирішення цього рівняння методом ітерацій

дозволило визначити кінцеві товщини після витягування. Показано, що похибка розрахунку в порівнянні з експериментальним та чисельним розрахунком не перевищує 10 %.

Отримана модель дозволила встановити розподіл компонент тензорів напружень та швидкості деформацій в осередку деформації, а також різницю радіальних швидкостей переміщення шарів, припускаючи, що на виході заготовки з матриці взаємне переміщення шарів відсутнє, що забезпечує виконання умов з'єднання шарів.

Результати аналізу показують, що отримані теоретичні результати можливо використовувати для проектування процесів, які реалізують способи виготовлення біметалевих трубчастих елементів, що запропоновані авторами.

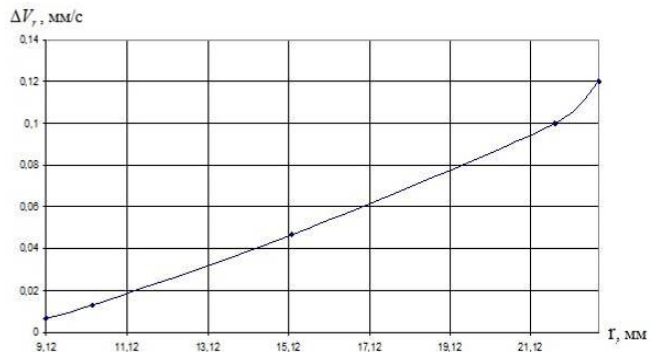


Рис. 5. Розподіл різниці радіальних швидкостей  $\Delta V_r$  в залежності від зміни радіусу на граничній поверхні шарів при витягуванні з потоншенням

### ЛІТЕРАТУРА

1. Тітов В. А. Розробка структури машинобудівної технології виготовлення біметалевих елементів та теоретичні підстави для її реалізації / В. А. Тітов, Р. С. Борис // Вестник Национального технического университета Украины «КПИ» (Серия «Машиностроение»). – Киев, 2006. – № 49. – С. 31–36.
2. Тітов В. А. Обґрунтування підстав для створення машинобудівної технології виготовлення біметалевих трубчастих елементів витягуванням / В. А. Тітов, Т. М. Лабур, Р. С. Борис // Технологические системы. – 2007. – №1. – С. 33–39.
3. Тітов В. А. Напрямки розвитку способів виготовлення біметалевих трубчастих елементів з різномірних матеріалів витягуванням / В.А. Тітов, Р.С. Борис, М.С. Тривайло // Вестник Национального технического университета Украины «КПИ» (Серия «Машиностроение»). – Киев, 2009. – № 56. – С. 154–159.
4. Тітов В. А. Дослідження процесу виготовлення біметалевих трубчастих елементів витягуванням / В. А. Тітов, Р. С. Борис // Обработка материалов давлением: сб. науч. тр. – Краматорск: ДГМА, 2009. – № 2 (21). – С. 173–178.
5. Тітов В. А. Обґрунтування та реалізація дослідного процесу виготовлення біметалевих трубчастих елементів / В. А. Тітов, Р. С. Борис, П. С. Вишневський, О.О. Лук'яненко // Вісник Національного технічного університету України «КПИ» (Серия «Машиностроение»). – Київ, 2010. – № 59. – С. 13–18.
6. Тітов В. А. Влияние особенностей конструкции рабочей поверхности матрицы оснастки на параметры процесса вытяжки с утонением биметаллических трубчатых элементов / В.А. Титов, Р.С. Борис, Е. И. Богодист // Вісник національного технічного університету «ХПІ». – Харків, 2011. – № 45. – С 34–42.
7. Попов Е. А. Основы теории листовой штамповки / Е. А. Попов. – М.: Машиностроение, 1968. – 283 с.
8. Валиев С. А. Комбинированная глубокая вытяжка листовых материалов / С. А. Валиев. – М.: Машиностроение, 1973. – 176 с.
9. Сатонин А. В. Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния при осесимметричной вытяжке многослойных полиметаллических заготовок с утонением стенки / А. В. Сатонин, Т. А. Кулик, А. А. Сатонин // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2007. – № 8. – С. 34–39.
10. Сатонин А. В. Численное математическое моделирование процессов пластической деформации относительно тонкого листового металлопроката на основе силового и энергетического подходов / А. В. Сатонин, В. В. Смолякова, А.А. Иванов // Обработка материалов давлением: сб. науч. тр. – Краматорск: ДГМА, 2008. – № 1 (19). – С. 92–98.
11. Алексеев Ю. Н. Вопросы пластического течения металлов / Ю. Н. Алексеев. – Харьков, изд-во ХГУ, 1958. – 188 с.
12. Шуп Т. Решение инженерных задач на ЭВМ: практическое руководство: пер. с англ. / Т. Шуп. – М.: Мир, 1982. – 238 с.

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ КИРПИЧНОЙ КЛАДКИ НА ПРИМЕРЕ СТАРОГО ЗДАНИЯ (4-Я ШКОЛА В Г. СУМЫ)

кандидат технических наук Андрух Сергей Леонидович

Украина, г. Сумы, Сумский национальный аграрный университет,  
доцент кафедры архитектуры та инженерных изысканий

**Abstract.** to conduct the tests of the old brick masonry work capacity of the nondestructive method and kinetics of transient deformations of creep.

**Keywords:** brickwork, maintenance of buildings, non-destructive method, determining the strength of bricks, the study of the kinetics of rapidly flowing creep strains.

**Введение.** Исследования старой кирпичной кладки в условиях эксплуатации в настоящее время изучено слабо из-за отсутствия приборов неразрушающего контроля кирпичных конструкций. Оценка технического состояния кирпичных конструкций и зданий в целом является первоочередной мерой по принятию объективного решения о возможности эксплуатации существующих зданий. В последнее время значительная часть зданий и сооружений, построенных из кирпичной кладки еще в 40-60 годах прошлого века, претерпели как физический, так и моральный износ и нуждаются в модернизации. Неразрушающие методы для оценки прочности и долговечности в первую очередь разрабатывались для бетонных и железобетонных конструкций Таблица 1. Проведены широкие исследования в этой области. Для оценки технического состояния зданий, необходимо провести комплекс мероприятий, среди которых не последнее место занимает оценка напряженного состояния материалов в конструкции здания в условиях эксплуатации.

Таблица 1. Существующие неразрушающие методы определения прочности материала в конструкции

| Методы                                             | Физические принципы действия                                                                 | Приборы и авторы                                           |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 1 – группа                                         |                                                                                              |                                                            |
| Методы пластической деформации                     | Основаны на зависимости между прочностью на сжатие и твердостью поверхностного слоя          | молоток Физделя;                                           |
|                                                    |                                                                                              | молоток Кашкарова;                                         |
|                                                    |                                                                                              | приборы системы ЛИСИ;                                      |
|                                                    |                                                                                              | Милявского М. Л. и Заборко Ю. М.;                          |
|                                                    |                                                                                              | Губберга А. М. (ДПГ - 4);                                  |
|                                                    |                                                                                              | Польди – Вайцмана;                                         |
|                                                    |                                                                                              | Васильева И. А.;                                           |
|                                                    |                                                                                              | Хайдукова Г. К.;                                           |
|                                                    |                                                                                              | Годерн А. И. и Рачевского Д. М., др.                       |
|                                                    |                                                                                              | прибор ПМ – 2; ПБ;                                         |
| склерометр СД – 2.                                 |                                                                                              |                                                            |
| прибор типа ХПС стандарт «ДИН - 4240»              |                                                                                              |                                                            |
| 2 – группа                                         |                                                                                              |                                                            |
| Методы упругого отскока и ударного импульса        | Основаны на зависимости между прочностью на сжатие и упругими свойствами поверхностного слоя | прибор КМ;                                                 |
|                                                    |                                                                                              | склерометр Шмидта;                                         |
|                                                    |                                                                                              | прибор системы Царицина В. В.;                             |
|                                                    |                                                                                              | склерометр сист. Ужполявичуса Б. Б.                        |
|                                                    |                                                                                              | прибор ВСМ – 4;                                            |
|                                                    |                                                                                              | прибор МПБ – 10 УЦ;                                        |
| прибор АЦПМ                                        |                                                                                              |                                                            |
| 3 – группа                                         |                                                                                              |                                                            |
| Методы местного разрушения                         | Путем местного разрушения                                                                    | метод отрыва со скалыванием;                               |
|                                                    |                                                                                              | приборы ГПНВ – 5;                                          |
|                                                    |                                                                                              | приборы ГПНС – 4;                                          |
|                                                    |                                                                                              | ПИБ;                                                       |
|                                                    |                                                                                              | метод скалывания ребра конструкции;                        |
|                                                    |                                                                                              | приборы ГПНВ – 5, ГПНС – 4 со скалывающим устройством УРС; |
| метод испытания бетона на отрыв – прибор ГПНВ – 5. |                                                                                              |                                                            |

В современных условиях нужны новые методы оценки работоспособности старой кирпичной кладки в зданиях и сооружениях. Новый метод должен помочь за короткий промежуток времени провести обследование кирпичной кладки и принять обоснованное решение по ликвидации аварийной ситуации в конструкции на обследуемом объекте.

Постановка проблемы: в результате неправильной эксплуатации зданий и сооружений часто возникает необходимость в усилении конструкций, и даже их переустройство. Что приводит к быстрому или длительному разрушению конструкций. В свою очередь остается вопрос о несущей способности кирпичной кладки в старых зданиях.

Анализ последних исследований: до настоящего времени не значительно уделялось внимания по изучению несущей способности старой кирпичной кладки непосредственно на объекте. В результате этого значительная часть зданий и сооружений, построенных, еще до революции нуждаются, в частичной или полной замене конструктивных элементов в здании.

Цель работы: провести исследования старой кирпичной кладки с использованием неразрушающих методов испытания непосредственно на объекте.

Результаты исследования. Оценка работоспособности является одной из регламентируемых процедур, выполняемых с целью проверки надежности и долговечности конструкций, установления возможности их использования по назначению в предусмотренных проектом условиях и определения прогнозируемого срока эксплуатации.

Под термином «работоспособность» понимают состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и конструкторской документации.

При реконструкции старых зданий и приведения их уровня комфортабельности к современным условиям, необходимо оценить действительное состояние строительных конструкций, их работоспособность и только после этого решать вопрос о возможности их дальнейшей эксплуатации или реконструкции.

Для оценки определения работоспособности кирпичной кладки как средство используется обследование здания и конструкций, которое включает в себе следующие этапы работ:

- предварительное ознакомление с проектной документацией, рабочими и исполнительными чертежами, актами на скрытые работы (при их наличии);
- визуальный осмотр объекта, выявление видимых дефектов и их фиксация, составления схем дефектов сооружения, проведение комплекса исследования неразрушающими методами;
- отбор образцов кирпича и раствора для определения прочностных характеристик материалов кирпичной кладки;
- поверочные расчеты (определение прочности конструкций и деформаций).

По результатам обследования, как правило, принимается решение о работоспособности кирпичной кладки. Нами в стандартную схему (рис.1.) предлагается внести два дополнения:

- применить новый неразрушающий метод определения прочности кирпича и раствора в кирпичной кладке;
- использовать исследование кинетики быстронатекающей деформаций ползучести кирпичной кладки для оценки ее фактического уровня нагружения в качестве дополнительного фактора для оценки работоспособности.

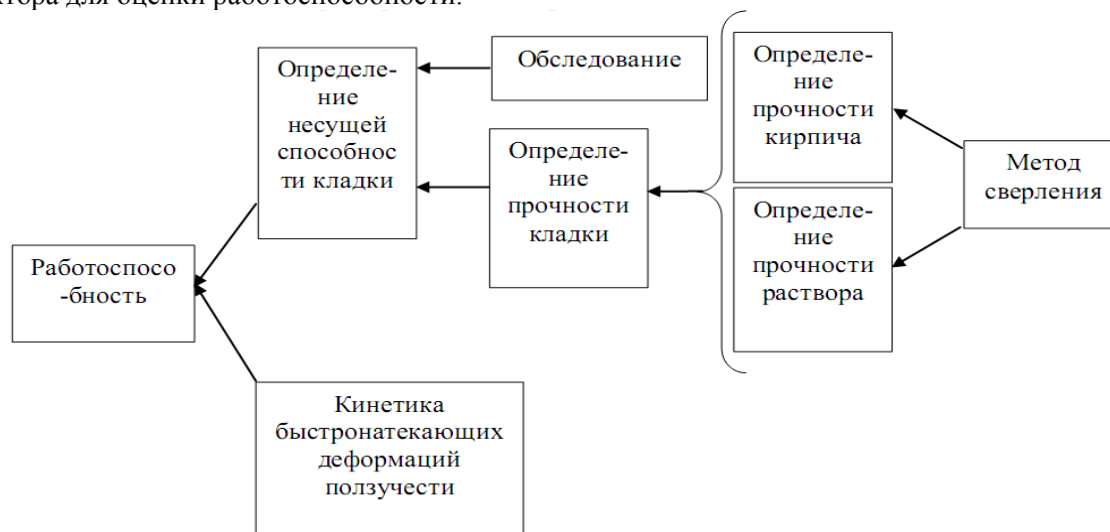


Рис. 1. Схема оценивания работоспособности старой кирпичной кладки

Часто проектная документация отсутствует, и визуальное обследование является первым этапом выполняемых работ.

Оно дает в первую очередь исходную информацию, позволяет судить о степени изношенности элементов конструкций и конкретизировать дальнейшие испытания.

Инструментальное обследование связано с использованием неразрушающих методов, которые не нарушают эксплуатационные качества конструкций в целом. Такое обследование можно проводить под статическим и динамическим нагружением. Комплекс мероприятий включает определение значений геометрических параметров сооружения (пролеты, толщины, высоты и т.д.), структурных свойств материалов, размещения арматуры в кирпичной кладке и т.д.

Для оценки прочностных характеристик кирпича и раствора в кирпичной кладке предложенным методом заключалось в следующем. Места для сверления в кирпичной кладке выбирались произвольно по всей высоте кладки. Сверление выполнялось перпендикулярно к кирпичной кладке. Количество мест необходимых для сверления отвечало количеству образцов испытываемых на сжатие, согласно ДСТУ [1].

Целью натурных обследований каменной кладки, является определение общего состояния здания, отвечающего проекту, наличие дефектов.

Для определения эксплуатационных свойств кирпичной кладки, в соответствии с нормативными документами [2, 3] при полном обследовании зданий, методы отбора проб использовать очень трудоемко. Особенно эта проблема актуальна для кирпичных зданий с установленными во время обследования дефектами и повреждениями конструктивного характера, учет которых стандартными методами не обеспечивает необходимой достоверности.

Как показал опыт проведения оценки прочностных характеристик полнотелого глиняного кирпича (рис.2.) и известкового раствора, в большинстве случаев установленная несущая способность [4] существенно выше фактической прочности применительно к старой кирпичной кладке.



*Рис. 2. Общий вид исследуемого кирпича*

Необходимо принимать во внимание факторы, снижающие несущую способность каменных конструкций:

- наличие трещин их длину и ширину раскрытия (с появлением трещин в кирпичной кладке происходит дробление на отдельно стоящие элементы конструкций и приводит к снижению несущей способности кладки в целом);
- наличие дефектов кирпичной кладки (можно разделить на внешние и внутренние дефекты которые в свою очередь легко поддаются исправлению и такие при которых необходимо выполнить специальные работы для их устранения);
- наличие эрозии в кирпичной кладке (приводит к изменению преждевременному старению, а так же изменению геометрических размеров и ослаблению отдельных конструкций);
- устройство штраб и отверстий (выполненные отверстия под электропроводку в здании);
- эксцентриситеты, связанные с отклонением стен, столбов от вертикали и выпучиванием из плоскости, а так же и с неоднородностью кладки по сечению;
- нарушение конструктивной связи между стенами, каменными столбами и перекрытиями при образовании трещин;
- смещение арочных и лучковых перемычек.

Разрабатывался метод в первую очередь для старых жилых и общественных зданий (памятников архитектуры) и помогает сохранить первоначальный облик конструкций, не нарушает архитектурный ансамбль всего здания.

Предложенным неразрушающим методом были определены прочностные характеристики кирпича и известкового раствора.

В таблице 1 приведены прочностные характеристики старого полнотелого глиняного кирпича и известкового раствора, а также и соответствующая ей прочность кладки.

Таблица 1. Средне статистическое значение прочности кладки

| № п.п. | Размеры образца, мм | Прочность столба, МПа | Прочность кирпича на сжатие, МПа | Прочность раствора на сжатие, МПа |
|--------|---------------------|-----------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 1      | 265x265x400         | 1,65                  | 2,14                             | 0,8                               |
| 2      | 265x265x400         | 1,62                  | 2,1                              | 0,785                             |
| 3      | 265x265x400         | 1,62                  | 2,1                              | 0,78                              |

Работоспособность кирпичной кладки находящейся в эксплуатации связана с нахождением таких элементов, их отдельных участков, где с одной стороны, сосредоточены неблагоприятные дефекты или имеются негативные отклонения прочностных характеристик материала, а с другой складывается неблагоприятное напряженное состояние. Задача усложняется, если в конструкции, под действием определенных эксплуатационных факторов, произошло изменение его напряженного состояния, которое невозможно оценить расчетным путем. Выбранный для обследования элемент конструкции является ответственным, что в свою очередь приведет к разрушению перераспределению усилий и окажется опасным, что может привести к разрушению других элементов и обрушению всей системы конструкций.

В данной ситуации рекомендуется принять метод, позволяющий экспериментально определить фактический уровень напряженного состояния всего элемента или его отдельного участка.

При реализации метода необходимо учитывать следующее:

После фиксации дефектов испытуемой конструкции, определения прочностных характеристик кирпичной кладки неразрушающим методом и расчетным путем оценивается несущая способность кирпичной кладки и в свою очередь выявляются наиболее опасные зоны.

Анализируется взаимодействие испытуемой конструкции с другими частями здания, выявляется, не будет ли опасным для других конструкций с изменением уровня напряжений в испытуемой конструкции.

Устанавливается, домкрат подключается к насосной станции.

Устанавливаются приборы для фиксации деформаций и подключаются к СИИТ-3.

С помощью насосной станции создавалось давление в домкрате, обеспечивает полную разгрузку простенка.

Нагрузка с домкрата снимается путем слива масла из гидросистемы домкрата. Одновременно с разгрузкой производится запись процесса деформирования в течении 10 – 20 секунд от начала нагружения (момент сброса масла).

По характеру зависимостей быстронатекающих деформаций ползучести определяется фактический уровень загрузки конструкций.

Размеры простенка (рис.3.) из неармированного полнотелого глиняного кирпича составили 560 x 700 x 2800 мм.

Произведен подсчет сбора нагрузки на простенок. Расчетная постоянная нагрузка составила  $N = 17,64$  т. Несущая способность  $\Phi$  простенка определялась по формуле с учетом дефектов в кирпичной кладке составила  $\Phi = 22,52$  т ( $\eta = \frac{N}{\Phi} = \frac{17,64}{22,52} = 0,78$ ).

Для определения фактического уровня напряжений в простенке проведено испытание по кинетике быстронатекающих деформаций ползучести. Фактический уровень напряжений от постоянной нагрузки в кирпичном простенке составила  $\eta = 0,79$ . При данном уровне нагружения в простенке образовывались многочисленные вертикальные трещины, которые привели к расслоению простенка и предшествовали его разрушению.

Анализируя данные, полученные в процессе эксперимента можно сказать, что характер загрузки простенка свидетельствует об опасности разрушения конструкций, т.к. запас несущей прочности простенка составило 20 %, что недостаточно для восприятия полной расчетной нагрузки с учетом временных нагрузок.

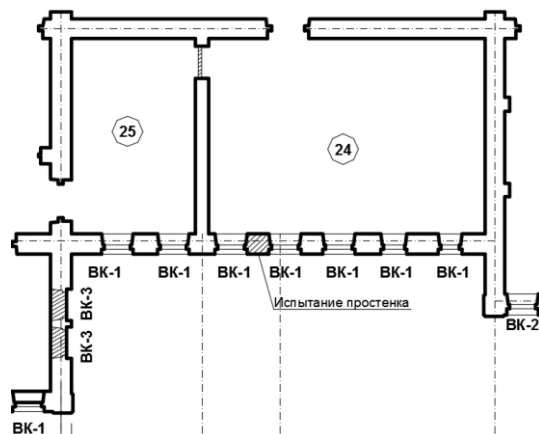


Рис. 3. Испытание простенка на первом этаже (4-я школа в г. Сумы)

**Выводы.** Предложена методика оценки работоспособности кирпичной кладки, особенностью которой является использование нового метода сверления для определения прочностных характеристик кирпича и раствора, метода оценки фактического уровня напряжений по характеру кинетики быстронатекающей деформации ползучести.

Показателем работоспособности является одним из составляющих: определение прочностных характеристик кирпича и раствора в кирпичной кладке методом сверления, а также уровня напряжений в существующей кирпичной кладке, где предложенная методика дает больше данных по сравнению с существующей.

Методика апробирована на 7 существующих объектах отклонение от разрушающих методов составило – 10 %.

Значительные поверхностные повреждения кладки старых зданий делают не возможным применение существующих неразрушающих методов определения прочности материалов кирпичной кладки. Предложенный метод дал достоверные результаты благодаря глубинному зондированию.

Исследование кинетики быстронатекающей ползучести позволяет получить дополнительно информацию про фактический уровень нагружения конструкции и более точно оценить работоспособность простенка, уровень которого составил  $\eta = 0,79$ , что свидетельствует о критической работе и требует принятия решения об усилении конструкции.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ДСТУ Б В.2.7-42-97 Будівельні матеріали. Методи визначення водопоглинання густини і морозостійкості будівельних матеріалів і виробів. – К.: Держкоммістобудування, 1997. – 22 с.
2. Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд. // Державний комітет будівництва і архітектури. – К., 1997. – 150 с.
3. Правила оцінки технічного стану і паспортизації будинків та споруд, що експлуатуються в складних інженерно-геологічних умовах РБН В.3.1-01-99. Утв.гл. упр. Градостроительства и архитектуры Донецкой области 24.06.1999. Введен 1.08.1999 г. –Д.: Главное управление градостроительства и архитектуры Донецкой обл. 1990. – 15 с.
4. Теоретические и экспериментальные исследования каменных конструкций. – Сбор.трудов Т. А. Горькова. – М.: Стройиздат, 1978. –210 с.

# ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ НА СЕТЕВЫХ МОДЕЛЯХ В ДЕТЕРМИНИРОВАННОМ СЛУЧАЕ

к. т. н. Исмагулова Ж. С.

Казахстан, Казахская академия транспорта и коммуникаций имени М. Тынышпаева

**Abstract.** This article aims to investigate the methods to solve resource allocation problems on network models in a deterministic case in connection with the difficulty of solving resource allocation problems on network models under conditions of uncertainty at large dimensions. This is due to the impossibility of obtaining an optimal solution by known analytical methods. Therefore, it becomes necessary to develop effective heuristic methods and algorithms based on mathematical programming and on the intuition and experience of the person making the decision. Also, methods and algorithms for solving resource allocation problems for a deterministic case are analyzed. Theoretically investigated the effectiveness of the developed methods of resource allocation on network models. The problem of resource allocation in the deterministic case is formulated, when the duration of the work is fixed and depends on the allocated resources.

**Keywords:** resources, network graph, deterministic case, optimal path, estimation of indicators

**Введение.** Одной из наиболее важных задач возникающих в различных сферах человеческой деятельности является проблема распределения и перераспределения ресурсов, причём оптимальным образом. Существуют разные методы распределения ресурсов в разных случаях. В данной статье рассматриваются методы распределения ресурсов в детерминированном случае, когда продолжительности работ не зависят от выделенных ресурсов. Пусть имеется сетевой граф

$$G = \langle V, U \rangle, \quad (1)$$

где  $V$  - множество вершин,  $U$  - множество дуг (работ).

Сначала осуществляется упорядочение вершин графа  $G$ , т.е. разбивка множества вершин следующим образом:

- 1) нулевая вершина  $v_0$  относится к нулевому рангу  $S_0$ ;
- 2) все вершины  $v_j \in V$ , которые имеют выходящие дуги из вершин ранга  $S_0$ , относятся к первому рангу  $S_1$ ;
- 3) все вершины, следующие только за вершинами из рангов  $S_0$  или  $S_1$ , относятся ко второму рангу  $S_2$  и т. д.

К  $m$ -му слою относятся все вершины графа  $G$ , которые имеют выходящие дуги от вершин ранга  $S_i$ ,  $i = \overline{1, m-1}$  (последний ранг  $m$  содержит только конечную вершину).

Упорядочим вершины таким образом, чтобы  $\forall v_i \in S_k$  и  $v_j \in S_{k+1}$  имело место неравенство  $i < j$ .

В результате этой процедуры получают ранги  $S_i$ ,  $i = \overline{1, m}$  и в каждом ранге можно пронумеровать вершины  $v_j \in S_i$ . Пусть в  $m$ -ом ранге имеется  $l_m$ -вершин графа.

Предположим теперь, что имеется некоторый случайный показатель  $\Pi$ , который характеризует эффективность пути, например, в качестве  $\Pi$  может служить длина пути от 0 вершины до  $m$ -го ранга. Задача заключается в нахождении такого пути от 0-ой вершины к  $m$ -му рангу, чтобы показатель  $\Pi$  принимал минимальное значение. Обозначим через  $\Pi(i)k(l)$  значение показателя при переходе из  $j$ -ой вершины ранга  $i$  в  $l$ -ую вершину ранга  $k$ . Тогда на первом этапе оптимальный переход из вершины  $j$  ранга  $m-1$  к рангу  $m$  (так как на  $m$ -м этапе одна вершина) составляет  $\Pi_{m-1(j),m}^*$ ,  $j = \overline{1, l_{m-1}}$ . На втором этапе необходимо найти оптимальную траекторию, соединяющие вершины ранга  $m-2$  с вершинами ранга  $m-1$ . Для этого находим минимум показателя от вершины слоя  $m-2$  к вершине  $m$ :

$$\Pi_{m-2(j),m}^* = \min \left[ \Pi_{m-2(j),m}; \min_{k=1, l_{m-1}} (\Pi_{m-2(j),m-1(k)} + \Pi_{m-1(k)}^*) \right], \quad j = \overline{1, l_{m-2}}, \quad (2)$$

где  $\Pi_{m-2(j),m}^*$  - оптимальное значение показателя при переходе из  $j$ -ой вершины,  $m-2$  ранга к  $m$ -му рангу.

Продолжая этот процесс на  $m$ -м этапе для  $m$ -го ранга, имеем минимум из уравнения:

$$\Pi_{m-n(j),m}^* = \min_{j=1, l_{m-n}} \left[ \begin{aligned} &\Pi_{m-n(j),m}, \min_{k=1, l_{m-1}} (\Pi_{m-n(j),m-1(k)} + \Pi_{m-1(k),m}^*), \\ &\min_{k=1, l_{m-2}} (\Pi_{m-n(j),m-2(k)} + \Pi_{m-2(k),m}^*), \dots, \\ &\min_{k=1, l_{m-n+1}} (\Pi_{m-n(j),m-n+1(k)} + \Pi_{m-n+1(k),m}^*) \end{aligned} \right] \quad (3)$$

и т.д. для 0-й вершины имеем:

$$\Pi_0^* = \min \left[ \Pi_{0,m}; \min_{r=1, l_{m-1}} (\Pi_{0,m-1(r)} + \Pi_{m-1(r),m}^*), \dots, \min_{r=1, l_2} (\Pi_{0,2(r)} + \Pi_{2(r),m}^*) \right] \quad (4)$$

Таким образом, мы получаем рекурсивную формулу (3) для оценки показателей сетевого графика.

Это даёт возможность:

- 1) на каждом этапе рассматривать большое количество возможных вариантов;
- 2) в отличие от метода динамического программирования переход может осуществляться на разные этапы.

Рассмотрим использование данного подхода для решения конкретной задачи, исходные данные которой представлены сетевым графиком на рисунке 1.

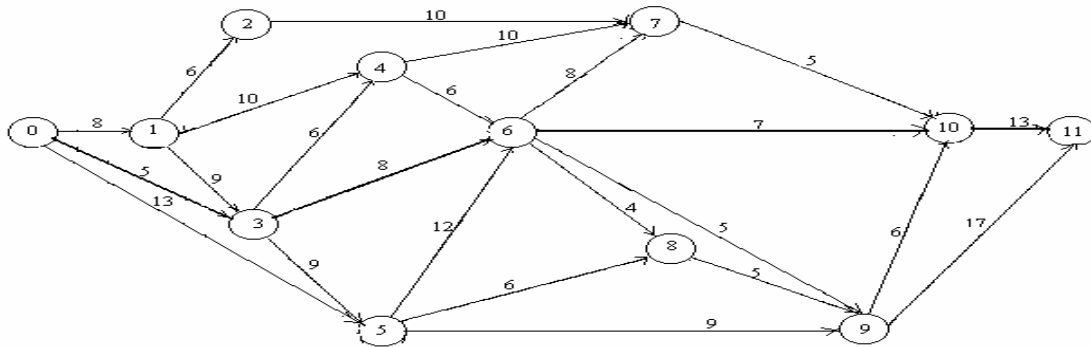


Рис. 1. Сетевой график затрат на построение железной дороги между пунктами

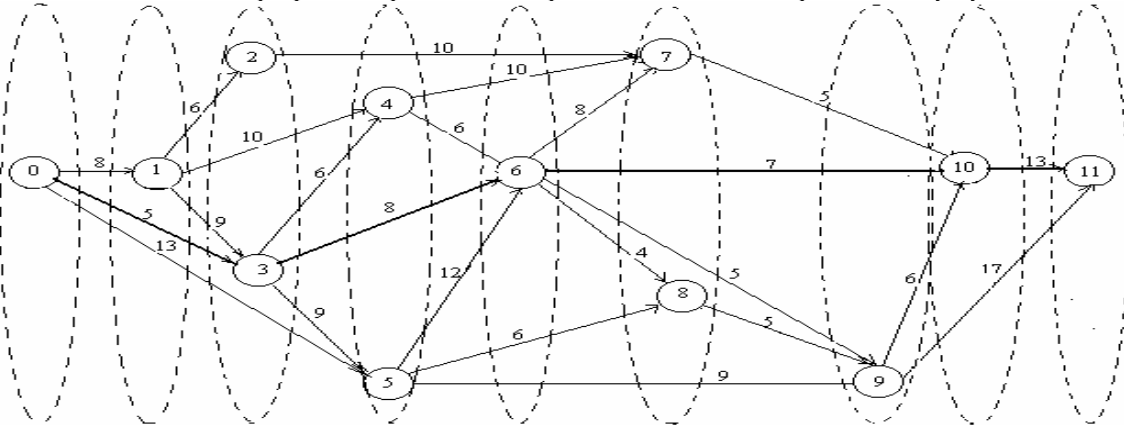


Рис. 2. Разбивка сетевого графика на ранги

Как видно  $0 \rightarrow 3 \rightarrow 6 \rightarrow 10 \rightarrow 11$  - оптимальный путь прохода, проведен жирными линиями.  
Затраты  $Z$  при переходе из состояния  $S_0, S_1, S_2$  в другие состояния  $S_7$  представлены в таблицах 1- 11:

Таблица 1. Переход из состояния  $S_0$

| S     |       |          |          |
|-------|-------|----------|----------|
| $S_0$ | $S_1$ | $S_{22}$ | $S_{32}$ |
| $z$   | 8     | 5        | 13       |

Таблица 2. Переход из состояния  $S_1$

| S     |          |          |          |
|-------|----------|----------|----------|
| $S_1$ | $S_{21}$ | $S_{22}$ | $S_{31}$ |
| $z$   | 6        | 9        | 10       |

Таблица 3. Переход из состояния  $S_{21}$

| S        |       |
|----------|-------|
| $S_{21}$ | $S_5$ |
| $z$      | 10    |

Таблица 4. Переход из состояния  $S_{22}$

| S        |          |       |          |
|----------|----------|-------|----------|
| $S_{22}$ | $S_{31}$ | $S_4$ | $S_{32}$ |
| $z$      | 6        | 8     | 9        |

Таблица 5. Переход из состояния  $S_{31}$

| S        |       |       |
|----------|-------|-------|
| $S_{31}$ | $S_4$ | $S_5$ |
| $z$      | 6     | 10    |

Таблица 6. Переход из состояния  $S_{32}$

| S        |       |          |       |
|----------|-------|----------|-------|
| $S_{32}$ | $S_4$ | $S_{52}$ | $S_6$ |
| $z$      | 12    | 6        | 9     |

Таблица 7. Переход из состояния  $S_4$

| S     |          |          |       |       |
|-------|----------|----------|-------|-------|
| $S_4$ | $S_{51}$ | $S_{52}$ | $S_6$ | $S_7$ |
| $z$   | 8        | 4        | 5     | 7     |

Таблица 8. Переход из состояния  $S_{51}$

| S        |       |
|----------|-------|
| $S_{51}$ | $S_7$ |
| $z$      | 5     |

Таблица 9. Переход из состояния  $S_{52}$

| S        |       |
|----------|-------|
| $S_{52}$ | $S_6$ |
| $z$      | 5     |

Таблица 10. Переход из состояния  $S_6$

| S        |       |       |
|----------|-------|-------|
| $S_{31}$ | $S_7$ | $S_8$ |
| z        | 6     | 17    |

Таблица 11. Переход из состояния  $S_6$

| S     |       |
|-------|-------|
| $S_7$ | $S_8$ |
| z     | 13    |

Исходя из соотношения (2)-(4) имеем:

$$z_8^*(S_7 = 10) = 13 \quad (5)$$

$$\begin{aligned} z_7^*(S_6 = 9) &= \min f_7(S_6 = 9, S_7 = 10) + z_8(S_7 = 10) = \min 6 + 13 = 19, \\ z_7^*(S_6 = 9) &= \min f_7(S_6 = 9, S_8 = 11) = 17, \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} z_6^*(S_5 = 7) &= \min f_6(S_5 = 7, S_7 = 10) + z_8(S_7 = 10) = \min 5 + 13 = 18, \\ z_6^*(S_5 = 8) &= \min f_6(S_5 = 8, S_6 = 9) + z_7(S_6 = 9) = \min 5 + 17 = 22, \end{aligned} \quad (7)$$

$$z_5^*(S_4 = 6) = \min \left\{ \begin{aligned} &f_5(S_4 = 6, S_5 = 7) + z_8(S_7 = 10) \\ &f_5(S_4 = 6, S_7 = 10) + z_8(S_7 = 10) \\ &f_5(S_4 = 6, S_6 = 9) + z_7(S_6 = 9) \\ &f_5(S_4 = 6, S_5 = 8) + z_6(S_5 = 8) \end{aligned} \right\} = \min \left\{ \begin{aligned} &8 + 13 \\ &7 + 13 \\ &5 + 17 \\ &4 + 22 \end{aligned} \right\} = \min \left\{ \begin{aligned} &21 \\ &20 \\ &22 \\ &26 \end{aligned} \right\} = 20, \quad (8)$$

$$z_4^*(S_3 = 4) = \min \left\{ \begin{aligned} &f_4(S_3 = 4, S_5 = 7) + z_6(S_5 = 7) \\ &f_4(S_3 = 4, S_4 = 6) + z_5(S_4 = 6) \end{aligned} \right\} = \min \left\{ \begin{aligned} &10 + 18 \\ &6 + 20 \end{aligned} \right\} = \min \left\{ \begin{aligned} &28 \\ &26 \end{aligned} \right\} = 26 \quad (9)$$

$$z_4^*(S_3 = 5) = \min \left\{ \begin{aligned} &f_4(S_3 = 5, S_4 = 6) + z_5(S_4 = 6) \\ &f_4(S_3 = 5, S_5 = 8) + z_6(S_5 = 8) \\ &f_4(S_3 = 5, S_6 = 9) + z_7(S_6 = 9) \end{aligned} \right\} = \min \left\{ \begin{aligned} &12 + 20 \\ &6 + 22 \\ &9 + 17 \end{aligned} \right\} = \min \left\{ \begin{aligned} &32 \\ &28 \\ &26 \end{aligned} \right\} = 26, \quad (10)$$

$$z_3^*(S_2 = 2) = \min f_3(S_2 = 2, S_5 = 7) + z_6(S_5 = 7) = \min 10 + 18 = 28 \quad (11)$$

$$z_3^*(S_2 = 3) = \min \left\{ \begin{aligned} &f_3(S_2 = 3, S_3 = 4) + z_4(S_3 = 4) \\ &f_3(S_2 = 3, S_3 = 6) + z_5(S_4 = 6) \\ &f_3(S_2 = 3, S_3 = 5) + z_4(S_3 = 5) \end{aligned} \right\} = \min \left\{ \begin{aligned} &6 + 26 \\ &8 + 20 \\ &9 + 26 \end{aligned} \right\} = \min \left\{ \begin{aligned} &32 \\ &28 \\ &35 \end{aligned} \right\} = 28, \quad (12)$$

$$z_2^*(S_1=1) = \min \left\{ \begin{array}{l} f_2(S_1=1, S_2=2) + z_3(S_2=2) \\ f_2(S_1=1, S_3=4) + z_4(S_3=4) \\ f_2(S_1=1, S_2=3) + z_3(S_2=3) \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 6+28 \\ 10+26 \\ 9+28 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 34 \\ 36 \\ 37 \end{array} \right\} = 34, \quad (13)$$

$$z_1^*(S_0=0) = \min \left\{ \begin{array}{l} f_1(S_0=0, S_1=1) + z_2(S_1=1) \\ f_1(S_0=0, S_2=3) + z_3(S_2=3) \\ f_1(S_0=0, S_3=5) + z_4(S_3=5) \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 8+34 \\ 5+28 \\ 13+26 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 42 \\ 33 \\ 39 \end{array} \right\} = 33 \quad (14)$$

**В результате исследования** определено что, оптимальный проект требует затрат в размере  $z^*=33$ . Оптимальный путь находим следующим образом:

Затраты  $z^*=33$  получаем для дуги, соединяющей вершину 0 с вершиной 3, который получается из второй строки (14). Далее из вершины 3 получаем затраты равные  $33-5=28$ , которую даёт вершина 6 (12). Затраты  $28-8=20$  даёт вершина 10 (8). Затраты  $20-7=13$  даёт переход из вершины 10 к вершине 11 (5).

Предложенная методика отличается от метода динамического программирования тем, что переходы состояний осуществляются не только в соседние состояния.

**Выводы.** Таким образом, в работе показана методика решения задачи распределение ресурсов на сетевых моделях в детерминированном случае, когда продолжительности выполнения работ фиксированы и зависят от выделенных ресурсов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Таха Х. Введение в исследование операций: в 2-х книгах. кн.1. Пер. с англ. М., Мир, 1985-475с.
2. Кремер Н. Ш. Исследование операций в экономике. М., ЮНИТИ, 1997-390с.
3. Конюховский П. Математические методы исследования в экономике.- СПб: Питер, 2000г.
4. Ташев А. А., Каракулов А. К. Математическое программирование: Алматы, 2002-195 с.

# ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Мединський Д. В.

Україна, Національний авіаційний університет, аспірант

**Abstract.** The article analyzes the use of unmanned aerial vehicles in agriculture to protect plants against diseases and pests by studying foreign experience in the use of mobile, airborne, complexes, marketing research of foreign companies and studying the advantages and disadvantage of UAV in comparison with manned aircraft. Certainly, that the use of unmanned aerial vehicles is widespread in many countries of the world, and the results of research in this direction despite the short period of introduction of this technology are presented by numerous scientific publications. The volume of the world market of unmanned aerial systems is constantly increasing, and Ukraine, taking into account the high development of the aircraft manufacturing industry, can become one of the leading manufactures of integrated solutions and services for the ever growing needs of this market. Ukraine has the potential to use UAV in agriculture in terms of technical, economic, human resources. An analysis was conducted of the main UAV manufacturers in agriculture of foreign countries and Ukraine; the basic, technical characteristics of UAV are determined, in particular those used in agriculture; on the basis of which the SWOT analysis of the development of the strategy of unmanned agricultural aviation in Ukraine is presented. The possibility of developing a strategy for the development of unmanned agricultural aviation in Ukraine is considered. Certainly, in order to effectively develop production and use of unmanned aerial vehicles, additional funding and development of programs is needed to direct the revitalization of the State in this direction (provision of benefits, state support for the producer of technologies and services, development of programs for informing about technologies and manufacturers of to consumers in the field of agriculture, as well as the organization of training of personnel for the introduction of UAV in the agricultural needs of the population).

**Keywords:** unmanned aerial vehicle; plant; agriculture; technology; unmanned aviation complex

**Вступ.** З бурхливим розвитком інформаційних технологій, мініатюризацією апаратних засобів управління намітилася прогресуюча тенденція мінімізувати роль людини в людино-машинних системах, а в окремих випадках навіть повністю виключити її з контуру управління порівняно складними, технічними об'єктами. Автоматизація, автоматика, роботизація, механотроніка - ось неповний перелік наук, причетних до цієї тенденції. В останні роки активно вивчаються різні аспекти створення та застосування безпілотних транспортних засобів: автомобілів, самохідних механізмів, бронетранспортерів, літальних апаратів різного призначення. Значний інтерес до цієї тематики спостерігається і в сільському господарстві. Є чимало прикладів успішного застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) для захисту рослин від хвороб і шкідників [1].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питанню застосування БПЛА у сільському господарстві присвячено багато наукових праць вітчизняних та зарубіжних авторів. Аналізу, класифікації, цільовому призначенню, як у військовому, так і цивільному сегменті, сучасним розробкам, дизайну, еволюції безпілотних авіаційних систем (БАС) присвячено праці [2,3]. В роботах [4-6] подано системний аналіз використання різного типу моделей БПЛА з метою аерознімання територій для картографування. Перспективи розвитку БПЛА висвітлюються в роботах [7-11]. Але і сьогодні, ще не визначений повний перелік робіт, які можна виконувати за допомогою БПЛА.

**Мета статті** - провести огляд розвитку технологій застосування БПЛА в світі і Україні, представити SWOT-аналіз технологій застосування БПЛА, намітити стратегію розвитку безпілотної сільськогосподарської авіації в Україні.

**Зарубіжний досвід застосування БПЛА в сільському господарстві.** За останні роки різними підприємствами був розроблений цілий ряд БПЛА в складі мобільних авіаційних комплексів, але результати отримані в процесі цієї діяльності - мінімальні, що представляє собою прямий наслідок відсутності чіткої позиції заявника до проблем пов'язаних з можливістю науково-промислового комплексу.

За даними маркетингових досліджень іноземних компаній, розвиток БПЛА призведе до зростання розподілу системи безпеки польотів та обліку інформації [12].

Над територією України до 2040 року постійно (в режимі «24 \ 7 \ 365») можуть перебувати у повітрі не менше, як 50000 БПЛА об'єднаних в єдину систему надання робіт і

послуг для задоволення різних постійно-зростаючих потреб економіки, в тому числі сільськогосподарського призначення.

Середньостатистична чисельність зайнятих в розробці і виробництві безпілотних авіаційних систем (БАС) складе до 40 000 чоловік, а чисельність зайнятих в експлуатації буде забезпечено комплексним рішенням і досягне 100 000 чоловік до 2040 року [13].

Оцінки вказують, що обсяг світового ринку БАС, комплексних рішень і послуг до 2040 року складе більше 110 млрд. доларів США (за наявності діючих цін) [14]. Тому зміниться не тільки структура, але і попит споживачів під який потрібно буде адаптуватися новим лідерам серед глобальної конкуренції у виробництві БПЛА.

За даними організації AUVSI у звіті під назвою «The Economic Impact of Unmanned Systems Integration in the United States» в офіційній доповіді Міжнародної Асоціації Безпілотних Систем (Association for Unmanned Vehicle Systems), говориться про те, що застосування БПЛА в сільському господарстві буде мати перевагу над усіма іншими додатками (dwarf all others) і до 2027 року близько 80 % ринку безпілотних апаратів буде введено в сільське господарство США [15].

При наявності Державної підтримки - Україна може зайняти від 5-10 % (базовий сценарій) до 15-18 % (оптимістичний сценарій) світового ринку в сегменті «сільське господарство» до 2040 року. У грошовому еквіваленті обсяг ринку з надання послуг на основі БПЛА в сегменті сільського господарства, який зайняли українські компанії Drone UA і UkrSpec\_Systems може сягнути 600 000 млн. грн., А продаж БПЛА значно поповнить бюджет України у вигляді фіскальних відрахувань.

Загальносвітовий підхід до використання безпілотників - це комплекс засобів, які використовують максимальну висоту 120 м в області прямої видимості. БПЛА широко застосовують в сільському господарстві таких країн: Японія, Австралія, Нова Зеландія, Південна Корея, США, Італія, Аргентина, Бразилія, Мексика та інш.

Застосування БПЛА в сільському господарстві має величезний потенціал і з кожним роком інтерес до їх застосування зростає. Використання безпілотних літальних апаратів в сільському господарстві є інновацією для України, оскільки БПЛА в першу чергу використовувалися для військових потреб і тільки після військових випробувань почалося широке застосування в сільському господарстві.

Сучасні безпілотники оснащені мультиспектральними камерами, висока якість зображення яких дозволяє з точністю діагностувати датчиками проблемні ділянки сільськогосподарських угідь системами супутникової навігації, компактними бортовими комп'ютерами, а також обладнані засобами для внесення хімікатів.

БПЛА в сільському господарстві здатні вирішувати наступні завдання:

- оцінку хімічного складу ґрунту;
- охорону сільськогосподарських угідь;
- прогнозування врожайності сільськогосподарських культур;
- обприскування хімічними препаратами для боротьби зі шкідниками та хворобами;
- оцінку зростання сільськогосподарських культур;
- оперативний моніторинг стану рослин;
- оцінку обсягу робіт і контроль їх виконання для оптимальної побудови іригації і меліорації;
- відстеження Normalized Difference Vegetation Index - нормалізованого вегетаційного

індексу для послідовного внесення добрива;

- інвентаризації сільгоспугідь;
- побудови 3D моделей фермерського господарства.

За даним агентства Greenbiz сучасність використання БПЛА в сільському господарстві випереджає інші сфери економіки США [16].

Компанія Vine Rangers (Каліфорнія) надає фермерські послуги аерофотозйомки виноградників з БПЛА для подальшої рекомендації про час запилення, іригації і виявлення захворювань рослин. Компанія збирає дані з безпілотників і надає керівникам виноградників доступ до даних і рекомендації через Web-інтерфейс. Планована частина обльоту - один раз на тиждень, планована ціна послуг - 20 \$ США за 1 акр.

AeroHarvest - каліфорнійська компанія, як і Vine Rangers фокусує свої зусилля на виноградниках. Компанія розробляє пошук відведення води і оптимізацію розкладу поливу.

AgWorx - це фахівці в області зосередженого сільського господарства з Північної Кароліни, які обіцяють взяти на себе вибір оптимального часу збору врожаю, а також надання власних додатків для збору всіх необхідних даних з землі і дронів.

SenseFly (Швейцарія) розробила систему eBeeAg, яка включає в себе програмне забезпечення eMotion і літаючий модуль із вбудованою камерою. Поєднуючи ці компоненти компанія будує точні 3D карти.

Leading Edge Technologies - компанія з Міннесоти перетворює зібрані дані у

«Дослідження розвідки фермерського господарства», які застосовують до таких додатків, як управління зерновими посівними роботами і для прийняття фермером обґрунтованих управлінських рішень.

Wibur-Ellis - найбільший постачальник сільгоспобладнання з Сан-Франциско, який працює над програмним забезпеченням для агрономів, інтегруючи дані супутників і знімків з БПЛА.

Trimble Navigation - Каліфорнійська компанія, що спеціалізується на додатках для різних видів моніторингу та управління - від моніторингу врожаю до управління витратами води.

Lancaster UAV - дозволяє збирати дані, необхідні для прийняття управлінських рішень на фермах і в садах. Польові випробування проводяться протягом декількох років в Онтаріо перш ніж почати роботи для фермерських угідь.

Компанія DJI (Китай) - в 2015 році розробила БПЛА DJIAgrasMG-1, який створено у волого- і пило захищеному виконанні з матеріалів, що не піддаються корозії, в зв'язку з чим після виконання робіт апарат може бути вимитий і складений для транспортування. Восьмимоторний - AgrasMG-1 може нести до 10 кг обприскуючої рідини і обробляти площину від 3,2 до 4 км /год. Це в 40 разів ефективніше, ніж обприскування вручну. Безпілотний літальний апарат може розвивати швидкість до 8 м /с. і при цьому регулювати інтенсивність обприскування в залежності від швидкості польоту не знижуючи ефективність розпилення.

Precision Hawk - стартап, будує «Ринок алгоритмів», які допомагають інтерпретувати дані зібрані з супутників і безпілотників.

**Стан безпілотної сільськогосподарської авіації в Україні.** DroneUA - українська компанія, яка є найбільш інноваційним підприємством в сільськогосподарському секторі та дозволяє вирішувати найважчі проблеми аграрного ринку України. Супутниковий моніторинг, лабораторні дослідження ґрунту, контроль рослин з повітря, аерофотозйомка фермерських угідь.

UkrSpec\_Systems - український флагман у вирішенні і застосуванні БПЛА планерного типу PD-1 з новітнім обладнанням і телевізійними камерами.

БПЛА - можуть бути оснащені мультиспектральними камерами, які застосовують для моніторингу показників рослин із застосуванням інфрачервоного спектра. Показники, отримані за допомогою ближнього інфрачервоного спектра дозволяють визначити зміни рослинності задовго до того, як відповідні зміни проявлять себе у видимому спектрі.

#### **Розвиток технологій застосування БПЛА.**

Стратегія розвитку безпілотної сільськогосподарської авіації. [На підставі SWOT-аналіз]

**Висновки.** Безпілотні літальні апарати (БПЛА) з кожним днем стають все більш затребуваними в усьому світі, про що свідчить зростання кількості БПЛА різних класів на авіаційних виставках світу. Така популярність цього класу літальних апаратів обумовлена низкою переваг перед пілотованою авіацією для вирішення широкого спектра завдань, головним з яких є відсутність екіпажу, відносно невелика вартість БПЛА, малі витрати на їх створення, виробництво і експлуатацію, великі тривалість і дальність польоту. Проаналізувавши стан і підводячи підсумки ми можемо стверджувати, що за останні 5-7 років розвитку цієї галузі машинобудування - зроблено набагато більше, ніж за всі попередні роки. Слід відзначити - стрімкий розвиток і великі перспективи в галузі авіації за різноманітністю конструкторських рішень. Особливо відмічаємо створення великої кількості безпілотних літальних апаратів - портативних, розміром менше 1м2. Великий успіх чекає і на розвиток малої авіації з розмахом крил від 2 до 5 метрів. Функціональні можливості БПЛА постійно удосконалюються.

Відсутність Державного замовлення на проведення науково-дослідних і конструкторських робіт і необхідність використання власних коштів при створенні БПЛА: без чітких гарантій отримати прибуток в майбутньому - спонукає розробників і власників відмовитися від виконання наукомістких досліджень в цій області. У більшості випадків використовується досвід створення і застосування вже існуючих зразків БПЛА.

**Перспектива подальших досліджень.** Ефективність застосування БПЛА в сільському господарстві - величезна. За допомогою "хмарних" засобів обробки даних з дронів і малої безпілотної авіації фермери відстежують не тільки всходження рослин, але і можуть спостерігати за відхиленням техніки від заданого курсу польових робіт, не виходячи з офісу. Безпілотні літальні апарати - нова транспортна парадигма, яка активно розвивається і має бути регульована Законодавчими актами в правовому полі України.



Квадрокоптер XK X380 Detect GPS RTF (XK-X380)

Матеріал: пластик  
Час польоту: 30 хв.  
Швидкість: 60 км/год.  
Ємність акумулятору 5200 мАч  
Маса : 945 гр.  
Радіус дії до 1 км



Квадрокоптер DJI PHANTOM

Матеріал: пластик  
Час польоту: 28 хв.  
Швидкість 72 км/год.  
Швидкість зльоту: (макс.) 6 м/с  
Маса : 945 гр.  
Радіус дії до 5 км



Радіокерований дрон 3DR Site Scan

Матеріал: пластик  
Час польоту: 25 хв.  
Швидкість: 89 км/год.  
Швидкість зльоту: (макс.) 10 м/с  
Маса : 1500 -2000 гр.  
Радіус дії до 8 км



Дрон керований GPS DJI MAVIC PRO

Матеріал: пластик  
Час польоту: 27 хв.  
Швидкість : 65 км/год.  
Швидкість зльоту: (макс.) 5 м/с  
Ємність акумулятору : 5200 мАч  
Маса : 743 гр.  
Радіус дії до 7 км



БПЛА ТБ-28В

Матеріал: пластик  
Час польоту: 6 год.  
Швидкість польоту: (max) 120 км/год.  
Швидкість зльоту: (max) 6 м/с  
Витрати палива : 1,2л/год.  
Маса: 49 кг.  
Максимальна дальність польоту - 500 км



БПЛА типу ПТЕРО-СМ

Матеріал: пластик  
Час польоту: 8 год.  
Швидкість польоту: (max) 170 км/год  
Швидкість зльоту: (max) 8 м/с  
Витрати палива : 1,2л/год.  
Маса : 10,5 кг.  
Максимальна дальність польоту –800 км  
Радіус дії до 75 км

*Рис. 1. Технічні характеристики безпілотних літальних апаратів*

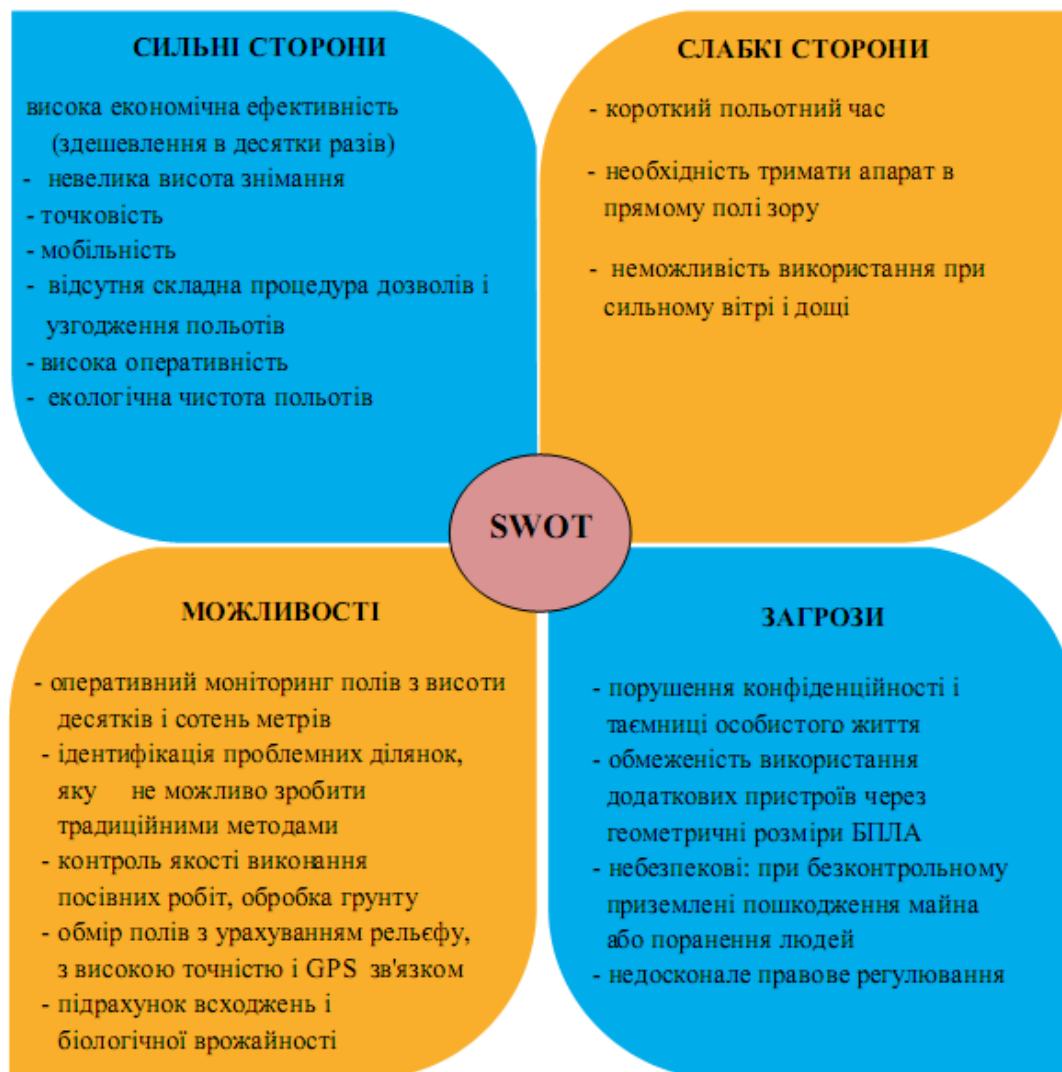


Рис. 2. SWOT – аналіз розвитку безпілотної авіації

## ЛІТЕРАТУРА

1. Гребенников А. Г. Общие виды и характеристики беспилотных летательных аппаратов: справ.пособие / А. Г. Гребенников, А. К. Мялица, В. В. Парфенюк и др. - Х.: Нац. аэрокосм. ун-т "Харьк. авиац. ин-т", 2008. 377 с.
2. Yun, G., Mazur, M., Pederii, Y. Proceedings of the National Aviation University. 2017. N1(70): 106-112, doi:10.18372/2306 – 1472.70.11430.(eng)
3. Reg Austin, Unmanned aircraft systems : UAVS design, development and deployment / 2010 John Wiley & Sons Ltd., doi: 10.1002/9780470664797.(eng)
4. Blaschke, T. Object based image analysis for remote sensing. ISPRS J.P. 65, 2 – 16. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2009.06.004>.(eng)
5. Никифоров А. А. Анализ зарубежных беспилотных летательных аппаратов / А. А. Никифоров, В. А. Мунимаев. – СПб.: Санкт-Петербургская лесотехническая академия, 2010 – 3 с.
6. Зинченко О. Н. Беспилотный летательный аппарат: применение в целях аэрофотосъемки для картографирования. (часть 1) / О. Н. Зинченко. – М.: Ракурс, 2011. – <http://www.racurs.ru/page=699/>.
7. Митрахович М. М. Беспилотные авиационные комплексы. Методика сравнительной оценки боевых возможностей / М. М. Митрахович, В. И. Силков, А. В. Самков, Х. В. Бурштынская. – К.: ЦНИИ ВВТ ВС Украины, 2012. – 288 с.
8. Завалов О. А. Современные винтокрылые беспилотные летательные аппараты / О. А. Завалов, А. Д. Маслов. – М.: Московский авиационный институт (МАИ), 2008. – 196 с.
9. Павлушенко М. Беспилотные летательные аппараты: история, применение, угроза распространения и перспективы развития [Текст] / М. Павлушенко, Г. Евстафьев, И. Макаренко //

Научные записки ПИР Центра: национальная и глобальная безопасность. – М.: Изд.-во «Права человека», 2005. – 612 с.

10. Матійчик М. П. Тенденції застосування безпілотних повітряних суден в цивільній авіації / Матійчик М. П., Качало І. А. // Матеріали ХІ міжнародної наук.-техн. конфер. “ABIA 2013”. – 2013. – С. 97.

11. Растопчин В. В. Беспилотные авиационные системы / В. В. Растопчин, С. С. Румянцев [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http:// www.avia.ru](http://www.avia.ru)

12. Учуваткин М. Перспективы использования беспилотных летательных аппаратов в экономике / М. Учуваткин // РвС.: Іннополис 7-10 июня 2016

13. Харченко В. П. Інноваційний компонент національних економічних стратегій / Харченко В. П. // Стратегія розвитку України. – 2011. – № 1. – С. 8–10.

14. Дроны могут летать очень низко [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [bespilotnik.org](http://bespilotnik.org)

15. Особенности разработки беспилотных авиационных комплексов [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://libeldoc.bsuir.by/handle/123456789/5003>

16. Информационное агентство "Светич". Сайт о сельском хозяйстве [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [svetich.info](http://svetich.info)

17. National Association of State Aviation Officials [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www.nasao.org](http://www.nasao.org)

18. GreenBiz Group [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www.greenbiz.com](http://www.greenbiz.com)

## АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕК, ЩО ВИНΙΚАЮТЬ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ

Савчук Є. В.

Україна, м. Одеса, Одеський національний морський університет

**Abstract.** Maritime transport is of paramount importance for the implementation of foreign trade (international and intercontinental) links. It provides more than 4/5 of all international traffic.

One of the activities of Maritime transport is the carriage of dangerous goods. These goods possess hazardous properties: explosiveness, flammability, toxicity, infection, radiation hazard, exillement and corrosivity.

To ensure the safe transport of dangerous goods by sea, there are a number of conventions regulating such transport. In these conventions given the classification of hazardous substances, procedures for dealing with dangerous goods, procedure of action in emergency situations and instructions, obligations and responsibilities.

To implement the transportation of dangerous goods requires the prior provision of detailed information on the characteristics of such goods, especially when arriving at ports and airports or other locations where high concentrations of dangerous goods could become critical. The use of appropriate standardized information, as prescribed by the conventions, allows you to ensure a smooth handling of hazardous goods and thereby avoid delays or even prohibition of the importation of dangerous goods into a pre-planned locations.

**Keywords:** dangerous goods, maritime transportation, IMO, UN, orange book, hazard.

**Вступ.** За останнє десятиріччя має місце значне зростання обсягів транспортування морським та річковим флотом масових небезпечних вантажів – навалочних (руди, кокс, мінеральні добрива тощо), нафтопродуктів, хімічних речовин та інших. Морське перевезення небезпечних вантажів може здійснюватися спеціалізованим транспортом (хімовози, танкери, газовози та ін.) і звичайними вантажними судами за умови дотримання вимог, передбачених законодавством. Вантажі, залежно від класу небезпеки та їх хімічного стану, повинні бути відповідним чином упаковані, маркіровані, закріплені на відведеному майданчику (або у відсіку) судна.

Для морських перевезень небезпечних вантажів передбачене детальне маркування, у якому вказується повне технічне найменування продукції, а також використовуються розпізнавальні знаки у вигляді ярликів, що вказують на властивості транспортованих речовин. Способи нанесення розпізнавальних знаків повинні забезпечувати їх зберігання протягом трьох місяців після перебування в морській воді.

Небезпечні вантажі – речовини, матеріали, вироби, відходи виробничої та іншої діяльності, які внаслідок притаманних їм властивостей за наявності певних факторів можуть під час перевезення спричинити вибух, пожежу, пошкодження технічних засобів, пристроїв, споруд та інших об'єктів, заподіяти матеріальні збитки та шкоду навколишньому середовищу, а також призвести до загибелі, травмування, отруєння людей, тварин або за результатами випробувань в установленому порядку залежно від ступеня їх впливу на навколишнє середовище або людину віднесено до одного з класів небезпечних речовин.

Типові приклади небезпечних вантажів:

- легкозаймисте паливо;
- кислоти, які обпалюють або роз'їдають шкіру, метали або інші матеріали;
- фарби, які можуть містити займисті компоненти;
- всі типи аерозолів, які легко спалахують і при деформації вибухають;
- розчинники;
- деякі види добрив;
- клеї;
- зразки зараженої крові;
- автомобільні акумулятори з електролітом;
- хімічні речовини;
- сухий лід;
- медичні препарати і т. д.

Небезпечні вантажі потребують при їх транспортуванні та зберіганні дотримання особливих запобіжних заходів. Потреба в міжнародному регулюванні перевезення небезпечних вантажів морем була визнана в 1929 році Міжнародною конференцією з охорони людського життя на морі, яка рекомендувала, щоб правила перевезення мали міжнародний характер, і було видано рекомендаційний універсальний міжнародний кодекс.

Після створення ООН економічна і соціальна рада ООН заснувала спеціальний комітет експертів, який розглядає міжнародний аспект перевезення небезпечних вантажів усіма видами транспорту.

У складі Міжнародної морської організації (ІМО) питаннями перевезення небезпечних вантажів займаються Комітет з безпеки на морі і Комітет із захисту морського середовища, які у співпраці з Комітетом експертів ООН розглядають аспекти, що стосуються безпечного перевезення небезпечних вантажів з урахуванням існуючої морської практики і процедур.

З метою зниження ризиків техногенних катастроф при перевезенні небезпечних вантажів на всіх рівнях проводяться дослідження в частині вдосконалення умов таких перевезень. Рекомендації з транспортування небезпечних вантажів або «Зразкові правила», також відомі як «Orange book», встановлюють базисну систему для безпечного транспортування небезпечних вантажів [1].

**Результати досліджень.** До числа небезпечних властивостей вантажів, що потребують вжиття заходів безпеки, належать: вибухонебезпечність, вогненебезпечність, отруйність (токсичність), інфекційна, радіаційна небезпека, окисна дія і корозійність.

Вибухонебезпечними називаються речовини, сполуки і суміші, які під впливом якогось імпульсу здатні до швидкого, самопоширюваному хімічному перетворенню, тобто вибуху або горінню.

Вибухонебезпечна речовина відрізняється від вибухової тим, що вибухонебезпечній речовині для такого хімічного перетворення потрібно, як правило, присутність кисню повітря, в той час, як для реакції вибухових речовин присутність кисню необов'язкова.

Вибухонебезпечному розкладанню піддаються як вибухові, так і деякі хімічні речовини. Прикладом можуть служити аміачна селітра або добрива, що містять в своєму складі аміачну селітру. В процесі перевантаження і перевезення вибухонебезпечними можуть виявитися пари або пил деяких речовин, причому імпульсом для їх вибуху може виявитися відкрите джерело полум'я.

Найбільш небезпечними для перевізника є вибухові речовини. Вибухові речовини за характером вибухового перетворення поділяються на групи:

- ініціюючі (первинні) вибухові речовини;
- бризантні або роздрібнюючі (вторинні) вибухові речовини;
- металеві вибухові речовини (порохи);
- піротехнічні речовини.

Вибухові речовини представляють небезпеку і в пожежному відношенні. Загоряння вибухових речовин може статися і від дії вологи. Деякі вибухові речовини можуть володіти отруйними або їдкими властивостями.

Вогненебезпечною вважається речовина, здатна до займання під дією джерела запалювання або хімічної реакції.

В залежності від умов виникнення горіння і здатності до самопідтримування горіння речовини поділяють на три групи: горючі, легкозаймисті та самозаймисті.

До горючих відносяться речовини, які під дією досить потужного джерела займання здатні спалахнути і підтримувати цей процес. До них відносяться рідини з температурою спалаху 61 °C і вище та тверді речовини з температурою самозаймання 150 °C і вище.

До легкозаймистих відносяться речовини, які при звичайній температурі швидко займаються від джерела займання з малою тепловою енергією, наприклад, іскра. До цієї групи відносяться рідини і гази з температурою спалаху менше ніж 61 °C та тверді речовини з температурою спалаху до 150 °C.

До самозаймистих відносяться речовини, які здатні займатися від тепла, що виділяється в результаті хімічних і фізичних процесів.

Процес займання, який для закритих вантажних приміщень судна часто носить вибуховий характер, може мати місце за наявності трьох елементів: джерела займання, горючої речовини і достатньої кількості кисню.

Займання і горіння можливо тільки при певній концентрації горючої речовини в повітрі. Існують нижня і верхня межі концентрації для газів, парів і пилу, вище і нижче яких займання неможливо. При перевезенні нафти і нафтопродуктів межі займистості можна визначити за графіком концентрації вуглеводнів і кисню. Такий графік розраховується для кожного конкретного вантажу.

В числі вантажів, що пред'являються до перевезення, можуть виявитися такі, які являють безпосередню небезпеку для життя і здоров'я людей.

Отруйні речовини за дією на організм людини поділяються на групи: сльозоточиві, шкірно-наривні, задушливі, клітинні і нервові отрути.

В організм людини отруйні речовини можуть потрапити трьома шляхами: при вдиханні (інгаляції), через шкірні покриви та при внутрішньому введенні. Щоб запобігти отруєнню організму людини, необхідно вибрати відповідні засоби захисту. Сила дії отруйної речовини на організм визначається його токсичністю.

У сучасній гігієні і токсикології оцінка небезпеки хімічних речовин ґрунтується на уявленнях про мінімально діючі кількості (порогах дії) отрут. Основним порогом вважається поріг хронічної дії, при якому величина концентрації речовин у повітрі наближається до гранично допустимої. Для практичних цілей попередження і ліквідації наслідків аварій з хімічними вантажами на морському транспорті, як і раніше, важливе значення мають не тільки малі форми біологічної дії, але і явні ознаки гострих та хронічних отруєнь. При цьому токсичність і шкідливість речовин практично збігаються.

Будь-який хімічний вантаж володіє потенційною небезпекою, в основі якої лежать об'єктивні токсичні властивості, вимірювані смертельними і діючими дозами і концентраціями. Смертельні дози і концентрації речовин для людини в більшості випадків визначені на підставі лабораторних експериментів з тваринами.

Вітчизняна медицина не допускає небезпечних експериментальних досліджень на людях, тому при перенесенні на людину експериментальних даних, отриманих при досліді на тваринах, керуються низкою правил. Якщо смертельні дози для кроликів, щурів, морських свинок і білих мишей розрізняються між собою не більш ніж в 3 рази, то з імовірністю до 70 % можна стверджувати, що смертельні дози для людини будуть такими ж. Сучасна токсикологія володіє методами розрахунку орієнтовних смертельних доз для людини.

Сучасна токсикометрія враховує дози середньої токсичності смертельні дози, що викликають загибель піддослідних тварин при введенні речовин в шлунок, черевну порожнину, при нанесенні на шкіру. Загибель враховується протягом двох тижнів. Смертельні дози виражаються в міліграмах речовини на кілограм маси тварин (мг/кг).

Іншим важливим параметром є смертельна концентрація, що викликає загибель піддослідних тварин при вдиханні речовин протягом 2 годин. Ці концентрації виражаються в міліграмах речовини на 1 м<sup>3</sup> повітря (мг/куб. м). З багатьох інших параметрів токсикометрії слід мати на увазі поріг одноразової (гострої) дії, поріг подразнюючої дії на слизові оболонки верхніх дихальних шляхів і очей, поріг хронічної дії, гранично допустимі концентрації (ГДК) речовин у повітрі робочої зони. Необхідно також враховувати ГДК речовин для атмосферного повітря, питної води, ґрунту.

При строгому дотриманні правил перевезення вантажів потенційна небезпека не проявляється. Практичне значення має лише реальна (залишкова) транспортна небезпека хімічних вантажів внаслідок створення небезпечних концентрацій речовин у повітрі, розливу та розсипу їх при порушенні герметичності тари.

Інфекційна небезпека на морському транспорті являє собою небезпеку зараження людини інфекційними захворюваннями в процесі перевезення тварин і тваринної сировини, також матеріалами, що містять хвороботворні мікроорганізми.

Працівники морського транспорту можуть піддаватися зараженню зоонозними інфекціями, а також захворюванням, що викликаються гельмінтами (глистами) і найпростішими в процесі перевезення сільськогосподарських та інших тварин. Джерелами зараження можуть бути продукти і сировина тваринного походження.

Серед зоонозних інфекцій особливому обліку підлягають сибірська виразка, бруцельоз, сеп, ящур, а також деякі гельмінтози (ехінококоз) та хвороби, що викликаються найпростішими.

Резервуаром і джерелом інфекції є хворі тварини (велика рогата худоба, коні, вівці, кози, свині), а також продукти і сировина тваринного походження. Захворювання тварин при транспортуванні може виникнути при порушенні ветеринарно-санітарних норм при відвантаженні і перевезенні тварин, що знаходяться в інкубаційному періоді захворювання, або внаслідок спільного утримання хворих і здорових тварин.

Інфекційну небезпеку на транспорті можуть посилювати гризуни – щури, миші та ін., що живуть на судні або в місцях навантаження, вивантаження, тимчасового зберігання продовольчих вантажів, а також комахи – переносники інфекцій (мухи, деякі види комарів і кліщів). Місцем проникнення мікроорганізмів можуть бути шкіра працюючих, мигдалини,

слизові оболонки дихальних шляхів і травного тракту. Людина заражається від хворих тварин при близькому контакті з ними в процесі обслуговування тварин, що перевозяться, а також при контакті з інфікованими продуктами тваринного походження (шкіра, шкури, молоко тощо).

Перевезення тварин, сировини тваринного походження і біологічних препаратів супроводжується не тільки потенційною інфекційною небезпекою, але також небезпекою токсичної і алергенної дії. Звертається увага на появу лікарсько-стійких форм мікроорганізмів, зокрема збудників зооантропонозів, у результаті широкого використання антибіотиків у тваринництві. Це ускладнює діагностику і профілактику інфекцій. Більш високу, ніж раніше припускали, небезпеку являють собою алергени тваринного і рослинного походження. Вимагає уваги небезпека ураження обслуговуючого персоналу грибковими захворюваннями у процесі перевезення вантажів.

Серйозним питанням при перевезенні вантажів рослинного і тваринного походження є також попередження поширення шкідників рослин і збудників інфекційних захворювань тварин.

Окислюючі речовини небезпечні в пожежному відношенні зважаючи на їх здатності підтримувати вогонь або викликати займання горючих речовин. Самі окислюючі речовини негорючі, але мають надлишок кисню, який вони можуть віддавати іншим речовинам, що сприяє підтримці горіння або викликає горіння. В відміню від вогнебезпечних речовин окислюючі речовини не потребують присутності кисню для реакції горіння.

Ряд окислювачів утворює з органічними матеріалами вибухові сполуки, які можуть вибухати при сильному вогні під дією детонатора, удару і тертя. Виходячи з цього, окислюючі речовини можна розділити на наступні основні групи:

- вибухові в сухому вигляді;
- утворюють вибухові суміші з горючими речовинами;
- утворюють вибухові сполуки при взаємодії з рядом хімічних речовин;
- вибухові при попаданні у вогонь або при взаємодії з кислотою;
- схильні до саморозкладання;
- викликають займання горючих матеріалів;
- корозійні.

При морському перевезенні деякі вантажі, наприклад, кислоти і луги, які можуть чинити шкідливий вплив на металеві конструкції і устаткування судна.

Корозійні речовини можуть руйнувати метал, скло, глиняні і кременисті матеріали. Ряд речовин цього класу стає корозійними тільки при реакції з водою або вологою. Частина їдких і корозійних речовин при зіткненні з папером, бавовною, соломною, подрібненою деревиною, жирами і маслами можуть викликати самозаймання.

Радіаційна небезпека виникає в результаті дії іонізуючих альфа-, бета, гамма-, рентгенівських і нейтронних випромінювань.

Альфа-випромінювання – це потік важких часток – ядер атомів гелію, що пролітають у повітрі відстань до 11 сантиметрів. Ці частки поглинаються тонким шаром матерії, і звичайний одяг може служити захистом від їх впливу.

Бета-випромінювання – потік електронів або позитронів, що летять зі швидкістю, близькою до швидкості світла. Бета-випромінювання має більшу проникність, ніж альфа-випромінювання. Для захисту від бета-випромінювання використовують екрани зі звичайних матеріалів або прошарок повітря (безпечну відстань).

Гамма-випромінювання являє собою потік гамма-квантів, що поширюються зі швидкістю світла і мають велику проникаючу здатність. Захист від дії гамма-променів більш складна, ніж від альфа- і бета-випромінювання.

Нейтронне випромінювання – це потік елементарних частинок із масою, близькою до маси протона, але вони не мають заряду. Це випромінювання володіє великою проникаючою здатністю і вимагає для захисту застосування спеціальних матеріалів (кадмій, бор тощо). Якщо радіоактивні речовини відповідним чином упаковані, то їх випромінювання мають дуже малий вплив на навколишні предмети. Частина вантажів, наприклад, неупаковані руди, можуть бути відкритим джерелом випромінювання.

Джерелом іонізуючих випромінювань при перевезеннях вантажів на морському транспорті можуть бути радіоактивна сировина (руди урану, торію, їх концентрати), ядерне паливо (деякі ізотопи урану і трансуранових елементів), ізотопна продукція (різноманітні джерела випромінювання, сполуки з міченими атомами), радіоактивні відходи (газоподібні, рідкі, тверді). При перевезенні радіоактивних речовин, що діляться (наприклад, ядерного

палива атомних електростанцій) застосовуються додаткові заходи щодо запобігання ядерної небезпеки, тобто виключення можливості ядерного вибуху в процесі транспортування.

Недотримання правил і норм радіаційної безпеки може призвести до небезпечного радіоактивного забруднення навколишнього природного середовища, предметів (одягу, перевантажувального устаткування, транспортних засобів), ураження людей. Небезпека радіаційних вантажів полягає у зовнішньому опроміненні людини потоками нейтронів або гамма-променів, а також можливе радіоактивне забруднення шкіри і утворення внутрішніх джерел опромінення при попаданні радіоактивних речовин в організм з їжею, повітрям, через шкірні покриви або відкриті рани.

Відповідно до Закону України «Про захист людини від впливу іонізуючого випромінювання» основна дозова межа індивідуального опромінення персоналу об'єктів, на яких здійснюється практична діяльність, не повинна перевищувати 20 мілізівертів (мЗв) ефективної дози опромінення на рік, при цьому допускається її збільшення до 50 мілізівертів (мЗв) за умови, що середньорічна доза опромінення протягом п'яти років підряд не перевищує 20 мілізівертів (мЗв) [2].

**Висновки.** Небезпечні властивості вантажів вимагають чіткої регламентації умов перевезення, особливо на морських судах, де в силу специфіки транспортних засобів в одному вантажному приміщенні доводиться розміщувати велику кількість вантажів з різними властивостями.

Також, у відповідності до міжнародних правил, усі особи, пов'язані з транспортуванням небезпечних вантажів, зобов'язані знати характеристику та властивості вантажів, умови їх зберігання в морському порту, способи поводження з ними при завантаженні і розвантаженні суден, порядок розміщення та укладання небезпечних вантажів на судно і в порту, заходи безпеки, техніку безпеки, протипожежні і санітарні заходи, заходи щодо запобігання забруднення морського середовища.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Recommendations on the Transport of Dangerous Goods: Model Regulations - Twentieth Revised Edition - Vol. I & II). UN, June 2017. – 876 p.
2. Про захист людини від впливу іонізуючого випромінювання: Закон України від 14 січня 1998 року // Відомості Верховної Ради України. – 1998. – № 22. – Ст. 115, в редакції від 29.09.2013 р.

**Open Access Peer-reviewed Journal**

# **Science Review**

**7(7), December 2017  
Vol.1**

SCIENTIFIC EDITION

Indexed by:



Passed for printing 22.12.2017. Appearance 25.12.2017.  
Typeface Times New Roman.  
Circulation 300 copies.  
Publisher RS Global S. z O.O., Warsaw, Poland, 2017  
Numer KRS: 0000672864  
REGON: 367026200  
NIP: 5213776394  
<https://ws-conference.com/>



Open Access Peer-reviewed Journal  
**Science Review**



**RS Global**

Tel: +4(857) 898 55 10  
Email: [rsglobal.poland@gmail.com](mailto:rsglobal.poland@gmail.com)

**Publisher**  
**RS Global Sp. z O.O.**  
**Dolna 17, Warsaw, Poland**