



Редакційна колегія

Головний редактор
Дмитріков Валерій Павлович, доктор технічних наук, професор, Полтавська державна аграрна академія

Заступник головного редактора
Дудніков Анатолій Андрійович, кандидат технічних наук, професор, Полтавська державна аграрна академія

Відповідальний секретар
Біловод Олександра Іванівна, кандидат технічних наук, доцент, Полтавська державна аграрна академія

Економічні науки

Аранчій Валентина Іванівна, кандидат економічних наук, професор, Полтавська державна аграрна академія

Захарчик Галина Мировівна, доктор економічних наук, професор, Національний університет «Львівська політехніка»

Крикавський Євген Васильович, доктор економічних наук, професор, Національний університет «Львівська політехніка»

Лозинська Тамара Миколаївна, доктор наук з державного управління, професор, Полтавська державна аграрна академія

Макаренко Петро Миколайович, доктор економічних наук, професор, Полтавська державна аграрна академія

Онищенко Світлана Петрівна, доктор економічних наук, професор, Одеський національний морський університет

Плаксінко Валерій Якович, доктор економічних наук, професор, Полтавська державна аграрна академія

Waldemar Izdebski, доктор економічних наук, професор, Варшавський технічний університет, Польща

Технічні науки

Акімов Олег Вікторович, доктор технічних наук, професор, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Афтаназів Іван Семенович, доктор технічних наук, професор, Національний університет «Львівська політехніка»

Горик Олексій Володимирович, доктор технічних наук, професор, Полтавська державна аграрна академія

Дудніков Ігор Анатолійович, кандидат технічних наук, доцент, Полтавська державна аграрна академія

Кац Марк Давидович, доктор технічних наук, професор, Східноукраїнський національний університет ім. В. І. Дала

Мальований Мирослав Степанович, доктор технічних наук, професор Національний університет «Львівська політехніка»

Смердов Андрій Андрійович, доктор технічних наук, професор, Полтавська державна аграрна академія

Старчевський Володимир Людвикович, доктор технічних наук, професор Національний університет «Львівська політехніка»

Тіщенко Леонід Миколайович, доктор технічних наук, професор, Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка

Jozef Voynarovsky, доктор технічних наук, професор, Сілезький політехнічний інститут, Польща

Міжнародна представленість та індексація журналу:

- ✓ Index Copernicus.
- ✓ Ulrich's Periodicals Directory.
- ✓ DRIVER.
- ✓ Bielefeld Academic Search Engine (BASE).
- ✓ Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).
- ✓ ResearchBib.

Засновники

Полтавська державна аграрна академія
ПП «Технологічний Центр»

Верстка: Т. Е. Сергієнко

Рекомендовано Вченою Радою
Полтавської державної аграрної академії
Протокол № 9 від 04.06.2013

Свідоцтво про державну реєстрацію журналу
Серія КВ № 18226-7026Р

Адреса редакції та видавництва

Україна, 61145, м. Харків, вул. Шатилова дача, 4, Технологічний Центр
Тел.: +38 (057) 750-89-90. **E-mail:** eejet.kh@gmail.com

Підписано до друку 24.07.2013. Формат 60x84 1/8
Ціна договірна. Наклад 300 прим.

Часткове або повне тиражування в будь-який спосіб матеріалів, що надруковані в цьому виданні, дозволяється тільки за наявності письмової згоди редакції

Підписка

Оформлюється через редакцію
Тел.: +38 (057) 750-89-90. **E-mail:** eejet.kh@gmail.com

- 3** Внутрішній аудит системи менеджменту якості.
Кількісна оцінка процесу
Аксьонова Л. І., Коваль Г. М.
- 6** Статистичний метод оцінки ризиків наукових проектів
Бедрій Д. І.
- 9** Шляхи підвищення ефективності розпізнавання і класифікації об'єктів на супутникових знімках
Гусак О. М.
- 11** Можливості автоматизації обробки цифрових портретів
Чеботарьова І. Б., Захарченко В. В.
- 15** Дослідження теплових та гідродинамічних процесів в радіаторній системі охолодження масляного трансформатора
Ільїн С. В.
- 19** Застосування узагальнених гребінчастих вейвлет-функцій для сегментації зображень ангиограм
Полякова М. В., Іщенко О. В., Ємець Ю. В.
- 22** Моделювання процесу виготовлення та випробування ґрунтоцементних паль
Новицький О. П.
- 27** Дослідження етапів розподілу процесу переробки міжнародних вантажопотоків при змішаних перевезеннях
Альошинський Є. С., Світлична С. О., Виборнова Ю. Ю.
- 33** Моделювання параметрів метеороної РЛС з метою оптимізації її роботи
Актіпов І. Є., Бондар Є. Ю., Шарлет О. І.
- 37** Аналіз методів сортування масиву чисел
Мельничук А. С., Луценко С. П., Громовий Д. С., Трофимова К. В.
- 40** Дослідження закономірностей формування структури вулично-дорожньої мережі
Санько Я. В., Ройко Ю. Я.
- 43** Abstracts and References

СОДЕРЖАНИЕ



ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АУДИТ

- 3** Внутренний аудит системы менеджмента качества.
Количественная оценка процессов
Аксёнова Л. И., Коваль Г. М.
- 6** Статистический метод оценки рисков научных проектов
Бедрий Д. И.
- 9** Пути повышения эффективности распознавания
и классификации объектов на спутниковых снимках
Гусак Е. М.
- 11** Возможности автоматизации обработки цифровых
портретов
Чеботарева И. Б., Захарченко В. В.
- 15** Исследование тепловых и гидродинамических
процессов в радиаторной системе охлаждения
масляного трансформатора
Ильин С. В.
- 19** Применение обобщенных гребенчатых вейвлет-функций
для сегментации изображений ангиограмм
Полякова М. В., Ищенко А. В., Емец Ю. В.
- 22** Моделирование процесса изготовления и испытания
грунтоцементных свай
Новицкий А. П.
- 27** Исследование этапов распределения процесса
переработки международных грузопотоков
при смешанных перевозках
**Алешинский Е. С., Светличная С. А.,
Выборнова Ю. Ю.**
- 33** Моделирование параметров метеорной РЛС
с целью оптимизации ее работы
Антипов И. Е., Бондарь Е. Ю., Шкарлет А. И.
- 37** Анализ методов сортировки массива чисел
**Мельничук А. С., Луценко С. П.,
Громовой Д. С., Трофимова К. В.**
- 40** Исследование закономерностей формирования
структуры улично-дорожной сети
Санько Я. В., Ройко Ю. Я.
- 43** Abstracts and References

CONTENTS



TECHNOLOGY AUDIT

- 3** Internal audit of the quality management system.
Quantitative process evaluation
Aksionova L., Koval G.
- 6** Statistical method for scientific projects risk assessment
Bedrij D.
- 9** Ways to improve objects recognition and classification
in satellite images
Husak O.
- 11** The ability to automate the processing of digital
portraits
Chebotareva I., Zakharchenko V.
- 15** Investigation of thermal and hydrodynamic processes
in the oil transformer radiator cooling system
Ilyin S.
- 19** Application of generalized comb wavelet functions
for angiogram image segmentation
Polyakova M., Ishchenko A., Emets Yu.
- 22** Modeling of soil-cement piles construction and testing
Novitskiy A.
- 27** Research of the stages of the distribution of international
cargo traffic processing in combined transportation
**Alyoshynsky Eu., Svitlichna S.,
Vybornova Yu.**
- 33** Simulation of the parameters of the meteor radar system
in order to optimize its operation
Shkarlet A., Antipov I., Bondar E.
- 37** Analysis of methods for number array sorting
**Melnychuk A., Lutsenko S.,
Hromovi D., Trofymova K.**
- 40** The study of the road network formation patterns
Sanko Ya., Royko Yu.
- 43** Abstracts and References



Аксёнова Л. И.,
Коваль Г. М.

ВНУТРЕННИЙ АУДИТ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА. КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ПРОЦЕССОВ

В статье рассмотрена проблема формирования показателей процессов жизненного цикла продукции (ЖЦП) и их количественная оценка, осуществляемая в ходе проведения внутреннего аудита (ВА) системы менеджмента качества (СМК) машиностроительного предприятия. Способность процесса обеспечивать требования потребителей (внешних и внутренних) определяется расчетным путем с помощью показателей соответствия. В качестве практического применения подхода приводится пример оценки процесса «Закупки».

Ключевые слова: внутренний аудит, система менеджмента качества, показатель процесса, количественная оценка процесса

1. Введение

Проблема повышения качества продукции машиностроительного предприятия является одной из наиболее важных проблем в условиях конкурентного рынка. В настоящее время машиностроение характеризуется уменьшением серийности производства, расширением номенклатуры изделий и повышением точности их изготовления, что способствует большой вероятности возникновения именно внутренних рисков по качеству изготавливаемой продукции. Поскольку продукция — результат процессов жизненного цикла продукции (ЖЦП), измерения этих процессов являются существенными для прогнозирования качества готовой продукции. Однако сложность измерения процессов системы менеджмента качества (СМК) машиностроительного предприятия определяется сложностью этих процессов, разветвленностью связей между различными элементами и степенью их взаимодействия. Поэтому необходимы более совершенные методы проведения внутренних аудитов (ВА), которые бы учитывали особенности машиностроительных предприятий и позволяли обеспечить объективную оценку состояния процессов СМК с целью их постоянного совершенствования, а также снижения рисков по качеству продукции, что является актуальной научно-прикладной задачей.

Стандарт [1] поясняет, что методы мониторинга и измерения, к которым относят и методы ВА, должны демонстрировать способность процессов достигать запланированных результатов и требует оценивать и постоянно повышать результативность процессов. При этом указанный стандарт рекомендует только общие правила, но не предлагают определенного способа оценки процессов.

2. Анализ основных исследований и публикаций по данной проблеме

Оценивание процессов СМК требует определения показателей процессов, указание на применение которых приведено во введении стандарта [1], где при описании цикла PDCA поясняется, что действие (act) является действием по постоянному улучшению показателей функционирования процессов. Показатель —

численное значение размера, по которому можно судить о состоянии, изменении или развитии чего-либо [2]. Таким образом, оценку, осуществляемую в ходе аудита процесса можно рассматривать как процесс получения некоторого значения показателя, который необходимо измерить и сравнить с критериями аудита.

Анализ существующих подходов к выбору показателей и методам их оценки свидетельствует об отсутствии разграничения в понятиях оценки процессов, проводимых на оперативном уровне владельцами процессов и оценки, проводимой в ходе ВА. В публикациях посвященных менеджменту качества чаще всего речь идет о показателях результативности и эффективности, которые отвечают целям оценки только владельцев процесса [3–6].

Б. Андерсен [7] разделяет все измерения в организации на систему измерений показателей процессов, которая работает в непрерывном режиме, и самооценку, которая проводится на фиксированный момент времени и приводит основные различия между ними: «Измерительная система создается для детального изучения уровня показателей бизнес-процессов организации, а цель самооценки заключается в том, чтобы дать общее представление о том, какие процессы работают удовлетворительно, а какие нужно совершенствовать. Показатели, используемые для проведения самооценки, должны иметь иную природу (более высокий уровень и охватывать все бизнес-процессы целиком), чем показатели, используемые в обычной измерительной системе».

Методам оценки процессов СМК в рамках аудита посвящены немногочисленные исследования, которые имеют либо общий характер описания оценки процесса [8, 9] либо экспертные оценки по бальной системе [10]. Однако, применяемые экспертные методы характеризуются некоторым субъективизмом и относительной неточностью получения результатов оценивания. Более точную оценку можно получить с помощью расчетного или статистического метода, который использует математическую обработку данных, а также предусматривает количественную оценку.

Цель статьи — на базе имеющихся разработок обобщить порядок формирования показателей процессов ЖЦП для их количественного оценивания в ходе

осуществления ВА и дальнейшего совершенствования, в частности, с целью снижения рисков и повышения гарантии качества изготавливаемой машиностроительной продукции, а также показать практическую применимость методики оценивания.

3. Результаты исследования

Управление играет ведущую роль в реализации качества путем построения системы обеспечения качества [11]. Обеспечение качества — это процесс формирования и поддержания «согласованных» требований продукции на этапах ее жизненного цикла [12].

При выборе характеристик (показателей) для управления системой, как утверждает Джонсон Р. [13], необходимо ориентироваться на те характеристики, которые наиболее точно отражают цель системы. Цель системы обеспечения качества — это гарантия изготовления качественных товаров и услуг, т. е. отвечающих требованиям потребителей и их удовлетворению. Поэтому и характеристики (показатели) процессов ЖЦП, которые непосредственно связаны с удовлетворенностью заказчика, должны точно отражать степень выполнения требований потребителей на каждом этапе производственного цикла. Используя предложенный способ оценки, мы обеспечиваем заданное качество продукции на выходе за счет соответствующих корректировок во всех элементах цепочки производственного цикла: соблюдения требований к выполнению анализа контракта, требований к качеству закупок сырья, производственным операциям и контролю, складированию и транспортировке готовой продукции, в том числе включая точность поставки по срокам, оговоренным в контракте. Таким образом, характеристики качества продукции будут измеряться и соответственно управляться. Основной задачей ВА в этом случае будет оценка состояния системы формирования характеристик качества продукции, а объектами оценки будут процессы ЖЦП.

Как было сказано выше, показатели процессов ЖЦП должны точно отражать степень выполнения требований потребителей. Кроме того, с точки зрения эффективности измерений важным является выбор соответствующих ключевых характеристик процесса, которые имеют решающее значение для выполнения требований по качеству. Ответы на эти вопросы требуют построения соответствующей системы измерений, которая бы также учитывала характер и сложность машиностроительного предприятия, что и было предложено в [14]. Основные положения подхода к формированию показателей и построению системы измерений, который использует метод «Шесть сигм», можно сформулировать следующим образом:

- выполняется формирование процессной модели (составление карты процесса, целей, результатов процесса и т. д.);
- результаты процесса анализируются с точки зрения удовлетворения требований потребителя (как внешнего, так и внутреннего);
- определяются контрольные точки процесса, которые влияют на результат процесса.

В работах [15, 16] эта модель оценивания получила дальнейшее развитие.

На промышленном предприятии качество продукции зависит от правильного управления процессом, т. к.

является прямым результатом этого процесса [17, 18]. Переменная, которая используется для управления процессом, называется его показателем качества, значение которого должно правильно отражать состояние процесса [19]. В стандарте [1] не употребляется термин «показатель качества», так как стандарт требует оценивания результативности процессов СМК.

Обсуждая проблему измерения показателей процесса, многие авторы [4, 5, 20–22], не только связывают их с измерениями, относящимися в большей части к результатам процесса, но и считают, что именно достижение целей характеризует результативность процессов СМК, отождествляя тем самым понятие «результативность процесса» с понятием «достижение целей процесса».

В общей цепочке ЖЦП цели предыдущего процесса формируются во взаимосвязи с целями последующего процесса, т. е. предыдущий процесс является одним из средств достижения цели для последующего процесса [14]. Поэтому результаты предыдущего процесса будут входными требованиями к целевым показателям последующего процесса, что также согласуется с выполнением требований потребителей на каждом этапе производственного цикла продукции. Исходя из этого, оценка результативности процесса ЖЦП — оценка достижения целей процесса, где критериями оценки является выполнение установленных требований к результатам процесса, а показатель процесса будет отражать степень достижения поставленной цели процесса. При этом критериями ВА будут результаты предыдущего процесса, а свидетельствами аудита — результаты последующего процесса.

Очевидно, общий показатель результативности процесса будет состоять из показателей соответствия установленных целевых требований к процессу. Например, целью процесса «Закупки» является поставка на предприятие материалов и комплектующих установленного качества и количества, в запланированные сроки. Процесс измеряют показателями, которые характеризуют соответствие требованиям по качеству, количеству и срокам закупок. Целевое значение этих показателей для любого процесса ЖЦП — 100 % (или 1). Выходной параметр процесса ЖЦП (как результат процесса) можно представить в виде нормативно-технической документации (НТД). Тогда показатель соответствия будет определяться величиной отклонения параметров на выходе процесса от номинальных значений, установленных в НТД.

Как правило, характер статистики по значениям выходных параметров процессов ЖЦП, дискретен и однороден (записи, которые фиксируются в ходе управления процессами). Большинство процессов можно описать достаточно точно с использованием среднего арифметического значения показателя процесса [6] и таким образом выполнить количественную оценку степени достижения заданного значения цели процесса.

4. Практическое применение методики оценки

Рассмотрим практическое применение изложенной выше методики на примере расчета показателя соответствия закупок требованиям по качеству. Сделаем предположение, что процедуры соблюдаются, а результаты процессов регистрируются и поддерживаются в рабочем состоянии. Результат предыдущего

процесса «Проектирование и разработка продукции» — ведомость покупных изделий (входные требования для процесса «Закупки»), а результат процесса «Закупки» — лимитная карточка выдачи материалов, которая является входными требованиями для процесса «Производство». Критерии ВА — требования к закупаемой продукции, установленные в конструкторской документации на изделие (ведомость покупных изделий). Свидетельства аудита — записи, подтверждающие фактические закупки, которые зафиксированы в лимитных карточках выдачи материалов, картах отклонений от требований НТД. Для более надежного расчетного значения показателя процесса рассмотрим несколько выполненных заказов. Форма для сбора данных и пример заполнения представлены в табл. 1. Целесообразно эту таблицу приносить как дополнение к отчету по аудиту.

Таблица 1

Пример заполнения данных для расчета показателя процесса

№ п/п	Наименование закупаемой продукции	Требования к материалам (комплектующим), установленные в конструкторской документации (ведомость покупных изделий)	Фактически закупленные материалы или комплектующие (лимитная карточка выдачи материалов, карта отклонений от требований НТД)
1	Лист г/к ГОСТ 19903-74	$\delta = 8$ 09Г2С-7	$\delta = 10$ 09Г2С-7
2	Лист г/к ГОСТ 19903-74	$\delta = 10$ 09Г2С-7	$\delta = 10$ 09Г2С-12
3	Лист г/к ГОСТ 19903-74	$\delta = 10$ 09Г2С-7	$\delta = 10$ 09Г2С-12
4	Прокат круглый ГОСТ 2590-06	$\phi 32$ 10Г2	$\phi 33$ 09Г2С
6	Трубы ГОСТ 8732-78	$\phi 108 \times 12$ 10Г2	$\phi 108 \times 14$ 10Г2
7	Комплектующие	Кран 14М1-00-00	Кран 11Б18ВК

Показатель соответствия требованиям НТД ($P_{СТ}$) по каждому заказу рассчитывают по формуле:

$$P_{СТ} = \frac{K_{ВФ}}{K_{СВ}} \times 100 \%, \quad (1)$$

где $K_{ВФ}$ — количество свидетельств аудита (записи), подтверждающие фактические закупки за определенный период; $K_{СВ}$ — общее количество свидетельств аудита, согласно выборки за определенный период.

Для расчета указанного показателя определим количество случаев отклонений закупленной продукции от номинальных значений, установленных в НТД. Для чего проведем выборочную проверку по основным позициям закупленных материалов (комплектующим) на примере семи заказов. Показатель соответствия требованиям по качеству ($P_{СТК}$) — это среднее арифметическое показателей по каждому заказу, который рассчитывают по формуле:

$$P_{СТК} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{СТ}}{n}, \quad (2)$$

где n — количество показателей (в данном случае количество рассматриваемых заказов).

Например, всего рассмотрено семь заказов:

$$P_{СТК} = \frac{90\% + 84\% + \dots + 68\%}{7} = 85\% -$$

показатель соответствия закупок требованиям по качеству, где $P_{СТ1} = 18/20 \times 100\% = 90\%$ — показатель соответствия закупок требованиям НТД по заказу № 150; $P_{СТ2} = 27/32 \times 100\% = 84\%$ — показатель соответствия закупок требованиям НТД по заказу № 151; $P_{СТ7} = 17/25 \times 100\% = 68\%$ — показатель соответствия закупок требованиям НТД по заказу № 157.

В приведенном примере показатель соответствия свидетельствует о том, что в среднем процесс обеспечивает соответствие закупок требованиям по качеству на 85%. Полученный показатель обеспечивает меру, с которой можно будет проводить сравнения при последующих аудитах. При этом оценка достижения цели процесса будет предметом анализа для определения причин и факторов, которые повлияли на ее достижение (не достижение). А результаты анализа представляют собой входные данные для планирования и осуществления улучшений. Таким образом, предлагаемый подход позволяет в полном объеме реализовать требование стандарта [1] в части демонстрации способности процессов «достигать запланированных результатов». Оценка результативности по такому способу оценивания дает общее представление о том, какие процессы работают удовлетворительно, а какие нужно совершенствовать. Такой подход к оцениванию является системным, т. к. оценочный показатель учитывает не только фактические результаты рассматриваемого процесса, но и те потенциальные возможности, которые этот процесс создает при использовании в смежном (последующем) процессе. Методика была апробирована на машиностроительном предприятии и подтвердила свою эффективность.

5. Выводы

Впервые предложена методика количественной оценки результативности процессов ЖЦП, осуществляемой в ходе ВА, которая базируется на оценке параметров процессов ЖЦП, напрямую влияющих на характеристики качества машиностроительной продукции. Такие измерения наиболее полно будут отражать уровень выполнения контрактных обязательств потребителя, и снижать риски по качеству изготавливаемой продукции. Предложенная методика количественного оценивания процессов является более точной по сравнению с экспертной оценкой и позволяет делать надежные выводы по результатам ВА, в том числе заключения о степени результативности процессов.

Сложность предложенного способа оценки заключается в предварительном формировании процессной модели, тщательном планировании сбора данных и требует высокой квалификации аудиторов, а также пересмотра организации ВА, что будет рассмотрено в дальнейших публикациях.

Литература

1. ДСТУ ISO 9001:2009. Системи управління якістю. Вимоги (ISO 9001:2008, IDT). — Чинний від 2009.09.01. — К.: Держстандарт України, 2009. — 26 с.

2. Гончаров, Э. Н. Как разработать систему менеджмента качества в соответствии с процессным подходом [Текст] / Э. Н. Гончаров // Стандарты и качество. — 2003. — № 12. — С. 64–69.
3. Федюкин, В. К. Основы квалиметрии. Управление качеством продукции [Текст] : учеб. пособие / В. К. Федюкин. — М.: Информационно-издательский дом «Филинь», 2004. — 296 с.
4. Скрипко, Л. Е. Проблемы оценивания результативности процессов в СМК [Текст] / Л. Е. Скрипко // Методы менеджмента качества. — 2007. — № 11. — С. 28. — 34.
5. Качалов, В. А. Что такое «постоянное повышение результативности СМК»? [Текст] / В. А. Качалов // Методы менеджмента качества. — 2006. — № 10. — С. 87–89.
6. Шичков, Н. А. Как измерить характеристики процессов СМК [Текст] / Н. А. Шичков // Методы менеджмента качества. — 2005. — № 2. — С. 14–17.
7. Андерсен, Б. Бизнес-процессы. Инструменты совершенствования [Текст] / Б. Андерсен ; [пер. англ. С. В. Ариничева]; науч. ред. Ю. П. Адлер. — [3-е изд.]. — М.: РИА «Стандарты и качество», 2005. — 272 с.
8. Рассел, Д. П. Аудит процессов и методы его проведения [Текст] / Д. П. Рассел // Методы менеджмента качества. — 2007. — № 5. — С. 8–12.
9. Горбунов, А. В. Аудит процессов или аудит подразделений? [Текст] / А. В. Горбунов // Методы менеджмента качества. — 2007. — № 1. — С. 15–18.
10. Тишков, Ю. С. Оценка функционирования системы менеджмента качества по результатам внутреннего аудита [Текст] / Ю. С. Тишков // Методы менеджмента качества. — 2009. — № 4. — С. 18–23.
11. Масааки, И. Гемба кайдзен: Путь к снижению затрат и повышению качества [Текст] : пер. с англ. / Имаи Масааки. — М.: «Альпина Бизнес Букс», 2005. — 346 с. (Серия «Модели менеджмента ведущих корпораций»).
12. Гугелев, А. В. Практика формирования системы менеджмента качества с учетом паритета интересов [Текст] / А. В. Гугелев. — Саратов: издат. Центр Саратовского государственного социально-экономического университета, 2005. — 196 с.
13. Джонсон, Р. Системы и руководство (теория систем и руководство системами) [Текст] / Р. Джонсон, Ф. Каст, Д. Розенцвейг ; под ред. Ю. Гаврилова; пер. с англ. Михайлова И. — [2-е изд. доп.]. — М.: Советское радио, 1971. — 648 с.
14. Аксёнова, Л. И. Вимірювання процесів системи управління якістю з використанням методики «Шість сигм» [Текст] / Л. И. Аксёнова // Стандартизація, сертифікація, якість. — 2010. — № 6. — С. 51–54.
15. Коваль, Г. Дослідження ефективності методів внутрішнього аудиту системи управління якістю [Текст] / Г. Коваль, Л. Аксёнова // Стандартизація, сертифікація, якість. — 2012. — № 1. — С. 53–57.
16. Підхід до проведення внутрішнього аудиту якості процесів життєвого циклу продукції з метою оцінювання виконання вимог замовників: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., присвячен. 10-ти річчю спеціал. «Якість, стандартизація та сертифікація», 12 жовт. 2012 р. м. Київ / відп. ред. Г. Д. Гуменюк. — К.: НУБІП України, 2012. — С. 82–84, 115 с.
17. Туркин, В. Г. Качество машиностроительной продукции [Текст] / В. Г. Туркин, Б. И. Герасимов, В. Д. Жариков; под науч. ред. Б. И. Герасимова. — Тамбов: изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. — 104 с.
18. Курицин А. Н. Секреты эффективной работы: опыт США и Японии для предпринимателей и менеджеров [Текст] / А. Н. Курицин. — М.: изд-во Стандарт, 2003. — 317 с.
19. Кумэ Х. Статистические методы повышения качества [Текст] / Х. Кумэ; пер. с англ. и доп. Ю. П. Адлера, Л. А. Коноревой ; под ред. Х. Кумэ. — М.: Финансы и статистика. — 1990. — 304 с.
20. Рахлин, К. М. Оценивание результативности системы менеджмента качества [Текст] / К. М. Рахлин // Все о качестве. Отечественные разработки. — 2005. — Вып. 35. — С. 3–10.
21. Васильков, Ю. В. Управление процессами [Текст] / Ю. В. Васильков // Методы менеджмента качества. — 2008. — № 4. — С. 8–11.
22. Степанов, А. О терминологии и процессном подходе [Текст] / А. Степанов // Стандарты и качество. — 2007. — № 1. — С. 84–88.

ВНУТРІШНІЙ АУДИТ СИСТЕМИ МЕНЕДЖМЕНТУ ЯКОСТІ. КІЛЬКІСНА ОЦІНКА ПРОЦЕСУ

У статті розглянуто проблему формування показників процесів життєвого циклу продукції (ЖЦП) та їх кількісна оцінка, яка здійснюється в ході проведення внутрішнього аудиту (ВА) системи менеджменту якості (СМЯ) машинобудівного підприємства. Здатність процесу забезпечувати вимоги споживачів (зовнішніх і внутрішніх) визначається розрахунковим шляхом за допомогою показників відповідності. В якості практичного застосування підходу наводиться приклад оцінки процесу «Закупівлі».

Ключові слова: внутрішній аудит, система менеджменту якості, показник процесу, кількісна оцінка процесу.

Аксёнова Людмила Ивановна, заместитель генерального директора по стандартизации и управлению качеством, ЧАО «Азовский машиностроительный завод», Украина, e-mail: aksenova.amz@gmail.com.

Коваль Геннадий Михайлович, кандидат технических наук, доцент, ректор, Институт подготовки специалистов ГП «УкрНИИЦ проблем стандартизации, сертификации и качества», Украина.

Аксёнова Людмила Ивановна, заступник генерального директора зі стандартизації та управління якістю, ПрАТ «Азовський машинобудівний завод», Україна.

Коваль Геннадій Михайлович, кандидат технічних наук, доцент, ректор, Інститут підготовки фахівців ДП «УкрНДНЦ проблем стандартизації, сертифікації та якості», Україна.

Aksionova Ludmila, PJSC «Azov Machine Building Plant», Ukraine, e-mail: aksenova.amz@gmail.com.

Koval Gennady, Experts Training Institute «Ukrainian Research and Training Center for Standardization, Certification and Quality Problems» State Enterprise, Ukraine

УДК 005.8:005.52:005.334

Бедрій Д. І.

СТАТИСТИЧНИЙ МЕТОД ОЦІНКИ РИЗИКІВ НАУКОВИХ ПРОЕКТІВ

Розглядається можливість застосування математико-статистичних методів оцінки ризиків, а саме статистичного методу, під час планування й реалізації наукових проектів. Метод розроблено для своєчасного й якісного відпрацювання управлінських пропозицій та прийняття відповідних рішень в процесі планування й реалізації наукових проектів. Результати досліджень можуть бути застосовані в галузі реалізації наукових проектів.

Ключові слова: математико-статистичні методи, статистичний метод, оцінка ризиків, ризики, науковий проект

1. Вступ

Пошук ефективних підходів до управління ризиками став одним із найважливіших напрямків розвитку сучасної науки. У найбільш широкому розумінні ризиком називають невизначеність у відношенні здійснення тієї чи іншої події в майбутньому. В процесі реалізації проектів ризик пов'язується, насамперед, з фінансовими втратами, що виникають у випадку його реалізації. Оскільки повністю уникнути ризиків неможливо, то ними можна і треба свідомо керувати, пам'ятаючи про те, що всі види ризиків взаємопов'язані, їх рівень постійно змінюється під впливом динамічного оточення.

У міжнародній практиці процес управління ризиками розглядається як ключова сфера менеджменту, значна увага приділяється вивченню ризикових сфер, пошуку ефективних методів контролю, оцінки та моніторингу ризиків, створенню відповідних систем управління. Теоретичні дослідження науковців з проблем невизначеності та ризику здебільшого присвячені аналізу причин виникнення, класифікації та методам кількісної оцінки ризиків, менше уваги приділяється пошуку ефективних прийомів управління, які були б адекватними до реальних можливостей керівників та команд проектів [1–5].

2. Постановка задачі у загальному вигляді

Для якісного та своєчасного виконання проекту керівники проектів повинні постійно приймати управлінські рішення. З метою підвищення якості управлінських рішень, що приймаються, є проведення кількісної оцінки ризиків, що мають вплив на реалізацію проектів.

З метою вибору ефективного та економічного методу оцінки ризиків, вважається за доцільне, розглянути різноманітні математико-статистичні методи. В попередніх роботах автор вже розглядав можливість застосування експертного методу оцінки ідентифікованих ризиків, що мають вплив на планування та реалізацію наукових проектів [6, 7].

В даній роботі автор пропонує розглянути статистичний метод оцінки ризиків. Статистичний метод оцінки ризику базується на аналізі коливань досліджуваного показника за певний відрізок часу. Передбачається, що закономірність змін аналізованої величини поширюється на майбутнє. Для тривалих періодів часу це, як правило, виявляється справедливим, але для короткотермінової оцінки екстраполяції колишніх закономірностей дає значні помилки. Отже, проста екстраполяція стратегічних закономірностей не дає можливості реально оцінити ризик.

3. Аналіз останніх досліджень та публікацій

В попередніх роботах автором були проаналізовані можливості застосування проектного підходу в діяльності наукових установ державного сектору економіки України, а саме: кожен окрему науково-технічну роботу можна розглядати як окремий науковий проект, який має обмежений час виконання, вартість, визначені вимоги до результату тощо [1, 5, 6, 8]. Наукові проекти є нетрадиційними, оскільки їхніми продуктами є нові знання, одержані в процесі проведення фундаментальних або прикладних наукових досліджень та зафіксовані у формі звітів про науково-дослідну роботу або наукового відкриття тощо.

Ідентифіковано ризики наукових проектів, до них відносяться наступні групи ризиків, а саме: внутрішні та зовнішні [1, 6, 9, 10]. Внутрішні ризики такі, як: кадровий (R_1), планування (R_2), фінансування проекту (R_3), підрядника (R_4) та поставок (R_5). До зовнішніх ризиків відносяться: політичний (R_6), соціальний (R_7), інфляційний (R_8), податковий (R_9), криміногенний (R_{10}) та форс-мажорний (R_{11}). Вплив вищенаведених ризиків призводить до порушення строків реалізації наукових проектів, перевитрати коштів, невиконання вимог до кінцевого результату, що в свою чергу призводить до зменшення прибутку, а нерідко й до великих збитків.

4. Формулювання цілі, виклад основного матеріалу

В діяльності наукових установ державного сектору економіки на сьогоднішній день до найбільших додаткових втрат призводять наступні ризики [1]:

- кадровий ризик (R_1) — пов'язаний із виникненням організаційних проблем під час формування команди проекту, а також в процесі виконання робіт проекту;
- ризик планування (R_2) — пов'язаний із помилками планування проекту, а також із невизначеністю та недостатнім обсягом інформації про джерела фінансування проекту;
- ризик фінансування проекту (R_3) — пов'язаний із недостатнім загальним обсягом фінансових ресурсів, що необхідні для реалізації проекту; несвоєчасним надходженням фінансових ресурсів із окремих джерел; недосконалістю структури джерел формування позикових фінансових коштів;
- ризик підрядника (R_4) — пов'язаний із можливістю виникнення проблем під час виконання робіт та послуг, що надаються зі сторони;
- ризик поставок (R_5) — пов'язаний із можливістю виникнення проблем під час поставки товарів, що закуповуються зі сторони;
- політичний ризик (R_6) — пов'язаний із нестабільною політичною ситуацією в країні, яка сильно впливає на діяльність державних підприємств (проведення організаційних перетворень у всіх гілках української влади);
- соціальний ризик (R_7) — пов'язаний із неможливістю своєчасного планування коштів для забезпечення підвищення заробітної плати виконавцям проекту у зв'язку із підвищенням рівня мінімальної заробітної плати і прожиткового мінімуму в країні, що передбачається Державним бюджетом України;
- інфляційний ризик (R_8) — характеризується можливістю знецінення реальної вартості проекту в умовах інфляції, в сучасних умовах носить постійний характер і супроводжує практично всі фінансові операції, пов'язані із реалізацією наукового проекту;
- податковий ризик (R_9) — має ряд проявів, таких як ймовірність введення нових видів податків і зборів на здійснення окремих видів діяльності; можливість збільшення рівня ставок чинних податків і зборів; зміна строків і умов здійснення окремих податкових платежів; ймовірність скасування чинних податкових пільг у сфері діяльності підприємства;
- криміногенний ризик (R_{10}) — проявляється у вигляді оголошення партнерами проекту фіктивного

банкрутства, підробки документів, що забезпечують незаконне присвоєння сторонніми особами грошових та інших активів, пов'язаних із реалізацією проекту, розкрадання окремих видів активів власним персоналом; — форс-мажорний ризик (R_{11}) — пов'язаний із стихійними лихами, землетрусами тощо, які можуть привести не тільки до втрати доходу, що передбачається, але й частини активів підприємства (основних засобів, запасів товарно-матеріальних цінностей).

За результатами ідентифікації ризикованих подій, що мають вплив на планування та реалізацію наукових проектів, була проведена кількісна оцінка ризиків.

Автор раніше проводив кількісну оцінку ризиків за допомогою експертного методу оцінки, що дало змогу виявити доцільність його застосування під час планування та реалізації наукових проектів [6].

Для проведення експертного методу було запрошено в якості експертів в галузі виконання наукових проектів з числа науковців, керівників та спеціалістів наукових проектів.

В цій роботі пропонується розглянути можливість застосування статистичного методу оцінки ризиків, що мають вплив на планування та реалізацію наукових проектів.

Статистичний метод широко застосовується при проведенні кількісного аналізу ризиків, коли є значний обсяг аналітично-статистичної інформації з необхідних елементів аналізованої системи n -кількість періодів часу [2, 3, 8].

Дані, що отримані в процесі виконання наукового проекту, особливо важливі тому, що після їх статистичної обробки можна отримати поточні оцінки ризиків, що мають вплив на їх реалізацію. Крім цього, вони використовуються для аналізу результатів наукового проекту після його завершення, а також для створення архіву дослідних даних в науковій установі.

Сутність статистичного методу полягає в тому, що для визначення ймовірностей виникнення ризикованих подій аналізуються всі статистичні дані, що отримані за попередній час, які стосуються виконання робіт наукового проекту з наданими для цього матеріально-технічними ресурсами та виконавцями.

За допомогою статистичного методу на підставі об'єкту інформації, що була накопичена в інформаційній базі наукової установи протягом періоду виконання наукових проектів, визначаються ймовірності виникнення наступних ризикованих подій, що негативно впливають на реалізацію наукових проектів:

$$p_j(R_j) = \frac{N^{R_j}}{N_j^{\text{зар}}}, \quad (1)$$

де $p_j(R_j)$ — ймовірність виникнення j -го ризику; j — вид ризику, $1 \dots 11$; N^{R_j} — кількість випадків виникнення j -го ризику під час виконання робіт наукового проекту; $N_j^{\text{зар}}$ — загальна кількість робіт наукового проекту.

Таким чином, в процесі застосування статистичного методу оцінки ризиків за допомогою формули (1) можна отримати ймовірність настання ризикованих подій, що мають вплив на планування та реалізацію наукових проектів.

5. Висновки

Запропонований метод статистичної оцінки ідентифікованих ризиків може бути застосований в процесі

управління проектами наукових установ державного сектору економіки. Наведений метод оцінки ризиків є доцільним та ефективним для використання під час планування й реалізації наукових проектів тому, що він ґрунтується на знаннях і даних, що отримані під час виконання попередніх наукових проектів.

Література

1. Данченко, Е. Б. Функционально-стоимостной анализ в управлении проектами наукоемких предприятий [Текст] : монография / Е. Б. Данченко, Л. С. Чернова, Д. И. Бедрий, Е. В. Погорелова, А. И. Мазуркевич. — Днепропетровск : ИМА-Press, 2011. — 237 с.
2. Грачева, М. В. Анализ проектных рисков [Текст] : учебное пособие / М. В. Грачева. — М. : Фина-статинформ, 1999. — 216 с.
3. Лобанова, А. А. Энциклопедия финансового риск-менеджмента : [Текст] / под ред. А. А. Лобанова и А. В. Чугунова. — М. : Альпина Паблшер, 2003. — С. 315.
4. Лукасевич, И. Я. Финансовый менеджмент [Текст] : учебник / И. Я. Лукасевич. — М. : Эксмо, 2008. — 786 с.
5. Бедрий, Д. І. Бюджетування наукових проектів з урахуванням ризиків [Текст] / Д. І. Бедрий, І. В. Польшаков // Східно-Європейський журнал передових технологій. — 2012. — № 1/12(55). — С. 47–49.
6. Бедрий, Д. І. Експертний метод оцінки ризиків наукових проектів [Текст] / Д. І. Бедрий // Східно-Європейський журнал передових технологій. — 2013. — № 1/10(61). — Ч. 1. — С. 66–68.
7. Hillmer, D. A risk-identification tool for managers planning expert system applications [Текст] / D. Hillmer, A. J. La Salle, L. Medsker, G. Welsh // Expert Systems with Applications. — 1992. — Т. 4, № 2. — С. 247–257.
8. Бедрий, Д. І. Застосування статистичного методу оцінки ризиків наукових проектів [Текст] : тези доп. / Д. І. Бедрий // X міжнародна конф. «Управління проектами у розвитку суспільства», 17–18 травня 2013 р. — К.: КНУБА, 2013. — С. 17–18.
9. Colli, A. Risk characterisation indicators for risk comparison in the energy sector [Текст] / A. Colli, A. L. Vetere Arellano, C. Kirchs-teiger, B. J. M. Ale // Safety Science. — 2009. — Т. 47, No 1. — С. 59–77.
10. Raz, T. Use and benefits of tools for project risk management [Текст] / T. Raz, E. Michael // International Journal of Project Management. — 2001. — Т. 19, No 1. — С. 9–17.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОЦЕНКИ РИСКОВ НАУЧНЫХ ПРОЕКТОВ

Рассматривается возможность применения математико-статистических методов оценки рисков, а именно статистического метода, в процессе планирования и реализации научных проектов. Метод разработан для своевременной и качественной выработки управленческих предложений и принятия соответствующих решений в процессе планирования и реализации научных проектов. Результаты исследований могут быть применены в области реализации научных проектов.

Ключевые слова: математико-статистические методы, статистический метод, оценка рисков, риски, научный проект.

Бедрий Дмитро Іванович, аспірант, кафедра управління проектами, Черкаський державний технологічний університет; начальник Планово-економічного відділу, Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут радіо і телебачення», Україна, e-mail: dimi7928@gmail.com.

Бедрий Дмитрий Иванович, аспирант, кафедра управления проектами, Черкасский государственный технологический университет; начальник Планово-экономического отдела, Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт радио и телевидения», Украина.

Bedrij Dmitrij, Cherkasy State Technological University; Ukrainian Scientific Research Institute of Radio and Television, Ukraine, e-mail: dimi7928@gmail.com

Гусак О. М.

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗПІЗНАВАННЯ І КЛАСИФІКАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ НА СУПУТНИКОВИХ ЗНІМКАХ

На основі даних геоінформаційних систем можливий прогноз поведінки пожеж та їх наслідків, що в свою чергу дозволяє здійснити планування заходів у рамках певних територій та періоду лісопожежного сезону з попередження загорання лісових ділянок і усунення наслідків пожеж.

Ключові слова: дистанційне супутникове зондування, операторська діяльність, багатоспектральні космічні зображення, оперативний моніторинг

1. Вступ

Реалізовані у сучасних геоінформаційних системах технології можуть стати основою для організації дистанційного моніторингу багатьох процесів, що відбуваються на поверхні Землі, зокрема лісових пожеж. На знімках, зроблених із космосу, можна побачити все — світлі плями вирубки лісів, льодову обстановку на річках і озерах, вогнища та шлейфи димів пожеж.

Більшість геоінформаційних систем містять програмне забезпечення для комп'ютерної обробки даних моніторингу, а також відкривають широкі можливості для реалізації алгоритмів обробки зображень, розроблених користувачем.

2. Аналіз відомих методів дистанційного зондування

Застосування багатоспектрального космічного сканування має ряд переваг перед іншими методами дистанційного зондування. Однією з них є можливість періодичного отримання космічного зображення. Це дає підстави для вивчення просторово-часової динаміки розповсюдження лісових пожеж.

Одним із основних результатів в галузі застосування даних дистанційного супутникового зондування для оперативного моніторингу лісових пожеж є створення багатоступінчастого алгоритму виявлення осередків загорянь, що дозволяє надійно реєструвати пожежі на площі 0,2–0,3 га, тобто в початковій стадії розвитку. Можливість визначення площ, вигорілих під час дії великих лісових пожеж, дозволяє проводити інвентаризацію післяпожежного стану лісів.

На основі даних геоінформаційних систем можливий прогноз поведінки пожеж та їх наслідків, що в свою чергу дозволяє здійснити планування заходів у рамках певних територій та періоду лісопожежного сезону з попередження загорання лісових ділянок і усунення наслідків пожеж.

Сучасні комплекси приймають інформацію із супутникових систем, однією з яких є американська супутникова система NOAA, що має середню просторову роздільну здатність 1 км і володіє високою оперативністю — зйомка проводиться 4–6 разів на добу. Використовуються дані п'ятиканальних радіометрів типу AVHRR в поєднанні з пороговими алгоритмами виявлення вогнищ, які базуються на застосуванні сукупності фік-

сованих порогових значень до вимірюваних характеристикам інтенсивності висхідного випромінювання. Основними інформативними ознаками тут є радіаційна температура (Т3) у третьому каналі і різниця температур (Т3 – Т4) третього і четвертого каналів. Інші комбінації вимірюваних характеристик зазвичай використовуються для контролю хмарності і найпростішого обліку варіацій впливу атмосфери. Очевидно, що точність роботи таких порогових алгоритмів залежить від варіацій оптико-геометричних умов спостережень:

- молекулярних, аерозольних і хмарних оптичних характеристик;
- змін оптичних параметрів траси спостереження за рахунок кута візування осі приладу;
- геометричних параметрів положення Сонця.

Система супутникового моніторингу лісових пожеж працює в автоматичному режимі, що дозволяє цілодобово, протягом пожежонебезпечного періоду вести прийом і обробку інформації з метою виявлення лісових пожеж.

До основних проблем застосування даного класу систем є: підвищення точності виявлення вогнища пожежі; скорочення помилкових сповіщень; виявлення різних типів загорянь; а також розробка загальної математичної моделі лісових пожеж, яка дозволить удосконалити методику прогнозу лісової пожежної небезпеки, так як за допомогою цієї моделі можна врахувати такі суттєві фактори, як вплив випромінювання Сонця, тип ґрунту і тип рослинності на сушіння шару лісових горючих матеріалів. Крім того, в рамках цієї моделі можна визначити поля щільності випромінювання над вогнищем лісової пожежі в різні моменти часу, що в принципі дозволяє створити нову методику виявлення та діагностики лісових пожеж за даними аерокосмічного моніторингу.

Сьогодні розвиваються більш сучасні технології та методи, наприклад, багатоспектрального космічного сканування високої роздільної здатності та їх інтерпретації в географічній інформаційній системі (ГІС).

Використання багатоспектральних зображень дозволяє підвищити ефективність розпізнавання та класифікації об'єктів. Однак при досить високій спектральній роздільній здатності, виникає проблема, пов'язана з необхідністю обробки ознак (спектральних сигнатур) в просторах високої розмірності. Вирішення цієї проблеми полягає в тому, що доцільно спочатку знизити розмірність простору і вже в новому просторі виконати розпізнавання (класифікацію).

3. Формування цілей і задач

Суть іншого підходу до вирішення завдання класифікації зображень на багатоспектральних космічних знімках полягає в тому, що для кожного чергового об'єкта, який класифікується, використовується стільки спектральних каналів, скільки необхідно, щоб задовольнити умови достовірності його класифікації. Для цього на етапі навчання оцінюється інформативність кожного спектрального каналу щодо заданої множини об'єктів різних класів і здійснюється ранжування спектральних каналів за величиною інформативності. При виконанні процедури класифікації об'єкта спочатку задіюється найбільш інформативний канал, далі, при необхідності, підключається інформація наступного за величиною інформативності спектрального каналу та ін.

Використання багатоспектральних знімків для вивчення космічних знімків базується на аналізі варіацій параметрів відбитого сонячного випромінювання в різних діапазонах спектру електромагнітних хвиль в результаті його взаємодії з рослинами [1]. Спектри відбиття в різних спектральних діапазонах надають принципово різну інформацію щодо рослинності, тому доцільно їх сумісно використовувати для дослідження стану рослинних покривів Землі та їх класифікації. З цієї точки зору бажано збільшення кількості робочих спектральних діапазонів. І дійсно, кількість робочих спектральних діапазонів у сучасних іконічних системах космічного дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) обчислюється десятками і навіть сотнями. Однак при цьому виникає низка проблем, серед яких найбільш актуальними є такі: як відібрати найбільш корисні (найбільш інформативні) спектральні канали і яким чином переробити з мінімумом помилок величезні масиви іконічної інформації. Існує багато різноманітних підходів до оцінки інформативності спектральних каналів іконічних засобів дистанційного зондування Землі [2], але переважає прагматичний підхід, за яким канал вважається тим інформативніше, чим більше інформація, яку він надає, сприяє вирішенню поставленої конкретної тематичної задачі. Для оброблення величезних масивів іконічної інформації (зображень) в останні часи залучають спеціальні прикладні програми, серед яких найбільш відомі програмні системи ERDAS Imagine, PCI Geomatic, ErMapper. Чисельні задачі оброблення зображень, візуалізації даних і створення тематичних карт вирішують за допомогою використання геоінформаційних систем (ГІС) ArcView, MapInfo, SPANS MAP [3, 4].

Досвід показує, що вищезазвані або інші подібні прикладні програмні системи надають унікальні можливості для роботи з даними дистанційного зондування Землі як при проведенні наукових досліджень, так і при вирішенні широкої гами практичних задач. Але разом з тим існують деякі обмеження. По-перше, кожна така прикладна програмна система є високотехнологічним продуктом, повноцінне використання якого неможливо без наявності потужної апаратної (технічної) бази і високої кваліфікації користувача [5].

По-друге, широкому розповсюдженню таких високотехнологічних продуктів заважає їх відповідно висока ціна. Тому актуальною залишається проблема створення спеціалізованих алгоритмів та програм, орієнтованих на вирішення тематичних задач, які можуть бути реалізовані на комп'ютерах типової конфігурації, і робота,

з якими потребує мінімальної комп'ютерної підготовленості оператора. Підхід до вирішення однієї з таких задач, а саме — до класифікації стану лісових ресурсів по багатоспектральним космічним зображенням у своїй теоретичній частині базується на синергетичній концепції злиття даних, його програмна реалізація передбачає використання елементів ГІС-технологій [6].

Основні обмеження на підвищення якості розпізнання зображень накладає бортова апаратура реєстрації зображень. Сюди належить насамперед, оптична розрізненість, обумовлена співвідношенням робочої довжини хвилі до розміру реєструючої апаратури об'єктиву, а також ступінь усереднення зображень і крок дискредитації перед їх передачею на Землю штучними супутниками. Інші обмеження пов'язані з геометричними спотвореннями [7].

Підвищення розділової здатності вирішує два взаємопов'язані завдання: поліпшення візуальної якості та реконструкція зображень. Рішенню першої задачі служить метод фрагментації і зонування зображень. Вирішенню другої — метод деконволюції [8, 9].

Поєднання зональної обробки зображень і їх реконструкції дозволяє підійти до вирішення завдань прогнозу розвитку пожеж і вибору методів гасіння. Вочевидь, при цьому доцільно використовувати сучасні геоінформаційні технології і оболонки документування результатів моніторингу лісових пожеж та прийняття своєчасних рішень по боротьбі з лісовими пожежами.

28 червня 2013 року спутнорадіометр MODIS, встановлений на борту супутника НАСА «Аква», зафіксував в районі заливу Джеймс на заході канадської провінції Квебек лісові пожежі (рис. 1). Безумовно важливим є те, що космічні знімки дозволяють одночасно фіксувати декілька процесів та слідкувати за їх динамікою. Так, на знімку зі сходу від заливу можна чітко розрізнити шлейфи диму, на півночі можна виявити процеси танення льоду. Велика кількість річок несуть у залив мул та органічні речовини, фарбуючи його води у коричневий колір, що теж добре видно на знімку [10].



Рис. 1. Супутниковий знімок лісових пожеж на сході від заливу Джеймс

Головним результатом математичного моделювання лісових пожеж є визначення граничних умов поширення

лісових пожеж, при яких процес горіння припиняється. Розроблені до теперішнього часу математичні моделі лісових пожеж дозволяють правильно описувати механізми їх розповсюдження і класифікувати основні режими запалювання.

В якості розвитку програм та технології геоінформаційних систем у майбутньому передбачається моделювати розвиток пожеж залежно від справжньої ситуації лісового фонду та видів діючих пожеж, з метою координації роботи лісопожежних служб і призначення оптимального переліку заходів з гасіння та усунення наслідків пожеж.

Вирішення цих питань дозволить в першому наближенні завершити створення математичної теорії лісових пожеж і використовувати її для створення як способів і засобів для боротьби з лісовими пожежами, так і прогнозів екологічних наслідків лісових пожеж.

4. Висновки

В наведеній роботі викладені можливості підвищення якості розпізнання зображень із застосуванням геоінформаційних технологій, а також якості документування результатів моніторингу. Показані можливості використання багатоспектральної апаратури при дослідженні значних площ земної поверхні.

Література

1. Лупян, Е. А. «Дни космической науки 2010» — дистанционное зондирование Земли [Текст] : сборник научных статей / Е. А. Лупян, О. Ю. Лаврова, С. А. Баргалева, Г. А. Аванесов, Е. А. Шарков, О. Закутная // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. — 2010. — Т. 7, № 4. — С. 319–328.
2. Абушенко, Н. А. Спутниковый мониторинг лесных пожаров в России. Итоги. Проблемы. Перспективы [Текст] / Н. А. Абушенко, С. В. Афонин, Д. А. Алтынцев, С. А. Тащилин, А. В. Татарников и др. // Аналит. обзор. — Новосибирск, 2003. — Вып. 68.
3. Язев, С. А. Мифы минувшего века [Текст] / С. А. Язев. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2003. — 341 с.
4. Попов, М. О. Сучасні погляди на інтерпретацію даних аерокосмічного дистанційного зондування Землі [Текст] // Космічна наука і технологія. — 2002. — Т. 8, № 2/3. — С. 110–115.

5. Леви, К. Г. Современная геодинамика и гелиогеодинамика. 500-летняя хронология аномальных явлений в природе и социуме Сибири и Монголии [Текст] / К. Г. Леви, Н. В. Задонина, С. А. Язев. — Иркутск : ИрГТУ, 2003. — 383 с.
6. Спутниковый мониторинг лесных пожаров в России. Итоги. Проблемы. Перспективы: Аналит. обзор [Текст] / СО РАН. ИОА. ГПНТБ; ред. В. В. Белов. — Новосибирск, 2003. — 135 с., ил. — Вып. 70.
7. Keeler, R. Sea truth measurements for remote sensing of littoral water [Текст] / R. Keeler, V. Bondur, D. Vithanage // Sea Technology. — April, 2004. — pp. 53–58.
8. Keeler, R. Optical satellite imagery detection of internal wave effects from a submerged turbulent outfall in the stratified ocean [Текст] / R. Keeler, V. Bondur, C. Gibson // Geophysical Research Letters. — 2005. — Vol. 32. — L12610, doi: 10.1029/2005GL022390.
9. Bondur, V. Features of Formation of Remote Sensing and Sea truth Databases for The Monitoring of Anthropogenic Impact on Ecosystems of Coastal Water Areas [Текст] / V. Bondur, M. Tsidilina // Proc. of 31 Int. Symp. on Remote Sensing of Environment, St. Petersburg, 2005.
10. Гисметео [Электронный ресурс] / Новости Гисметео. — Режим доступа: \www/ URL: http://www.gismeteo.ru/news/label/714/ — 28.06.2013 р. — Спутник НАСА сделал снимок природных процессов в Канаде.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСПОЗНАВАНИЯ И КЛАССИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ НА СПУТНИКОВЫХ СНИМКАХ

На основе данных геоинформационных систем возможен прогноз поведения пожаров и их последствий, что в свою очередь позволяет осуществить планирование мероприятий в рамках определенных территорий и периода лесопожарного сезона по предупреждению возгорания лесных участков и устранения последствий пожаров.

Ключевые слова: дистанционное спутниковое зондирование, операторская деятельность, многоспектральные космические изображения, оперативный мониторинг.

Гусак Елена Михайлівна, аспірант, викладач кафедри автоматизованих систем управління, Приватний вищий навчальний заклад «Буковинський університет», Україна, e-mail: faucon30@yandex.ru.

Гусак Елена Михайловна, аспирант, преподаватель кафедры автоматизированных систем управления, Частное высшее учебное заведение «Буковинский университет», Украина.

Husak Olena, Private Higher Educational Institution «Bukovina University», Ukraine, e-mail: faucon30@yandex.ru

УДК 655.3.066.51

**Чеботарева И. Б.,
Захарченко В. В.**

ВОЗМОЖНОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ ЦИФРОВЫХ ПОРТРЕТОВ

В статье представлены алгоритмы действий для ретуширования цифровых портретов и варианты автоматизации этих действий, исследовано влияние условий съемки и характеристик фотоаппарата, с которого взят снимок, на различные параметры процедур автоматизации. Выделены основные дефекты, которые возникают при работе с портретами.

Ключевые слова: ретуширование, портрет, автоматизация, алгоритмы, дефекты, полиграфия, фотография, сканирование, цифровая обработка

1. Введение

Искусство фотографии сегодня тяжело представить без ретуширования и обработки. В большинстве слу-

чаев, наравне с обычными фотографиями, исправления требуют фотографии, сделанные очень дорогими и качественными фотоаппаратами в руках у настоящих профессионалов, имеющих мировую известность.

Мы стремимся сделать наш мир лучше, добавить красок, четкости и, что существенно для фотографии, сделать ее более объемной. Исследования показывают, что человеку всегда интереснее смотреть на одушевленные предметы на изображении, чем на предметы. Поэтому в данной статье рассмотрены варианты алгоритмов действий для ретуширования портретной съемки цифровых оригиналов.

2. Цели и задачи исследований

Любой вид полиграфической продукции, будь то книги, журналы, рекламная или упаковочная продукция, включает в себя фотографии. Современные издания радуют обилием ярких, неповторимых, запоминающихся фотографий. В то же время стоит учитывать то, что далеко не всегда с первого раза получается нужный кадр, эмоция на лице человека. Кроме того, снимок мог быть сделан непрофессиональным фотоаппаратом, из-за чего ухудшается качество изображения. Т. е. из тысяч фотографий, сделанных во время фотосессии, необходимо выбрать одну, перед этим всех их отретушировав. Ведь вид изображения значительно меняется после ретуширования. Для однотипной ручной обработки серии фотографий потребуется много времени, при этом, учитывая человеческий фактор, далеко не факт, что изображения действительно будут обработаны одинаково.

Эти же проблемы касаются фотографий, введенных другим способом, например через сканер. Далеко не всегда на таких снимках можно вообще что-либо разглядеть, теряются черты лица человека, смазывается фон и т. д. Для таких фотографий характерна размытость, недостаток контрастности. Часто для сканированных фотографий характерен недостаток цвета и средних тонов, в результате чего изображения выглядят не достаточно выразительно. Сканированным фотографиям может не хватать яркости, этот недостаток тоже портит изображение.

Причинами непригодности портретов также могут являться неверно выбранное освещение во время съемки, может быть некорректно настроена резкость в фотоаппарате или другие параметры. В других случаях могут быть неверно выбранные параметры во время сканирования, ведь человек, который оцифровывал изображения, мог попросту не знать или не задумываться о том, какие параметры необходимо выбирать. В связи с этим, фотографии могут иметь низкое разрешение (меньше 300 dpi) и несоответствующие размеры. Таким образом, можно выделить следующие характерные дефекты портретов:

- цветовые дефекты;
- недостаток резкости, размытость;
- недостаток контрастности;
- недостаток яркости.

Данные проблемы встречаются довольно часто. Схожесть вызванных дефектов дает возможность объединить фотографии в общую группу (пакет) для автоматизации их обработки. Для этого необходимо выделить определенную последовательность действий для устранения общих дефектов.

Целью данной работы является изучение последовательности технологических операций, составляющих процесс улучшения портретных изображений и разработка процедур автоматизации для типовых операций.

Данные вопросы были рассмотрены в работах [1–5]. Однако данные авторы описывают некоторые особенности обработки и улучшения цифровых изображений, но не дают обобщенной характеристики дефектов портретной фотосъемки и конкретных алгоритмов их устранения.

Для разработки и апробации алгоритмов устранения дефектов цифровых портретов был выбран графический редактор Adobe Photoshop CS5. В нем существует большое количество фильтров, инструментов для ретуширования, цветокоррекции, и пр. Кроме этого программа позволяет работать со слоями и различными цветовыми пространствами, а также имеет мощный инструментальный для написания макросов.

3. Экспериментальная часть

Для примера была взята фотография с цветовыми дефектами — на ней фон кажется ярче, чем лицо девушки. Изображение было сделано любительским фотоаппаратом, в темном помещении, за счет чего и теряется сам образ.

Чтобы придать лицу более естественный оттенок, выделить его на фоне, был выполнен ряд действий.

Дублирование слоя. Выбрана команда Image > Apply Image. В качестве целевого объекта в строке Target диалогового окна Apply Image автоматически указывается открытый канал. В качестве источника (секция Source) выбран зеленый канал, оставляя режим Normal и непрозрачность 100 %. В ходе этой процедуры содержимое зеленого канала копируется в красный и в синий каналы, которые в результате становятся одинаковыми. Одинаковые каналы RGB дают серый цвет. Следовательно, изображение превратится в черно-белое.

После этого следует изменить режим наложения слоев на Luminosity, таким образом, программа получает указание использовать в изображении цвет оригинала, который находится на нижнем слое. Этот прием дает хороший эффект, потому что детали нормально освещенных лиц лучше всего проработаны в зеленом канале. Если три канала рассматривать как отдельные черно-белые изображения, то зеленый будет самым лучшим. Иногда в изображениях людей со светлой кожей синий канал тоже выглядит неплохо, и тогда можно взять и его.

Работу данного алгоритма можно увидеть на рис. 1. Заметно, что лицо девушки стало казаться более объемным, фигура отделилась от фона и теперь не сливается с ним. Черты лица стали более выразительны, волосы прорисованы и видна их четкая граница, кроме того придан им блеск. В целом изображение приобрело более привлекательный вид.

На следующем изображении снимок выполнен в солнечный день, достаточно хорошим фотоаппаратом. Видно, что фотография кажется слишком темной, при том, что необходимо передать солнечность и безмятежность. Кроме того цвет лица опять сливается с фоном. Изображению не хватает контраста. Чтобы выполнить цветокоррекцию и сделать изображение немного светлее, а черты лица более нежными и сглаженными необходимо выполнить следующий алгоритм действий.

Прежде всего, нужно знать, в каком цветовом пространстве загружается изображение в Adobe Photoshop. Его необходимо перевести в LAB пространство, где L — это значение светлоты, А и В — значения координат цветов.



Рис. 1. Пример портрета с цветовыми дефектами

Для перевода файла в другое цветовое пространство следует использовать не просто Image > Mode, а команду Edit > Convert to Profile [6, 7]. При этом рекомендуется выполнять сведение слоев. Дело в том, что при переводе изображения, скажем, из RGB в CMYK корректирующие слои пропадают, если слои предварительно не объединить. Результаты наложения в новом пространстве могут оказаться пересчитанными самым неожиданным образом — это касается всех режимов, кроме Normal.

Сократив количество слоев LAB-изображения до одного, необходимо сразу же создать сверху дубликат этого слоя для перехода к следующему шагу.

Согласно алгоритму, надо наложить каналы А и В сами на себя и режиме Overlay с непрозрачностью 100 %. Идея состоит в том, чтобы сделать верхний слой насыщеннее, чем нужно, а потом поупражняться со степенью непрозрачности. На практике цвет лица изображенного на фотографии человека может потребовать разного уровня непрозрачности для каждого канала. Телесные тона содержат красный компонент, но ни А, ни В не могут создать этот цвет друг без друга.

С усилением канала А цвет кожи становится более розовым или пурпурным. Усиление В придает коже желтый оттенок. Чтобы сделать ее более красной, надо повышать оба значения. Работая с данным алгоритмом необходимо помнить, что [5]:

- лица светлокотных людей европейского типа требуют большего усиления желтой компоненты, нежели пурпурной. Обычно у этих людей бывают светлые волосы и голубые глаза;
- смуглые и темнокожие европейцы и представители других этнических групп не нуждаются в искусственном загаре. У многих жителей Азии кожа темнее, чем у любого европейца;
- в изображениях людей европейского типа с довольно темной кожей, а также представителей других этнических групп и особенно афроамериканцев излишек желтого неприятен. Следует усилить пурпурный компонент телесных тонов в большей степени, чем желтый;
- при очень светлой коже значение В должно быть выше, чем А, а при очень темной — наоборот.

После наложения каналов, необходимо понизить уровень непрозрачности слоев до приемлемого уровня. В данном случае эти значения колеблются от 15 % до 20 %. Следует также учитывать калибровку монитора.

Результат выполнения алгоритма представлен на рис. 2. Заметно, что тени на лице не настолько насыщены, как на левом изображении. Кроме того оно приобрело розоватый оттенок, что создает впечатление свежести и солнечности, атмосфера на фотографии лучше передана.



Рис. 2. Пример портрета с недостатком контрастности

Очень часто после того, как с изображением проделали предыдущие алгоритмы, теряется резкость, кажутся непрорисованными черты лица, плохо переданы оттенки волос, детали одежды. Следующий алгоритм поможет сделать изображение объемнее, прорисовать мелкие детали, устранить незначительные размытости.

Традиционный метод повышения резкости работает по принципу обнаружения и подчеркивания границ тех или иных областей. Это хорошо для глаз, ресниц, волос, украшений, но нежелательно для кожи. Метод hiraloom (high Radius low Amount — большое значение Radius, малое значение Amount) помогает придать лицу объемность.

Если изображение предназначено для вывода в CMYK, следует воспользоваться методом hiraloom в LAB, затем преобразовать файл в CMYK и поднять резкость только в черном канале, который обычно не содержит деталей кожи. Это позволяет повысить резкость волос и глаз.

Если нужны RGB-файлы — всю работу по повышению резкости необходимо проделать в LAB [8, 9].

Чтобы ограничить эффект преимущественно темными областями изображения, не затрагивая телесных тонов, следует загрузить инвертированную маску светлоты. Резкость поднимаем не во всех каналах, а только в L. Затем следует применить фильтр Unsharp Mask. Самое главное — подобрать верное значение Radius. А это удобнее всего делать, отслеживая, что происходит с картинкой при непомерно завышенной величине Amount.

Для наглядности были взяты два примера, этот алгоритм проделали с предыдущей фотографией и на рис. 3 можно пронаблюдать, как на фоне осветленного лица выделяются ресницы и брови.

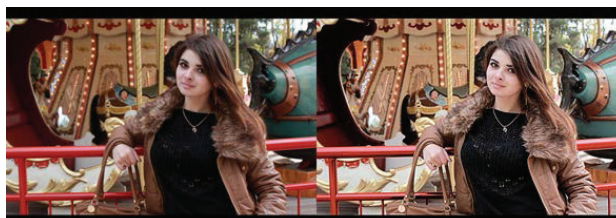


Рис. 3. Результирующее изображение

Помимо черт лица, видно, как прорисовался узор на кофте, труба стала объемнее, а изображение действительно стало казаться более объемным, девушка,

словно выдвинулась на передний план, а расстояние между ней и каруселью стало более ощутимо.

Для второго примера была взята фотография с различными значениями Amount. Этот показатель оказывает сильное влияние на портрет (рис. 4).



Рис. 4. Пример повышения резкости

Левое изображение — изначальное, среднее с выполнением команды Unsharp Mask с достаточным значением Amount, правое соответственно с чрезмерным. На крайнем правом портрете видно, где заканчиваются кончики волос у девушки, что выглядит очень неэстетично. Кроме того, заднее растение слишком бросается в глаза, что портит всю композицию.

На среднем же изображении все значения взяты в меру, бабочка не сливается с лицом модели, тени не мешают рассмотреть черты лица девушки, присутствует объемность.

После определения и проверки последовательности операций для устранения характерных дефектов портретных изображений можно перейти непосредственно к созданию макросов: операций или экшнов («Action») в программе Adobe Photoshop. Экшны — это набор последовательно записанных действий, проведенных над изображением, которые можно применить и к другому изображению, а также использовать в пакетной обработке. Он создается следующим образом:

- открыть нужный файл;
- открыть палитру «Операции» («Window» — «Actions»);
- создать новый набор экшнов, дав ему соответствующее название;
- создать новый экшн, также дав ему название и другие характеристики, если это требуется;
- записать последовательность действий, то есть последовательно проделать в режиме записи то, что затем будет делать экшн [8, 9].

После закрытия программы все созданные экшны удаляются, поэтому набор экшнов необходимо сохранить по следующему пути: C:\Program Files\Adobe\Adobe Photoshop CS5\Presets\Actions. Далее они загружаются Photoshop простым двойным щелчком мыши.

Обработка с помощью экшнов даже отдельных изображений выполняется гораздо быстрее, чем вручную. Для наглядного примера эффективности автоматизированного метода улучшения качества изображений выполнено сравнение ручной обработки данных изображений и пакетной с помощью экшнов.

Среднее значение по всем процедурам обработки составило 15,3 [10]. Это значит, что автоматическая обработка изображений выполняется в среднем в 15 раз быстрее ручной. Это очень важно, так как экономия сил и времени на однотипную обработку позволит в целом увеличить количество выполненной работы за рабочий день.

Результаты тестирования представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты ручной и автоматической обработки изображений

Исправляемый дефект	Ручная обработка, мин.	Автоматическая обработка, мин.	Сравнение, раз
Цветовые дефекты	10:46	00:30	21,5
Артефакты компрессии	10:30	00:31	20,3
Резкость	6:12	00:35	10,6
Контрастность	8:12	00:47	10,5
Яркость	5:38	00:24	14,1
Размер, разрешение	4:49	00:20	14,5
Среднее значение по всем процедурам			15,3

После того, как экшны созданы, с их помощью можно легко проводить как обработку отдельных изображений, так и пакетную обработку. Это можно провести двумя способами: через сценарии и с помощью дроплетов.

Для использования сценариев на данном этапе все готово, стоит только открыть панель «Обработчик изображений» («File» — «Scripts» — «Image Processing»), выбрать необходимые параметры, такие, как набор изображений для обработки, место сохранения результатов, тип сохраняемых файлов (можно выбрать несколько форматов) и экшн, с помощью которого будет обрабатываться пакет, затем запустить сценарий, и начнется автоматическая обработка.

Во втором случае необходимо создать дроплет. Дроплет («Droplet») — это небольшое приложение, которое автоматически обрабатывает все перетаскиваемые на него изображения. После создания дроплета («File» — «Automate» — «Create Droplet») и задания ему нужных параметров (место сохранения файла дроплета, набор и конкретный экшн, место сохранения получившегося изображения), в указанном месте появится иконка дроплета. Ее можно разместить в удобном для пользователя месте, например в папке с обрабатываемыми изображениями, или на рабочем столе, и легко проводить обработку нужных изображений, просто перетаскив его на эту иконку.

4. Выводы

Автоматизация обработки изображений значительно упрощает работу над ретушированием портретов, экономия времени, и силы, однако не стоит забывать, что, наряду с типичными для рассмотренного случая дефектами, существуют уникальные дефекты, и для достижения наилучшего результата их также нужно устранить.

Таким образом, в данной работе были рассмотрены основные дефекты цифровых портретов, а также разработана последовательность их устранения. После этого был разработан набор операций или экшнов, основанный на указанной последовательности, с помощью которых можно автоматически устранять характерные дефекты и выполнять пакетную обработку изображений. Также проведен сравнительный анализ ручной обработки изображений и выполнения тех же операций автоматически. Он показал, что автоматическая обработка выполняется в 15 раз быстрее по сравнению с ручными способами редактирования изображений.

Разработанные алгоритмы и процедуры обработки портретных фотографий и полученные макросы можно

рекомендовать для использования фотограмм, например, для обработки серии фотографий, или же использовать на этапе допечатной подготовки для ускорения и облегчения процесса обработки изображений при подготовке оригинал-макетов полиграфической продукции. Особенно это актуально при изготовлении рекламной продукции, для которой обрабатывают большой объем разнообразных изображений, в частности для рекламных каталогов.

Литература

1. Sharma, G. The Digital Color Imaging Handbook [Text] / G. Sharma. — New York: CRC Press, 2003. — 764 p.
2. Chebotareva, I. Digital image quality evaluation adapted to structure of the open printing system [Text] / Irina Chebotareva, Natalia Gurieva // 15 International Conference on Printing, Design and Graphic Communications, Senj, 21st – 24th September 2011, Croatia. — 2011. — pp. 301–307.
3. Фрэйзер, Б. Управление цветом. Искусство допечатной подготовки : пер. с англ. / Б. Фрэйзер, К. Мэрфи, Ф. Бантинг. — К.: ООО «ТИД «ДС», 2003. — 464 с.
4. Шашлов, Б. А. Цвет и цветовоспроизведение / Б. А. Шашлов. — М.: МГУП, 2003. — 180 с.
5. Margulis, D. Photoshop LAB Color: The Canyon Conundrum and Other Adventures in the Most Powerful Colorspace / D. Margulis. — CA: Peachpit Press Berkeley, 2005. — 384 p.
6. Кузнецов, Ю. В. Технология обработки изобразительной информации [Text] / Ю. В. Кузнецов. — СПб.: Петербургский институт печати, 2002. — 244 с.
7. Айсманн, К. Энциклопедия цифровой фотографии Кэтрин Айсманн. Ретуширование и восстановление фотографий [Text] / К. Айсманн. — М.: Вильямс, 2011. — 576 с.
8. Кларк, М. Т. Фильтры для Photoshop 5. Спецэффекты и дизайн [Text] / М. Т. Кларк. — М.: Диалектика, 1999. — 384 с.
9. Пожарская, С. Фотомастер. Книга о фотографах и фотографии [Text] / С. Пожарская. — М.: Пента, 2001. — 336 с.
10. Артюхова, А. А. Способы автоматизации обработки цифровых оригиналов с дефектами [Text] : матер. III заоч. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Омск, 28–30 мая 2013 г. / науч. ред. С. Н. Литинов, отв. ред. И. А. Сысуев // Полиграфия: технология, оборудование, материалы. — Омск: Изд-во ОмГТУ, 2013. — 140 с.

МОЖЛИВОСТІ АВТОМАТИЗАЦІЇ ОБРОБКИ ЦИФРОВИХ ПОРТРЕТІВ

У статті представлені алгоритми дій для ретушування цифрових портретів і варіанти автоматизації цих дій, досліджено вплив умов зйомки та характеристик фотоапарата, з якого взято знімок, на різні параметри процедур автоматизації. Виділено основні дефекти, які виникають при роботі з портретами.

Ключові слова: ретушування, портрет, автоматизація, алгоритми, дефекти, поліграфія, фотографія, сканування, цифрова обробка.

Чеботарева Ірина Борисівна, доцент, кафедра Медіасистем і технологій, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.

Захарченко Вероніка Володимирівна, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна, e-mail: miss.mill@mail.ru.

Чеботарьова Ірина Борисівна, доцент, кафедра Медіасистем і технологій, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.

Захарченко Вероніка Володимирівна, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.

Chebotareva Irina, Kharkov National University of Radio Electronics, Ukraine.

Zakharchenko Veronika, Kharkov National University of Radio Electronics, Ukraine, e-mail: miss.mill@mail.ru

УДК 621.314.222.6

Ільїн С. В.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВИХ ТА ГІДРОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В РАДІАТОРНІЙ СИСТЕМІ ОХОЛОДЖЕННЯ МАСЛЯНОГО ТРАНСФОРМАТОРА

Розглядаються теплообмінні та гідродинамічні процеси, які мають місце в радіаторах систем охолодження силових трансформаторів при відведенні теплоти від масла до навколишнього середовища. Описується експериментальна установка, створена для проведення досліджень. Проводиться порівняння результатів, отриманих експериментальним шляхом з результатами математичного моделювання.

Ключові слова: коефіцієнт тепловіддачі, силовий трансформатор, радіатор системи охолодження, швидкість течії масла

1. Вступ

На сьогоднішній день проблеми організації ефективного відводу тепла від активної частини масляних трансформаторів при мінімальних витратах на електроенергію та обладнання є одними з ключових в галузі. Відвід теплоти від трансформаторного масла здійс-

нюється в радіаторах. Завдяки процесам, що мають місце в радіаторній системі охолодження, вдається досягти температури масла на вході в обмотку трансформатора, яка дозволяє організувати ефективний відвід теплоти від міді котушок для подальшої передачі її навколишньому середовищу.

2. Постановка проблеми

Для більш повного аналізу характеру руху охолоджуючої рідини по основному контуру було проведено дослідження процесу тепловіддачі в охолоджувальному радіаторі. Необхідність вивчення теплообмінних процесів в радіаторі трансформатора обумовлено тим, що саме від ефективності роботи системи охолодження буде залежати температура масла на вході в обмотку.

3. Аналіз основних досліджень та публікацій з даної проблеми

Основи виконання теплового розрахунку радіаторів охолодження та силових трансформаторів в цілому закладені Л. Кішем [1] та Г. Готтером [2]. Проте на сьогоднішній день не існує достовірних досліджень теплових процесів в радіаторі системи охолодження, викладених в літературі, які б враховували потужність трансформатора та геометрію охолоджуючих каналів в його обмотках [3–7].

На сучасному етапі розвитку вітчизняного трансформаторобудування, в умовах зростання цін на метал, а також зростання цін на транспорт, все більш гостро стоїть проблема зниження габаритів електричних машин [8]. Великий інтерес представляє можливість експлуатації трансформаторів з шириною каналів обмоток менше 3 мм і природною циркуляцією охолоджуючої середовища [9, 10]. При цьому необхідно дотримуватися температурного режиму. А отже, виникає необхідність дослідити теплообмінні та гідродинамічні процеси в радіаторі системи охолодження силового трансформатора.

4. Результати досліджень

Для дослідження теплових процесів в радіаторі силового трансформатора була створена експериментальна установка, яка відображена на рис. 1 та рис. 2.

Установка являє собою модель однієї секції реального радіатора силового трансформатора.

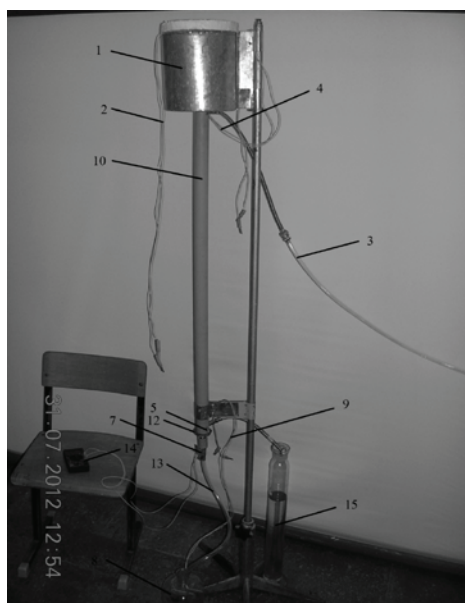


Рис. 1. Установка для дослідження теплообмінних процесів в радіаторі трансформатора

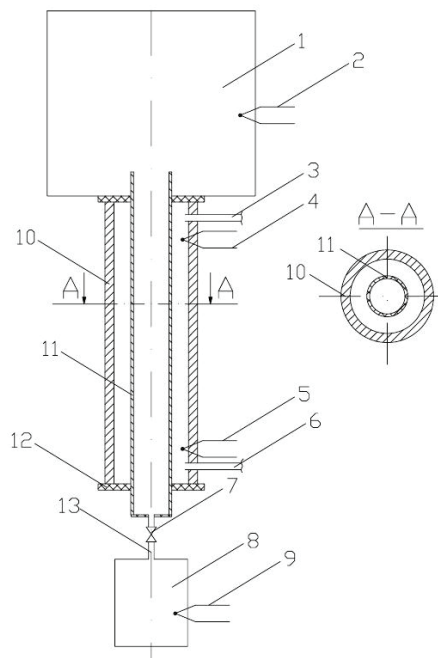


Рис. 2. Схема установки для дослідження теплообмінних процесів в радіаторі трансформатора

В якості схеми руху теплоносіїв в установці обрано прямоток. Теплоносієм, що гріє теплообмінник, — трансформаторне масло Т-1500, що було в використанні, в кількості $V_M = 1750$ мл, теплоносієм, який підігрівается, — вода. Розігріте трансформаторне масло знаходиться в ємності 1, яка покрита шаром утеплювача. Ємність з'єднана з мідною трубою 11, всередині якої протікає розігріте масло. Зовнішній діаметр труби 11 складає $d_M^{нар} = 20$ мм, внутрішній $d_M^{вн} = 16,5$ мм її довжина $L_M = 950$ мм. Канал для протікання охолоджуючої води утворений пластиковою трубою 10. Її зовнішній діаметр становить $d_n^{нар} = 40$ мм, внутрішній — $d_n^{вн} = 27$ мм. Труба 11 відцентрована в 10 за допомогою шайб 12. Витрата масла через установку регулюється кутом, на який відкрито шаровий кран 7, який приєднано до нижньої частини мідної труби.

Основними параметрами для дослідження теплообмінних процесів в установці є витрати масла та води та їх температури на вході та виході з установки.

Температура розігрітого масла вимірюється терморпарою 2, що розташована в ємності 1; охолодженого масла — терморпарою 9 в ємності 8. Температура води на вході в установку вимірюється терморпарою 4, а на виході — 5. Терморпари підключаються до цифрового мультиметра 14.

Масло розігрівается до температури 70–80 °С, що відповідає температурі охолоджуючого середовища на вході в радіатор силового трансформатора.

Результати, які були отримані під час проведення експерименту зведені до табл. 1.

Витрата масла через установку в експерименті № 1 становить

$$G_M = \frac{V_M}{\tau_M} = \frac{1,75}{60} = 0,03 \text{ л/с.}$$

Перепад температур на вході в теплообмінник позначено

$$\Delta t_{вх} = t_M^{вх} - t_B^{вх}, \quad (1)$$

а на виході з нього

$$\Delta t_{\text{вих}} = t_{\text{М}}^{\text{вих}} - t_{\text{В}}^{\text{вих}}. \quad (2)$$

Таблиця 1

Температури масла і води на вході та виході з експериментальної установки

Номер експерименту	Температура масла на вході в установку $t_{\text{М}}^{\text{вх}}, ^\circ\text{C}$	Температура масла на виході з установки $t_{\text{М}}^{\text{вих}}, ^\circ\text{C}$	Температура води на вході в установку $t_{\text{В}}^{\text{вх}}, ^\circ\text{C}$	Температура води на виході з установки $t_{\text{В}}^{\text{вих}}, ^\circ\text{C}$
1	77	58	22	28
2	75	53	22	29
3	72	43	21	25
4	71	50	22	27
5	70	48	22	25
6	73	45	22	26

В експерименті № 1 $\Delta t_{\text{вх}} = 77 - 22 = 55 ^\circ\text{C}$,
 $\Delta t_{\text{вих}} = 58 - 28 = 30 ^\circ\text{C}$.

Середній температурний напір дорівнює

$$\Delta t_{\text{прям}} = \frac{\Delta t_{\text{вх}} - \Delta t_{\text{вих}}}{2,31g} \frac{\Delta t_{\text{вх}}}{\Delta t_{\text{вих}}}. \quad (3)$$

$$\text{В експерименті № 1 } \Delta t_{\text{прям}} = \frac{55 - 30}{2,31g} \frac{55}{30} = 41,34 ^\circ\text{C}.$$

Тепловий баланс для першого експерименту має вигляд:

$$\Delta Q_{\text{М}} = \Delta Q_{\text{В}}, \quad (4)$$

де $\Delta Q_{\text{М}}$ — кількість теплоти, яка віддається маслом в теплообміннику, Дж/кг; $\Delta Q_{\text{В}}$ — кількість теплоти, яка приймається маслом в теплообміннику, Дж/кг.

Кількість теплоти залежить від теплоємності речовини (c), її витрати (G) та температурного градієнту (Δt). Отже

$$G_{\text{М}} \cdot c_{\text{М}} \cdot \Delta t_{\text{М}} = G_{\text{В}} \cdot c_{\text{В}} \cdot \Delta t_{\text{В}}. \quad (5)$$

Звідки теплоємність масла дорівнює

$$c_{\text{М}} = \frac{G_{\text{В}} \cdot c_{\text{В}} \cdot \Delta t_{\text{В}}}{G_{\text{М}} \cdot \Delta t_{\text{М}}}. \quad (6)$$

Для першого експерименту теплоємність масла становить:

$$c_{\text{М}} = \frac{60/40 \cdot 4200 \cdot (28 - 22)}{1,750 \cdot (77 - 58)} = \frac{37800}{33,25} \approx 1136 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K}),$$

що є близькою до нормативних значень (до 1500 Дж/(кг·К)), враховуючи значне забруднення експериментального масла в процесі використання.

Коефіцієнт тепловіддачі зі сторони масла становить

$$\alpha_{\text{М}} = \frac{\Delta Q_{\text{М}}}{F_{\text{М}} \tau_{\text{М}} \Delta t_{\text{М}}}, \quad (7)$$

де $F_{\text{М}}$ — площа теплообмінника з боку масла, м^2 ,

$$F_{\text{М}} = \pi d_{\text{М}}^{\text{нар}} L_{\text{М}} = 3,14 \cdot 0,02 \cdot 0,95 \approx 0,06 \text{ м}^2,$$

$\Delta t_{\text{М}}$ — перепад температури масла в теплообміннику.

Підставивши (6) в (7) отримаємо:

$$\alpha_{\text{М}} = \frac{G_{\text{М}} c_{\text{М}} \Delta t_{\text{М}}}{F_{\text{М}} \tau_{\text{М}} \Delta t_{\text{М}}} = \frac{G_{\text{М}} c_{\text{М}}}{F_{\text{М}} \tau_{\text{М}}}. \quad (8)$$

Перепад температури масла в теплообміннику $\Delta t_{\text{М}}$ присутній і в чисельнику і в знаменнику, отже, його можна скоротити. Однак, зважаючи на те, що $\Delta t_{\text{М}}$ впливає на значення теплоємності $c_{\text{М}}$, то можна стверджувати, що коефіцієнт тепловіддачі на границі «масло — охолоджуюча рідина» знаходиться в залежності від перепаду температури масла в теплообміннику.

Отже, для експерименту № 1

$$\alpha_{\text{М}} = \frac{G_{\text{М}} c_{\text{М}}}{F_{\text{М}} \tau_{\text{М}}} = \frac{0,03 \cdot 1136}{0,06 \cdot 60} = 9,47 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K}).$$

Отримані результати для інших експериментів зведені в табл. 2.

Таблиця 2

Розрахункові значення коефіцієнту тепловіддачі масла

Номер експерименту	Витрата масла $G_{\text{М}}, \text{л/с}$	Перепад температур на вході $\Delta t_{\text{вх}}, ^\circ\text{C}$	Перепад температур на виході $\Delta t_{\text{вих}}, ^\circ\text{C}$	Середній температурний напір $\Delta t_{\text{прям}}, ^\circ\text{C}$	Коефіцієнт тепловіддачі $\alpha_{\text{М}}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$
1	0,03	55	30	41,34	9,47
2	0,029	53	24	36,65	9,19
3	0,0092	51	18	31,72	3,44
4	0,019	49	23	34,42	5,92
5	0,02	48	23	34,02	6,05
6	0,028	51	19	32,44	3,84

Для перевірки отриманих результатів була створена чисельна модель, яка вирішувалась методом кінцевих елементів. Геометрія моделі збігається з відповідними параметрами експериментального теплообмінника (рис. 1). Циркуляція масла в моделі та в експериментальній установці — природня.

Результати розрахунків представлені на рис. 3 та рис. 4. Температура масла на вході біла задана 80 °C (рис. 3). Температура охолоджуючої рідини складає 22 °C. В результаті проведених розрахунків було отримано значення температури масла на виході з радіатора, яке становило приблизно 322 K або 49 °C. Таким чином, отримано температурний градієнт масла на вході та виході з моделі в 31 °C.

На рис. 4 приведені результати розрахунків полів швидкостей течії масла в каналі радіатора трансформатора. Швидкість течії масла є практично незмінною уздовж довжини каналу та коливається в діапазоні від 0,22 м/с до 0,5 м/с. Розрахункова швидкість течії масла є найбільш наближеною до результатів, що були отримані в експерименті 3.

Отже умови проведення саме цього експерименту можна вважати такими, що в значній мірі відповідають умовам моделювання.

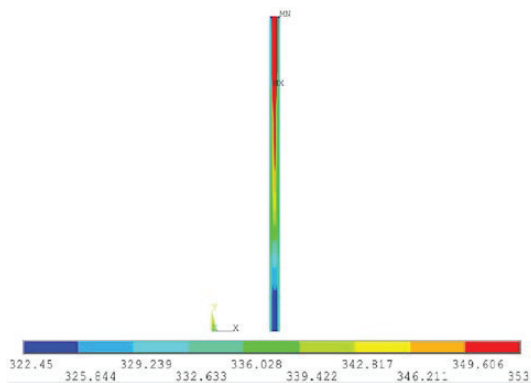


Рис. 3. Поле температуры масла (К) в радиаторі

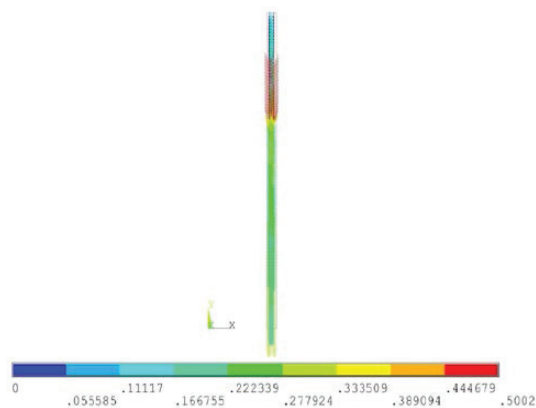


Рис. 4. Поля швидкостей (м/с) масла в радиаторі

Розрахункові та експериментальні значення температур масла в радіаторі для всіх експериментів зведено в табл. 3. Розраховані абсолютні та відносні похибки отриманих результатів.

Таблиця 3

Розрахункові та експериментальні значення температур масла в радіаторі

Номер експерименту	Експериментальний градієнт температури масла, °С	Розрахунковий градієнт температури масла, °С	Абсолютна похибка вимірювань, °С	Відносна похибка вимірювань, %
1	19	31	12	63,15
2	22	31	9	40,9
3	29	31	2	6,9
4	21	31	10	47,6
5	22	31	9	40,9
6	28	31	3	9,64

Таким чином, найбільш наближений до розрахункового температурний градієнт був отриманий в експерименті 3. Це означає, що саме в цьому експерименті вдалося досягти значення витрати масла через радіатор, яке в значній мірі відповідає розрахунковому.

5. Висновки

Описано створені фізичну та чисельну моделі секції трансформаторного радіатора. Порівняно отриману експериментальним шляхом величину градієнту темпе-

ратури масла в моделі з розрахунковою, яку отримано методом кінцевих елементів. Оцінені абсолютна та відносна похибки вимірювань. Встановлено, що експеримент 3 в найбільшій мірі відповідає умовам чисельного моделювання. Отже, експеримент 3 в найбільшій мірі відтворює теплові процеси в секції радіатора при невимушеній циркуляції в ній масла.

Виходячи з експериментальних даних, були розраховані значення середнього температурного напору, коефіцієнту тепловіддачі зі сторони масла, перепаду температур на вході та виході з моделі, перепаду температур масла, швидкості течії масла, кількості теплоти, яка віддається маслом та витрати масла через модель секції масляного радіатора системи охолодження силового трансформатора.

Література

1. Киш, Л. Нагрев и охлаждение трансформаторов. Серия «Трансформаторы». Выпуск 36 [Текст] : пер с венгерского / Л. Киш. — М.: Энергия, 1980. — 208 с.
2. Готтер, Г. Нагрев и охлаждение электрических машин [Текст] : пер. с англ. / Г. Готтер. — М.: Энергоиздат, 1956. — 480 с.
3. Копылов, И. П. Электрические машины: Трансформаторы [Текст] : учебное пособие для электромех. спец. вузов / И. П. Копылов. — М.: Высш. шк., 1989. — 352 с.
4. Любчик, М. А. К расчету температурного поля в катушках электрических устройств [Текст] / М. А. Любчик // Труды ХПИ. — 1960. — Вып. 30, № 1. — С. 73–87.
5. Петров, Г. Н. Температурное поле в обмотках трансформатора [Текст] / Г. Н. Петров // Изв. АН СССР: Энергетика и транспорт. — 1975. — № 1. — С. 78–81.
6. Рассальский, А. Н. Расчет максимальной температуры катушечных обмоток трансформаторов [Текст] / А. Н. Рассальский, В. А. Машкин, Ю. А. Михайловский // Электричество. — 1981. — № 8. — С. 45–47.
7. Козлов, В. В. Расчет максимальной температуры обмоток силовых трансформаторов методом конечных элементов [Текст] / В. В. Козлов // Электротехника і електромеханіка. — 2003. — № 1. — С. 49–52.
8. Лизунов, С. Д. Проблемы современного трансформаторостроения в России [Текст] / С. Д. Лизунов, А. К. Лоханин. — М.: Электричество, 2000. — 54 с.
9. Ільїн, С. В. Дослідження методів зниження витрат матеріалів у галузі трансформаторобудування [Текст] / С. В. Ільїн, І. Г. Яковлева, М. С. Мальований // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2011. — № 2. — С. 139–142.
10. Ільїн, С. В. Способи інтенсифікації процесів відводу теплоти від котушок дискових обмоток трансформатора [Текст] / С. В. Ільїн // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія «Нові рішення в сучасних технологіях». — 2012. — № 33. — С. 99–102.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ И ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В РАДИАТОРНОЙ СИСТЕМЕ ОХЛАЖДЕНИЯ МАСЛЯНОГО ТРАНСФОРМАТОРА

Рассматриваются теплообменные и гидродинамические процессы, которые имеют место в радиаторах систем охлаждения силовых трансформаторов при отводе теплоты от масла к окружающей среде. Описывается экспериментальная установка, созданная для проведения исследований. Проводится сравнения результатов, полученных экспериментальным путем с результатами математического моделирования.

Ключевые слова: коэффициент теплоотдачи, силовой трансформатор, радиатор системы охлаждения, скорость течения масла.

Ільїн Сергій Віталійович, асистент, кафедра теплоенергетики, Запорізька державна інженерна академія, Україна, e-mail: svizp@mail.ru.

Ільїн Сергей Витальевич, ассистент, кафедра теплоэнергетики, Запорожская государственная инженерная академия, Украина.

Ilyin Sergey, Zaporozhye State Engineering Academy, Ukraine, e-mail: svizp@mail.ru

Полякова М. В.,
Ищенко А. В.,
Емец Ю. В.

ПРИМЕНЕНИЕ ОБОБЩЕННЫХ ГРЕБЕНЧАТЫХ ВЕЙВЛЕТ-ФУНКЦИЙ ДЛЯ СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ АНГИОГРАММ

Усовершенствован метод сегментации изображений сосудов на ангиограммах путем применения преобразования с обобщенной гребенчатой вейвлет-функцией, а также предложена процедура улучшения качества выделения скелетона сосудов путем удаления петель. Это позволило повысить быстродействие метода сегментации ангиограмм и обеспечить качество локализации дерева сосудов на ангиограмме, необходимое для принятия диагностического решения.

Ключевые слова: скелетон, сегментация изображений, ангиограмма, вейвлет-преобразование

1. Введение

Результаты, получаемые при диагностике пораженных сосудов на современном оборудовании, характеризуются очень большим размером 3D-данных высокого разрешения [1]. Для создания трехмерной модели сосудов выполняется сегментация ангиографических изображений, цель которой — сокращение объема обрабатываемой информации и обеспечение инвариантности к преобразованиям интенсивности изображений. Затем выполняется построение скелетона сосуда для формирования его 3D-модели, которая является более удобной для принятия диагностического решения. В процессе сегментации и скелетизации ангиографических изображений решаются задачи локализации дерева сосуда на ангиограмме и бинаризации ангиографического изображения. Далее проводится анализ бинаризованного изображения ангиограммы [2].

Проведенный анализ существующих методов сегментации изображений сосудов на ангиограммах показал, что основным недостатком этих методов является высокое время обработки или, как альтернатива, высокий уровень аппаратных затрат. Однако возможность объединения диагностического и лечебного потенциала метода ангиографии во время одной процедуры накладывает временные ограничения на метод сегментации ангиографических изображений. Поэтому для сокращения вычислительных затрат в методах сегментации ангиограмм используют многомасштабную обработку изображений [3].

Так, метод работы [3] выполняет локализацию дерева сосудов на ангиограмме путем анализа собственных значений матрицы Гессе $H(x, y)$ в каждой точке изображения $I(x, y)$, $x = 1, \dots, N$; $y = 1, \dots, M$. При вычислении этой матрицы учитывалось, что ширина сосуда на всей его протяженности изменяется. Поэтому для выделения фрагментов сосуда различной ширины выполнялось масштабно-пространственное представление ангиографического изображения [4] и анализ собственных значений матрицы Гессе проводился на фиксированном множестве значений масштаба. Для каждого из значений масштаба s путем свертки с производной гауссиана вычислялись частные производные изображения $I(x, y)$: $I_{xy}(x, y)$, $I_{xx}(x, y)$, $I_{yx}(x, y)$, $I_{yy}(x, y)$.

Однако при многомасштабной обработке изображения время обработки не удовлетворяет временным ограничениям методов сегментации ангиограмм. Повысить быстродействие рассматриваемого метода сегментации ангиограмм можно путем применения разработанной в [5] обобщенной гребенчатой вейвлет-функции, заменив несколько уровней обработки одним. Последнее достигается за счет того, что свертка с обобщенной гребенчатой вейвлет-функцией аналогична использованию набора полосовых фильтров. К тому же применение обобщенных гребенчатых вейвлет-функций обеспечивает качество локализации дерева сосудов на ангиограмме, необходимое для принятия диагностического решения.

Целью работы является повышение качества выделения скелетона на изображении ангиограмм путем морфологической обработки и сокращение времени обработки ангиограмм за счет применения обобщенных гребенчатых вейвлет-функций для локализации сосудов. Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- усовершенствование метода сегментации изображений сосудов на ангиограммах путем применения преобразования с обобщенными гребенчатыми вейвлет-функциями;
- улучшение качества выделения скелетона сосудов путем удаления петель;
- исследование быстродействия и помехоустойчивости усовершенствованного метода при сегментации изображений, полученных в ходе ангиографического исследования коронарных сосудов.

2. Метод сегментации ангиограмм с использованием вейвлет-функций

В этой работе усовершенствован метод работы [3], в котором для нахождения частных производных проводится преобразование с обобщенной вейвлет-функцией.

В результате вычисления значений обобщенной гребенчатой вейвлет-функции $\psi(x)$ получаем дискретную последовательность $\{\psi_n\}_{n=0}^N$, где N — количество коэффициентов этой последовательности, которую используем в качестве коэффициентов фильтра для обработки изображений [5]. На рис. 1 показана импульсная

характеристика фильтра $\{\Psi_n\}_{n=0}^N$, полученная путем применения 3-х итераций каскадного алгоритма [6] к двумасштабному разностному уравнению с коэффициентами $\left\{-\frac{1}{2^{3+\alpha}}, \frac{1}{2^{2+\alpha}}, -\frac{1}{2^{1+\alpha}}, 1, 1, -\frac{1}{2}, \frac{1}{2^{2+\alpha}}, -\frac{1}{2^{3+\alpha}}\right\}$, масштабированными к единице, где $\alpha=0,7$.

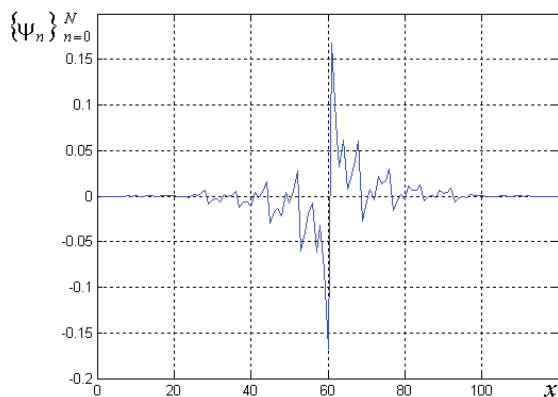


Рис. 1. Импульсная характеристика фильтра $\{\Psi_n\}_{n=0}^N$

Фильтр $\{\Psi_n\}_{n=0}^N$ использовался для нахождения частных производных изображения $I_{xx}(x, y)$, $I_{xy}(x, y)$, $I_{yx}(x, y)$, $I_{yy}(x, y)$. Далее согласно методу работы [3] для каждого пикселя изображения вычислялась матрица Гессе $H(x, y)$ по формуле

$$H(x, y) = \begin{pmatrix} I_{xx}(x, y) & I_{xy}(x, y) \\ I_{yx}(x, y) & I_{yy}(x, y) \end{pmatrix}$$

и определялись собственные значения этой матрицы $\lambda_h(x, y)$ и $\lambda_l(x, y)$, где $|\lambda_h(x, y)| \geq |\lambda_l(x, y)|$. Предполагалось, что сосуды на ангиограмме обозначены темным цветом на более светлом фоне, тогда они могут быть выделены при помощи следующих условий на собственные значения матрицы Гессе в каждой точке изображения:

$$\lambda_h(x, y) \gg \lambda_l(x, y), \tag{1}$$

$$\lambda_l(x, y) \approx 0, \tag{2}$$

$$\lambda_h(x, y) > 0. \tag{3}$$

Условия (1)–(2) позволяют обнаружить на изображении объекты, похожие на сосуды. Условие (3) означает, что подобные объекты выделены темным цветом на светлом фоне.

Далее в точках изображения, в которых выполняется условие (3), вычисляются две характеристики: $S(x, y)$ и $R_b(x, y)$. $R_b(x, y)$ показывает, насколько форма объекта на изображении близка к пятну, $R_b(x, y) = \frac{|\lambda_l(x, y)|}{|\lambda_h(x, y)|}$. Так как $|\lambda_h(x, y)| > |\lambda_l(x, y)|$, то $R_b(x, y)$ принимает значения из отрезка $[0, 1]$, а для пикселей объектов, похожих на сосуды, $R_b(x, y)$ близка к нулю. Функция $S(x, y)$ характеризует помехоустойчивость представления изображения сосудов с помощью собственных значений матрицы Гессе и вычисляется как норма Фробениуса этой матрицы $S(x, y) = \|H(x, y)\|_F = \sqrt{|\lambda_l(x, y)| + |\lambda_h(x, y)|}$.

Значения $S(x, y)$ малы в зашумленных областях изображения со слабо различимыми фрагментами сосудов. В точках изображения, для которых условие (3) не выполняется, функции $S(x, y)$ и $R_b(x, y)$ полагаются равными нулю.

На основе функций $S(x, y)$ и $R_b(x, y)$ определяется функция $g_{c, \beta}(x, y)$, локализирующая сосуды на ангиограмме

$$g_{c, \beta}(x, y) = \begin{cases} e^{-R_b^2(x, y)/2\beta^2} (1 - e^{-S^2(x, y)/2c^2}), \\ \text{если } |\lambda_h(x, y)| > 0, \\ 0, \text{ в противном случае,} \end{cases}$$

где c, β — параметры. В [9] β фиксировалось равным 0,5; c полагалось равным половине максимального по (x, y) значения $\|H(x, y)\|_F, x=1, \dots, N, y=1, \dots, M$.

При реализации базового метода работы [3] в процессе многомасштабной обработки функция $g_{c, \beta}(x, y)$ вычислялась для каждого из значений масштаба s из фиксированного множества S . В результате получался набор функций $V_{s_0}(x, y) = g_{c, \beta}(x, y)|_{s=s_0}$. Далее для каждого пикселя изображения определялось значение $V(x, y) = \max_{s_0 \in S} V_{s_0}(x, y)$. К функции $V(x, y)$ затем применялась пороговая обработка с гистерезисом [3].

В предлагаемой модификации базового метода для нахождения частных производных изображения проводится преобразование с обобщенной вейвлет-функцией с компактным носителем на единственном масштабе. Затем с учетом результата преобразования вычисляется функция $g_{c, \beta}(x, y)$. Далее пороговая обработка с гистерезисом применяется непосредственно к функции $g_{c, \beta}(x, y)$, т. е. в качестве $V(x, y)$ выбирается $g_{c, \beta}(x, y)$: $V(x, y) = g_{c, \beta}(x, y)$.

В ходе пороговой обработки с гистерезисом изображение $V(x, y)$ преобразовалось в бинарное изображение $B(x, y)$ с помощью двух порогов — верхнего и нижнего. Верхний и нижний пороги для обработки изображения определялись как αt_h и βt_h , $\alpha > \beta$, $\alpha > 0$, $\beta > 0$, — параметры (например, $\alpha = 1,1$; $\beta = 0,9$), t_h — значение порога, вычисленное методом работы [7].

Полученное бинарное изображение $B(x, y)$ содержало мелкие отдельно расположенные темные и белые области. Такие фрагменты препятствовали построению качественного скелетона на следующем шаге обработки ангиограммы. Поэтому к изображению $B(x, y)$ применялась фильтрация слитных групп [8]. Далее выполнялась скелетизация бинарного изображения и удаление ложных ветвей скелетона изображения путем стирания концевых точек при условии, что длина паразитных составляющих не превышает заданного числа пикселей и не достигнута точка ветвления.

Полученный скелетон сосуда содержал некоторое количество петель. Для их удаления использовалась морфологическая обработка. В данной работе предлагается следующая процедура удаления петель.

1. Сначала задается порог. Петли, размер которых превышает заданный порог, удаляются, для чего находим замкнутые четырехсвязные области темных пикселей на изображении скелетона, которые отвечают петлям — признаком этих областей является черная область в окружении белого контура.

2. Затем в цикле перебираются выделенные петли, и проверяется, не превышает ли найденная область заданный порог. При этом мы контролируем выход за границы изображения.

3. На следующем шаге проводится дилатация для каждой найденной петли на изображении скелетона для того, чтобы удалить контур, окружающий петлю.

4. В результате работы данной процедуры получаем скелетон, который не содержит петель, но имеет разрывы, которые необходимо соединить. Для этого задается максимальное расстояние для отрезков, которые будут соединяться и путем перебора фрагментов изображения, которые отвечают удаленным петлям, находятся конечные точки на скелетоне для каждого фрагмента. Затем определяется расстояние между этими точками. Если это расстояние не превышает максимальное расстояние, то с помощью алгоритма Брезенхема эти отрезки соединяются [9]. В результате получаем скелетон сосуда без петель.

3. Экспериментальные исследования и выводы

При проведении экспериментальных исследований учитывалось, что выделение сосудов на ангиограммах преследует две цели: получение центральных линий крупных сосудов для дальнейшей обработки и получение количественной оценки затенения артерий. Обозначим $W(x,y)$ — выходное изображение в результате выделения сосудов на ангиограмме, и сравним его с изображением $W_0(x,y)$, представляющим результат сегментации врачом-диагностом исходной ангиограммы. Вычислялись следующие характеристики: среднеквадратичная ошибка MSE ; коэффициент корреляции NC ; вероятность α ошибки первого рода (ложной тревоги); вероятность β ошибки второго рода (пропуска точки сосуда). Результаты оценивания этих характеристик на 37 ангиограммах, сегментированных базовым и разработанным методом, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты оценивания характеристик сегментации ангиограмм

Характеристика	MSE	NC	α	β	Время обработки, с
Базовый метод	0,0298	0,8079	0,0176	0,0122	53,0
Разработанный метод	0,0283	0,8178	0,0138	0,0142	30,1

Заметим, что применение обобщенной гребенчатой вейвлет-функции позволило снизить среднеквадратичную ошибку на 5 %, а также повысить коэффициент корреляции на 1 %. При этом вероятность α ошибки 1-го рода сократилась в 1,22 раза, а вероятность β ошибки 2-го рода возросла в 1,14 раз.

В процессе экспериментальных исследований также проводилось сравнение скелетона S бинарного изображения, полученного путем сегментации ангиограммы модифицированным методом, со скелетоном M изображения, который является результатом сегментации той же ангиограммы экспертом. Вычислялись следующие характеристики [10]:

— отношение количества пикселей на скелетоне:

$$SMCR(S,M) = \frac{|S|}{|M|},$$

— минимальное расстояние от скелетона S до скелетона M :

$$MSD(S,M) = \left\{ \min_{s \in S} d(m,s) \mid m \in M \right\},$$

— минимальное расстояние от скелетона S до скелетона M :

$$SMD(S,M) = \left\{ \min_{m \in M} d(m,s) \mid s \in S \right\}.$$

Результаты сравнения модифицированного метода по сравнению с базовым методом представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты исследования эффективности модифицированного метода в сравнении с базовым

Метод сегментации	$SMCR$	MSD		SMD		Время обработки, с
		Среднее значение	Стандартное отклонение	Среднее значение	Стандартное отклонение	
Базовый	1,1620	1,1288	1,9208	3,5708	7,8904	14,7
Разработанный	1,0437	2,6162	0,9046	2,6659	0,5777	14,2

В результате экспериментов было показано, что среднее значение и стандартное отклонение минимального расстояния от скелетона S до скелетона M снизились на 11 % и 88 % соответственно, и стандартное отклонение минимального расстояния от скелетона M до скелетона S снизилось на 89 %.

На рис. 2, а показано реальное изображение, на котором выделялось дерево сосудов (рис. 2, б) и строился скелетон (рис. 2, в). Далее выделены петли (рис. 2, г) и получен скелетон без петель (рис. 2, д).

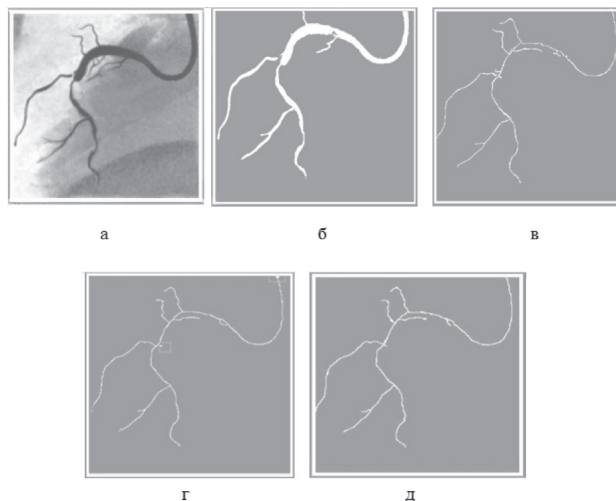


Рис. 2. Результаты применения метода на реальных изображениях: исходное изображение ангиограммы (а), дерево сосудов на ангиограмме, полученное с использованием обобщенной гребенчатой вейвлет-функции (б), скелетон дерева сосудов до удаления петель (в), выделение петель на скелетоне (г), скелетон изображения сосудов без петель (д)

Таким образом в работе усовершенствован метод сегментации ангиограмм с применением вейвлет-функций для построения скелетона сосудов. На основе

проведених досліджень можна зробити висновок, що запропонований метод відповідає практичним вимогам і дозволяє уточнити локалізацію ураження судинистого русла, що підвищує достовірність діагнозу ішемічної хвороби серця.

Литература

1. Ільєсова, Н. Ю. Комп'ютерна технологія відновлення просторової структури коронарних судин по ангиографічній проекції [Текст] / Н. Ю. Ільєсова, Н. Л. Казанський, А. О. Корєпанов, А. В. Купріянов, А. В. Устинов, А. Г. Храмов // Комп'ютерна оптика. — 2009. — Т. 33, № 3. — С. 281–317.
2. Kirbas, C. A review of vessel extraction techniques and algorithms [Text] / C. Kirbas, F. Quek // ACM Computing Survey. — 2004. — № 36(2). — pp. 81–124.
3. Frangi, A. F. Multiscale vessel enhancement filtering [Text] / A. F. Frangi, W. J. Niessen, K. L. Vincken, M. A. Viergever // Lecture Notes in Computer Science. — 1998. — № 1496. — pp. 130–138.
4. Lindeberg, T. Edge detection and ridge detection with automatic scale selection [Text] / T. Lindeberg // International Journal of Computer Vision. — № 30(2). — 1998. — pp. 117–154.
5. Полякова, М. В. Обобщенные вейвлет-функции с компактным носителем в задаче сегментации изображений упорядоченных текстур [Текст] / М. В. Полякова, В. Н. Крылов // Электроника и связь. — № 1. — 2007. — С. 27–36.
6. Добеши, И. Десять лекций по вейвлетам [Текст] / И. Добеши. — Москва — Ижевск, 2001. — 464 с.
7. Otsu, N. A threshold selection method from gray-level histograms [Text] / N. Otsu // IEEE Trans. Syst. Man, Cybern SMC-9. — 1979. — pp. 62–66.
8. Давыдов, В. О. Автоматизация технологического процесса регистрации номеров при управлении транспортными потоками [Текст] : дис. на соискание науч. ст. к. т. н. / В. О. Давыдов; науч. рук. М. В. Максимов. — Одесса, 2004. — 155 с.
9. Роджерс, Д. Алгоритмические основы машинной графики [Текст] : пер. с англ. [Текст] / Д. Роджерс, С. А. Вичеса, Г. В. Олохонтовой, П. А. Монахова. — М.: Мир, 1989. — 512 с.
10. Kazmar, T. Opacity quantification in cardiac angiogram sequences [Text] / T. Kazmar, J. Kybic, J. Jan, J. Kozumplik, I. Provaznik (Eds.) // BIOSIGNAL: Analysis of Biomedical Signals and Images. — Brno, 2008. — p. 66.

ЗАСТОСУВАННЯ УЗАГАЛЬНЕНИХ ГРЕБІНЧАСТИХ ВЕЙВЛЕТ-ФУНКЦІЙ ДЛЯ СЕГМЕНТАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ АНГІОГРАМ

Удосконалено метод сегментації зображень судин на ангиограмах шляхом застосування перетворення з узагальненою гребенчатою вейвлет-функцією, а також запропонована процедура поліпшення якості виділення скелетона судин шляхом видалення петель. Це дозволило підвищити швидкість методу сегментації ангиограм і забезпечити якість локалізації дерева судин на ангиограмі, необхідну для прийняття діагностичного рішення.

Ключові слова: скелетон, сегментація зображень, ангиограма, вейвлет-перетворення.

Полякова Марина Вячеславовна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра прикладної математики та інформаційних технологій, Одеський національний політехнічний університет, Україна, e-mail: marina_polyakova@rambler.ru.

Ищенко Аlesia Владимировна, асистент, кафедра прикладної математики та інформаційних технологій, Одеський національний політехнічний університет, Україна,

e-mail: alesya.ishchenko@gmail.com.

Емец Юрий Владимирович, кафедра прикладної математики та інформаційних технологій, Одеський національний політехнічний університет, Україна, e-mail: emetsuv@rambler.ru.

Полякова Марина Вячеславівна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра прикладної математики та інформаційних технологій, Одеський національний політехнічний університет, Україна.

Ищенко Олеся Володимирівна, асистент, кафедра прикладної математики та інформаційних технологій, Одеський національний політехнічний університет, Україна.

Емец Юрий Владимирович, кафедра прикладної математики та інформаційних технологій, Одеський національний політехнічний університет, Україна.

Polyakova Marina, Odessa National Polytechnic University, Ukraine, e-mail: marina_polyakova@rambler.ru.

Ishchenko Alesya, Odessa National Polytechnic University, Ukraine, e-mail: alesya.ishchenko@gmail.com.

Emets Yuriy, Odessa National Polytechnic University, Ukraine, e-mail: emetsuv@rambler.ru

УДК 693.542.4:691.4

Новицький О. П.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ТА ВИПРОБУВАННЯ ГРУНТОЦЕМЕНТНИХ ПАЛЬ

Стаття присвячена лабораторним дослідженням впливу технології виготовлення ґрунтоцементних паль на їх показники якості. Описано моделювання бурозмішувальної технології з урахуванням ґрунтових умов влаштування паль. Проведені дослідження впливу добавки пластифікатора та зміни глибини занурення паль на їх міцність та отримані відповідні залежності. Результати досліджень підтвердили достовірність методу моделювання та ефективність використання добавки.

Ключові слова: ґрунтоцементні палі, ґрунтоцемент, пластифікуючі добавки, випробування на міцність

1. Вступ

Нині успішно впроваджений у будівництво бурозмішувальний метод виготовлення ґрунтоцементу. За допомогою спеціального обладнання ґрунт без його

виймання із свердловини руйнується у певному об'ємі загального масиву основи. При цьому, в розпушений ґрунт розчинонасосом нагнітається цементний розчин під тиском 0,2–0,5 МПа, який ретельно перемішується з ґрунтом робочим органом. Після тужавіння суміші

в основі утворюється ґрунтоцементна паля (ГЦП) циліндричної форми із заданими діаметром і довжиною. Палі, виготовлені за такою технологією можливо влаштувати у водонасиченому ґрунті тобто нижче рівня ґрунтових вод [1–3].

Актуальність досліджень використання ГЦП при влаштуванні фундаментів обґрунтовують високі показники технологічності, економічності, мінімальні енергетична матеріаломісткість технології їх виготовлення [1].

2. Постановка питання

Недоліком використання відомої бурозмішувальної технології є значна залежність міцності матеріалу палі (ґрунтоцементну) від типу та вологості ґрунту-основи. При цьому, ґрунтоцемент виготовлений в лабораторних умовах має вищі показники міцності на стиск порівняно зі зразками виготовлених за тією ж технологією, але на будівельному майданчику.

Отже, для вирішення даної проблеми було використано моделювання бурозмішувальної технології в лабораторних умовах та виготовлення ґрунтоцементних палі в масиві ґрунту. Також, було перевірено вплив пластифікуючих добавок на міцність та густину ґрунтоцементу. Результати випробувань актуальні для вирішення визначених завдань.

3. Аналіз публікацій та досліджень у даному напрямі

Ґрунтові дослідження по закріпленню ґрунтів цементом та використанню ґрунтоцементу широко розкриті в працях Токіна А. Н. [4].

Питаннями використання ґрунтоцементу в якості палі та укріплення основи будівель останніми роками займаються такі вчені Полтавського національного технічного університету ім. Ю. Кондратюка: Зоценко М. Л., Ларцева І. І., Петраш Р. В. [5], Петруняк М. В., Петраш О. В., Нестеренко Т. В. та інші.

У наукових працях професора М. Л. Зоценка описано ефективність використання влаштування ґрунтоцементних палі та особливості використання бурозмішувальної технології [1–3, 6]. У працях М. В. Петруняк описані дослідження міцності ґрунтоцементу на стиск протягом тривалого періоду твердіння в лабораторних умовах [7].

У попередніх дослідженнях перевірено вплив добавки пластифікатора на рухливість цементного розчину та ґрунтоцементу у процесі перемішування. Отримані результати показали збільшення рухливості у 1,99–2,16 рази. На зразках-балочках підібрано найбільш ефективну добавку та її дозування [8].

Мета досліджень — перевірка достовірності запропонованого методу моделювання виготовлення ґрунтоцементних палі в лабораторних умовах та дослідження впливу параметрів технології виготовлення на показники якості матеріалу палі.

4. Методика досліджень

Визначення міцності матеріалу проводилося на зразках відібраних з виконаної фізичної моделі палі. Виготовлення фізичної моделі та приладу для відтворення бурозмішувальної технології були спеціально розроблені для наведених досліджень.

Відтворення масиву природного ґрунту виконувалося в полівінілхлоридній трубі, в яку вкладався ґрунт, доведений до природної вологості що контролювалася шляхом відбору зразків та їх сушінням. Вкладання відбувалося пошарово, кожен шар ущільнювався трамбуванням для доведення ґрунту до природного стану. Використання полівінілхлоридної труби забезпечило зберігання масиву ґрунту без втрат вологості, тому влаштована у ньому паля тверділа у умовах близьких до виробничих.

Методика моделювання процесу влаштування палі:

1. Збирання приладу.
2. Приготування водоцементного розчину та заливання його в ємність, герметичне її закриття та під'єднання до компресору.
3. Розбурювання масиву ґрунту згори до низу і назад на суху.
4. Накачування компресором тиску в ємності до 2 атмосфер.
5. Відкриття крану для подачі розчину та буріння з одночасним перемішуванням, проходом зверху до низу і назад.
6. Перемішування ґрунту проходом зверху до низу і назад двічі.

Отримані ГЦП зберігалися без виймання з масиву ґрунту протягом строку випробувань — 28 діб.

Після відкопування, палі очищалися від ґрунту та розрізалися на циліндри висотою рівною їх діаметру. Отримані зразки обмірювалися, зважувалися та випробовувалися на стиск. Міцність на стиск $R_{ст}$ визначалася за формулою:

$$R_{ст} = \frac{4P}{\pi \cdot d^2}. \quad (1)$$

5. Результати досліджень

Показники міцності ґрунтоцементу залежать від наступних факторів:

- вміст цементу та його якість;
- літологічні ознаки ґрунту, тобто його придатність для використання;
- термін та умови тужавіння цементу.

Для проведення випробування було вирішено використати два види цементу ПЦ-500-1-Н та ПЦ-400 П/Б-Ш. Цемент був перевірений на відповідність вимогам ДСТУ Б В.2.7-187:2009 [9]. В результаті характеристики міцності зразків, що випробовувалися, відповідали маркам цементу.

Пластифікуючі добавки, що використовувалися для підвищення міцності ґрунтоцементу, були перевірені на відповідність ТУ У В.2.7-24.6-35365973-001:2008 [10]. Експеримент та аналіз його результатів проводився з використанням добавки суперпластифікатора Coral MasterSilk [11].

У ВСН-40-88 «Проектирование и устройство фундаментов из цементогрунта для малоэтажных сельских зданий» [12] наведені вимоги до ґрунту для визначення ступеня його придатності.

Ґрунт, що використовувався для досліджень був відібраний на будівельному майданчику 10-ти поверхового житлового будинку по вул. Новомістенській, 23 (м. Суми) з глибини 2,3 м.

Джерелом для визначення визначених характеристик ґрунту був Технічний звіт з інженерно-геологічних

вишукувань по об'єкту «Будівництво 10-ти поверхового житлового будинку по вул. Новомістенській у м. Суми», виконаний Сумською філією УкрНДІПНТВ. Згідно технічного звіту ґрунт є суглинком лесовим палевим, високопористим, твердим просадочним.

Фізико-механічні розрахункові властивості ґрунтів:

- питома вага $\gamma_{II} = 14,29 \text{ кН/м}^3$;
- питоме зчеплення $c_{II} = 9 \text{ кПа}$;
- кут внутрішнього тертя $\phi_{II} = 25^\circ$;
- модуль загальної деформації $E = 15,7 \text{ МПа}$;
- коефіцієнт фільтрації $k_f = 0,35 \text{ м/добу}$.

Для її відтворення в лабораторних умовах бурозмішувальної технології виготовлення ґрунтоцементу було розроблено прилад (рис. 1).



Рис. 1. Бурова установка для відтворення в лабораторних умовах бурозмішувальної технології влаштування ґрунтоцементних палей без виймання ґрунту

Було виготовлено 4 палі (рис. 2, 3) різного складу матеріалу (табл. 1).

При влаштуванні фізичної моделі масиву ґрунту відбиралися проби для визначення відповідності природним показникам вологості та щільності. Дані про відповідність визначених показників $W = 14 \%$ та $\gamma = 14,29 \text{ кН/м}^3$ наведені в табл. 2.



Рис. 2. Процес виготовлення ґрунтоцементних палей за бурозмішувальною технологією



Рис. 3. Готова ґрунтоцементна пала

Таблиця 1

Склад ґрунтоцементних палей

Пала №	Цемент	Добавка	Термін тужавіння
1	ПЦ-400-П/Б-Ш	Coral Master Silk, 0,6%	28 діб
2	ПЦ-500-1-Н	Coral Master Silk, 0,6%	
3	ПЦ-400-П/Б-Ш	—	
4	ПЦ-500-1-Н	—	

Таблиця 2

Характеристики ґрунту з фізичної моделі

Пала №	W, %	Відхилення, %	$\gamma, \text{ г/см}^3$	Відхилення, %
1	14,09	0,6	1,47	2,80
2	13,96	0,3	1,42	0,70
3	14,01	0,001	1,44	0,70
4	13,89	0,8	1,41	1,4

Аналіз закладеного ґрунту показав, що допустимі відхилення не перевищені, тобто стан ґрунту відповідає природному. Процес твердіння палей проходив без виймання їх з масиву, що забезпечило максимальну наближеність до реальних умов твердіння.

На 28 добу після влаштування, палі були відкопані (рис. 4), виміряні (рис. 5) та розрізані на зразки (рис. 6).

Кожна пала була розрізана на 4 циліндри (рис. 7), висота котрих дорівнювала їх діаметру. При вийманні та розрізі палей не помічено порожнин, що свідчить про достатню рухливість ґрунтоцементної суміші під час укладання. Зразки не мали значних нерівностей, що свідчить про високу ступінь просочуваності водоцементного розчину та його достатнє перемішування.

Для уточнення вимірювань міцності матеріалу, а також отримання даних про вплив ваги вище розташованого ґрунтоцементу на ущільнення нижче розташованого в процесі твердіння, з кожної палей відбиралися зразки з однакових положень: один циліндр з п'ятки

палі, два циліндри з середньої частини та один циліндр з оголовка палі.

Отримані зразки зважувалися та ретельно вимірювалися. Міцність отриманих зразків визначалася випробуваннями на одноосьовий стиск. Випробування проводилися на повіреному гідравлічному пресі.



Рис. 4. Виймання палі після 28 діб

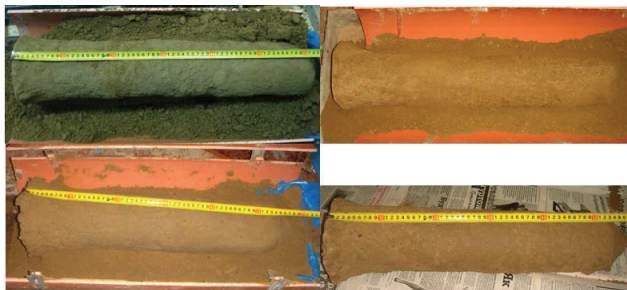


Рис. 5. Ґрунтоцементні палі виготовлені за бурозмішувальною технологією без виймання ґрунту



Рис. 6. Розрізання палі на зразки для випробувань



Рис. 7. Зразки ґрунтоцементу, відібрані з палі



Рис. 8. Визначення міцності матеріалу палі

Отримані характеристики міцності та густин викадані в табл. 3.

Таблиця 3

Результати випробувань зразків матеріалу палі

	Міцність, кгс/см ²				Густина, г/см ³			
	низ	ср1	ср2	верх	низ	ср1	ср2	верх
Палля 1	23,24	21,22	18,75	17,69	2,03	1,90	1,83	1,74
Палля 2	25,06	23,50	20,85	19,94	2,17	1,90	1,85	1,82
Палля 3	19,79	17,84	15,57	14,51	2,01	1,91	1,83	1,74
Палля 4	21,40	19,76	17,34	16,26	2,13	1,8	1,84	1,8

Аналізуючи дані наведені в таблиці створені графіки порівняння результатів для всіх палі (рис. 9–11).

Згідно побудованих графіків визначено, що найвищу міцність проявив матеріал тієї палі де у якості в'язучого компоненту був ПЦ-500-1-Н та використовувалася добавка суперпластифікатор. Міцність матеріалу палі виготовлених з використанням суперпластифікатору більша на 17,07–22,65 %. Із збільшенням глибини, за рахунок ущільнення, міцність ґрунтоцементу зростає до 19,24 %.

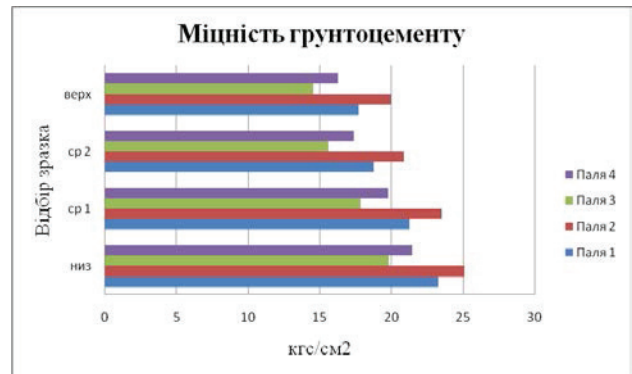


Рис. 9. Порівняння міцності матеріалів палі

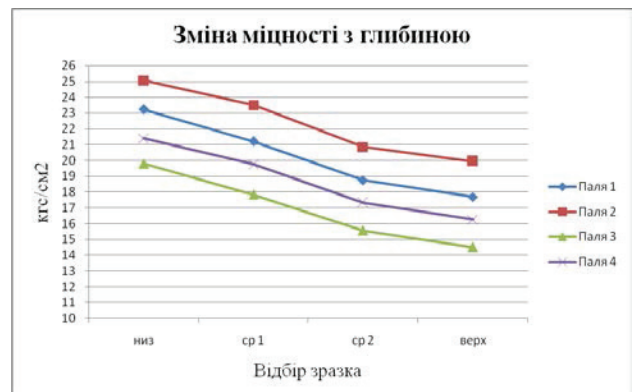


Рис. 10. Залежність міцності від глибини твердіння ґрунтоцементу в масиві палі

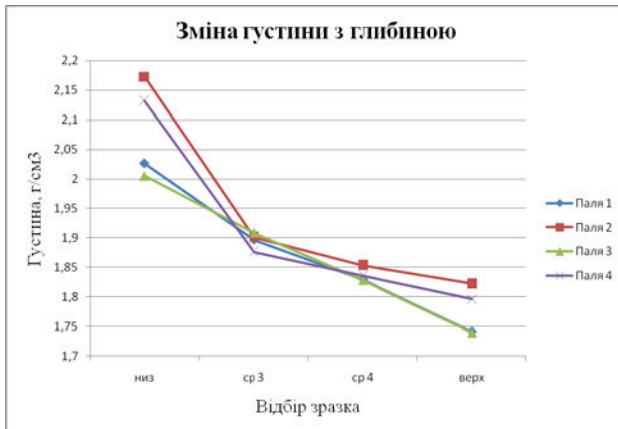


Рис. 11. Залежність густини від глибини твердіння ґрунтоцементу в масиві палі

6. Висновки

Згідно поставленої мети було виконано експериментальне моделювання виготовлення ґрунтоцементних паль в лабораторних умовах, яке підтвердило відповідність запропонованого методу моделювання технології, що застосовується на будівельному майданчику. Був відтворений вплив ґрунтових умов влаштування паль на показники якості їх матеріалу.

Виготовлені палі відповідали технічним вимогам, не мали розривів та неоднорідностей по стовбуру.

На виготовлених палях доведено ефективність використання добавки пластифікатора, що підвищило показники рухливості та просочуваності цементного розчину в ґрунті. Це, в свою чергу, збільшило щільність ґрунтоцементу та, як наслідок, його міцність.

Література

1. Зоценко, М. Л. Економія енергоресурсів при влаштуванні ґрунтоцементних паль як фундаментів будівель і споруд [Текст] : наук. вісник / М. Л. Зоценко, М. О. Коршун, Р. В. Петраш, С. С. Петраш // Економіка і регіон. — Полтава : ПолтНТУ, 2007. — № 2(13). — С. 51–54.
2. Зоценко, М. Л. Бурозмішувальна технологія влаштування паль і штучних основ [Текст] / М. Л. Зоценко, Р. В. Петраш // Каталог сучасних наукових розроблень. — Полтава : ПолтНТУ, 2005.
3. Зоценко, Н. Л. Закрепление оснований цементацией буросмесительным методом [Текст] / Н. Л. Зоценко, И. И. Ларцева, В. И. Марченко // Труды Международ. конф. по геотехнике «Геотехнические проблемы мегаполисов». — Т. 5. — М. : ПИ «Геореконструкция», 2010. — С. 1781–1788.
4. Токин, А. Н. Фундаменты из цементогрунта [Текст] / А. Н. Токин. — Москва, Стройиздат, 1984. — 182 с.
5. Петраш, О. В. Забезпечення ефективної роботи підземних конструкцій інженерних споруд, які виготовлені з ґрунтоцементу [Текст] / О. В. Петраш // Збірник наукових праць. Серія: галузеве машинобудування, будівництво. — Полтава : ПолтНТУ 2013 р. — № 4(34), Т. 2. — С. 178–183.
6. Зоценко, М. Л. Ґрунтоцементні основи та фундаменти [Текст] / М. Л. Зоценко // Будівельні конструкції. — 2011. — № 75, кн. 1. — С. 447–457.
7. Петруняк, М. В. Методика виготовлення та дослідження ґрунтоцементу в лабораторних умовах [Текст] / М. В. Петруняк // Збірник наукових праць. Серія: галузеве машинобудування, будівництво. — Полтава : ПолтНТУ 2013р. — № 4(34), Т. 2. — С. 184–189.

8. Новицький, О. П. Вплив пластифікуючих добавок на міцність ґрунтоцементу [Текст] / О. П. Новицький, О. С. Солонін // Збірник наукових праць. Серія: галузеве машинобудування, будівництво. — Полтава : ПолтНТУ 2013 р. — № 4(34), Т. 2. — С. 171–177.
9. ДСТУ Б В.2.7-187:2009. Цементи. Методи визначення міцності на згин і на стиск [Текст]. — 22 с.
10. ТУ У В.2.7-24.6-35365973-001:2008. Добавки комплексні для бетонів, будівельних розчинів та цементів «Coga» різних марок, суперпластифікатор «С-3» [Текст].
11. Чернышев, Ю. П. Пластичный бетон [Текст] / Ю. П. Чернышев, Л. А. Козлова. — Донецк, Донбас, 1987. — 64 с.
12. ВСН-40-88. «Проектирование и устройство фундаментов из цементогрунта для малоэтажных сельских зданий» [Текст]. — 13 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ИСПЫТАНИЯ ГРУНТОЦЕМЕНТНЫХ СВАЙ

Статья посвящена лабораторным исследованиям влияния технологии изготовления ґрунтоцементных свай на их показатели качества. Описано моделирование буросмесительной технологии с учетом ґрунтовых условий устройства свай. Проведены исследования влияния добавки пластификатора и изменения глубины погружения свай на их прочность и получены соответствующие зависимости. Результаты исследований подтвердили достоверность метода моделирования и эффективность использования добавки.

Ключевые слова: ґрунтоцементные сваи, ґрунтоцемент, пластифицирующая добавка, испытания на прочность.

Новицький Олександр Павлович, аспірант кафедри будівельних конструкцій, Сумський національний аграрний університет, Україна, e-mail: Novitskiy_a@i.ua.

Новицький Олександр Павлович, аспірант кафедри строительных конструкций, Сумской национальной аграрный университет, Украина.

Novitskiy Alexander, Sumy National Agrarian University, Ukraine, e-mail: Novitskiy_a@i.ua

Альошинський Є. С.,
Світлична С. О.,
Виборнова Ю. Ю.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕТАПІВ РОЗПОДІЛУ ПРОЦЕСУ ПЕРЕРОБКИ МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖОПОТОКІВ ПРИ ЗМІШАНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ

У статті проведено аналіз сучасного стану розвитку взаємодії морських торговельних портів і залізничних станцій примикання припортових транспортних вузлів України. Досліджено систему організації міжнародних вантажопотоків при змішаних перевезеннях на різних етапах переробки вантажу. У результаті проведених досліджень запропоновано ряд удосконалень на кожному етапі переробки імпортованих та транзитних вантажів.

Ключові слова: припортовий транспортний вузол (ПТВ), морський торговельний порт (МТП), припортова залізнична станція (ПЗС)

1. Вступ

Вигідне географічне положення України на напрямках основних транзитних потоків між Європою та Азією разом із достатньо розвинутою транспортною інфраструктурою, створює всі необхідні передумови для збільшення вантажопотоків через територію нашої держави.

Однак за даними офіційного сайту Державної служби статистики України [1] в післякризовий період спостерігається зменшення усіх видів перевезень у тому числі імпорту та транзиту, як залізничним, так й морським та автомобільним транспортом. Загальний вантажопотік у 2012 році склав 772,8 млн. т, у порівнянні з 2007 (902,7 млн. т) цей показник знизився майже на 15 %.

2. Аналіз стану питання

Важливу роль у здійсненні зовнішньоторговельних перевезень відіграє злагоджена співпраця залізничного та морського транспорту, що є визначальною перспективою розвитку шляхів сполучення нашої держави з країнами далекого та ближнього зарубіжжя.

Однією з найбільш складних транспортних систем є транспортний вузол, елементи якого з'єднуються внутрішніми зв'язками та вступають один з одним у певні

відносини, які залежать від схеми вузла та технології його роботи [2]. Найбільш потужним сектором транспортного ринку є об'єкти припортового транспортного вузла (ПТВ) – морські порти, залізничні підходи до них та автомобільні сполучення.

На території України в межах Азово-Чорноморського басейну налічується 18 морських торговельних портів (МТП), які об'єднані нерозривним технологічним процесом із залізничними станціями примикання, враховуючи підходи до них (рис. 1).

Наразі залізничні потужності припортових транспортних вузлів України можуть не витримати зростання обсягів міжнародних вантажних перевезень. Оскільки головними стримуючими факторами при їх роботі є диспропорція між переробною спроможністю припортових залізничних станцій (ПЗС), пропускною здатністю дільниць на підходах до них та переробною спроможністю портів, а також недостатньо координована взаємодія суміжних видів транспорту (у даному випадку морського та залізничного).

Диспропорція, у першу чергу, пов'язана з тим, що майже всі ПЗС затиснуті між містом та портом, що свідчить про нестачу території для подальшої розбудови. У цей же час як переробна спроможність портів комплексів збільшується за рахунок проектів розширення

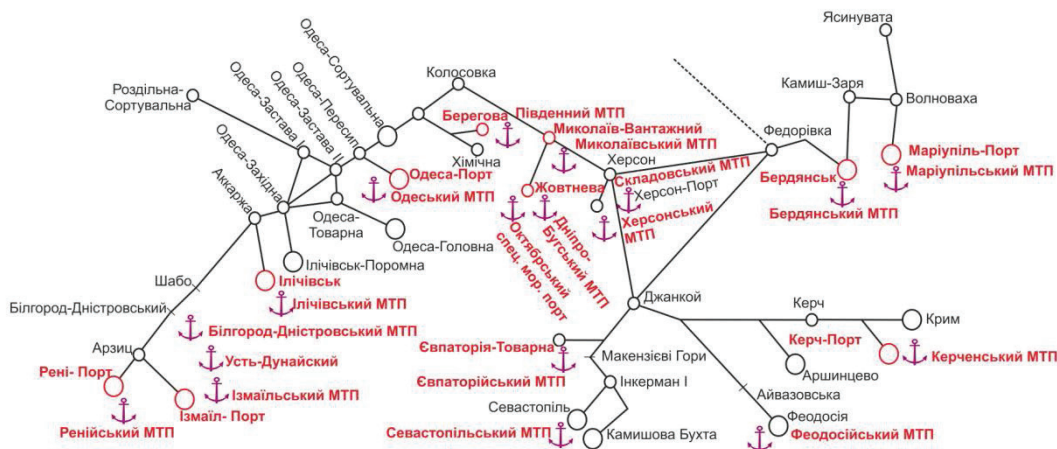


Рис. 1. Структурна схема взаємозв'язку морських торговельних портів і залізничних станцій примикання припортових транспортних вузлів України

та реконструкції складів, причалів, вантажних фронтів, навіть цілих терміналів коштами самого порту чи приватних інвесторів. Масштабним прикладом такого процесу на теперішній час є будівництво глибоководного контейнерного терміналу «Карантинний мол» в Одеському порту, для приймання найбільших контейнеровозів, які заходять у Чорне море.

На сьогоднішній день у Стратегії розвитку залізничного транспорту на період до 2020 року констатується [3], що резерви технічних потужностей залізниці, її провізної спроможності практично вичерпані, що ставить під загрозу можливості безперебійного задоволення зростаючих потреб у транспортному обслуговуванні, особливо у напрямках морських торговельних портів Чорного та Азовського морів. У першу чергу це стоюється міжнародних вантажних перевезень.

Натомість Програмою комплексного розвитку залізничної інфраструктури портів переробних комплексів, припортових станцій та підходів до них до 2015 року передбачено [4] реалізацію проектів по будівництву, ремонту та реконструкції припортових станцій на суму капіталовкладень 6,7 млрд. грн (за рахунок залізниці 426 млн. грн), що буде сприяти збільшенню об'єму перевезень експортних та транзитних вантажопотоків до 18–25 млн. тонн за рік.

Згідно зазначеній галузевій програмі, у 2010 році Укрзалізниця вже спрямувала на розбудову залізничної інфраструктури в напрямку портів значні кошти, а саме понад 200 млн. грн [5].

Проте, на теперішній час, після прийняття вище вказаних документів та поступової їх реалізації значних змін у розвитку залізничних припортових станцій не відбулося. Звичайно, виконання проектів із такими капіталовкладеннями затягнеться не на один рік, але чи вистачить сили залізничній галузі відповідати нормам та потребам морських портів, залишається відкритим питанням.

Також, аналізуючи стан розвитку припортових транспортних вузлів України, необхідно звернути увагу на те, що наразі у більшості ПТВ склалася не найкраща ситуація стосовно недосконалої координації взаємодії суміжних видів транспорту та елементів транспортної інфраструктури, які задіяні в процесі змішаних вантажних перевезень. Навіть крупні українські порти, які першочергово зорієнтовані на імпорту та транзит вантажів зазнають збитків через відсутність синхронізації дій

учасників даного процесу, що у свою чергу не може сприяти залученню зовнішньоторговельних перевезень.

Цей аспект є дуже важливим, бо від того на скільки якісно буде організована системи просування міжнародних вантажопотоків при узгодженій взаємодії задіяних видів транспорту, на стільки ефективною буде робота як припортового транспортного вузла так і транспортної системи в цілому.

3. Постановка завдання

Підвищення ефективності роботи залізничного транспорту при взаємодії з морськими портами та зростання його конкурентоспроможності на ринку транспортних послуг, можливе за рахунок комплексного розвитку портової та залізничної інфраструктури, включаючи ремонт та реконструкцію елементів ПТВ, зміни у взаємовідносинах між усіма учасниками перевезень (координація та синхронізація дій), а також впровадженням нових організаційно-інформаційних технологій.

Зважаючи на те, що реалізацію проектів по будівництву, реконструкції та ремонту припортових станцій уже передбачено Програмою комплексного розвитку, то основною задачею наразі можна визначити як дослідження та удосконалення системи організації міжнародних вантажопотоків при змішаних перевезеннях, розділивши весь процес переробки імпортованих та транзитних вантажів на етапи з граничними елементами. При цьому для кожного з періодів необхідно визначити задачі по вдосконаленню, можливі способи їх вирішення та за допомогою яких інструментарії можна досягти потрібних результатів (табл. 1).

Такі дослідження можуть слугувати основою для формування раціональних режимів перевезення імпортованих та транзитних партій вантажів на всьому шляху слідування з використанням нових механізмів інформаційного середовища.

4. Дослідження системи організації міжнародних вантажопотоків при змішаних перевезеннях

Запропонований вище поетапний розподіл процесу переробки міжнародних вантажопотоків являє собою єдину технологію слідування імпортованих та транзитних

Таблиця 1

Поетапний розподіл процесу переробки міжнародних вантажопотоків

	Етапи процесу переробки вантажопотоку		
	I етап до моменту прибуття судна з вантажем у порт країни призначення	II етап прибуття вантажу в порт	III етап переміщення вантажу в середині припортового транспортного вузла
Процес	передача даних про вантаж, що імпортується чи проходить транзитом через нашу державу	визначення необхідних операцій по прибуттю, управління процесом їх виконання	розподіл вантажопотоків за напрямками згідно маршрутам слідування з переміщенням по ПТВ
Задача	визначення «вузьких місць» в роботі системи передачі інформаційного потоку до ПТВ	мінімізація затрат часу на виконання операцій з вантажем, що прибув	підвищення пропускну та переробної спроможності дільниць ПТВ
Спосіб	дослідження системи передачі даних на різних етапах організації перевезення у країні відправника	формування найвигідніших технологічних схем виконання операцій по прибуттю та раціоналізації організації узгодженого підведення вантажопотоків	визначення районів ПТВ з «надлишковими» та «дефіцитними» вантажопотоками з встановленням рівноваги в процесі розподілу
Інструментарій	мережа Петрі та кореляційні залежності	динамічне програмування, імітаційний метод динамічного узгодження (І-МДУ)	багатоетапна транспортна задача та теорія ймовірностей

вантажів від країни відправника до країни одержувача чи до країни-транзитера (це залежить від того, у якій якості виступає Україна).

Перший етап, до моменту прибуття судна в порт країни призначення (або транзитера), охоплює, у більшій мірі, управлінську та інформаційну області — це передача даних про вантаж, що імпортується чи йде транзитом через нашу державу. Проводячи дослідження у цій сфері, необхідно вирішити задачу по вдосконаленню структури передачі інформаційного потоку в ПТВ, враховуючи операції по підготовці цілісного маршруту слідування та три основні стадії агентування судна в порту (до прибуття судна в рейд, під час його стоянки та після відливання) [6].

У ході дослідження процесу організації відправок вантажів за кордоном виявлено ряд основних та додаткових факторів впливу технологічного характеру на виконання якісного перевезення товарів згідно розкладу та доставки вантажоодержувачу точно в строк [7]. У подальшому дані фактори можна систематизувати під кореляційні залежності для формування їх статистичних зв'язків.

Визначено ряд вузьких місць в системі передачі даних про міжнародний вантаж, основним із яких є відсутність уточнення даних чи надсилання інформаційного повідомлення у разі будь-яких змін стосовно руху судна з вантажем, до залізничних структур у різні моменти перевезення. На сьогодні порт отримує інформацію останній раз за 4 години, а станція, яка подає вагони під навантаження, згідно плану формування та плану-завдання, у кращому випадку за 24 години до прибуття тоннажу.

Для більш детального розгляду даного етапу в подальшому пропонується промодельовати систему передачі даних у різні моменти організації перевезення в країні відправника, здійснити це можна за допомогою мережі Петрі.

Такі питання є досить суттєвими і потребують вирішення, оскільки від того, наскільки якісно та своєчасно буде надходити інформаційний потік, на стільки продуктивною та безпростойною буде робота залізничних структур що обслуговують припортові зони по вивезенню вантажів, що прибувають.

Під час доставки вантажу в порт відбувається визначення та виконання необхідних операцій по прибуттю — це другий етап перевезення. Мінімізація витрат часу на роботу з вантажем, що прибув та на вивезення його з території порту досягається за рахунок формування найвигіднішого варіанту технологічної схеми переміщення товарів та їх узгодженого підведення до пунктів накопичення.

Одним із методів вирішення задач раціоналізації управління процесом просування вантажопотоків, виступає динамічне програмування [8]. Головними особливостями якого є багатоваріантність, етапність рішень та адитивність критерію.

За допомогою даного математичного інструменту можна:

- пошагово прослідити за станом процесу на різних етапах формування системи розподілу;
- визначити всі можливі стратегії процесу слідування міжнародних вантажопотоків;
- вибрати раціональну стратегію (найвигідніше рішення в цілому).

Для визначення залежностей задачі динамічного програмування та геометричної інтерпретації системи процесу організації імпортичних та транзитних вантажопотоків при змішаних перевезеннях після прибуття судна з вантажем у порт, необхідно встановити основні параметри системи.

Нехай t — момент часу, в який розглядається задача по переміщенню вантажів, ($t=0, \dots, T$); A_i, B_i — множини початкових та кінцевих станів, (відповідно A_i — загальна характеристика вантажу, що прибув; B_i — загальна характеристика вантажу після проведення всіх операцій); Q_i — множина етапів перехідних точок, тобто від однієї множини допустимих станів до іншої; $x_i^{(n)}$ — вектор стану системи (множина усіх станів системи в момент часу $t = m$).

Тоді математична постановка задачі буде наступною: дана система матиме розвиток при послідовному переході з одного стану до іншого. Кожен наступний стан системи $x(t+1)$, що задається функцією f (перехід від $x(t)$ до $x(t+1)$) визначається вектором $x(t)$ та управлінням $u(t)$, що вибирається з множини можливих управлінь $x(t+1) = f\{x(t); u(t)\}$.

Тоді загальна функція матиме вид [8]

$$F\{x(u)\} = \sum_{m=0}^{T-1} Q_m\{x(m), x(m+1)\} \Rightarrow \min, \quad (1)$$

За умови

$$\begin{cases} x(m+1) = f\{x(m), u(m)\}, \\ x(m) \in X_m; x(0) = x_0, \\ u(m) \in U_m; m = 0, 1, \dots, T-1. \end{cases}$$

На даному етапі пропонується розглянути систему станів по переміщенню імпортичних та транзитних вантажів у контейнерах, оскільки даний тип перевезення є одним з найбільш розвинених при змішаній доставці товарів [9]. Усі можливі параметри системи організації міжнародних контейнерних перевезень, враховуючи роботу контролюючих служб (адже це один із факторів несвоечасної доставки вантажів), наведено в табл. 2, де кожен наступний стан системи може бути варіантним продовженням одного з попередніх станів.

Геометрична інтерпретація задачі щодо визначення найвигіднішого переміщення вантажу по території порту від моменту прибуття судна до моменту його вивезення з портової території наведена на рис. 2.

Використовуючи дані з табл. 2 та структурну схему станів системи сформулюємо ряд функцій розподілу [10], наприклад, для початкової множини системи станів A_1

$$\begin{aligned} F_0 &= \{x_{t_1}^{(1)} \vee x_{t_1}^{(2)} \vee x_{t_1}^{(3)} \vee x_{t_1}^{(4)}\} = \\ &= \min[Q\{x_{t_1}^{(1)} \vee x_{t_1}^{(2)} \vee x_{t_1}^{(3)} \vee x_{t_1}^{(4)}\}; \\ &x_{t_2}^{(3)} \vee x_{t_2}^{(6)} \vee x_{t_2}^{(7)}\} + F_1\{x_{t_2}^{(3)} \vee x_{t_2}^{(6)} \vee x_{t_2}^{(7)}\} \Rightarrow \\ F_1 &= \{x_{t_2}^{(3)} \vee x_{t_2}^{(6)} \vee x_{t_2}^{(7)}\} = \\ &= \min[Q_1\{x_{t_2}^{(3)} \vee x_{t_2}^{(6)} \vee x_{t_2}^{(7)}\}; x_{t_3}^{(1)} \vee x_{t_3}^{(2)}\} + \\ &+ F_2\{x_{t_3}^{(1)} \vee x_{t_3}^{(2)}\} \Rightarrow F_2 = \{x_{t_3}^{(1)} \vee x_{t_3}^{(2)}\} = \\ &= \min[Q_2\{x_{t_3}^{(1)} \vee x_{t_3}^{(2)}\}]. \end{aligned} \quad (2)$$

Таблиця 2

Характеристика параметрів множин системи процесу організації міжнародних контейнерних перевезень

Дискретні множини часу (початкові моменти) та множини перехідних етапів	Множини допустимих станів системи та операції, що в ній виконуються
t_0 — прибуття судна з імпортним чи транзитним вантажем	$A_1(0)$ — імпортний чи транзитний вантаж, перевірка якого відбулася на борту судна під час руху (порушень не виявлено);
$\Delta(t_1; t_0)$ — період часу від моменту прибуття судна з вантажем у порт до моменту його перевантаження	$A_2(1)$ — імпортний чи транзитний вантаж, перевірка якого відбулася на борту судна під час руху (затримка контролюючими службами);
Q_0 — множина етапів від початкової множини до 1-го кроку з операціями по вивантаженню (перевантаженню)	$A_3(2)$ — імпортний чи транзитний вантаж без огляду контролюючими службами під час перевезення морськими шляхами;
t_1 — перевантаження (звантаження) вантажу в контейнерах з судна	$A_4(3)$ — вантаж, що підлягає «вибірковому» митному огляду (при достовірних даних)
$\Delta(t_2; t_1)$ — період від моменту перевантаження до перевірки вантажів контролюючими службами	1. Вантаж пройшов контроль на судні з позитивною відповіддю та вантаж, що лише підлягає огляду по прибуттю: $x_{t_1}^{(1)}(0, 2, 3)$ — перевантаження контейнерів на склад, тобто варіант зі складуванням контейнерів; $x_{t_1}^{(2)}(0, 1, 3)$ — перевантаження контейнерів на територію порту — контейнерний термінал (з подальшим переміщенням при необхідності на оглядовий майданчик); $x_{t_1}^{(3)}(0, 3)$ — перевантаження контейнерів за прямим варіантом «судно — вагон»; $x_{t_1}^{(4)}(0, 3)$ — перевантаження за прямим варіантом «судно — автомобіль» (автомобіль — контейнеровоз); $x_{t_1}^{(5)}(1, 2, 3)$ — перевантаження вантажу на оглядовий майданчик (для подальшого огляду).
Q_1 — множина етапів від 1-го до 2-го кроку періоду огляду вантажу та виконання супровідних операцій	2. Вантаж пройшов контроль на судні з подальшим затриманням: $x_{t_1}^{(6)}(1)$ — перевантаження контейнерів на ПОЗВ (пункт огляду затриманих вантажів)
t_2 — періоду огляду контейнерів та виконання супровідних операцій по переміщенню	Перевірка контролюючими службами за потребою, вивезення затриманих вантажів підведеним транспортом та не затриманих для формування вантажопотоків
$\Delta(t_3; t_2)$ — період від перевірки вантажів контролюючими службами до закінчення операцій по прибуттю	$x_{t_2}^{(1)}(2, 3)$ — на території контейнерного терміналу або складу; $x_{t_2}^{(2)}(1, 2, 3)$ — на оглядовому майданчику (при затриманні переміщення на ПОЗВ); $x_{t_2}^{(3)}(0, 2)$ — перевантаження зі складу на оглядовий майданчик; $x_{t_2}^{(4)}(1, 2, 3)$ — переміщення з території порту (контейнерний термінал) на оглядовий майданчик;
Q_2 — множина етапів від 2-го до 3-го кроку — закінчення операцій по прибуттю	$x_{t_2}^{(5)}(1)$ — повторний огляд на ПОЗВ; $x_{t_2}^{(6)}(0, 3)$ — перевантаження вантажу у вагони з подальшим вивезенням з портової території; $x_{t_2}^{(7)}(0, 3)$ — перевантаження вантажів на автомобілі з подальшим вивезенням з портової території
t_3 — момент закінчення операцій по прибуттю	Вивезення з портової території: $x_{t_3}^{(1)}(0, 2, 3)$ — з контейнерного терміналу (або складу) з навантаженням у вагони (на платформи);
$\Delta(t_4; t_3)$ — період від перевірки вантажів контролюючими службами до закінчення операцій по прибуттю	$x_{t_3}^{(2)}(0, 2, 3)$ — з контейнерного терміналу (або складу) з навантаженням на автомобілі; $x_{t_3}^{(3)}(1, 2, 3)$ — з оглядового майданчику (при відсутності претензій з боку контролюючих служб) на склад чи контейнерний термінал;
Q_3 — множина етапів від 3-го кроку до визначення останньої множини	$x_{t_3}^{(4)}(1, 2, 3)$ — з оглядового майданчику (або з терміналу) на ПОЗВ (при затриманні вантажу); $x_{t_3}^{(5)}(1)$ — вивезення затриманого вантажу з території ПОЗВ
t_4 — кінцевий момент часу — вивезення вантажу з портової території	$B_1(0, 1, 2, 3)$ — імпортний чи транзитний вантаж без затримання — вивезення у вагонах; $B_2(0, 1, 3)$ — імпортний чи транзитний вантаж без затримання — вивезення автомобілями; $B_3(1, 2, 3)$ — імпортний чи транзитний вантаж із затриманням однією з контролюючих служб; $B_4(1, 2, 3)$ — вантаж, що підлягає повторній перевірці (на території ПОЗВ)

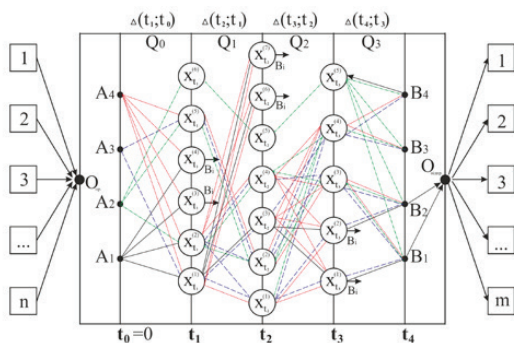


Рис. 2. Структурна схема станів системи переміщення вантажу по території порту від моменту прибуття судна до моменту вивезення його з портової території

Після формування найвигіднішого варіанту технологічної схеми виконання операцій з вантажем по прибуттю, за рахунок мінімізації затраченого часу, необхідно провести дослідження по узгодженому підведенню струменів вантажопотоків із місць зосередження до пунктів накопичення з подальшим вивезенням контейнерів, у даному випадку, залізничним транспортом.

У якості інструменту для вирішення поставленої задачі застосуємо імітаційний метод динамічного узгодження (І-МДУ). МДУ виробництва і транспорту розробив вчений Козлов П. А. на основі динамічної транспортної задачі з затримками (ДТЗЗ), надалі його широко використовували інші науковці вже в якості І-МДУ при дослідженні організації ефективності взаємодії залізничного і морського транспорту в ПТВ,

для підвищенні функціональної надійності залізничних станцій та інші [11].

Беручи за основу розробки відомий I-МДУ попередників, застосуємо даний метод для раціоналізації взаємодії морського та залізничного транспорту у якості організованого узгодження по підведенню вантажопотоків з місць зосередження для ритмічного відправлення вагонів з портової території з подальшим розподілом за напрямками. При цьому ускладнивши технологічний процес імітаційного аналогу МДУ імовірнісними характеристиками з метою можливості подальшого використання його в одному з фрагментів моделювання функціональної системи ПТВ.

Навантаження вагонів, які подаються на територію порту, здійснюється враховуючи той факт, що вантажопотік складається з декількох струменів переміщення вантажу з різних місць його зосередження (ПП – пряме перевантаження; СК – склад; КТ – контейнерний термінал; ОМ – оглядовий майданчик; ПОЗВ – пункт огляду затриманих вантажів). Структура надходження імпортного вантажу при навантаженні вагонів з частками вантажопереробки за різними варіантами наведена на рис. 3.

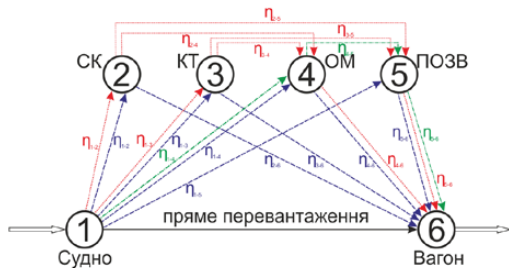


Рис. 3. Потіковий граф надходження струменів вантажу з місць їх зосередження

Характеристики часток вантажопереробки даного графу є такими: (η_{1-6}) – «судно – вагон»; $(\eta_{1-2} + \eta_{2-6})$ – «судно – склад – вагон»; $(\eta_{1-3} + \eta_{3-6})$ – «судно – контейнерний термінал – вагон»; $(\eta_{1-4} + \eta_{4-6})$ – «судно – оглядовий майданчик – вагон»; $(\eta_{1-5} + \eta_{5-6})$ – «судно –

ПОЗВ – вагон»; $(\eta_{1-2} + \eta_{2-4} + \eta_{4-6})$ – «судно – склад – оглядовий майданчик – вагон»; $(\eta_{1-2} + \eta_{2-5} + \eta_{5-6})$ – «судно – склад – ПОЗВ – вагон»; $(\eta_{1-3} + \eta_{3-4} + \eta_{4-6})$ – «судно – термінал – оглядовий майданчик – вагон»; $(\eta_{1-3} + \eta_{3-5} + \eta_{5-6})$ – «судно – контейнерний термінал – ПОЗВ – вагон»; $(\eta_{1-4} + \eta_{4-6} + \eta_{5-6})$ – «судно – оглядовий майданчик – ПОЗВ – вагон».

На рис. 4 показана загальна схема по узгодженому підведенню вантажопотоків, на якій наведені позначення індексних операцій та усі складові, що використовуються у даному процесі: моменти навантаження (у нашому випадку їх п'ять t_1, t_2, t_3, t_4, t_5), струмені вантажопотоків з різних місць портової території, тривалість подання контейнерів з місць накопичення, заявки за п'ятьма індексними операціями та операції відповідно заявкам.

У заданому ритмі навантаження формується черга із заявок на виконання операцій. Після проведення кожної дії по перевантаженню вантажу із заданих місць, перевіряється наявність умови та можливості для продовження черговості подач, що задається імовірнісними подіями. При позитивній відповіді до черги входить наступна заявка по виконанню операцій з часом закінчення попередньої. Заявки в черзі упорядковуються згідно часу, віддаючи пріоритетність вантажам, які потребують вивезення з території порту більше за інших (по строкам доставки, умовам зберігання та ін.) [11].

Технологічний ланцюг кожного з можливих струменів буде з різною тривалістю часу затраченого на переміщення на навантажувально-розвантажувальні операції.

Імовірнісні події, які задаються згідно струменів вантажопотоків, характеризуються властивостями найпростішого потоку подій, що виражається формулою Пуассона [12]. Загальний її вид наступний

$$P_t(k) = (\lambda t)^k \cdot e^{-\lambda t} / k!, \tag{3}$$

де t – проміжок часу під час якого розглядається одна з заявок подавання вантажу з різних місць; k – події надходження вантажу із різних місць зосередження під завантаження вагонів у місцях накопичення у певні проміжки часу; λ – інтенсивність потоку, тобто середнє число подій (k).

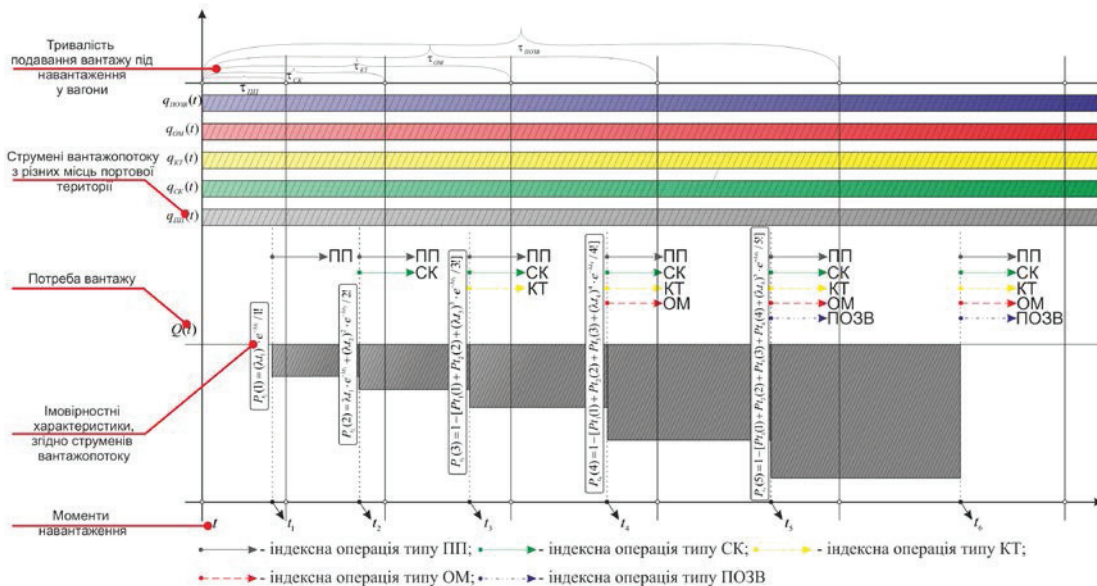


Рис. 4. Схема узгодженого підведення вантажопотоків з місць їх зосередження під навантаження у вагони

У залежності від типів струменів вантажопотоків та подальшого їх накопичення в різні проміжки часу по лінії черговості надходження заявок та їх виконання, імовірнісні події на кожному з етапів проведення операцій представлені на рис. 4.

Таким є другий етап просування міжнародних вантажопотоків, по закінченні якого вагони навантажені, згідно плану-завдання, враховуючи першочерговість подач вивезення, з найвигіднішим варіантом переміщення та мінімізацією затрат часу.

Переходячи до третього етапу процесу слідування вантажів, а саме прямування міжнародних вантажопотоків у середині ПТВ, починати дослідження необхідно з огляду роботи конкретної припортової вантажної станції (ПВС), із метою визначення особливостей її функціонування, враховуючи той факт, що ПВС виступає в ролі зв'язуючого елемента між портовою системою обслуговування міжнародних вантажопотоків та організації розподілу вагонопотоків залізничної інфраструктури у середині ПТВ, включаючи підведення вагонів під навантаження з ПТВ через ПВС до порту. Усе це дає можливість більш досконало дослідити процес переміщення товарів з формуванням вагонопотоків при подальшій організації їх у поїзди.

З метою підвищення пропускної та переробної спроможності дільниць ПТВ, пропонується розробити план розподілу вагоно- та вантажопотоків у середині вузла за визначенням районів «надлишкового» та «дефіцитного» зосередження вагонів та вантажів, враховуючи умови взаємодії морського та залізничного транспорту.

Далі, за можливими напрямками, згідно Порядку направлення вагонопотоків та організації їх руху у вантажні поїзди на залізничних станціях України [13], необхідно прикріпити «дефіцитні» райони вузла за «надлишковими», із подальшим визначенням основних зв'язків між станціями і портом, станціями між собою, а також спільні напрямки вантажопотоків. Постановка такого завдання та хід його виконання підходить під вирішення задач по оптимальному освоєнню перевезень [14].

Виходячи з представленого розподілу переробки міжнародних вантажопотоків при організації змішаних перевезень та проведеного дослідження, розділивши весь процес на періоди з граничними елементами, було запропоновано способи вдосконалення на кожному з етапів, що дозволить підвищити ефективність роботи суміжних видів транспорту (морського і залізничного) та припортового транспортного вузла в цілому.

5. Висновки

Проведено аналіз сучасного стану розвитку ПТВ. Досліджено систему організації міжнародних вантажопотоків на різних етапах прямування, з визначенням задач по вдосконаленню, можливих способів їх вирішення та за допомогою яких інструментаріїв можна досягти потрібних результатів. У результаті проведених досліджень запропоновано ряд удосконалень на кожному етапі переробки імпортих та транзитних вантажів.

Література

1. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>. — Загол. з екрана.

2. Железнодорожные станции и узлы [Текст] / В. М. Акулиничев, Н. В. Правдин, В. Я. Болотный, И. Е. Савченко. — М. : Транспорт, 1992. — 480 с.
3. Про схвалення Стратегії розвитку залізничного транспорту на період до 2020 року [Текст] : розпорядження Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2009 р. N 1555-р // Урядовий кур'єр. — 2009. — 22 грудня. — С. 16.
4. Закон и норматив [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.licasoft.com.ua/index.php/component/lica/?href=0&view=text&base=1&id=797457&menu=1>. — Загол. з екрана.
5. Бельченко, Т. Загрозлива диспропорція [Текст] / Т. Бельченко // Магістраль. — 2011. — № 42(1625). — С. 6.
6. Чеботаренко, А. Агентирующие судна в порту [Текст] / А. Чеботаренко, Н. Мирошниченко // Комментарии и обзоры. — 2012. — № 13. — С. 62–70.
7. Науковий потенціал 2013 [Текст] : матеріали дев'ятої Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф., 25–27 березня 2013 р. : збірник тез доповідей / Київ : ТОВ «ТК Меганом», 2013. — С. 44–46.
8. Акулиничев, В. М. Математические методы в эксплуатации железных дорог [Текст] / В. М. Акулиничев, В. А. Кудрявцев, А. Н. Корешков. — М. : Транспорт, 1981. — 223 с.
9. Світлична, С. О. Аналіз сучасного стану технології переробки міжнародних контейнерних вантажопотоків в українських портах [Текст] / С. О. Світлична // Збірник УкрДАЗТ. — 2012. — Випуск 131. — С. 67–73.
10. Світлична, С. О. Теоретичні основи дослідження організації міжнародних вантажопотоків при змішаних перевезеннях [Текст] / С. О. Світлична // Сборник научных трудов SWorld. Материалы международной науч.-практ. конф. «Современные направления теоретических и прикладных исследований 2013». — Выпуск 1. Том 1. — Одесса: КУПРИЕНКО, 2013. — С. 12–16.
11. Козлов, П. А. Методы оптимизации взаимодействия железнодорожного и морского транспорта [Текст] / П. А. Козлов, И. П. Владимирская // Транспорт Российской Федерации. — 2008. — № 20. — С. 53–55.
12. Акулиничев, В. М. Применение математических методов и вычислительной техники в эксплуатации железных дорог [Текст] / В. М. Акулиничев, В. А. Кудрявцева, П. А. Шульженко. — М. : «Транспорт», 1973. — 208 с.
13. Порядок направлення вагонопотоків та організації їх руху у вантажні поїзди на залізницях України на 2012–2013 рр. (План формування поїздів) [Текст] / Державна адміністрація залізничного транспорту України Укрзалізниця. — Київ, 2012. — 698 с.
14. Габасов, Р. Конструктивные методы оптимизации. Ч. 3. Сетевые задачи [Текст] / Р. Габасов, Ф. М. Кириллова, О. И. Костюкова // Мн. : «Университетское», 1986. — 224 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭТАПОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ МЕЖДУНАРОДНЫХ ГРУЗОПОТОКОВ ПРИ СМЕШАННЫХ ПЕРЕВОЗКАХ

Проведен анализ современного состояния развития взаимосвязи морских торговых портов и железнодорожных станций примыкания припортовых транспортных узлов Украины. Исследована система организации международных грузопотоков при смешанных перевозках на всех этапах переработки грузов. В результате проведенных исследований предложен ряд усовершенствований на каждом из этапов переработки импортных и транзитных грузов.

Ключевые слова: припортовый транспортный узел (ПТУ), морской торговый порт (МТП), припортовая железнодорожная станция (ПЖС).

Альошинський Євген Семенович, доктор технічних наук, професор, кафедра транспортних систем та логістики, Українська державна академія залізничного транспорту, Україна.

Світлична Софія Олександрівна, аспірант, кафедра транспортних систем та логістики, Українська державна академія залізничного транспорту, Україна, e-mail: sofya.svetlichnaya@mail.ru.

Виборнова Юлія Юрійівна, кафедра транспортних систем та логістики, Українська державна академія залізничного транспорту, Україна.

Алешиинский Евгений Семенович, доктор технических наук, профессор, кафедра транспортных систем и логистики, Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, Украина.

Светличная София Александровна, аспирант, кафедра транспортных систем и логистики, Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, Украина.

Выборнова Юлия Юрьевна, кафедра транспортных систем и логистики, Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, Украина.

Alyoshynsky Eugene, Ukrainian State Academy of Railway Transport, Ukraine.

Svitlichna Sofiya, Ukrainian State Academy of Railway Transport, Ukraine, e-mail: sofya.svetlichnaya@mail.ru.

Vybornova Yuliya, Ukrainian State Academy of Railway Transport, Ukraine

УДК 621.396.96

**Антипов И. Е.,
Бондарь Е. Ю.,
Шкарлет А. И.**

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МЕТЕОРНОЙ РЛС С ЦЕЛЬЮ ОПТИМИЗАЦИИ ЕЕ РАБОТЫ

В статье предложена структура модели, которая включает в себя как параметры наземной исследовательской аппаратуры Метеорной Автоматизированной Радиолокационной Системы, так и модель метеорного радиоотражения. Рассмотренная модель реализована в виде компьютерной программы. От существующих она отличается учетом изменения амплитуды сигнала в процессе формирования следа и возможностью моделирования метеорного распространения радиоволн на «сверхкороткие» трассы.

Ключевые слова: метеорный след, модель метеорного радиоотражения

1. Введение

С 50-х годов прошлого века в Харькове начались метеорные наблюдения с помощью радиолокационных станций, а с 1966 наблюдения продолжались с использованием специально созданной для этих целей Метеорной Автоматизированной Радиолокационной Системы (МАРС) [1].

МАРС обладает значительным энергетическим потенциалом и высокой чувствительностью, что позволило в ходе многолетних непрерывных наблюдений получить уникальные научные результаты, на основе которых был создан каталог метеорных орбит. В состав комплекса МАРС входит также автоматический угломер, позволяющий исследовать ветры в верхней атмосфере. Работы в этом направлении проводились с 1975, в том числе, по международным программам, одной из последних была программа INTAS (1998–1999 гг.).

Во время включения в 2006 году изучалась возможность сверхдальнего метеорного распространения радиоволн [2, 3].

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Следует признать, что, будучи созданным около 50 лет назад, комплекс МАРС в некоторой мере устарел. Следует выделить:

— несовершенную с современной точки зрения систему регистрации. В 60–70 годы регистрация осу-

ществлялась на фотопленку с последующей ручной обработкой. Из-за того, что автоматизация процесса была достаточно затруднена, часть материалов до сих пор не обработана [4];

— низкий КПД передатчика и, как следствие, значительная потребляемая мощность делают регулярную эксплуатацию комплекса достаточно дорогостоящей;

— недостаточная электромагнитная совместимость с возникшими в последние десятилетия аппаратурой связи и телевидения приводит к взаимным помехам;

— из-за относительно низкой рабочей частоты (27 МГц, а затем 31,1 МГц) в летние месяцы имеют место помехи, вызванные отражениями от ионосферы (т. н. ВНЗ [5]);

— устаревшая элементная база затрудняет ремонт и обслуживание аппаратуры.

3. Цель и задачи исследования

Необходимость продолжать метеорные исследования с одной стороны, и невозможность делать это на существующем оборудовании, с другой приводят к необходимости модернизации комплекса с учетом новых задач и новых возможностей.

Но простой переход на новую элементную базу без учета изменившихся условий работы и новых задач исследования нецелесообразен. Необходимо пересмотреть ряд параметров существующей аппаратуры (рабочая частота, форма и длительность импульса, период повторения, размещение выносных пунктов, порядок

регистрации и т. д.) Учет большого числа факторов можно осуществить путем моделирования работы обновленного комплекса. Но такое моделирование невозможно осуществить без самой главной составляющей — модели метеорного радиоотражения. Поэтому актуальной является задача разработки модели, которая включала бы в себя как параметры наземной исследовательской аппаратуры, так и модель процессов, происходящих в метеорной зоне. Разработке такой модели и посвящена данная статья.

4. Описание модели метеорного радиоотражения

После анализа нескольких моделей, подробно рассмотренных в [2, 3, 6, 7], можно предложить обобщенную структурную схему новой модели, которая графически представлена на рис. 1. Ее процедуры условно можно разделить на два этапа. Рассмотрим эти этапы и их основные составные части.



Рис. 1. Структурная схема модели метеорного радиоотражения

На первом этапе на основании имеющейся информации о географических координатах метеорной РЛС, для заданных даты и времени суток осуществляется моделирование метеорных частиц с известным распределением масс. Количество частиц с массами от M до $M + dM$ за время dt подчиняется зависимости

$$dN = Q_0 M^{-s} dM dt d\sigma, \quad (1)$$

где Q_0 — активность радианта (метеоров в час); $d\sigma$ — величина площадки на небесной сфере (стерадиан); s — параметр распределения масс, который считаем равным 2,23 [3].

Активность радианта Q_0 определяется с использованием астрономической базы модели, которая представляет собой таблицу распределения метеорных радиантов по небесной сфере и по скоростям для разных месяцев года. Эти данные были получены путем обработки результатов метеорных наблюдений на том же комплексе МАРС в 70-е годы.

Процедуры преобразования координат включают в себя несколько этапов. Во-первых, осуществляется пересчет координат радиантов метеорных частиц из гелиоцентрических координат (которые имеются в базе) в геоцентрические, связанные с движущейся Землей. При этом учитывается орбитальная скорость Земли и ее положение на орбите (определяется днем года). Во-вторых, геоцентрические координаты преобразуются в экваториальные, связанные с условно неподвижной Землей. И, в третьих, экваториальные координаты преобразуются в горизонтальные, связанные с географическим положением метеорной РЛС и временем суток. Формулы для преобразования можно найти в [8], а их практическое использование для метеорного моделирования в [3].

Проверка условия касания предполагает решение системы уравнений,

$$\begin{cases} x^2 + y^2 + z^2 = R^2; \\ \frac{x - x_M}{m} = \frac{y - y_M}{n} = \frac{z - z_M}{p}. \end{cases} \quad (2)$$

Первое уравнение системы — уравнение сферы с центром в точке расположения метеорной РЛС с координатами $(0, 0, 0)$, (рис. 2); второе — уравнение прямой, вдоль которой движется метеорная частица. Ее ориентация задается направляющими косинусами радианта m, n, p . Если у системы имеется единственное решение, это означает, что имеет место касание метеорного следа и сферы. Следовательно, условие отражения выполняется и найденные переменные и есть координаты отражающей точки. В случае, если решений два, это означает, что метеор «протыкает» сферу и условие отражения не выполняется. Сложность решения состоит в том, что радиус сферы R заранее неизвестен, он может меняться в таких пределах, чтобы высота отражающей точки оставалась в пределах метеорной зоны (78...105 км).

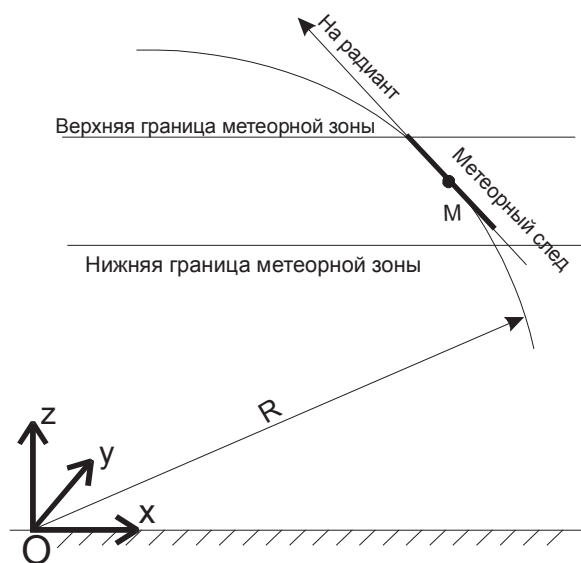


Рис. 2. Геометрия отражения

По итогам первого этапа моделирования формируются промежуточные результаты, которые для каждой из смоделированных метеорных частиц, прошедших проверку на условие касания, содержат три координаты

отражающей точки, электронную плотность в ней, постоянную времени рассеяния следа и вектор скорости частицы. Последний параметр является отличительной особенностью данной модели. В ранее рассмотренных моделях (например, в [3]) вектор скорости частицы не рассчитывался.

Промежуточные результаты сохраняются в виде отдельного файла, который будет использоваться на втором этапе. Графическая интерпретация промежуточных данных представлена на рис. 3.

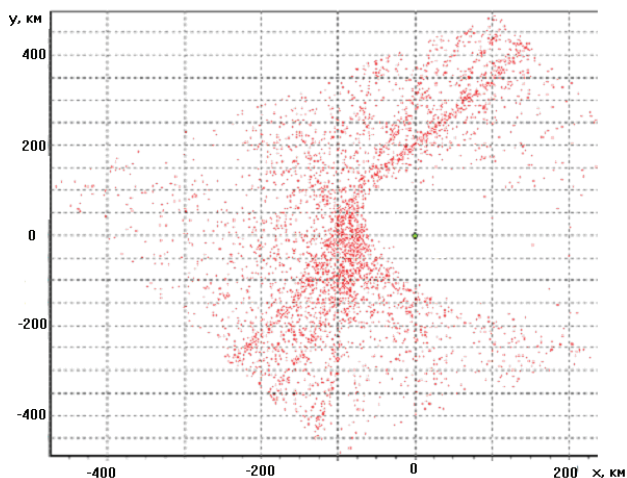


Рис. 3. Графическое представление промежуточных результатов моделирования

Здесь каждой точке на плоскости соответствует сохраненные значения параметров частицы.

На втором этапе моделирования для существующих или для предполагаемых параметров РЛС (мощность сигнала, отношение сигнал/шум, длительность отражения, форма и ориентация диаграмм направленности приемной и передающей антенн) определяется мощность и длительность отражения. При этом в качестве модели отражения радиоволн от ненасыщенного следа можно использовать известное [9] выражение

$$P_{\text{пр}} = \frac{P_{\text{пер}} G_{\text{пер}} G_{\text{пр}} \alpha^2 \left(\frac{\lambda}{R}\right)^3 \left(\frac{e^2}{mc^2}\right)^2 f^2(r_0) \phi^2(\Delta), \quad (3)$$

где $P_{\text{пер}}$ — импульсная мощность передатчика; $G_{\text{пер}}$, $G_{\text{пр}}$ — коэффициент направленного действия передающей и приемной антенн; α — линейная электронная плотность в следе; λ — длина волны; R — дальность до следа; m , e — масса и заряд электрона; c — скорость света; r_0 — начальный радиус следа, а Δ представляет собой функцию

$$\Delta = \frac{8\pi^2 D \sqrt{R}}{V \lambda^{\frac{3}{2}}}, \quad (4)$$

где D — коэффициент амбиполярной диффузии; V — модуль скорости метеора. Множители $f(r_0) = e^{-\left(\frac{2\pi}{\lambda} r_0\right)^2}$ и $\phi(\Delta) = \frac{1 - e^{-\sqrt{2}\Delta}}{\sqrt{2}\Delta}$ учитывают ослабление сигнала вследствие влияния начального радиуса следа и диффузного расширения за время формирования первой зоны Френеля.

Для насыщенного следа используется модель [9]

$$P_{\text{пр}} = \frac{P_{\text{пер}} G_{\text{пер}} G_{\text{пр}} \alpha^2 \left(\frac{\lambda}{R}\right)^3 \left(\frac{e^2}{mc^2}\right)^2 f(r_0) \phi^2(\Delta). \quad (5)$$

Возможность определить радиолокационным методом скорость частицы связана с измерением длин зон Френеля [10]. Для их моделирования наряду с координатами отражающей точки и электронной плотности следа в ней, необходима информация о векторе скорости частицы. Эта скорость используется при преобразовании координат и при расчете электронной плотности. Определение трех составляющих скорости может быть выполнено как

$$V_x = V_{\infty} \cos\left(\arctan \frac{m}{n} - \eta\right); \quad (6)$$

$$V_y = V_{\infty} \sin\left(\arctan \frac{m}{n} - \eta\right); \quad (7)$$

$$V_z = V_{\infty} p; \quad (8)$$

где V_{∞} — внеатмосферная скорость частицы, η — угол между направлением на север и осью трассы. С целью повышения наглядности при отображении результатов моделирования направление осей x и y выбрано на север и на восток, соответственно.

На рис. 4 приведены экстремумы дифракционной картины. Скорость получают по интерференционным колебаниям АВХ с помощью формулы

$$V_{\text{из}} = \frac{L_{BD} F \sqrt{\lambda R}}{2n}, \quad (9)$$

где $V_{\text{из}}$ — измеренная скорость, L_{BD} — длина соответствующей зоны Френеля, выраженная в нормированных единицах, (рис. 4), F — частота следования импульсов, n — число импульсов в зоне BD [9].

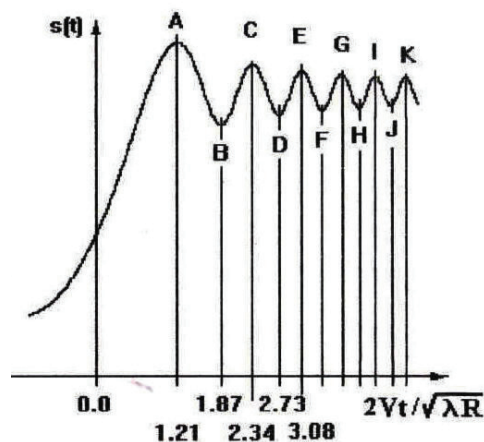


Рис. 4. Экстремумы дифракционной картины

Для выбора расстояний d между выносными пунктами (рис. 5) можно использовать варианты формул (1) и (2) для случая радиосвязи. При метеорной связи расстояние вовсе не обязательно должно составлять сотни или тысячи километров. Данные формулы адекватно отображают ситуацию и в условиях коротких трасс, что показано в работе [3].

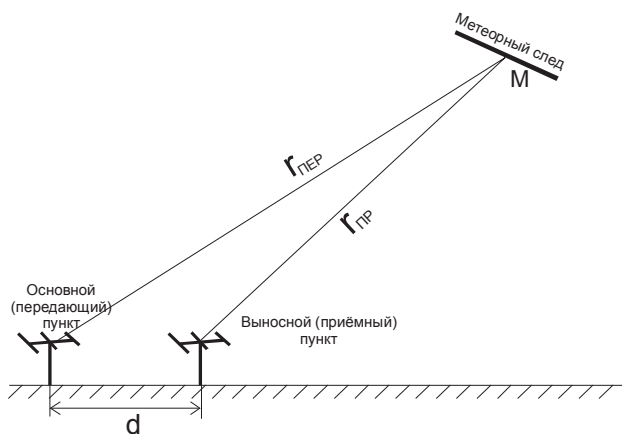


Рис. 5. Размещение выносного пункта

$$P_{пр} = \frac{P_{пер} G_{пер} G_{пр} \sigma \lambda_w^3 \alpha^2 \cos^2 \mu \exp\left(-\frac{8\pi r_0}{\lambda_w \sec^2 \theta}\right)}{(4\pi)^3 r_{пер} r_{пр} (r_{пер} + r_{пр}) (1 + \sin^2 \theta \cos^2 \gamma)}, \quad (10)$$

где m – угол между вектором электрического поля падающей волны и осью следа; θ – угол падения передаваемой волны на след; γ – угол между метеорным следом и плоскостью, проведенной через пункты передачи, приема и отражающую точку метеорного следа M_0 ; $r_{пер}$ и $r_{пр}$ – расстояния между передающей антенной и отражающей областью и приемной антенной и отражающей областью; r_0 – начальный радиус метеорного следа; s – эффективная поверхность рассеяния электрона (10^{-28} м^2). Для насыщенного следа (если электронная плотность больше, чем $2,4 \cdot 10^{15} \text{ эл/м}$) зависимость имеет вид:

$$P_{пр} = \frac{P_{пер} G_{пер} G_{пр} \sigma \lambda_w^2 \sqrt{\frac{\gamma_0^2}{\sec^2 \theta} \ln\left(\frac{r_e \alpha \lambda_w^2 \sec^2 \theta}{\pi^2 r_0^2}\right)}}{32\pi^2 r_{пер} r_{пр} (r_{пер} + r_{пр}) (1 + \sin^2 \theta \cos^2 \gamma)}, \quad (11)$$

где $r_e = 3 \cdot 10^{-15} \text{ м}$ – классический радиус электрона.

5. Выводы

Итак, рассмотренная модель реализована в виде компьютерной программы. Ее основные преимущества: – в модели учитывается изменение амплитуды сигнала в процессе формирования следа (АВХ); – предусмотрена возможность моделирования РРВ на «сверхкороткие» трассы – между основным и выносными пунктами; – предусмотрена возможность определения координат следа, что необходимо для последующего определения метеорного радианта.

Таким образом, в работе представлено описание новой модели, которая позволит рассматривать различные варианты построения обновленного метеорной радиолокационной системы.

Литература

1. Антипов, И. Е. Современные средства и методы радиолокационных метеорных исследований [Текст] / И. Е. Антипов, А. А. Костыря, И. А. Шкарлет // Радиотехника: Всеукр. межвед. научн.-техн. сб. – 2010 – Вып. 160. – С. 39–46.

2. Антипов, И. Е. Развитие теории и совершенствование радио-метеорных систем связи и синхронизации [Текст] : дисс... докт. техн. наук. / И. Е. Антипов. – Харьков, 2007. – 306 с.

3. Антипов, И. Е. Оптимизация ориентации диаграмм направленности антенн метеорных радиотехнических систем с целью повышения их пропускной способности в условиях коротких трасс [Текст] : дисс... канд. техн. наук / И. Е. Антипов. – Харьков, 1996. – 144 с.

4. Антипов, И. Е. Автоматизированный алгоритм распознавания и анализа метеорных АВХ [Текст] / И. Е. Антипов, Е. Ю. Бондарь, Н. О. Сорох, О. А. Соляник // Радиотехника: Всеукр. межвед. научн.-техн. сб. – 2011. – Вып. 165. – С. 56–62.

5. Антипов, И. Е. Об использовании высоких частот в метеорной радиолокации [Текст] / И. Е. Антипов, А. А. Костыря, И. А. Шкарлет // Радиотехника: Всеукр. межвед. научн.-техн. сб. – 2012. – Вып. 169. – С. 55–59.

6. Мак-Кинли, Э. Методы метеорной астрономии [Текст] / Э. Мак-Кинли. – М.: Мир, 1964. – 384 с.

7. Костылев, К. В. Астрономические основы метеорной радиосвязи [Текст] / К. В. Костылев. – Казань. Изд-во КГУ, 1970. – 142 с.

8. Астапович, И. С. Метеорные явления в атмосфере Земли [Текст] / И. С. Астапович. – Государственное издательство физико-математической литературы. – М., 1958. – 640 с.

9. Кашеев, Б. Л. Метеорные явления в атмосфере Земли [Текст] / Б. Л. Кашеев, В. Н. Лебединец, М. Ф. Лагутин. – М.: Изд-во «Наука», 1967. – 260 с.

10. Антипов, И. Е. Восстановление координат метеорного радианта по неполной радиолокационной информации [Текст] / И. Е. Антипов, Н. О. Сорох, Р. В. Шандренко // Радиотехника: Всеукр. межвед. научн.-техн. сб. – 2012. – Вып. 169. – С. 11–15.

МОДЕЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МЕТЕОРНОЇ РЛС З МЕТОЮ ОПТИМІЗАЦІЇ ЇЇ РОБОТИ

У статті запропонована структура моделі, яка включає в себе як параметри наземної дослідницької апаратури Метеорної Автоматизованої Радиолокаційної Системи, так і модель метеорного радіовідбиття. Розглянута модель реалізована у вигляді комп'ютерної програми. Від існуючих вона відрізняється урахуванням зміни амплітуди сигналу в процесі формування сліду і можливістю моделювання метеорного поширення радіохвилі на «надкороткі» траси.

Ключові слова: метеорний слід, модель метеорного радіовідбиття.

Антипов Іван Євгенєвич, доктор технічних наук, професор, кафедра радіоелектронних пристроїв, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна, e-mail: i_ant@mail.ru.

Бондарь Євгенія Юрьєвна, кандидат технічних наук, кафедра радіоелектронних пристроїв, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна, e-mail: gxaski@yandex.ru.

Шкарлет Александр Іванович, аспірант, кафедра радіоелектронних пристроїв, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна, e-mail: adretta59@mail.ru.

Антипов Іван Євгенєвич, доктор технічних наук, професор, кафедра радіоелектронних пристроїв, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.

Бондарь Євгенія Юрьєвна, кандидат технічних наук, кафедра радіоелектронних пристроїв, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.

Шкарлет Олександр Іванович, аспірант, кафедра радіоелектронних пристроїв, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.

Shkarlet Aleksandra, Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine, e-mail: adretta59@mail.ru.

Antipov Ivan, Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine, e-mail: i_ant@mail.ru.

Bondar Evgeniya, Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine, e-mail: gxaski@yandex.ru

**Мельничук А. С.,
Луценко С. П.,
Громовий Д. С.,
Трофимова К. В.**

АНАЛІЗ МЕТОДІВ СОРТУВАННЯ МАСИВУ ЧИСЕЛ

У даній статті розглянуті методи сортування (розстановки за певним правилом) в масиві чисел, які використовуються в обчислювальній техніці на сьогоднішній день. Існуючі методи аналізуються за показниками кількості обмінів, ітерацій та порівнянь, що найповніше характеризують кожен алгоритм. В результаті оцінена загальна швидкодія кожного методу, визначені переваги та недоліки кожного з них.

Ключові слова: сортування, масив чисел, швидкодія, ітерація, об'єм пам'яті, алгоритм, програмування

1. Вступ

Алгоритми сортування масиву чисел — одні з найбільш важливих процесів, які використовуються у обчислювальній техніці, оскільки сортування та пошук є найбільш загальними складовими частинами систем програмування [1]. Останнім часом інтерес до методів та засобів сортування великих масивів інформації зростає, що тісно пов'язано з новими досягненнями в області комп'ютерних технологій, а також з розширенням сфери застосування самих алгоритмів сортування [2, 3].

Сортування — це процес розстановки елементів в деякому визначеному порядку, за попередньо заданим законом. При цьому елементи розміщуються таким чином, щоб, по-перше, обчислення, які вимагають певного порядку розміщення даних, могли виконуватися ефективно, по-друге, результати мали змістовний вигляд, і по-третє, наступні процеси мали би придатні вихідні дані [1].

Мета даної статті — проаналізувати часові характеристики процесу сортування для вибору алгоритму, найбільш придатного для реалізації конкретної задачі.

2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

Незважаючи на значну кількість алгоритмів та вдосконалень відомих методів сортування, основними, або базовими, серед них є сім методів: метод лінійного вибору, лінійного вибору з обміном, лінійного вибору з підрахунком, парного обміну, стандартного обміну, просіювання та лінійної вставки [3].

Існуючі методи сортування, кожен з яких має свої переваги та недоліки [4], можна згрупувати у відповідності з визначальними принципами функціонування у три основні категорії [5]:

- сортування за допомогою включення (by insertion);
- сортування за допомогою виділення (by selection);
- сортування за допомогою обмінів (by exchange).

Двома найбільш важливими програмними аспектами є об'єм машинного часу, необхідний для роботи програми сортування, і об'єм пам'яті, необхідний для цієї програми [1]. Доброю мірою ефективності може бути число необхідних порівнянь та число переміщень (перестановок) елементів масиву. Ці величини є функціями від числа елементів n , які сортуються.

Ефективні алгоритми сортування потребуються порядку $n \log_2 n$ порівнянь. В простих і очевидних методах, які називають прямими, потрібно порядку n^2 порівнянь [5].

Для розгляду алгоритмів сортування доцільно ввести деяке умовне позначення [5]. Якщо a_i є елементи

$$a_1, a_2, \dots, a_n,$$

то сортуванням є перестановка цих елементів до одержання масиву

$$a_1, a_2, \dots, a_n,$$

в якому при деякій функції впорядкування f виконується відношення

$$f(a_{k_1}) \leq f(a_{k_2}) \leq \dots \leq f(a_{k_n}).$$

Звичайно, функція впорядкування не обраховується за якимось правилом, а зберігається як дійсна компонента (поле) кожного елемента [5]. Методи сортування можна назвати стійким, якщо в процесі сортування відносно розташування елементів з рівними ключами не змінюється [6].

Проведемо порівняльний аналіз найбільш відомих методів сортування.

3. Порівняльний аналіз методів сортування масиву чисел

Найпростіший метод сортування називається бульбашковим сортуванням: на першому проході сусідні елементи порівнюються і якщо елементи не впорядковані, вони змінюються місцями, в результаті чого найбільший із тих, що залишились (порівняння іде між $(n - 1)$ елементами), переміщується на передостаннє місце і так до тих пір, поки масив не виявиться впорядкованим [5]. Основна перевага бульбашкового методу сортування — це те, що його легко реалізувати у вигляді програми. Недолік цього методу полягає в тому, що він володіє незначною швидкістю [1].

Найбільш істотного покращення можна досягти, використовуючи сортування Шела (або сортування з кроком, що зменшується). В цьому методі в першопочатковому масиві сортуються окремі під масиви. При цьому K називається кроком n , наприклад, якщо K рівне 5, то першим сортується підмасив, який складається з елементів

$a(1)$, $a(6)$, $a(11)$ і т. д. П'ять підмасивів, кожен з яких містить $1/5$ елементів початкового масиву, сортується аналогічним чином [4].

При швидкому сортуванні за методом Хоара масив переглядається одразу з двох боків. Якщо з одного боку знаходиться елемент більший, ніж з іншого, то ці елементи змінюються місцями. Так продовжується до того часу, поки вказівники на лівий і правий елементи не перетнуться. В результаті такого проходження алгоритму весь масив розбитий на дві частини. В лівій частині знаходяться елементи з меншими значеннями ключів, а в правій — з більшими. Тепер залишається відсортувати тим самим методом кожен частину окремо [3].

При сортуванні методом підрахунку кожен елемент порівнюється з усіма іншими елементами. Якщо який-небудь елемент більший, ніж K елементів цього масиву, то після впорядкування він повинен займати $(K + 1)$ місце, відповідно, необхідно порівняти попарно всі ключі та підрахувати, скільки з них менше кожного окремого ключа. Після цього необхідно переставити елементи у відповідності з певними місцями [6].

При сортуванні вставкою елементи переглядаються по одному і кожен новий елемент вставляється в підходяще місце серед раніше впорядкованих елементів [3]. Суть сортування простими вставками полягає в наступному: нехай на i -му кроці алгоритму послідовність з $(i - 1)$ перших елементів масиву впорядкована. Додавання i -го елемента в цю послідовність відбувається впорядковано: елемент, який потрібно вставити, порівнюється з попереднім до тих пір, поки не знайдеться місце i -го елемента [5].

Сортування простим вибором здійснюється так: спочатку з n елементів вибирається максимальний. Далі n -ий та знайдений максимальний елементи міняються місцями. Потім серед $(n - 1)$ елементів, що залишилися, від 1 до $(n - 1)$ вибирається максимальний і міняються місцями з елементом, який стоїть на $(n - 1)$ -му місці і т. д. [7]. Так продовжується до того часу, поки весь масив не буде відсортований. Останній раз максимум вибирається з двох елементів, які стоять на першому і на другому місці відповідно, і більший з них стає на друге місце [5].

Сортування за допомогою двійкового дерева пошуку, яке можна використовувати для сортування, виконується так: береться порожнє дерево, до нього додаються всі елементи масиву в порядку зростання [1]. Якщо елементи масиву різні та розміщені у випадковому порядку, а довжина масиву n , то алгоритм вимагає в середньому $n \log_2 n$ операцій [8]. Якщо елементи відсортовані у порядку збільшення або порядку спадання, то дерево стає незбалансованим (тобто у нього з'являється багато порожніх гілок), і алгоритм вимагає n^2 операцій [1].

Алгоритм сортування злиттям є процесом об'єднання двох або більш відсортованих файлів в деякий третій відсортований файл [9]. Нехай є два відсортованих масиви M і N , тоді порівнюються два найменші елементи обох масивів і найменший з них виводиться як найменший елемент сумарного масиву, потім процедура повторюється до тих пір, поки результуючий масив не буде відсортований злиттям.

Порівняння здійснювалось за такими характеристиками: кількість ітерацій (КІ), кількість порівнянь в ітерації (КПІ), загальна кількість порівнянь (ЗКП). Для кожного методу наведемо також переваги та недоліки.

1. Метод бульбашки (bubble) [1, 5].

КІ = $(n - 1)$, КПІ = $(n - 1)$, ЗКІ = $(n^2 - n)/2$.

Переваги: для поліпшеного сортування середнє число проходів (ітерацій) рівне $n - k\sqrt{n}$.

Недоліки: середня кількість переміщень $3n(n - 1)/2$; велика кількість обмінів при масиві зі зворотнім порядком [6].

2. Метод Шела (Shell) [1, 6].

КІ = $\log_2 n$, ЗКІ = $n(\log_2 n)^2$.

Переваги: мінімальний об'єм пам'яті, скорочення повторних порівнянь.

Недоліки: велике число обмінів при масиві зі зворотнім порядком.

3. Метод лінійного вибору з підрахунком (linear choice with count) [3, 6].

КПІ = $n - 1$, ЗКІ = $n^2/2$.

Переваги: можливість обрахувати адресу будь-якого елемента в списку виведення.

Недоліки: необхідна додаткова пам'ять під список лічильників.

4. Метод лінійної вставки (linear insert) [2, 3, 5].

КПІ = $n/2$, ЗКІ = $n^2/4$, ЗКІ = $(n^2 - n - 2)/4$ [5].

Переваги: всі елементи повинні бути відомі.

Недоліки: виконується переміщення з однієї позиції в іншу, а не взаємний обмін; середня кількість переміщень $(n^2 + 9n - 10)/4$.

5. Метод просіювання (лінійна вставка з обміном) (sifting) [3, 6].

ЗКІ = $(n - 1)^2/2$, ЗКІ = $n^2/4$ [6].

Переваги: метод не зберігає фіксовану послідовність порівнянь.

Недоліки: велике число обмінів при списку в зворотному порядку.

6. Метод швидкого сортування, або метод Хоара (quick sort) [4, 5].

В кращому випадку ЗКІ = $n \log_2 n$, в гіршому — ЗКІ = n^2 [5, 7].

Переваги: в метод можна легко включити будь-який метод сортування.

Недоліки: недостатньо висока продуктивність при невеликих n .

7. Метод простого вибору (simple choice) [1, 5, 9].

КІ = $n - 1$, ЗКІ = n^2 .

Переваги: метод не вимагає використання додаткової пам'яті.

Недоліки: середня кількість переміщень $n(\ln n + g)$, де $g = 0,577216$ — постійна Ейлера. Час сортування збільшується квадратично відносно кількості елементів. Метод характеризується нестійкістю [9].

8. Метод підрахунку (calculation) [5, 8].

ЗКІ = $(n^2 - n)/2$.

Недоліки: кількість переміщень $9n/4$. Вимагає додаткової пам'яті.

9. Метод бінарного дерева (binary tree) [1, 3, 8].

ЗКІ = n^2 , ЗКІ = $n \log_2 n$ [8].

Переваги: мінімальна кількість рівнів та мінімальний об'єм.

Недоліки: вимагає додаткової пам'яті; немає можливості точно передбачати потрібний об'єм пам'яті.

10. Метод простого злиття (simple merge) [1, 8, 10].

КІ = $\log_2 n$, ЗКІ = $n \log_2 n$.

Недоліки: потребує додаткової пам'яті; доступ до даних відбувається набагато повільніше, ніж при використанні інших методів.

11. Метод сортування з обчисленням адреси (sorting with calculation of address) [1, 8].

$$ЗКІ = n^2.$$

Переваги: велика швидкодія.

Недоліки: порядок елементів в масиві не збігається з їх порядком в списку; складність здійснення динамічне розширення масиву.

12. Метод пірамідального сортування (heap sort) [7].

$$ЗКІ = n \log_2 n.$$

Переваги: не потребує додаткової пам'яті.

Недоліки: метод характеризується нестійкістю.

13. Метод порозрядного сортування (radix sort) [1, 10].

$$ЗКІ = n \log_2 n.$$

Переваги: найбільш підходить для використання в комп'ютерній графіці; списки легко реорганізувати, об'єднувати.

Недоліки: вимагає додаткову пам'ять [8].

14. Метод парного обміну (pair exchange) [3, 6].

$KI = n$; в кращому випадку $ЗКІ = n$, в гіршому — $ЗКІ = n^2/2$.

Переваги: найвища ефективність при використанні у вигляді мережі для паралельних процесорів.

Недоліки: потребує додаткових витрат на управління парними-непарними переглядами; великий об'єм пам'яті під процедури і низька швидкодія.

15. Метод турнірного сортування (tournament sorting) [1, 9].

$$KI = n - 1, KPI = n - 1, ЗКІ = n \log_2 n.$$

Переваги: мінімальний метод по пам'яті.

Недоліки: верхні рівні дерева містять вказівники, а дійсні дані зберігаються тільки на найнижчому рівні; на декількох рівнях дерева присутнє дублювання інформації; вимагає додаткового об'єму пам'яті.

Порівняння методів сортування в загальному вигляді представлено в табл. 1, де приведено мінімальне, середнє та максимальне значення вказаних величин [4, 6–10].

Нами було проведено перевірку швидкодії комп'ютерних програм на основі відомих методів сортування.

Час роботи різних програм сортування для масиву розмірністю $n = 256$ представлено в табл. 2.

4. Висновки

Результати аналізу відомих методів сортування за такими часовими характеристиками, як кількість порівнянь в ітерації, загальна кількість порівнянь, кількість ітерацій (переглядів), виконаних в даній роботі, дозволяють вибрати оптимальний з цієї точки зору метод сортування для програмної та апаратної реалізації.

Аналіз сучасних співвідношень при програмній реалізації трьох найбільш поширених груп методів сортування (методи включення, вибору й обміну) свідчить про можливість нових рішень в області апаратної реалізації з метою підвищення рівня паралелізму та пришвидшення процесу сортування. У цьому випадку перевагу слід надати методам сортування на основі обміну, наприклад, методу парного обміну, оскільки він вимагає мінімальних часових витрат (найменшу кількість обмінів). При цьому підтверджено, що саме метод парного обміну можна реалізувати у вигляді сортувальної мережі.

В результаті перевірки відомих методів сортування на швидкодію з використанням масиву сталого об'єму було визначено час роботи програм сортування на основі різних методів. При цьому найкращі результати показали методи Шела та швидкого сортування.

Література

1. Лэнгсам, Й. Структуры данных для персональных ЭВМ [Текст] / Й. Лэнгсам, М. Огенстайн, А. Тененбаум. — М. : Мир, 1989. — 568 с.
2. Вышинский, В. А. Сортировка чисел в матрично-алгебраической ЭВМ [Текст] / В. А. Вышинский // Управляющие системы и машины. — 2001. — № 2. — С. 50–52.
3. Лорин, Г. Сортировка и системы сортировки [Текст] / Г. Лорин. — М. : Мир, 1983. — 384 с.
4. Вирт, Н. Алгоритмы + структуры данных = программа [Текст] / Н. Вирт. — М. : Мир, 1985. — 406 с.

Таблиця 1

Порівняння методів сортування

Група методів сортування	Мінімальне значення		Середнє значення		Максимальне значення	
	Число необхідних порівнянь ключів	Число обмінів	Число необхідних порівнянь ключів	Число обмінів	Число необхідних порівнянь ключів	Число обмінів
Включення	$n - 1$	$2(n - 1)$	$(n^2 + n - 2)/4$	$(n^2 - 9n - 10)/4$	$(n^2 + n - 2)/2 - 1$	$(n^2 - 3n - 4)/2$
Вибір	$(n^2 - n)/2$	$3(n - 1)$	$(n^2 - n)/2$	$n(n+1)/2$	$(n^2 - n)/2$	$n^2/4 + 3(n - 1)$
Обмін	$(n^2 - n)/2$	0	$(n^2 - n)/2$	$(n^2 - n)/3/4$	$(n^2 - n)/2$	$(n^2 - n)/3/2$

Таблиця 2

Час роботи сортування (в секундах)

Методи сортування	Природа масиву чисел		
	Впорядкований	Випадковий	Зворотній порядок
Лінійна вставка	0,82	0,82	1,64
Лінійний вибір	0,94	0,96	1,18
Бульбашка	1,26	2,04	2,80
Метод Шела	0,10	0,24	0,24
Пірамідальне сортування	0,20	0,20	0,20
Швидке сортування	0,08	0,12	0,08
Злиття	0,18	0,18	0,18

5. Программирование алгоритмов обработки данных [Текст] / О. В. Ускова, Н. В. Огаркова, И. Е. Воронина и др. — СПб. : БХВ-Петербург, 2003. — 102 с.
6. Гузик, В. Ф. Организация различных методов сортировки в вычислительных системах [Текст] / В. Ф. Гузик, В. Е. Золотовский, С. А. Чиненков // Электронное моделирование. — 1992. — Т. 14, № 3. — С. 25–28.
7. Hea, M. An optimal and processor efficient parallel sorting algorithm on a linear array with a reconfigurable pipelined bus system [Text] / M. Hea, X. Wu, S. Q. Zheng // Computers & Electrical Engineering. — 2009. — Vol. 35, Issue 6. — pp. 951–965.
8. Кнут, Д. Э. Искусство программирования. Т. 3. Сортировка и поиск [Текст] / Д. Э. Кнут. — 2-е изд. — М. : Вильямс, 2003. — 832 с.
9. Chandra, S. Sorting algorithms on transputer arrays [Text] / S. Chandra, M. Jain, A. Basu, P. S. Kumar // Parallel Computing. — 1993. — Vol. 19, Issue 6. — pp. 595–607.
10. Lin, Y.-C. Parallel sorting with cooperating heaps in a linear array of processors [Text] / Yen-Chun Lin, Ferng-Ching Lin // Parallel Computing. — 1990. — Vol. 16, Issue 2–3. — pp. 273–278.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ СОРТИРОВКИ МАССИВА ЧИСЕЛ

В данной статье рассмотрены методы сортировки (расстановки по определенному правилу) в массиве чисел, которые используются в вычислительной технике на сегодняшний день. Существующие методы анализируются по показателям количества обменов, итераций и сравнений, что наиболее полно характеризуют каждый алгоритм. В результате оценено общее

быстродействие каждого метода, определены преимущества и недостатки каждого из них.

Ключевые слова: сортировка, массив чисел, быстродействие, итерация, объем памяти, алгоритм, программирование.

Мельничук Андрій Сергійович, кафедра радіотехніки, Вінницький національний технічний університет, Україна, e-mail: a_melnychuk@i.ua.

Луценко Сергій Петрович, кафедра радіотехніки, Вінницький національний технічний університет, Україна.

Громовий Дмитро Сергійович, кафедра радіотехніки, Вінницький національний технічний університет, Україна.

Трофимова Карина Вікторівна, кафедра проектування медико-біологічної апаратури, Вінницький національний технічний університет, Україна.

Мельничук Андрей Сергеевич, кафедра радиотехники, Винницкий национальный технический университет, Украина.

Луценко Сергей Петрович, кафедра радиотехники, Винницкий национальный технический университет, Украина.

Громовой Дмитрий Сергеевич, кафедра радиотехники, Винницкий национальный технический университет, Украина.

Трофимова Карина Викторовна, кафедра проектирования медико-биологической аппаратуры, Винницкий национальный технический университет, Украина.

Melnychuk Andriy, Vinnytsia National Technical University, Ukraine, e-mail: a_melnychuk@i.ua.

Lutsenko Serhiy, Vinnytsia National Technical University, Ukraine.

Hromoviy Dmytro, Vinnytsia National Technical University, Ukraine.

Trofymova Karina, Vinnytsia National Technical University, Ukraine.

УДК 656.11

**Санько Я. В.,
Ройко Ю. Я.**

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ ВУЛИЧНО- ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ

В даній статті було визначено межі варіювання оптимальної довжини ділянки вулично-дорожньої мережі в залежності від рівня автомобілізації та кількості мешканців кварталу. Такі результати дають змогу визначити оптимальну довжину ділянки вулично-дорожньої мережі при проектуванні нових сільбищних територій, або навпаки при існуючій транспортній мережі визначити параметри транспортних потоків та житлової забудови.

Ключові слова: вулично-дорожня мережа, житловий квартал, транспортний потік, довжина ділянки

1. Вступ

Сучасні вимоги щодо переміщення транспортних та пішохідних потоків визначають головні напрямки створення або розвитку раціональної структури вулично-дорожньої мережі, яка б забезпечувала мінімальні витрати коштів на ці переміщення.

Відомо, що створення раціональної структури вулично-дорожньої мережі можна досягти шляхом розробки комплексу транспортних, будівельних, планувальних та природоохоронних заходів. Це дозволить найкращим шляхом вирішити проблему транспортного обслуговування населення міста [1–6].

2. Актуальність теми

З історичним розвитком міст, здійснювалося його функціональне призначення, конфігурація вулично-дорожньої мережі, що в свою чергу впливало на геометризовану схему планування міста [7].

Найбільш доцільними в історії проектування та розвитку міст стали квадратно-решітчасті форми міського плану, де основною перевагою є рівномірне дублювання всіх напрямків дорожнього руху без перевантаження міського центру [8].

Із досліджень розподілу сільбищної території та типових геометризованих схем, випливає, що головний акцент приділяється формуванню розгалуженої вулично-дорожньої мережі міста [8–10].

Вимогами сучасності, щодо параметрів транспортної мережі є розробка такої планувальної схеми, що забезпечує мінімум витрат на функціонування транспортної системи перевезення пасажирів та вантажів. При цьому забезпечуючи необхідний рівень безпеки.

3. Основна частина

3.1. Аналіз літературних джерел по темі дослідження.

В роботах [1, 2, 5, 6] наведено класифікацію основних геометризованих структур вулично-дорожньої мережі. Проведено оцінку їх впливу на параметри функціонування транспортних систем та надано рекомендації щодо використання території міста для різних планувальних схем.

Проведений, в роботах [7–9], аналіз впливу планувальних рішень на геометричні параметри міських вулиць, показав що сьогодні вулиця перестає бути архітектурним елементом міського дизайну, натомість стає універсальною транспортною артерією. Тому при проектуванні вулиць більше уваги необхідно приділяти її функціональним аспектам ніж архітектурним.

В роботах [10, 11] зазначено, що відстань між магістральними вулицями повинна бути в межах 600–800 метрів. Натомість відстані між вузлами в різних рівнях повинні бути: на вулицях та дорогах безперервного руху 800–1200 метрів (в центральних зонах міст не менше 600 метрів), регульованого руху (в межах сельбищної території) – 500–1500 метрів, між вузлами в одному рівні – 300–800 метрів. Наявність таких меж варіювання не дозволяє оптимізувати процес визначення довжини ділянки вулично-дорожньої мережі.

Тому в роботі [12] приведені результати уточнення математичної моделі витрат на функціонування транспортної системи перевезення пасажирів та вантажів. Де було досягнуто більш достовірний результат, за рахунок врахування додаткових параметрів.

Загалом проведені дослідження вказують на те, що оптимальна довжина ділянки вулично-дорожньої мережі залежить від співвідношення кількості транспортних засобів та пасажиропотоку транзитного та місцевого формування.

3.2. Результати досліджень. З погляду на переміщення транспортних потоків на транспортній мережі першочерговим є розгляд структури потоків.

Основою структури транспортних потоків є дві складові:

- міські потоки;
- позаміські потоки, які є транзитними по відношенню до руху по вулично-дорожній мережі міста.

На кількість транзитних транспортних засобів, що при переміщенні використовують вулично-дорожню мережу міста, впливає наявність та стан окружної дороги, мета поїздки та ін. Для врахування цієї складової транспортного потоку в загальному обсязі переміщень можна використовувати відповідний коефіцієнт приведення.

Визначити кількість легкових транспортних засобів, що використовуються для переміщень мешканців міста, можна за допомогою залежності транспортної роботи $W_{\text{легк}}$:

$$W_{\text{легк}} = \sum_{i=1}^n HO_i \cdot l_{\text{ср}}, \quad (1)$$

де $W_{\text{легк}}$ – транспортна робота, що виконана легковими автомобілями, авт.км/добу; HO_i – обсяг відправлень

з i -го району, од./добу; $l_{\text{ср}}$ – середня відстань однієї поїздки на легковому автомобілі.

Для розподілу транспортної роботи на одиницю довжини транспортної мережі L_M використаємо наступну залежність:

$$N_{1 \text{ км}} = \frac{W}{L_M}, \quad (2)$$

де $N_{1 \text{ км}}$ – кількість транспортних засобів, що приходиться на 1 кілометр вулично-дорожньої мережі, авт./добу.

Якщо необхідно визначити розподіл транспортної роботи на довжину окремої ділянки $l_{\text{дл}}$ можна використати наступну залежність:

$$\overline{l_{\text{дл}}} = \frac{L_M}{n_{\text{дл}}}, \quad (3)$$

де $\overline{l_{\text{дл}}}$ – середня довжина ділянки вулично-дорожньої мережі, км; $n_{\text{дл}}$ – кількість ділянок транспортної мережі.

Тоді залежність (2) матиме вигляд:

$$N_{l_{\text{дл}}} = \frac{W}{n_{\text{дл}}}, \quad (4)$$

де $N_{l_{\text{дл}}}$ – кількість легкових транспортних засобів, що приходиться на середню довжину ділянки вулично-дорожньої мережі, км.

Так як довжина транспортної мережі L_M задана по всьому місту, а її розподіл по функціональних зонах міста має різні характеристики, то доцільно використати наступну залежність

$$N_{\text{тр}} = \frac{\sum HO_i \cdot l_{\text{ср}}}{\delta \cdot S_p}, \quad (5)$$

де δ – щільність транспортної мережі, км/км²; S_p – площа району, що розглядається, км².

Кількість відправлень на легкових транспортних засобах, можна визначити за формулою:

$$\sum HO_i = \frac{N_{\text{нас}} \cdot \phi_{\text{легк}}}{\gamma_{\text{легк}}}, \quad (6)$$

де $N_{\text{нас}}$ – кількість мешканців міста, чол.; $\phi_{\text{легк}}$ – коефіцієнт користування легковими автомобілями; $\gamma_{\text{легк}}$ – коефіцієнт заповнення салону легкового автомобіля.

Для врахування кількості вантажних та маршрутних транспортних засобів використаємо відповідні коефіцієнти. Тоді залежність (5) набуде наступного вигляду:

$$N_{\text{тр}} = \frac{N_{\text{нас}} \cdot \phi_{\text{легк}} \cdot l_{\text{ср}}}{\gamma_{\text{легк}} \cdot \delta \cdot S_p} = \left(1 + \left(\mu_{\text{вант}} \cdot k_{\text{пр}}^{\text{вант}} + \mu_{\text{МПТ}} \cdot k_{\text{пр}}^{\text{МПТ}} \cdot \mu_{\text{тр}} \cdot k_{\text{пр}}^{\text{тр}} \right) \right), \quad (7)$$

де $k_{\text{пр}}^{\text{вант}}$, $k_{\text{пр}}^{\text{МПТ}}$, $k_{\text{пр}}^{\text{тр}}$ – відповідно коефіцієнти, що враховують частину вантажних, маршрутних та транзитних транспортних засобів у складі транспортного потоку.

Таким чином, запропонована залежність (7) може використовуватися для визначення кількості транспортних засобів, що проходять транзитом через ділянку вулично-дорожньої мережі, як окремої функціональної зони, так і всього міста.

Для визначення впливу, на довжину ділянки вулично-дорожньої мережі рівня автомобілізації та кількості мешканців, було проведено розрахунки, результат яких представлений на на рис. 1.

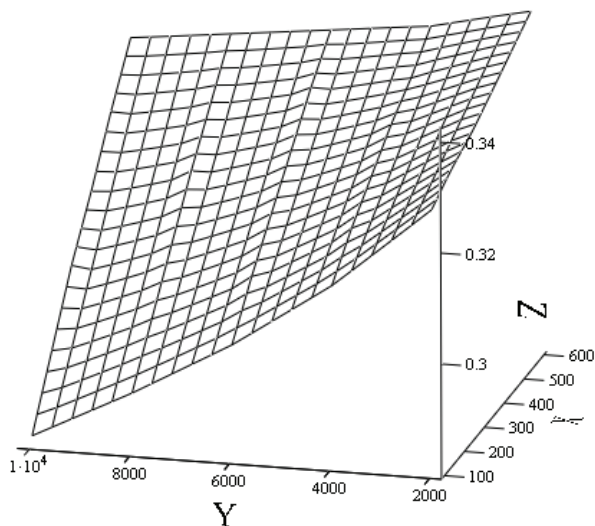


Рис. 1. Графік залежності довжини ділянки вулично-дорожньої мережі (Z) від рівня автомобілізації (X) та кількості мешканців (Y)

4. Порівняльний аналіз отриманих результатів

Запропонована залежність визначення кількості транспортних засобів, яка враховує склад транспортного потоку, дозволяє дослідити вплив на оптимальну довжину ділянки вулично-дорожньої мережі, як окремої функціональної зони, так і всього міста.

Отримані закономірності (рис. 1) дають змогу визначити оптимальну довжину ділянки вулично-дорожньої мережі при проектуванні нових сільбищних територій, або навпаки при існуючій транспортній мережі визначити параметри транспортних потоків та житлової забудови. Тому це полегшує роботу службам по проектуванню та експлуатації транспортної мережі.

5. Висновки

Проведені дослідження по визначенню впливу параметрів транспортних потоків та кількості мешканців дозволяють рекомендувати їх для визначення структури вулично-дорожньої мережі, як сільбищної території так й інших функціональних зон будь-якого населеного пункту.

В подальшому необхідно визначити межі варіювання кожної складової залежності (7) та провести оцінку їх впливу на оптимальну довжину ділянки вулично-дорожньої мережі.

Література

1. Лобанов, Е. М. Транспортная планировка городов [Текст] / Е. М. Лобанов. — М.: Транспорт, 1990. — 240 с.
2. Фишельсон, М. С. Транспортная планировка городов [Текст] / М. С. Фишельсон. — М.: Высшая школа, 1985. — 239 с.
3. Transport planning and traffic engineering [Текст] / Edited by C. A. O'Flaherty. — Butterworth-Heinemann, 2006. — 544 p.

4. Banister, D. Transport Planning [Текст] / D. Banister. — Spon Press, 2002. — 317 p.
5. Moughtin, C. Urban Design: Street and Square [Текст] / C. Moughtin. — Architectural Press, 2003. — 320 p.
6. Marshall, S. Streets and Patterns: The Structure of Urban Geometry [Текст] / S. Marshall. — Spon Press, 2005. — 318 p.
7. Lillebye, E. Architectural and functional relationships in street planning: an historical view [Текст] / E. Lillebye. — Landscape and Urban Planning, 1996. — Vol. 35. — pp. 85–105.
8. Косицький, Я. В. Основы теории планировки и застройки городов [Текст] / Я. В. Косицький, Н. Г. Благовидова. — М.: Архитектура-С, 2007. — 76 с.
9. Стародуб, І. В. Критерії оцінки транспортно-планувальної системи міста [Текст] / І. В. Стародуб // Містобудування та територіальне планування. — 2007. — Вип. 27. — С. 262–268.
10. Містобудування. Довідник проектувальника [Текст] / за ред. Т. Ф. Панченко. — К.: Укрархбудінформ, 2001. — 192 с.
11. Newman, P. Urban Planning in Europe [Текст] / P. Newman, A. Thornley. — Routledge, 1996. — 291 p.
12. Ройко, Ю. Я. Щодо визначення раціональної довжини сторони житлового кварталу [Текст] / Ю. Я. Ройко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2013. — № 2/4(62). — С. 30–33.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ

В данной статье были определены пределы варьирования оптимальной длины участка улично-дорожной сети в зависимости от уровня автомобилизации и количества жителей квартала. Такие результаты позволяют определить оптимальную длину участка улично-дорожной сети при проектировании новых селитебных территорий, или наоборот при существующей транспортной сети определять параметры транспортных потоков и жилой застройки.

Ключевые слова: улично-дорожная сеть, жилой квартал, транспортный поток, длина участка.

Санько Ярослав Владимирович, кандидат технических наук, доцент, кафедра транспортных систем и логистики, Харьковский национальный университет городского хозяйства имени О. М. Бекетова, Украина, e-mail: yron08@rambler.ru.

Ройко Юрий Ярославович, старший преподаватель, кафедра транспортных технологий, Национальный университет «Львівська політехніка», Украина, e-mail: jurij.rojko@gmail.com.

Санько Ярослав Владимирович, кандидат технических наук, доцент, кафедра транспортных систем и логистики, Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А. Н. Бекетова, Украина.

Ройко Юрий Ярославович, старший преподаватель, кафедра транспортных технологий, Национальный университет «Львовская политехника», Украина.

Sanko Yaroslav, Kharkiv National University of Municipal Economy named O. M. Beketova, Ukraine, e-mail: yron08@rambler.ru.

Royko Yuriy, National University «Lviv Polytechnic», Ukraine, e-mail: jurij.rojko@gmail.com.



INTERNAL AUDIT OF THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM. QUANTITATIVE PROCESS EVALUATION

page 3–6

We continue to investigate the methods of internal audit with the purpose of objective evaluation of the quality management system processes at engineering enterprise. For the first time, the approach to the quantitative evaluation of the products life cycle processes is proposed, where the key indexes of the process function as a measurement object are crucial to meet the quality requirements. The process evaluation criteria are related to the characteristics of products quality and are based on the meeting the consumer requirements at every stage of the production cycle. Thus, this evaluation index means not only the actual results of the process, but also the potential opportunities that this process provides using the adjacent process. The method of the index forming and evaluation process is based on the concept «Six Sigma» and taking into account the features of the engineering enterprise, is illustrated on a practical example. The proposed method of the process quantitative evaluation is more accurate than the expert opinion and allows to make reliable conclusions on the results of the IA (internal audit). This evaluation model can be used by industrial enterprises in order to improve the process efficiency, as well as to reduce the risks and improve the products quality guarantees.

Keywords: internal audit, quality management system, index of the process, quantitative process evaluation.

References

1. Systemy upravlinnja jakistju. Vymogy (ISO 9001:2008, IDT): DSTU ISO 9001:2009. (2009). [Quality management system. Requirements]. Kiev: Derzhstandart Ukrainy. 26 p.
2. Goncharov, J. N. (2003) Kak razrabotat' sistemu menedzhmenta kachestva v sootvetstvii s processnym podhodom [How to develop a quality management system in accordance with the process approach]. Standarty i kachestvo, 12, 64–69.
3. Fedjukin, V. K. (2004). Osnovy kvalimetrii. Upravlenie kachestvom produkcii [Fundamentals of quality control. Quality Management]. Moscow: Informacionno-izdatel'skij dom «Filin». 296 p.
4. Skripko, L. E. (2007). Problemy ocenivaniya rezul'tativnosti processov v SMK [Problems in evaluating the effectiveness of the QMS processes]. Metody menedzhmenta kachestva, 11, 28–34.
5. Kachalov, V. A. (2006). Chto takoe «postojannoe povyschenie rezul'tativnosti SMK»? [What is a «constant improvement of the QMS?»]. Metody menedzhmenta kachestva, 10, 87–89.
6. Shichkov, N. A. (2005). Kak izmerit' harakteristiki processov SMK [How to measure the performance of the QMS processes]. Metody menedzhmenta kachestva, 2, 14–17.
7. Andersen, B. (2005). Biznes-processy. Instrumenty sovershenstvovaniya [Business-processes. Tools to improve]. Moscow: RIA Standarty i kachestvo. 272 p.
8. Rassel, D. P. (2007). Audit processov i metody ego provedeniya [Audit processes and methods of conducting]. Metody menedzhmenta kachestva, 5, 8–12.
9. Gorbunov, A. V. (2007). Audit processov ili audit podrazdelenij? [Audit processes or audit units?]. Metody menedzhmenta kachestva, 1, 15–18.
10. Tishkov, Ju. S. (2009). Ocenka funkcionirovaniya sistemy menedzhmenta kachestva po rezul'tatam vnutrennego audita [Evaluation of the quality management system according to an internal audit]. Metody menedzhmenta kachestva, 4, 18–23.
11. Masaaki, I. (2005). Gemba kajden: Put' k snizheniju zatrat i povysheniju kachestva [Gemba Kaizen: Way to reduce costs and improve quality]. Moscow: Al'pina Biznes Buks. 346 p.
12. Gugelev, A. V. (2005). Praktika formirovaniya sistemy menedzhmenta kachestva s uchedom pariteta interesov. [The practice of forming a quality management system with the interest parity]. Saratov: izdat. Centr Saratovskogo gosudarstvennogo social'no-ekonomicheskogo universiteta. 196 p.
13. Dzhonson, R., Kast, F., Rozencvejg, D. (1971). Sistemy i rukovodstvo (teoriya sistem i rukovodstvo sistemami) [Systems and management (the theory of systems and management systems)]. Moscow: Sovetskoe radio. 648 p.
14. Aksionova, L. (2010). Vymirjuvannja procesiv systemy upravlinnja jakistju z vykorystannjam metodyky «Shist' sygm» [Measuring the quality management system processes using the technique of «Six Sigma»]. Standartyzacija, sertyfikacija, jakist', 6, 51–54.
15. Koval, G., Aksionova, L. (2012). Doslidzhennja efektyvnosti metodiv vnutrishn'ogo audytu systemy upravlinnja jakistju. [Study of the effectiveness of methods of internal audit of quality management system]. Standartyzacija, sertyfikacija, jakist', 1, 53–57.
16. Koval, G., Aksionova, L. (2012). Pidhid do provedenniya vnutrishn'ogo audytu jakosti procesiv zhyttjevogo cyklu produkcii' z metoju ocinjuvannja vykonannja vymog zamovnykiv: mater. Vseukrai'ns'koi' nauk.-prakt. konf., Jakist', standartyzacija ta sertyfikacija [Approach to the internal quality audit processes of product to assess compliance with the requirements of customers: mater. scientif. – pract. confer. Quality, standardization and certification]. Kiev: NUBIP Ukraine. pp. 82–84.
17. Turkin, V. G., Gerasimov, B. I., Zharikov, V. D. (2005). Kachestvo mashinostroitel'noj produkcii [The quality of engineering products]. Tambov: izd-vo Tamb. gos. tehn. uns. 104 p.
18. Kuricin, A. N. (2003). Sekrety jeffektivnoj raboty:opyt SShA i Japonii dlja predprinimatelej i menedzherov [Secrets of effective work: experience in the U.S. and Japan for entrepreneurs and managers]. Moscow: izd-vo Standartov. 317 p.
19. Kumje, H. (1990). Statisticheskie metody povyshenija kachestva [Statistical methods for quality improvement]. Moscow: Finansy i statistika, 304 p.
20. Rahlin, K. M. (2005). Ocenivanie rezul'tativnosti sistemy menedzhmenta kachestva [Evaluation of the quality management system]. Vse o kachestve. Otechestvennye razrabotki, vyp. 35, 3–10.
21. Vasil'kov, Ju. V. (2008). Upravlenie processami [Process management]. Metody menedzhmenta kachestva, 4, 8–11.
22. Stepanov A. (2007). O terminologii i processnom podhode [About the terminology and the process approach]. Standarty i kachestvo, 1, 84–88.

STATISTICAL METHOD FOR SCIENTIFIC PROJECTS RISK ASSESSMENT

page 6–8

This article discusses the use of statistical methods for risk evaluation of the scientific institutions activity in the public sector of the Ukrainian economy in the process of planning and execution of scientific projects, some of the results of our research in this area are presented. The main objective of the study is to determine the possibility of using the statistical method in the process of evaluation of the research projects risks. The use of risk evaluation methods allows the manager and the team of research projects to collect and analyze statistical information concerning the identification of the probability of risky situations obtained in the process of planning and execution of previous research projects, and which deals with the execution of projects with the necessary material and technical resources and performers. This article presents the results of the author's research in previous works using the statistical method of the research projects risk evaluation to figure out the possibility of risks affecting these projects. The presented method enables to process the information on scientific projects using conventional statistical techniques to analyze the results of the projects planning and execution. The method was designed for the appropriate and qualitative development of management proposals for the further decision-making in the process of planning and execution of research projects. The

research results can be applied by the managers of research projects, scientists and experts in the field of research projects execution.

Keywords: mathematical and statistical methods, statistical method, risk evaluation, risks, research project.

References

1. Danchenko, E., Chernova, L., Bedrij, D., Pogorelova, E., & Mazurkevich, A. (2011). Value analysis of project management the high technology enterprises. Dnepropetrovsk, IMA-Press, 237 p.
2. Gracheva, M. V. (1999). The analysis of project risks. M.: Finastatinform, 216 p.
3. Lobanova, A., & Chugunova, A. (2003). Encyclopedia of financial risk management. M., Al'pina Publisher, 315 p.
4. Lukasevich, I. (2008). Financial management. M.: Jeksmo, 786 p.
5. Bedrij, D., & Pol'shakov, I. (2012). Budgeting research projects taking into account risks. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1/12(55), 47–49.
6. Bedrij, D. (2013). Expert method of risk assessment research projects. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1/10(61), P. 1, 66–68.
7. Hillmer, D., Salle, A. J. La, Medsker, L., & Welsh, G. (1992). A risk-identification tool for managers planning expert system applications. Expert Systems with Applications, T. 4, 2, 247–257.
8. Bedrij, D. (2013). Application of statistical methods of risk assessment research projects. X international conference «Project management in the development of society», Abstracts. K.: KNUBA, 17–18.
9. Colli, A., Vetere Arellano, A. L., Kirchsteiger, C., & Ale, B. J. M. (2009). Risk characterisation indicators for risk comparison in the energy sector. Safety Science, 47, 1, 59–77.
10. Raz, T., & Michael, E. (2001). Use and benefits of tools for project risk management. International Journal of Project Management, T. 19, 1, 9–17.

WAYS TO IMPROVE OBJECTS RECOGNITION AND CLASSIFICATION IN SATELLITE IMAGES

page 9–11

The article analyzes modern technologies and methods to improve the efficiency of object recognition in satellite images, in particular the method of multispectral satellite high-resolution scans and their interpretation in a geographical information system (GIS).

Using multispectral images can improve the efficiency of objects recognition and classification. However, at a sufficiently high spectral resolution there is a problem related to the necessity of characteristics (spectral signatures) processing in high-dimensional spaces. The solution to this problem lies in the fact that first it is reasonable to reduce the space dimension and to perform recognition (classification) in the new space. Increasing of the separation ability resolves two interrelated objectives: improving of the visual quality and images reconstruction. Solution of the first problem is the method of fragmentation and zoning images. The solution of the second one is the deconvolution method.

The combination of area images processing and their reconstruction allow approaching solution of fire prediction problem and selection of distinguishing methods.

Keywords: satellite remote sensing, operator activity, multispectral satellite images operative monitoring.

References

1. Lupjan, E. A., Lavrova, O. Ju., Bartalev, S. A., Avanesov, G. A., Sharkov, E. A., Zakutnaja O. (2010). «Days of Space Science 2010» – remote sensing of the Earth. Modern problems of remote sensing of the Earth from space, Vol. 7, № 4, 319–328.
2. Abushenko, N. A., Afonin, S. V., Altyntsev, D. A., Tashchilin, S. A., Tatarnikov, A. V. and others (2003). Satellite moni-

toring of forest fires in Russia. Totals. Problem. Prospects. Anal. Review, Vyp. 68.

3. Yazev, S. A. (2003). Myths of the last century. Novosibirsk: SO RAN. 341 p.
4. Popov, M. O. (2002). Current views on the interpretation of data aerospace remote sensing. Space Science and Technology, vol. 8, № 2/3, 110–115.
5. Levi, K. G., Zadonina, N. V., Yazev, S. A. (2003). Modern geodynamics and geliogeodinamika. 500-year chronology of anomalous phenomena in nature and society Siberia and Mongolia. Irkutsk: IrGTU. 383 p.
6. In: Belov, V. V. (2003). Satellite monitoring of forest fires in Russia. Totals. Problem. Outlook: The analyte. Review. Issue. 70. Novosibirsk. SB RAS. IOA. SPSL. 135 p.
7. Keeler, R., Bondur, V., Vithanage, D. (April, 2004). Sea truth measurements for remote sensing of littoral water. Sea Technology, 53–58.
8. Keeler, R., Bondur, V., Gibson, C. (2005). Optical satellite imagery detection of internal wave effects from a submerged turbulent outfall in the stratified ocean. Geophysical Research Letters, Vol. 32. L12610, doi: 10.1029/2005GL022390.
9. Bondur, V., Tsidilina, M. (2005). Features of Formation of Remote Sensing and Sea truth Databases for The Monitoring of Anthropogenic Impact on Ecosystems of Coastal Water Areas. Proc. of 31 Int. Symp. on Remote Sensing of Environment, St. Petersburg.
10. Gismeteo. (28.06.2013). News Gismeteo. Available: <http://www.gismeteo.ru/news/label/714/>. Last accessed June 2013.

THE ABILITY TO AUTOMATE THE PROCESSING OF DIGITAL PORTRAITS

page 11–15

Nowadays, it is difficult to imagine a book, a magazine, an advertisement or a product cover without an illustration. Very often it is a photo, namely, a portrait. In order to reduce the processing time of such photos, this article defines the main defects, such as:

- color defects;
- lack of sharpness, blurred motion;
- lack of contrast;
- lack of brightness.

Thereafter, the sequences of action were developed for each defect, i. e. the algorithms which eliminate these disadvantages the most accurately. In conclusion, we put forward a method for automating each algorithm in order to accelerate retouching and selection of photographs.

The researches have shown that the automated portrait processing, in comparison with the manual one, requires 15 times less time consumption.

Keywords: retouching, portrait, automation, algorithms, defects, printing, photography, scanning, digital processing.

References

1. Sharma, G. (2003). The Digital Color Imaging Handbook, 764.
2. Chebotareva, I., Gurieva, N. (2011). Digital image quality evaluation adapted to structure of the open printing system. 15 International Conference on Printing, Design and Graphic Communications, Senj, 21st, 301–307.
3. Fraser, B. Murphy, C., Bunting, F. (2005). Real World Color Management, 384.
4. Shashlov, B. (2003) Color and color reproduction, 180.
5. Margulis, D. (2005) Photoshop LAB Color: The Canyon Conundrum and Other Adventures in the Most Powerful Colorspace, 384.
6. Kuznetsov, Y. (2002) The technology of processing image information, 244.
7. Eismann, K. (2011) Encyclopedia of digital photography Kathryn Eismann. Retouch and restore the pictures, 576.

8. Clarke, M. (1999) Filters for Photoshop 5. Special effects and design, 384.
9. Pozharskaya, S. (2001) Photomasters. The book is about the photographers and photography, 336.
10. Artyuhova, A. (2013) Methods for automating the processing of digital originals with defects. Technology, Machinery, Materials: Mater. III absentia. scientific and practical. Conf. with Intern. participation. Omsk, 28–30 May 2013, 140.

INVESTIGATION OF THERMAL AND HYDRODYNAMIC PROCESSES IN THE OIL TRANSFORMER RADIATOR COOLING SYSTEM

page 15–18

Despite the large number of publications in the field of transformer, heat transfer and hydrodynamic processes that take place in the radiator cooling systems, lack of attention. However, for a comprehensive analysis of the entire oil circuit in the transformer, it is necessary to take into account the work of the radiator, as it was on the efficiency of removal of heat in it will depend on the oil temperature at the inlet of the transformer. To achieve these objectives, this paper describes two methods: by experimental and mathematical modeling. The obtained results are compared both ways between themselves and the calculated error, which is reciprocal to confirming the adequacy of the results obtained by both methods. This article has been further development of the concept of heat transfer and hydrodynamic processes that take place in the radiator cooling systems of power transformers. The logical result of the reported studies, is the determination of the coefficient of heat transfer from the radiator to the cooling medium as a parameter which characterizes the intensity of the heat removal from the oil in the radiator. The results can then be used not only for calculating the cooling radiator but in general the entire transformer.

Keywords: heat transfer coefficient, power transformer, cooling radiator, the flow rate of oil, coolant.

References

1. Kish, L. (1980). Heating and cooling of transformers Energy, Moscow. 208 p.
2. Gotter, G. (1956). Heating and cooling of electrical machines. Energoizdat, Moscow. 480 p.
3. Kopylov, I. (1989). Electrical Machines: Transformers. Vysshaya shkola, Moscow. 352 p.
4. Lyubchik, M. (1960). Calculation of the temperature field in the coils of electrical devices. Proceedings of the Kharkiv Polytechnic Institute, 30, 73–87.
5. Petrov, G. (1975). The temperature field in the windings of the transformer. Proceedings of the Academy of Sciences of the USSR: Energy and transport, 1, 78–81.
6. Rassal'skiy, A., Mashkin, V., Mihaylovskiy, Y. (1981). The calculation of the maximum temperature of the coil windings of transformers. Electricity, 8, 45–47.
7. Kozlov, V. (2003). The calculation of the maximum temperature of the windings of power transformers finite element method. Electrical engineering and Electromechanics, 1, 49–52.
8. Lizunov, S. (2000). The problems of the modern transformer in Russia. Electricity, Moscow. 54 p.
9. Ilyin, S., Yakovleva, I., Malyovaniy, M. (2011). Investigation of methods of reducing consumption of materials in the transformer industry. Journal Vinnitsa Polytechnic Institute, 2, 139–142.
10. Ilyin, S. (2012). Methods of intensification of heat removal from the circular coils of transformer windings. Journal of The National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», 33, 99–102.

APPLICATION OF GENERALIZED COMB WAVELET FUNCTIONS FOR ANGIOGRAM IMAGE SEGMENTATION

page 19–22

The existing methods of angiograms processing do not provide the required speed and quality of segmentation, which determines the accuracy of diagnostic solutions. Therefore, to reduce the angiograms processing time a method has been developed for segmentation of the vessels illustrations on the 3098 pangiograms, and analyze the result of segmentation by means of conversion with the generalized comb wavelet function at the vessels localization and the replacement of several processing levels by the one. The latter is achieved by the fact that the convolution with a generalized comb wavelet function is similar to using a set of bandpass filters. At the phase of segmentation results analysis of the vessels skeleton excretion was increased using morphological processing. The implementation of the developed method has allowed to reduce angiogram images processing time at 43 % that is required to combine the diagnostic and therapeutic potential of the angiography method during a single procedure. Thus, the noise resistance characteristics may be changed as follows: the probability of the 1st type error is 1,22 times reduced, and the probability of the 2-nd type error 1,14 times increases. As a result of experiments, it was shown that the developed method provides the vessels localization quality required for accurate singling out of the diagnostic parameters of heart disorders, which improves the accuracy of heart diseases diagnosing.

Keywords: skeleton, image segmentation, angiogram, the wavelet conversion.

References

1. Ilyasova, N. Y., Kazanskiy, N. L., Korepanov, A. O., Kupriyanov, A. V., Ustinov, A. V., Khramov, A. G. (2009). Computer technology for recovery of the spatial structure of the coronary vessels on angiographic projections. Computer Optics. T. 33, № 3, 281–317.
2. Kirbas, C., Quek, F. (2004). A review of vessel extraction techniques and algorithms. ACM Computing Survey, 36(2), 81–124.
3. Frangi, A. F. Niessen, W. J., Vincken, K. L., Viergever, M. A. (1998). Multiscale vessel enhancement filtering. Lecture Notes in Computer Science 1496, 130–138.
4. Lindeberg, T. (1998). Edge detection and ridge detection with automatic scale selection. International Journal of Computer Vision 30(2), 117–154.
5. Polyakova, M. V., Krylov, V. N. (2007). Generalized wavelet functions with compact support in the task of image segmentation ordered textures. Electronics and Communication 1, 27–36.
6. Daubechies, I. (2001). Ten Lectures on Wavelets. Moscow-Izhevsk, 464.
7. Otsu, N. (1979). A threshold selection method from gray-level histograms, IEEE Trans. Syst. Man, Cybern SMC-9, 62–66.
8. Davydov, V. O. (2004). Automation of the process registration numbers in the management of traffic flows: dissertation of a scientific degree of candidate of technical sciences /supervisor M. V. Maksimov. Odessa, 155.
9. Rogers, D. (1989). Algorithmic foundations of computer graphics: Trans. from engl. S. A. Vichesa, G. V. Olohontova, P. A. Monakho. M.: Mir, 512.
10. Kazmar, T., Kybic, J. (2008). Opacity quantification in cardiac angiogram sequences. BIOSIGNAL: Analysis of Biomedical Signals and Images, J. Jan, J. Kozumplik, I. Provaznik (Eds.). Brno, 66.

MODELING OF SOIL-CEMENT PILES CONSTRUCTION AND TESTING

page 22–26

This article is devoted to laboratory studying of soil-cement piles. The main problems of the research are defined. The

technology of pile establishing and factors that affect pile's material strength are described. The method of modeling deep soil mixing technology at laboratory with keeping soil behavior such as consistency and moisture of basement is explained. The influence of plasticizing additions on pile's material strength is experimentally studied. A set of pile samples with different composition were produced. Reference piles were produced of two cement types – portlandcement and portland-slag cement. Some piles were produced by mixing in plasticizing additions to binder. Cylindrical specimen of soil-cement were selected. The correlation that has been revealed shows the influence of plasticizing additions on soil-cement strength and consistency. It has been revealed that pile's body material strength depends on the depth of sinking. The findings of the experiment proved the validity of the suggested modeling method and efficiency of use of plasticizing additions.

Keywords: soil-cement piles, soil-cement, plasticizing additions, tests for compressive strength.

References

1. Zotsenco, M. L., Korshunov, M. O., Petrash, R. V., Petrash, S. S. (2007). Economy of energy resource by using soil-cement piles as foundation of buildings and constructions. Economy and region: scientific reporter, № 2(13), 51–54.
2. Zotsenco, M. L., Petrash, R. V. (2005). Deep soil mixing technology piles and artificial basement construction. Catalog of modern scientific developments. Poltava: PolNTU.
3. Zotsenco, N. L., Lartceva, I. I., Marchenko, V. I. (2010). Basement fixing by cementation using deep soil mixing. «Transactions of International Conference on geotechnics», v. 5. M.: PI «Georeconstruction». 1781–1788.
4. Tokin, A. N. (1984). Foundation of soil-cement. Moscow: Stroyizdat. 182 p.
5. Petrash, A. V. (2013). Insurance of effective service of underground structures of engineering installations which made of soil-cement. Collection of scientific papers. Series: sector machinery construction, building, № 4(34), v. 2, 178–183.
6. Zotsenco, M. L. (2011). Soil-cement basement and foundation. Building constructions, № 75, v. 1, 447–457.
7. Petrunyak, M. V. (2013). Method of preparation and study of soil-cement under laboratory conditions. Collection of scientific papers. Series: sector machinery construction, building, № 4(34), v. 2, 184–189.
8. Novitskiy, O. P., Solonin, O. S. (2013). Influence of plasticizing additions on strength of soil-cement. Collection of scientific papers. Series: sector machinery construction, building, № 4(34), v. 2, 171–177.
9. DSTU B V.2.7-187:2009. Cement. Methods of testing for compressive strength and bending. 22 p.
10. TU U V.2.7-24.6-35365973-001:2008. Complex additions for concrete, building mortar and cement «Coral» different marks, superplasticizing «S-3».
11. Chernyshev, U. P., Kozlova, L. A. (1987). Ductile concrete. Donetsk, Donbas. 64 p.
12. VSN-40-88. «Design and construction and foundation of soil-cement for low-rise agricultural building». 13 p.

RESEARCH OF THE STAGES OF THE DISTRIBUTION OF INTERNATIONAL CARGO TRAFFIC PROCESSING IN COMBINED TRANSPORTATION

page 27–33

This article highlights the key issues concerning the improvement the efficiency of the operation of merchant seaports and stations, due to the study and improvement of the international cargo traffic organization system. On the basis of the analysis of the current state of the port transportation hubs development the article presents the gradual process of the import and transit goods processing, with the definition of tasks

on its operation improvement and their possible solutions. The method of dynamic programming was developed to create the most advantageous technological scheme of on arrival-operations execution and simulation method of dynamic coordination consistent cargo traffic supply. As a result of the research a number of improvements were suggested at each stage of processing of import and transit cargoes in combined transportation, which can be used in the formation of rational modes of international goods transportation.

Keywords: Port Transportation Hub (PTH); Commercial Sea Port (CSP); Port Railway Station (PRS).

References

1. State Statistics Service of Ukraine. Mode of access: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
2. Akulynychev, V. M., Pravdin, N. V., Bolotniy, V. Y., Savchenko, I. E. (1992). Train stations and nodes. Moscow, USSR: Transport, 480.
3. On approval of the Strategy of rail transport in 2020: the Cabinet of Ministers of Ukraine of 16 December 2009 N 1555-p (2009). Government Courier. 16.
4. Law and standards. Mode of access: <http://www.licasoft.com.ua/index.php/component/lica/?href=0&view=text&base=1&id=797457&menu=1>.
5. Belchenko, T. (2012). Threatening imbalance. Highway, № 42, 6.
6. Chebotarenko, A., Miroshnichenko, N. (2012). Ahentyrovanye ship at port. Comments and reviews. № 13, 62–70.
7. The scientific potential of 2013. (2013). Materials Ninth International scientific-practical. Kyiv, LLC «TC Meganom», 44–46.
8. Akulynychev, V. M., Kudryavtsev, V. A., Koreshkov, A. N. (1981). Mathematical Methods in operation railways. Moscow: Transport, 223.
9. Svitlychna, S. O. (2012). Analysis of the current state of technology for the processing of international container traffic in Ukrainian port. Collection UkrDAZT. № 131, 67–73.
10. Svitlychna, S. O. (2013). Theoretical basis of the study of international cargo in multimodal transport. Collected nauchnykh labor SWorld. Materials mezhdunarodnoy nauchy and practical. conf. «Modern and prykladnykh Theoretically direction of research 'in 2013.» Odessa: KUPRYENKO, 12–16.
11. Kozlov, P. A., Vladimirskaia, J. P. (2008). Methods of optimization interaction and the Sea of rail transport. Transport of the Russian Federation, 53–55.
12. Akulynychev, V. M., Kudryavtsev, V. A., Shulzhenko, P. A. (1973). Application of mathematical methods and computer technology in the operation of railways. Moscow: Publishing House of the «Transport», 208.
13. The order and direction of car traffic of their movements in freight trains on the railways of Ukraine for 2012–2013 years (Pattern formation trains). (2012). State Administration of Railway Transport of Ukraine Railways. Kyiv. 698 p.
14. Gabasov, R., Kirillova F. M., Kostyukova O. I. (1986). Structural optimization methods. Part 3. Network problems. Mn.: Publishing House of the «University», 224.

SIMULATION OF THE PARAMETERS OF THE METEOR RADAR SYSTEM IN ORDER TO OPTIMIZE ITS OPERATION

page 33–36

Since 1966 the Meteor Automated Radar System (MARS) has been operating at the Balakleya scientific testing ground of the Kharkov National University of Radio Electronics, which had provided with the unique scientific data on meteors and the earth's atmosphere.

For a long time of operation the equipment has undergone considerable moral and physical obsolescence. The need to continue the meteoric research on the one hand, and the inability to do so on the available equipment on the other hand, requires the

modernization of the complex with regard of the new objectives and new opportunities.

Simple switch to the new element base without taking into account the changing of the working conditions and new research objectives is not reasonable. It is necessary to revise a number of parameters of the available equipment. A large number of factors can be found by means of modeling of the improved complex. However, the simulation cannot be carried out without a major component – the model of the meteor-trail reflections. Therefore, the primary problem is to develop a model that would include the ground-based research equipment parameters and the model of the processes occurring in the meteor zone as well.

The article proposes the structure of this model, presents the analytical concepts for some modeling stages and their graphic interpretation. The above model is implemented as a computer program. The above model is implemented as a computer program. It differs by the change of the signal amplitude in the meteor trail formation process; the ability to model meteor propagation to the «ultra-short» routs – between the main and offset points; as well as to determine the trail coordinates, which is necessary for further determination of the meteor radiant.

Keywords: meteor trail, meteor-trail reflection model.

References

1. Antipov, I. E., Kostiryva, A. A., Shkarlet, A. I. (2010). Modern tools and techniques of radar meteor research. *Radioengineering*, 160, 39–46.
2. Antipov, I. E. (2007). The development of the theory and improvement of radio meteor communication and synchronization systems. Diss... the doctor of technical science, Kharkov, 306.
3. Antipov, I. E. (1996). Optimization of the orientation of antenna patterns meteor radio systems in order to increase their capacity in terms of short runs. Diss... Ph. D., Kharkov, 144.
4. Antipov, I. E., Bondar, E. U., Sorox, N. O., Solyanik, O. A. (2011). Automated detection and analysis of meteor ATC. *Radioengineering*, 165, 56–62.
5. Antipov, I. E., Kostiryva, A. A., Shkarlet, A. I. (2012). On the use of high frequencies in the meteor radar. *Radioengineering*, 169, 55–59.
6. McKinley, I. (1964). *Methods of meteor astronomy*. Mir, Moscow, 384.
7. Kostylev, K. V. (1970). *Astronomical basis of meteor radio communication*. Univ of KSU, Kazan, 142.
8. Astapovich, I. S. (1958). *Meteoric phenomena in the Earth's atmosphere*. State Publishing House of Physical and Mathematical Literature, Moscow, 640.
9. Kascheev, B. L., Lebedinech, V. N., Lagutin, M. F. (1967). *Meteoric phenomena in the Earth's atmosphere*. Science, Moscow, 260.
10. Antipov, I. E., Sorox, N. O., Shandrenko, R. V. (2012). Recovery coordinates meteor radiant on incomplete radar data. *Radioengineering*, 169, 11–15.

ANALYSIS OF METHODS FOR NUMBER ARRAY SORTING

page 37–40

This article considers the methods of sorting, i. e. placing the array of numbers, which are used in computer techniques today, according to the rule. Sorting is one of the most common principles of programming systems, while their application for various applied problems requires choosing an optimal sorting algorithm from a set of existing ones. The objective of the article is to analyze temporal characteristics of the selection process aimed at choosing the algorithm, which is the most suitable for a certain goal realization.

Existing methods of sorting can be grouped into: sorting by insertion, sorting by selection, sorting by exchange.

Existing methods are analyzed in terms of quantity indexes of exchanges, integrations and comparisons that define each

algorithm at most. As a result, the total operating speed of each method was estimated; the advantages and disadvantages of each method were singled out.

The results of analysis of well known sorting methods allow choosing the best method for software and hardware implementation from this point of view. The principal possibility of new solutions in the field of hardware implementation was shown in order to increase the level of parallelism and accelerate the sorting process, whereby the sorting method by exchange should be prerogative.

After checking the known sorting methods for operating speed with the use of the constant volume array, the operation time of sorting programs was defined on the basis of different sorting methods. Yet, the sorting method of Shell and quick sort method have shown best results.

Keywords: sorting, array of numbers, operating speed, integration, memory capacity, algorithm, programming.

References

1. Lengsam, Y., Ogenstain, M., Tenenbaum, A. (1989). *Struktury dannykh dlya personalnykh EVM [Data structures for personal ECM]*. Moscow, 568 p.
2. Vyshynskiy, V. A. (2001). *Sortirovka chisel v matrichno-algebraicheskoj EVM [Numbers sorting in matrix-algebraic ECM]*. *Upravlyayushchiye sistemy i mashiny – Control systems and machines*, 2, 50–52.
3. Lorin, G. (1983). *Sortirovka i sistemy sortirovki [Sorting and sorting systems]*. Moscow, 384 p.
4. Wirt, N. (1985). *Algoritmy + struktury dannykh = programma [Algorithms + data structures = program]*. Moscow, 406 p.
5. Uskova, O. V. and co-authors (2003). *Programmivaniye algoritmov obrabotki dannykh [Programming of algorithms for data processing]*. S.-Petersburg, 102 p.
6. Guzik, V. F., Zolotovskiy, V. E., Chinenkov, S. A. (1992). *Organizatsiya razlichnykh metodov sortirovki v vychislitelnykh sistemakh [Organizing of different sorting methods in computing systems]*. *Elektronnoye modelirovaniye – Electrical modeling*, vol. 14, no. 3, 25–28.
7. Hea, M., Wua, X., Zhengb, S. Q. (2009). An optimal and processor efficient parallel sorting algorithm on a linear array with a reconfigurable pipelined bus system. *Computers & Electrical Engineering*, vol. 35, issue 6, 951–965.
8. Knut, D. E. (2003). *Iskusstvo programmirovaniya*. Tom 3. *Sortirovka i poisk [Art of programming. Vol. 3. Sorting and search]*. Moscow, 832 p.
9. Chandra, S., Jain, M., Basu, A., Kumar, P. S. (1993). *Sorting algorithms on transputer arrays*. *Parallel Computing*, vol. 19, issue 6, 595–607.
10. Lin, Y.-C., Lin, F.-C. (1990). *Parallel sorting with cooperating heaps in a linear array of processors*. *Parallel Computing*, vol. 16, issue 2–3, 273–278.

THE STUDY OF THE ROAD NETWORK FORMATION PATTERNS

page 40–42

Recent researches indicate that the street is no longer an architectural element of urban design, but a universal transport artery. Therefore, when designing streets more attention should be paid to its functional aspect than architectural. However, the limits of the varying of distances between main streets do not allow to optimize the determination of the length of the road network segment. This paper covers the influence of parameters of traffic flows and the number of people on the distance between the main streets while determining the structure of the road network of the rural territory as well as of other functional areas of any settlement. The proposed dependence of the transports calculation definition, which involves the traffic flow structure, allows to study the influence on the optimal length of the road

network segment as a separate functional area and as the entire city. In general, the obtained patterns allow to determine the optimal length of the road network segment while the design of new rural territories or determine the parameters of traffic flows and rural development with the existing transportation network.

Keywords: road network, residential area, traffic flow, the length of the segment.

References

1. Lobanov, E. (1990). Transport urban planning. Moscow: Transport, 240.
2. Fishelson, M. (1985). Transportation urban planning. Moscow: Higher School, 239.
3. O'Flaherty, C. A. (2006). Transport planning and traffic engineering. Butterworth-Heinemann, 544.
4. Banister, D. (2002). Transport Planning. Spon Press, 317.
5. Moughtin, C. (2003). Urban Design: Street and Square. Architectural Press, 320.
6. Marshall, S. (2005). Streets and Patterns: The Structure of Urban Geometry. Spon Press, 318.
7. Lillebye, E. (1996). Architectural and functional relationships in street planning: an historical view. Landscape and Urban Planning, 35, 85–105.
8. Kositsky, Y., Blagovidova, N. (2007). Fundamentals of the theory of planning and development of cities. Moscow: Architecture-C, 76.
9. Starodub, I. (2007). Criteria for evaluating transportation-planning system of the city. Town planning and spatial planning, 27, 262–268.
10. Panchenko, T. (2001). Urban Development. Directory designer. Kiev: Ukrarhbudinform, 192.
11. Newman, P., Thornley, A. (1996). Urban Planning in Europe. Routledge, 291.
12. Royko, Yu. (2013). Definition of rational length of residential neighborhoods. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2/4(62), 30–33.