



Ежемесячный научный журнал

КВ №20489-10289PP

№ 12-13 / 2016

Ответственный редактор — Антипов Андрей Петрович - доктор исторических наук (Украина)

Секретарь журнала — Нестеренко Елена Петровна - доктор философии (Украина)

Редакционный совет

- Верево Ольга Денисовна - доктор медицинских наук (Россия)
- Ганин Даниил Александрович - доктор филологических наук (Россия)
- Изимова Людмила Петровна - (Украина) доктор технических наук (Украина)
- Корейко Денис Вениаминович - доктор медицинских наук (Россия)
- Кроль Вадим Алексеевич - доктор технических наук (Россия)
- Моргун Аркадий Александрович - доктор технических наук (Россия)
- Напорчук Геннадий Николаевич - доктор ветеринарных наук (Украина)
- Нестерова Алина Владиславовна - доктор медицинских наук (Украина)
- Покручина Татьяна Руслановна - доктор экономических наук (Украина)
- Одунский Федор Тхонович - доктор искусствоведения (Россия)
- Сетаров Сергей Сергеевич - доктор юридических наук (Украина)
- Шавинский Александр Евгеньевич - кандидат психологических наук (Украина)
- Юркович Дмитрий Геннадьевич - доктор медицинских наук
- Юлинский Игорь Евгеньевич - доктор социологических наук (Украина)
- Ядынский Петр Константинович - доктор психологических наук (Россия)
- Яковлев Вадим Николаевич - доктор политических наук (Украина)

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

«Первый независимый научный вестник»

Адрес редакции: 01054, г. Киев, улица Дмитриевская, 64

тел.: +38 (095) 430-59-27

Сайт: www.firjournal.com.ua

E-mail: info@firjournal.com.ua

Учредитель и издатель «Первый независимый научный вестник» Тираж 2000 экз.

Отпечатано в типографии г. Киев, улица Дмитриевская, 64, 01054

Ответственный редактор — Антипов Андрей Петрович - доктор исторических наук (Украина)

Секретарь журнала — Нестеренко Елена Петровна - доктор философии (Украина)

Редакционный совет

- Верево Ольга Денисовна - доктор медицинских наук (Россия)
- Ганин Даниил Александрович - доктор филологических наук (Россия)
- Изымова Людмила Петровна - (Украина) доктор технических наук (Украина)
- Корейко Денис Вениаминович - доктор медицинских наук (Россия)
- Кроль Вадим Алексеевич - доктор технических наук (Россия)
- Моргун Аркадий Александрович - доктор технических наук (Россия)
- Напорчук Геннадий Николаевич - доктор ветеринарных наук (Украина)
- Нестерова Алина Владиславовна - доктор медицинских наук (Украина)
- Покручина Татьяна Руслановна - доктор экономических наук (Украина)
- Одунский Федор Тхонович - доктор искусствоведения (Россия)
- Сетаров Сергей Сергеевич - доктор юридических наук (Украина)
- Шавинский Александр Евгеньевич - кандидат психологических наук (Украина)
- Юркович Дмитрий Геннадьевич - доктор медицинских наук
- Юлинский Игорь Евгеньевич - доктор социологических наук (Украина)
- Ядынський Петро Константинович - доктор психологических наук (Россия)
- Яковлев Вадим Николаевич - доктор политических наук (Украина)

Художник: Королець Д.К.

Верстка: Визрук Ф.Н.

СОДЕРЖАНИЕ

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Бялик О.В., Вельган Л.І.
ВПЛИВ КОМУНІКАТИВНИХ ЗДІБНОСТЕЙ
МАЙБУТНЬОГО КЕРІВНИКА НА ХАРАКТЕР
МІЖОСОБИСТІСНИХ СТОСУНКІВ У
КОЛЕКТИВІ.....4

Грузевич И., Мельник А.
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ
ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ
ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ПЛОВЦОВ НА
ЭТАПЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ БАЗОВОЙ
ПОДГОТОВКИ С ПОМОЩЬЮ ЭНДОГЕННО-
ГИПОКСИЧЕСКОГО ДЫХАНИЯ.....8

Якубовська М.С.
ПАРАДИГМА ВЗАЄМОДІЇ ЛЮДСЬКОЇ
ОСОБИСТОСТІ І АРХЕТИПУ СУЧАСНОЇ
КУЛЬТУРИ ЯК ПРОБЛЕМА ТВОРЧОГО
ПРОФЕСІЙНОГО СТАНОВЛЕННЯ
СУЧАСНОГО ФАХІВЦЯ (НА ПРИКЛАДІ
ДІЯЛЬНОСТІ ГЕНЕРАЛЬНОГО ДИРЕКТОРА,
ХУДОЖНЬОГО КЕРІВНИКА ЛЬВІВСЬКОГО
НАЦІОНАЛЬНОГО АКАДЕМІЧНОГО
ТЕАТРУ ОПЕРИ ТА БАЛЕТУ,
ЗАСЛУЖЕНОГО ДІЯЧА КУЛЬТУРИ ЕДЕРА
ТАДЕЯ ОЛЕКСАНДРОВИЧА)11

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Бучинський О.Ю.
ЗАСТОСУВАННЯ LLL-МЕТОДУ ДЛЯ
КРИПТОАНАЛІЗУ АСИМЕТРИЧНОЇ
СИСТЕМИ ШИФРУВАННЯ МЕРКЛЯ-
ХЕЛЛМАНА.....17

Смрковский Э.В., Гаур Т.А.
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В
СОХРАНЕНИИ И РЕКУПЕРАЦИИ ЭНЕРГИИ
ПРИ РАБОТЕ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ
МАШИН23

**Коржик В.Н., Гринюк А.А.,
Хаскин В.Ю., Бабич А.А.**
ГИБРИДНАЯ ПЛАЗМЕННО-ДУГОВАЯ
СВАРКА ТОНКОСТЕННЫХ ПАНЕЛЕЙ ИЗ
АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА28

Чортюк О.П.
АНАЛІЗ ОБЧИСЛЕННЯ ПЛОЩІ
МНОГОКУТНИКА ФОРМУЛОЮ ПІКА В
ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД РОЗМІРУ СІТКИ ПРИ
ПРОГРАМНІЙ РЕАЛІЗАЦІЇ.....36

Щербина О.С.
ПРОЧНОСТЬ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ НА
МЕХАНОАКТИВИРОВАННОМ
ШЛАКОСОДЕРЖАЩЕМ ВЯЖУЩЕМ44

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Працьовитий М.В., Дрозденко В.О.
ХАРАКТЕРИЗАЦІЙНА ТЕОРЕМА ДЛЯ
ВЛАСТИВОСТІ КОНЗИСТЕНТНОСТІ
ШВЕЙЦАРСЬКОГО ПРИНЦИПУ
ПІДРАХУНКУ ВАРТОСТІ СТРАХОВИХ
КОНТРАКТІВ48

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Стецик В. В.
ПРОГНОЗУВАННЯ ЗНАЧЕНЬ КОНСТАНТ
СТІЙКОСТІ КОМПЛЕКСНИХ СПОЛУК.....54

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 371

Бялик Оксана Василівна

доцент кафедри педагогіки та освітнього менеджменту,
кандидат педагогічних наук
Уманський державний педагогічний університет
імені Павла Тичини

Вельган Лариса Іванівна

магістр, управління навчальними закладами
Уманський державний педагогічний університет
імені Павла Тичини

Бялик Оксана Васильевна

доцент кафедры педагогики и образовательного
менеджмента, кандидат педагогических наук
Уманский государственный педагогический
университет имени Павла Тычины

Вельган Лариса Ивановна

Магистр, управление учебными заведениями
Уманский государственный педагогический
университет имени Павла Тычины

Bialik O. V

assistant professor of pedagogy and educational management,
Candidate of Science
Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University

Velhan L. I.

Master, management schools
Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University

ВПЛИВ КОМУНІКАТИВНИХ ЗДІБНОСТЕЙ МАЙБУТНЬОГО КЕРІВНИКА НА ХАРАКТЕР МІЖОСОБИСТІСНИХ СТОСУНКІВ У КОЛЕКТИВІ ВЛИЯНИЕ КОММУНИКАТИВНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ БУДУЩЕГО РУКОВОДИТЕЛЯ НА ХАРАКТЕР МЕЖЛИЧНОСТНЫХ ОТНОШЕНИЙ В КОЛЛЕКТИВЕ THE INFLUENCE OF COMMUNICATIVE ABILITIES OF THE FUTURE HEAD FOR THE NATURE OF INTERPERSONAL RELATIONSHIPS IN THE TEAM

Анотація. У статті розглядаються такі поняття, як комунікація, що є одним з центральних у системі психологічного знання, та міжособистісні стосунки, які можуть бути реалізовані лише в спілкуванні. Комунікація об'єктивно породжується сумісною життєдіяльністю людей в системах, їх зовнішніх відносин з соціальним середовищем і внутрішньогруповими міжособистісними відносинами. Міжособистісні стосунки будуються на основі ділових і емоційних оцінок, а також переваг вибору людьми один одного.

Ключові слова: комунікація, особистісні стосунки, комунікабельність, трудовий колектив, керівник, замкнутість.

Аннотация. В статье рассматриваются такие понятия, как коммуникация, является одним из центральных в системе психологического знания, и межличностные отношения, которые могут быть реализованы только в общении. Коммуникация объективно порождается совместной жизнедеятельностью людей в системах, их внешних отношений с социальной средой и внутригрупповыми межличностными отношениями. Межличностные отношения строятся на основе деловых и эмоциональных оценок, а также преимуществ выбора людьми друг друга.

Ключевые слова: коммуникация, личностные отношения, коммуникабельность, трудовой коллектив, руководитель, замкнутость.

Summary: The article deals with such concepts as communication, which is one of the central system of psychological knowledge, and interpersonal relationships that can be realized only in communication. Communication objectively generated compatible livelihoods of people in systems of external relations with the social environment and intragroup interpersonal relations. Interpersonal relationships are based on business and emotional evaluations, and selecting preferences of other people.

Keywords: communication, personal relationships, labor group, head, isolation.

Постановка проблеми. Досвід свідчить, що рівень професіоналізму керівників визначається не тільки їх теоретичною та практичною підготовленістю, а й умінням спілкуватися зі своїми підлеглими, тобто особистими якостями і здібностями керувати людьми. Психологічна некомпетентність керівника не тільки призводить до зниження ефективності його діяльності, складнощів у спілкуванні з підлеглими, але, в першу чергу, за неї розплачується він сам. Тому для того, щоб ефективно здійснювати свою діяльність керівники повинні володіти наукою і мистецтвом спілкування, їм необхідні знання основних закономірностей і механізмів цього процесу, його структури і форм, вони повинні вміло користуватися конкретними прийомами ефективної взаємодії і, нарешті, мати високорозвинені комунікативні здібності. Від того, наскільки розвинена в керівника педагогічного колективу здатність до управлінської комунікації, залежить: діагностика творчого потенціалу викладачів та реалізація диференційованих програм їх розвитку; стимулювання і підтримка творчих зусиль педагогів в освітньому процесі; становлення комунікативного простору взаємодії суб'єктів демократичного управління; створення ситуацій особистісного та професійного саморозвитку педагогів; морально-психологічний клімат в установі, ефективність виконання працівниками доручень і їх задоволеність своєю працею; взаємини з батьками, з органами державної влади і управління освітою, а також іншими установами.

Аналіз останніх джерел та публікацій показує, що для сучасної теорії і практики велике значення мають: філософська концепція діалогу (М. Бахтін,

М. Бубер, В. Біблер); психологічна теорія особистості (Б. Анан'єв,

Л. Виготський, О. Леонтьєв, О. Петровський, С. Рубінштейн); соціально-психологічні теорії співвідношення спілкування і діяльності (Б. Анан'єв,

Г. Андреева, М. Каган, Б. Ломов, С. Рубінштейн та ін.); психолого-педагогічні концепції взаємодії в процесі навчання (І. Зимова, І. Котова, С. Смирнов,

Є. Шиянов); дослідження проблем культури педагогічного спілкування, комунікативної компетентності педагога, шляхів підвищення ефективності педагогічної комунікації (А. Бодальов, Н. Бордовська, О. Даниленко, І. Ісаєв,

В. Кан-Калик, Н. Кузьміна, О. Мудрик, А. Реан, В. Сластьонін, Н. Щуркова та ін.); ідеї гуманістичної особистісно орієнтованої педагогіки (М. Алексєєв,

Є. Бондаревська, К. Роджерс, В. Сериков, І. Якиманська та ін.); теорія творчого розвитку і саморозвитку (В. Андреев). Значну роль виконує осмислення діалогу з погляду мовної культури (Л. Антропова, О. Баскаков, Ю. Жуков, М. Смирнова, В. Соколова, З. Смелкова, Н. Колетвинова та ін.).

Виділення раніше невирішених частин загальної проблеми. Комунікативна поведінка керівника знаходить своє відображення в стилях і

методах його управління. Описуючи портрет сучасного менеджера освіти, варто надати характеристику процесу комунікації і навичкам спілкування керівника педагогічного колективу. До навичок спілкування керівника школи або вузу відносять: здатність до ефективної взаємодії з вищим керівництвом, колегами, педагогами, учнями та їх батьками; здатність забезпечувати собі підтримку на кожному організаційному рівні спілкування; вміння аналізувати кожну точку зору; вміння контролювати стреси і кризові ситуації; вміння запобігати конфліктам і ефективно вирішувати їх. Саме зазначені пункти варто розглянути якомога ширше.

Ціль статті полягає у науковому обґрунтуванні оптимальних шляхів формування діалогічних умінь майбутнього керівника ВПНЗ.

Виклад основного матеріалу. Важливою умовою взаємодії людей у колективі є комунікація. Поняття «комунікація» є одним з центральних у системі психологічного знання. «Комунікація – це процес встановлення і розвитку контактів між людьми, що виник із потреб сумісної діяльності» [7; ст.. 78].

Комунікація включає:

- обмін інформацією між суб'єктами діяльності, співробітниками в групах, а також між групами;

- здійснення сумісної стратегії діяльності, в яку входять суб'єкти спілкування;

- сприймання і розуміння людьми один одного в процесі вирішення сумісних завдань.

Інколи поняття «комунікація» і «міжособистісні стосунки» ототожнюються. Хоча ці поняття взаємопов'язані, вони не тотожні. Поняття «комунікація» має більш широкий зміст. Вона об'єктивно породжується сумісною життєдіяльністю людей в системах, їх зовнішніх відносин з соціальним середовищем і внутрішньогруповими міжособистісними відносинами. Міжособистісні стосунки будуються на основі ділових і емоційних оцінок, а також переваг вибору людьми один одного.

Будь-яка форма спілкування виступає як форма спільної діяльності.

Комунікація розглядається як сторона, умова діяльності або як окремий вид діяльності. Але саме завдяки комунікації або спілкуванню діяльність організовується. Під час комунікації відбувається збагачення діяльності, розвиваються й утворюються нові зв'язки та стосунки між людьми. Однією з особливостей спілкування є формування міжособистісних стосунків.

Виходячи з функцій спілкування, називають три його сторони:

- комунікативну (обмін інформацією),
- інтерактивну (взаємодію)
- перцептивну (розуміння людини людиною).

Важко переоцінити важливість комунікативного спілкування в міжособистісних стосунках колективу – невербального та вербального спілкування. Шляхом аналізу міміки, жестів, інтонації,

візуального контакту (очима) в діловому спілкуванні оцінюють правильність, щирість мовної інформації, наміри учасників.

«Комунікативна взаємодія людей у колективі відбувається переважно у вербальній (словесній) формі – в процесі мовного спілкування. Акт вербальної комунікації – це діалог, що складається з промовляння та слухання» [2]. Так само, як важливо уміти промовляти (існує наука – риторика) так велика увага приділяється вмінню слухати. Ділове спілкування передбачає уміння володіти як невербальною, так і вербальною комунікацією.

Інтерактивна сторона спілкування підкреслює аспекти, пов'язані з безпосередньою організацією спільної діяльності людей, їхньою взаємодією. В умовах колективу важливо не тільки обмінятися інформацією, але й організувати сумісну (спільну) діяльність, в яку кожен член групи (трудового колективу) вносить свій вклад. У багатьох колективах взаємозв'язок опосередкований загальними цілями, але діяльність індивідуальна за змістом праці. Є такі види спільної діяльності, в яких дії одного учасника неможливі без одночасних або попередніх дій інших членів групи. Очевидно, функція координації, узгодження є визначальною в організації спільної діяльності, взаємодії.

Визначальними в регуляції спільної взаємодії є «умови-фактори» діяльності та взаємодії. До них належать специфіка і складність завдань, тривалість спільної діяльності, кількісний склад трудового колективу, взаємозв'язок між членами колективу, його функціональна структура та ступінь ізоляваності й автономності.

Як додаткові фактори можна виділити індивідуально-психологічні властивості членів колективу та його однорідність-різномірність. Перший фактор – співвідношення темпераменту, інтелекту, характеру, інтересів – бере участь у регуляції ефективності спільної діяльності та міжособистісних стосунків. Але його регулятивна функція мало усвідомлюється, хоча люди констатують міжособистісні відмінності у зовнішності, поведінці, але не надають їм значення, вважаючи природними, незмінними. Другий фактор – співвідношення поглядів, оцінок, ставлення до себе партнерів, діяльності – не тільки усвідомлюється, але й реально впливає на міжособистісні стосунки та спільну діяльність. «Він регулюється такими механізмами соціальної поведінки, як: імітація (найпростіша форма відображення поведінки інших людей), навіювання (некритичне наслідування зразків поведінки інших людей), конформність (свідома зміна ціннісних орієнтацій, прийняття групових норм, очікувань та ролей, які нав'язує колектив)» [5; с.125].

Подібність і розбіжність соціальних установок породжують симпатії та антипатії між людьми, визначають рівень їх сумісності. Феномен сумісності розкриває наявність внутрішньої єдності суб'єктів спілкування. Сумісність – це ефект взаємодії людей, який означає максимальне суб'єктивне задоволення партнерів один одним за певних

енергетичних витрат і значної взаємної ідентифікації. Суб'єктивна задоволеність – це головна ознака сумісності.

Міжособистісні стосунки і сумісність створюють психологічний клімат трудового колективу. Але психологічний клімат у підсумку характеризується швидше спрацьованістю, ніж сумісністю. Спрацьованість – це результат взаємодії конкретних учасників діяльності. Вона характеризується продуктивністю, емоційно-енергетичними затратами та задоволенням собою, партнерами та змістом роботи. Якщо спрацьованість характеризується задоволенням змістом діяльності, то сумісність – задоволенням спілкуванням. Тому психологічний клімат трудового колективу можна визначити через задоволеність міжособистісними стосунками по вертикалі (керівник – підлеглі) та горизонталі (виконавці).

Комунікабельність людини характеризується легкістю входження в контакт з іншими людьми, відсутність замкнутості, ізоляваності. Причому комунікабельність як якість особистості обов'язково має супроводжуватися емоційно-позитивним «планом» спілкування. Людину, яка легко вступає в контакт, в діловий зв'язок з іншими людьми, але при цьому викликає у партнерів емоційно-негативний «план» спілкування, можна назвати контактним, але не комунікабельним. На відміну від комунікабельної, контактна людина спілкується за необхідністю, в залежності від конкретних умов і обставин, її спілкування обов'язкове, вимушене.

Протилежною якістю комунікабельності є замкнутість. «За результатами проведених досліджень, психологи встановили, вимога до особистості керівника» [4; с.256]. Наприклад, керівник повинен бути високо комунікабельним людиною. Дослідження показали, що тільки конкретні рівні прояву комунікабельності супроводжуються високими результатами ефективності керівництва. Такий рівень ефективності можуть домагатися як високо комунікабельні, так і низько комунікабельні керівники – в залежності від індивідуальних здібностей підлеглих.

Там, де рівень організованості, спрацьованості колективу досить високий, низька комунікабельність його керівника є не тільки допустимою, але й навіть бажаною. Недостатньо високий рівень розвитку організованості і спрацьованості колективу зажадає від керівника прояв високої комунікабельності, постійних організаторських зусиль. Тому низька комунікабельність сама по собі не може розглядатися як негативний фактор в діяльності керівника, тим більше що сверхкомунікабельність керівника заважає роботі колективу, відволікаючи великою кількістю контактів [6, с. 211-212].

Для вивчення впливу комунікабельності особистості керівника на ефективність керівництвом колективом за виробничими і соціально-психологічними показниками, психологи вивчили близько 200 первинних колективів та їх керівників. Була висунута гіпотеза: зростання комунікабельності має надавати позитивний вплив на виробничі та особливо на соціально-психологічні показники

діяльності керівників. В результаті досліджень за певними методиками і бальними оцінками виділено п'ять рівнів прояву комунікабельності керівників (за 24-х бальною шкалою):

- наднизька (замкнутість) до 4-х балів;
- низька комунікабельність – 5-9 балів;
- помірна комунікабельність – 10-14 балів;
- висока комунікабельність – 15-19 балів;
- надвисока комунікабельність понад 20 балів.

«З 200 досліджених керівників з наднизькою комунікабельністю виявилось – 6 % керівників; з низькою – 26,5 %; помірною – 55 %; високою – 12,5 %; надвисокою – 0 %» [2]. Залежно від рівня прояву комунікабельності проявляється ефективність керівництва за двома напрямками: виробничий і соціально-психологічний. Виявилось, що високу виробничу ефективність досягають керівники, які мають 8-10 і 14-15 балів комунікабельності, а високу соціально-психологічну ефективність досягають ті, котрі мають 6-9 і 14-15 балів, в залежності від рівня організованості і спрацьованості колективу.

Культура мови серед правил пристойності, що мають найбільше практичне значення, відіграє особливу роль. Вона передбачає лінгвістичні вміння і навички, вміння підібрати для вираження своїх думок правильні і потрібні слова і побудувати з них фрази, використання словесних формул ввічливості (дякую, вибачте і т.д.), оптимальний темп мови, емоційне забарвлення слів, текстів, міміки, стилістичну і орфоепічних грамотність, багатий лексикон. Мова незв'язна, невиразна, Заштампованість не сприяє високій ефективності спілкування, не переконує і не залишає враження в душах людей.

Неприпустимим елементом промови керівника є лихослів'я. Для того, щоб навчитися добре говорити, необхідно навчитися ясно мислити, а для цього необхідно бути ерудованим, освіченою людиною, вміти переконувати, розмірковувати, аналізувати. Як сказав, Артур Шопенгауер: «Хто ясно мислить, той ясно висловлює». Потрібно володіти технікою мови, постійно поповнювати свій лексикон і практикуватися в ораторському мистецтві.

Комунікабельність – воістину щасливий дар, який полегшує життя. Підтримка іншої людини дозволяє послабити дію негативних емоцій, пом'якшити внутрішню напругу, запобігти психічний зрив. А в радісні chvíли посилити позитивні емоції, зробити почуття більш насиченими.

Некомунікабельність не тільки позбавляє людину того полегшення, яке дає нам у важких життєвих ситуаціях можливість виговоритися, відчути співчуття і емоційну підтримку, – вона збіднює життя, заважає почерпнути всі ті духовні багатства, які має в своєму розпорядженні інша людина [5, с.34].

Некомунікабельність не є незмінною властивістю. Взагалі не слід розглядати будь-які риси характеру як щось раз і назавжди дане, незмінне. Некомунікабельність можна і треба в собі долати, свідомо і наполегливо переробляти себе, йти на контакти, на пошуки друзів, співрозмовників.

І ще одна якість, яку необхідно в собі виховати – вміння відчувати настрій іншої людини, емпатії, співчуття йому. Не можна дозволяти собі затьмарювати чужу радість, треба вміти розділити чужий біль. У важку хвилину одному потрібно, щоб з ним говорили, для іншого слова нестерпні – йому хочеться, щоб поруч з ним помовчали, йому досить співчутливого погляду, теплої рукоштовпання. Спілкування – це складне мистецтво, воно вимагає душевної тонкості. Якщо бесіда не виходить, прагнення до розмови не підтримується, то треба вміти відступити, не ображаючись. Складний світ чужої душі вимагає поваги, бережливості уваги. Треба бути терплячим, тактовним, і людина сама охоче піде на контакт.

Висновки. Таким чином, міжособистісні стосунки між людьми завжди вплетені в спілкування і можуть бути реалізовані лише в ньому. Комунікація виступає в трудовому колективі як спосіб об'єднання індивідів і разом з тим як спосіб їх розвитку в особистісному і професійному плані. Як позитивні, так і негативні міжособистісні стосунки реалізуються в спілкуванні. В процесі спілкування суб'єктивний світ однієї людини розкривається для іншої, відбувається взаємний обмін діяльністю, інтересами, почуттями. Результат спілкування – налагодження певних стосунків з іншими людьми. Завдяки спілкуванню здійснюється інтеграція людей, виробляються норми поведінки, взаємодії.

Перспектива подальшого дослідження полягає у тому, що існує велика кількість метонімічних перенесень, які потребують всебічного вивчення.

Література:

1. Бадюл, С. Професійно-педагогічні цінності як психолого-педагогічна основа процесу становлення майбутнього вчителя початкових класів [Текст] / С. Бадюл // Рідна школа. – 2002. – № 6. – С.14-15.
2. Батракова, З. М. Педагогічна спілкування як діалог у культурі [Текст] / З. М. Батракова // Педагогіка. – 2002. – № 4.
3. Боденко Б. Н. Социально-психологическая защищённость и компетентность в целомном поведении человека в образовательной среде / Социальные компетенции (компетентности) в образовательной программе ВПО : Материалы ХУП Всеросс. научно-метод. конф. [«Проектирование федеральный образовательных государственных стандартов и образовательных программ высшего профессионального образования в контексте европейских и моровых традиций»] ; под ред. И. А. Зимней. – М.–Уфа : Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2007. – С. 34–39.
4. Каган М. С. О педагогическом аспекте теории диалога / М. С. Каган // сб. материалов конф. Серия «Symposium». – Вып. 22.–СПб., 2002. – 350 с.
5. Конечкая В.П. Социология коммуникаций [Текст]. – М. : Междунар. ун-т бизнеса и управления, 1997. – 304 с.
6. Коновалова, Е.В. Диалоговое взаимодействие в процессе обучения // Материалы XIV Всероссийской научной конференции «Мониторинг

ринг качества образования и творческого саморазвития конкурентноспособной личности». – Казань, 2006. – С. 211-212.

7. Словник базових понять з курсу «Педагогіка»: навчальний посібник

для студентів вищих навчальних закладів: вид. 2-ге, доп. і перероб. // Укладач О.Є. Антонова. – Житомир: Вид-во ЖДУ імені Івана Франка, 2014. – 100 с.

Грузевич Ирина, Мельник Александра

Винницкий государственный педагогический университет имени Михаила Коцюбинского

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ПЛОВЦОВ НА ЭТАПЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ БАЗОВОЙ ПОДГОТОВКИ С ПОМОЩЬЮ ЭНДОГЕННО-ГИПОКСИЧЕСКОГО ДЫХАНИЯ

Аннотация. В статье рассматривается вопрос возможности повышения функциональной подготовленности юных пловцов путем применения методики эндогенно-гипоксического дыхания в подготовительном периоде годовичного макроцикла.

Annotation. This article discusses the possibility of increasing the functional readiness of young swimmers by applying procedures endogenously-hypoxic breathing in the preparatory period of a year macrocycle.

Постановка проблемы. Динамика результатов победителей и призеров соревнований мирового уровня (Игр Олимпиад, чемпионатов мира и Европы) по спортивному плаванию имеет тенденцию к постоянному росту. Для современного плавания характерно существенное увеличение возраста, в котором пловцы достигают высоких результатов и продолжительности их выступлений на самом высоком уровне [4]. Физическая подготовка пловцов базируется на программно-нормативных основах многолетней подготовки, которые действуют на территории Украины [2]. Согласно этому документу для повышения спортивных результатов тренировочные занятия пловцов на этапе предварительной базовой подготовки предусматривают выполнение большого объема физической работы в различных зонах энергообеспечения, что требует максимальной мобилизации функциональных резервов организма.

Анализ последних исследований и публикаций. Как утверждает В. Н. Платонов [4], выполнение спортсменами подросткового возраста физических нагрузок большого объема особенно в зоне анаэробного лактатного энергообеспечения может не только негативно повлиять на спортивный результат, но и нарушить состояние здоровья спортсменов. Кроме этого, выполнение физической работы в водной среде требует от пловцов формирования специфического стереотипа дыхания, который предусматривает увеличение продолжительности задержки дыхания и увеличения продолжительности выдоха, особенно во время преодоления подводных участков дистанции [4].

С этим возникает необходимость поиска путей повышения спортивных результатов юных спортсменов путем оптимизации содержания тренировочных занятий с учетом возрастных особенностей, а также путем применения в учебно-тренировочном процессе дополнительных средств, которые способствуют формированию специфического стереотипа дыхания пловцов, эффективности физических упражнений и сохранению функциональных резервов [3].

Цель нашего исследования заключалась в разработке и научном обосновании программы занятий по плаванию в комплексе с методикой эндогенно-гипоксического дыхания для повышения функциональной подготовленности пловцов на этапе предварительной базовой подготовки.

Для достижения поставленной цели решались следующие **задачи**:

1. Проанализировать и обобщить по данным специальной научной литературы современное состояние проблемы совершенствования функциональной подготовленности юных пловцов.
2. Определить эффективность влияния эндогенно-гипоксического дыхания на функциональную подготовленность пловцов на этапе предварительной базовой подготовки.

В исследовании использовались четыре группы **методов**:

1. теоретический анализ и обобщение данных литературных источников;
2. педагогические методы;
3. медико-биологические методы;
4. методы математической статистики.

Педагогический эксперимент длился в течение 16 недель подготовительного периода годовичного макроцикла в три этапа: до начала эксперимента, через 8 и 16 недель после начала. В нем участвовали 45 спортсменов мужского пола с квалификацией на уровне третьего и второго спортивного разряда. Спортсменов перед началом формирующего эксперимента разделили на две группы - контрольную (КГ, n=22) и основную (ОГ1, n=23). Все пловцы занимались 5 раз в неделю по учебной программе для ДЮСШ. Отличие занятий спортсменов первой экспериментальной группы заключалось в применении на каждом занятии во время разминки на суше методики эндогенно-гипоксического дыхания (ЭГД) с использованием аппарата «Эндогеник - 01».

Для определения эффективности воздействия комплексного применения физической нагрузки и методики эндогенно - гипоксического дыхания на физическую подготовленность юных пловцов мы

сравнивали средние арифметические значения связанных выборок, а достоверные различия между ними определяли по критерию Стьюдента.

Результаты исследования и обсуждение. В процессе проведения эксперимента определялись и оценивались показатели аэробной и анаэробной производительности организма, а именно: физическая работоспособность (PWC_{170}) и максимальное потребление кислорода (VO_{2max}), отражающие мощность аэробных процессов энергообеспечения; максимальное количество выполненной механической работы за 10 с ($ВАНТ_{10}$), характеризующая мощность анаэробных алактатного процессов энергообеспечения; максимальное количество выполненной механической работы за 30 с ($ВАНТ_{30}$), по которой оценивали мощность анаэробных лактатный процессов энергообеспечения; максимальное количество внешней механической работы за 1 мин ($МКЗМР$), которая позволила охарактеризовать емкость анаэробных лактатный процессов энергообеспечения [6]; а также функциональных возможностей дыхательной системы с помощью метода спирографии [5].

По результатам наших исследований у спортсменов основной и контрольной групп достоверных изменений функциональной подготовленности относительно исходных данных через 8 недель от начала эксперимента не зарегистрировано. Через 16 недель после начала тренировочных занятий у спортсменов контрольной группы произошли достоверные изменения только по абсолютной величине VO_{2max} . Величина данного показателя превысила исходный уровень на 6,1 % ($p < 0,05$).

В основной группе через 16 недель после начала применения методики эндогенно - гипоксического дыхания в комплексе с тренировочными занятиями зарегистрированы достоверные изменения функциональной подготовленности пловцов по абсолютной и относительной величинами физической работоспособности (PWC_{170}) и максимального потребления кислорода (VO_{2max}). Абсолютная величина PWC_{170} возросла на 12,6 % - $p < 0,05$, а относительная на 11,9 % - $p < 0,05$. Абсолютная и относительная величины VO_{2max} повысились на 6,5 % - $p < 0,05$ и 5,5 % - $p < 0,05$ соответственно.

С целью определения изменений функционального состояния дыхательной системы пловцов проводили диагностику с помощью спирографа «CARDIO SPIRO» по следующим показателям: дыхательный объем (ДО) резервный объем вдоха (РО вд); резервный объем выдоха (РО вид) жизненная емкость легких (ЖЕЛ) жизненная емкость легких во время вдоха (ЖЕЛвд); жизненная емкость легких во время выдоха (ЖЕЛвыд) минутный объем дыхания (МОД) форсированная жизненная емкость

легких (ФЖЕЛ) объем форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ1) пиковая объемная скорость прохождения воздуха через дыхательные пути (ПОС) мгновенная объемная скорость прохождения воздуха на уровне крупных бронхов (МОШ25) мгновенная объемная скорость прохождения воздуха на уровне средних бронхов (МОШ50).

Занятия по типовой программе для ДЮСШ течение 16 недель у спортсменов контрольной группы не вызвали достоверных изменений исследуемых показателей функции внешнего дыхания ($p > 0,05$).

Восьминедельное применения эндогенно-гипоксического дыхания у пловцов основной группы способствовало существенному улучшению некоторых показателей спирографии, характеризующие функциональные возможности аппарата внешнего дыхания. Показатель максимальной вентиляции легких (МВЛ) вырос на 7,5 % ($p < 0,05$), а средняя величина показателя ЖЕЛ выд выросла на 4 % ($p < 0,05$).

Через 16 недель после начала эксперимента у представителей этой же группе повысились функциональные возможности дыхательной мускулатуры, на что указывают рост средней величины МВЛ (на 10,5 %). Также по сравнению с исходными данными, выросла средняя величина МВЛ/МОД (на 18,5 %, $p < 0,05$), по которому оценивается компенсаторная способность дыхательных мышц повышать интенсивность мышечной деятельности, по сравнению с состоянием относительного мышечного покоя. При этом частота дыхания в состоянии относительного мышечного покоя уменьшилась на 11,8 % ($p < 0,05$). Такие сдвиги свидетельствуют об экономизации функции дыхательного аппарата. Вместе с тем, показатели жизненной емкости легких (ЖЕЛ) выросли на 4,3 % ($p < 0,05$), резервного объема вдоха (РО вд) на 4,4 % ($p < 0,05$), резервного объема выдоха (РО выд) на 7,6 % ($p < 0,05$), жизненной емкости легких на выдохе (ЖЕЛ выд) на 6,9 % ($p < 0,05$). За этот период произошло улучшение и тех показателей спирографии, которые отражают бронхиальную проходимость, а именно: форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ) и ее составляющих - объема форсированного выдоха за 1 секунду (ОФВ1), пиковой объемной скорости (ПОС), мгновенной объемной скорости на уровне крупных (МОС₅₀) и мелких бронхов (МОС₇₅) и средней объемной скорости на уровне средних бронхов (СОС₂₅₋₇₅). Увеличение ФЖЕЛ произошло на 5,4 % ($p < 0,05$), ОФВ1 - на 4,7 % ($p < 0,05$), ПОС - на 2,9 % ($p < 0,05$), МОС₅₀ - на 7,7% ($p < 0,05$) (табл. 1).

Таблица 1

Влияние тренировочных занятий на функцию внешнего дыхания пловцов основной группы (n = 23)

Показники	Средняя величина, $\bar{x} \pm S$			через 8 недель	через 16 недель
	до начала тренировочных занятий	через 8 недель тренировочных занятий	через недель тренировочных занятий	t	t
ЧД, раз	13,91±0,39	13,27±0,2	12,27 ±0,30	0,18	3,35*
ДО, л	0,71±0,03	0,73±0,02	0,74±0,02	0,5	0,75
МОД, л·хв ⁻¹	9,78±0,37	9,62±0,31	9,10±0,35	0,67	1,33
ЖЕЛ, л	4,81±0,06	4,95±0,05	5,09±0,05	1,75	3,5*
РО _{вд} , л	2,64±0,04	2,69±0,05	2,76±0,04	0,83	2,4*
РО _{выд} , л	1,47±0,02	1,54±0,04	1,59±0,04	1,4	2,4*
ЖЕЛ _{вд} , л	3,35±0,07	3,42±0,06	3,50±0,06	0,78	1,67
ЖЕЛ _{выд} , л	2,17±0,03	2,26±0,03	2,33±0,03	2,25*	4,0*
МВЛ, л·хв ⁻¹	137,09±3,33	148,21±3,38	153,08±4,36	2,34*	2,91*
МВЛ/МОД	14,00±0,80	15,57±0,77	17,18±1,18	1,41	2,24*
ФЖСЛ, л	4,17±0,06	4,32±0,08	4,41±0,07	1,5	2,67*
ОФВ ₁ , л	3,27±0,05	3,38±0,05	3,43±0,05	1,57	2,23*
ПОС, л·с	7,38±0,07	7,53±0,07	7,60±0,07	1,5	2,2*
МОС ₂₅ , л·с	6,55±0,08	6,61±0,10	6,65±0,10	0,46	0,77
МОС ₅₀ , л·с	5,07±0,10	5,41±0,10	5,49±0,12	0,76	2,63*
МОС ₇₅ , л·с	2,51±0,09	2,60±0,10	2,62±0,10	0,64	0,79
СОС ₂₅₋₇₅ , л·с	4,23±0,08	4,29±0,08	4,32±0,08	0,55	0,82

Примечание. Вероятное различие значений относительно величин, зарегистрированных до начала занятий: * - p < 0,05

По всем остальным показателям функции внешнего дыхания у представителей основной группы существенных сдвигов относительно исходных данных нами не зарегистрировано.

Выводы. Комплексное применение физических упражнений и методики эндогенно-гипоксического дыхания в учебно-тренировочном процессе пловцов-подростков в течение подготовительного периода годичного макроцикла способствует повышению уровня аэробной производительности организма и емкости анаэробных лактатных процессов энергообеспечения.

Результаты проведенных исследований показали, что 16-недельное применение методики «ЭГД» вызывает положительные изменения функционирования аппарата внешнего дыхания, проявляющиеся увеличением дыхательной поверхности легких, улучшением проходимости воздуха через бронхи среднего калибра и функциональных возможностей дыхательных мышц, что положительно влияет на дыхательные мышцы и облегчает их работу во время физической нагрузки.

Перспективы дальнейших исследований. Перспективным направлением дальнейших исследований является изучение влияния методики эндогенно-гипоксического дыхания на физическую подготовленность пловцов на разных этапах многолетней подготовки.

Список литературы

1. Грузевич І.В. Удосконалення функціональної підготовленості юних плавців на етапі попередньої базової підготовки шляхом застосування методики ендогенно-гіпоксичного дихання // Молода спортивна наука України: зб. Наук. Праць з галузі фізичного виховання, спорту і здоров'я людини. Вип.17: у 4-х т. / І.В.Грузевич. – Л.: ЛДУФК, 2013. – Т.1. – С. 39-45.
2. Навчальна програма для дитячо-юнацьких спортивних шкіл, спеціалізованих дитячо-юнацьких шкіл олімпійського резерву, шкіл вищої спортивної майстерності / Міністерство України у справах молоді та спорту, Республіканський науково-методичний кабінет, Федерація плавання України; уклад.: К. П. Сахновський. – К.: «Молодь», 1995. – 91 с.
3. Солопов И. Н. Функциональная подготовка спортсменов /И.Н. Солопов, А.И. Шамардин. – Волгоград: ПринТерра-Дизайн, 2003. – 263с.
4. Спортивное плавание: путь к успеху: / под общ. ред. В. Н. Платонова. – К.: Олимп.лит., 2012. – Кн. 2. – 480 с.
5. Фролов В.Ф. Эндогенное дыхание – медицина третьего тысячелетия / В.Ф. Фролов. - Новосибирск, 2001. – 187 с.
6. Фурман Ю. М. Перспективні моделі фізкультурно-оздоровчих технологій у фізичному вихованні студентів вищих навчальних закладів: монографія / Ю. М. Фурман, В. М. Мірошніченко, С. П. Драчук. – К.: НУФВСУ, Олімпійська література, 2013. – 184 с.

УДК [378.016.80]:33

Якубовська Марія СтепанівнаКандидат філологічних наук, доцент
Українська академія книгодрукування, Львів**Yakubovskaya Maria Stepan**

candidate of philological sciences, associate professor the Ukrainian academy of book-printing, Lvov

**ПАРАДИГМА ВЗАЄМОДІЇ ЛЮДСЬКОЇ ОСОБИСТОСТІ І АРХЕТИПУ СУЧАСНОЇ
КУЛЬТУРИ ЯК ПРОБЛЕМА ТВОРЧОГО ПРОФЕСІЙНОГО СТАНОВЛЕННЯ СУЧАСНОГО
ФАХІВЦЯ (НА ПРИКЛАДІ ДІЯЛЬНОСТІ ГЕНЕРАЛЬНОГО ДИРЕКТОРА, ХУДОЖНЬОГО
КЕРІВНИКА ЛЬВІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО АКАДЕМІЧНОГО ТЕАТРУ ОПЕРИ ТА БАЛЕТУ,
ЗАСЛУЖЕНОГО ДІЯЧА КУЛЬТУРИ ЕДЕРА ТАДЕЯ ОЛЕКСАНДРОВИЧА)**

Анотація

На прикладі діяльності Генерального директора, художнього керівника Львівського національного академічного театру опери та балету, заслуженого діяча культури Едера Тадея Олександровича досліджується парадигма взаємодії людської особистості і архетипу сучасної культури як проблема творчого професійного становлення сучасного фахівця.

Аннотация

На примере деятельности Генерального директора, художественного руководителя Львовского национального академического театра оперы и балета, заслуженного деятеля культуры Эдера Тадея Олександровича исследуется парадигма взаимодействия человеческой личности и архетипа современной культуры как проблема творческого профессионального становления современного специалиста.

Annotation

On prikladi activity of the Director general, artistic leader of the Lviv national academic theater of opera and ballet, honoured worker, the culture of Edera of Tadeya Oleksandrovicha the paradigm of co-operation of human osobistosti and arkhетипу is probed modern a culture as a problem of the creative professional becoming of modern specialist.

Ключові Слова

Архетип сучасної культури, професійна освіта, культурологічний світогляд, демократизація навчання, інноваційні програми, гармонійний розвиток особистості.

Ключевые слова

Архетип современной культуре, профессиональное образование, культурологической мировоззрение, демократизации обучения инновационные программы, гармоничное развитие личности.

Keywords

Arkhetip modern a culture, trade education, to kul'turologichniy world view, demokratizaciya studies are innovative the program, the harmonious development of the individual.

Мета дослідження: на прикладі життєтворчості видатного культурологічного діяча сучасності Едера Т.О. доводиться, що гармонійного, всебічного розвитку, освіченості, духовного багатства, моральної чистоти людина досягає лише за умови, коли поряд з інтелектуальною, моральною, естетичною присутній високий ступінь культура праці; адже людська індивідуальність в усі часи мала визначальний вплив на становлення культурологічного середовища епохи.

Зростання ролі культури в житті суспільства, успіхи, досягнуті в науково-теоретичній думці, багато в чому обумовили посилення уваги дослідників з різних галузей наук до дослідження і обґрунтування усіх структурних компонентів, які включає в себе поняття „культура”.

Кожна епоха має свої символи, кожна доба має свої особливості – та незмінно залишається позиція тих, хто визначає почерк своєї доби. Такою творчою особистістю у кінці ХХ то початку ХХІ століття є Перемагає авторське „я”, яке є символом „я” всього народу – так зливається порив одиниці із поривом мільйонів. Знамените продовження Франкової фрази: пам'ятати, що на кожному стоїть дух мільйонів і за кожного потрібно дати відповідь. Таке

взаємопроникливе відчуття Франкового духу є характерним для всієї творчої діяльності Тадея Олександровича Едера.

Вдумливий аналіз суспільного розвитку, як правило, поєднується із синтетичним началом, основою якого є невтомний рух і поступ вперед, бажання і об'єктивна необхідність змінити закони світу за законами добра. Ці архетипи сучасного буття є визначальними у становленні творчої індивідуальності сучасного професіонала фахівця як гуманітарного, так і технічного профілю. Для проектування нових підходів до освіти викладачеві необхідно зрозуміти відмінність двох типів педагогічної діяльності: знаннево-технократичний і особистісно-гуманітарний. Особисто-гуманітарний принцип вимагає пошуку яскравих прикладів творчої діяльності.

Галичина відома своїми мистецькими талантами, нині цю славу примножує Тадей Олександрович Едер, що вивів Львівський театр опери та балету на світовий рівень.

Народився Едер Тадей Олександрович 17 лютого 1943 року у місті Львові. Закінчив Львівське музичне училище ім. М. Шашкевича, де навчався

на вокальному факультеті у класі Петра Родіоновича Колбіна, а згодом отримав диплом юриста у Львівському національному університеті ім. І. Франка.

Увагу громадськості та мистецьких кіл Тадей Едер привернув сміливими творчими проектами, що зажили неабиякого успіху. Зокрема, серед них – замовлення та реалізація на сцені опери "Мойсей" і балету "Повернення Баттерфляй" М. Скорика. Нині мистецтву Львівського театру аплодують в Австрії, Італії, Польщі, Німеччині, Іспанії та в багатьох інших країнах. На сцені театру виступали знані в Україні і світі колективи та окремі виконавці, зокрема колектив Національної Опери Варшави, провідні солісти Національної Опери України, Великого театру з Москви та інші.

За ініціативою Тадея Олександровича Львівський національний академічний театр опери та балету ім. С. Крушельницької вступив до міжнародної асоціації "Опера – Європа", що об'єднує провідні театри Західної Європи.

Культура, як зазначав К. Ясперс, [6, 167] за своїм первинним смыслом є діалогічна. Не випадково діалог і комунікація стають центральними поняттями не лише етики, аксіології й гносеології сучасної культурології, а й усього його світорозуміння; вони підносяться в ранг критерію філософської істини й отождолюються з розумом. Комунікація, за Ясперсом, це не переказування висновків пізнання з допомогою незаперечних доказів, а певного роду commercium (спілкування, співвідношення, зв'язок) екзистенції. Той, хто говорить, сам стоїть перед запитанням і відповідає як певне «Я» певному «Ти», бо сам є певним «Ти» для власного «Ти». У творчій діяльності Тадея Олександровича Едера бачимо не лише якісне накопичення культурологічного досвіду сучасності, а й вироблення нових засад сучасної філософії культурології, які полягають у формуванні гармонійного відчуття особистості своєї епохи, яку вона покликана змінювати на краще.

Естетичним кредо діяльності як генерального директора – художнього керівника Львівського національного академічного театру опери та балету Тадея Олександровича є слова Конфуція: "Слава предків – світло для нащадків". З його ініціативи у дзеркальному залі театру встановлено бюсти видатних митців, які в різний час творили славу театрові (С. Крушельницька, О. Мишуга, М. Менцинський, Я. Вошак, Є. Лисик), а також музей театру Ла Скала (Мілан, Італія) нині прикрашено скульптурним портретом С. Крушельницької.

За переконанням Тадея Едера, духовний зміст культури виникає й існує в діалозі між особами як нескінченний рух до трансцендентності. Діалог культур — це спосіб людського спілкування, це поєднання різних смислів (понять, символів) культури, де формується орієнтація розуму на взаєморозуміння. Діалог (як "Sia-hoуoC", наскрізний рух логосів) — це взаємопроникнення культур; це не просто спілкування як розмова різними мовами, а спілкування зі спробою перекладу, взаєморозуміння; це не просто усвідомлення альтернативи,

а й толерантне ставлення до неї. Поняття толерантності якнайкраще передає моральну атмосферу взаємин учасників діалогу. Бути толерантним означає бути досить відкритим стосовно іншого Я, представника іншої культури, щоб почути його й водночас зберегти необхідну дистанцію для того, щоб залишитися собою й дозволити іншому бути іншим.

Вибудовуючи філософію діалогу культур, Тадей Едер був директором чотирьох конкурсів імені Соломії Крушельницької, що проходили на ушлякненій сцені Львівського національного академічного театру опери та балету, є одним із організаторів міжнародного проекту "Гранди мистецтв". Любов'ю до Львівської опери пронизаний фотонарис "Львівський театр опери та балету імені Івана Франка", який Тадей Едер опублікував у співавторстві 1987 року.

Розв'язання проблем діалогу культур і суспільства, на думку Тадея Олександровича Едера, — це розв'язання проблем людського буття. Оперне мистецтво є вершиною мистецької дії, яка сконцентровує у собі модель діалогічності звуків, слів, думок. Показово, на думку Тадея Олександровича Едера, що класична мова оперного театру, завжди домагалася діалогу з суспільством. Оперний театр створює світ, де люди ніколи не є самотні, де будь-яка річ виявлялася формою зустрічі не лише з іншою людиною; а й розриває полон часу.

Пізнати силу мистецтва — це пізнати силу вічного тривання людського Духу. "Коли окремі твори якої-небудь нації утворюють дзеркало, де ця нація відбивається цілком, то великим поетам дано виразити думку народів, серед яких вони жили, одним словом, бути епохою, втіленою у людині... Нарешті, всі геніальні люди — це історичні пам'ятники, овіяні красою життя своєї епохи." [2, 149]. Ці слова Оноре де Бальзака, на наш погляд, є художньо-естетичним імперативом, який характеризує багатогранну культурологічну діяльність Едера Тадея Олександровича.

Оперне мистецтво несе в собі відчуття блаженної безпеки, тому що його природа є не лише естетична, а і соціальна. "Не було жодного класичного жанру, жодного класичного тексту, який би не передбачав колективного споживання, що немовби відбувалося в атмосфері спілкування та бесіди" [5, 76]. Оперна вистава — це внутрішньо діалогічна система, бо містить як явні, так і домислювані апеляції до сучасників, спрямована проти поглядів інших, спирається на відомі факти або піддає їх сумніву.

За свою багаторічну працю, що підносить і розвиває славу Львівської опери, Тадей Едер - повний кавалер ордена "За заслуги". Крім того, він - лауреат престижних міжнародних премій: Лео Вітошинського (Австрія, 1997), Михайла Стріхаржа (Німеччина, 2003); нагороджений офіцерським Золотим хрестом (Польща, 2007), медаллю ім. Пушкіна (Росія, 2008), орденом Володимира Великого III ступеня (2008).

Тадей Олександрович Едер належить до тих особистостей нашого часу, які не лише своєю діяльністю створюють культурологічне тло сучасності, а й творить філософію нової доби; де від волі окремої яскраві індивідуальності залежить тривання загального ходу суспільства. Досвід діяльності такого роду індивідуальностей є важливою парадигмою інноваційних методологій сучасного розвитку професійної освіти.

Діяльність Едера Т.О. цікава не лише для студентів гуманітарних вузів; а і для студентів технічного профілю; так як на нинішній час, на наш погляд, власне сфера культурології відіграє визначальну роль у житті суспільства. У сучасному духовному просторі, де бездуховність оскаженіло наступає на суспільне буття так потрібна оця одержима культурологічна діяльність відомих особистостей, котрі взяли на свої плечі відповідальність за долю високого часу. Найвища досконалість – у простоті. Слова задекларовані ще Аристотелем – і повторювані раз у раз у віхолі віків. „Найскладніша людина – проста...” – проголосить славний витязь української поезії (як його назвав Олесь Гончар) Василь Симоненко. “Постійна праця так само є законом мистецтва, як і законом життя, бо мистецтво є творчим відображенням дійсності” [2, 163].

Принцип довершеності, простійної гармонії, так званої ускладненої простоти, пошуку постійного діалогу з часом – найхарактерніші риси творчого культурологічного стилю Едера Т.О. Домінуючим у його діяльності є гармонійність, цілісність, довершена простота, де важливу роль набирає символічне узагальнення мистецького світу у найпромовистіших мистецьких деталях.

Прагнучи досягти максимальної виразності у роботі мистецького середовища Львівщини, Едер Т.О. досить часто викладає свої міркування саме у формі діалогу. Взірці текстів, побудованих методом діалогічних роздумів, можна вважати взірцем високого культурологічного стилю. Пригадаймо, наприклад, діалоги Платона, Цицерона, солілоквиуми Августина, гуманістичні діалоги, діалоги Гайдегера, тощо.

Діалогова модель творчої діяльності Едера Т.О. дає змогу виявити приховані смисли з такою наочністю, якої навряд чи можна досягти іншими засобами викладу матеріалу. Едер Т.О. – член Ліги творчих спілок Львівщини, голова Ради директорів театрів Львівщини, член вченої ради Львівської музичної академії ім. М. Лисенка, член НСТД України, депутат Львівської міської ради.

За переконаннями митця, слово "культура" в повсякденній мові не викликає ніяких труднощів, ним користуються широко, і його сенс інтуїтивно зрозумілий всім незалежно від того, про що йдеться: чи говориться про античну культуру, або про культуру виробництва, або про культуру особистості і т. д. але зараз є виробити наукове визначення культури.

Діяльність митця і культуролога Едера Т.О. переконливо доводить, що залишаючи осторонь аналіз наявних підходів до визначення сутності

культури, ми повинні підкреслити одне важливе досягнення у світлі розглянутої в даній роботі проблематики: культура – це грань, межа, що розділяє дві якісно різні форми буття: природну, природну, що підкоряється триванню причинно-наслідкових відносин, і створену, яка виникла в процесі вільної творчої діяльності людини.

Сама культура в цьому сенсі є силою, що оформляє природне, стихійне буття як людини, так і суспільства, яке не знищується, а виступаючи в іншій формі, набуває якісно нового змісту. Головною перетворюючою силою такого перетворення виступає людина-особистість.

Саме висока за своїм Духом особистість з'єднує світ природної стихії і світ високої творчості. При цьому потаємної таємницею особистості, її екзистенційно-метафізичним початком є вільний дух, який творчо підсилює і вдосконалює культуру, створену попередніми поколіннями. Найвидатніший сучасний філософ Хосе Ортега-і-Гасет наголошує: «Щоб бачити – потрібна дистанція. І кожен вид мистецтва має свій магічний кристал, який віддаляє й змінює об'єкти. На його чудодійному екрані вони віддалені й немов належать далеким недосяжним світам. Коли така нереальність відсутня, ми відчуваємо фатальну розгубленість: не знаємо, чи проживати ці об'єкти, чи спостерігати їх» [6, 255].

Спостереження за творчим досвідом культуролога й митця Едера Т.О. доводить, що, з одного боку, особистість формується під впливом навколишнього її культурного середовища, а з іншого боку сама особистість може змінювати сформовану в даний момент часу і в даному соціумі культурну ситуацію. Все вищесказане робить дослідження взаємозалежності "особистість-культура" абсолютно переконливим: особистість як об'єкт і суб'єкт культури є визначальним фактором.

На сьогоднішній день в науковій літературі можна зустріти різні визначення феномена "особистість". Особистість визначається як "індивідуальна внутрішня соціальність, конкретний ансамбль соціальних якостей людської індивідуальності" [4, 325].

Також характеризують особистість як продукт включення індивідів у соціокультурне середовище, або як "людський індивід в аспекті його соціальних якостей, які формуються в процесі історично конкретних видів діяльності і суспільних відносин" [6, 222].

Перелік нагород Едера Т.О. – це не тільки щабелі його творчого і культурологічного розвитку, а і розвиток сучасної культури за тривалий шлях його розвитку: орден князя Ярослава Мудрого IV ст. (15 лютого 2013) — за значний особистий внесок у розвиток вітчизняного театрального мистецтва, багаторічну плідну працю та високий професіоналізм; Орден князя Ярослава Мудрого V ст. (15 жовтня 2010) — за значний особистий внесок у розвиток українського театрального мистецтва, багаторічну творчу працю і високий професіоналізм; орден «За заслуги» I ст. (23

червня 2009) — за вагомий особистий внесок у розвиток конституційних засад української державності, багаторічну сумлінну працю, високий професіоналізм у захисті конституційних прав і свобод людини і громадянина; орден «За заслуги» II ст. (18 серпня 2006) — за значний особистий внесок у соціально-економічний, культурний розвиток Української держави, вагомі трудові досягнення та з нагоди 15-ї річниці незалежності України; орден «За заслуги» III ст. (18 жовтня 2000) — за вагомий особистий внесок у розвиток національного оперного та балетного мистецтва, високий професіоналізм; ^{3а}служений працівник культури України (19 серпня 1993) — за особистий внесок у збагачення української національної культури, високу професійну майстерність; орден Дружби (Російська Федерація, 15 лютого 2013) — за великий внесок у збереження та популяризацію російської культурної спадщини, зближення і взаємозбагачення російського і українського народів; медаль Пушкіна (Російська Федерація, 31 жовтня 2007) — за великий внесок у поширення, вивчення російської мови, збереження культурної спадщини, зближення і взаємозбагачення культур націй і народностей. Едер Т.О. — лауреат міжнародної премії Лео Вітошинського (Австрія), лауреат міжнародної премії Ріхарда Стріхаржа (Німеччина).

Загальноприйнятим у науковій літературі є лише те, що особистість завжди характеризують інтелектуальні, морально-вольові якості людини, виражені в індивідуальних особливостях його ментальності та культури, а також існування глибинної, сутнісної взаємозв'язку між особистістю і культурою.

У цьому сенсі найбільш точно й образно взаємини культури і особистості бачимо, вивчаючи діяльність видатних діячів культури, серед яких Едер Т.О. є особливою постаттю, для яких натхнення є постійною основою діяльності. «Натхнення — це щасливі хвилини генія. Воно не торкається землі своїми крилами, воно ширяє у повітрі, злітає угору, мов недовірливий птах, у нього немає прив'язі, за яку поет міг би його спіймати, кучері його — полум'я, воно вислизає, як прекрасні блідо-рожеві фламінго, що приводять у відчай мисливців. Тому творча праця — це виснажлива боротьба, якої бояться і які віддаються і страхом і любов'ю прекрасні і могутні натури.» [2, 164].

«Коли генеральний директор національного театру опери та балет імені Соломії Крушельницької Тадей Едер виходить на сцену вітати шанованих глядачів, він завжди має на сорочці білого метелика (варто зауважити, що цю пікантну деталь чоловічого святкового одягу галичани називають дещо інакше — «мотиль»). У такі врочисті хвилини пан директор неначе виростає (насправді маючи зріст Чарлі Чапліна) — на нього сходять дух аристократизму, і зал уже не може стриматися, він зривається бурхливими оплесками, наче той зараз співатиме на біс. Усі чекають слів пана Тадея. Бо вони — то вітання-звертання, випущені в зал, наче білі мотилі, що летять на світло і вказують на чистоту та велич прекрасного світу мистецтва, який

дарує театр своїм глядачам. Бо слова директора не розходяться з його ділами [7].

Взаємовідносини особистості і культури носять багатогранний характер. Особистість одночасно є і об'єктом культури, і її суб'єктом. Культури поза людини, без людської особистості не існує. Навіть найвищі твори мистецтва, створені, але втрачені людьми, перестають бути феноменом культури до тих пір, поки їх знову не торкнеться творча діяльність людини.

Більше того, культура як така, культура у всій своїй чистоті, справжності існує тільки в діяльності людини або у творенні як матеріальних, так і духовних об'єктів, або ж в актах щодо перетворення внутрішньої природи самої людини (такі акти і образи можна віднести до духовної культури особистості).

За переконаннями Едера Т.О., особистість — найвизначніша складова частина культури. І навіть, якщо розглядати культуру як діяльність людини відповідно до певного плану дій, очевидним видається те, що сам цей ідеальний план закладається у свідомість людини від народження. Адже всі без винятку власне людські способи життєдіяльності, форми діяльності, звернені на іншу людину і на будь-який предмет, дитина засвоює ззовні.

Досвід дитинства, про які іноді розповідає Едер Т.О., коли його мати формувала у нього відповідний культурологічний світогляд, культурологічні вміння і навички із самого раннього віку, адже "мова" культури, в самому широкому сенсі, складають моральні норми, норми міжособистісних відносин, норми права і т.д. Індивід у процесі соціалізації, виховання і саморозвитку засвоює всі ці ідеальні нормативи [1, 30].

Культурологічний світогляд, за переконанням Едера Т.О., процесі становлення особистості відбувається вже в існуючому культурному контексті, при його безпосередньому впливі на індивіда; важливим чинником у цьому процесі є родина, духовний світ родинних коренів, зокрема матері, яка стоїть найближче до витоків творення духовного світу дитини. Тому можна стверджувати, що людина в цій взаємодії є об'єктом впливу культури, а вірніше, світу культури. Дитина вчиться діяти як людина, взаємодіяти з іншими людьми, вчиться мислити. Відчувати і виражати свої думки і почуття словами та відповідними діями.

Наступним етапом у творенні культурологічного світогляду особистості є відповідне духовне середовище. Освоюючи предмети світу культури, людина вчиться діяти на основі сформованого культурологічного світогляду. Сприйняті форми діяльності, або які-небудь загальні норми культури, організовують свідому волю творчої індивідуальності, структурують її діяльність. «Слово "мистець" вживає не тільки щодо живописців, музикантів, скульпторів, а й до поетів та ораторів; ми ж приєднаємо до них своєю особистою владою будь-яку живу істоту, досить тонко організовану, щоб сприймати мистецтво» [2, 132].

«Тадей Едер надає перевагу словам із часткою «най», яка вказує на високий ступінь якості того, за

що він береться: чи то проект вистави, чи то ремонт залу, чи реставрація гримерок, чи заміна крісел, чи виготовлення костюмів, – усе має бути виконано найкраще. Пан директор особливо полюбляє слова – найгарніший, найбільший, найпрекрасніший, найдорожчий тощо. Тому амбіції директора – це його «перпетуум-мобіле» (вічний двигун), який повсякчас генерує нові ідеї.

Тадей Едер обійняв посаду генерального директора 1998 року, а разом із нею і весь театр. А це велетенський корабель, який сяяв позолотою, кришталем і здіймався вгору величними скульптурами. Та його трюми-підвали кишили щурами, вбиральні-туалети були наповнені терпкими непарфумованими запахами, за кулісами панували безлад і хаос, гримерки, репетиційні зали потребували ремонту, в актовому – скрипіли крісла й підлога... А за рік у Львові мала відбутися зустріч президентів східно-європейських країн. І Львівський театр опери та балету як перлина архітектури мав стати основним місцем прийому й перебування високоповажних гостей. На підготовку залишалося менше року. І все-таки Тадей Едер наважився реставрувати живопис у дзеркальному залі та інші малярські твори, які прикрашають інтер'єр театру. До того ж узявся обновити крісла в актовому залі. Старий велюр замінили новим. Мало хто вірив, що директоріві вдасться з усім вчасно впоратися.

– Я керуюся принципом: не в ім'я своє, а для громади, – сказав Тадей Олександрович. – Саме така позиція притягує до мене людей-професіоналів, які допомагають здійснити все заплановане. Часу було обмаль – лічені місяці, і жодних пояснень – «або пан, або пропав».

І на прес-конференції з нагоди саміту президент Австрійської Республіки Томас Клестіл сказав численним зарубіжним журналістам, що львівський театр нагадає йому Віденську оперу – такий він величний і красивий. Ця похвала була лише стартом перед сміливими, а часом і зухвалими стрибками до вершин, які підігрівали амбіції директора».

Суб'єктом культури, носієм соціально-людської діяльності, за переконаннями Еджероа Т.О., людина стане лише там і тоді, де і коли сам почне цю діяльність здійснювати. Опанувавши загальними формами людської життєдіяльності, сам виробляє внутрішні образи, зразки, відповідні його потребам; він визначає їх цінність для себе та інших у відповідності з тими ідеалами і цілями, які ставить перед собою він сам. Творець осмислює ці образи, висловлює їх у словах і втілює в справах своєю активною діяльністю, створюючи щось об'єктивно існуюче: річ або вчинок.

Життєвий і творчий шлях Едера Т.О. – невід'ємна частина історії Львівського театру опери та балету. «Тадей Едер поставив перед собою завдання повернути до Львова ім'я примадонни світової опери Соломії Крушельницької, назвавши її ім'ям Львівський театр опери та балету, бо тут вона виступала. Це ламало стереотипи в свідомості чиновників-бюрократів. Їх обуренню не було меж. Адже театр з 1956 року вже мав ім'я відомого письменника-революціонера Івана Франка. Як можна

зректися титана-патріота Івана Франка і замінити його ім'я на ім'я співачки Соломії Крушельницької, яка все життя співала поза межами України, за кордоном? Та пан Едер був готовий до будь-якого спротиву, він терпляче писав листи, в яких аргументував, переконував, шукав впливових людей. І таки знайшов. 2000 року указом Президента України Львівському театру опери та балету надано ім'я Соломії Крушельницької. Так знаменита Соломія повернулася до рідного Львова. У пропаганді імені славної українки Тадей Едер пішов далі. Він підтримував та розвинув Міжнародний конкурс молодих вокалістів імені Соломії Крушельницької, який започаткував головний диригент театру Ігор Лацанич, і надав йому високого статусу. Талановита молодь із різних країн нині має за честь приїздити на цей конкурс. А в дзеркальному залі театру з'явилося бронзове погруддя Соломії Крушельницької. Пізніше з ініціативи Тадея Едера львівський скульптор Ярослав Скакун виготовив ще один бюст відомої співачки, який нещодавно прикрасив музей театру Ла Скала, де виступала оперна діва» [8].

Справжнє засвоєння культури відбувається лише в тому випадку, коли людина не тільки знаходить культурні форми, вироблені попередніми поколіннями, але і сам як суб'єкт культури виробляє нові ідеї, форми, цінності» [6, 49].

Слід констатувати, що стан проблеми культурологічного виховання молоді в цілому, а також питань, що стосуються його сутності, структури, змісту, обсягу, рівнів і форм прояву, механізмів розвитку, ще залишаються в науці недостатньо дослідженими. Про це переконливо свідчать досить різноманітні та дискретно вивчені результати впровадження досліджень як в Україні, так і за кордоном. Культурологічна грамотність, необхідність якої диктується потребами виживання особистості в різнопланових, швидкоплинних і кардинально протилежно змінюваних соціальних умовах, покликана визначити місце та її роль у державотворенні. Тому розробка проблем культурологічної грамотності сучасного студента – майбутнього фахівця – на сучасному етапі повинна стати одним із провідних напрямів подальшого розвитку вітчизняної системи освіти. Становлення культурологічного світогляду сучасних студентів неможливе без вивчення досвіду практичної, наукової мистецької діяльності найвидатніших культурологів нашої доби.

На прикладі аналізу діяльності Генерального директора, художнього керівника Львівського національного академічного театру опери та балету, заслуженого діяча культури Едера Тадея Олександровича ми розглянули окремі аспекти парадигми взаємодії людської особистості і архетипу сучасної культури як проблеми творчого професійного становлення сучасних фахівців, що є важливою педагогічною інновацією сучасної вищої професійної школи.

Література:

1. Андреев А. Н. Культурология. Особистість і культура. Мінськ, 1998. С. 30.

2. Бальзак де Оноре. Думки про мистецтво.- К.: Мистецтво, 1981.–253 с.
3. Ільєнко Е. В. Що ж таке особистість? З чого починається особистість. М., 2003 – 325 с.
4. Ільєнко Е. В. Філософія і культура. М., 2006. – 389 с.
5. Культурологія: курс лекцій. У 2 ч. Ч.1/под ред. В.Ф.Мамонова. Челябінськ, 2007. – 346 с.
6. Ортега-і-Гассет Хосе. Вибрані твори.– Київ: Основи, 1994.– 429 с.
6. Філософський словник / / під ред. І.Г. Фролова. М., 2006. – 422 с.
7. «Шануй і поважай те що маєш, і ніколи не жалкуй за тим, чого не маєш» // г.«Віче».– №23, 2010.
8. Джерело: Gazeta.ua

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Бучинський Олександр Юрійович,
бакалавр кафедри прикладної математики,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

ЗАСТОСУВАННЯ LLL-МЕТОДУ ДЛЯ КРИПТОАНАЛІЗУ АСИМЕТРИЧНОЇ СИСТЕМИ ШИФРУВАННЯ МЕРКЛЯ-ХЕЛЛМАНА

Oleksandr Buchynskyi,
Bachelor of applied mathematics,
National Technical University of Ukraine
«Kyiv Polytechnic Institute»

«Using LLL-method for cryptanalysis asymmetric system of enciphering Merkle-Hellmana»

Анотація

Метою даної роботи є створення математичного та програмного забезпечення для асиметричної системи шифрування Меркля-Хеллмана, та дослідження застосування LLL- алгоритму для її вдалого криптоаналізу.

У роботі було розглянуто побудову системи шифрування, що базується на NP-повній задачі про укладку рюкза. Розглянуто шляхи криптоаналізу побудованої системи за допомогою LLL-алгоритму пошуку короткого базису цілочисельної решітки.

Розроблено автоматизовану систему для шифрування та розшифрування даних, також програмно реалізований її криптоаналіз. Проведено тестування розробленої системи.

Ключові слова: асиметричне шифрування, задача про укладку рюкза, модульне множення, LLL-алгоритм пошуку короткого базису цілочисельної решітки.

Summary

The goal of the thesis is to develop mathematical and software tools for asymmetric system of enciphering Merkle-Hellmana and research of using LLL- algorithm for its cryptanalysis.

System of enciphering which was built on a NP-full task of laying of a backpack is considered. The way of cryptanalysis for this system with LLL- algorithm for build short basis integral lattices is discussed.

The automated system for enciphering and deciphering are developed, also cryptanalysis for its is developed too. The developed system is tested.

Keywords: asymmetric system of enciphering, task of laying of a backpack, modular multiplication, LLL- algorithm for build short basis integral lattices.

ВСТУП

Масове упровадження комп'ютерів в усі сфери діяльності людини сприяло збільшенню обсягу інформації збереженої в електронному вигляді. Тому особливої актуальності набули і засоби захисту та приховування інформації, один з яких - шифрування. Головним принципом якого є унеможливлення прочитати інформацію без спеціального ключа.

В залежності від ключа виділяють симетричні, та асиметричні методи шифрування. У симетричних методах один ключ, який зберігається в секреті, служить і для шифрування, і для дешифрування. Асиметричні алгоритми, або метод відкритого ключа, передбачає застосування в парі двох відмінних ключів, а саме секретний та відкритий. Саме системі з асиметричним методом шифрування Меркля-Хеллмана присвячений дана стаття.

Актуальність асиметричних систем полягає у відсутності необхідності передачі ключів, що є головною проблемою симетричних систем. Також використовують змішані системи, де ключ симетричної системи передається повільнішим асиметричним алгоритмом, а далі повідомлення

шифрується за допомогою більш швидкого симетричного алгоритму.

Система Меркля-Хеллмана має перевагу у швидкодії над багатьма популярними асиметричними системами, проте вона не завжди є надійною. Саме через швидкодію алгоритму актуальним є дослідження шляхів її криптоаналізу для подальшого їх використання у побудові більш стійкою системи, що базується на даному алгоритмі.

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ТА ЇЇ КРИПТОАНАЛІЗУ

Система Меркля-Хеллмана.

Розглянемо принцип побудови криптосистеми Меркля-Хеллмана. Засновник криптосистеми обирає A, t, m, B так, що вектор A є надростаючим, а B отримується із A сильним модульним множенням відносно m і t . Вектор B розкривається як ключ зашифрування і двійкові блоки довжини β , отримані за допомогою вектора B . Перекоплювач повідомлень повинен розв'язувати задачу про рюкзак для входу (B, β) . Засновник криптосистеми обчислює $\alpha = (u\beta, \text{mod } m)$ і розв'язує задачу про рюкзак для входу (A, α) . Наступна лема доводить той факт, що така система працюватиме.

Лема 1 Припустимо, що $A = (a_1, \dots, a_n)$ надзростаючий вектор і вектор Вотриманий із A сильним модульним множенням відносно mit . Припустимо, що $u \equiv t^{-1} \pmod{m}$, β – довільне натуральне число і $\alpha = (u\beta, \pmod{m})$. Тоді справедливі наступні твердження:

- 1) Задачу про рюкзак (A, α) можна розв'язати за лінійний час; якщо розв'язок існує, то він єдиний;
- 2) Задача про рюкзак (B, β) має не більше одного розв'язку;
- 3) Якщо існує розв'язок для входу (B, β) , то він співпадає з єдиним розв'язком для входу (A, α) [2].

Застосування LLL-алгоритму.

Розглянемо алгоритм знаходження розв'язку рюкзака, що базується на LLL-алгоритмі зменшення базису решітки. Цей алгоритм був запропонований у 1985 році Андрієм Одлижко та Джефрі Лагаріасом.

Вхід алгоритму. $A = (a_1, \dots, a_n)$ – рюкзачний вектор; $\alpha = \sum_{i=1}^n a_i x_i, x_i \in \{0, 1\}$.

Вихід алгоритму. У разі успішного завершення роботи алгоритму $x = (x_1, \dots, x_n)$ – двійковий вектор, що дає розв'язок для рюкзака.

Кроки алгоритму:

1. Взяти наступні вектори в якості базису $[b_1, \dots, b_{n+1}]$ для $(n+1)$ -мірної цілочисельної решітки $L = L(A, \alpha)$:

$$\begin{aligned} b_1 &= \left(1, 0, \dots, 0, \left[\frac{1}{2}\sqrt{n}\right] a_1\right) \\ b_2 &= \left(0, 1, \dots, 0, \left[\frac{1}{2}\sqrt{n}\right] a_2\right) \\ &\vdots \\ b_n &= \left(0, 0, \dots, 1, \left[\frac{1}{2}\sqrt{n}\right] a_n\right) \\ b_{n+1} &= \left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \dots, \frac{1}{2}, \left[\frac{1}{2}\sqrt{n}\right] \alpha\right). \end{aligned}$$

2. Знайти зменшений базис $[b_1^*, \dots, b_{n+1}^*]$ решітки L використовуючи LLL-алгоритм.

3. Для кожного вектора $b = (b_1, \dots, b_{n+1})$ зведеного базису, для якого $b_{n+1} = 0$ та $b_i \in \left\{-\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right\}$ при $i=1, 2, \dots, n$ покласти:

$$3.1 \ x_i = b_i + \frac{1}{2} \text{ для } i=1, 2, \dots, n$$

Якщо $\sum_{i=1}^n x_i a_i = \alpha$, тоді (x_1, \dots, x_n) – розв'язок задачі.

$$3.2 \ x_i = b_i - \frac{1}{2} \text{ для } i=1, 2, \dots, n$$

Якщо $\sum_{i=1}^n x_i a_i = \alpha$, тоді (x_1, \dots, x_n) – розв'язок задачі.

В протилежному випадку алгоритм не призводить до знаходження розв'язку задачі. Оскільки задача про рюкзак є NP-повною задачею, цей алгоритм не завжди успішно завершуватиме роботу.

$$b_k - r b_{k-1} = b_k^* + \sum_{j=1}^{k-2} (\mu_{kj} - r \mu_{k-1,j}) b_j^* + (\mu_{k,k-1} - r) b_{k-1}^*.$$

Введемо поняття густини рюкзака. Густиною $d(A)$ рюкзачного вектора $A = (a_1, \dots, a_n)$ називатимемо величину

$$d(A) = \frac{n}{\max(\log_2 a_i)} \quad (1)$$

У термінах ранцевих криптосистем з відкритим ключем $d(A)$ можна виразити як відношення:

$$d(A) \cong \frac{\text{кількість біт у відкритому тексті}}{\text{середня кількість біт у зашифрованому тексті}}. 2)$$

Якщо густина ранцевого вектору не перевищує 0,9048, то описаний алгоритм з ймовірністю близькою до 1 знаходить розв'язок задачі про укладку ранцю [4].

МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

LLL-алгоритм зменшення базису решітки.

Розглянемо алгоритм побудови зменшеного базису цілочисельної решітки, що був запропонований Ардженом Ленстре, Хендріком Ленстре та Лазло Ловасом у 1982 році.

На початку роботи алгоритму заданий b_1, \dots, b_n – деякий базис решітки L . Після завершення роботи алгоритму b_1, \dots, b_n – LLL-зменшений базис.

Проводиться індукція по $k \in \{1, 2, \dots, n+1\}$. Спочатку $k = 2$; коли k досягає значення $n+1$, алгоритм завершує роботу і повертає LLL-зменшений базис.

Для кожного k символом $(*)_k$ ми будемо позначати сукупність нерівностей

$$\left\{ \begin{aligned} |\mu_{ij}| &\leq \frac{1}{2}, 1 \leq j \leq i \leq k, \\ |b_i^* + \mu_{ii-1} b_{i-1}^*|^2 &\geq \frac{3}{4} |b_{i-1}^*|^2, 1 < i < k. \end{aligned} \right. \quad (*)_k$$

Якщо $k = 2$, то умови $(*)_2$ виконані, оскільки для i вийде пуста множина значень $1 < i < 2$. Якщо $k = n+2$, то $(*)_{n+1}$ означає, що базис зведений (за визначенням).

Припустимо, що для деякого $k, 1 < k < n+1$, виконуються нерівності $(*)_k$. Нам потрібно забезпечити виконання $(*)_{k+1}$. Для початку забезпечимо виконання нерівності

$$|\mu_{k,k-1}| \leq \frac{1}{2}. \quad (3)$$

Якщо (3) виконується, то рухаємося далі. Якщо ні, знаходимо r – найближче ціле до $\mu_{k,k-1}$ і замінюємо b_k на

Тоді коефіцієнт $\mu_{k,k-1}$ заміниться на $\mu_{k,k-1} - r$. Коефіцієнти $\mu_{k,j}$ заміняться на $\mu_{k,j} - r\mu_{k-1,j}$, $j = 1, \dots, k-2$. Решта коефіцієнтів $\mu_{i,j}$ і вектори b_i^* при $i < k$ та при $i > k$, а також вектори b_k^* не зміняться. Дійсно, b_i^* є проекцією b_i на $L_{06}(b_1, \dots, b_{i-1})^\perp$; після заміни b_k на $b_k - rb_{k-1}$ дані лінійні оболонки не змінюються, а отже не змінюються всі b_i^* . Далі, оскільки $\mu_{ij} = (b_i, b_j^*) / (b_j^*, b_j^*)$, то при $i \neq k$, μ_{ij} не змінюються через те, що b_i та b_j^* залишилися незмінними.

Продовжимо забезпечення умов $(*)_{k+1}$, вважаючи, що (3) виконується.

Перший випадок. Нехай $k \geq 2$ і виконується нерівність

$$|b_k^* + \mu_{k,k-1}b_{k-1}^*|^2 < \frac{3}{4}|b_{k-1}^*|^2 \quad (4)$$

Тоді ми міняємо місцями вектори b_k та b_{k-1} . При цьому змінюються вектори b_{k-1}^* і b_k^* та коефіцієнти $\mu_{k,k-1}$, $\mu_{k-1,j}$, $\mu_{k,j}$, $\mu_{i,k-1}$, $\mu_{i,k}$, де $j < k-1$ або $i > k$. Решта b_i , b_i^* і $\mu_{i,j}$ не зміняться з тих же причин, що й раніше, тобто тому, що $L_{06}(b_1, \dots, b_{i-1})^\perp$ при $i \neq k$, $k-1$ залишається тією ж, і вектори b_i^* при $i \neq k$, $k-1$ не зміняться.

При заміні місцями b_k та b_{k-1} вектор $b_k^* + \mu_{k,k-1}b_{k-1}^*$, який раніше дорівнював проекції b_k на $L_{06}(b_1, \dots, b_{k-1})^\perp$, а тепер він дорівнює проекції нового вектора b_{k-1} на $L_{06}(b_1, \dots, b_{k-2})^\perp$. Далі b_{k-1}^* дорівнював проекції b_{k-1} на $L_{06}(b_1, \dots, b_{k-2})^\perp$, а тепер це і є проекція нового вектора b_k на $L_{06}(b_1, \dots, b_i)^\perp$. З нерівності (4) слідує, що при заміні значення $\|b_{k-1}^*\|^2$ зменшилося більше, ніж у $\frac{3}{4}$ раза.

Оскільки 2 випадок спрацює за скінченну кількість операцій і збільшує значення k на одиницю, то нам потрібно довести, що 1 випадок зустріне лише скінченну кількість разів. Помітимо, що при проходженні 1 випадку при деякому значенні k величина d_{k-1} зменшується більше, ніж у $\frac{3}{4}$ раза, оскільки так зменшується значення $|b_{k-1}^*|^2$.

Однак величини d_i обмежені знизу деякою додатною константою, що залежить лише від решітки L . Точніше, якщо позначити через $m(L)$ квадрат довжини найкоротшого ненульового вектора L , то виконуються нерівності (8).

Здійснивши цю заміну місцями b_k і b_{k-1} , ми замінюємо k на $k-1$ і опиняємося в умовах $(*)_{k-1}$.

Другий випадок. Нехай або $k = 1$, або

$$|b_k^* + \mu_{k,k-1}b_{k-1}^*|^2 \geq \frac{3}{4}|b_{k-1}^*|^2. \quad (5)$$

Якщо $k = 1$, то присвоюємо k значення 2 і продовжуємо процес, тобто забезпечуємо виконання $(*)_2$.

Якщо виконана умова (5) і $k > 1$, то забезпечуємо виконання нерівностей

$$|\mu_{kj}| \leq \frac{1}{2}, 1 \leq j \leq k-1 \quad (6)$$

(для $j = k-1$ (6) уже виконується в силу (4)).

Нехай l – найбільший номер, для якого $|\mu_{kl}| > \frac{1}{2}$. Тоді $l \leq k-2$. Візьмемо r – найближче ціле до μ_{kl} – і замінимо b_k на $b_k - rb_l$. При цьому μ_{kj} замінюється на $\mu_{kl} - r$. Решта μ_{ij} і всі вектори b_i^* залишаться при цьому незмінними. Ми продовжуємо цей процес, зменшуючи l , поки не досягнемо значення $l = 1$. В цьому випадку ми забезпечуємо виконання умов $(*)_{k+1}$.

Якщо ми досягли виконання умов $(*)_{n+1}$, то алгоритм зупиняється, оскільки b_1, \dots, b_n утворюють зменшений базис; в протилежному випадку ми продовжуємо процес, тобто збільшуємо значення k .

Доведемо, що алгоритм закінчує роботу. Позначимо через

$$d_i = \det \|(b_j, b_l)\|_{1 \leq j, l \leq i}, i = 1, \dots, n. \quad (7)$$

Очевидно, що

$$\begin{aligned} d_i &= \det(\|b_j\| \cdot \|b_l\|^T) = \left(\det \|b_j\|_{1 \leq j \leq i} \right)^2 = \left(\det \|b_j^*\|_{1 \leq j \leq i} \right)^2 = \\ &= \det(\|b_j^*\| \cdot \|b_l^*\|^T) = \prod_{j=1}^i |b_j^*|^2. \end{aligned}$$

$$m(L) \leq \left(\frac{4}{3}\right)^{\frac{i-1}{2}} d_i^{\frac{1}{2}}, i = 1, \dots, n. \quad (8)$$

Теорема 4. Якщо L – решітка в Z^n з базисом b_1, \dots, b_n , причому

$$|b_i| \leq B, i = 1, \dots, n, \quad (9)$$

де $B \in \mathbb{R}, B \geq 2$, то алгоритм побудови LLL-зменшеного базису робить $O(n^4 \log B)$ арифметичних операцій [6].

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Структура програми шифрування.

Програма має наступну структуру виконуваних процесів зображених за допомогою DFD-1 (Рис.1), та DFD-0 (Рис.2).

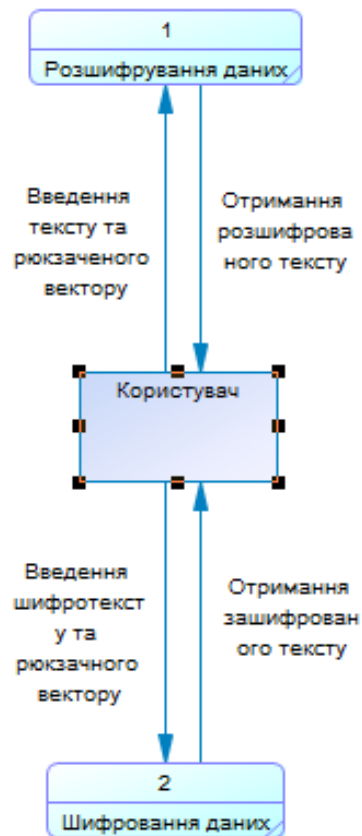


Рисунок 1 - DFD-0 системи

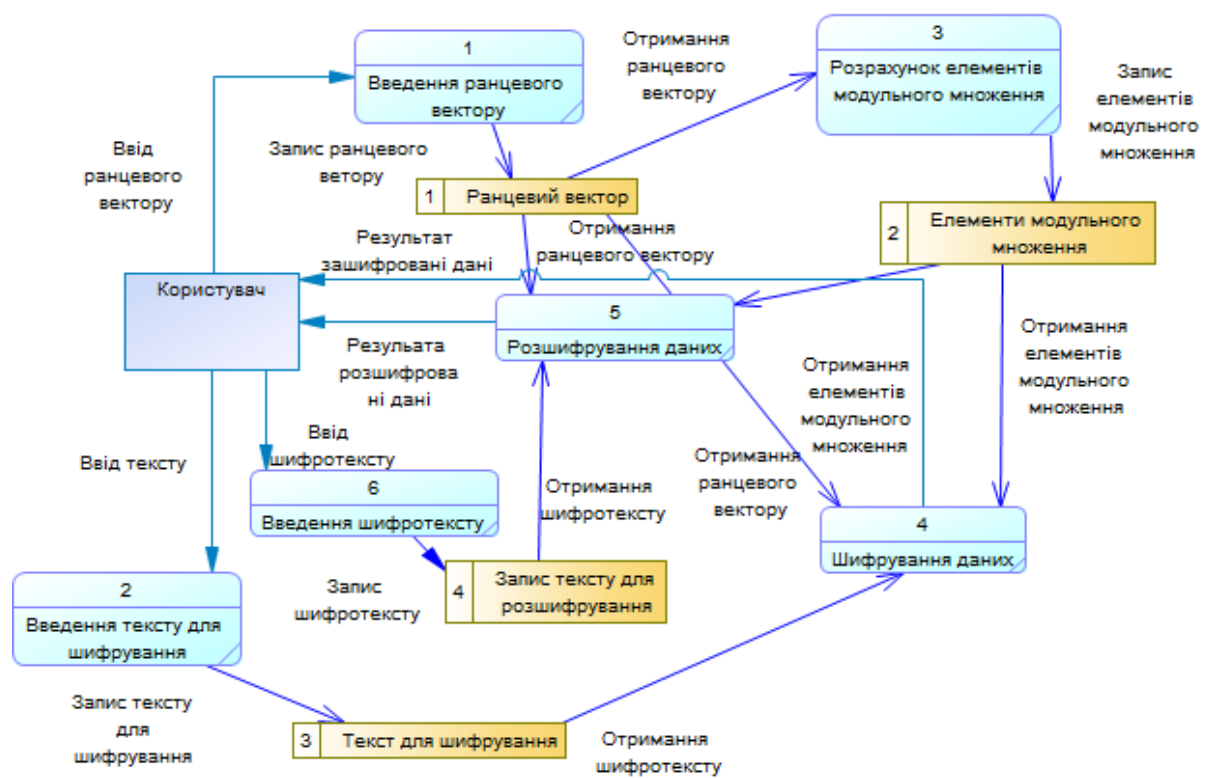


Рисунок 2 - DFD-1 системи

проектування реальної системи ми мусимо використовувати саме такі вектори, з невеликим показником густини, то для них LLL алгоритм показує високу ймовірність вдалого криптоаналізу.

ВИСНОВКИ

У роботі розглянуто побудову та структуру системи асиметричного шифрування Меркла-Хеллмана. Переглянуто два методи криптоаналізу даної системи, та обрано з поміж них LLL-алгоритм через його швидкість та безперечну універсальність у порівнянні з підходом Шаміра для знаходження елементів модульного множення.

Було спроектовано програмне та математичне забезпечення для розробленої системи шифрування, та її криптоаналізу, що відповідає поставленій задачі. Система шифрування забезпечує шифрування та розшифрування тексту на основі задачі про укладку ранця, побудованій на введеному ранцевому векторі. Ранцевий вектор обирається за замовченням або вводиться в ручну з довжиною у межах від 10 до 25, при строго форматованому вході. Програма для проведення криптоаналізу вирішує задачу про укладку ранцю для введеного ранцевого вектора та відповідної маси ранцю.

Проведено тестування створених програмних засобів, та аналіз отриманих результатів. Встановлено залежність між можливістю вдалого криптоаналізу та входними даними системи (густиною ранцевого вектора). За результатами було встановлено, що для ранцевих векторів густина яких не перевищує 0,988 ймовірність проведення вдалого криптоаналізу дуже висока, враховуючи, що для створення системи використовуються вектори саме

з такою густиною, то LLL-метод дуже вдало показує себе для вирішення поставленої задачі.

Розроблені програмні засоби можна використовувати у навчальних цілях для наочної демонстрації роботи системи з відкритим ключем Меркла-Хеллмана, та її криптоаналізу з використанням LLL-методу зменшення базису цілочисельної решітки. Також програмну реалізацію LLL-методу можна використовувати для інших цілей, наприклад факторизації многочленів. Не виключене і використання системи для шифрування повідомлень в межах невисокої конфіденційності, розуміючи той факт, що вона не є стійкою до криптоаналізу.

Перелік посилань

1. Шнайер Брюс Прикладная криптография. — М.: ТРИУМФ, 2003. — 816с.
2. Саломаа А. Криптография с открытым ключом. — Москва: Мир, 1995. — 318 с.
3. Shamir A. A Polynomial Time Algorithm for Breaking the Basic Merkle-Hellman Cryptosystem // Advanced in Cryptology: Proceedings of Crypto 82 — Plenum Press, 1983. — P. 270-288
4. Маховенко Е.Б. Теоретико-числовые методы в криптографии. — Москва: Гелиос АРВ, 2006. — 320 с.
5. Василенко О. Н. Теоретико-числовые алгоритмы в криптографии. — Москва: МЦНМО, 2003. — 328 с.
6. A. K. Lenstra, H. W. Lenstra, Jr., and L. Lovasz. Factoring Polynomials with Rational Coefficients. Mathematische Annalen. — 1982. — P. 515-534.

УДК 621.039.546.8: 662.769.2

Смрковский Эдуард Владиславович,
доцент кафедры «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» Одесского
национального морского университета.

Гаур Татьяна Александровна,
ассистент кафедры «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» Одес-
ского национального морского университета.

Смрковський Едуард Владиславович,
доцент кафедри «Експлуатація суднового електрообладнання і засобів автоматики» Одеського на-
ціонального морського університету
Гаур Тетяна Олександрівна, асистент кафедри «Експлуатація суднового електрообладнання і за-
собів автоматики» Одеського національного морського університету.

Smrkovsky Edward Vladislavovich,
Associate Professor of the Department "Exploitation of marine electrical equipment and automation
means» Odessa National Maritime University.
Tatiana Gaur, Assistant of the Department "Exploitation of marine electrical equipment and automation
means» Odessa National Maritime University.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В СОХРАНЕНИИ И РЕКУПЕРАЦИИ ЭНЕРГИИ ПРИ РАБОТЕ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ В ЗБЕРЕЖЕННІ І РЕКУПЕРАЦІЇ ЕНЕРГІЇ ПРИ РОБОТІ ПІДЙОМНО-ТРАНСПОРТНИХ МАШИН

CURRENT TRENDS IN CONSERVATION AND RECOVERY ENERGY AT WORK LIFTING MACHINERY

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы сохранения, рекуперации, утилизации энергии при спуске тяжелых грузов, в тормозных режимах, а также использование сэкономленной энергии для вторичного применения при помощи суперконденсаторов. Описан принцип работы и конструкция суперконденсаторов, их преимущества и недостатки, области применения.

Ключевые слова: суперконденсатор, ионистор, ионопроницаемая мембрана (сепаратор), электролит, двухслойный эффект.

Анотація: У статті розглядаються питання збереження, рекуперації, утилізації енергії при спуску важких вантажів, в гальмівних режимах, а також використання збереженої енергії для вторинного застосування за допомогою суперконденсаторів. Описано принцип роботи і конструкція суперконденсаторів, їх переваги та недоліки, області застосування.

Ключові слова: суперконденсатор, іоністор, іонопроницаемая мембрана (сепаратор), електроліт, двошаровий ефект.

Annotation: The article examines the preservation, recovery, recovery of energy when running heavy loads, in the brake mode, and use the saved energy for the secondary use of using supercapacitors. The principle of operation and design of supercapacitors, their advantages and disadvantages, application.

Keywords: supercapacitor, ionistor, ion transport membrane (separator), an electrolyte layer, double layer effect.

В настоящее время вопросы рекуперации, рационального и экономного расхода энергии в переходных процессах для любого вида транспортных машин является весьма важной и наиболее актуальной проблемой.

Одним из направлений решения этих задач является внедрение и дальнейшее совершенствование таких устройств как суперконденсаторы.

По сути суперконденсатор представляет собой очень большой (не по размеру, а по емкости) поляризованный электрохимический конденсатор. Емкость суперконденсатора, так же, как обычного конденсатора, пропорциональна площади обкладок и диэлектрической проницаемости диэлектрика и

обратно-пропорциональна расстоянию между обкладками.

В обычном конденсаторе заряд концентрируется на поверхности обкладок, а энергия электрического поля – в объеме межэлектродного диэлектрика.

В суперконденсаторах реализована идея формирования с двух сторон границы раздела металл/электролит при подаче напряжения слоев с избыточными носителями различной полярности.

Таким образом, заряженные слои образуют «обкладку» конденсатора, а граница разделя металл/электролит толщиной в несколько нанометров (или даже долей нанометра) служит его диэлектриком. Отсюда название – двухслойный конденсатор.

В процессе накопления энергии в суперконденсаторе не задействованы химические реакции, хотя суперконденсатор – электрохимическое устройство. Они могут заряжаться и разряжаться тысячи раз в силу высокой обратимости механизма накопления энергии.

Суперконденсатор обладает способностью накапливать чрезвычайно большие по отношению к своим размерам и в сравнении с традиционным конденсатором количество энергии. Это свойство суперконденсаторов представляет особый интерес для гибридных транспортных средств, для транспорта на электротяге и т.д.

Следует подчеркнуть следующие положительные свойства суперконденсаторов:

- самая высокая плотность емкости;
- самая низкая стоимость в расчете на 1 фарад;
- надежный, длительный срок службы;
- высокий КПД цикла (95% и выше);
- бесперебойная эксплуатация;
- экологическая безопасность;
- широкий диапазон рабочих температур;
- высокая удельная мощность и достаточно высокая удельная энергия;
- очень высокая скорость заряда/разряда;
- большое количество циклов с незначительным ухудшением параметров;

- хорошая обратимость механизма накопления энергии;
- сниженная токсичность используемых материалов;
- низкое эквивалентное последовательное сопротивление;
- относительно низкая удельная энергоёмкость;
- относительно малые габариты.

Наиболее существенными недостатками являются:

- относительно низкая удельная энергоёмкость;
- не обеспечивают достаточного накопления энергии;
- низкое напряжение;
- высокий саморазряд;
- для получения требуемого напряжения необходимо последовательное подключение нескольких элементов.

Электрохимические конденсаторы (суперконденсаторы) состоят из двух электродов, разделенных ионо-проницаемой мембраной (сепаратором) и электролитом, контактирующих с обоими электродами (рис.1).

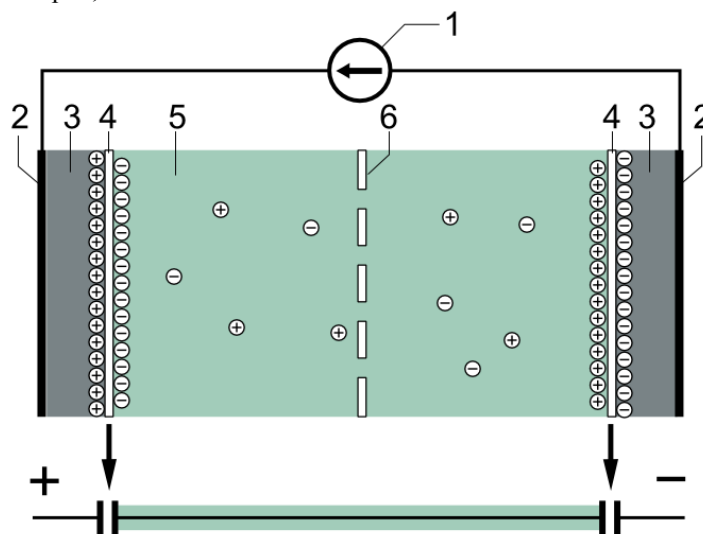


Рисунок 1- Типовая конструкция суперконденсатора:

1 - источник питания; 2 – коллектор; 3- поляризованный электрод; 4 – двойной слой гелемгольца; 5 – электролит, имеющий положительные и отрицательные ионы; 6 – сепаратор.

Когда электроды поляризуются под действием приложенного напряжения ионы в электролите образуют двойной электронный слой противоположной полярности к полярности электрода. Например, положительно поляризованные электроды будут иметь слой отрицательных ионов на границе электрод/электролит вместе с балансировкой заряда слоя положительных ионов к адсорбции на отрицательный слой. На отрицательно поляризованном электроде картина наоборот.

Емкости двойного электрического слоя электродов C_1 и C_2 соединены последовательно через электролит, так что общая эквивалентная емкость

равна $C_3 = C_1 \cdot C_2 / (C_1 + C_2)$ и при $C_1 = C_2$ величина $C_3 = C_1 / 2$.

Двойной электрический слой служит примерно так как диэлектрический слой в обычном конденсаторе, хотя и с толщиной одной молекулы. Таким образом, стандартная формула для обычных конденсаторов может быть использована и для расчета емкости суперконденсатора:

$$C = \varepsilon \frac{A}{d},$$

где ε - диэлектрическая проницаемость;
A – площадь пластин;

d – расстояние между пластинами.

В данном случае находят применение вещества с очень высоким значением диэлектрической проницаемости. За счет соответствующей обработки достигается увеличение поверхности электрода в 10^6 больше, чем ровная поверхность (многократное травление). Расстояние между пластинами – на уровне нанотехнологий.

Электроды обычно являются тонкослойным покрытием металлического токопроводящего токосъемника. Один из наиболее распространенных материалов является активированный уголь. Это очень пористый материал: размер микропоры менее 2 нанометра. Более совершенным материалом является графен, который представляет собой лист графита толщиной в один атом, причем атомы располагаются в правильной шестиугольной картине. Он имеет удельную поверхность

~2600 м²/г, что теоретически может привести к емкости 550 Ф/г. Кроме того он имеет очень высокую электропроводность.

Электролит определяет характеристики конденсатора: его рабочее напряжение, температурный диапазон, емкость. Он должен быть нейтральным и химически инертным. Вязкость электролита должна быть достаточно низкой, чтобы «намочить» пористую структуру электродов.

Энергия заряженного конденсатора:

$$W = \frac{1}{2} C_{DC} \cdot V_{DC}^2$$

Номинальное напряжение суперконденсаторов определяется по напряжению пробоя электролита. Стандартный суперконденсатор с водным

раствором электролита имеет номинальное напряжение 2,1 – 2,3 В, с органическим растворителем 2,5÷2,7 В, для литий-ионных конденсаторов 3,8÷4,0 В.

Для получения высоких напряжений суперконденсаторы соединяют в батареи, предварительно проведя селективный отбор по емкости.

Запас энергии и мощность можно определить из выражений:

$$E = CU^2 / 2 \text{ (Дж)}$$

$$P = \frac{U^2}{4R} \text{ (Вт)}$$

где C – емкость, Ф

U – напряжение, В

R – эффективное последовательное сопротивление, Ом

Внутреннее омическое сопротивление силовых суперконденсаторов при +25°C имеет величину порядка 5÷15 мОм.

Удельная энергоемкость суперконденсаторов колеблется от 1 до

30 Втч/кг.

Основные электрические характеристики суперконденсаторов:

- емкость, Ф
- внутреннее сопротивление, Ом
- максимальный ток разряда, А
- величина номинального напряжения, В
- параметры саморазряда и разряда.

Конструктивно суперконденсаторы могут быть выполнены в цилиндрическом (рис.2) или прямоугольном корпусах (рис.3).

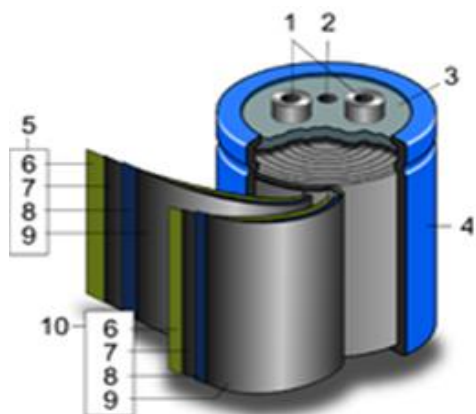


Рисунок 2 – Суперконденсатор в цилиндрическом корпусе: 1 – клеммы; 2- предохранительный клапан; 3 – уплотнительная прокладка; 4 – алюминиевый корпус; 5- положительный полюс; 6 – сепаратор; 7 – углеродный электрод; 8 – коллектор; 9 – угольный электрод; 10 – отрицательный полюс.

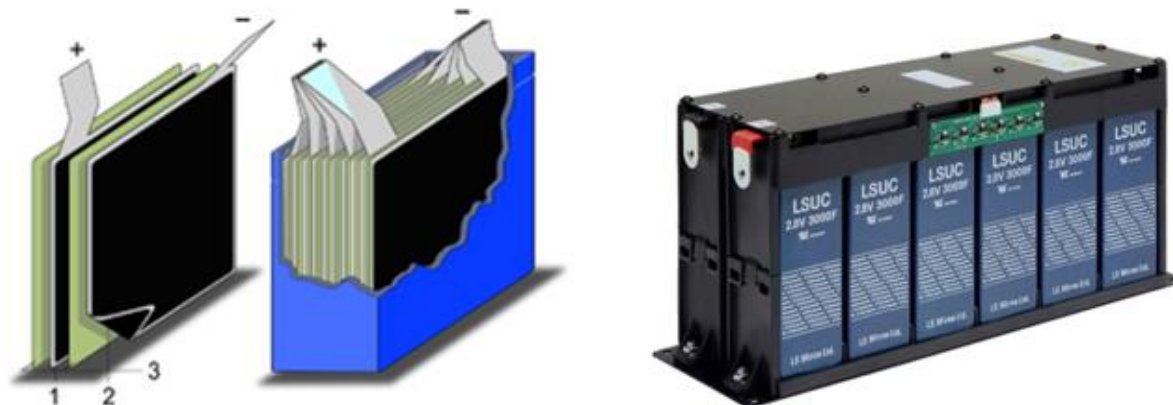


Рисунок 3- Суперконденсатор в прямоугольном корпусе и батарея из десяти элементов: 1- положительный электрод; 2 – отрицательный электрод; 3 – сепаратор.

После укладки рассмотренных конструкций в корпуса, их пропитывают жидким или вязким (гель) электролитом органического или водного типа, который проникает в поры электродов и служит в качестве проводящего соединения между электродами сепаратора. После этого крышки закатываются, корпус герметизируется для обеспечения стабильного состояния в течение заданного срока службы.

Сегодня на рынке можно найти суперконденсаторы емкостью 150 Ф и напряжением 5 В, сопоставимые по размерам с монтируемыми на печатную плату традиционными электролитическими конденсаторами, и «большие» суперконденсаторы емкостью 650-3000 Ф и напряжением 2,7 В. В недалекой перспективе на рынке появятся элементы емкостью до 5000 Ф.

Плотность запасаемой энергии достигает 30 кВт/ч (величина, близкая к аккумуляторам).

Мировой рынок суперконденсаторов можно разделить на два основных сегмента: суперконденсаторы большой емкости для транспортных и промышленных систем и суперконденсаторы для электронной аппаратуры.

В первом сегменте сегодня требуются малогабаритные автономные источники питания с высокой плотностью энергии и мощности, возможностью создания ими аккумуляторных батарей.

Но нельзя упускать из вида такие важные различия между ними как:

- аккумуляторные батареи накапливают энергию, измеряемую в киловатт-часах, тогда как суперконденсаторы концентрируют мощность, измеряемую в ваттах;
- работа аккумуляторных батарей зависит от относительно длительнопротекающих химических реакций; они заряжаются относительно долго, а время разряда зависит от величины тока;
- батареи обеспечивают подачу постоянного напряжения в течение довольно продолжительного времени, тогда как конденсаторы разряжаются быстро и их напряжение резко уменьшается;
- число циклов заряд/разряд батарей зависит от глубины разряда и не превышает 1500;
- суперконденсаторы допускают до сотен тысяч циклов;
- габариты и масса суперконденсаторов значительно меньше, чем у батарей.

Суперконденсаторы могут быть использованы как для длительного хранения энергии, так и кратковременного питания нагрузки большими токами. Они нашли применение там, где наблюдается пиковая нагрузка, а также на транспорте.

Приведем несколько примеров:



Рисунок 4- Козловой кран на пневмоходу на терминале.

Суперконденсаторы используются для рекуперации энергии при спуске тяжелого груза, а также энергии при торможении как механизма подъема, так и передвижения.

Вилочный погрузчик на топливных элементах. Здесь суперконденсатор работает в схеме в качестве буфера (накопление энергии при торможении, обеспечивает пиковую мощность более 30 кВт). Тройная гибридная система обеспечивает более 50% экономии электроэнергии по сравнению с дизельными и топливными системами.

Автобусы на суперконденсаторах представляют собой обыкновенный автобус с электроприводом (фирма Hyundai Motor), питаемым от бортовых

суперконденсаторов. Такой автобус заряжается на каждой второй или каждой третьей остановке, причем длительность остановки вполне достаточна для подзарядки суперконденсаторов.

Эта фирма также позиционирует этот автобус как экономичную альтернативу троллейбусу (отпадает необходимость в контактной сети) или дизельному автобусу.

Весьма перспективным является направление использования суперконденсаторов в городском трамвайном парке (рис.5).



Рисунок 5 - Суперконденсаторы используются для питания трамвайной линии Париж Т3 на участках без накладных проводов и рекуперации энергии при торможении

Например, в Париже, Гонконге, Мангейме суперконденсаторы заменили контактные навесные провода. Поезд может пройти до 2 км без проводов, подзарядка на станциях до 30 с.

Выводы: Внедрение в практику силового электропривода подъемно-транспортных машин

суперконденсаторов обеспечит экономию электроэнергии на 25÷30%, резко уменьшит эксплуатационные расходы, сократит простои, повысит качество управления и его эффективность.

Литература:

1. Supercapacitor – Wikipedia? the free encyclopedia
2. Лопухин А.А. Источники бесперебойного питания.
3. Шарыгин В. Суперконденсаторы. Электроника: наука, технология, бизнес. -2003.- №3.
4. www.maxwell.com

Коржик Владимир Николаевич

доктор технических наук, директор Гуандонского Института сварки (Китайско-украинского института сварки им. Е.О.Патона), Гуанчжоу, Китай

Гринюк Андрей Андреевич

научный сотрудник Института электросварки им. Е.О.Патона Национальной академии наук Украины, Киев, Украина

Хаскин Владислав Юрьевич

доктор технических наук, старший научный сотрудник Гуандонского Института сварки (Китайско-украинского института сварки им. Е.О.Патона), Гуанчжоу, Китай

Бабиц Александр Анатольевич

научный сотрудник Института электросварки им. Е.О.Патона Национальной академии наук Украины, Киев, Украина

Korzhik Volodymyr

Doctor of Sciences, Director on Science of the China-Ukraine E. O. Paton Institute of Welding, Guangzhou, China

Grynuk Andrei

Research associate of the Paton Welding Institute of the National Academy of Science of Ukraine, Kiev, Ukraine

Khaskin Vladyslav

Doctor of Sciences, Senior Research Fellow of the China-Ukraine E. O. Paton Institute of Welding, Guangzhou, China

Babych Oleksandr

Research associate of the E.O. Paton Electric Welding Institute of the National Academy of Science of Ukraine, Kiev, Ukraine

ГИБРИДНАЯ ПЛАЗМЕННО-ДУГОВАЯ СВАРКА ТОНКОСТЕННЫХ ПАНЕЛЕЙ ИЗ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА

THE HYBRID PLASMA-ARC WELDING OF THIN-WALLED PANELS MADE OF ALUMINUM ALLOY

Аннотация: Статья посвящена разработке технологии гибридной плазменно-дуговой сварки с использованием дуги плавящегося электрода для сварки тонкостенных судовых панелей из алюминий-магниевого сплава. Показано, что разработанный сварочный процесс позволяет повысить производительность изготовления судовых панелей по сравнению с применяемой в настоящее время импульсно-дуговой сваркой плавящимся электродом за счет повышения скорости сварки на 30% и устранения необходимости в выполнении разделки кромок.

Ключевые слова: алюминиевые сплавы, кораблестроение, сжатая дуга, дуга плавящегося электрода, гибридная плазменно-дуговая сварка, электродные проволоки, технологические эксперименты.

Summary: The article is devoted to the development of hybrid technology of plasma-arc welding using a consumable electrode arc welding of thin-walled ship panels of aluminum-magnesium alloys. It is shown that the developed welding process allows to increase productivity of manufacturing marine panels compared to the currently used pulsed arc welding with consumable electrode by increasing the welding speed by 30% and eliminate the need for carrying out cutting edge.

Keywords: aluminum alloys, shipbuilding, plasma arc, arc melting electrode, hybrid plasma-arc welding, the electrode wire, technological experiments.

Сплавы на основе алюминия находят все более широкое применение в судостроении. Из них изготавливают корпус судов, палубные надстройки, коммуникационные системы и различного рода судовое оборудование [1]. Основное преимущество, получаемое при этом, – снижение массы судов до 50...60% по сравнению с применением стали. В результате появляется возможность повысить грузоподъемность судна или улучшить его тактико-технические характеристики (маневренность, скорость и т.д.).

Наиболее широкое применение среди алюминиевых сплавов для изготовления конструкций речного и морского флота находят магналиевые сплавы 1530 (AMg3), 1550 (AMg5), 1560 (AMg6) и 1561 (AMg61). При изготовлении скоростных судов и кораблей обшивку выполняют из сплава 1561. Корпус судна повышенной грузоподъемности изготавливают из стали, тогда как надстройки и другое вспомогательное оборудование – из алюминиевых сплавов. В ряде случаев из алюминий-магниевого сплава изготавливают все корпусные конструкции

высокоскоростных катеров. Широкое применение в судостроении США находят свариваемые сплавы серий 5xxx и 6xxx. Там, где необходима высокая прочность (до 500 МПа), используются полуфабрикаты из сплавов серий 2xxx и 7xxx.

Алюминиевые деформируемые сплавы на основе системы Al-Mg являются термически неупрочняемыми. Промышленные сплавы этой системы представляют собой твердый раствор с частицами второй фазы Al_3Mg_2 . Кроме того в сплавах могут присутствовать фазы, содержащие марганец, и фаза Mg_2Si [2].

Магналии содержат добавки марганца и иногда – титана. Марганец способствует повышению прочностных свойств полуфабрикатов и с этой целью вводится в количестве 0,2-0,8%; титан используется в качестве модификатора литой зеренной структуры в слитках непрерывного литья, в сварных швах, уменьшая тем самым склонность сплавов к кристаллизационным трещинам при литье и аргонодуговой сварке. При содержании в сплаве более 5% магния в состав сплавов вводят добавку бериллия, назначение которого – предохранить алюминиевый расплав от интенсивного окисления во время плавки и литья, в процессе сварки полуфабрикатов, при горячей обработке давлением.

Промышленность выпускает деформированные полуфабрикаты из алюминий-магниевого сплава, прежде всего катаные – плиты, листы, ленты, а также прессованные панели, профили, прутки, трубы и кованые – поковки, штамповки. Полуфабрикаты выпускаются в термически необработанном состоянии, после отжига, а некоторые виды полуфабрикатов изготавливаются холодной обработкой давлением (в нагартованном состоянии). Нагартовка повышает прочностные характеристики, особенно предел текучести, но снижает пластичность. Последующая сварка устраняет нагартовку в зоне термического влияния сварного соединения, и механические свойства в указанной зоне соответствуют свойствам в отожженном состоянии.

Деформированные полуфабрикаты из сплавов системы Al-Mg в большинстве случаев имеют рекристаллизованную структуру, кроме прессованных полуфабрикатов из сплава 1560 с содержанием марганца ближе к верхнему пределу и полуфабрикатов из сплава 1561, имеющего повышенное содержание марганца и дополнительно легированного цирконием.

Полуфабрикаты из сплавов Al-Mg подвергаются только отжигу для снятия нагартовки и перевода их в мягкое отожженное состояние. Кроме того, отжиг как холоднодеформированных, так и

горячедеформированных полуфабрикатов с содержанием магния более 5% повышает их сопротивление расслаивающей коррозии и коррозии под напряжением. Сплавы с более низким содержанием магния обладают высокой устойчивостью против любых видов коррозии как в отожженном, так и в нагартованном состоянии.

Отжиг полуфабрикатов и изделий из магналиев проводят при температуре 310-335°C в течение 1-2 ч с последующим охлаждением на воздухе. Для сплавов AMg5, AMg6, AMg61, 01570 при охлаждении после отжига делают выдержку при 250-260°C в течение 1 ч, затем их охлаждают с не регламентированной скоростью. При невозможности осуществления ступенчатого охлаждения ведут охлаждение со скоростью не более 30°C/ч.

Сплавы системы Al-Mg обладают хорошей свариваемостью. С повышением содержания магния коэффициент трещинообразования при сварке уменьшается. Однако, в связи с увеличением температурного интервала плавления и повышением концентрации водорода, с ростом содержания магния пористость сварных соединений возрастает. Сварные соединения этих сплавов, полученные традиционными дуговыми способами сварки, ослаблены по сравнению с основным материалом. Это относится к характеристикам прочности, пластичности и стойкости против коррозии, что может привести к негативным последствиям при изготовлении морских судов. Целесообразно разработать доступную высокопроизводительную сварочную технологию, позволяющую минимизировать эффект ухудшения прочностных и коррозионных характеристик получаемых соединений сплавов системы Al-Mg.

Поэтому целью данной работы послужило создание технологии изготовления тонкостенных судовых панелей из алюминиевых сплавов системы Al-Mg на основе гибридной плазменно-дуговой сварки с плавящимся электродом с осевой подачей проволоки.

Суть процесса гибридной плазменно-дуговой сварки плавящимся электродом заключается в том, что дуга плавящегося электрода горит внутри сжатой дуги неплавящегося электрода (рис.1). Такое совместное действие двух электрических дуг в одну сварочную ванну способствует уменьшению разбрызгивания, повышению скорости сварки, уменьшению ширины шва. Это способствует снижению веса сварной конструкции за счет уменьшения количества электродной проволоки, необходимой для формирования шва при гибридной плазменно-дуговой сварке плавящимся электродом.

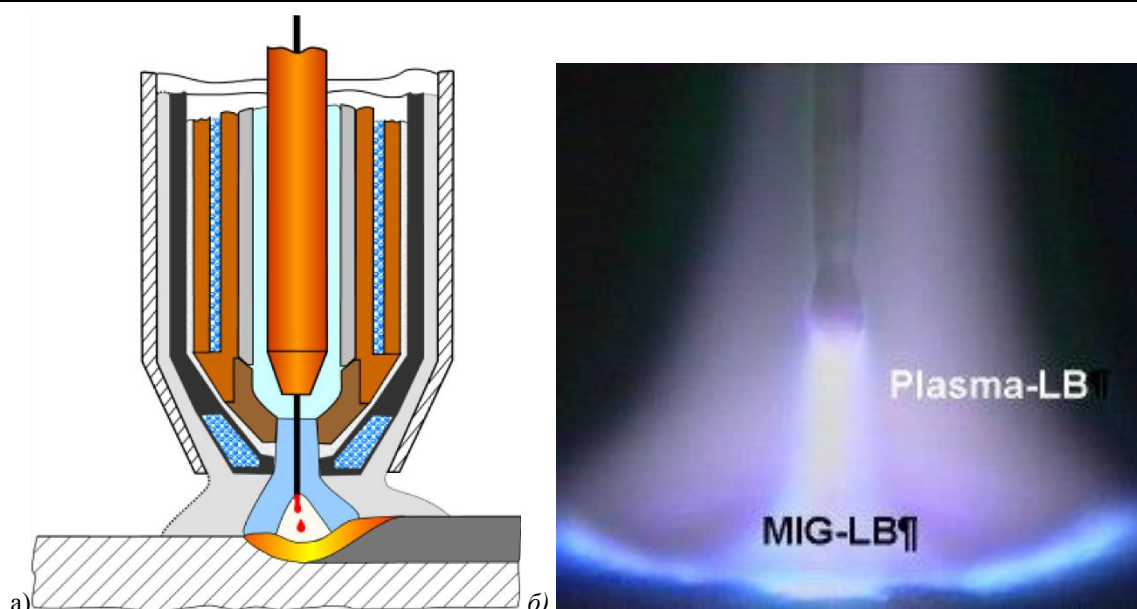


Рис. 1. Схема процесса (а) и фотография совместного действия сжатой дуги и дуги плавящегося электрода (б) гибридной плазменно-дуговой сварки.

В технологических исследованиях использовали алюминий-магниевого сплавы марок 5083 и 1561 с прочностью до 370 МПа. Для сварки сплава 5083 обычно применяют присадочные (электродные) проволоки из сплавов марки 5183 и 5356. Для

сварки сплавов 1560 и 1561 применяют проволоку Св-АМг61 или ее европейский аналог Ok. Autrod 18.22 (производство фирмы "ESAB"), а также проволоку Св-01577. Химические составы указанных сплавов приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1. Химический состав свариваемых образцов ($\delta=5$ и 8 мм).

Сплав	Норм. документ	Mg	Mn	Cu	Fe	Si	Cr	Zn	Ti	Zr	Be
5083	EN 573-3	4,0-4,9	0,4-1,0	0,1	0,4	0,4	0,05-0,25	0,25	0,10-0,15	-	0,005
1561 (АМг61)	ОСТ 1 92014-90	5,5-6,5	0,7-1,1	0,1	0,4	0,4	-	0,2	-	0,02-0,12	0,0001-0,003

Таблица 2. Химический состав электродной проволоки ($\varnothing 1,2$ и 1,6 мм).

Марка	Mg	Mn	Cu	Fe	Si	Cr	Zn	Ti	Zr	Be
ER5183	4,3-5,2	0,5-1,0	0,1	0,4	0,4	0,05-0,25	0,25	0,02-0,15	-	0,0003
ER5356	4,5-5,5	0,08-0,2	0,1	0,4	0,4	0,05-0,25	0,1	0,06-0,20	-	0,0005
Св-АМг61	5,8-6,8	0,5-0,8	0,1	0,4	0,25	-	0,2	0,02-0,10	-	0,0002-0,005
Ok. Autrod 18.22	5,5-6,2	0,8-0,9	0,05	0,2	0,4	-	0,2	0,02-0,20	0,02-0,10	0,005
Св-01577	5,5-6,5	0,5-0,8	0,1	0,1	0,1	0,1-0,2	0,1	0,02-0,20	0,15-0,25	0,005

Для проведения технологических экспериментов по подбору режимов гибридной плазменно-дуговой сварки из указанных в табл.1 сплавов изготавливали образцы размером 400×200 мм. Отрабатывали режимы сварки стыковых соединения листов толщиной 5 и 8 мм. Листы толщиной 5 мм сваривали без разделки кромок за один проход. Предварительные опыты по импульсно-дуговой сварке плавящимся электродом листов толщиной 8 мм показали, что без разделки кромок невозможно получить сварное соединение, которое соответствовало бы требованиям ГОСТ 14806-80 по геометрическим размерам шва. С целью уменьшения

высоты наплавленного валика шва и ширины шва, избыток наплавленного металла было решено компенсировать за счет разделки кромок. Так, при импульсно-дуговой сварке плавящимся электродом листов толщиной 8 мм была предложена Y-образная разделка кромок с притуплением 2 мм и углом раскрытия кромок в 60 градусов. Гибридную плазменно-дуговую сварку плавящимся электродом выполняли без разделки кромок. Перед сваркой алюминийевые пластины очищали при помощи растворителей от органических загрязнений и подвергали химическому травлению с целью уменьше-

ния толщины оксидной пленки на поверхности листов. Непосредственно перед сваркой механическим путем удаляли поверхностный слой с верхней и нижней сторон, а также с торцов соединяемых деталей образцов на ширину не менее 20 мм от оси шва и глубину 0,05-0,10 мм.

В ходе исследований в качестве критериев допуска получаемых сварных швов являлось отсутствие недопустимых поверхностных дефектов по результатам внешнего осмотра и выполнения измерений согласно требований Морского Регистра судоходства [3], а также требований ГОСТ 14806-80 для импульсно-дуговой сварки плавящимся электродом [4].

Технологические исследования процесса гибридной плазменно-дуговой сварки с использованием дуги плавящегося электрода выполняли с помощью специализированного комплекса оборудования, разработанного в ИЭС им. Е.О. Патона [5]. В состав оборудования входили (рис.2):

инверторный сварочный источник питания для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом TIG AC-DC EVO 450/T Robot, плазменный модуль FPM, EVO Speed Star 520 TS Robot, блоки автономного охлаждения, плазмотрон для машинной гибридной плазменно-дуговой сварки плавящимся электродом «Plasma-MIG» с осевой подачей проволоки, многопозиционный лабораторный манипулятор на базе сварочной колонны и вращателя, общую систему управления процессом гибридной сварки «Plasma-MIG», включая управление всеми единицами сварочного комплекса и сварочным столом-манипулятором. Закрепление образцов перед сваркой и выполнялось в универсальном сборочно-сварочном приспособлении. Основные технические характеристики комплекса оборудования для скоростной гибридной плазменно-дуговой сварки приведены в табл.3.



Рис. 2. Комплекс оборудования для плазменно-дуговой сварки.

Таблица 3. Основные технические характеристики комплекса оборудования для гибридной плазменно-дуговой сварки «Plasma-MIG».

№ п/п	Наименование параметра	Величина
1	Напряжение трехфазной питающей сети переменного тока с частотой 50 Гц, В	400 ($\pm 15\%$)
2	Рабочее напряжение на дуге, В	0 – 50
3	Рабочий ток дуги плавящегося электрода в гибридном процессе «Plasma-MIG, MAG», А	50 – 250
4	Защитный газ	Ar; Ar + He;
5	Плазмообразующий газ в гибридном сварочном плазмотроне	Ar
7	Рабочее напряжение источника для плазменной сварки, В	15 – 34
8	Рабочее напряжение источника для сварки плавящимся электродом	20 – 34
9	Давление рабочих газов на входе в источники питания, МПа	0,2 – 0,4
10	Расходы газов:	
	- защитного, л/мин	10 – 40
	- плазмообразующего, л/мин	0,2 – 4,0
11	Диаметры присадочной и электродной проволок, мм	1,2; 1,6
12	Метод контроля	Контролер

В ходе проведения технологических исследований предварительную отработку режимов сварки выполняли на более широко распространенном в мире сплаве 5083. Алюминиевый сплав 1561 (AMg61) имеет температуру плавления незначительно ниже, чем сплав 5083. В связи с этим по сравнению со сваркой сплава 5083 токи сварки сплава 1561 были уменьшены на 10-15 А.

Для формирования корневой части швов при сварке листов толщиной 5,0 мм использовались формирующие канавки шириной 6,0 мм и глубиной 2,5 мм, а для сварки листов 8,0 мм – канавки шириной 8,0 мм и глубиной 3,0 мм. Такие геометрические размеры позволяют гарантировано сформировать корневую часть швов даже при смещении дуги на 1,5-2 мм от оси стыка. Достаточная глубина канавок гарантирует отсутствие отражения дуги от дна канавки с образованием дефектов в корневой части шва.

Для определения влияния соотношения между мощностью сжатой дуги неплавящегося электрода и дугой плавящегося электрода выполняли наплавки на лист из алюминиевого сплава 5083 тол-

щиной 8,0 мм. Режим гибридной плазменно-дуговой сварки плавящимся электродом выбирали исходя из условия неполного проплавления листа. Во всех опытах расстояние между плазмообразующим соплом и образцом составляла 6,0 мм. Это расстояние выбрано из условия обеспечения вылета электрода (расстояния от токоподводящего наконечника для электродной проволоки) в диапазоне 16...18 мм. Оно обеспечивает минимальное забрызгивание плазмообразующего и защитного сопел гибридной плазменно-дуговой горелки.

Сварку осуществляли со скоростью 0,6 м/мин на режимах, приведенных в табл.4. Было установлено, что совместное горение двух дуг (сжатой плазменной и обычной плавящегося электрода) в одну сварочную ванну практически не оказывает влияние на изменение тока сжатой дуги от первоначально установленных значений. Для тока дуги плавящегося электрода наблюдается уменьшение на 30...40 А от первоначально установленного значения. Это свидетельствует о характерном для гибридных процессов сварки взаимодействии между обоими задействованными источниками энергии.

Таблица 4. Режимы гибридной плазменно-дуговой сварки наплавочными швами образцов из сплава 5083 ($\delta=8$ мм) электродной проволокой ER5356 ($\varnothing 1,2$ мм).

№ п/п	Ток сжатой дуги, I_{pl} , А	Напряжение сжатой дуги U_{pl} , В	Расход плазмообразующего газа Q_{pl} , л/мин	Ток дуги плавящегося электрода I_{mig} , А	Напряжение дуги плавящегося электрода U_{mig} , В	Скорость подачи электродной проволоки, $V_{пр}$, м/мин	Диаметр электродной проволоки $d_{пр}$, мм	Расход центрального газа Q_{mig} , л/мин	Расход защитного газа, $Q_{з.г.}$, л/мин
1	50	16,8	5,0	142	13,4	10	1,2	7,0	30,0
2	100	23,7		135	13,4				
3	150	26,3		133	13,6				

Увеличение скорости подачи электродной проволоки вызывает увеличение как размеров наплавленного валика (в первую очередь за счет увеличения объема наплавляемого металла), так и глубины проплавления (рис.3). Это происходит за счет увеличения мощности сжатой дуги (напряжение возрастает с 23,7 В до 25,4 В), а также за счет увеличения мощности дуги плавящегося электрода (увеличение тока и напряжения). При увеличении скорости подачи электродной проволоки до 12,5 м/мин шов приобретает треугольную форму по сравнению округлой формой при скорости подачи 10 м/мин.

Наблюдения за процессом гибридной плазменно-дуговой сварки алюминиевых сплавов показали, что синергетический режим работы источника питания для плазменной сварки вызывает нестабильность горения дуги. При этом источник питания пытается самостоятельно вернуться к заранее запрограммированным в условиях заводского изготовления значениям сварочного напряжения, согласно выбранным значениям тока и типа свариваемого материала. Для обеспечения нормального горения дуги понадобилось перейти в режим работы в ручных настройках. Аналогичная ситуация наблюдалась с источником питания для сварки плавящимся электродом, на котором так же перешли в режим ручных настроек.

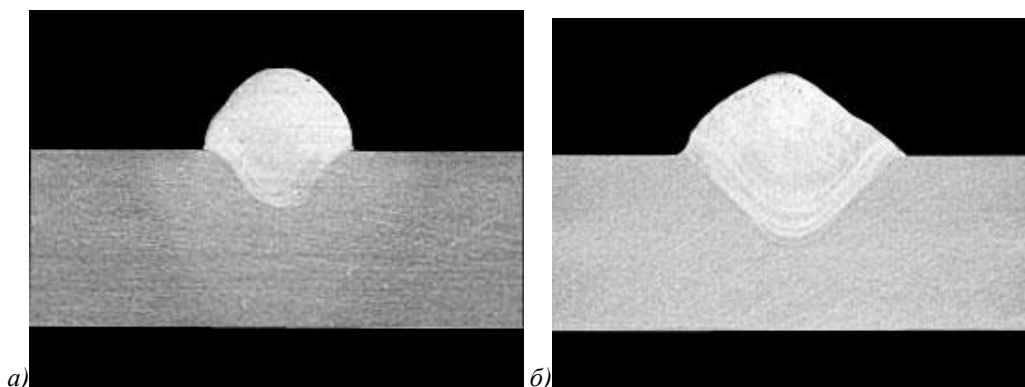


Рис. 3. Поперечные сечения наплавочных швов на сплаве 5083 ($\delta=8$ мм), полученные гибридной плазменно-дуговой сваркой при постоянном токе сжатой дуги 100 А и различных скоростях подачи электродной проволоки:

а) – 10 м/мин; б) – 12,5 м/мин.

Для сравнения результатов, получаемых при разработке способа гибридной плазменно-дуговой сварки, в качестве базового способа выбрали импульсно-дуговую сварку плавящимся электродом на постоянном токе обратной полярности. Двумя сравниваемыми способами выполняли сварку с одинаковой скоростью 36 м/ч. Для обеих технологий использовали удаляющуюся подкладку из немагнитной аустенитной стали с размерами 6,0×2,5

мм. Сравнение показало, что поверхность швов, полученных гибридной плазменно-дуговой сваркой, свободна от налета продуктов горения магния и алюминия. Дополнительное обжатие дуги плавящегося электрода сжатой дугой неплавящегося электрода обеспечивает уменьшение разбрызгивания по сравнению со сваркой плавящимся электродом и улучшает формирование швов (рис.4).

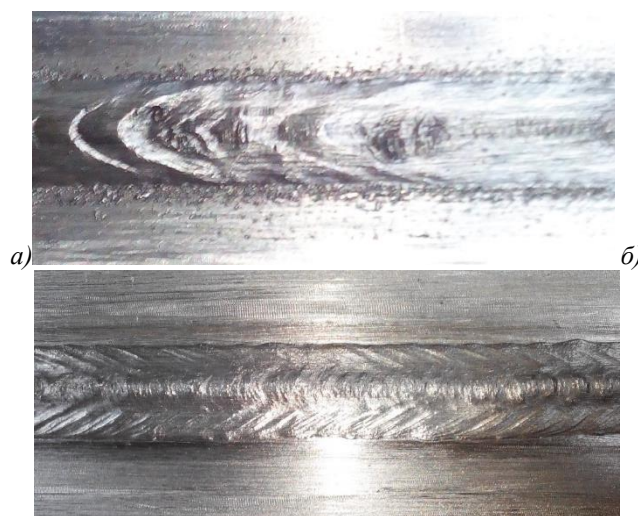


Рис. 4. Поверхность сварных швов на сплаве 1561 ($\delta=5,0$ мм), выполненных: а) – импульсно-дуговой сваркой плавящимся электродом; б) – гибридной плазменно-дуговой сваркой.

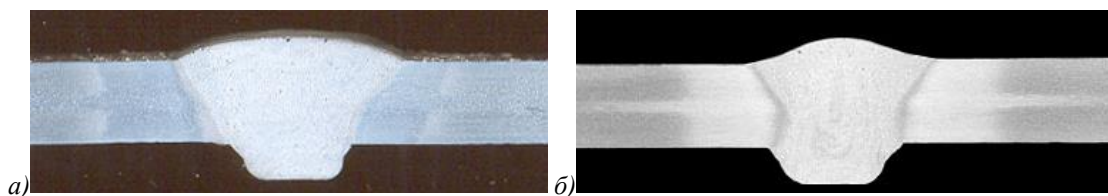


Рис. 5. Поперечные шлифы сварных соединений листов сплава 1561 ($\delta=5,0$ мм), выполненных на скорости 0,6 м/мин: а) – импульсно-дуговой сваркой плавящимся электродом; б) – гибридной плазменно-дуговой сваркой.

В результате выполнения серии технологических исследований, были подобраны режимы плазменно-дуговой сварки с использованием электродных проволок диаметром 1,2 мм и 1,6 мм (табл.5 и 6). Кроме этих режимов были исследованы и другие возможности сварочного процесса. Так, сварное соединение сплава 1561 ($\delta=5,0$ мм) выполнялось на скорости сварки 1,0 м/мин при той же скорости подачи электродной проволоки (7,5 м/мин), что и при сварке со скоростью 0,6 м/мин (табл.5). Проплавление обеспечивалось, в первую очередь, за счет увеличения мощности плазмы (ток плазмы увеличился

со 100 А до 178 А). Ширина сварного шва при этом незначительно уменьшилась с 10,7 мм до 10,0 мм (рис. 6).

По сравнению с широко распространенной в судостроении импульсно-дуговой сваркой плавящимся электродом гибридная плазменно-дуговая сварка плавящимся электродом с осевой подачей проволоки позволяет уменьшить ширину шва и количество используемой на его формирование проволоки. За счет обжатия дуги плавящегося электрода плазмой, генерируемой неплавящимся электродом, уменьшается разбрызгивание.

Таблица 5. Режимы плазменно-дуговой сварки сплавов 5083 и 1561 ($\delta=5,0$ мм)

Скорость сварки, см/мин	Ток сжатой дуги, I_{PL} , А	Напряжение сжатой дуги U_{PL} , В	Расход плазмообразующего газа Q_{PL} , л/мин	Ток дуги плавящегося электрода I_{MIG} , А	Напряжение дуги плавящегося электрода U_{MIG} , В	Скорость подачи электродной проволоки, $V_{пр}$, м/мин	Диаметр электродной проволоки $d_{пр}$, мм	Расход центрального газа Q_{MIG} , л/мин	Расход защитного газа, $Q_{з.г.}$, л/мин
60	100	24,6	5,0	165	17,4	7,4	1,6	7,0	30,0
100	178	29,2	3,5	154	18,2	7,5		4,5	

Таблица 6. Режимы импульсно-дуговой сварки плавящимся электродом и плазменно-дуговой сварки листов из сплава 1561 ($\delta=8,0$ мм).

Скорость сварки, см/мин	Ток сжатой дуги, I_{PL} , А	Напряжение сжатой дуги U_{PL} , В	Расход плазмообразующего газа Q_{PL} , л/мин	Ток дуги плавящегося электрода I_{MIG} , А	Напряжение дуги плавящегося электрода U_{MIG} , В	Скорость подачи электродной проволоки, $V_{пр}$, м/мин	Диаметр электродной проволоки $d_{пр}$, мм	Расход центрального газа Q_{MG} , л/мин	Расход защитного газа, $Q_{зг}$, л/мин
30	--	--	--	251	27,0	9,5	1,6	--	24,0
40	155	21,8	5,0	213	23,0	7,0		7,0	30,0

Возможность независимого регулирования мощностей сжатой дуги и дуги плавящегося электрода позволяет увеличивать глубину проплавления (скорость сварки) без существенного увеличения геометрических размеров швов, вызываемых увеличением скорости подачи проволоки (при

сварке плавящимся электродом ток растет с увеличением скорости подачи проволоки). Меньшее количество энергии, необходимое при формировании шва с использованием гибридной плазменно-дуговой сварки плавящимся электродом, обуславливает снижение уровня остаточных напряжений.

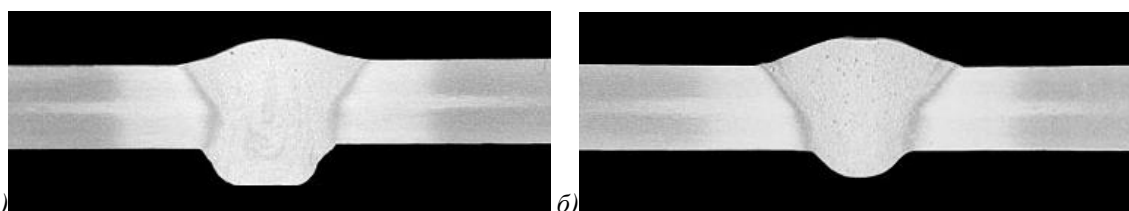


Рис. 6. Поперечные шлифы сварных соединений листов сплава 1561 ($\delta=5,0$ мм), выполненных гибридной плазменно-дуговой сваркой:
а) – со скоростью 0,6 м/мин; б) – со скоростью 1,0 м/мин.

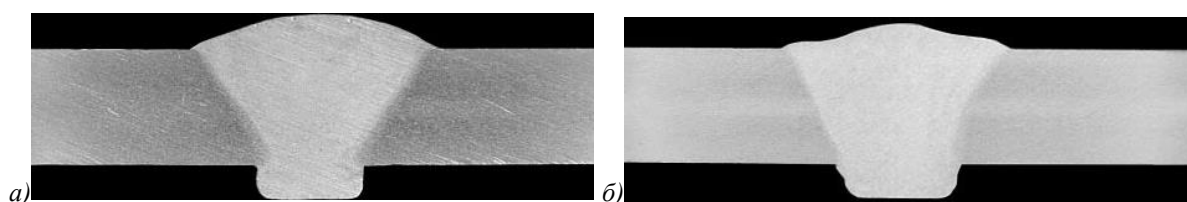


Рис. 7. Поперечные шлифы сварных соединений листов сплава 1561 ($\delta=8,0$ мм), выполненных: а) – импульсно-дуговой сваркой плавящимся электродом; б) – гибридной плазменно-дуговой сваркой.

Выводы.

1. Разработана технология гибридной плазменно-дуговой сварки с использованием дуги плавящегося электрода для сварки тонкостенных судовых панелей из алюминий-магниевого сплава, позволяющая повышать производительность изготовления таких панелей по сравнению с применяемой в настоящее время импульсно-дуговой сваркой плавящимся электродом за счет повышения скорости сварки на 30% и устранения необходимости в выполнении разделки кромок.

2. Исследованы характерные для плазменно-дуговой сварки плавящимся электродом особенности взаимного влияния сжатой дуги неплавящегося электрода и дуги плавящегося электрода. Установлено, что изменение тока дуги плавящегося электрода практически не оказывает влияния на изменение тока и напряжения сжатой дуги при совместном горении их в одну общую ванну. Рост тока сжатой дуги неплавящегося электрода в гибридном процессе вызывает уменьшение тока дуги плавящегося электрода при постоянном значении скорости подачи проволоки.

3. Установлено, что для обеспечения стабильного горения как сжатой дуги неплавящегося электрода, так и дуги плавящегося электрода, при гибридной плазменно-дуговой сварке, необходимо исключить влияние режимов, запрограммированных в существующих современных источниках питания для других технологий сварки. В дальнейшем, для успешной реализации разработанного процесса, необходимо создание специализированного оборудования с обратной связью по току и напряжению, учитывающей особенности плазменно-дуговой сварки.

Примечание. Работа выполнялась при поддержке Программы иностранных экспертов КНР №.WQ20124400119 (Chinese Program of Foreign Experts No.WQ20124400119), Программы инновационной группы провинции Гуандун, КНР № 201101C0104901263 (Guangdong Innovative Research Team Program No.201101C0104901263, China), проекта Гуандунской ключевой лаборатории современной технологии сварки № 2012A061400011, КНР (Project of Guangdong Provincial Key Laboratory No. 2012A061400011, China).

Список литературы:

1. Новые разработки в области высокопрочных алюминиевых сплавов для строительства морских судов и других сооружений // Электронный ресурс: <http://www.nisa.net.ua/spip.php?article73>
2. Рабкин Д.М. Металлургия сварки плавлением алюминия и его сплавов / Д.М. Рабкин. – Киев: Наук. думка, 1986. – 256 с.
3. НД № 2-020101-040. Морской Регистр Судоходства (Российская Федерация). Правила Технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов. Том 2. Часть III Техническое наблюдение за изготовлением материалов.
4. ГОСТ 14806-80. Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов в инертных газах. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
5. Гибридные технологии сварки алюминиевых сплавов на основе дуги с плавящимся электродом и сжатой дуги / А.А. Гринюк, В.Н. Коржик, А.А. Бабич, В.И. Ткачук, С.И. Пелешенко // Автоматическая сварка, №5-6. – 2016. – С. 107-113.

Чортюк Ольга Петрівна,

Бакалавр кафедри прикладної математики,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

АНАЛІЗ ОБЧИСЛЕННЯ ПЛОЩІ МНОГОКУТНИКА ФОРМУЛОЮ ПІКА В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД РОЗМІРУ СІТКИ ПРИ ПРОГРАМНІЙ РЕАЛІЗАЦІЇ

«ANALYSIS OF CALCULATION OF A POLYHEDRON'S AREA BY PICKA'S FORMULA BASED ON A SIZE OF GRID AT SOFTWARE IMPLEMENTATION»

Olha Chortok,

Bachelor of apply mathematic, National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»

Анотація

У роботі представлено опис теореми Піка, її доведення (експериментальним та математичним способами), розв'язання задач на обчислення площ різних фігур класичним способом та із застосуванням цілочислової сітки (формули Піка), що дає змогу проаналізувати формулу Піка, ознайомитись зі специфікою роботи з нею. Створено програму, яка обчислює площу багатокутника формулою Піка, вираховує похибку такого обчислення, оскільки програма не обмежує вибір вершин. Наведено аналіз залежності похибки від кроку сітки.

Ключові слова: площа, формула Піка, сітка формули Піка, похибка обчислення, програмна реалізація формули Піка

Summary

The paper describes Pick's Theorem and its proof (experimental and mathematical methods), solving problems on calculating areas of different shapes and classic way using integer grid (Pick's formula), allowing to analyze the formula Pick familiar with the specifics of it. A program that calculates the area of polygon with Pick's formula, calculates the error of the calculations because the program does not limit the choice of nodes. There is analysis of error depending on the step of the grid.

Key words: area, Pick's formula, grid of formula Peak, error calculation, software implementation formula Peak.

Постановка проблеми

Мета роботи – висвітлити можливості застосування формули Піка; створити програмне забезпечення для обчислення площі багатокутника за допомогою формули Піка; проаналізувати вплив розміру сітки на похибку обчислень.

Актуальність роботи полягає в тому, що обчислення площі фігури є важливою в точних науках, а площу довільного (неправильного) багатокутника обчислити класичним способом не легко без використання такої формули, як формула Піка.

Для того, щоб оцінити площу багатокутника, побудованого на папері в клітинку, достатньо порахувати, скільки клітинок взаємодіють з даною фігурою. А саме, можна скористатись формулою $N_1 \leq S \leq N_2$, де S - площа багатокутника, N_1 - кількість клітинок, які повністю лежать в середині фігури, N_2 - кількість клітинок, які мають з внутрішністю багатокутника хоча б одну спільну точку. Цей факт можна використовувати для того, щоб дати точне визначення площі багатокутника та інших фігур. Треба врахувати, що площу клітинки прийнято за одиницю [1].

Якщо розглядати лише такі багатокутники, в яких усі вершини збігаються з вузлами кліток (точками, в яких перетинаються лінії сітки) на папері, можна користуватися дуже простою формулою [2]:

$$S = \frac{r}{2} + i - 1, \text{ де } S - \text{площа, } i - \text{кількість}$$

вузлів усередині фігури, r - кількість вузлів на контурі (на сторонах і у вершинах)

Ця формула – формула Піка (або теорема Піка) – класичний результат комбінаторної геометрії і геометрії чисел. Теорему було названо на честь математика, який відкрив її 1899 року [1].

Експериментальне підтвердження формули Піка.

Для того, щоб перевірити правильність та точність формули Піка, можна спробувати обчислити площу фігур за нею, а для перевірки скористатися іншими простими формулами.

Приклад №1

Розглянемо трикутник, що показано на рисунку 1.

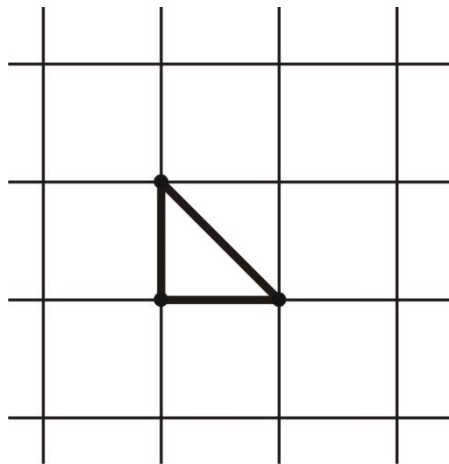


Рис.1 – фігура з прикладу №1

Оскільки даний трикутник утворився при проведенні діагоналі квадрата, цей трикутник прямокутний, а його катети рівні і дорівнюють одиничному відрізку (далі – о.в.). Отже:

$$S = \frac{1}{2} a \cdot b = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 1 = \frac{1}{2} \text{ (кв.о.)}$$

За формулою

Піка:

$$S = \frac{r}{2} + i - 1 = \frac{3}{2} + 0 - 1 = \frac{1}{2} \text{ (кв.о.)}$$

Обчисливши площу даної фігури класичним методом і за формулою Піка, маємо однакові результати $S = \frac{1}{2}$ кв.о. Отже, формула Піка дала правильний результат.

$$S = \frac{1}{2} \text{ кв.о.}$$

Результат.

Приклад №2

Розглянемо фігуру, що показано на рисунку 2.

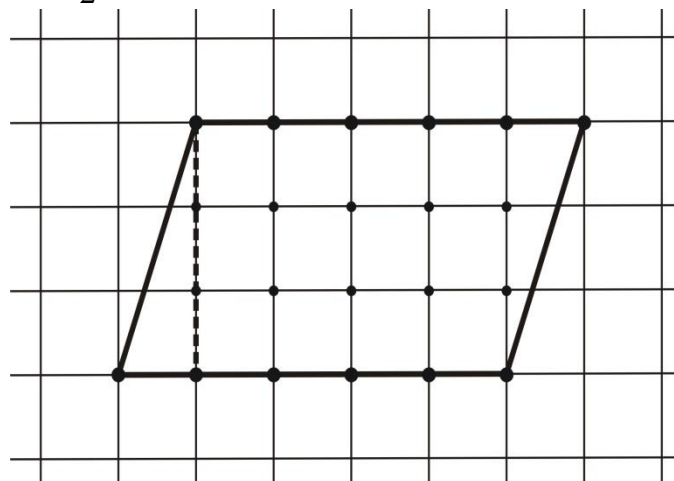


Рис.2 – фігура з прикладу №2

Площу паралелограма, який зображено на рисунку, можна обчислити, скориставшись формулою

$$S = a \cdot h = 5 \cdot 3 = 15 (\text{кв.о.})$$

Скориставшись формулою Піка, маємо:

$$S = \frac{r}{2} + i - 1 = \frac{12}{2} + 10 - 1 = 15 (\text{кв.о.})$$

Приклад №3

Розглянемо фігуру, що показано на рисунку 3.

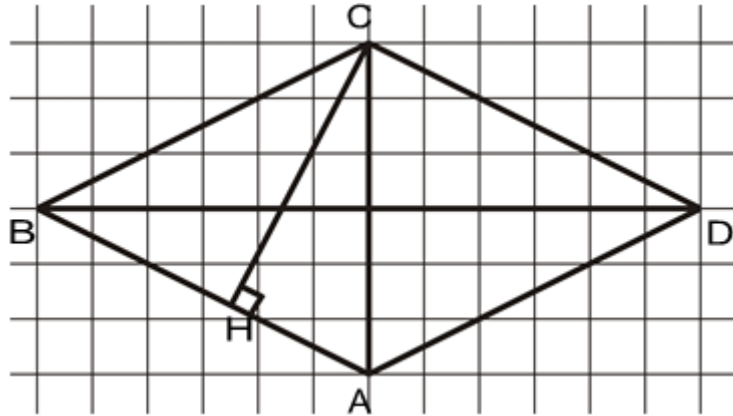


Рис.3 – фігура з прикладу №3

Дано: ABCD – ромб (зі стороною a), CH – висота, AC – менша діагональ, $AC = 8\sqrt{5}$ см, $\cos \angle B = 0,6$. Знайти: S

Розв'язання:

1) За основним тригонометричним рівнянням:

$$\sin^2 \angle B + \cos^2 \angle B = 1$$

$$\sin \angle B = \sqrt{1 - \cos^2 \angle B} = \sqrt{1 - 0,6^2} = \sqrt{0,64} = 0,8$$

2) З $\triangle ABC$ за теоремою косинусів:

$$AC^2 = AB^2 + BC^2 - 2AB \cdot BC \cdot \cos \angle B = 2a^2 - 2a^2 \cdot \cos \angle B$$

$$64 \cdot 5 = 2a^2 (1 - 0,6)$$

$$a = 20 \text{ см}$$

3) За класичною формулою:

$$S = a^2 \cdot \sin \angle B = 400 \cdot 0,8 = 320 \text{ см}^2$$

$$\text{Відповідь: } S = 320 \text{ см}^2$$

За формулою

Піка:

$$S = \frac{r}{2} + i - 1 = \frac{12}{2} + 31 - 1 = 36 (\text{кв.о.})$$

За побудовою: $AC = 8\sqrt{5} \text{ см} = 60 \text{ в.},$ тобто

$$\text{о.в.} = \frac{8\sqrt{5}}{6} = \frac{4\sqrt{5}}{3} (\text{см}).$$

$$\text{Тоді } S = 36 \cdot \left(\frac{4\sqrt{5}}{3} \right)^2 = 320 (\text{см}^2)$$

$$\text{Відповідь: } S = 320 \text{ см}^2.$$

Математичне доведення формули Піка.

Розглянемо прямокутник зі сторонами, які лежать на сторонах сітки, як показано на рисунку 4.

Нехай довжини його сторін дорівнюють a і b .

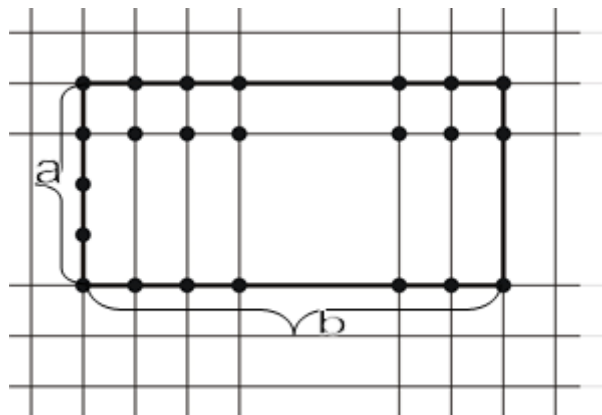


Рис.4 – прямокутник зі сторонами, які лежать на сторонах сітки

$$\text{Тоді } i = (a-1)(b-1), \quad r = 2a + 2b.$$

За формулою Піка:

$$S = \frac{r}{2} + i - 1 = \frac{2a + 2b}{2} + (a - 1)(b - 1) - 1 =$$

$$= a + b + ab - a - b + 1 - 1 = ab$$

Якщо скористатись класичною формулою для обчислення площі багатокутника, одержимо:
 $S = ab$

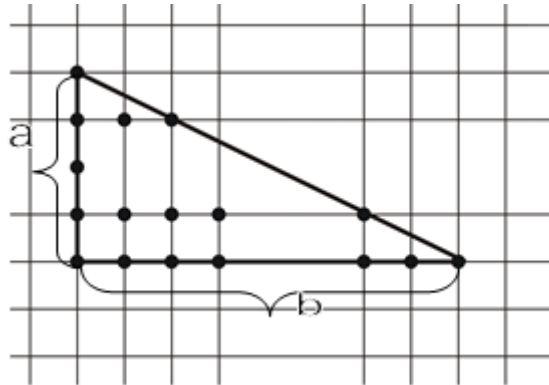


Рис.5 - прямокутний трикутник з катетами, що лежать на сторонах сітки

Такий трикутник отримуємо з прямокутника зі сторонами a і b , який розглянуто вище, якщо розрізати його діагоналями.

Нехай на його діагоналі є C вузлів.

Тоді
$$i = \frac{(a-1)(b-1) - c + 2}{2},$$

$$r = \frac{2a + 2b}{2} + c - 1.$$

За формулою Піка:

$$S = \frac{r}{2} + i - 1 = \frac{\frac{2a + 2b}{2} + c - 1}{2} + \frac{(a-1)(b-1) - c + 2}{2} =$$

Якщо скористатись класичною формулою для обчислення площі прямокутного трикутника, маємо: $S = \frac{ab}{2}.$

Отже, для довільного прямокутного трикутника теорема Піка є правильною [3].

Оскільки площу довільного багатокутника можна виразити як суму або різницю інших фігур, її можна виразити через вище обчислені площі прямокутника і прямокутного трикутника. Отже, теорема Піка є правильною для будь-якого багатокутника.

Аналіз існуючих програмних додатків для користування формулою Піка

Існуючі програмні додатки для обчислення площі многокутника обмежують користувача у виборі вершин, тому що одразу прив'язують їх до заданої сітки, що не дає можливості задати довільну фігуру, а це викликає певні труднощі, або зовсім не відповідає поставленій умові задачі.

Обраний шлях реалізації

Отже, для довільного прямокутника теорема Піка є правильною.

Тепер розглянемо прямокутний трикутник з катетами, що лежать на сторонах сітки, як показано на рисунку 5.

Було прийнято рішення створити програмне забезпечення для обчислення площі многокутника за формулою Піка, в якому вершини і крок сітки задаються користувачем.

Програмна реалізація.

Динамічні масиви дають змогу більш гнучкої роботи з даними, оскільки дозволяють не прогнозувати обсяг даних, а регулювати розмір масиву відповідно до необхідного обсягу.

В основі програми лежить двовимірний динамічний масив:

TNodes = array of array of integer;

Для виділення пам'яті потрібно викликати процедуру SetLength:

SetLength(TNodes, NodesCount, 2); де Nodes – це вузол, а NodesCount – його координата.

Пошук відповіді на питання:

```
pY:=0;
while PY<=formPika.DownTop.Y do
begin
px:=0;
while PX<=formPika.RightTop.X do
begin
```

AddNode(clblack,formPika.ImagePoly.Canvas.pixels[PX,PY],formPika.NodesBorder,formPika.NodesBorderCount,PX,PY); //Чи належить вузол границі багатокутника?

AddNode(clCream,formPika.ImagePoly.Canvas.pixels[PX,PY],formPika.NodesInside,formPika.NodesInsideCount,PX,PY); //Чи лежить вузол у багатокутнику?

```
pX:=pX+FormPika.OptimalStep;
end;
pY:=pY+FormPika.OptimalStep;
end;
```

Де FormPika.NodesBorderCount – кількість вузлів сітки на границі, а FormPika.NodesInsideCount – кількість вузлів у багатокутнику

Щоб визначити, яка відстань вершини від найближчого вузла, потрібен наступний код:

```
for StepCross:=minStep to maxStep do // перебір кожної вершини
begin
  maxError:=0;
  fillchar(errorNode,Sizeof(ErrorNode),0);
  for jjj:=1 to TopsCount do
  begin
    NearNode.Y:=DefNearLine(top-
sPoly[jjj].Y,StepCross,ImagePoly.Height); //пошук
найближчої горизонтальної прямої
    NearNode.X:=DefNearLine(top-
sPoly[jjj].X,StepCross,ImagePoly.Width); //пошук
найближчої вертикальної прямої
  end;
  Для обчислення площі координатним методом
  використовують елемент коду:
  s_vir:=0;
  x[i]:=topsPoly[TopsCount].X;
```

```
y[i]:=topsPoly[TopsCount].Y;
for i=1 to (n-1) then
begin
  s_vir:=s_vir + (x[i]-x[i+1])*(y[i]+y[i+1]);
  i:=i+1;
end;
if i=n then
begin
  s_vir:=s_vir + (x[i]-x[1])*(y[i]+y[1]);
end;
```

Експериментальне підтвердження роботи програми.

Одиничному відрізку відповідає заданий крок сітки. На рисунках вузли всередині фігури виділені зелено-блакитним кольором, на контурі - червоним, а вершини зображено синім.

Приклад №1.

Розглянемо трикутник, що показано на рисунку 6.

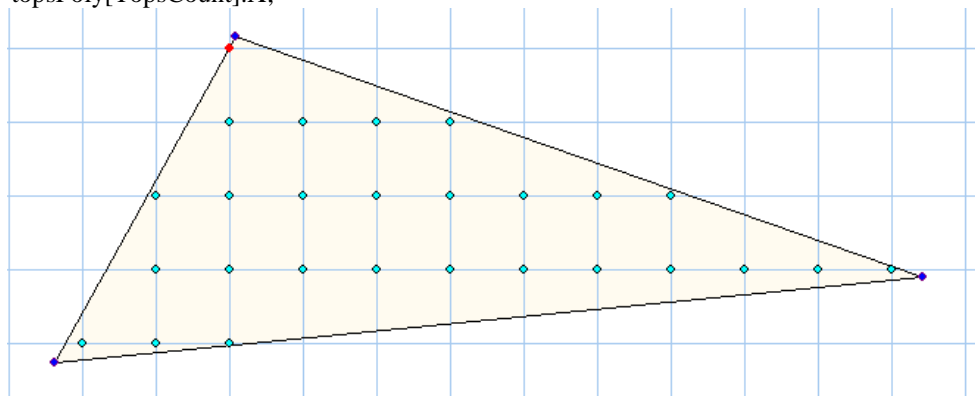


Рис.6 – фігура з прикладу №1

Площа цієї фігури обчислена програмно і дорівнює 27,0 кв.одиниць.

Обчислимо площу цієї фігури за формулою Піка самостійно:

$$r = 1 + 3 = 4, \quad i = 26, \quad \text{тоді}$$

$$S = \frac{r}{2} + i - 1 = \frac{4}{2} + 26 - 1 = 2 + 26 - 1 = 27$$

(кв.од.)

Приклад №2.

Розглянемо чотирикутник, що показано на рисунку 7.

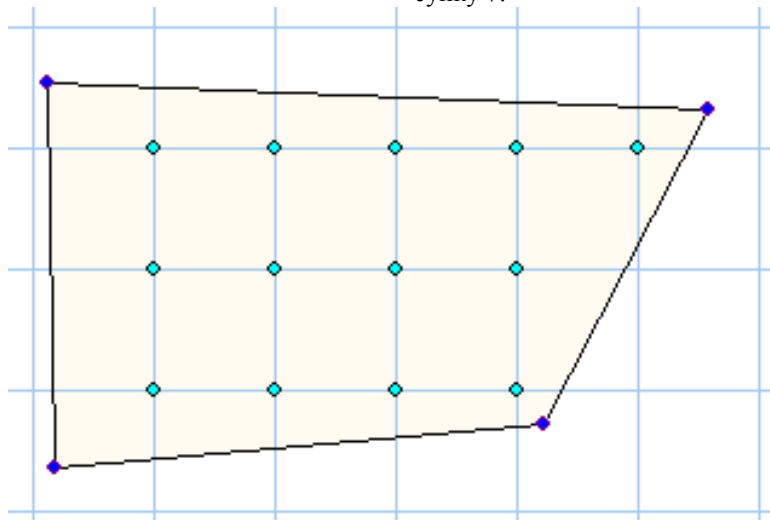


Рис.7 – фігура з прикладу №2

Площа цієї фігури обчислена програмно і дорівнює 14,0 кв.одиниць.

Обчислимо площу цієї фігури за формулою Піка самостійно:

$r = 4$, $i = 13$, тоді

$$S = \frac{r}{2} + i - 1 = \frac{4}{2} + 13 - 1 = 2 + 13 - 1 = 14$$

(кв.од.)

Програма працює коректно для опуклих фігур. Перевіримо, роботу програми для більш складних фігур.

Приклад №3.

Розглянемо чотирикутник, що показано на рисунку 8.

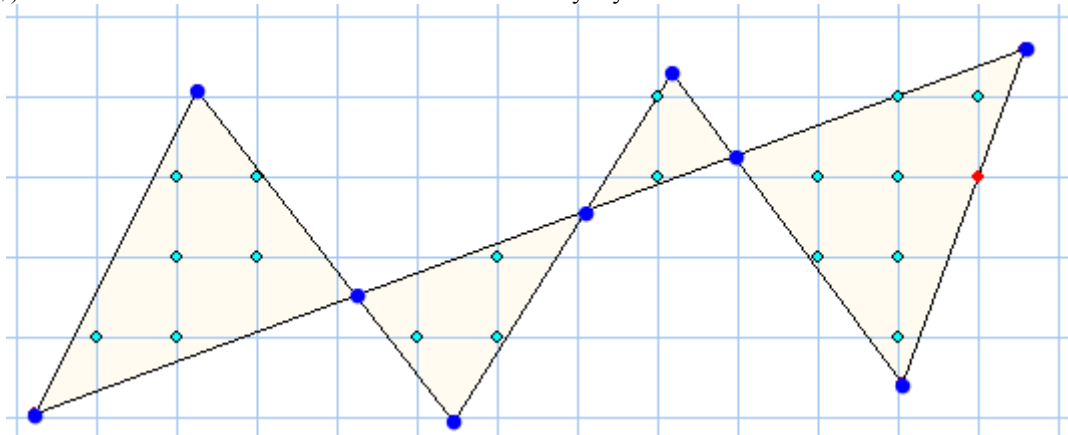


Рис.8 – фігура з прикладу №3

Площа цієї фігури обчислена програмно і дорівнює 22,0 кв.одиниць.

Обчислимо площу цієї фігури за формулою Піка самостійно:

$r = 9 + 1 = 10$, $i = 18$, тоді

$$S = \frac{r}{2} + i - 1 = \frac{10}{2} + 18 - 1 = 5 + 18 - 1 = 22$$

(кв.од.)

Отже, програма працює правильно для багатокутників різної складності.

Результат випробовування.

Оскільки вибір вершин багатокутника програмно не обмежується, а вибір кроку сітки, завдяки

Таблиця 1 – Похибка обчислення в залежності від кроку сітки

Крок (pixels)	5	15	25	35	45
№ випроб.	Похибка (%)				
1	4,7338	5,3520	5,6915	6,1083	6,3244
2	2,3961	2,5641	3,0928	0,6340	1,5925
3	6,2744	6,6548	7,0297	7,4363	7,8488
4	3,2620	3,4800	3,6914	4,0193	4,3623
5	4,4823	4,9208	4,3406	5,4591	2,6188
6	4,4168	4,3417	4,0366	5,0751	4,4823
7	4,7318	5,5131	4,1867	5,3191	3,6248
8	4,1428	4,4038	4,8218	5,0404	5,7217
9	6,5680	6,9583	7,3422	7,8060	8,2185
10	4,6135	4,8969	5,1602	5,5140	5,8521
11	4,6989	5,2967	5,6747	5,9754	6,0083
12	5,7968	5,8483	4,9274	5,4848	6,4845
13	1,7118	1,7978	2,3185	2,5101	1,2248
14	5,2038	5,5173	5,8156	6,2189	6,6744
15	5,4544	5,7824	6,0108	6,5970	6,8449
16	6,1841	6,5501	6,9084	7,3879	7,2862
17	2,9230	1,6260	2,3123	2,0138	3,5068
18	3,9577	4,9869	5,2853	4,9593	5,4152

якій визначається площа, задається користувачем, програма дає неточний результат, але обчислює похибку розрахунку. Тому в статті наведено порівняльний аналіз залежності похибки обчислень від розміру сітки. Похибка обчислюється як відношення різниці між обчисленою площею та дійсною до дійсної. Під дійсною площею розуміється площа багатокутника, яка обчислена координатним методом.

Для аналізу залежності похибки обчислення від кроку сітки було протестовано 20 різних фігур. Для цього було обчислено площу кожної фігури координатним методом та формулою Піка з кроком сітки рівним 5, 15, 25, 35 і 45 pixels. Результати випробування наведено у таблиці 1.

19	6,7021	7,1008	7,5026	7,9074	8,3153
20	7,1145	7,1674	7,5506	8,5111	8,6142
Ср.знач.	4,7684	5,0380	5,1850	5,4989	5,5510

Із таблиці 1 видно, що похибка зростає зі збільшенням кроку сітки, окрім деяких випробування, що є винятковими. У більшості ж випадків (13 з 20) найменшою похибка є при сітці з кроком 5 pixels, тобто найменшим кроком, а найбільшою

(у 14 випадках) – з кроком 45 pixels (найбільшим кроком). Це яскраво ілюструє і діаграма, представлена на рисунку 9.

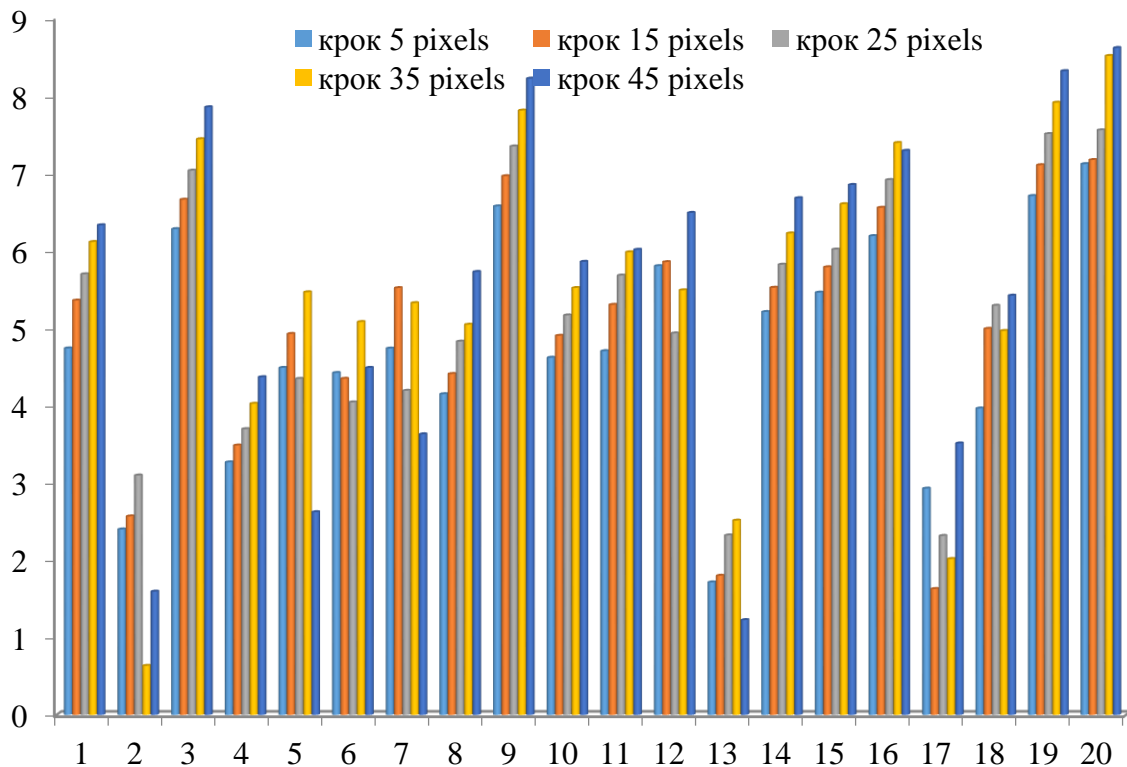


Рис.9 – Похибка обчислення в залежності від кроку сітки

Тобто загалом похибка обчислення площі фігури формулою Піка у випадку фактичного не співпадіння вершин багатокутника з вузлами сітки зростає з кроком сітки. Підтвердженням цього

логічного висновку є діаграма залежності середньої похибки від кроку сітки, що представлена на рисунку 10

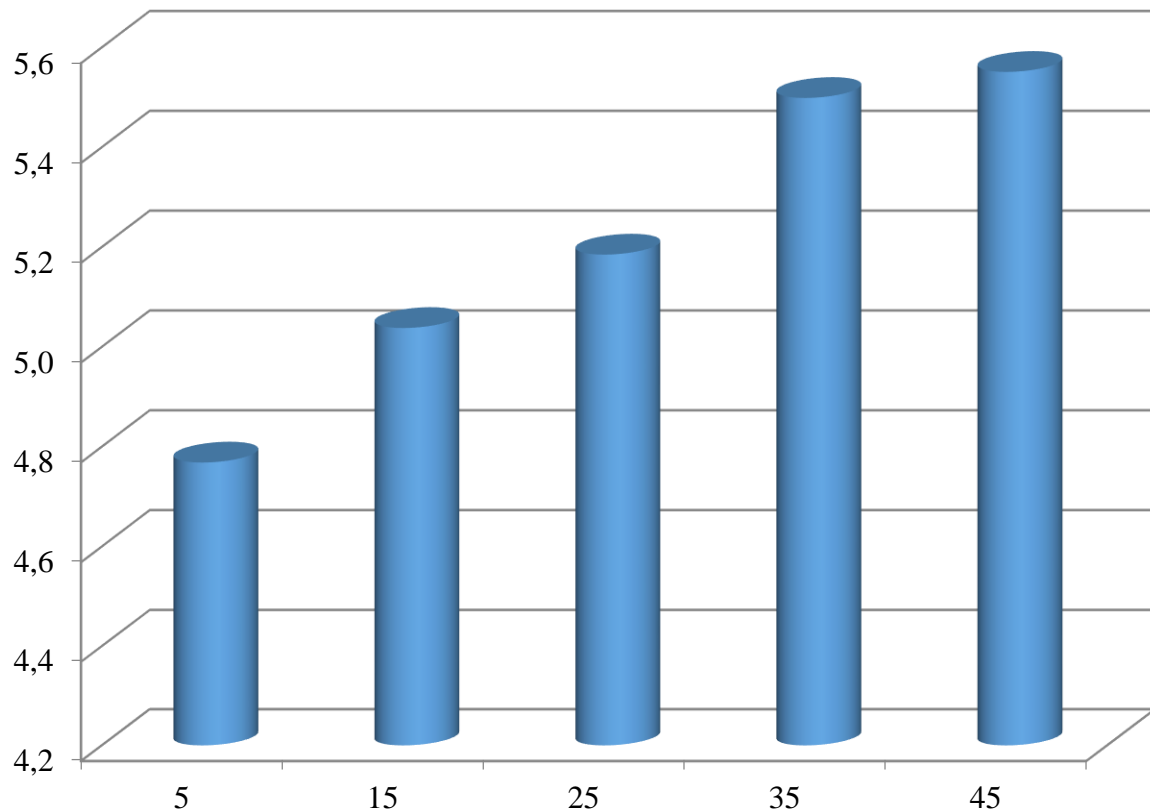


Рис.10 – діаграма залежності похибки (y %) від кроку сітки

Висновки

У статті наведено опис формули Піка, представлено приклади експериментального підтвердження формули та математичне доведення.

Розглянуто проблему використання формули Піка –вершини мають бути лише у вузлах сітки, та знайдено рішення цієї проблеми – створення програмного забезпечення, що дає можливість обчислювати площу фігур, не обмежуючи задання їх вершин. Очевидно, що таке обчислення площі не дає точного результату, для цього програма обчислює похибку. Для отримання оптимального значення було протестовано програмне забезпечення на 20 прикладах з 5 різними кроками сітки. Можна

зробити висновок, що найточніше значення площі, тобто найменше значення похибку, отримується при найменшому кроці сітки. Найбільший же крок сітки, як правило, дає найбільшу похибку. Ці висновки підтверджуються таблицею і діаграмами, наведеними у статті.

Перелік посилань

1. Н.Б.Васильев «Вокруг формулы Пика» // Квант. 1974. №12. С.39-43.
2. Готман Э. Г., Скоропец З. А. Задача одна – решения разные. – К.: Рад. шк., 1988. – 173 с. – (Сер. «Когда сделаны уроки»).
3. «Спасибо за урок, дети! О развитии творческих способностей учащихся» книга для учителя. Из опыта работы. Москва, «Просвещение», 1988г.

Щербина Олег Сергеевич
аспирант, Одесская Государственная Академия
Строительства и Архитектуры,
г. Одесса
E-mail: olegito4ka@ukr.net

ПРОЧНОСТЬ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ НА МЕХАНОАКТИВИРОВАННОМ ШЛАКОСОДЕРЖАЩЕМ ВЯЖУЩЕМ

Sherbina Oleg Sergeevich
graduate student, Odessa State Academy of Building and Architecture,
Odessa
E-mail: olegito4ka@ukr.net

THE STRENGTH OF CEMENT STONE ON MECHANOACTIVATED SECONDARIES BINDER

Аннотация

Рассмотрены вопросы влияния механоактивации портландцемента с добавкой доменного шлака на кинетику набора прочности цементного камня. Установлено, что механоактивация позволяет вводить в чистоклинкерный портландцемент 40% молотого доменного шлака, обеспечивая при этом достижение прочности цементного камня, равной прочности на бездобавочном портландцементе, но не подверженному механоактивации, а так же, приводит к резкому повышению коэффициента использования вяжущего. Определен максимальный показатель коэффициента использования вяжущего для составов на механоактивированном портландцементе с добавкой 45 % доменного шлака.

Ключевые слова: механоактивация; поликарбоксилатный суперпластификатор; доменный шлак; портландцемент; прочность.

Abstract

Discusses the effect of mechanical activation of Portland cement with slag additive on the kinetics of strength development of cement stone. It is established that mechanical activation allows you to enter in Portland cement and 40% ground blast furnace slag, while ensuring the achievement of strength of cement, equal strength in clear Portland cement, but not affected by mechanical activation, and leads to a sharp increase in utilization of the binder. Determined the maximum rate of utilization of the binder for compositions on mechanically activated Portland cement with the addition of 45 % blast furnace slag.

Keywords: mechanically activated; polycarboxylate superplasticizer; blast furnace slag, portland cement, strength.

Постановка проблемы. В условиях энергетического кризиса Украины повышение цен на энергоносители приводит к постоянному росту цен минеральных вяжущих веществ и, в частности, портландцемента. Одним из способов снижения расхода портландцемента является введение в его состав минеральных добавок и, в частности, доменных гранулированных шлаков.

Анализ последних исследований и публикаций. Доменные шлаки обладают гидравлической активностью и по химическому составу приближаются к химическому составу портландцементного клинкера. Известно [1,2], что введение доменного шлака в портландцемент приводит к снижению активности портландцемента, что в итоге приводит к снижению прочности цементного камня. Существует ряд способов повышения прочности цементного камня. Из приведенных способов на наш взгляд, наиболее перспективным является - активация.

Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы. К основным методам активации минеральных вяжущих в процессе его производства следует отнести: более тонкий помол; введение химических добавок, учитывая попутные продукты

других производств; помол в средах с регулируемой температурой и химическим составом.

Особое место занимают механические методы активации. Одним из достоинств является, что они относительно легко вписываются в существующие технологические схемы получения растворных и бетонных смесей. Перспективным направлением можно считать механическую обработку минеральных вяжущих в трибосмесителе, разработанном в ОГАСА (Барабаш И.В., Щербина С.Н.). В таком трибосмесителе скоростное смешение тонкодисперсных частиц вяжущего и доменного шлака осуществляется в одном турбулентном потоке практически без их разрушения [3,4,5,6]. Это позволяет более полно раскрыть потенциальные возможности вяжущих, а также решать задачи повышения качества и снижения материалоемкости материалов на их основе.

Цель статьи. В связи с этим представлял интерес выяснить влияние механоактивации вяжущего на прочность цементного камня.

Изложение основного материала. В исследованиях в качестве вяжущего применялся портландцемент, получаемый совместным помолом портландцементного клинкера и двухводного гипса в

лабораторной шаровой мельнице до $S_{уд.} = 300 \text{ м}^2/\text{кг}$. Доменный гранулированный шлак ($M_0=1,1$) размалывался до удельной поверхности $S_{уд.} = 350 \text{ м}^2/\text{кг}$. Содержание доменного шлака (ДШ) в вяжущем колебалось в диапазоне от 30 до 60%. Доменный шлак в требуемом количестве вводился в портландцемент в процессе скоростного смешения суспензии в смесителе-активаторе. Для пластификации цемент-

ного теста использовался поликарбоксилатный суперпластификатор в количестве 1% от массы вяжущего. Для контроля использовался бездобавочный портландцемент. Механоактивация цементного теста осуществлялась в скоростном трибосмесителе в течении 90 сек. Прочность цементного камня определялась в возрасте 2-х, 7-ми и 28-ми суток нормального твердения.

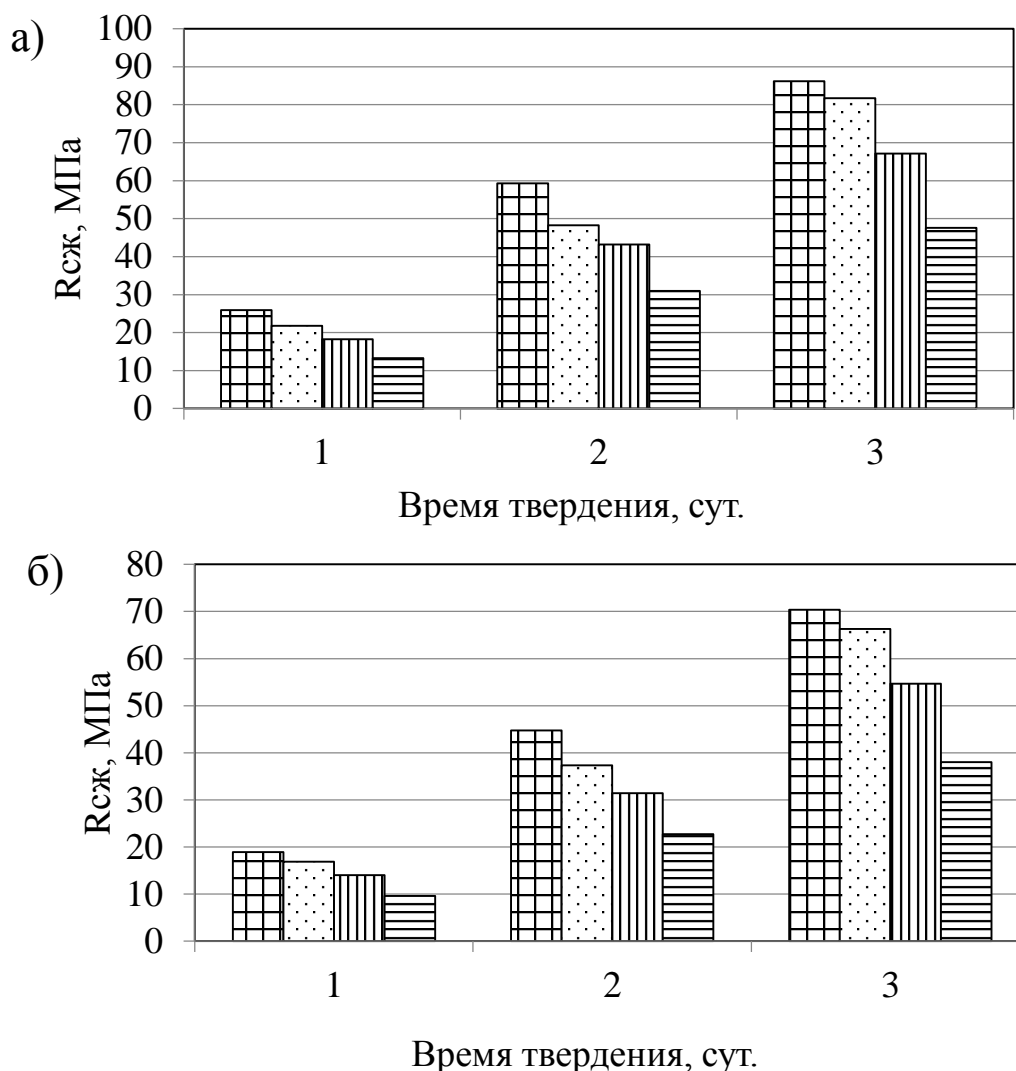


Рис.1 Влияние содержания доменного шлака в смеси на прочность при сжатии цементного камня

а) механоактивированный портландцемент;

б) немеханоактивированный портландцемент

■ - контроль;

■ - содержание ДШ 45%;

■ - содержание ДШ 30%;

■ - содержание ДШ 60%;

Графические зависимости, приведенные на рис.1, свидетельствуют о том, что механоактивация оказывает существенное влияние на прочность цементного камня во всем временном интервале. Так, механоактивация чистоклинкерного портландцемента приводит к повышению прочности цементного камня в 2-х суточном возрасте с 18,9 до 25,9 МПа, в 28 сут. – с 70,4 до 86,2 МПа, т.е. на 19%. Так же, позволяет вводить в чистоклинкерный портландцемент 40% молотого доменного шлака, обеспечивая при этом достижение прочности цементного

каменя, равной прочности на бездобавочном портландцементе, но не подверженного механоактивации.

Установлено, что введение в портландцемент доменного шлака в количестве 60% снижает прочность цементного камня в 28-ми суточном возрасте с 70,4 до 38,0 МПа, т.е. более чем в 1,5 раза. В 2-х суточном возрасте прочность цементного камня при введении в ПЦ доменного шлака в количестве от 30 до 60% снижается на 12% и 49% соответственно.

Критерием оценки эффективности использования вяжущего предложено ввести коэффициент использования вяжущего M , характеризующий отношение величины прочности цементного камня на сжатие (МПа) к расходу вяжущего ($\text{кг}/\text{м}^3$) $M =$

$R_{сж}/\Pi$. Смысл принятого коэффициента – в возможности сравнительной оценки принятых технологических решений [8]. Чем выше значение коэффициента M , тем эффективнее технология приготовления суспензии, тем качественнее ее состав.

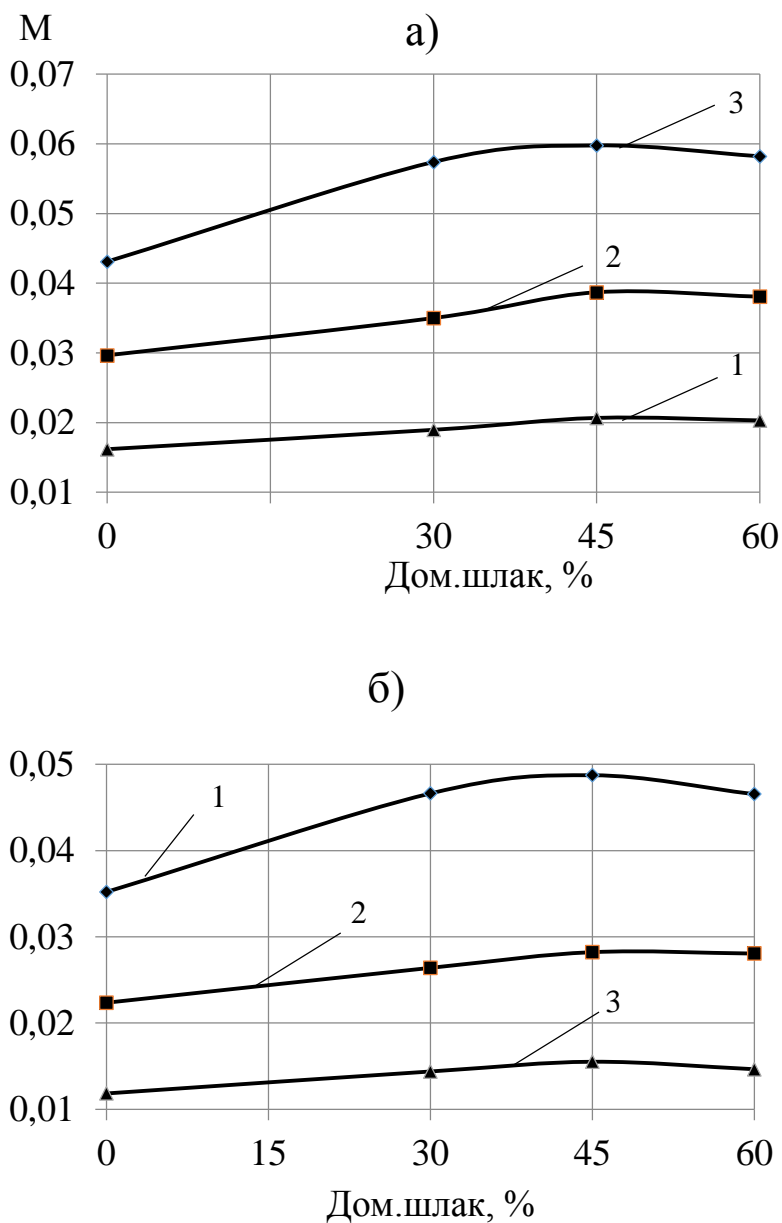


Рис.1. Коэффициент эффективности использования портландцемента:
 а) цементный камень механоактивированном портландцементе;
 б) цементный камень на немеханоактивированном портландцементе
 1, 2, 3 – время твердения цементного камня соответственно 2, 7, 28 сут.

Графические зависимости приведенные на рис.1 свидетельствуют о том, что увеличение содержания доменного шлака в портландцементе от 0 до 45% приводит к повышению коэффициента использования вяжущего в среднем на 20-25%. Последующее увеличение количества вводимого ДШ до 60% приводит к снижению значения коэффициента М. Следует отметить, что такая зависимость просматривается во всем временном интервале твердения цементного камня.

Механоактивация портландцемента приводит к резкому повышению коэффициента использования вяжущего.

Выводы. Установлено, что механоактивация позволяет вводить в чистоклинкерный портландцемент 40% молотого доменного шлака, обеспечивая при этом достижение прочности цементного камня, равной прочности на бездобавочном портландцементе, но не подверженного механоактивации, а так же, приводит к резкому повышению коэффициента использования вяжущего.

Список литературы:

1. Бабиш М.В. Шлак в композитном цементе / М.В. Бабиш, А.Г. Холодный // Будівництво і стандартизація. – 2008. - №3. – С.2-6.
2. Хоботова Э.Б. Отвальный доменный шлак как сырьевой компонент производства вяжущих веществ / Э.Б.
3. Барабаш І.В. Механохімічна активація мінеральних в'язучих речовин. – Навч. посібник. – Одеса: Астропрінт, 2002. – 100 с.
4. Барабаш И.В., Бабий И.Н., Матковский В.Д. Цементные бетоны на механоактивированном вяжущем. – Вісник ОДАБА. – Вип. 10. – 2003. – С. 15-19.
5. Барабаш И.В. Механохимическая активация дисперсных систем/ Барабаш И.В., Стрельцов К.А., Ксеншкевич Л.Н // Вісник ОДАБА. – Одеса: ОДАБА, 2007, Вип. №27. – С.16-21.
6. Барабаш И.В. Трибохимические эффекты технологии строительных компонентов. – 3б. наукових праць РДТУ, 2000. – вип. 5, Рівне. – С. 10-14.
7. Композиционные строительные материалы и конструкции пониженной материалоемкости/ В.И.Соломатов, В.Н.Выровой, В.С.Дорофеев, А.В.Сиренко. – К.:Будивэльнык,1991.-17-20с.

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 519.24:62-50

Працьовитий Микола Вікторовичдоктор фізико-математичних наук, професор, завідувач відділу
фрактального аналізу, Інститут математики НАН України**Дрозденко Віталій Олександрович**кандидат фізико-математичних наук, асистент кафедри інформаційних
систем і технологій, Білоцерківський національний аграрний університет**Працевитый Николай Викторович**доктор физико-математических наук, профессор, заведующий отделом
фрактального анализа, Институт математики НАН Украины**Дрозденко Виталий Александрович**кандидат физико-математических наук, ассистент кафедры информ. систем и технологий, Бело-
церковский национальный аграрный университет**Pratsiovytyi M.V.**doctor of mathematics, professor,
Institute of Mathematics of the National Academy of Science of Ukraine**Drozdenko V.O.**assistant of the department of information systems and technologies
Bila Tserkva National Agrarian University

ХАРАКТЕРИЗАЦІЙНА ТЕОРЕМА ДЛЯ ВЛАСТИВОСТІ КОНЗИСТЕНТНОСТІ ШВЕЙЦАРСЬКОГО ПРИНЦИПУ ПІДРАХУНКУ ВАРТОСТІ СТРАХОВИХ КОНТРАКТІВ

ХАРАКТЕРИЗАЦИОННАЯ ТЕОРЕМА ДЛЯ СВОЙСТВА КОНЗИСТЕНТНОСТИ ШВЕЙЦАРСКОГО ПРИНЦИПА ПОДСЧЁТА СТОИМОСТИ СТРАХОВЫХ КОНТРАКТОВ

CHARACTERIZATION THEOREM FOR THE CONSISTENCY PROPERTY OF THE SWISS INSURANCE PREMIUM CALCULATION PRINCIPLE

Анотація: В роботі представлено та доведено характеристичну теорему для виконання властивості конзистентності швейцарським принципом підрахунку вартості страхових контрактів. Теорема сформульована у вигляді необхідних та достатніх умов (залежних від параметра збалансованості між принципом середнього значення та принципом нульової корисності страховика) володіння властивістю конзистентності накладених на гладкі допоміжні функції, які, при заданому значенні параметра збалансованості, повністю задають швейцарський принцип страхового оцінювання.

Ключові слова: страхове оцінювання, швейцарський принцип, властивість конзистентності, характеристизація, необхідні та достатні умови.

Аннотация: В работе сформулировано и доказано характеристическую теорему для выполнения свойства конзистентности швейцарским принципом подсчёта стоимости страховых контрактов. Теорема сформулирована в виде необходимых и достаточных условий (зависимых от параметра сбалансированности между принципом среднего значения и принципом нулевой полезности страховика) владения свойством конзистентности наложенных на гладкие вспомогательные функции, которые, при заданном значении параметра сбалансированности, полностью задают швейцарский принцип страхового оценивания.

Ключевые слова: страховое оценивание, швейцарский принцип, свойство конзистентности, характеристизация, необходимые и достаточные условия.

Summary: In the article we formulate and prove characterization theorem for holding of the consistency property which can be possessed or not possessed by the Swiss insurance premium calculation principle. The theorem is formulated in a form of necessary and sufficient conditions (depending on the balancing parameter between the mean value premium principle and the insurer zero utility premium principle) of holding of the consistency property imposed on the smooth auxiliary functions which, under fixed value of the balancing parameter, entirely define the Swiss insurance premium calculation principle.

Key words: insurance pricing, Swiss premium principle, consistency property, characterization, necessary and sufficient conditions.

1. Вступ

Нехай випадкова величина X , з функцією розподілу $F_X(x)$, відображає розмір страхової компенсації, пов'язаної з певною страховою угодою. Премію, яку слід заплатити при укладанні угоди за покриття ризику X , позначатимемо $\pi[X]$.

Здебільшого, випадкова величина X вважається невід'ємною випадковою величиною, тобто, вона прийматиме значення нуль у випадку коли контракт не призводить до страхової події, та рівна розміру страхової компенсації у випадку появи страхової події. Проте від'ємні значення випадкової величини X інколи допускаються та трактуються як компенсації, що надходять від застрахованого до страхової компанії, скажімо, як штрафні санкції за невиконання умов контракту.

Означимо тепер декілька методів/принципів підрахунку вартості страхових контрактів, які ми збираємось аналізувати.

Нетто премія для ризику X , яку в статті позначатимемо $\pi_{\text{netto}}[X]$, означається як математичне сподівання розміру страхової компенсації, асоційованої з ризиком X , тобто

$$\pi_{\text{netto}}[X] := E[X].$$

Експоненційна премія, залежна від параметра β , для ризику X , яку в статті позначатимемо $\pi_{\text{exp}(\beta)}[X]$, означається наступним чином

$$\pi_{\text{exp}(\beta)}[X] := \frac{1}{\beta} \log(E[e^{\beta X}]), \quad \forall \beta > 0.$$

Премія середнього значення для ризику X (яку в статті позначатимемо $\pi_{\text{avg}}[X]$) основана на функції $v(x) \in C^2(\mathbb{R})$ такий, що $v'(x) > 0$ та $v''(x) \geq 0$ для $x \in \mathbb{R}$, означається як розв'язок рівняння

$$v(\pi_{\text{avg}}[X]) = E[v(X)]. \quad (1)$$

Премія нульової корисності страховика для ризику X , яку позначатимемо як $\pi_{\text{zero}}[X]$, означається як розв'язок рівняння

$$U(0) = E[U(\pi_{\text{zero}}[X] - X)] \quad (2)$$

де функція $U(x) \in C^2(\mathbb{R})$ – це функція корисності страховика, тобто є такою, що $U'(x) > 0$ та $U''(x) \leq 0$, для $x \in \mathbb{R}$.

Швейцарська премія для ризику X (яку в статті позначатимемо як $\pi_{\text{swiss}}[X]$) залежна від параметру $\Delta \in [0,1]$ та основана на функції $V(x) \in C^2(\mathbb{R})$ такий, що $V'(x) > 0$ та $V''(x) \geq 0$, для $x \in \mathbb{R}$, означається як розв'язок рівняння

$$V((1-\Delta)\pi_{\text{swiss}}[X]) = E[V(X - \Delta\pi_{\text{swiss}}[X])]. \quad (3)$$

Звернемо увагу на те, що у випадку $\Delta = 0$ швей-

царська премія еквівалентна премії середнього значення в якій $v(x) := V(x)$. Звернемо також увагу на те, що у випадку $\Delta = 1$ рівняння (3) можна переписати в наступному вигляді

$$-V(0) = E[-V(-(\pi[X] - X))].$$

Отже, у випадку $\Delta = 1$, швейцарська премія є еквівалентною премії нульової корисності страховика з функцією корисності $U(x) := -V(-x)$.

У випадках, коли принцип середнього значення, принцип нульової корисності страховика та швейцарський принцип застосовується до деяких спеціальних класів ризиків (в якості прикладу таких класів можна обрати клас усіх невід'ємних ризиків, в якості альтернативи можна згадати клас усіх невід'ємних ризиків, обмежених зверху деяким фіксованим позитивним дійсним значенням) достатньо означати функції $v(x)$, $U(x)$ та $V(x)$ на підмножинах \mathbb{R}^+ зі збереженням властивостей монотонності та опуклості, а також збереженням коректного математичного змісту рівнянь (1)–(3) для всіх ризиків з розглянутого класу.

Говоритимемо, що метод підрахунку вартості страхових контрактів $\pi[X]$ володіє *властивістю конзистентності*, якщо для будь-якого ризику X та довільної дійсної сталої c (у випадках, коли метод страхового оцінювання означений лише для невід'ємних ризиків, стала c може вважатися невід'ємною з метою уникнення ситуацій, коли $X + c < 0$, тобто ситуацій, коли величина $\pi[X + c]$ неозначена) виконується тотожність

$$\pi[X + c] = \pi[X] + c. \quad (4)$$

Більш детально про методи підрахунку вартості страхових контрактів, а також про властивості, якими вони можуть володіти або не володіти, можна почитати, наприклад, в роботах Asmussen та Albrecher (2010), Boland (2007), Bowers та інші (1997), Bühlmann (1970), Dickson (2005), Gerber (1979), De Vylder та інші (1984), De Vylder та інші (1986), Kaas та інші (2008), Kremer (1999), Rolski та інші (1998), Straub (1988).

Варто зауважити, що дослідження, пов'язані з теоремами характеристизаційного типу для властивостей, якими можуть володіти або не володіти методи підрахунку вартості страхових контрактів означені з використанням гладких допоміжних функцій, були ініційовані швейцарським математиком Хансом Гербером (ch: Hans-Ulrich Gerber), див. Gerber (1979).

2. Характеризаційна теорема для властивості конзистентності

Наступна теорема, в залежності від параметра $\Delta \in [0,1]$, демонструє необхідні та достатні умови накладені на функцію $V(x)$ володіння властивістю конзистентності швейцарським принципом підрахунку вартості страхових контрактів.

Теорема 1. (а) Якщо $\Delta = 1$, то швейцарський принцип страхового оцінювання володіє властивістю конзистентності при довільному виборі функції $V(x)$.

(б) Якщо $\Delta \in [0,1)$, то швейцарський принцип страхового оцінювання володіє властивістю конзистентності тоді й лише тоді, коли $V(x) = ax + b$, для $a > 0$, чи $V(x) = \alpha e^{\beta x} + \gamma$, для $\min[\alpha, \beta] > 0$, тобто, лише у випадках коли він співпадає або з нетто принципом, або з експоненційним принципом.

Звернемо увагу на те, що клас функцій $V(x) = \alpha e^{\beta x} + \gamma$, для $\min[\alpha, \beta] > 0$, містить в собі, зокрема, всі функції виду $v(x) = \tau^x$, для $\tau > 1$.

Доведення. Почнемо з доведення твердження теореми у випадку $\Delta = 1$. В зазначеному випадку рівняння (3) спрощується до наступного

$$V(0) = E[V(X - \pi_{\phi \text{ ääëö.}}[X])]. \quad (5)$$

Для будь-якого ризику X , довільної допустимої функції $V(x)$, та довільної дійсної сталої c , з рівняння (5) слідує

$$\begin{aligned} V(0) &= E[V((X+c) - \pi_{\phi \text{ ääëö.}}[X+c])] = \\ &= E[V(X - (\pi_{\phi \text{ ääëö.}}[X+c] - c))] = \\ &= E[V(X - \pi_{\phi \text{ ääëö.}}[X])] = V(0), \end{aligned} \quad (6)$$

отже

$$\begin{aligned} \pi_{\phi \text{ ääëö.}}[X] &= \pi_{\phi \text{ ääëö.}}[X+c] - c, \text{ ääî, ù î òå ñàì ä,} \\ \pi_{\phi \text{ ääëö.}}[X+c] &= \pi_{\phi \text{ ääëö.}}[X] + c. \end{aligned}$$

Тобто, як бачимо, у випадку $\Delta = 1$ швейцарський принцип страхового оцінювання володіє властивістю конзистентності при довільному допустимому виборі функції $V(x)$.

Перейдемо до доведення твердження теореми у випадку $\Delta \in [0,1)$. Почнемо з твердження достатності. У випадку $V(x) = ax + b$, при $a > 0$, для довільного ризику X та довільного $\Delta \in [0,1)$ рівняння (3) набутиме наступного вигляду

$$\begin{aligned} a(1-\Delta)\pi_{\phi \text{ ääëö.}}[X] + b &= E[a(X - \Delta\pi_{\phi \text{ ääëö.}}[X]) + b] = \\ &= aE[X] - a\Delta\pi_{\phi \text{ ääëö.}}[X] + b, \end{aligned}$$

отже, в розглянутому випадку,

$$\pi_{\phi \text{ ääëö.}}[X] = E[X] = \pi_{\Gamma \text{ ääöî}}[X]. \quad (7)$$

З іншого боку, для обраної функції $V(x)$, того ж X , довільної дійсної сталої c , та $\Delta \in [0,1)$ рівняння (3) для ризику $X+c$ набутиме наступного вигляду

$$\begin{aligned} a(1-\Delta)\pi_{\phi \text{ ääëö.}}[X+c] + b &= \\ &= E[a(X+c - \Delta\pi_{\phi \text{ ääëö.}}[X+c]) + b], \end{aligned}$$

отже, використовуючи тотожність (7), отримуємо

$$\begin{aligned} \pi_{\phi \text{ ääëö.}}[X+c] &= E[X] + c = \\ &= \pi_{\Gamma \text{ ääöî}}[X] + c = \pi_{\phi \text{ ääëö.}}[X] + c, \end{aligned}$$

тобто, швейцарський принцип страхового оцінювання у випадку $\Delta \in [0,1)$ володіє властивістю конзистентності при лінійному виборі функції $V(x)$.

Перейдемо до розгляду випадку $V(x) = \alpha e^{\beta x} + \gamma$, при $\min[\alpha, \beta] > 0$. При вказаному виборі функції $V(x)$ для довільного ризику X та $\Delta \in [0,1)$ рівняння (3) набутиме наступного вигляду

$$\begin{aligned} \alpha e^{\beta(1-\Delta)\pi_{\phi \text{ ääëö.}}[X]} + \gamma &= E[\alpha e^{\beta(X - \Delta\pi_{\phi \text{ ääëö.}}[X])} + \gamma] = \\ &= \alpha E[e^{\beta X}] \cdot e^{-\beta \Delta \pi_{\phi \text{ ääëö.}}[X]} + \gamma, \end{aligned}$$

з чого слідує, що у вказаному випадку

$$\pi_{\phi \text{ ääëö.}}[X] = \frac{1}{\beta} \log(E[e^{\beta X}]) = \pi_{\text{äëî.}(\beta)}[X]. \quad (8)$$

З іншого боку, для вказаного вибору функції $V(x)$, того ж ризику X , довільної дійсної сталої c , та $\Delta \in [0,1)$ з рівняння (3) отримуємо

$$\begin{aligned} \alpha e^{\beta(1-\Delta)\pi_{\phi \text{ ääëö.}}[X+c]} + \gamma &= E[\alpha e^{\beta(X+c - \Delta\pi_{\phi \text{ ääëö.}}[X+c])} + \gamma] = \\ &= \alpha E[e^{\beta X}] \cdot e^{\beta c} \cdot e^{-\beta \Delta \pi_{\phi \text{ ääëö.}}[X+c]} + \gamma, \end{aligned}$$

отже, використовуючи тотожність (8), отримуємо

$$\begin{aligned} \pi_{\phi \text{ ääëö.}}[X+c] &= \frac{1}{\beta} \log(E[e^{\beta X}]) + c = \\ &= \pi_{\phi \text{ ääëö.}(\beta)}[X] + c = \pi_{\phi \text{ ääëö.}}[X] + c, \end{aligned}$$

тобто, у випадку $\Delta \in [0,1)$ швейцарський принцип страхового оцінювання володіє властивістю конзистентності при експоненційному виборі функції $V(x)$.

Доведення твердження достатності теореми для випадку $\Delta \in [0,1)$ завершено, тому перейдемо до доведення твердження необхідності для цього ж випадку.

Звернемо увагу на те, що швейцарський принцип підрахунку вартості страхових контрактів є інваріантним по відношенню до лінійних перетворень функції $V(x)$, тобто, принцип оснований на конкретній обраній функції $V(x)$ та принцип оснований на функції $\bar{V}(x) := l_1 V(x) + l_2$, для $l_1 > 0$, породжуватимуть однакові премії. Тут умова $l_1 > 0$ накладається для збереження припущення позитивності першої похідної функції $\bar{V}(x)$.

З метою спрощення обчислень під час пошуку необхідних умов конзистентності швейцарського принципу, отримаємо спочатку всі допустимі представлення у випадку наявності конзистентності для

нормованої функції $\bar{V}(x)$ з наступним вибором нормуючих коефіцієнтів

$$l_1 = 1/V'(0) \quad \text{дà} \quad l_2 = -V(0)/V'(0), \quad (9)$$

а потім повернемося до відповідного загального вигляду функції $V(x)$.

Звернемо увагу на те, що нормована функція $\bar{V}(x)$ з коефіцієнтами виду (9) задовольняє наступні граничні умови

$$\bar{V}(0) = 0, \quad \bar{V}'(0) = 1 \quad \text{дà} \quad \bar{V}''(0) = \kappa,$$

для деякої дійсної сталої $\kappa \geq 0$.

Для того, щоб показати, що у випадку $\Delta \in [0,1)$ швейцарський принцип оснований на функції $V(x)$ відмінний від лінійної чи експоненційної не володітиме властивістю консистентності, розглянемо бернулівську випадкову величину X , яка прийматиме значення t (тут t – це ненульовий дійсний параметр) та 0 з ймовірностями p та $1-p$ відповідно. Будучи випадковою функцією параметрів p та t ризик X в межах доведення теореми 1 позначатиметься як X'_p .

Рівняння (3) основане на функції $\bar{V}(x)$ для ризику X'_p та довільного $\Delta \in [0,1)$ набуватиме наступного вигляду

$$\bar{V}((1-\Delta)\pi_{\emptyset \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta}}[X'_p]) = \bar{V}(t - \Delta\pi_{\emptyset \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta}}[X'_p])p + \bar{V}(-\Delta\pi_{\emptyset \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta}}[X'_p])(1-p). \quad (10)$$

Підставивши $p=0$ в рівняння (10), отримуємо

$$\bar{V}((1-\Delta)\pi_{\emptyset \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta}}[X'_0]) = \bar{V}(-\Delta\pi_{\emptyset \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta}}[X'_0]). \quad (11)$$

Так як $\bar{V}'(x) > 0$ для всіх $x \in \mathbb{R}$, то з рівняння (11) слідує

$$\pi_{\emptyset \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta}}[X'_0] = 0. \quad (12)$$

Перейдемо до частинних похідних відносно параметра p з обох сторін рівняння (10)

$$\begin{aligned} \bar{V}'((1-\Delta)\pi_{\emptyset \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta}}[X'_p]) \cdot (1-\Delta) \cdot \frac{\partial}{\partial p} \pi_{\emptyset \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta}}[X'_p] = \\ = \bar{V}'(t - \Delta\pi_{\emptyset \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta}}[X'_p]) - \bar{V}'(-\Delta\pi_{\emptyset \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta}}[X'_p]) - \\ - \Delta \cdot \bar{V}'(t - \Delta\pi_{\emptyset \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta}}[X'_p]) \cdot \frac{\partial}{\partial p} \pi_{\emptyset \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta}}[X'_p] \cdot p - \\ - \Delta \cdot \bar{V}'(-\Delta\pi_{\emptyset \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta}}[X'_p]) \cdot \frac{\partial}{\partial p} \pi_{\emptyset \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta}}[X'_p] \cdot (1-p). \end{aligned} \quad (13)$$

Підставивши $p=0$ в рівняння (13), отримуємо

$$\begin{aligned} \bar{V}'((1-\Delta)\pi_{\emptyset \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta}}[X'_0]) \cdot (1-\Delta) \cdot \frac{\partial}{\partial p} \pi_{\emptyset \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta}}[X'_p] \Big|_{p=0} = \\ = \bar{V}'(t - \Delta\pi_{\emptyset \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta}}[X'_0]) - \bar{V}'(-\Delta\pi_{\emptyset \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta}}[X'_0]) - \\ - \Delta \cdot \bar{V}'(-\Delta\pi_{\emptyset \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta}}[X'_0]) \cdot \frac{\partial}{\partial p} \pi_{\emptyset \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta}}[X'_p] \Big|_{p=0}. \end{aligned} \quad (14)$$

Скомбінувавши (14) та (12), отримуємо

$$\begin{aligned} \bar{V}'(0) \cdot (1-\Delta) \cdot \frac{\partial}{\partial p} \pi_{\emptyset \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta}}[X'_p] \Big|_{p=0} = \\ = \bar{V}'(t) - \bar{V}'(0) - \Delta \cdot \bar{V}'(0) \cdot \frac{\partial}{\partial p} \pi_{\emptyset \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta}}[X'_p] \Big|_{p=0}. \end{aligned} \quad (15)$$

Підставивши граничні умови $\bar{V}(0)=0$ та $\bar{V}'(0)=1$ в рівняння (15) ми отримуємо представлення для частинної похідної швейцарської премії відносно параметра p в точці $p=0$, а саме,

$$\frac{\partial}{\partial p} \pi_{\emptyset \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta}}[X'_p] \Big|_{p=0} = \bar{V}'(t). \quad (16)$$

У випадку консистентного швейцарського принципу підрахунку вартості страхових контрактів, для будь-якого ризику X та довільної дійсної сталої c повинна виконуватися тотожність

$$\pi_{\emptyset \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta}}[X+c] = \pi_{\emptyset \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta}}[X] + c.$$

Отже, у випадку консистентного швейцарського принципу, рівняння (3) для ризику X'_p , при $\Delta \in [0,1)$ та $c \in \mathbb{R}$ основане на функції $\bar{V}(x)$ набуватиме вигляду

$$\begin{aligned} \bar{V}((1-\Delta)\pi_{\emptyset \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta}}[X'_p] + (1-\Delta)c) = \\ = E[\bar{V}(X'_p + c - \Delta\pi_{\emptyset \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta}}[X'_p] - \Delta c)]. \end{aligned}$$

Перепишемо його в наступній еквівалентній формі

$$\begin{aligned} \bar{V}((1-\Delta)\pi_{\emptyset \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta}}[X'_p] + (1-\Delta)c) = \\ = \bar{V}(t + c - \Delta\pi_{\emptyset \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta}}[X'_p] - \Delta c) \cdot p + \\ + \bar{V}(c - \Delta\pi_{\emptyset \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta} \hat{\Delta}}[X'_p] - \Delta c) \cdot (1-p). \end{aligned} \quad (17)$$

Перейдемо до частинних похідних відносно p з обох сторін рівняння (17)

$$\begin{aligned}
& \bar{V}'((1-\Delta)\pi_{\emptyset}[X_p'] + (1-\Delta)c) \cdot (1-\Delta) \cdot \\
& \frac{\partial}{\partial p} \pi_{\emptyset}[X_p'] = -\Delta \bar{V}'(t+c-\Delta\pi_{\emptyset}[X_p'] - \\
& -\Delta c) \cdot \frac{\partial}{\partial p} \pi_{\emptyset}[X_p'] \cdot p - \Delta \bar{V}'(c-\Delta\pi_{\emptyset}[X_p'] - \\
& -\Delta c) \cdot \frac{\partial}{\partial p} \pi_{\emptyset}[X_p'] \cdot (1-p) + \bar{V}'(t+c - \\
& -\Delta\pi_{\emptyset}[X_p'] - \Delta c) - \\
& -\bar{V}'(c-\Delta\pi_{\emptyset}[X_p'] - \Delta c). \quad (18)
\end{aligned}$$

Підставивши $p=0$ в рівняння (18), а також використавши тотожності (12) та (16), отримуємо

$$\begin{aligned}
& \bar{V}'((1-\Delta)c) \cdot \bar{V}(t) = \\
& = \bar{V}(t + (1-\Delta)c) - \bar{V}((1-\Delta)c). \quad (19)
\end{aligned}$$

Так як параметр c приймав значення з \square , а також з урахуванням того, що $1-\Delta \neq 0$ (бо ми досліджуємо випадок, коли $\Delta \neq 1$), то рівняння

(19) можна переписати в наступному еквівалентному вигляді

$$\begin{aligned}
& \bar{V}'(h) \cdot \bar{V}(t) = \bar{V}(t+h) - \bar{V}(h), \\
& \forall h \in \square, \quad \forall t \in \square \setminus \{0\}. \quad (20)
\end{aligned}$$

Перейдемо до частинних похідних відносно h з обох сторін рівняння (20)

$$\bar{V}''(h) \cdot \bar{V}(t) = \bar{V}'(t+h) - \bar{V}'(h). \quad (21)$$

Перейшовши до границі при h прагнучому до нуля в рівнянні (21), а також використавши граничні умови $\bar{V}(0)=0$ та $\bar{V}''(0)=\kappa$ ми отримуємо рівняння, яке функція $\bar{V}(\cdot)$ повинна задовольняти у випадку консистентного швейцарського принципу, а саме

$$\bar{V}'(t) = \kappa \bar{V}(t) + 1. \quad (22)$$

Параметр t приймав значення з $\square \setminus \{0\}$, але завдяки неперервності (яка слідує з диференційовності) функцій $\bar{V}'(\cdot)$ та $\bar{V}(\cdot)$ рівняння (22) можна переписати в термінах вихідного параметра $x \in \square$.

У випадку $\kappa=0$ з рівняння (22), використавши граничну умову $\bar{V}(0)=0$, отримуємо

$$\bar{V}(x) = x. \quad (23)$$

Скомбінувавши представлення (23) з перехідною тотожністю

$$\begin{aligned}
& \bar{V}(x) = l_1 V(x) + l_2, \quad \forall l_1 = 1/V'(0) \\
& \text{або } l_2 = -V(0)/V'(0), \quad (24)
\end{aligned}$$

ми отримуємо співвідношення, що містить в собі вихідну функцію $V(x)$

$$x = \frac{V(x)}{V'(0)} - \frac{V(0)}{V'(0)},$$

яке можна переписати в наступній еквівалентній формі

$$V(x) = V'(0)x + V(0),$$

отже, функція $V(x)$ мусить бути функцією виду

$$V(x) = ax + b$$

з деякими дійсними сталими a та b . Припущення позитивності першої похідної функції $V(x)$ дає додаткові обмеження для параметра a : параметр a мусить бути строго позитивною сталою.

У випадку $\kappa > 0$, скомбінувавши рівняння (22) з граничною умовою $\bar{V}(0)=0$, отримуємо

$$\bar{V}(x) = \frac{e^{\kappa x} - 1}{\kappa}. \quad (25)$$

Взявши до уваги $\bar{V}''(0)=\kappa$, використавши співвідношення (25) та перехідну тотожність (24), ми отримуємо відповідне допустиме представлення для вихідної функції $V(x)$ у випадку $\kappa > 0$, а саме

$$V(x) = \frac{V'(0)}{\bar{V}''(0)} e^{\bar{V}''(0)x} - \frac{V'(0)}{\bar{V}''(0)} + V(0). \quad (26)$$

З представлення (26) слідує, що у випадку $\bar{V}''(0) > 0$ функція $V(x)$ мусить бути функцією виду

$$V(x) = \alpha e^{\beta x} + \gamma$$

з деякими дійсними сталими α , β та γ . Більш того, умови $V'(0) > 0$ та $\bar{V}''(0) > 0$ вимагають додаткових обмежень для параметрів α та β , а саме, обидва зазначені параметри мусять бути строго позитивними сталими, або, що те саме, $\min[\alpha, \beta] > 0$.

Це завершує доведення теореми 1. \square

Покажемо тепер, що для будь-якого фіксованого значення параметра $\Delta \in [0,1]$, швейцарський принцип страхового оцінювання співпадає з нетто принципом тоді й лише тоді, коли $V(x) = ax + b$, для $a > 0$, та співпадає з експоненційним принципом тоді й лише тоді, коли $V(x) = \alpha e^{\beta x} + \gamma$, для $\min[\alpha, \beta] > 0$.

Для цього нам знадобиться наступна нерівність

$$\begin{aligned}
\pi_{\text{швейц.}(\beta)}[X] &= \frac{1}{\beta} \log(E[e^{\beta X}]) \geq \frac{1}{\beta} \log(e^{\beta E[X]}) = \\
&= E[X] = \pi_{\text{нетто}}[X]
\end{aligned}$$

і більш того, строга рівність в нерівності $E[e^{\beta X}] \geq e^{\beta E[X]}$ з'являється тоді й лише тоді, коли $P\{X=C\}=1$ для деякої сталої $C \in \square$. Отже, взагалі кажучи, нетто принцип не є частковим випадком експоненційного принципу, і навпаки.

Припустимо тепер, що для деякого фіксованого значення параметра $\Delta \in [0,1]$ та деякої функції $V(x)$, відмінної від експоненційної функції, швейцарський принцип страхового оцінювання буде еквівалентним експоненційному

принципу. Тоді, завдяки конзистентності експоненційного принципу, такий метод страхового оцінювання мусить бути конзистентним. Проте, як щойно було показано в межах доведення теореми 1, для фіксованого значення параметра $\Delta \in [0,1)$, швейцарський принцип страхового оцінювання володіє властивістю конзистентності тоді й лише тоді, коли $V(x) = ax + b$, для $a > 0$, або $V(x) = \alpha e^{\beta x} + \gamma$, для $\min[\alpha, \beta] > 0$. Тут випадок $V(x) = ax + b$, для $a > 0$, відповідає нетто принципу, який, як щойно було показано, не є частковим випадком експоненційного принципу. Тобто, як бачимо, вихідне припущення існування функції $V(x)$, відмінної від експоненційної функції, яка б для фіксованого значення параметра $\Delta \in [0,1)$ породжувала б швейцарський принцип еквівалентний експоненційному принципу приводить до протиріччя. Тому, для $\Delta \in [0,1)$, випадок $V(x) = \alpha e^{\beta x} + \gamma$, для $\min[\alpha, \beta] > 0$, дійсно є єдиним можливим випадком співпадання швейцарського принципу з експоненційним принципом.

Користуючись схожою технікою від протилежного можна показати, що, при $\Delta \in [0,1)$, випадок $V(x) = ax + b$, для $a > 0$, є єдиним можливим випадком співпадання швейцарського принципу з нетто принципом.

Аргументація стосовно співпадання швейцарського принципу з експоненційним принципом лише у випадку експоненційної функції $V(x)$

та співпадання з нетто принципом лише при лінійній функції $V(x)$ має місце також для випадку $\Delta = 1$, проте в цьому випадку для доведення можна використати, наприклад, аналогічну характеристику теорему або для властивості адитивності, або для властивості ітеративності.

Список літератури

1. Asmussen S. Ruin Probabilities (2nd Edition) / S. Asmussen, H. Albrecher. — Singapore: World Scientific, 2010. — 620 p.

2. Boland P.J. Statistical and Probabilistic Methods in Actuarial Science / Boland P.J. — Boca Raton: Chapman & Hall, 2007. — 368 p.

3. Actuarial Mathematics (2nd Edition) / [N.L. Bowers, H.U. Gerber, J.C. Hickman, D.A. Jones, C.J. Nesbit], — Illinois: The Society of Actuaries, 1997.

4. Bühlmann H. Mathematical Methods in Risk Theory / Bühlmann H. — Berlin: Springer, 1970. — 210 p.

5. Dickson D.C.M. Insurance Risk and Ruin / Dickson D.C.M. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. — 229 p.

6. Gerber H.U. An Introduction to Mathematical Risk Theory / Gerber H.U. — Philadelphia: Huebner S. S. Foundation for Insurance Education, 1979. — 164 p.

7. de Vylder F.E. Premium Calculation in Insurance (collection of articles) / de Vylder F.E., Goovaerts M., Haezendonck J. (editors) — Boston: Kluwer Academic Publishers, 1984. — 576 p.

8. de Vylder F.E., Goovaerts M., Haezendonck J. (editors) Insurance and Risk Theory (collection of articles) / de Vylder F.E., Goovaerts M., Haezendonck J. (editors) — Boston: Kluwer Academic Publishers, 1986. — 500 p.

9. Modern Actuarial Risk Theory using R / [Kaas R., Goovaerts M., Dilaene J., Denuit M.]. — Berlin: Springer, 2008. — 381 p.

10. Kremer E. Applied Risk Theory / Kremer E. — Aachen: Shaker, 1999. — 218 p.

11. Stochastic Processes for Insurance and Finance / [Rolski T., Schmidli H., Schmidt V., Teugels J.]. — Chichester: John Wiley & Sons, 1999. — 654 p.

12. Straub E. Non-Life Insurance Mathematics / Straub E. — Berlin: Springer, 1988. — 136 p.

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 544.354.081.7

Стецик В. В.*кандидат хімічних наук, доцент кафедри аналітичної хімії
Донецький національний університет***Стецик В. В.***кандидат химических наук,
доцент кафедры аналитической химии
Донецкий национальный университет***Stetsyk V. V.***Candidate of Chemistry,
associate professor of Department of analytical chemistry
Donetsk National University*

ПРОГНОЗУВАННЯ ЗНАЧЕНЬ КОНСТАНТ СТІЙКОСТІ КОМПЛЕКСНИХ СПОЛУК ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗНАЧЕНИЙ КОНСТАНТ УСТОЙЧИВОСТИ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ PREDICTING THE VALUES OF STABILITY CONSTANTS OF COMPLEX COMPOUNDS

Анотація: Виявлена кореляція між константами стійкості першого ступеня ряду сполук. Ці сполуки утворюються парами аналогічних іонів або нейтральних частинок. Досліджені кореляції між комплексними сполуками, утвореними катіонами одного і того ж металу з різними зарядами. Також спостерігається кореляція між константами стійкості різних ступенів. Намічені шляхи підвищення точності кореляцій.

Ключові слова : порівняльні методи розрахунку, кореляція між константами, константи стійкості, розрахунок констант.

Анотация: Выведена корреляция между константами устойчивости первой ступени ряда соединений. Эти соединения образуются парами аналогичных ионов или нейтральных частиц. Исследованы корреляции между комплексными соединениями, образованными катионами одного и того же металла с разными зарядами. Также наблюдается корреляция между константами устойчивости разных ступеней. Намечены пути повышения точности корреляций.

Ключевые слова: сравнительные методы расчета, корреляция между константами, константы устойчивости, расчет констант.

Summary: Correlation is deduced between the constants of stability of the first stage of row of connections. These connections appear the pairs of analogical ions or neutral particles. Investigated the correlation between the complex compounds formed by cations of the same metal with different charges. Also there is correlation between the constants of stability of the different stages. The ways of increase of exactness of correlations are set.

Keywords: comparative methods of calculation, correlation between constants, constants of stability, calculation of constants.

Постановка проблеми. В сучасних довідниках відсутні дані з констант стійкості комплексних сполук по багатьох комплексоутворювачах та лігандах. Обчислення цих констант строгими методами квантової хімії та статистичної термодинаміки зустрічається із значними труднощами, тому на сьогодні крім експериментального визначення застосовують методи оцінки на основі напівемпіричних закономірностей. Лінійні кореляції між логарифмами констант стійкості ґрунтуються на правилі лінійності вільних енергій, викладеному в роботі [1], а в роботі [2] були узагальнені в широкому плані методи порівняльного розрахунку фізико-хімічних властивостей. Вказані базові принципи відкривають можливості для оцінки значень констант стійкості, оскільки наявні в літературі значення констант стійкості дуже нерівномірно розподілені по комплексоутворювачах та лігандах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В роботах [3, 4, 5] були розглянуті окремі кореляції

між константами стійкості комплексів, але кількість описаних кореляцій невелика. В роботі [4] сформульоване наближене правило стосовно співвідношення логарифмів констант стійкості комплексів, утворених катіонами одного і того ж металу, але з різними зарядами. Показано зв'язок між константами протонування лігандів і константами стійкості традиційних комплексів з цими лігандами [4, 5].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Оскільки в літературі, зокрема довідковій, багато прогалин з констант стійкості, тому на сьогодні крім прямих експериментальних визначень потрібні більш експресні розширені дослідження з застосуванням напівемпіричних методів, бо кожна нова кореляційна залежність помітно збільшує базу даних з констант стійкості і має самостійне значення. Побудова кореляційних залежностей дозволяє в ряді випадків виявити особливі

точки, яким відповідає або помилка в експериментальних даних або специфічна взаємодія, що потребує додаткової перевірки.

Мета статті. Виявити нові кореляційні залежності з метою поповнення бази даних з констант стійкості комплексів. Перевірити універсальність закономірності кореляцій між константами стійкості сполук комплексів, утворених катіонами одного і того ж металу, але з різними зарядами.

Виклад основного матеріалу. При дослідженні кореляцій ми використовували константи з довідників, де вони приведені для різної іонної сили (в середньому біля 0,1), без перерахування на термодинамічні константи. Тому у наших кореляційних залежностях фігурують також концентраційні константи стійкості при такій же іонній силі, хоча для оціночних значень констант різниця між термодинамічними і концентраційними значеннями (при невеликій іонній силі) несуттєва. При широкому підході і точності довідкових даних з констант стійкості на сьогодні такий підхід можливий і в певній мірі вимушений. Конкретні зауваження про точність констант в літературі висловлені раніше [3, 6]. Зауважимо, що автори ряду сучасних довідників приводять значення констант стійкості (або нестійкості) без вказання іонної сили і точної температури [7, 8], тобто фактично розглядають константи як наближені величини. В подальшому з підвищенням точності базових експериментальних даних застосування більш точного підходу буде поширюватись, а на сьогодні кореляції з застосуванням термодинамічних констант стійкості комплексів досліджують в основному для вузького кола сполук, наприклад [4].

В роботі [9] при побудові кореляцій враховували дентатність лігандів, із залежності виключали ліганди з дентатністю 4 і більше. Автори мотивують це тим, що полідентатні ліганди утворюють не вигідні цикли, що призводить до зниження значень констант стійкості. На нашу думку, цей,

безумовно, реальний механізм проявляється далеко не завжди. За нашими даними, широко застосовуваний шестидентатний ліганд етилендіамінтетраацетат-аніон (ЕДТА) зазвичай добре входить в кореляції [5], коли мова йде про логарифм констант стійкості першого ступеня. Полідентатність лігандів значно більше призводить до вказаних ускладнень на другому і подальших ступенях утворення комплексів. Ясно, що застосування констант стійкості другого ступеня комплексонатів типу $\text{Me}(\text{EDTA})_2$, які для більшості катіонів зовсім нестійкі, нереально. На нашу думку, вилучення з кореляційної залежності між двома логарифмами констант стійкості треба робити, коли відхилення відповідної точки перевищує тройне стандартне відхилення $3S$. В цілому в даній роботі використана та ж методика, що і в роботі [5].

Кореляції між константами стійкості першого ступеня комплексних сполук заліза (II), кобальта (II) та нікелю (II). Константи стійкості першого ступеня являються ключовими в оцінці стійкості комплексних сполук, через них можна знайти константи стійкості наступних ступенів. Між логарифмами констант стійкості першого ступеня сполук заліза (II), кобальта (II) та нікелю (II) існує кореляція. На рис. 1 приведена графічна залежність $\lg K_1(\text{Ni}^{2+}\text{L})$ від $\lg K_1(\text{Co}^{2+}\text{L})$. Для побудови цієї кореляції використані всі наявні дані для комплексів обох катіонів в довіднику [10]. Нема сумнівів у тому, що використана вибірка даних достатньо представнича. Ця кореляція описується рівнянням (1) і характеризується стандартним відхиленням $S = 0,6$ та коефіцієнтом кореляції $r = 0,992$:

$$\lg K_1(\text{NiL}) = 0,002 + 1,12 \lg K_1(\text{CoL}) \quad (1)$$

На рис.2 і рівнянням (2) представлена залежність (дані взяті з довідника [10]) $\lg K_1(\text{Co}^{2+}\text{L})$ від $\lg K_1(\text{Fe}^{2+}\text{L})$:

$$\lg K_1(\text{CoL}) = 0,012 + 1,13 \lg K_1(\text{FeL}) \quad (2)$$

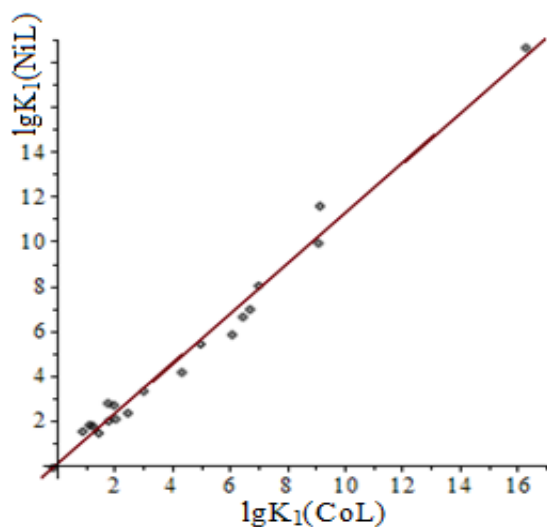


Рис. 1. Залежність $\lg K_1(\text{Ni}^{2+}\text{L})$ від $\lg K_1(\text{Co}^{2+}\text{L})$

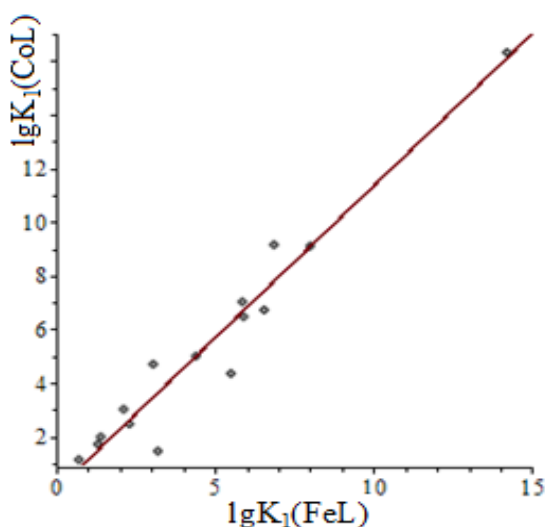


Рис. 2. Залежність $\lg K_1(\text{Co}^{2+}\text{L})$ від $\lg K_1(\text{Fe}^{2+}\text{L})$

Висока якість кореляційної залежності (1) очевидна, в середньому для нікелю значення $\lg K_1$ на 12

% більше, ніж для комплексу кобальту з тим же лігандом. Кореляційна залежність (2) характеризується стандартним відхиленням $S = 1,0$ та коефіцієнтом кореляції $r = 0,97$.

Наші кореляційні залежності містять по два логарифми констант, а в літературі іноді застосовують більш складні залежності, в які входять більше двох таких величин, але автори вважають їх незручними [9]. Сумішуючи вирази (1) та (2), можна одержати нову залежність (3):

$$\lg K_1(\text{NiL}) = 0,015 + 1,27\lg K_1(\text{FeL}). \quad (3)$$

Зауважимо, що на практиці найбільш корисні кореляційні залежності, що зв'язують сполуки добре забезпечених константами комплексоутворювачів і лігандів з сполуками малозабезпечених комплексоутворювачів та лігандів.

Кореляції між константами стійкості комплексів, утворених катіонами одного і того ж металу, але з різними зарядами. В роботі [4] сформульована закономірність, у відповідності з якою

для комплексів одного металу з однаковими лігандами, але різними зарядами іонів металу відношення логарифмів констант стійкості наближено дорівнює відношенню зарядів центральних іонів. В будь-якому випадку універсальність цієї закономірності доцільно перевірити.

На рис. 3 і рівнянням (4) представлена залежність $\lg K_1(\text{Fe}^{3+}\text{L})$ від $\lg K_1(\text{Fe}^{2+}\text{L})$:

$$\lg K_1(\text{Fe}^{3+}\text{L}) = 3,0 + 1,35\lg K_1(\text{Fe}^{2+}\text{L}). \quad (4)$$

Дані для побудови кореляції взяті з довідника [11]. Залежність (4) характеризується стандартним відхиленням $S = 2,3$ та коефіцієнтом кореляції $r = 0,92$.

Для побудови наступної залежності використали всі дані з двох довідників [10, 11], оскільки даних мало. На рис. 4 і рівнянням (5) представлена залежність $\lg K_1(\text{VO}^{2+}\text{L})$ від $\lg K_1(\text{V}^{3+}\text{L})$:

$$\lg K_1(\text{VO}^{2+}\text{L}) = 1,22 + 0,66\lg K_1(\text{V}^{3+}\text{L}) \quad (5)$$

Кореляційна залежність (5) має характеристики $S = 0,6$ та $r = 0,994$.

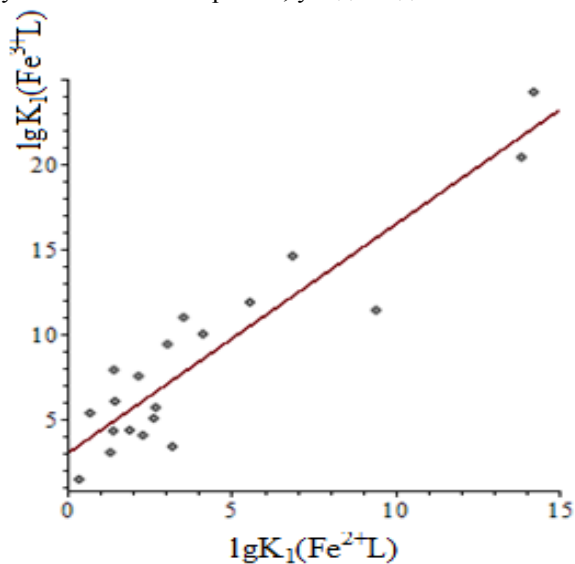


Рис. 3. Залежність $\lg K_1(\text{Fe}^{3+}\text{L})$ від $\lg K_1(\text{Fe}^{2+}\text{L})$

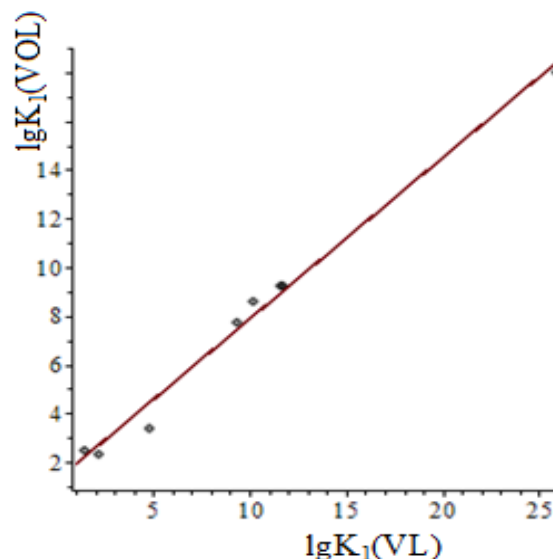


Рис. 4. Залежність $\lg K_1(\text{VO}^{2+}\text{L})$ від $\lg K_1(\text{V}^{3+}\text{L})$

Приведені залежності (4), (5) в цілому підтверджують приведене вище правило, сформульоване в роботі [4]. Якщо в складному комплексоутворювачі іон металу зв'язаний з іншим елементом, як в залежності (5), тоді в правилі фігурує заряд всього складного комплексоутворювача. За нашими даними вказане правило підтверджено і при порівнянні стійкості сполук UO_2^{2+}L та U^{4+}L . Але відомо немало відхилень від нього, наприклад, при порівнянні стійкості комплексів Cu^{2+}L з Cu^+L . Логарифм констант стійкості комплексу Cu^+L далеко не завжди менший у два рази, як диктує правило, а буває і більшим за $\lg K_1(\text{Cu}^{2+}\text{L})$. Логарифм константи стійкості $\lg K_1(\text{Cu}^+\text{L})$ більший, ніж $\lg K_1(\text{Cu}^{2+}\text{L})$ в сполуках з лігандами NH_3 , Br^- , Cl^- , піридином, імідазолом та ін. [10, 11].

Кореляції між константами стійкості різних ступенів. Хоч константи стійкості першого ступеня являються ключовими для характеристики стійкості комплексів, для розрахунків рівноваг

треба знати і константи наступних ступенів. Ступінчасті або загальні константи наступних ступенів краще знаходити через кореляції з константами попередніх ступенів. Слід враховувати, що із збільшення номера ступеня, як правило, ступінчаста константа зменшується, закладена в неї відносна похибка збільшується, а коефіцієнт кореляції з її участю зменшується. На рис. 5 і в рівнянні (6) представлена залежність ступінчастих констант ацетатних комплексів $\lg K_2$ від $\lg K_1$ (дані взяті з [10]):

$$\lg K_2 = -0,52 + 0,88\lg K_1. \quad (6)$$

Ця залежність має характеристики $S = 0,3$ та $r = 0,97$.

На рис. 6 і в рівнянні (7) представлена залежність логарифму загальної константи ацетатних комплексів $\lg(K_1K_2)$ від логарифму $\lg K_1$ (дані взяті з [10]):

$$\lg(K_1K_2) = -0,52 + 1,88\lg K_1. \quad (7)$$

Залежність (7) має характеристики $S = 0,3$ та $r = 0,993$.

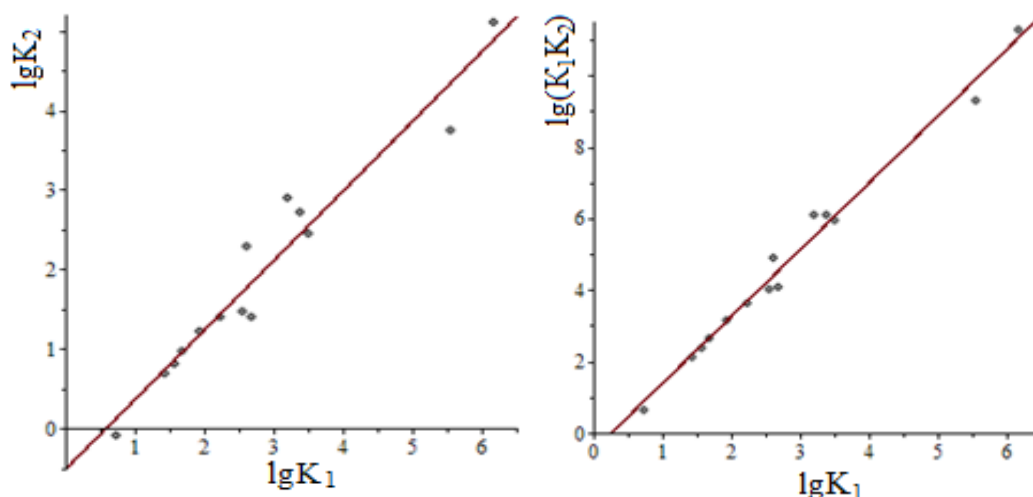


Рис. 5. Залежність $\lg K_2$ від $\lg K_1$ Рис. 6. Залежність $\lg(K_1K_2)$ від $\lg K_1$
в ацетатних комплексах в ацетатних комплексах

При побудові кореляційних залежностей між логарифмами констант стійкості різних ступенів найбільші ускладнення можуть виникати у випадку полідентатних лігандів. Кореляція також погіршується в залежностях з участю ступінчастих констант високих ступенів, коли значення стандартного відхилення і константи зближуються. В цілому кореляція покращується при використанні більш спеціалізованих груп комплексоутворювачів та лігандів (за зарядами, структурою, складом).

Висновки і пропозиції. Кореляційні залежності між стійкістю сполук аналогічних лігандів або комплексоутворювачів дозволяють експресно знаходити значення констант та упорядковувати їх ряди. Важливими проблемами при побудові кореляційної залежності являються виявлення фактів грубих похибок в базових експериментальних даних та вираженої специфічної взаємодії між лігандами і комплексоутворювачами.

Між стійкістю комплексних сполук, утворених катіонами одного і того ж металу з різними зарядами, як правило, існують добрі кореляції, а відношення логарифмів констант стійкості (першого ступеня) сполук часто наближено дорівнює відношенню зарядів центральних іонів. Але від цієї закономірності існує багато відхилень.

Кореляція констант стійкості комплексів в межах координаційного числа комплексоутворювачів дозволяє вже сьогодні поповнити бази даних з констант в кілька разів. Таблиці констант стійкості в довідниках доцільно доповнювати кореляційними залежностями, які треба періодично уточнювати з врахуванням нових експериментальних даних.

Список літератури:

1. Пальм В. А. Основы количественной теории органических реакций / В. А. Пальм. – Л.: Химия, 1977. – 360 с.
2. Карапетьянц М. Х. Методы сравнительного расчета физико-химических свойств / М. Х. Карапетьянц. – М.: Ленанд, 2014. – 408 с.

3. Проскурнин М. А. Корреляции констант устойчивости комплексных соединений, найденных при помощи термолинзовой спектрометрии / М. А. Проскурнин, М. Ю. Кононец, В. В. Черныш // Вестник Московского ун-та. – Серия 2. Химия. – 2004. – Т. 45, № 1. – С. 51–57.

4. Винокуров, Е.Г. Прогнозирование констант устойчивости комплексов хрома (III) и хрома (II) / Е.Г. Винокуров, В.В. Бондарь // Журнал координационной химии. – 2003. – Т. 29. – № 1, С. 71-77.

5. Стецик В. В. Кореляції загальних і ступінчастих констант стійкості комплексних сполук / В. В. Стецик // Молодий вчений. – 2016. – № 4 (31). – С. 298–301.

6. Стецик В. В. Розрахунок і аналіз кривих титрування кислотно-фосфатних сумішей та вибір оптимальних умов визначення їх складу / В. В. Стецик // Молодий вчений. – 2015. – № 12 (27). Ч. 1 – С. 22–28.

7. Лидин Р. А. Константы неорганических веществ: справочник / Р. А. Лидин, Л. Л. Андреева, В. А. Молочко; под ред. Р. А. Лидина. – М.: Дрофа, 2006. – 685 с.

8. Волков А. И. Большой химический справочник / А. И. Волков, И. М. Жарский. – Минск.: Современная школа, 2005. – 608 с.

9. Капустина И. Ю. Прогнозирование констант устойчивости комплексов Ga (III) и Cr (II) / И. Ю. Капустина, О. Н. Логинова, Е. Р. Решетникова // Известия Алтайского государственного ун-та. – 2007. – № 3. – С. 79–82.

10. Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии / Ю. Ю. Лурье. – М.: Химия, 1989. – 448 с.

11. Новый справочник химика и технолога. Химическое равновесие. Свойства растворов / Под ред. С. А. Симановой. – СПб.: АНО НПО «Профессионал», 2004. – 998 с.

Первый независимый научный вестник

Ежемесячный научный журнал

КВ №20489-10289РР

№ 12-13 / 2016

Ответственный редактор — Антипов Андрей Петрович - доктор исторических наук (Украина)

Секретарь журнала — Нестеренко Елена Петровна - доктор философии (Украина)

Редакционный совет

- Верево Ольга Денисовна - доктор медицинских наук (Россия)
- Ганин Даниил Александрович - доктор филологических наук (Россия)
- Изимова Людмила Петровна - (Украина) доктор технических наук (Украина)
- Корейко Денис Вениаминович - доктор медицинских наук (Россия)
- Кроль Вадим Алексеевич - доктор технических наук (Россия)
- Моргун Аркадий Александрович - доктор технических наук (Россия)
- Напорчук Геннадий Николаевич - доктор ветеринарных наук (Украина)
- Нестерова Алина Владиславовна - доктор медицинских наук (Украина)
- Покручина Татьяна Руслановна - доктор экономических наук (Украина)
- Одунский Федор Тхонович - доктор искусствоведения (Россия)
- Сетаров Сергей Сергеевич - доктор юридических наук (Украина)
- Шавинский Александр Евгеньевич - кандидат психологических наук (Украина)
- Юркович Дмитрий Геннадьевич - доктор медицинских наук
- Юлинский Игорь Евгеньевич - доктор социологических наук (Украина)
- Ядынский Петр Константинович - доктор психологических наук (Россия)
- Яковлев Вадим Николаевич - доктор политических наук (Украина)

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

«Первый независимый научный вестник»

Адрес редакции: 01054, г. Киев, улица Дмитриевская, 64

тел.: +38 (095) 430-59-27

Сайт: www.firjournal.com.ua

E-mail: info@firjournal.com.ua

Учредитель и издатель «Первый независимый научный вестник» Тираж 2000 экз.

Отпечатано в типографии г. Киев, улица Дмитриевская, 64, 01054