

*colloquium-journal*

*ISSN 2520-6990*

*Międzynarodowe czasopismo naukowe*



**Technical science**

**№18(42) 2019**

**Część 3**



**colloquium-journal**

ISSN 2520-6990

Colloquium-journal №18 (42), 2019

Część 3

(Warszawa, Polska)

Czasopismo jest zarejestrowane i publikowane w Polsce. W czasopiśmie publikowane są artykuły ze wszystkich dziedzin naukowych. Czasopismo publikowane jest w języku angielskim, polskim i rosyjskim.

Artykuły przyjmowane są do dnia 20 każdego miesiąca.

Częstotliwość: 12 wydań rocznie.

Format - A4, kolorowy druk

Wszystkie artykuły są recenzowane

Każdy autor otrzymuje jeden bezpłatny egzemplarz czasopisma.

Bezpłatny dostęp do wersji elektronicznej dziennika.

Wysyłając artykuł do redakcji, Autor potwierdza jego wyjątkowość i bierze na siebie pełną odpowiedzialność za ewentualne konsekwencje za naruszenie praw autorskich

Zespół redakcyjny

Redaktor naczelny - **Paweł Nowak**  
**Ewa Kowalczyk**

Rada naukowa

- **Dorota Dobija** - profesor i rachunkowości i zarządzania na uniwersytecie Koźmińskiego, dyrektor programu k. e. n.
- **Jemielniak Dariusz** - profesor dyrektor centrum naukowo-badawczego w zakresie organizacji i miejsc pracy, kierownik katedry zarządzania Międzynarodowego w Ku.
- **Henryka Danuta Stryczewska** - profesor dziekan Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Lubelskiej.
- **Mateusz Jabłoński** - Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki.
- **Henryka Danuta Stryczewska** - prof. , dziekan Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Lubelskiej i prof. Zbigniew Grądzki, prorektor ds. Nauki.
- **Sani Lukács** — eötvösa Loránd University, Faculty of Social Sciences, phd in sociology.
- **Király Tamás** — Szegedi Tudományegyetem, gyógyszerésztudományi Kar, phd gyógyszertár.
- **Gazstav Lewandowski** — węgierski uniwersytet sztuk pięknych, Graficzny wydział / Specjalizacja w dziedzinie projektowania graficznego.
- **Bulakh Iryna Valerievna** - k.arh., Profesor nadzwyczajny w Katedrze Projektowania Środowiska Architektonicznego, Kijowski Narodowy Uniwersytet Budownictwa i Architektury.



« Colloquium-journal »

Wydrukowano w « Chocimska 24, 00-001 Warszawa, Poland »

E-mail: [info@colloquium-journal.org](mailto:info@colloquium-journal.org)

<http://www.colloquium-journal.org/>

# CONTENTS

## TECHNICAL SCIENCE

**Журавлева М.А.**

КАЧЕСТВО ПЕРЕВОЗОК ГОРОДСКИМ ПАССАЖИРСКИМ ТРАНСПОРТОМ В Г. РОСТОВЕ-НА-ДОНУ.....5

**Zhuravleva M.A.**

QUALITY OF TRANSPORTATION BY CITY PASSENGER TRANSPORT IN ROSTOV-ON-DON .....5

**Зубков П.С.**

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ РАБОТЫ ШАГОВОГО ДВИГАТЕЛЯ НА БАЗЕ ПЛИС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ЯЗЫКА ОПИСАНИЯ АППАРАТУРЫ VERILOG .....6

**Zubkov P.S.**

SOFTWARE IMPLEMENTATION OF THE WORK OF A STEPPER MOTOR ON FPGA BASIS USING THE VERILOG  
HARDWARE DESCRIPTION LANGUAGE .....6

**Костенков Е.А., Загайнов М.А., Кузнецов Д.С.**

СМАЗКА ПОДШИПНИКОВ, КАК СПОСОБ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ВЫХОДА МАШИН ИЗ СТРОЯ. ....9

**Zagaunov M.A., Kostenkov E.A., Kuznetsov D.S.**

LUBRICATION OF BEARINGS AS A WAY TO PREVENT MACHINE FAILURE.....9

**Загайнов М.А., Костенков Е.А., Кузнецов Д.С.**

РОБОТ-МАНИПУЛЯТОР, УПРАВЛЯЕМЫЙ С ПОМОЩЬЮ НЕИНВАЗИВНОГО НЕЙРОКОМПЬЮТЕРНОГО  
ИНТЕРФЕЙСА.....12

**Zagaunov M.A., Kostenkov E.A., Kuznetsov D.S.**

ROBOTIC ARM CONTROLLED BY NONINVASIVE BRAIN-COMPUTER INTERFACE .....12

**Макеева О.В.**

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННО-КИБЕРНЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ .....13

**Makeeva O. V.**

STRUCTURAL AND FUNCTIONAL ANALYSIS INFORMATION AND CYBERNETIC SYSTEMS .....13

**Овечкин М.В.**

МЕТОДОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ  
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ .....17

**Ovechkin M.V.**

METHODOLOGY OF USING NEURAL NETWORK MODEL FOR SOLVING PROBLEMS OF AUTOMATED CONTROL ..17

**Орлова Я. А.**

ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ КАК ЧАСТЬ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ.....19

**Orlova Y. A.**

LASER SCANNING IN CONSTRUCTION INDUSTRY AS A PART OF BIM TECHNOLOGIES .....19

**Радыгин Р.В.**

«ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА БЫСТРОТВЕРДЕЮЩЕГО ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА И ОСОБО БЫСТРОТВЕРДЕЮЩЕГО  
ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА, АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА КЛИНКЕРА И ТОНКОСТИ  
ПОМОЛА НА СУЛЬФАТОСТОЙКОСТЬ ЦЕМЕНТА» .....21

**Radygin R. V.**

«QUALITY INDICATORS OF QUICK-HARDENING PORTLAND CEMENT AND ESPECIALLY QUICK-HARDENING  
PORTLAND CEMENT, ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE MINERALOGICAL COMPOSITION OF CLINKER AND  
FINENESS OF GRINDING ON THE SULFATE RESISTANCE OF CEMENT» .....21

<b>Радыгин Р.В.</b>	
«ОБЗОР И РАССМОТРЕНИЕ МИНЕРАЛОГИЧЕСКИХ СОСТАВОВ НЕКОТОРЫХ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЦЕМЕНТОВ»	23
<b>Radygin R.V.</b>	
«REVIEW AND CONSIDERATION OF THE MINERALOGICAL COMPOSITIONS OF SOME SPECIAL CEMENTS»	23
<b>Родкина Э. А., Завражнова М. В., Шошина А. В.</b>	
РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ-ЗАДАНИЯ “ПОСТРОЕНИЕ ГРАФА ПО МАТРИЦЕ СМЕЖНОСТИ” ДЛЯ ЛАБОРАТОРНОГО КОМПЛЕКСА GRAPHLABS	27
<b>Rodkina E. A., Zavrajnova M. V., Shoshina A. V.</b>	
DEVELOPMENT OF MODULE “CREATION OF GRAPH BY ADJACENCY MATRIX” FOR LABORATORY COMPLEX GRAPHLABS	27
<b>Серикова А. Н., Алибекова М.И.</b>	
ХУДОЖЕСТВЕННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБУВИ МЕТОДОМ КОНСТРУКТИВНОЙ АНАЛОГИИ.	33
<b>Serikova A. N., Alibekova M.I.</b>	
ART DESIGNING OF SHOES BY METHOD OF CONSTRUCTIVE ANALOGY	33
<b>Судакова А.С.</b>	
АНАЛИЗ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕОСИНТЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ДОРОЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	40
<b>Sudakova A.S.</b>	
ANALYSIS OF THE DEFORMATION CHARACTERISTICS OF THE GEOSYNTHETIC MATERIAL AND EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF ITS USE TO INCREASE STRENGTH ROAD CONSTRUCTIONS	40
<b>Устин А.М.</b>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ЦВЕТОВЫХ ПРОСТРАНСТВ В КОНТЕКСТЕ ОБНАРУЖЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ИЗОБРАЖЕНИЙ	42
<b>Ustin A.M.</b>	
EXPLORING COLOR SPACES IN THE CONTEXT OF IMAGE DEFECT DETECTION	42
<b>Лыков А. С., Щебетеев В. А., Саркисов А. А., Сбитнева Н. И.</b>	
ОБРАБОТКА РАСТИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ	45
<b>Lykov A.S., Shcheteev V. A., Sarkisov A. A., Sbitneva N. I.</b>	
THE FLORAL OBJECTS TREATMENT BY ELECTRIC CURRENT	46
<b>Сафронова Е. М.</b>	
МОЖЕТ ЛИ ПОЛНОЦЕННО ЗАМЕНИТЬ ERP-СИСТЕМА СУЩЕСТВУЮЩИЕ НА ПРЕДПРИЯТИИ РАЗНООБРАЗНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ	48
<b>Safronova E. M.</b>	
CAN IT COMPLETELY REPLACE THE ERP SYSTEM EXISTING AT THE ENTERPRISE VARIOUS INFORMATION SYSTEMS	48
<b>Сафронова Е. М.</b>	
РЕАЛИЗАЦИЯ СЛОЖНОГО ОБМЕНА ДАННЫХ НА ПЛАТФОРМЕ 1С:ПРЕДПРИЯТИЕ	49
<b>Safronova E. M.</b>	
IMPLEMENTATION OF COMPLEX DATA EXCHANGE ON THE 1C: ENTERPRISE PLATFORM	49

<b>Михайлов П.И., Пономарева Т.П.</b> МАРШЕВАЯ ДВИГАТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА РАЗГОННОГО БЛОКА ГЕОСТАЦИОНАРНОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ .....	51
<b>Mikhailov P.I., Ponomareva T.P.</b> MARCH ENGINE INSTALLATION OF THE STEERING UNIT OF A GEOSTATIONARY SPACE VEHICLE ON SOLID FUEL .....	51
<b>Немахов И.В.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНВЕРТОРНЫХ ШЛАКОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ВЫСОКОПРОЧНЫХ БЕТОНОВ .....	56
<b>Nemakhov I.V.</b> USE OF CONVERTER SLAGS IN THE PRODUCTION OF HIGH STRENGTH CONCRETE .....	56
<b>Глатко Я.С.</b> ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАРКШЕЙДЕРИИ .....	57
<b>Glatko Ya.S.</b> INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN SURVEYING .....	57
<b>Григорьев Д.А., Чижикова Д.А.</b> ЭЛЕКТРОБУС ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ, ЗНАЧИМОСТИ НОВОГО ВИДА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА .....	62
<b>Grigoryev D.A., Chizhikova D.A.</b> ELECTRIC BUS ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS, SIGNIFICANCE OF A NEW TYPE OF ROLLING STOCK.....	62

## TECHNICAL SCIENCE

УДК 656.08

Журавлева М.А.

Донской государственный технический университет

## КАЧЕСТВО ПЕРЕВОЗОК ГОРОДСКИМ ПАССАЖИРСКИМ ТРАНСПОРТОМ В Г. РОСТОВЕ-НА-ДОНУ

Zhuravleva M.A.

## QUALITY OF TRANSPORTATION BY CITY PASSENGER TRANSPORT IN ROSTOV-ON-DON

**Аннотация**

Рассмотрены проблемы качества перевозок городским пассажирским транспортом в г. Ростове-на-Дону. Установлены основные причины неудовлетворенности населения в пассажирских городских перевозках.

**Abstract**

Problems of quality of transportations by city passenger transport in Rostov-on-don are considered. The main causes of dissatisfaction of the population in urban passenger traffic are established.

**Ключевые слова:** общественный транспорт; автобус; безопасность

**Key words:** public transport; bus; safety

Одним из важнейших элементов транспортной системы является городской пассажирский общественный транспорт. Повышение трудовой и социальной активности населения, увеличивающиеся потребности в посещении торговых центров, объектов культуры и досуга повышает спрос на передвижение в количественном (объем транспортного потока), и в качественном отношении. Бесперебойное, быстрое и безопасное перемещение людей на общественном транспорте значительно повышает качество их жизни. С периода перехода к рыночной экономике управление городским пассажирским транспортом претерпело значительные перемены, что повлияло на финансовое состояние пассажирских предприятий и на уровень качества транспортного обслуживания населения. К сожалению, в современных условиях пассажирский транспорт не всегда позволяет удовлетворить растущий спрос на пассажирские перевозки в полном объеме. Нарастающая конкуренция со стороны стихийно действующ-

щих на маршрутах частных предприятий и индивидуальных предпринимателей оказывает влияние на работу муниципальных предприятий городского пассажирского транспорта [1].

Данная проблема рассмотрена на примере города Ростова-на-Дону в первой половине 2019 года. В ходе исследования изучался спрос на пассажирские перевозки и удовлетворенность пассажирами услугами общественного транспорта.

Большая часть населения города (до 90%) пользуется услугами городского пассажирского транспорта, что говорит о большой его востребованности. Причем наличие в семье личного транспорта не снижает активности пользования данными видами перевозок. На рисунке 1 представлены основные цели населения использования пассажирского транспорта. Диаграмма построена по результатам опроса на остановочных комплексах в будние дни в период с 7:30 до 10:00 утра.

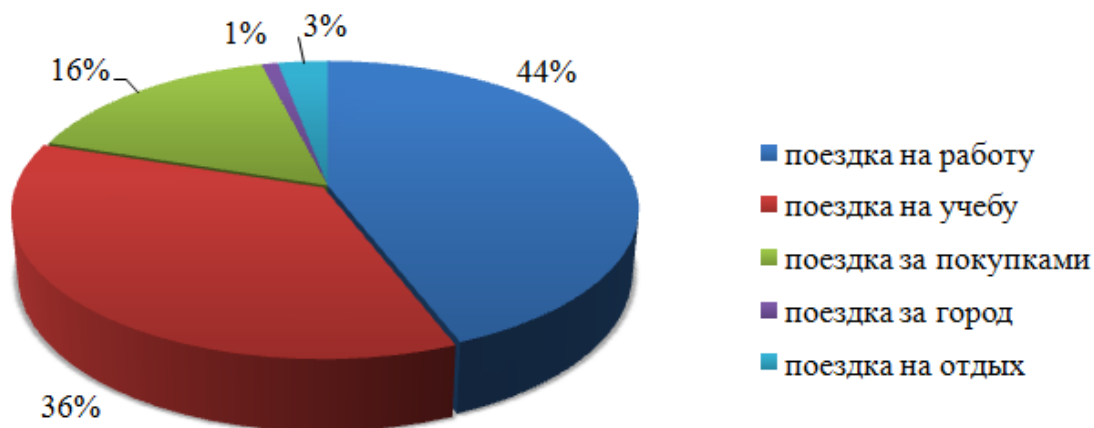


Рисунок 1 - Цели населения использования пассажирского транспорта

В ходе опроса было выявлено, что 66% респондентов предпочитают поездки на автобусах, а на маршрутных такси – 17%. Остальные виды транспорта (троллейбус, трамвай) по востребованности не превышают 1%, что обусловлено их малым количеством маршрутов.

Установлено, что 69% опрошенных не удовлетворены работой общественного транспорта. Для пассажиров городского общественного транспорта (автобусы и маршрутные такси) главной проблемой являются поездки в «час пик». В этот период отмечается значительная переполненность транспортного средства. Кроме того, недостаточная пропускная способность транспортных артерий и, как следствие, пробки на дорогах [2]. Длительность ожидания автобуса или маршрутного такси и длительное простаивание транспорта на конечных и «выгодных» остановках.

Усугубляет ситуацию неудовлетворительное техническое состояние большей части городского общественного транспорта. Также пассажиры отмечают низкое качество работы водителей: нарушение правил дорожного движения, отсутствие со-

ответствующей квалификации, низкий уровень ответственности, недостаточная квалификация водителей, высокая опасность совершения ДТП молодыми водителями (водителями с малым стажем управления автотранспортом) [3]. Почти 70% респондентов оценили уровень безопасности оценки на общественном транспорте в городе Ростове-на-Дону как низкий. Тарифы за поездку в исследовании не учитывались.

#### Список литературы

1. Андреев К.П. Современные проблемы городского пассажирского транспорта/К.П. Андреев, В.В. Терентьев//Научный альманах. – 2016. – №. 11-2. – С. 19-21
2. Сорокина Д.Н. Оптимизация улично-дорожной сети города Ростова-на-Дону (на примере пересечения улицы Московская – проспект Стачки)/Д.Н. Сорокина, А.Н. Куликова//Colloquium-journal. – 2019. - № 5-1 (29).-С. 51-54.
3. Сорокина Д.Н. Аварийность автобусного транспорта в России/Д.Н.Сорокина//Colloquium-journal. - 2019. - № 6-2 (30).-С.60-61.

УДК: 004.312

*Зубков П.С.  
НИ МГУ им Н.П. Огарёва*

### ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ РАБОТЫ ШАГОВОГО ДВИГАТЕЛЯ НА БАЗЕ ПЛИС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЯЗЫКА ОПИСАНИЯ АППАРАТУРЫ VERILOG

*Zubkov P.S.  
Mordovian State University*

### SOFTWARE IMPLEMENTATION OF THE WORK OF A STEPPER MOTOR ON FPGA BASIS USING THE VERILOG HARDWARE DESCRIPTION LANGUAGE

#### *Аннотация*

*В данной статье приводится описание алгоритма работы шагового двигателя на базе программируемой логической интегральной схемы с помощью языка описания аппаратуры Verilog в системе Quartus. Предварительно рассмотрен оптимальный режим работы ШД, который впоследствии будет описан простыми логическими блоками в листинге.*

#### **Abstract**

*This article describes the operation algorithm of a stepper motor based on a field programmable gate array using the Verilog hardware description language in the Quartus system. The optimal operation mode of the shield is previously considered, which will subsequently be described by simple logical blocks in the listing.*

**Ключевые слова:** Шаговый двигатель, ПЛИС, Verilog, программно-аппаратное описание аппаратуры.

**Keywords:** stepper motor, FPGA, Verilog, hardware and software description of the devices.

В большинстве случаев в дискретных системах управления различными электрическими машинами используется микроконтроллер с прикладным программным обеспечением. Однако с течением времени появилась возможность использования не программного способа описания алгоритма работы двигателей, а программно-аппаратный, который подразумевает программирование цифровых логических схем на уровне простых логических блоков [1,4].

Шаговым двигателем является электрическая машина, у которой вращение происходит с дискретным угловым шагом. Вид поперечного сечения двигателя показан на рисунке 1. Угловое приращение используется для расчета количества шагов, необходимых для завершения одного оборота. Так как шаговые двигатели переходят на заданное количество шагов, многим из них не требуется контроля измерения положения. Это упрощает характер движения шагового двигателя. Они применяются в различных устройствах, таких как станки с

числовым программным управлением, копировальных станках, медицинская аппаратура, роботизированных комплексах и другие [2,3].

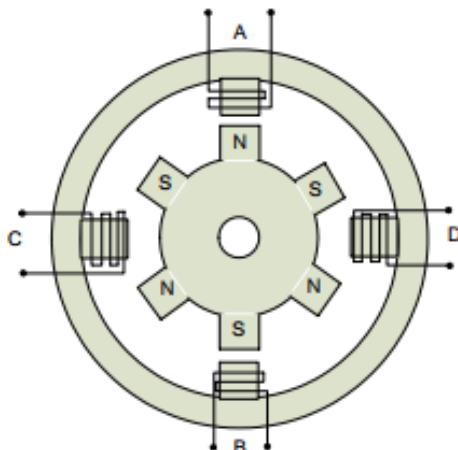


Рис. 1. Вид поперечного сечения шагового двигателя

С цифровой контрольной точки полюсы статора шагового двигателя должны периодически возбуждаться, чтобы вызвать движение ротора постоянного магнита. Таблица возбуждения двигателя варьируется в зависимости от вариантов, которые дают одношаговое перемещение с одной или

двумя обмотками возбуждения. Одновременное возбуждение двух обмоток обеспечивает больший крутящий момент, нежели момент, производимый одной обмоткой. В таблицах 1 и 2 показано полшаговое возбуждение, которое увеличивает допустимое разрешение движения.

Таблица-1

**Полный шаг шагового двигателя с одной возбуждённой обмоткой**

	Обмотка A	Обмотка B	Обмотка C	Обмотка D	Позиция ротора
Позиция 1	1	0	0	0	0
Позиция 2	0	1	0	0	$\theta$
Позиция 3	0	0	1	0	$2\theta$
Позиция 4	0	0	0	1	$3\theta$

Таблица-2

**Полный шаг шагового двигателя с двумя возбуждёнными обмотками**

	Обмотка A	Обмотка B	Обмотка C	Обмотка D	Позиция ротора
Позиция 1	1	1	0	0	0
Позиция 2	0	1	1	0	$\theta$
Позиция 3	0	0	1	1	$2\theta$
Позиция 4	1	0	0	1	$3\theta$

На основании таблицы 1 напомним Verilog-код в программном пакете Quartus, который контролирует скорость и направление шагового двигателя, работающего в однофазном возбуждении. Код, приведенный на рисунке 2, обеспечивает возбуждение до двух из четырех катушек статора шагового

двигателя. Конечный автомат обеспечивает правильную последовательность для катушки возбуждения. Направление вращения изменяется путем изменения последовательности чередования катушек – это coil\_supply\_f и coil\_supply\_r.

```

module stepper(input clk, rst, dir output [3;0] coil_supply);

`define reset 3'd0 `define step1 3'd1 `define step2 3'd2 `define step3 3'd3
`define step4 3'd4

reg [2:0] ps, ns; // ps и ns - текущее и следующее состояние регистров
wire clk_spd;
reg [3:0] coil_supply_f, coil_supply_r;

assign clk_spd=clk; // основывается на желаемой скорости ШД, the clk_spd
установлена

always@ (posedge rst or posedge clk_spd) // переход состояний
begin
    if (rst)
        ps <= `reset;
    else ps <= ns;
end
always@ (ps) // выбор следующего состояния и изменение выхода
begin
case (ps)
`reset: begin
        ns <= `step1;
        coil_supply_f <= 4'b0000;
        coil_supply_r <= 4'b0000;
    end
`step1: begin
        ns <= `step2;
        coil_supply_f <= 4'b0011; // 4'b обмотки DCBA
        coil_supply_r <= 4'b1001;
    end
`step2: begin
        ns <= `step3;
        coil_supply_f <= 4'b0110;
        coil_supply_r <= 4'b1100;
    end
`step3: begin
        ns <= `step4;
        coil_supply_f <= 4'b1100;
        coil_supply_r <= 4'b0110;
    end
`step4: begin
        ns <= `reset;
        coil_supply_f <= 4'b1001;
        coil_supply_r <= 4'b0011;
    end
default begin
        ns <= `reset;
        coil_supply_f <= 4'b0000;
        coil_supply_r <= 4'b0000;
    end
endcase
end
assign coil_supply =(dir == 1'b1)? coil_supply_f: coil_supply_r;
endmodule

```

*Рис. 2. Verilog-код для управления шаговым двигателем*

#### Список литературы

1. Максфилд К. Проектирование на ПЛИС. Курс молодого бойца. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2007. – 408 с.: ил. (Серия «Программируемые системы»).
2. Наваби З. Проектирование встраиваемых систем на ПЛИС / пер. с англ. Соловьева В.В. – М.: ДМК Пресс, 2016. – 464 с.
3. Carrica D., Funes M.A., Gonzalez S.A.: Novel stepper motor controller based on FPGA hardware implementation // IEEE/ASME Transactions on Mechatronics 8(1): 120 - 124 April 2003. DOI: 10.1109/TMECH.2003.809160.
4. Zeidman B.: Verilog Designer's Library 1999. Prentice Hall.

*Костенков Евгений Александрович,  
Загайнов Максим Александрович,  
Кузнецов Денис Сергеевич  
БГТУ «Военмех» имени Д.Ф. Устинова*

## СМАЗКА ПОДШИПНИКОВ, КАК СПОСОБ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ВЫХОДА МАШИН ИЗ СТРОЯ.

*Zagaynov Maxim Alexandrovich,  
Kostenkov Eugene Alexandrovich,  
Kuznetsov Denis Sergeevich  
BSTU "Voentekh" named after D. F. Ustinov*

### LUBRICATION OF BEARINGS AS A WAY TO PREVENT MACHINE FAILURE.

#### **Аннотация**

*В данной статье будет рассмотрена роль смазки в подшипниках качения. Внимание будет акцентировано на сравнении разных смазок. В статье приведено несколько примера работы подшипников в разных средах и влияние смазки на них.*

#### **Summary**

*This article will discuss the role of lubrication in rolling bearings. Attention will be focused on the comparison of different lubricants. The article presents examples of bearing operation in different environments and the effect of lubrication on them.*

**Ключевые слова:** подшипники, смазки, трансмиссия, машиностроение.

**Keywords:** bearings, lubricants, transmission, mechanical engineering.

Для обеспечения надежной работы подшипников качения жизненно важным и часто упускаемым из виду фактором является правильная смазка. Основная цель смазки состоит в том, чтобы отделить металлические поверхности компонентов подшипника тонкой смазочной пленкой для предотвращения износа. В тоже время, смазывая пленка уменьшает трение и поэтому диссипация силы, приводит к уменьшению энергопотребления всей системы.[1]

Смазка является важным элементом всей системы подшипников и должна быть тщательно продумана. Около 40 процентов всех преждевременных отказов подшипников вызваны проблемами со смазкой. Причины этого различны и начинаются с ошибок, возникающих во время установки подшипников, а также неправильного обслуживания, таких как неспособность вовремя восстановить смазку. Другими критериями выбора подходящей смазки являются нагрузка на подшипник, рабочая температура, температура окружающей среды подшипников, диапазон скоростей подшипников и возможное загрязнение подшипников. Используя три примера применения, влияние смазки на работу подшипников проиллюстрировано ниже.

Несмотря на правильную обработку, установку и проектирование, могут возникать сбои, если не принимать во внимание проблемы в операционной среде. Вот некоторые из важных деталей для рассмотрения:

- Воздушные загрязняющие элементы как пыль и грязь, которые могут загрязнить подшипник со временем. Правильные методы запечатывания в этих случаях необходимы.

- Агрессивные вторжения среды или воды. Уплотнение имеет решающее значение для правильной работы, и рекомендуются специальные уплотнения.

- Внешняя температура диктует много факторов, как высокотемпературная смазка, радиальный внутренний зазор, прерывистый или непрерывный ход и другие критерии, которые повлияют на жизнь подшипника.

- Прохождение электрического тока. В энергогенерирующем оборудовании важно быть внимательным к протеканию тока через элементы качения. В противном случае на опорных поверхностях могут образоваться ямки или рифления.

Для поддержания оптимальной работы подшипника необходимо проводить регулярные проверки. Во время работы сотрудник должен всегда проверять подшипник на наличие ненормального шума и/или вибрации. Анализ вибрации является частью мониторинга состояния, который может включать термографию, анализ вибрации с помощью таких инструментов, как вибрационная ручка, и анализ масла, который может сравнивать текущие состояния подшипника с историческими данными и обеспечивать оценку оставшегося срока службы подшипника.

При проведении осмотра подшипник должен быть тщательно проверен и немедленно удален, если условия ухудшаются, прежде чем отказ станет катастрофическим. Если условия остаются такими же, то подшипники могут остаться в работе. Со временем изучение и регистрация типа отказа и его возможных причин поможет обосновать типы проблем подшипников, упомянутых выше, что приве-

дет к меньшему количеству отказов как подшипника, так и связанного с ним оборудования в будущем.[2]

### Цилиндрический роликовый подшипник в трансмиссии отбора мощности

В рамках теоретического рассмотрения подшипников в коробке передач отбора мощности (отбора мощности) смазка была исследована более подробно. Было обнаружено, что при данных рабочих условиях вязкость смазки была слишком низкой для формирования достаточно эффективной смазочной пленки. Логичным следствием этого был бы повышенный износ и сокращение срока службы.



Рис. 1.

*Внутреннее кольцо цилиндрического роликоподшипника после работы с избыточно подвижным маслом.*

В целях безопасности было проведено практическое испытание, в ходе которого две идентичные коробки передач были заполнены сравнимаемыми смазочными маслами и работали в течение 500 часов. При последующем обследовании обесцвечивания и начальные признаки износа были хорошо видны на функциональных поверхностях подшипника с более текучим маслом (рис. 1). Подшипники, работающие с более густым маслом, не имели признаков износа (рис. 2).

Гипотеза, что более вязкое масло приведет к более высокому рассеиванию энергии, оказалось необоснованным. Наоборот: коробка передач с более вязким маслом показала более низкие потери и поэтому, также уменьшенную рабочую температуру. Это может дать лучшее разделение металлических поверхностей в процессе эксплуатации, что более чем компенсирует несколько более высокое трение жидкости.

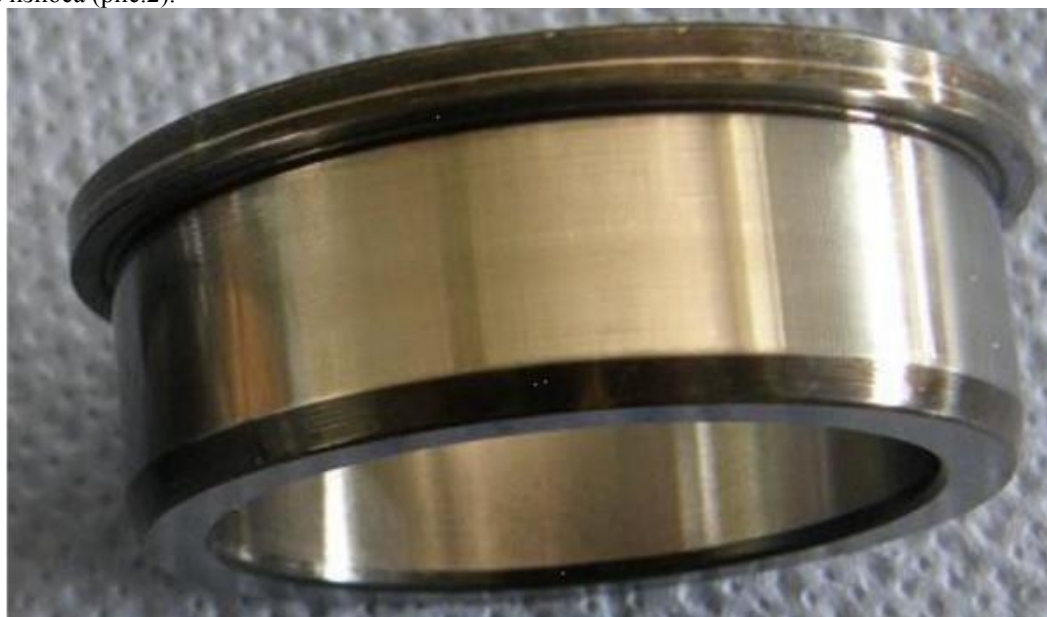


Рис. 2.

*Внутреннее кольцо цилиндрического роликоподшипника после работы с достаточно вязким маслом.*

### Сферические роликовые упорные подшипники в водяном насосе для тепловой электростанции

При испытательной эксплуатации большого насоса охлаждающей воды – бетононасоса, т. е. центробежного насоса с вертикальным валом в литом бетонном корпусе – осевой подшипник на приводном конце многократно превышал допустимую рабочую температуру, что приводило к автоматическому отключению. При ближайшем рассмотрении в качестве виновника было установлено использование неподходящей смазки для этого применения. Рассматриваемое масло было чистым гидравлическим маслом, которое никоим образом не отвечало

требованиям подшипника с точки зрения состава, т. е. добавок, или вязкости.

Высокая измеренная рабочая температура была прямым результатом металлического контакта и возникающего трения, особенно между боковыми поверхностями тел качения и направляющими кромками установочных шайб вала. Это привело к необратимому повреждению функциональных зон подшипников в течение короткого времени, фактически предотвращая надежную долгосрочную эксплуатацию. Подшипники пришлось заменить с большими затратами времени.

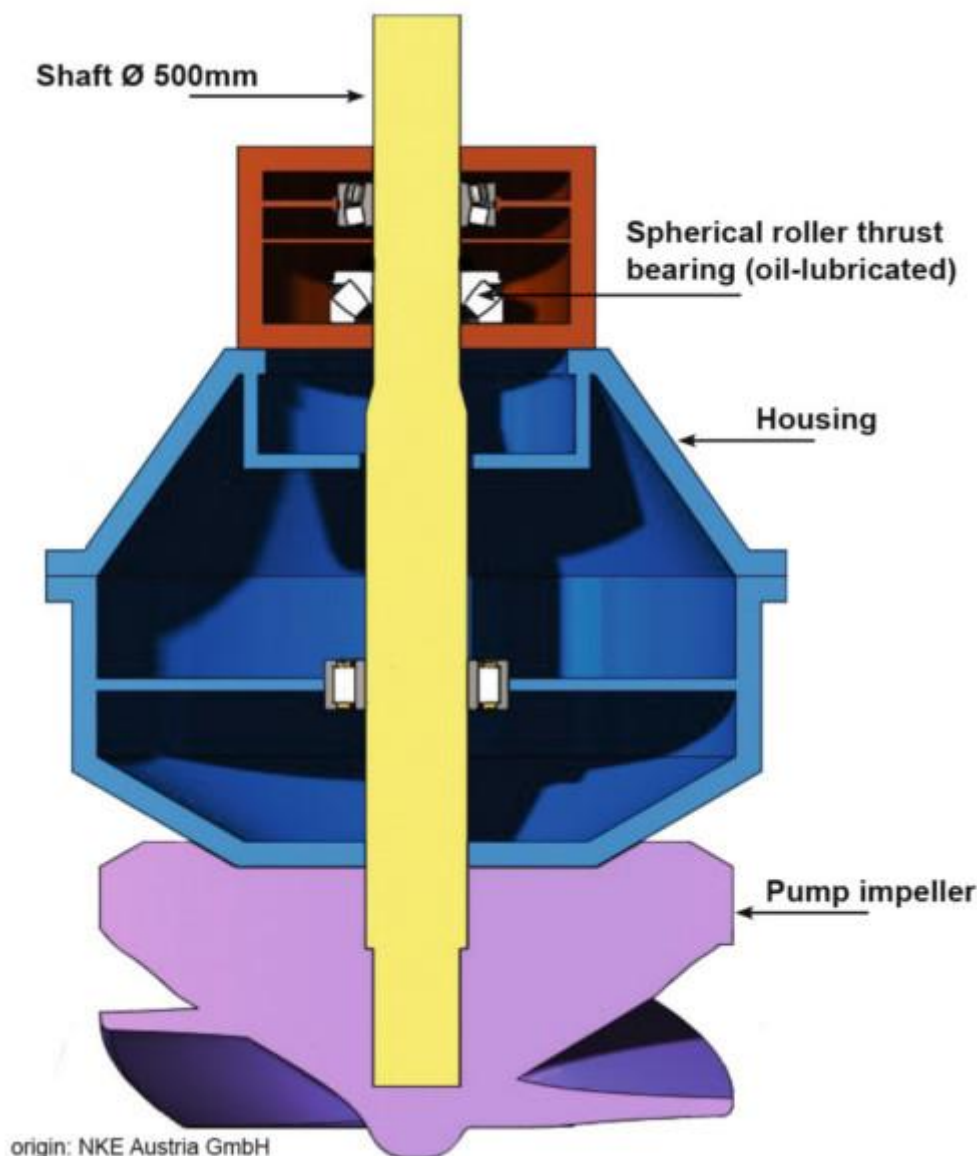


Рис. 3. Бетононасос с вертикальным валом.

Путем изменять к подходяще вязкостному маслу, выбранному для параметров применения и пользы с сферически подшипниками тяги ролика, было достигнуто надежное разъединение контактных поверхностей и низкая рабочая температура. В настоящее время завод работает без сбоев с 2009 года.[3]

### Вывод

Как видно из приведенных выше примеров, эксплуатационная надежность и долговечность подшипников может быть значительно повышена путем правильной оценки и регулировки смазки. Как правило, чем раньше будет решен вопрос смазки, тем легче и экономичнее можно будет решить проблему или избежать её.

**Список литературы и использованных источников**

1. Приводы машин: Справочник/В. В. Длоугий, Т. И. Муха, А. П. Цупиков, Б. В. Януш; Под общ. ред. В. В. Длоугого. — 2-е изд., перераб. и доп. — Л.:Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1982. — 383 с, ил.

2. Подшипники сухого трения/ Воронков Б.Д. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л.:Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1979

3. Lubrication of rolling bearings URL: <https://www.bearing-news.com/lubrication-rolling-bearings-timely-application-analysis-can-help-avoid-problems-cut-costs/> (дата обращения: 01.08. 2019).

УДК 004.5

*Загайнов Максим Александрович,  
Костенков Евгений Александрович,  
Кузнецов Денис Сергеевич  
БГТУ «Военмех» имени Д.Ф. Устинова*

**РОБОТ-МАНИПУЛЯТОР, УПРАВЛЯЕМЫЙ С ПОМОЩЬЮ НЕИНВАЗИВНОГО НЕЙРОКОМПЬЮТЕРНОГО ИНТЕРФЕЙСА**

*Zagaynov Maxim Alexandrovich,  
Kostenkov Eugene Alexandrovich,  
Kuznetsov Denis Sergeevich  
BSTU "Voenmekh" named after D. F. Ustinov*

**ROBOTIC ARM CONTROLLED BY NONINVASIVE BRAIN-COMPUTER INTERFACE**

**Аннотация**

*Данная статья описывает основные принципы работы неинвазивного нейрокомпьютерного интерфейса. Проведено сравнение с интерфейсами других типов, отмечены их достоинства и недостатки.*

**Abstract**

*This article describes how noninvasive brain-computer interface works. Pointed some advantages and disadvantages between interfaces of different types.*

**Ключевые слова:** *робототехника, мозговые импланты, нейрокомпьютерный интерфейс, нейрохирургия, неинвазивная технология.*

**Key words:** *robotics, brain implants, brain-computer interface, neurosurgery, noninvasive technology.*

Команда ученых из университета Карнеги-Меллона, совместно с университетом Миннесоты, сделала прорыв в области управления роботизированными устройствами. Используя неинвазивный нейрокомпьютерный интерфейс (НКИ), исследователи разработали первого робота-манипулятора, управляемого с помощью мысли [1].

Такой тип управления может получить широкое распространение и использоваться для многих целей, в частности для упрощения жизни людей с ограниченными возможностями.

НКИ зарекомендовали себя как перспективный способ управления роботизированными устройствами с помощью сигналов, регистрируемых мозговыми имплантами. При достаточной точности их обработки, такие интерфейсы могут быть использованы для выполнения ряда ежедневных задач. Прошлые версии НКИ также успешно справлялись с контролем роботов-манипуляторов, однако в них использовались инвазивные мозговые импланты. Установка таких имплантов очень сложна, она требует качественного хирургического вмешательства и длительную подготовку пациента, а также высокую стоимость и риски, в связи с чем их использование сильно ограничено.

Конечная цель в разработках НКИ – создать максимально атравматичную технологию, которая

бы позволила парализованным людям контролировать своё окружение или роботизированные конечности с помощью мысли. Успешное создание такого неинвазивного интерфейса сможет улучшить жизнь как людей с ограниченными возможностями, так и основного населения [2].

Однако НКИ, в которых датчик установлен неинвазивным способом, получают сигналы с большим количеством помех и потерь, чем те, что подключены напрямую к мозгу. Это приводит к снижению точности управления устройствами. Таким образом, если для контроля манипулятора использовать только мозг, неинвазивные НКИ не выдерживают конкуренции с имплантами. Но несмотря на это, ученым удалось сделать прорыв [1].

Используя новейшие сенсоры и технологии машинного обучения, ученым удастся регистрировать сигналы, образующиеся глубоко в мозгу, что существенно повышает точность управления манипулятором. С помощью неинвазивной нейровизуализации исследователи декодируют «шумный» ЭЭГ сигнал в более четкий и обеспечивают непрерывное управление роботом в двух плоскостях в реальном времени [3].

Впервые при использовании неинвазивного НКИ, обеспечивается плавное и непрерывное дви-

жение манипулятора вслед за курсором на компьютерном экране. Предыдущие роботы, управляемые аналогичным способом, двигались прерывисто и дискретно. Как считают ученые, это было связано с неудачными попытками манипулятора синхронизироваться с мозгом.

Благодаря уникальному подходу команды к решению данной проблемы количество удачно выполненных задач выросло на 60%, а плавность движения манипулятора на 500% [1].

Таким образом, эта технология может помочь множеству обычных людей, предлагая альтернативный, неинвазивный способ управления привычными устройствами или окружением, с помощью собственных мыслей. В тестировании данной НКИ принимало участие 68 человек, с каждым из которых проводилось до 10-ти сессий, куда входили

различные задания. Уже в ближайшем будущем, ученые планируют проводить клинические испытания непосредственно на людях с ограниченными возможностями.

#### Список литературы:

1. Emily Durham, First-ever successful mind-controlled robotic arm without brain implants. Питтсбург 2019.

2. [URL:https://www.sciencedaily.com/releases/2019/06/190619142542.htm](https://www.sciencedaily.com/releases/2019/06/190619142542.htm) (Дата обращения 17.08.2019)

3. Maria Vomero, Elisa Castagnola, Francesca Ciarpella и др., Highly Stable Glassy Carbon Interfaces for Long-Term Neural Stimulation and Low-Noise Recording of Brain Activity. Вашингтон 2017

УДК 004

**Макеева О.В.,**

*кандидат технических наук*

*доцент кафедры «Информационные системы и технологии»  
ФГБОУ ВО МГУТУ имени К. Г. Разумовского (ПКУ)  
г. Москва, РФ*

## СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННО-КИБЕРНЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

**Makeeva O. V.,**

*candidate of technical Sciences*

*associate Professor of " Information systems and technologies»  
FSBEI msutm named after K. G. Razumovskiy (PKU)  
Moscow, Russia*

## STRUCTURAL AND FUNCTIONAL ANALYSIS INFORMATION AND CYBERNETIC SYSTEMS

### **Аннотация:**

*Большинство современных информационных систем сталкиваются с проблемой ограниченных возможностей восприятия пользователем значительных информационных потоков. В статье представлена и обоснована авторская модель информационно-кибернетической системы управленческого учета. В качестве ведущего методологического основания рассмотрен информационно-кибернетический подход. На базе рассмотренных моделей описан алгоритм функционирования устойчивой системы управленческого учета.*

### **Abstract:**

*Most modern information systems are faced with the problem of limited opportunities for the user to perceive significant information flows. The article presents and substantiates the author's model of information-cybernetic management accounting system. Information-cybernetic approach is considered as the leading methodological basis. On the basis of the considered models the algorithm of functioning of a stable management accounting system is described.*

**Ключевые слова:** *управленческий учет, устойчивые системы, кибернетические модели, информационные потоки, стратегическое и оперативное планирование.*

**Keywords:** *management accounting, sustainable systems, cybernetic models, information flows, strategic and operational planning.*

### Устойчивые системы

Понятие «устойчивость» в рамках системы управленческого учета следует рассматривать не только на локальном уровне для целей предприятия, но и на более глобальном уровне, который выходит в социальные и экологические системы, делая устойчивым и развитие окружающих территорий.

Устойчивость системы управленческого учета зависит от большой группы факторов. Потеря устойчивости может произойти вследствие следующих обстоятельств:

- изменения параметров системы;
- из-за наличия внешних воздействий (в частности, слишком значительных или качественно несовместимых с системой);

• нарушений связей в системе, когда меняется ее структура.

Конечно, очень сложно обеспечить устойчивость большой сложной системы с огромным количеством параметров из-за сложности оценки эффективности и рациональности такой системы. При этом для осуществления такой оценки необходим достаточно большой временной интервал (3-5 лет). Поэтому обычные способы обеспечения устойчивости, применяемые к более простым системам, не подойдут для устойчивости системы управленческого учета, которая имеет очень сложные информационные связи и охватывает ими всю деятельность предприятия. Следовательно, необходим иной подход, который эффективно работает для обеспечения совсем другой деятельности [6].

Система построения кибернетических моделей

За основу построения данной авторской системы была взята модель политической системы К. Дойча [4]. Поступающая информация обрабатывается в блоке обработки данных, где она сличается с данными прошлых лет и с аналитическими выводами о функционировании системы в прошедших периодах. Построение данной кибернетической системы управленческого учета, подразумевает формирование двух прогнозных моделей для двух разных потоков информации (модель «А» и модель «В»). Это делает систему более гибкой, а модели более точными и объективными. Гибкость системы достигается за счет различных вариаций информационных связей. Процесс моделирования упрощается, так как при его осуществлении учитывается только какой-либо один информационный поток (внутренний или внешний). Центр принятия решений является ядром системы. Его основным назначением является выстраивание и выбор получаемой

информации, исходя из поставленных целей, и осуществление согласования со значениями прогнозных моделей.

Многопоточный целевой переключатель является кибернетическим элементом, который в зависимости от проходящей через него информации определяет ее направление, координирует и выбирает тип ответной связи в системе.

Если целевые значения удовлетворяют требованиям системы, то проходя через целевой переключатель, они напрямую относятся на процессы внутренней и внешней направленности. После реализации процессов их результаты служат новой информацией, которая через обратную связь выводит систему на новый цикл функционирования.

Но кроме обратной связи в системе реализуется и опережающая связь, которая позволяет не пропускать информационные потоки к процессам реализации, не удовлетворяющим целям и требованиям системы управленческого учета. В таком случае целевой переключатель через опережающую связь направляет информацию обратно на вход системы для ее корректировки и адаптации.

Обеспечение устойчивости системы управленческого учета

Устойчивость сложных учетно-аналитических систем можно обеспечить, используя средства автоматизации и логику компьютерных операционных систем. Возврат к предыдущей системе и работающим параметрам, используется в операционных компьютерных системах, которые применимы повсеместно, при этом везде наблюдается положительный эффект от такого инструмента. При работе с любой техникой человек сталкивается со сбоями системы, и в этом случае он использует опцию восстановление системы с рабочими параметрами.

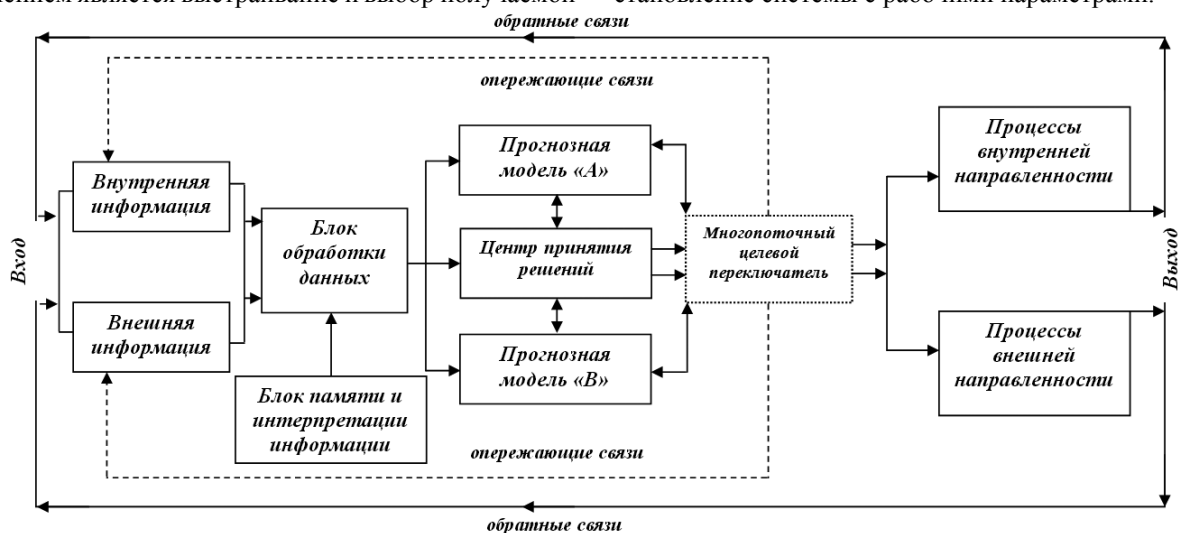


Рис. 1. Модель информационно-кибернетической системы управленческого учета со смешанными связями

Необходимо отметить, что операционные системы, используемые на персональных компьютерах, очень сложны и учитывают большое количество параметров, в них происходит огромное количество процессов. И такое решение программистов,

как «откат» параметров системы к работоспособному состоянию является просто объективной необходимостью.

Если рассматривать системы управленческого учета, то они еще более сложные, на их работу вли-

яют разнообразные внутренние и внешние факторы, нет единых стандартов и моделей по организации таких систем. Каждая система уникальна и практически неповторима. Такие системы еще более подвержены сбоям в работе. Сбой в работе приводит к сбоям в управленческом и производственном процессе. При этом рыночная среда диктует очень жесткие условия для успешного функционирования предприятий, которые постоянно подвергаются давлению со стороны конкурентов. Усугубляет обстановку нестабильность экономической системы, экономические кризисы, динамично меняющиеся условия хозяйствования. Таким образом, сбой в системах учета и управления может привести к ликвидации предприятия. Поэтому возникает необходимость организовывать такие системы с позиции устойчивости. При этом устойчивость в данном случае рассматривается как стабильность работы предприятия в рыночных условиях хозяйствования, и, самое главное, в условиях постоянно развивающегося предприятия, применяющего новые модели и инструменты реализации данных систем. Без постоянного развития методологии ведения системы управленческого учета невозможно конкурировать с зарубежными предприятиями, где подобные системы на порядок функционально выше и эффективнее.

Итак, для организации устойчивой системы управленческого учета (УСУУ) в качестве аналогии был выбран механизм возврата, используемый

в операционных компьютерных системах [3]. Системы имеют некоторое сходство по сложности, многозадачности и многопроцессности, но в целом различны. Для обеспечения применимости механизма возврата к исходному состоянию системы управленческого учета необходима организация полной автоматизации функционирования этой системы. В противном случае реализация устойчивости системы управленческого учета не удастся. В общем виде модель имеет не сложную структуру и состоит из двух частей:

- базисная система управленческого учета (БСУУ);
- действующая система управленческого учета (ДСУУ).

БСУУ формируется на предприятии с момента организации предприятия, или с момента принятия решения о внедрении службы по управленческому учету, если таковой ранее не было.

ДСУУ является более совершенным продолжением БСУУ, и появляется через определенный период времени (3 года). В ДСУУ применяются видоизмененные инструменты и методология относительно БСУУ. При этом возможно преобразование структуры предприятия под новые информационные связи ДСУУ. Период времени перехода может быть различным, так как в одних случаях 3-х лет недостаточно для качественного преобразования системы, в других, за более короткие промежутки времени возникают научные разработки, коренным образом меняющие систему.

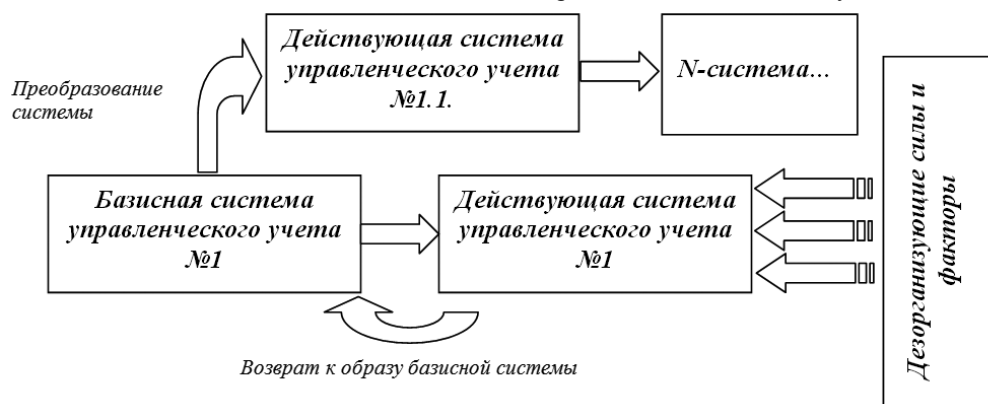


Рис. 2. процесс трансформации системы управленческого учета в контуре устойчивости

Сам процесс функционирования модели устойчивой системы управленческого учета не сложен и заключается в следующем. При дезорганизации действующей системы бухгалтерского управленческого учета осуществляется возврат к базисной системе, с рабочими проверенными практической деятельностью элементами, методологией, набором инструментов и показателями.

Процесс трансформации системы управленческого учета в контуре устойчивости представлен на рис. 2.

Очень важно изначально так организовать базисную систему управленческого учета, которая будет наиболее адаптированной и рациональной для каждого конкретного предприятия.

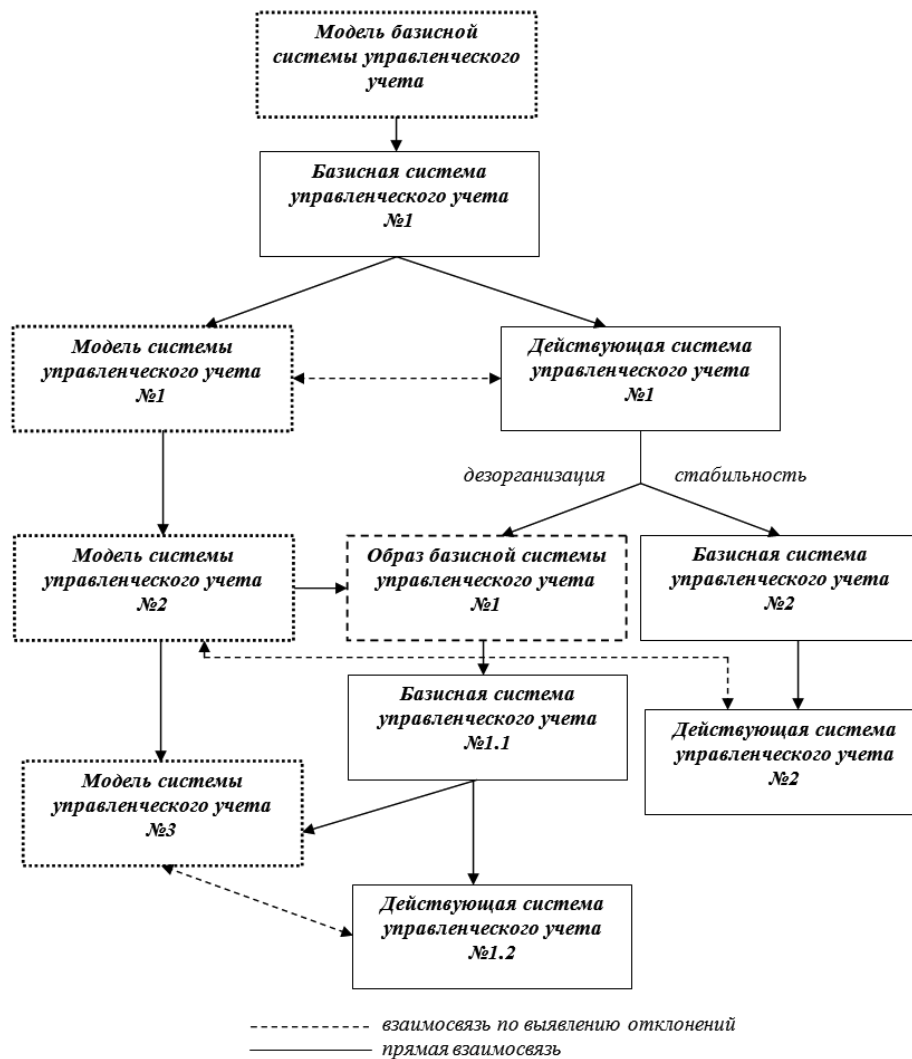


Рис. 3. Алгоритм функционирования устойчивой системы управленческого учета

Точка перехода является отправным моментом, когда предприятие исходя из собранного опыта, новых разработок и инструментов решает перейти к системе управленческого учета, коренным образом отличающейся от базисной системы. В этот переходный период начинается адаптация и внедрение новой системы. Базисная система перестает использоваться и храниться в информационных базах предприятия в виде стандартов, форм документации и отчетности, учетной политики для целей управленческого учета и другой документации. Для обеспечения в случае необходимости возврата, базисная система управленческого учета в обязательном порядке организуется в программной автоматизированной оболочке, способной к активации заданных параметров и к полному восстановлению системы.

Алгоритм функционирования устойчивой системы управленческого учета можно представить следующим образом (рис. 3). Процесс начинается с формирования модели базисной системы управленческого учета. Это очень сложный и ответственный этап, от проработанности которого зависит дальнейшая эффективность работы всей системы.

С одной стороны, процесс моделирования зависит от системы управленческого учета, выступающего информационной основой, с другой стороны, функционирование управленческого учета и его будущее развитие зависит от объективности модели [7].

Система моделирования в управленческом учете может включать:

- моделирование развития деятельности предприятия в стратегическом аспекте;
- моделирование развития конкретных хозяйственных ситуаций для их качественной оценки;
- моделирование процессов деятельности (на локальном уровне) для возможной предварительной оптимизации.

После построения модели системы управленческого учета (рис. 3), возникает базисная система с рабочими параметрами. Она является основой для дальнейшего развития и в тоже время полностью выполняет свои функциональные обязанности по информационному обслуживанию предприятия.

Развитие базисной системы и переход ее в действующую систему (этапы развития):

- 1) Сбор и анализ информации о функционирующей учетно-информационной системе.

- 2) Обработка информации и рассмотрение предложений.
- 3) Составление прогнозных моделей развития системы и апробация предложений.
- 4) Выбор вариантов из апробированных предложений.
- 5) Внедрение предложений в практику.
- 6) Функционирование новой системы.
- 7) Переход к развитию системы нового качества.

Постоянно происходит сужение количественных работ, отказ от лишней информации и приближение к работоспособной системе. На последнем этапе все черновые и альтернативные материалы оставлены в предыдущих плоскостях развития системы. Каждый этап требует автономного развития и преобразования, проходя свой цикл развития.

Разработанная устойчивая система управленческого учета на базе информационно-кибернетических моделей, по мнению автора, наиболее полно отвечает требованиям современных организаций, имеющих сложные структуры и взаимодействующих с огромными потоками информации. Внедрение такой системы в практику позволит этим организациям осуществлять непрерывную деятельность, защищенную возвратным механизмом, при одновременном развитии производства и управления.

УДК 004

#### Список литературы

1. Бобылев С.Н., Гирусов Э.В., Перелет Р.А. Экономика устойчивого развития. Учебное пособие. — М.: Изд-во «Ступени», 2004. -303 с.
2. Информационные системы и технологии в экономике и управлении: учебник / под ред. проф. В.В. Трофимова. — 3-е изд., пере-раб. и доп. — М.: Изд-во «Юрайт», 2009. - 521 с.
3. Катков Ю.Н. Учетно-аналитическая система отрасли сельского хозяйства: теоретические и практические проблемы развития: Коллективная монография / Под ред. Л.И. Хоружий. — Брянск: РИО БГУ, 2011 г. - 296 с.
4. Макарина А.В., Стребкова А.И. Теория и история политических институтов. Учебное пособие. — СПб.: Изд-во СПбГУ, 2008. — 320 с.
5. Петрушенко Л.А. Принцип обратной связи. — М.: Мысль, 1967. - 280 с.
6. Макеева О.В., Кузьмин О.В. Анализ автоматизированных информационно-кибернетических систем//Теория и практика современной науки. 2015. № 5 (5). С. 216-219.
7. Николаева С.В., Макеева О.В., Кустов А.И. Исследование зависимостей физико-химических показателей информационно-измерительными методами//Системы управления и информационные технологии. – 2013. Т. 54. №4. С. 95-98.

**Овечкин Максим Владимирович**

*канд. техн. наук, доцент*

*ФГБОУ «Оренбургский государственный университет»*

### МЕТОДОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОСЕТОВОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ

**Maxim Ovechkin**

*candidate of technical sciences, assistant professor*

*Orenburg State University*

### METHODOLOGY OF USING NEURAL NETWORK MODEL FOR SOLVING PROBLEMS OF AUTOMATED CONTROL

#### **Аннотация**

*В статье представлено описание методологии использования нейросетевой модели для решения задач автоматизированного контроля сварных соединений методами коротковолнового электромагнитного излучения в виде UML-диаграммы прецедентов (использования). Отмечены традиционный и предлагаемый подходы к автоматизированному контролю на основе рентгенографии.*

#### **Abstract**

*The article describes the methodology of using neural network model for solving problems of automated control of welded joints by methods of short-wave electromagnetic radiation in the form of case use UML-diagram. Traditional and proposed approaches to automated control based on radiography are noted*

**Ключевые слова:** ИИС, автоматизированный контроль, диаграмма прецедентов, электромагнитное излучение.

**Keywords:** Neural Networks, automated control, use case diagram, electromagnetic radiation.

Системы автоматизированного управления процессами по результатам контроля технических объектов в настоящее время довольно распространены в различных областях промышленности. В

частности, к ним можно отнести системы неразрушающего контроля и диагностики деталей и конструкций и оптический контроль и диагностику сварных соединений [1].

Представим методологию использования нейросетевой модели для решения задач автоматизированного контроля сварных соединений методами коротковолнового электромагнитного излучения в виде UML-диаграммы прецедентов (использования).

Прецеденты – это методика выявления функциональных требований к разрабатываемой автоматизированной системе. Диаграмма представляет

собой описание взаимодействий между различными участниками - пользователями системы и самой системой и графическом предоставлении самих процессов взаимодействия и функционирования. В качестве инструментального средства представления диаграммы использован online-сервис Creately, доступный для бесплатного использования в сети Internet.

UML-диаграмма представлена на рисунке 1.



Рис. 1 – UML-диаграмма прецедентов(использования) нейросетевой модели для решения задач автоматизированного контроля

На диаграмме выделяются три действующих лица – два оператора и программист.

В классическом (традиционном) варианте работа по проведению контроля и распознаванию рентгенограмм осуществляется одним или двумя операторами без участия программиста. При этом основным недостатком метода электромагнитного контроля является то, что рассеянное излучение в зависимости от энергии первичного излучения изменяет качество визуального результата контроля, снижает контрастность и четкость изображения, а, следовательно, и чувствительность самого метода; вследствие этого явления дефекты малого размера тяжело различить без применения средств автоматизации [2]. При традиционном подходе такими

средствами могут выступать средства анализа изображений [3], однако на сегодняшний день имеются лишь некоторые специализированные для отдельных областей исследований программные продукты, включающие в свой состав модули, частично применимые в области распознавания рентгенограмм сварных соединений, но не позволяющие произвести полноценную автоматизацию контроля соединения.

В предлагаемом подходе программист, на основании опыта достоверного контроля изделий и контроля эталонных образцов, производит обучение искусственной нейронной сети (ИНС). Подобная сеть должна иметь структуру, представленную на рисунке 2.

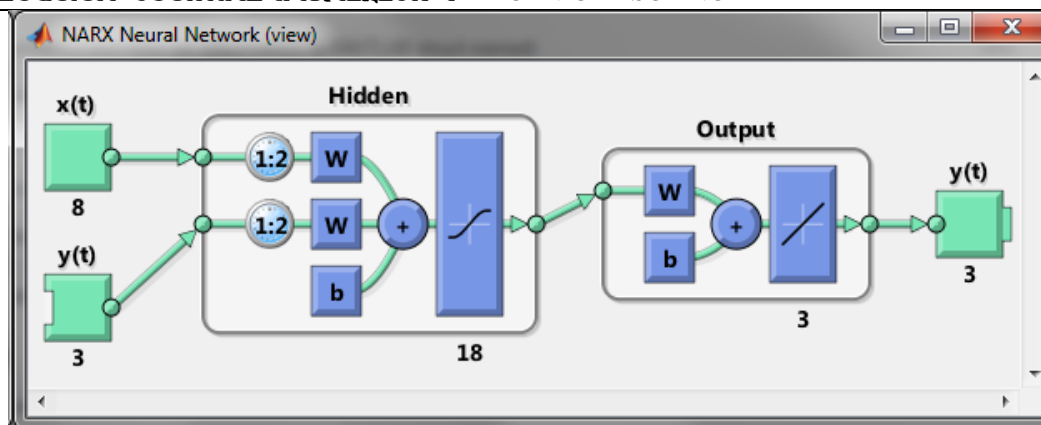


Рис.2. Схема нейронной сети

Входные нейроны представляют собой два класса: данные об объекте и данные об оборудовании. Скрытый слой включает в себя 18 нейронов, в соответствии с ранее сформированными данными из БД. Три последующих слоя формируют три параметра: алгоритм фильтрации, алгоритм пастеризации и алгоритм распознавания. В качестве функции активации может быть использована сигмовидная функция [4].

Таким образом, основной задачей программиста является программная реализация трех алгоритмов, выданных системой как наиболее рациональных для поставленных входных условий. Данное решение позволяет перевести задачу из научной плоскости в инженерную.

Статья подготовлена в рамках проекта по гранту президента № МК – 5451.2018.8 «Методология автоматизации неразрушающего контроля

сварных соединений на основе коротковолнового электромагнитного излучения».

#### Список литературы:

1. Овечкин, М.В. Автоматизация управления обслуживающими аппаратами на основе распознавания графических данных / М.В. Овечкин, Н.З. Султанов, Е.В. Костина // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2015. – № 2. – С. 65–69.
2. Алешин, Н.П. Радиационная и магнитная дефектоскопия металлоизделий / Н.П. Алешин, В.Г. Щербинский // М.: Высшая школа. – 1991. – 271 с.
3. Симанков В.С. Адаптивное управление сложными системами на основе теории распознавания образов / В.С. Симанков, Е.В. Луценко // Монография (научное издание) / Техн. ун-т Кубан. гос. технол. ун-та. – Краснодар, 1999. – 318 с.
4. Редько В.Г. Эволюция, нейронные сети, интеллект. Модели и концепции эволюционной кибернетики. М.: URSS, 2019. 224 с.

УДК 004.94:69

**Орлова Я. А.,**  
магистрант

факультет «Архитектурно-строительный»  
ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва»  
Россия, г. Саранск

## ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ КАК ЧАСТЬ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ

**Orlova Y. A.,**

Student of Master degree program  
Faculty of architecture and construction engineering  
N.P.Ogarev Mordovia State University  
Russia, Saransk

## LASER SCANNING IN CONSTRUCTION INDUSTRY AS A PART OF BIM TECHNOLOGIES

#### Аннотация:

В статье рассмотрен опыт применения лазерных сканеров в строительной отрасли, принцип их работы, а также необходимая материально-техническая база. Проанализированы преимущества применения лазерных сканеров при работе с BIM-моделью здания.

**Abstract:** The article describes the experience of using laser scanners in the construction industry, the principle of their work and necessary material and technical base. The advantages of using laser scanners for working with a building information model were analyzed.

**Ключевые слова:** цифровизация, BIM-технологии, информационная модель здания, лазерное сканирование, облако точек.

*Key words: digitization, BIM technologies, building information model, laser scanning, point cloud.*

Мировым трендом развития экономики и общества является цифровизация. Причем цифровизация – это уже давно не просто преобразование данных в цифровую форму для решения отдельных задач, это возможность создания платформ с необходимым набором функций для решения целых классов задач [1, с. 46]. Влияние данной тенденции на строительную отрасль привело к тому, что во всем мире актуальной является проблема возможности дальнейшего использования традиционных методов проектирования и строительства. С каждым годом растет число стран, реализующих государственную поддержку внедрения технологий информационного моделирования зданий и сооружений. Опыт развитых стран показал эффективность комплексного применения технологий информационного моделирования зданий при реализации инвестиционно-строительных проектов. О продуктивности комплексного подхода также говорит тот факт, что среди российских компаний первыми, кто отметил необходимость и целесообразность внедрения BIM-технологий, были компании, осуществляющие полный цикл объектов строительства [2, с. 10]. Однако на практике под понятием «использование BIM-технологий» чаще всего понимают создание информационной модели здания на этапе проектирования с помощью BIM-программ. Данное определение не совсем полное, так как создание информационной модели здания и его строительство в рамках BIM-подхода невозможно без знания точных пространственных координат расположения элементов объекта и частей зданий. Следовательно, определенным требованиям также должен соответствовать и уровень геодезических работ.

Использование глобальных спутниковых навигационных систем и безотражательных тахеометров в области геодезических измерений не позволяет описывать объект съемки с точностью пригодной для построения BIM-модели. Это связано с тем, что кроме точности координатных данных необходимо вычисление координат большого количества точек описывающих объект, что весьма трудоёмко. Новейшим методом получения 2D и 3D-моделей является лазерное сканирование. Геодезическое сканирование – мощная лазерная запись данных участка застройки, которая фиксирует неровности земной поверхности и преобразует эти условия в облако точек данных, которые можно загружать в BIM-приложения. В ходе съемки прибором создается облако точек с пространственными координатами, с помощью которых создается объемное изображение объекта. Облако точек может состоять от нескольких тысяч до нескольких миллионов координатных точек. Благодаря этому возможно проводить измерения с точностью до миллиметра.

Принцип работы лазерного сканера заключается в излучении лазерного луча высокой частоты, который достигая поверхности объекта, отражается и возвращается в отправную точку. В это время прибор отсчитывает время возврата и вычисляет

расстояние до объекта. Текущее положение лазерного сканера определяется с помощью высокоточного спутникового приемника, работающего в дифференциальном режиме совместно с инерциальной системой. Зная углы разворота и относительные смещения между компонентами описанной системы, можно однозначно определить абсолютные координаты каждой точки лазерного отражения в пространстве [3].

Одним из примеров использования лазерного сканера в строительной отрасли является опыт строительной-монтажной компании Gilbane Building Company, расположенной в США в городе Провиденс. Эта компания приобрела лазерный сканер FARO Focus 3D, стоимость которого, с учётом стоимости программного обеспечения и обучения работе, составила около 60 000 долларов. По словам представителя Gilbane Building Company, использование лазерного сканирования привело не только к экономии средств, но и к уменьшению ошибок при импорте данных в модели Revit. Также благодаря увеличению точности при монтаже сборных конструкций и установке инженерно-коммуникационных сетей уменьшилось количество переделок в проектах.

Лазерное сканирование целесообразно применять не только при строительстве новых зданий, но и при реконструкции существующих. Особенно, если строительная документация по каким-либо причинам была утрачена. Одним из проектов, где были использованы технологии лазерного сканирования, была реконструкция 85-летнего учебного корпуса Kreeger Hall университета Майами. Планы, по которым это здание строилось, были начерчены от руки. Лазерное сканирование позволило получить точные данные измерений на площади более 4500 м<sup>2</sup> за один день. Эти данные были использованы для изготовления сборных элементов и составления графика производства монтажных работ. Из 3D-модели управлялась структурная координация и координация монтажных работ [4, с. 43].

Благодаря лазерному сканированию возможен другой подход к оценке результата строительства и актуализации BIM-модели. Облако точек, полученное в результате сканирования, накладывается на информационную модель здания и выполняется оценка отклонений. При необходимости данные BIM-модели можно актуализировать [5].

Реализация подобных проектов требует надежного технического и программного обеспечения. Используемое аппаратное обеспечение и сеть должны обеспечивать бесперебойную работу при передаче и загрузке данных облака точек. При работе Gilbane Building Company использовали основную сервер с хранилищем вместимостью 3 терабайта и запасной вместимостью 16 терабайт. Также были использованы компьютеры с 32 ГБ оперативной памяти, высокопроизводительными видеокартами и твердотельными накопителями. Зачастую облако точек может занимать более 200 ГБ на жестком диске, а сетевой трафик при обмене данными

может достигать 65 Гб в день. Из-за требуемого большого объема памяти, пользователи программного обеспечения стали изучать возможности использования внешних серверов для размещения больших объемов данных и приложений.

Рассмотренный опыт применения лазерных сканеров в строительной отрасли говорит о перспективности использования данной технологии при BIM-подходе. Так как эффективное использование информационной модели здания при строительстве, эксплуатации и реконструкции невозможно без знания точных пространственных координат расположения элементов объекта и частей зданий. С другой стороны, без BIM-модели теряется смысл использования технологии лазерного сканирования, потому что точность и частота измерений производимых при помощи глобальных спутниковых навигационных систем и безотражательных тахеометров соответствует традиционным методам, применяемым в строительстве. Главные причины, по которым BIM-технологии остаются невостребованными – большая стоимость подготовки рабочих кадров, программного и технического обеспечения. Таким образом, наибольшей эффективности и окупаемости можно добиться только при совместном применении данных технологий, так как только тогда возможно использование наибольшего количества функций.

#### **Использованные источники:**

1 Халин В. Г. Цифровизация и ее влияние на российскую экономику и общество: преимущества,

вызовы, угрозы и риски / В. Г. Халин, Г. В. Чернова // Управленческое консультирование. – 2018. – № 10.

2 Отчет по экономической эффективности применения BIM-технологий в российских компаниях: сайт общероссийской негосударственной некоммерческой организации — общероссийского межотраслевого объединения работодателей. [Электронный ресурс]. URL: [http://nopriz.ru/upload/iblock/2cc/4.7\\_bim\\_rf\\_otchet.pdf](http://nopriz.ru/upload/iblock/2cc/4.7_bim_rf_otchet.pdf) (дата обращения: 11.08.2019).

3 Сравнение пригодности данных воздушного лазерного сканирования и аэрофотосъемки с БПЛА для обеспечения проектных работ: сайт-портал Российские беспилотники. [Электронный ресурс]. URL: <https://russiandrone.ru/publications/sravnenie-prigodnosti-dannykh-vozdushnogo-lazernogo-skanirovaniya-i-aerofotosmki-s-bpla-dlya-obespech/> (дата обращения: 11.08.2019).

4 Smart Market Report. The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets. McGraw Hill Construction. [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.icn-solutions.nl/pdf/bim\\_construction.pdf/](https://www.icn-solutions.nl/pdf/bim_construction.pdf/) (дата обращения: 26.06.2019).

5 Применение лазерного сканирования при информационном моделировании зданий: сайт компании ПРИН. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.prin.ru/articles/primenenie\\_lazernogo\\_skanirovaniya\\_pri\\_informacionnom\\_modelirovanii\\_zdanij/](https://www.prin.ru/articles/primenenie_lazernogo_skanirovaniya_pri_informacionnom_modelirovanii_zdanij/) (дата обращения: 11.08.2019).

УДК 691.542

**Радыгин Роман Викторович**

Студент

ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

### **«ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА БЫСТРОТВЕРДЕЮЩЕГО ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА И ОСОБО БЫСТРОТВЕРДЕЮЩЕГО ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА, АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА КЛИНКЕРА И ТОНКОСТИ ПОМОЛА НА СУЛЬФАТОСТОЙКОСТЬ ЦЕМЕНТА»**

**Radygin R.V.**

«Perm National Research Polytechnic University»

### **«QUALITY INDICATORS OF QUICK-HARDENING PORTLAND CEMENT AND ESPECIALLY QUICK-HARDENING PORTLAND CEMENT, ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE MINERALOGICAL COMPOSITION OF CLINKER AND FINENESS OF GRINDING ON THE SULFATE RESISTANCE OF CEMENT»**

#### **Аннотация:**

В статье освещены показатели качества быстротвердеющего портландцемента и особо быстротвердеющего портландцемента, рассмотрены основные виды коррозии цементного камня и бетона, проанализированы результаты испытаний на сульфатостойкость и выделены факторы имеющие большее влияние.

#### **Abstract:**

The article highlights the quality indicators of quick-hardening Portland cement and especially quick-hardening Portland cement, considers the main types of corrosion of cement stone and concrete, analyzes the results of tests for sulfate resistance and identifies factors that have a greater influence.

**Ключевые слова:** быстротвердеющий портландцемент, особобыстротвердеющий портландцемент, минералогический состав, тонкость помола, сульфатостойкость.

**Keywords:** quick-hardening Portland cement, especially quick-hardening Portland cement, mineralogical composition, fineness of grinding, sulfate resistance.

Основные и вспомогательные показатели качества быстротвердеющего портландцемента по

ГОСТ 31108-2003 и особо быстротвердеющего портландцемента по ТУ 5737-004-0281306-12

Показатели качества	БТЦ по ГОСТ 31108-2003	ОБТЦ по ТУ 5737-004-0281306-12
Тонкости помола цемента, см <sup>2</sup> /г	3500-4000	4000-6000
Нормальная густота, %	25-30	23-27
Сроки схватывания, мин (не ранее)	50	30
Равномерность изменения объема, мм (не более)	10	10
Массовая доля SO <sub>3</sub> , % (не более)	4	4,5
Предел прочности на сжатие портландцемента, Мпа (не менее)		
Рсж <sup>1сут</sup>	-	20
Рсж <sup>2сут</sup>	18	-
Рсж <sup>3сут</sup>	-	40
Рсж <sup>28сут</sup>	40	50

СП 28.13330.2012 разделяет коррозионные процессы, возникающие в цементных бетонах под действием водной среды, на три вида:

1 вид — коррозия вследствие растворения компонентов цементного камня под действием вод с малой временной жесткостью;

2 вид — коррозия под действием вод, содержащих вещества, взаимодействующие с компонентами цементного камня с образованием легкорастворимых, вымываемых водой соединений либо аморфных масс;

3 вид — коррозия, при которой в порах и капиллярах цементного камня за счет обменной реакции с его компонентами кристаллизуются определенные вещества, вызывающие внутренние напряжения и разрушения.

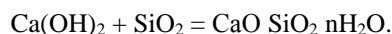
Хотя в большинстве случаев на цементный камень действует несколько факторов, однако среди них есть доминирующие. Вследствие высокого содержания в клинкере минерала алита (60 – 70%) для быстротвердеющих цементов характерна первая группа коррозии.



Все гидраты цементного камня термодинамически устойчивы при определенной концентрации свободной щелочи Ca(OH)<sub>2</sub>. Но, поскольку содержание алита в клинкере БТЦ повышенное, то и соответственно, концентрация свободной щелочи увеличивается. [1]

С этим видом коррозии можно бороться на трех стадиях:

1. Стадия изготовления вяжущего. Используют два приёма: снижают содержание алита до 50 – 60% (тем самым снижая растворимость силиката, который растворяется всегда в первую очередь), однако для БТЦ этот приём не подходит; либо связывают гидроксид кальция активными минеральными добавками и в результате в присутствии воды образуется дополнительное вещество CaO SiO<sub>2</sub> nH<sub>2</sub>O, которое обладает меньшей растворимостью [1]



Также можно увеличить плотность цементного камня за счет снижения водопотребности.

2. Технология изготовления композита – повышают плотность камня за счет введения ПАВ или использование жестких бетонных смесей, которые уплотняют методами штампования или прессования.

3. Стадия строительного-монтажных работ – производят гидроизолированные конструкции гидроизоляционными материалами.

В. В. Кинд классифицирует коррозию бетона под действием природных вод на: выщелачивающую, кислотную, углекислую, сульфатную, магниезильную; сульфатную коррозию он подразделяет на сульфатоалюминатную, сульфатоалюминатно-гипсовую и гипсовую, а магниезильную — на собственно магниезильную и магниезильно-сульфатную. [2]

В условиях эксплуатации бетона в промышленных и сельскохозяйственных сооружениях коррозия может происходить и под влиянием других веществ: щелочей, жиров, углеводов, фенолов и др. [3]

Стойкость цемента в той или иной среде определяют испытаниями на прочность образцов из раствора, хранящихся определенное время в агрессивной среде. При сульфатной коррозии зафиксировано также расширение образцов. [4]

Цемент оценивают по коэффициенту стойкости, который представляет собой отношение прочности образцов, хранившихся в агрессивном растворе, к прочности образцов-близнецов, которые хранились в водопроводной воде в течение шести месяцев. Если бетон находится в воде или сильнофильтрующем грунте, коэффициент стойкости должен быть > 0,9. Если бетон окружен слабофильтрующим грунтом, коэффициент стойкости должен быть > 0,8.

При определении агрессивности воды-среды учитывается не только наличие в ней тех или иных примесей, но и скорость фильтрации, толщина конструкции и другие условия эксплуатации (попере-

менное высыхание и увлажнение, циклическое замораживание и др.). К числу мероприятий по защите от коррозии кроме выбора цемента соответствующего минералогического состава относятся получение и применение плотных бетонов, нанесение защитных покрытий.

В связи с широким распространением сульфатной агрессии в условиях эксплуатации конструкций и сооружений, а также недостаточной изученности

вопроса о коррозиестойкости тонкомолотых цементов были поставлены опыты по исследованию сульфатостойкости цементов различного минералогического состава и дисперсности с активными гидравлическими добавками и без них.

Определение сульфатостойкости производилось в образцах размером 3,16\*3,16\*3,16 см из растворов пластичной консистенции состава 1:3 (табл. 1).

Таблица 1

**Результаты испытания сульфатостойкости быстротвердеющих цементов различной дисперсности [3]**

Состав клинкера	Удельная поверхность в см <sup>2</sup> /г	Предел прочности при сжатии в кг/см <sup>2</sup>												Коэффициент сульфатостойкости						
		Водное хранение									В 5%-ном растворе NaSO <sub>4</sub> через			В 1%-ном растворе MgSO <sub>4</sub> через			В 5%-ном растворе NaSO <sub>4</sub> через		В 1%-ном растворе MgSO <sub>4</sub> через	
		Сутки			Месяцы			Месяцы			Месяцы			Месяцы		Месяцы				
		1	3	7	28	3	6	12	3	6	12	3	6	12	3	6	12	3	6	12
C <sub>3</sub> S 62%, C <sub>3</sub> A 13%	3020	30	56	148	184	232	304	344	160	196	P*	240	296	220	0,73	0,65	P*	1,04	0,97	0,64
	4040	112	196	280	440	504	608	652	496	312	P	528	436	364	0,99	0,51	P	1,05	0,72	0,56
	4860	180	248	392	416	576	624	520	384	184	P	528	536	468	0,67	0,3	P	0,92	0,86	0,96
	6080	232	360	480	472	568	664	460	552	304	P	592	584	424	0,97	0,46	P	1,04	0,88	0,92
	7020	268	352	344	496	464	416	480	344	P	P	336	280	264	0,74	P	P	0,73	0,67	0,55
C <sub>3</sub> S 65%, C <sub>3</sub> A 10%	3130	30	148	208	300	344	368	512	360	328	232	380	464	260	1,05	0,89	0,45	1,11	1,26	0,51
	5320	192	240	360	408	552	624	500	464	384	340	424	500	392	0,84	0,62	0,68	0,77	0,8	0,78
	6500	244	416	480	568	504	496	488	456	492	328	464	516	340	0,91	0,99	0,67	0,99	1,04	0,7

\* Образцы разрушились

Рассмотрение результатов исследований показывает, что минералогический состав клинкера влияет на сульфатостойкость цементов гораздо более значительно, чем тонкость их помола. Существенное снижение сульфатостойкости для цементов одинакового минералогического состава наблюдается только при измельчении их до удельной поверхности порядка 4000 – 5000 см<sup>2</sup>/г, характерной для цементов марок 700, 800 и БТЦ, их сульфатостойкость существенно не отличается от сульфатостойкости обычных цементов, а иногда выше. Объясняется это тем, что при оптимальной тонкости помола такие цементы образуют более плотный цементный камень.

Активные минеральные добавки смягчают отрицательное действие на сульфатостойкость цементов как повышенного содержания C<sub>3</sub>A, так и

«перемола». С этой точки зрения введение в состав высокопрочных и быстротвердеющих цементов активных минеральных добавок в количестве до 10% полностью оправдано.

**Список литературы**

1. Кравченко И. В., Власова М. Т., Юдович Б. Э. Высокопрочные и быстротвердеющие портландцементы. Издательство литературы по строительству, Москва - 1971.
2. Кинд, В.В. Коррозия цементов и бетона в гидротехнических сооружениях – М. -Л.: Госэнергоиздат, 1935. – 320 с.
3. Сегалова Е. Е., Ребиндер П. А. «Строительные материалы», 1960, №1
4. Кузнецова Т.В. Сычев М.М. и др «Специальные цементы» Санкт-Петербург Стройиздат СПб 1997.

УДК 691.542

**Радыгин Роман Викторович**

Студент

ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

**«ОБЗОР И РАССМОТРЕНИЕ МИНЕРАЛОГИЧЕСКИХ СОСТАВОВ НЕКОТОРЫХ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЦЕМЕНТОВ»**

**Radygin Roman V.**

«Perm National Research Polytechnic University»

**«REVIEW AND CONSIDERATION OF THE MINERALOGICAL COMPOSITIONS OF SOME SPECIAL CEMENTS»**

**Аннотация:**

В статье рассмотрены вопросы минералогического состава быстротвердеющих и особобыстротвердеющих портландцементов. Проведен анализ литературных источников, описаны основные способы получения специальных цементов и их основные характеристики.

**Abstract:**

The article considers the mineralogical composition of quick-hardening and especially quick-hardening Portland cement. The analysis of literary sources is carried out, the main methods for producing special cements and their main characteristics are described.

**Ключевые слова:** быстротвердеющий портландцемент, особобыстротвердеющий портландцемент, минералогический состав.

**Keywords:** quick-hardening Portland cement, especially quick-hardening Portland cement, mineralogical composition.

Общестроительный портландцемент минералогического состава клинкера:  $C_3S$  — 45—65%,  $C_2S$  — 25- 30%,  $C_3A$  — 5—13% и  $C_4AF$  — 12—18 %, выпускаемый преимущественно, не всегда удовлетворяет требованиям, которые предъявляются к нему при производстве и применение бетонных и железобетонных изделий и конструкций в некоторых областях строительства.

Например, в гидротехническом строительстве предпочтительны цементы с пониженным тепловыделением и более стойко выдерживающие воздействие попеременного замораживания и оттаивания в минерализованных водах.

Портландцемент, используемый при устройстве бетонных покрытий автомобильных дорог, должен характеризоваться не только высокой прочностью и морозостойкостью, но и трещиностойкостью, а также пониженными показателями усадки и набухания при частых изменениях температуры и влажности бетона и т.п.

Сокращение времени простоя оборудования и рабочих на стройке, во время набора прочности бетоном. Снижение потерь величины предварительного натяжения арматуры при тепловлажностной обработке. Ускорение оборачиваемости форм на производстве железобетонных конструкций. Все эти проблемы решаются благодаря быстротвердеющему и особо быстротвердеющему портландцементу.

Вещественный, химический и минералогический состав БТЦ и ОБТЦ

Особо быстротвердеющий портландцемент и быстротвердеющий портландцемент получают совместным тонким измельчением портландцементного клинкера и гипса. При помоле ОБТЦ и БТЦ допускается введение не более 10% активных минеральных добавок осадочного происхождения и не более 15% доменных и электротермофосфорных гранулированных шлаков, глиежей.

Таблица 1

**Вещественный состав разных видов цемента по ГОСТ 10178-85**

Обозначение вида цемента	Активные минеральные добавки, % по массе			
	всего	в том числе		
		Доменные гранулированные и электротермофосфорные шлаки	осадочного происхождения, кроме глиежа	прочие активные, включая глиеж
ПЦ-Д0	Не допускаются			
ПЦ-Д5	До 5 включ.	До 5 включ	До 5 включ.	До 5 включ.
ПЦ-Д20, ПЦ-Д20-Б	Св.5 до 20 "	" 20 "	" 10 "	" 20 "
ШПЦ, ШПЦ-Б	" 20 " 80 "	Св.20 до 80 "	" 10 "	" 10 "

Допускается замена части минеральных добавок во всех видах цемента добавками, ускоряющими твердение или повышающими прочность цемента и не ухудшающими его строительно-технические свойства (кренты, сульфоалюминатные и сульфоферритные продукты, обожженные алуниты

и каолины). Суммарная массовая доля этих добавок не должна быть более 5 % массы цемента.

Минералогический состав БТЦ в основном такой же, как и у общестроительного портландцемента. Химико-минералогический состав приведен в таблице 2 по ГОСТ 31108-2003

Химико-минералогический состав БТЦ ГОСТ 31108-2003.

Хим-мин. состав	Состав, %
$C_3S$	60...65
$C_3A$	$\leq 8$
$C_3A + C_3AF$	$\leq 22$
$CaO_{свобод}$	$\leq 0,5$
$MgO$	$\leq 5$
$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	1.5-3.5(в пересчете на $SO_3$ )

Для ОБТЦ используют специальные сульфоалюминатные цементы, минералогический состав представлен в таблице 3.

Таблица 3 [1]

Химико-минералогический состав ОБТЦ.

Хим-мин. состав	Специальный (Сульфоалюминатный) цемент, %
$C_3A_3CS$	52-56
$C_2S$	15-20
$C_3AF$	8-10
$CA$	3-6
$C_{12}A_7$	8-10

В соответствии с ГОСТ 10178-85 допускается введение в цемент при его помоле специальных пластифицирующих или гидрофобизирующих поверхностноактивных добавок в количестве не более 0,3 % массы цемента в пересчете на сухое вещество добавки.

Пластифицированный или гидрофобный цемент следует поставлять по согласованию изготовителя с потребителем.

Для получения ОБТЦ и БТЦ применяют максимально возможно однородные по химическому составу сырьевые материалы с пониженным содержанием вредных примесей  $MgO$ ,  $SO_3$  и  $R_2O$ .

Присущая ОБТЦ и БТЦ повышенная прочность в первые сроки твердения в значительной мере обусловлена минералогическим, вещественным составом клинкера, тонкостью помола цемента.

Цемент высокопрочный – цементы, имеющие марочную прочность  $600 \text{ кг/см}^2$  (60 МПа) и выше, БТЦ и ОБТЦ могут быть высокопрочными. [2]

Минералогический состав клинкера должен быть запроектирован таким образом, чтобы обеспечить получение нужной кривой нарастания прочности цементного камня при наиболее экономичной работе обжиговых агрегатов и помольного оборудования.

С.И. Килессо приводит данные Бейтса и Юнга изучавших кинетику твердения отдельных минералов клинкера, а также их смесей и получивших данные, характеризующие  $C_3S$  и  $C_3A$  как наиболее быстро твердеющие минералы. [3]

Классические работы по исследованию значения отдельных минералов портландцементного клинкера и их смесей для прочности затвердевшего цемента проведены С. Д. Огороковым и Ю. М. Буттом. Ими установлено, что наибольшую абсолютную прочность для всех сроков твердения в чистом виде имеет  $C_3S$ , а по интенсивности набирания

прочности -  $C_3A$ . Наиболее медленно твердеющим минералом является белит  $C_2S$ . [4]

Придавая большое значение влиянию трёхкальциевого силиката, многие исследователи – В.А. Кинд, В.Н. Юнг, П.П. Будников и М.И. Стрелков и др. предлагали получать высокопрочные цементы за счет максимального повышения содержания алита в составе исходного клинкера. [5]

Так, например, П. П. Будников и М. И. Стрелков стремились получить быстротвердеющие высокопрочные цементы с содержанием алита до 95% методом двойного обжига сырьевой смеси. Полученный ими цемент действительно отличался быстрым ростом прочности. [5]

Другие – Н. И. Левин и Р. И. Лиюгонья, А. Е. Шейкин считали, что для ускорения процессов твердения необходимо также повышать содержание в клинкере трехкальциевого алюмината. [5]

С. М. Рояк и К. В. Никулин подчеркивают, что прочность цемента как в первые, так и в более поздние сроки твердения зависит от суммарного содержания в клинкере трёхкальциевых алюмината и силиката. Для обеспечения прочности быстротвердеющего цемента сумма  $C_3S + C_3A$  должна составлять около 60%. При дальнейшем увеличении суммы  $C_3S + C_3A$  прочность цемента понижается. [5]

С. Солаколу (Румыния) ещё в 1932 г. опубликовал диаграмму механической прочности вяжущих в зависимости от их химического состава, из которой следует, что при переходе к составам с повышенным содержанием алита и отношением  $C_3S/C_2S$  выше 3 содержание  $C_3A$  в портландцементе может быть снижено без ущерба для прочности; в то же время с примерным отношением  $C_3S/C_2S=2-3$  увеличение содержания  $C_3A$  позволяет в определённых пределах повысить прочность. [5]

Как и многие другие исследователи, И. В. Кравченко, М.Т. Власова, Б.Э. Юдович, установили,

что прочность цемента растёт при увеличении содержания алита в клинкере. На рис. 1 приведены полученные данные о прочности цемента лабораторного помола производственных клинкеров различного минералогического состава. Все цементы измельчались до удельной поверхности около 3700 см<sup>2</sup>/г и содержали оптимальное количество гипса. Сумма минералов-силикатов в исследованных клинкерах находилась в пределах 75-81% при содержании С<sub>3</sub>А 4-6% [5]

Анализ кривых, приведенных на рис. 1 позволяет выделить две области заметного роста актив-

ности цемента и две области почти горизонтальные, первые – при содержании алита 10-25 и 50-60%, вторые – при 35-50 и 65-74%. [5]

В отличие от алита, влияние трёхкальциевого алюмината на прочность цемента обнаруживается главным образом в первые сроки твердения, что объясняется как быстротой гидратации этого минерала, так и составом и характером срастания продуктов его гидратации с субмикрочастицами гидросиликатов кальция. Повышенное содержание С<sub>3</sub>А в алюмоферритной фазе клинкера особенно полезно для быстротвердеющих цементов, характеризующихся интенсивным ростом прочности в первые сроки твердения.

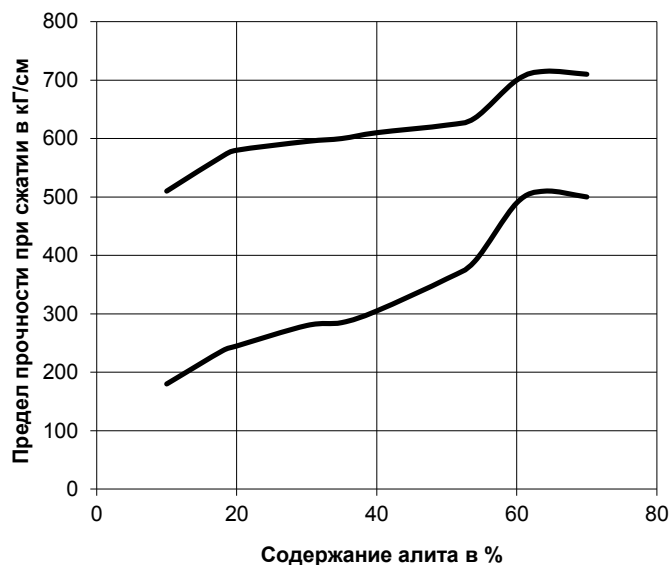


Рис. 1. Зависимость прочности цемента от содержания алита  
1 – прочность через 1 сутки; 2 – то же, через 28 суток [5]

Целесообразность ограничения С<sub>3</sub>А в клинкере обусловлена относительно пониженной стойкостью продуктов его гидратации при физической и химической агрессии. [5]

В ряде работ была показана возможность получения высокопрочных цементов на основе клинкера, содержащего весьма высокое (до 25%) количество алюмоферритов кальция и небольшое количество С<sub>3</sub>А. При повышенном содержании алита и высокой тонкости помола эти цементы могут показывать высокую прочность не только в поздние, но и в ранние сроки твердения.

При проектировании оптимального минералогического состава клинкера необходимо учитывать вариабельность минералогических составов, а также возможности помольных установок, которыми располагает данное предприятие, и степень

достижимой в них при экономичном режиме работы тонкости помола цемента.

#### Список литературы

1. Кузнецова Т.В. Сычев М.М. и др. «Специальные цементы» Санкт-Петербург Стройиздат СПб 1997. с.88.
2. Терминологический словарь по бетону и железобетону. ФГУП «НИЦ «Строительство» НИИЖБ и м. А. А. Гвоздева, Москва, 2007 г. с.110.
3. Килессо С.И. Декоративный бетон в архитектуре. М.: Изд-во академии архитектуры СССР, 1941. с.79.
4. Бутт, Ю.М., Окорочков, С.Д., Сычев, М.М. и др. М.: Высшая школа 1965. с.246.
5. Кравченко И. В., Власова М. Т., Юдович Б. Э. Высокопрочные и быстротвердеющие портландцементы. Издательство литературы по строительству, Москва - 1971.

УДК: 004.415.25

*Родкина Э. А.,  
Завражнова М. В.,  
Шошина А. В.*

*Национальный исследовательский ядерный университет “МИФИ”*

[DOI: 10.24411/2520-6990-2019-10597](https://doi.org/10.24411/2520-6990-2019-10597)

## РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ-ЗАДАНИЯ “ПОСТРОЕНИЕ ГРАФА ПО МАТРИЦЕ СМЕЖНОСТИ” ДЛЯ ЛАБОРАТОРНОГО КОМПЛЕКСА GRAPHLABS

*Rodkina E. A.,  
Zavrajnova M. V.,  
Shoshina A. V.*

*National research nuclear university “MEPhI”*

## DEVELOPMENT OF MODULE “CREATION OF GRAPH BY ADJACENCY MATRIX” FOR LABORATORY COMPLEX GRAPHLABS

### *Аннотация*

*В статье описаны результаты реализации модуля-задания для проверки знаний по университетскому курсу “Теория графов”, рассмотрена модификация алгоритма визуализации графа на основе окружности и алгоритма автоматизированной проверки.*

### *Abstract*

*The article describes the results of realization of module for testing knowledges in theory of graphs, shows modification of graph visualization and automatic checking algorithms.*

**Ключевые слова:** лабораторный комплекс, модуль, граф, матрица смежности, алгоритм визуализации, алгоритм автоматизированной проверки.

**Key words:** laboratory complex, module, graph, adjacency matrix, graph visualization algorithm, automatic checking algorithm.

### **Введение**

Графы впервые встречаются в письмах Леонардо Эйлера, где он предлагает решение задачи о семи кенигсбергских мостах [5, с.13]. Сам термин был введен Джеймсом Джозефом Сильвестром в 1878 году [5, с.13]. Сейчас теория графов – наука, широко применяющаяся в программировании, что подчеркивает ее актуальность в нынешнем веке IT-технологий.

Практическое применение графов достаточно обширно. На основе данного математического объекта могут быть реализованы алгоритмы поиска решений, разрешения зависимостей. В частности, матрица смежности (простейшая модель связанной системы, учитывающая не только связь между элементами системы, но и направление связи) используется в мобильных приложениях для построения маршрутов.

Основная цель данной работы – разработка модуля построения графа по матрице смежности для проверки знаний студентов по курсу “Теория графов”. Непосредственно к задачам относятся:

- Анализ структуры и средств комплекса GraphLabs.

- Выбор и модификация алгоритмов отрисовки и автоматизированной проверки;
- Реализация и тестирование модуля.

### **Структура лабораторного комплекса GraphLabs**

Лабораторный комплекс GraphLabs представляет собой сайт, пользовательский интерфейс которого включает форму для входа на сайт (после ее заполнения происходит переход в личный кабинет студента с доступными к выполнению лабораторными работами). Сами лабораторные – это модули, реализованные на языке JavaScript. Интерфейс каждого модуля включает в себя панель инструментов, рабочую область, задание и панель с полученной оценкой.

Лабораторный комплекс включает следующие библиотеки: Core.Graphs – модуль, реализующий логику работы с графами, Core.GraphVisualizer – модуль, реализующий расчет координат при визуализации, Core.Template – шаблон для создания модулей, Core.Lib – библиотека визуальных компонентов.

На рисунке 1 можно видеть небольшую схему, где изображена взаимосвязь компонентов лабораторного комплекса.

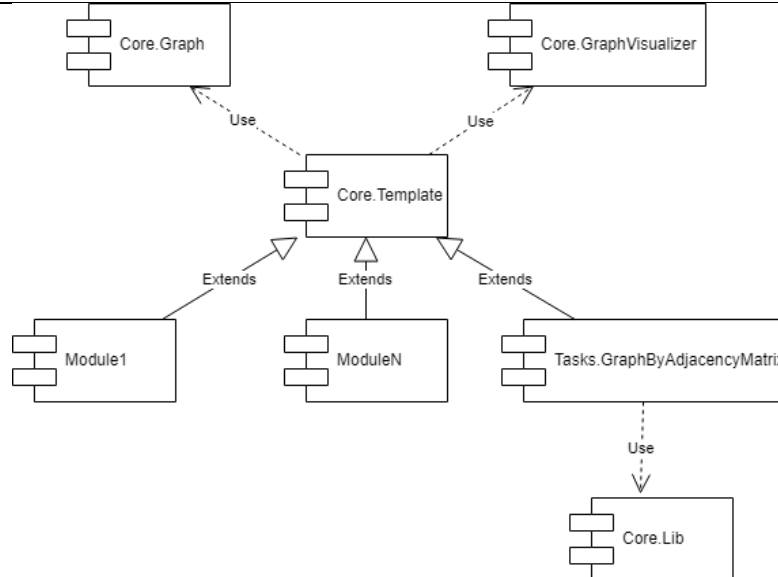


Рис. 1 – Взаимосвязь компонентов Graphlabs

Все модули на схеме наследуются от шаблона, а шаблон использует библиотеки Core.GraphVisualizer и Core.Graph. Разрабатываемый модуль (Tasks.GraphByAdjacencyMatrix) также использует Core.Lib для отображения матрицы в качестве задания для студента.

#### Описание алгоритма визуализации графа

Для визуализации графа в лабораторном комплексе используется алгоритм отрисовки вершин по кругу [1, с.119], поскольку он несколько проще в реализации, чем иные наиболее распространенные ([1, с.119], [1, с.120], [2]): в его основе лежат

всеми известные математические формулы для правильного многоугольника, не требуются предварительные действия.

Алгоритм (рис.2) принимает на вход количество вершин, которые необходимо отрисовать.

1. Если вершин нет, то мы не выполняем операций.

2. Если вершина 1, то вычисляем координаты центра экрана по формулам:

$$x_c = \frac{width}{2} \quad (1),$$

$$y_c = \frac{height}{2} \quad (2),$$

где width и height – ширина и высота экрана.

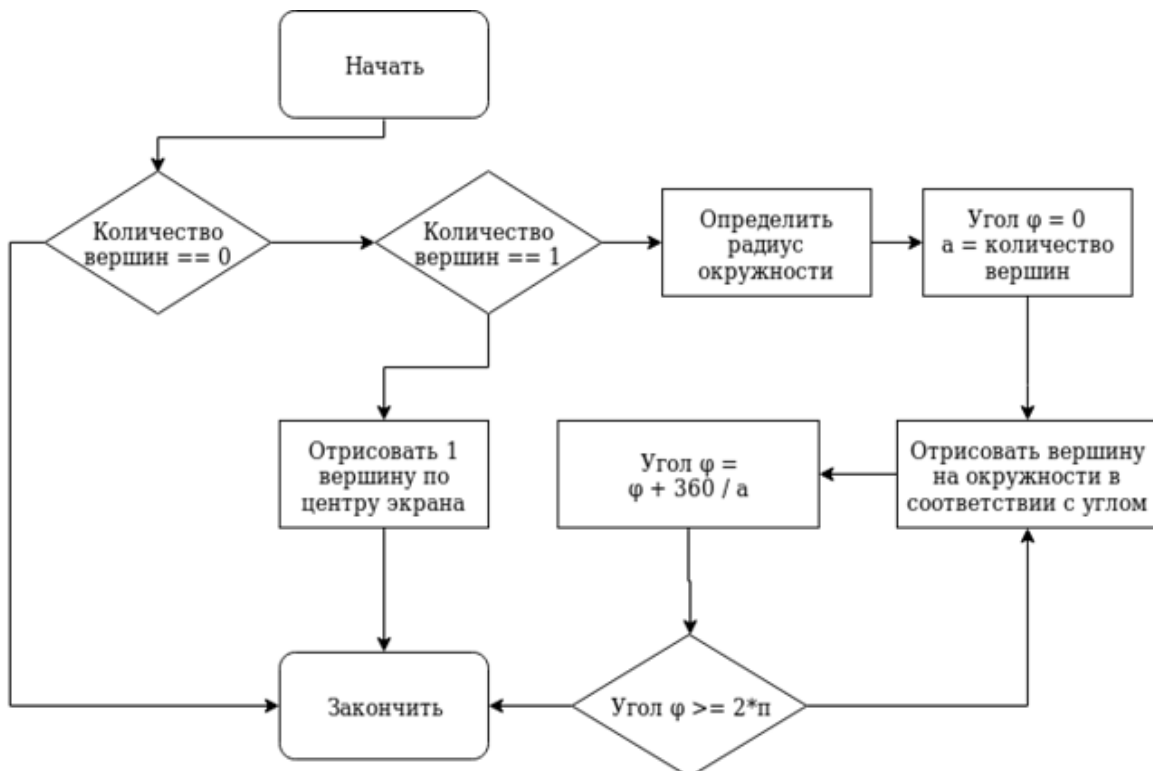


Рис. 2 – Алгоритм работы кругового визуализатора

3. Если вершин строго больше одной, то определяется угол между вершинами в отрисованной модели по формуле:

$$\varphi = \frac{2\pi}{N} \quad (3),$$

где N – количество вершин.

Радиусы вершин и окружности, на которой будут располагаться вершины, определяются по формулам:

$$r = \frac{\pi \cdot \min(\text{width}, \text{height})}{4N} \quad (4),$$

$$R = \frac{(\min(\text{width}, \text{height}) - r \cdot 2)}{2} \quad (5).$$

Дальше для каждой вершины из графа в массив модельных координат добавляется координата

в зависимости от предыдущей координаты вершины и смещения по окружности на угол между вершинами. Начальное значение координаты определяется при значении угла  $\varphi = 0$ .

### Описание алгоритма автоматизированной проверки

Были проанализированы несколько алгоритмов автоматизированной проверки ([3], [4], [6]), после чего в качестве основы выбран алгоритм из модуля “Построение матрицы смежности на основе графа” [6], поскольку он максимально адаптирован к лабораторному комплексу GraphLabs.

Алгоритм (рис.3) состоит из следующих шагов:

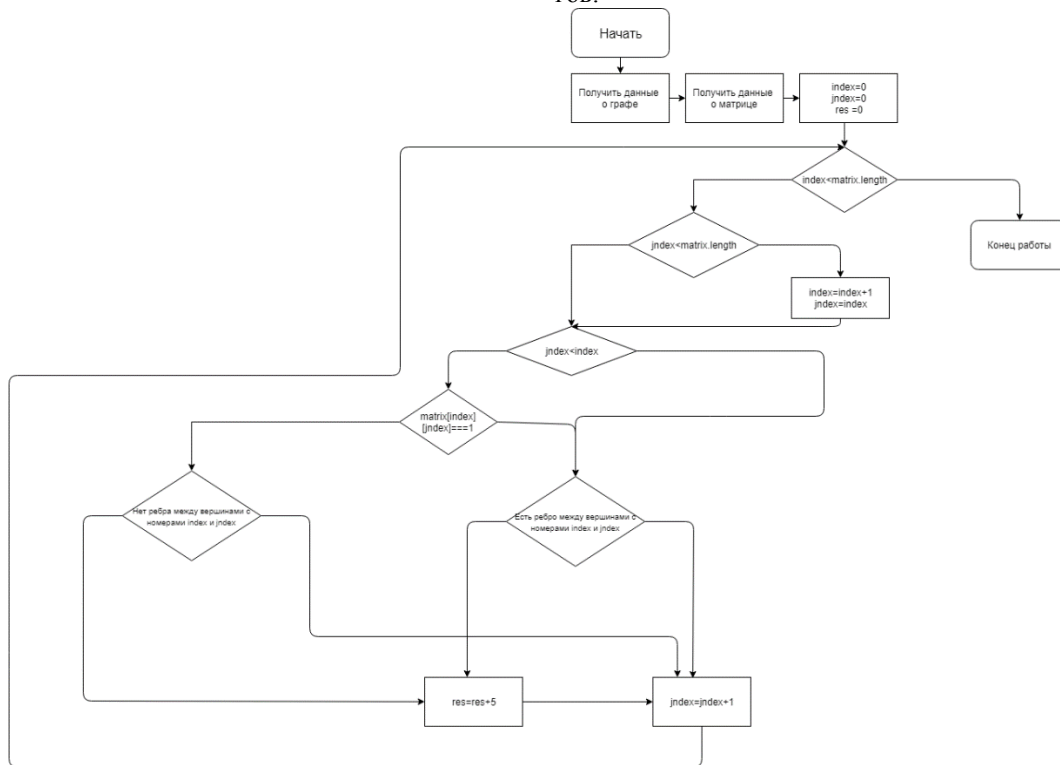


Рис.3 – Алгоритм проверки модуля

### “Построение графа по матрице смежности”

1. получаем данные о графе и матрице из модели в Redux Storage;
2. начинаем с элемента матрицы, который находится на первой строке и в первом столбце, штраф равен нулю; index=0; jindex=0;
3. если index больше или равен размеру матрицы, то завершаем работу;
4. если jindex больше или равен размеру матрицы, то jindex=index, index=index+1, переходим к шагу 5;
5. если index < jindex, то переходим к шагу 6. Если нет – переходим к шагу 10;
6. если элемент в ячейке матрицы на пересечении строки index и столбца jindex равен единице, то переходим к шагу 7 и jindex=jindex+1. Если равен нулю – переходим к шагу 11;

7. если нет ребра между вершинами с номерами index и jindex, то переходим к шагу 8. Если есть – шаг 9;
8. увеличиваем штраф на 5 и переходим к шагу 9;
9. jindex=jindex+1 и переходим к шагу 3;
10. если index=jindex, то переходим к шагу 11. Если нет – шаг 9;
11. если есть ребро между вершинами с номерами index и jindex, то переходим к шагу 8. Если нет – шаг 9;
12. завершаем работу.

### Результаты реализации и тестирования модуля

На рисунке 4 можно увидеть итоговую структуру модуля “Построение графа по матрице смежности”. Основной класс, который содержит модуль, носит название App.

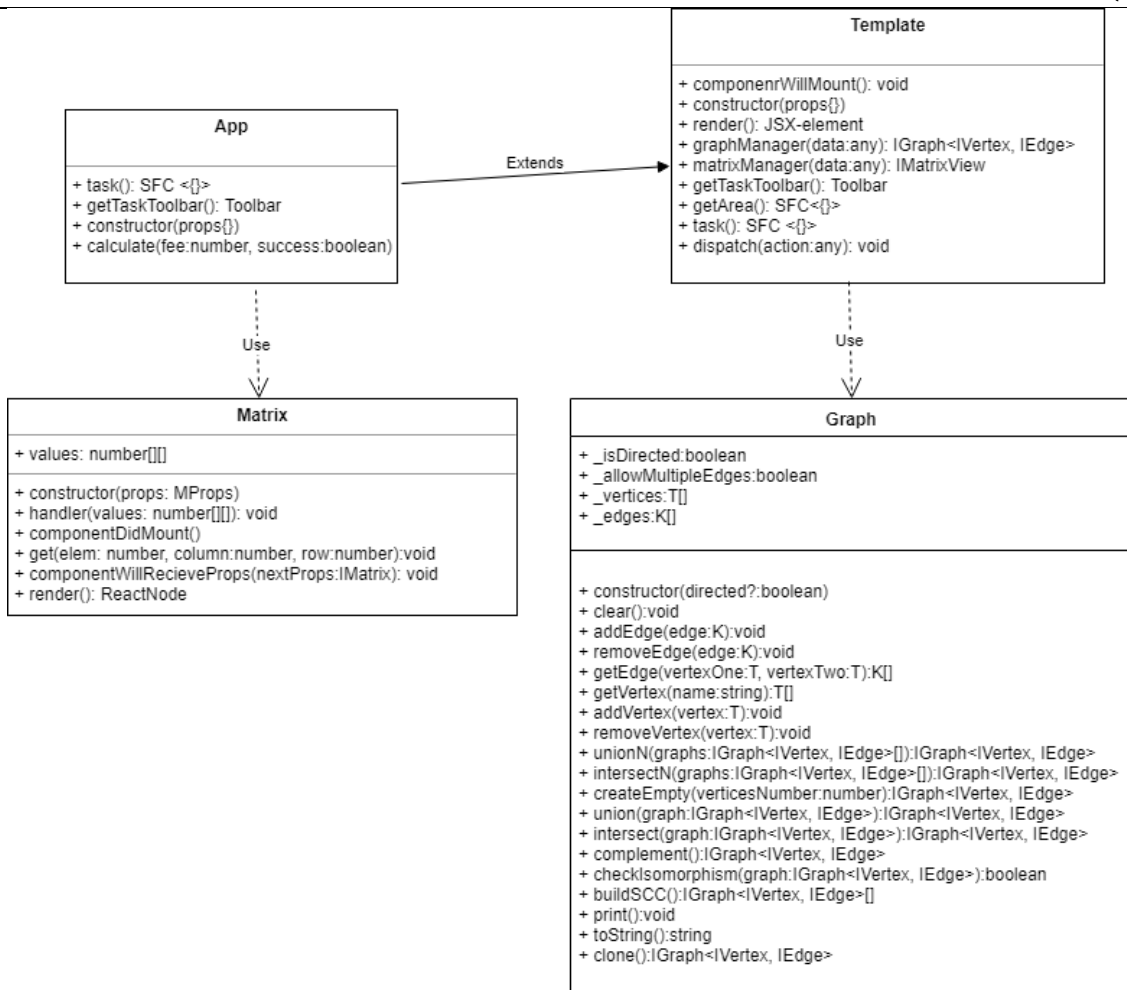


Рис.4 – UML-диаграмма, характеризующая модуль

В ходе реализации модуля были выполнены следующие шаги:

1. Модифицирована панель инструментов (рис.5), а именно: добавлены кнопки “Add vertex”,

“Choose first vertex”, “Choose second vertex”, “Add edge”, “Remove vertex”, “Remove vertex”;

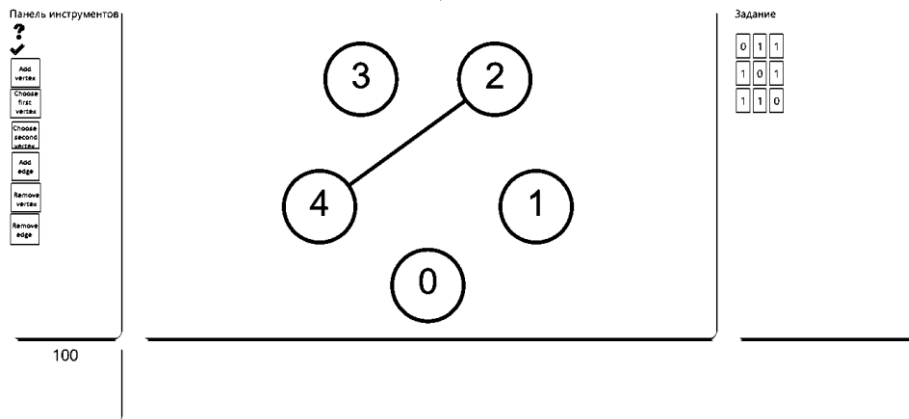


Рис.5 – Интерфейс модуля с модифицированной моделью инструментов

2. Разработана новая модель для задания – матрица смежности (рис.6);

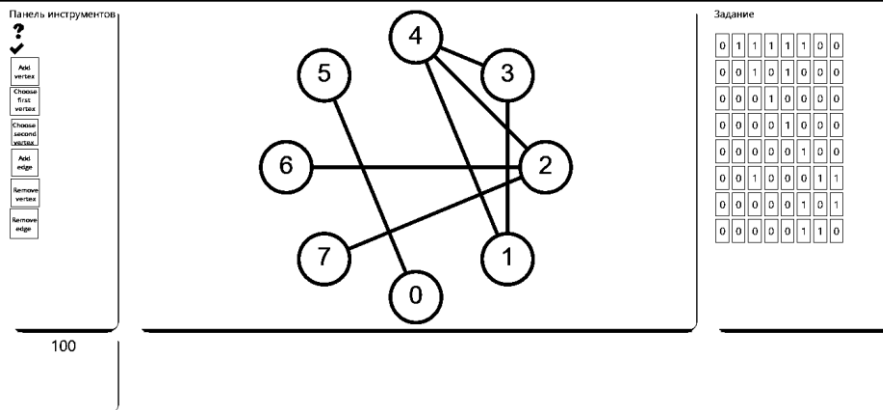


Рис.6 – Интерфейс модуля с заданием-матрицей

3. Разработан алгоритм автоматизированной проверки (рис.7);

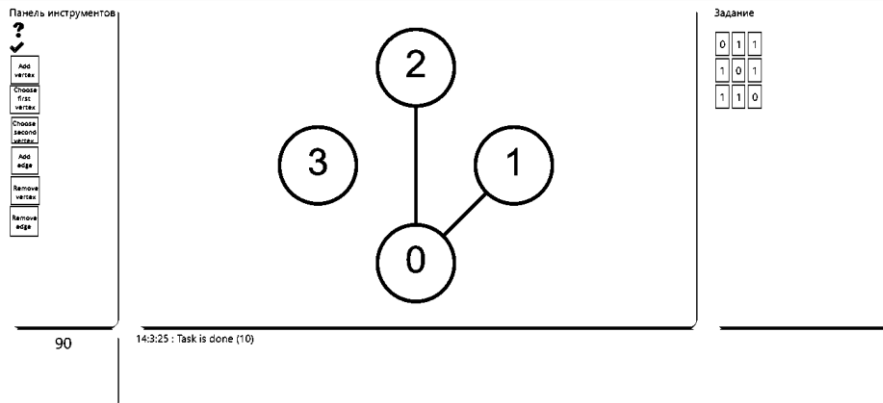


Рис.7 – Интерфейс модуля, где рассчитана оценка за выполнение задания

4. Добавлена возможность выделения вершин цветом (рис.8).

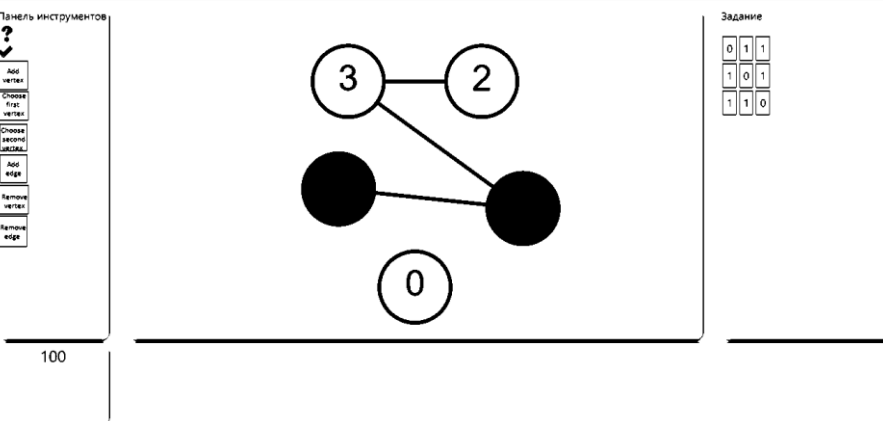


Рис.8 – Интерфейс модуля с выделенными вершинами

Также была составлена схема тестирования модуля, результаты которой можно увидеть в таблице 1.

Номер кейса	Результат прохождения
Проверка отображения матрицы	Пройден
Проверка наличия и внешнего соответствия кнопок	Пройден
Проверка отображения компонентов на экране	Пройден
Проверка отображения графа с разным количеством вершин	Пройден
Проверка отображения ребра	Пройден
Проверка отсутствия ребра при нажатии на вершины, которые оно будет соединять	Пройден
Проверка отсутствия ребра при нажатии на кнопку “Добавить ребро”	Пройден
Проверка возможности перетаскивать вершины	Пройден
Проверка возможности растягивать ребра при перемещении вершин	Пройден
Проверка внешнего отображения вершин	Пройден
Проверка внешнего отображения ребер	Пройден
Проверка корректности вычисления результата	Пройден
Проверка отсутствия ребра при последовательном нажатии на ребро и на кнопку “Удалить ребро”	Пройден
Проверка отсутствия изменений на графе при нажатии на кнопку “Удалить ребро”	Пройден
Проверка смены цвета вершины на красный при однократном нажатии на нее	Пройден
Проверка возвращения к оригинальному вершины при двукратном нажатии на нее	Пройден

Таким образом, функционал модуля работает корректно, все основные задачи работы выполнены.

#### Заключение

Как уже было упомянуто выше, основная цель работы – создание модуля создания графа по матрице смежности. Для ее достижения на данный момент были решены следующие задачи: изучена структура лабораторного комплекса GraphLabs, выбраны и модифицированы алгоритм визуализации графов и автоматизированной проверки.

Основной областью применения реализуемого модуля является образование, так как весь лабораторный комплекс направлен на закрепление практических навыков по теории графов у студентов, в частности на обучение построению графа по матрице смежности.

В качестве практической значимости можно упомянуть изучение структуры графа, которая встречается во многих повседневных ситуациях (метро, генеалогическое древо и т.п.), а также изучению задач, где используется матрица смежности (например, определение расстояний между вершинами – построение маршрутов, минимизация ДНФ – представление данных для обработки алгоритмами).

#### Список литературы

1. Демешко М. В., Демин А. Ю. Программная реализация алгоритмов визуализации графов // Технологии Microsoft в теории и практике программирования: тезисы докл. Всерос. конф. (Томск, 22-23 марта 2016 г.). – Томск, 2016. – С. 119-122.
2. Пупырев С. Н. Модели, алгоритмы и программный комплекс визуализации сложных сетей: Автореф. дис. канд. физ.-мат. наук. – Екатеринбург, 2009. – 21 с.
3. Реализация графов и деревьев на Python. [Электронный ресурс] – URL: <https://habr.com/ru/post/112421/> (дата обращения: 24.06.2019).
4. Топ-15 алгоритмических задач, реализованных на C++. [Электронный ресурс] – URL: <https://proglib.io/p/algorithm-tasks/> (дата обращения: 24.06.2019).
5. Харари Ф. Теория графов. – М.: Мир, 1973. – 300 с.
6. Tasks.AdjacencyMatrixByGraph. Task module for GraphLabs. [Электронный ресурс] – URL: <https://github.com/GraphLabsSuite/Tasks.AdjacencyMatrixByGraph/blob/master/src/App.tsx> (дата обращения: 24.06.2019).

## ХУДОЖЕСТВЕННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБУВИ МЕТОДОМ КОНСТРУКТИВНОЙ АНАЛОГИИ.

Serikova A. N., Alibekova M.I.

## ART DESIGNING OF SHOES BY METHOD OF CONSTRUCTIVE ANALOGY

**Аннотация:**

В статье рассматриваются возможности художественного проектирования женской обуви методом конструктивной аналогии. В качестве аналога выступают архитектурные сооружения. Их конструктивные особенности служат идейной основой для формообразования обуви.

**Abstract:**

The article deals with the possibilities of artistic designing of women's shoes using the method of constructive analogy. As an analogue architectural structures are used. The architectural design is used as the basis for the shaping of shoes.

**Ключевые слова:** архитектоника, художественное проектирование, аналогия, ассоциативный образ, метод конструктивной аналогии.

**Key words:** architectonics, artistic designing, analogy, associative image, method of constructive analogy.

В современном мире растут потребности даже у самого рядового потребителя, требующего всё большего разнообразия предметно-пространственных форм. Сегодня покупатель в своём выборе отдаёт предпочтение ярким, запоминающимся, эмоционально-выразительным моделям обуви, поэтому поиск новых методов художественного проектирования обуви, расширяющих творческие возможности проектировщиков, сохраняет свою актуальность. При создании новой модели обуви важную роль играет выбор идеи, от которой зависит формотворчество. Источником идеи могут быть различные предметы или явления, по аналогии с которыми проектируются новые формы. **Аналогия** (от греч. analogia — соответствие) — сходство между предметами, явлениями и т.д. [14].

Сегодня аналогия используется не только в теории познания, логике, педагогике, кибернетике, но и как эвристический метод формотворчества и поиска новых идей в дизайне. Изучению метода аналогии в архитектуре посвящено научное исследование Н.В. Курбатовой [7]. Наиболее востребован метод аналогии при реставрации памятников архитектуры [10]. Метод аналогии эффективно используется в моделировании при решении нестандартных творческих задач. Однако следует отметить, что в творчестве проектировщика и дизайнера аналог не является точной копией, изделие может быть аналогично по какому-то определённом признаку: форме, композиции, колориту, материалу и т.д. Важную роль в выборе аналогии играют **ассоциации** — связи, которые могут возникать при некоторых условиях между двумя и более объектами.

Любую предметную форму мы воспринимаем через ассоциации. Незнакомый предмет, как правило, рассматривается с точки зрения его схожести на уже известные нам предметы [10].

Развитие образно-ассоциативного мышления проектировщика даёт возможность черпать из окружающей среды продуктивные ассоциации. В своей деятельности человек осознанно или интуитивно обращается за помощью к природе. Использование аналогии природных систем в архитектурном проектировании отражено в работе Е.В. Денисенко [5], а основные характеристики архитектурной бионики выделены Ю.С. Лебедевым [8]. По мнению Лебедева, в мире нет барьеров между живой и неживой природой, законы объединяют мир в единое целое, порождают объективную возможность использования в искусственно создаваемых системах закономерностей и принципов построения живой природы и её форм. [1]. Бионика внедряет в проектирование конструктивные аналогии, закономерности формообразования, принципы работы и законы развития живых структур. В качестве ассоциативного образа в художественном проектировании и моделировании обуви могут использоваться предметы как живой, так и неживой природы, такие как паутина, спираль, растения, животные и др. Например, спираль в природе является сдерживающим началом, направленным на экономию энергии и материала. Этот формообразующий принцип отразил Д. Хейкс в своей модели туфель в виде спирали (рис. 1). Часто ассоциативным образом в формообразовании служит паутина, например, при создании модели обуви «Паутинка» d'Orsay от Christian Louboutin (рис. 2).



Рис. 1. Туфли в виде спирали  
Д. Хейкса.



Рис. 2. Обувь «Паутинка» d'Orsay от  
Christian Louboutin

Большой выбор ассоциаций дают нам растения. Из цветов в формообразовании чаще всего используются образы лилии, розы, лотоса и др. Интересно в этом плане коллекция обуви из дерева в

виде цветов Дениз Нильсен и Джоржа Уортингтона (рис.3). Пока она существует только в виде арт-объекта как произведение искусства [4].



Рис. 3. Коллекция обуви из дерева в виде цветов.

Выбор ассоциативного образа зависит от многих факторов. Например, чтобы показать динамику современной жизни, в качестве ассоциативного образа выбирают автомобили (рис.4, 5). Этот выбор демонстрирует явление, насколько автомобильный мир стал нашей повседневностью.

Интересно, что самыми первыми туфлями, смоделированными по аналогии с гоночной машиной, была модель из кожи и пластика дизайнера Катарины Денцингер, созданная ещё в 1965 году (рис.4).



Рис. 4. Модель обуви Катарины Денцингер. Рис. 5. Обувь от Кэти Перри



Модель обуви (рис. 6) была создана по аналогии с автомобилем BMW i8 [2]. Элегантные детали корпуса машины подсказали создателям коллекции обуви идею туфель на высоком каблуке, а вырезы в носочной части, напоминающие фары добавили

большого сходства с автомобилем. Голубая полоса на белом автомобиле привлекает взгляды. В дизайнерской версии обуви акцент тоже сделан на голубую полосу [2].



Рис. 6. Модель туфель в стилистике BMW i8

Израильский дизайнер обуви Коби Леви [6] к выбору ассоциативного образа подошёл с юмором

и создал необычные женские туфли в образе собачек (рис 7, а, б). Ему же принадлежат модели обуви в виде образа птиц (рис.7, в)

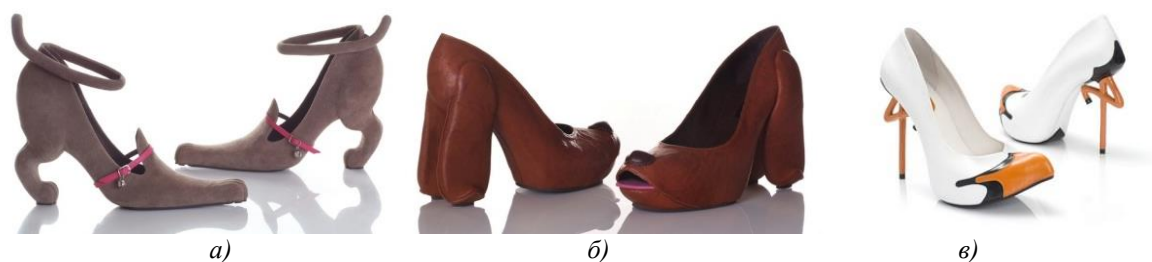


Рис. 7. Женские туфли от Коби Леви в виде: а), б) – собачки, в) – птиц

Архитектурные строения, используемые в качестве ассоциативного образа, имеют большие возможности для передачи архитектурных характеристик проектируемой обуви. В качестве доказательства приведём функциональные аналогии между архитектурой и костюмом: и архитектура, и костюм функционально определены человеком. Архитектурное сооружение защищает человека от внешнего мира также как и одежда. Первым сравнил архитектуру с одеждой римский архитектор Витрувий. В своем трактате «Десять книг об архитектуре» он писал: «От красоты обнажённого тела мы переходим к колоннам толщиной в одну восьмую их роста; там, где у человека ноги, у колонны — основание. Капитель похожа на человеческую голову с кудрями, она украшена витиеватым орнаментом, как венок из фруктов украшает прическу.

Флюты, прочерчивающие тело колонны, похожи на ниспадающие складки ткани» [3].

Выбор архитектурных строений в качестве ассоциативного образа упрощает использование специфических приёмов выразительности архитектуры. Но, если архитектурные строения ещё выступают в качестве ассоциативного образа при проектировании одежды, то в отношении обуви они практически не используются. Исключение составляет деятельность Захи Хадиды — первой в мире женщины-лауреата Притцкеровской премии. Архитектор по профессии, она активно сотрудничала с обувными брендами, такими как Lacosta и United Nude. Ею создана модель туфель (рис. 8), которая выглядит уменьшенной копией спроектированного ею же здания. Туфли Nova сделаны из хромированного винила, и также как и здание, отличаются сложностью конструкции [9].



Рис.8. Здание клуба Lockey в Гонконге и туфли Захи Хадиды

Изучение нами научной литературы об использовании ассоциаций в дизайне обуви, анализ

информации онлайн-ресурсов о коллекциях обуви ведущих модельеров с 1960 года, а также специализированных журналов — всё это показало, что в процессе проектирования обуви конструктор выбирает разные ассоциации, отдавая предпочтение аналогам из растительного и животного мира. Из предметного мира чаще всего используется автомобильная тематика и бытовые вещи.

Помимо этого, нами был проведен анализ 500 моделей обуви с крупных международных торговых площадок, таких как Amazon, Ebay, Tiu и выявлен процент использования предметных ассоциаций в обуви. При этом также была использована информация с сайтов, где представлены единичные

коллекции современных дизайнеров. Некоторые из этих моделей представлены на рисунках 1—8. На основе анализа информации онлайн-ресурсов о коллекциях обуви, созданных под впечатлением разных предметных ассоциаций от ведущих модельеров, со страниц специализированных журналов, выбранных моделей обуви с крупных международных торговых площадок, таких как Amazon, Ebay, Tiu, нами определён процент использования этих ассоциаций в художественном проектировании обуви.

Для наглядности соотношения применяемых предметных ассоциаций в формировании обуви мы приводим диаграмму (рис. 9).

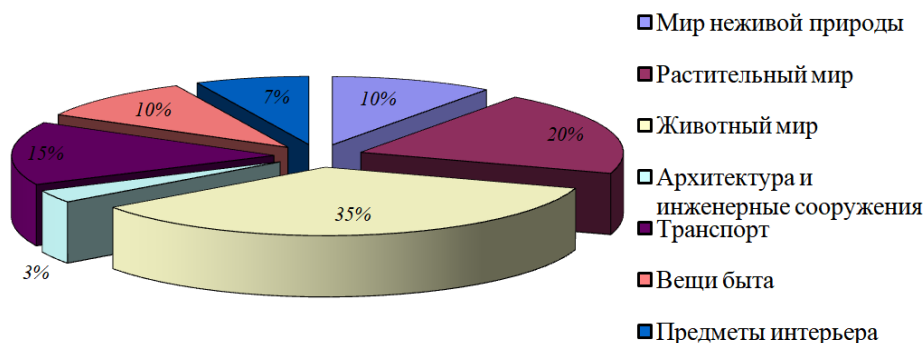


Рис. 9. Диаграмма распределения предметных ассоциаций, используемых в обуви

Таким образом, проведенное нами исследование показало, что архитектура и инженерные сооружения: дома, соборы, церкви, мосты, арки и т.д. в качестве ассоциативного образа при проектировании обуви практически не используются. Поэтому мы выбрали архитектурные сооружения в качестве творческого источника при разработке новых инновационных методов проектирования обуви.

Поиску нетрадиционных, креативных методов формообразования обуви сегодня посвящён ряд работ современных учёных и конструкторов. Так, анализу теории и практики художественного проектирования обуви с использованием инноваций, посвящена работа М.М. Преображенской [11]. Развитие проектирования обуви с позиций современного эргодизайна отражено в исследовании Д.В. Росщупкиной [12]. Принципы формообразования обуви как арт-объекта рассмотрены в труде Е.А. Рябовой [13]. Однако, несмотря на имеющиеся работы, посвящённые новым способам формообразования обуви, сегодня отсутствуют труды, которые предложили бы метод проектирования обуви на основе конструктивной аналогии, где в качестве аналога было архитектурное строение.

Инновацией в данном случае служит то, что при создании обуви мы используем особенности конструкции избранного нами объекта-аналога и, трансформируя его конструктивные элементы, используем их в проектируемой модели. При этом необходимо помнить, что в архитектурной форме конструктивные элементы подчиняются логике технологии производства. Они не только не маскируются, но акцентируются и используются как конструктивно-декоративные элементы формы,

подчеркивая её целесообразность и убедительность. Форма и конструкция прочно связаны между собой: конструкция является носителем эстетической информации формы. Конструкция выполняет сразу несколько функций, обеспечивая одновременно необходимую устойчивость, жёсткость и прочность изделия в целом и его отдельных элементов.

Обувь представляет собой структуру, которая состоит из деталей, узлов и их соединений, объединённых в единое целое — конструкцию, и качество обуви определяется, прежде всего, как свойство её конструкции. Конструкция в наши дни понимается не просто как техническое средство организации формы, но, прежде всего, как функционально и эстетически работающая компонента формы. Оригинальная, логически построенная конструкция с тщательно выполненными узлами обладает собственной художественной ценностью и формирует выразительность изделия. [1].

Разработанный нами алгоритм проектирования модельной обуви на основе конструктивной аналогии включает в себя три этапа: постановка проектной задачи, пространственное моделирование обуви, проектирование деталей верха и низа обуви.

**На первом этапе** выстраивается проектная задача, определяется потребитель и назначение обуви. Далее выбирается ассоциативный образ (нами выбран пешеходный мост Hulme Arch Bridge в Великобритании) для разрабатываемой модели, исследуется общая конструкция объекта, а также элементы её составляющие. Центром конструкции выступает арка, а тросы — второстепенными элементами (рис. 10).



Рис. 10. Мост Hulme Arch Bridge. Великобритания

Исходя из этого, в проектируемой модели в качестве элементов конструкции используются две арки: одна несёт функциональную нагрузку и выступает в роли каблука, на другую крепятся «проволочные» конструкции, которые усиливают аналогию с тросами моста и выполняют декоративную функцию.

Используя особенности архитектурных сооружений, выбираем конструктивные элементы, которые помещаем в базу данных. При проектировании мы используем эти элементы, трансформируя их в детали обуви (рис. 11).

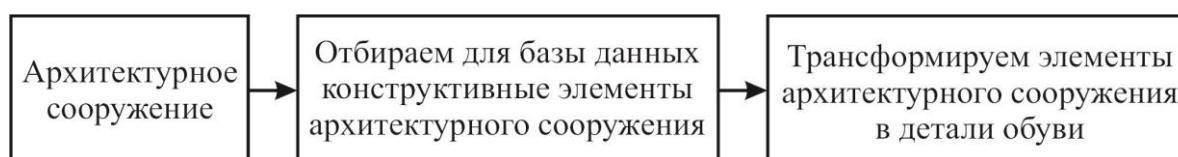


Рис. 11. Алгоритм отбора конструктивных элементов

**Следующий этап** — пространственное моделирование проектируемой обуви. Определяется способ фиксации обуви на ноге и материал, из которого будет изготовлена обувь. Выбираются сред-

ства композиции изделия. После этого разрабатывается эскиз модели с определением цветов основных и второстепенных элементов изделия и технический рисунок (рис. 12, а, б).

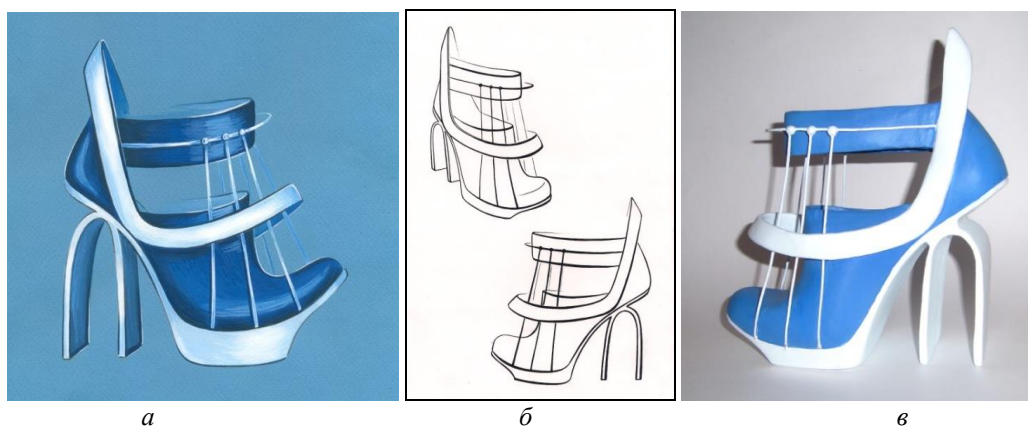


Рис. 12. Авторский эскиз модели (а), технический рисунок (б) и макет обуви (в)

Для более полной визуализации и оценки внешней формы будущей модели обуви создаётся макет обуви (рис. 12, в).

Метод проектирования обуви на основе конструктивной аналогии предусматривает использование цифровых технологий и баз данных.

Разработка эскиза с использованием компьютерных технологий даёт возможность создать виртуальный объёмный 3D-макет обуви, упрощает его

трансформацию в чертёж, детализовку последнего, а также градирование и составление схем раскроя. Схема разработки эскиза обуви с использованием компьютерных технологий представлена на рис. 13.

3D-моделирование даёт возможность видеть не только внешний вид будущего объекта, но и его конструктивные особенности ещё до момента изготовления, что оптимизирует процесс сборки конечного изделия.



Рис. 13. Схема разработки эскиза обуви с использованием компьютерных технологий

На третьем этапе проектируются детали обуви, определяются методы скрепления деталей верха и низа обуви, создаётся собственно обувь, которая апробируется. При проектировании обуви на основе конструктивной аналогии главными являются первые два этапа, где определяется конструк-

тивная форма будущей модели. Последний этап является общим для многих методов проектирования обуви.

На рисунках 14 — 15 приведены эскизы разработанных нами моделей женской обуви на основе конструктивной аналогии.



Рис. 14. Мост «Hereta bridge» и эскиз женских туфель

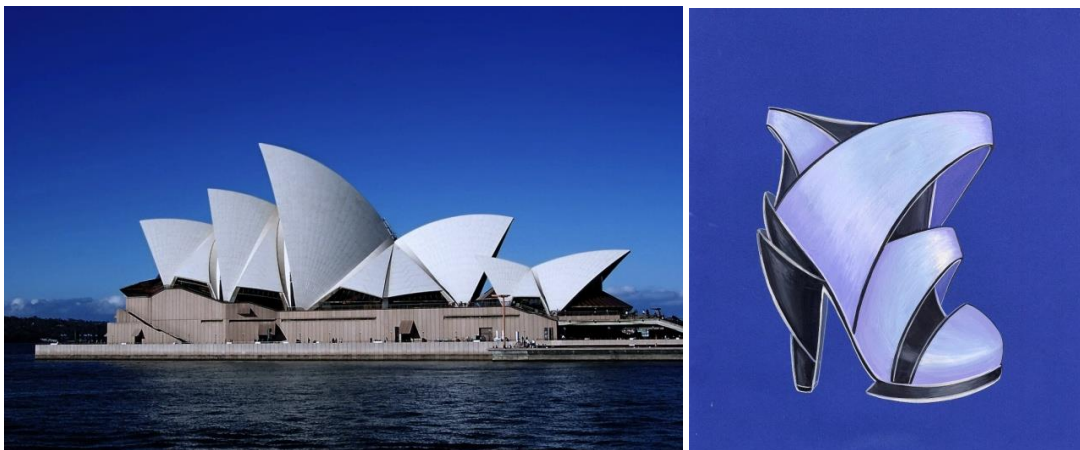


Рис. 15. Оперный театр Йорн Утзон и эскиз модели обуви

Таким образом, использование метода конструктивной аналогии в процессе художественного моделирования обуви даёт конструктору большие возможности для создания не только формы, но и эстетического образа создаваемой модели, а использование в качестве аналога архитектурных сооружений позволяет наилучшим способом подчеркнуть архитектурные свойства проектируемого изделия.

#### Список литературы

1. Алибекова М.И., Серикова А.Н. Техника и технологии в архитектонике формы // Всероссийский форум научной молодежи «Шаг в будущее» Доклады пленарных заседаний. (Москва, 20–24 марта 2017) / [Электронный ресурс]. URL: [http://www.step-into-the-future.ru/sites/default/files/vser\\_forum/sborPlenarZased2017.pdf](http://www.step-into-the-future.ru/sites/default/files/vser_forum/sborPlenarZased2017.pdf) (Дата обращения: 10.12.2017)
2. Белицкая О. А., Костылева В. В. Концептуальный дизайн обуви под девизом «Автомобили» // [Текст] // Дизайн и технологии. — 2017. — №57 (99) – С. 14—21
3. Витрувий Поллион Марк. Десять книг об архитектуре / пер. Ф.А. Петровского (Серия: «Из истории архитектурной мысли») — М.: URSS: ЛЕНАНД. 2015. — 320 с.
4. Дениз Нильсен и Джордж Уортингтон и их шедевры от кутюр из древесины. //Резьба по дереву. Мастера [Электронный ресурс]. URL: [http://www.reznoe.ru/articles0\\_277.php](http://www.reznoe.ru/articles0_277.php) (Дата обращения: 10.10.2017).
5. Денисенко Е.В. Аналогии природных систем, природные и архитектурно-строительные принципы в отечественных и зарубежных исследованиях / Известия КГАСУ, 2015, № 4 (34). С.33 — 40.
6. Коби Леви // Обувь Арт. [Электронный ресурс]. URL: <https://kobilevedesign.com/>. (Дата обращения: 10.10.2017).
7. Курбатова Н.В. Методика целостности архитектурных аналогий / Дисс. на соискание ученой степени к. н. — Новосибирск: 2004.
8. Лебедев Ю.С., Рабинович В.И., Положай В.Д. Архитектурная бионика. — М.: Стройиздат, 1990 — 269 с.
9. Парфёнова Т.В. Чья туфля: обувь, созданная известными архитекторами и дизайнерами // Elle decoration. 20.07.2017. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elle.ru/elledecoration/trends/chey-tuflya-obuv-sozdannaya-izvestnyimi-dizaynerami-i-arhitektoami/> (Дата обращения: 10.10.2017).
10. Подъяпольский С.С., Бессонов Г.Б., Беляев Л.А., Постникова Т.М. Реставрация памятников архитектуры. — М., Стройиздат, 1988 — 267 с.
11. Преображенская М.М. Оптимизация методов художественного проектирования изделий из кожи на основе инновационных технологий / Автореф. дис. на соискание ученой степени к. т. н. — М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина. 2008 — 16 с.
12. Росщупкина Д.В. Разработка концепции развития проектирования обуви с позиций современного эргодизайна. технологии / Автореф. дис. на соискание ученой степени к. т. н. — М.: РГУ им. А.Н. Косыгина. 2018 — 16 с.
13. Рябова Е.А. Разработка принципов формообразования обуви и аксессуаров как арт-объектов / Автореф. дис. на соискание ученой степени к. т. н. — М.: МГУДТ. 2012 — 16 с.
14. Философия. Энциклопедический словарь/под ред. А.А. Ивина. — М. Гардарики.

#### List of references

1. Alibekova M.I., Serikova A.N. Tekhnika i tekhnologii v arhitektonike formy // Vserossijskij forum nauchnoj molodezhi «SHag v budushchee» Doklady plenarnyh zasedanij. (Moskva, 20–24 marta 2017) / [Elektronnyj resurs]. URL: [http://www.step-into-the-future.ru/sites/default/files/vser\\_forum/sborPlenarZased2017.pdf](http://www.step-into-the-future.ru/sites/default/files/vser_forum/sborPlenarZased2017.pdf) (Data obrashcheniya: 10.12.2017).
2. Belickaya O. A., Kostyleva V. V. Konceptual'nyj dizajn obuvi pod devizom «Avtomobili»/[Tekst] // Dizajn i tekhnologii. — 2017. — №57 (99) – S. 14—21.
3. Vitruvij Pollion Mark. Desyat' knig ob arhitekture /per. F.A. Petrovskogo (Seriya: «Iz istorii arhitekturnoj mysli») — M.: URSS: LENAND. 2015. — 320 s.
4. Deniz Nil'sen i Dzhordzh Uortington i ih shedevry ot kutyur iz drevesiny. //Rez'ba po derevu. Mastera [Elektronnyj resurs]. URL: [http://www.reznoe.ru/articles0\\_277.php](http://www.reznoe.ru/articles0_277.php) (Data obrashcheniya: 10.10.2017).
5. Denisenko E.V. Analogii prirodnyh sistem, prirodnye i arhitekturno-stroitel'nye principy v otechestvennyh i zarubezhnyh issledovaniyah / Izvestiya KGASU, 2015, № 4 (34). S.33 — 40.
6. Kobi Levi // Obuv' Art. [Elektronnyj resurs]. URL: <https://kobilevedesign.com/>. (Data obrashcheniya. 10.10.2017).
7. Kurbatova N.V. Metodika celostnosti arhitekturnykh analogij / Diss. na soiskanie uchenoj stepeni k. n. — Novosibirsk: 2004.
8. Lebedev YU.S., Rabinovich V.I., Polozhaj V.D. Arhitekturnaya bionika. — M.: Strojizdat, 1990 — 269 s.
9. Parfyonova T.V. CH'ya tuflya: obuv', sozdannaya izvestnymi arhitektoami i dizajnerami // Elle decoration. 20.07.2017. [Elektronnyj resurs]. URL: <https://www.elle.ru/elledecoration/trends/chey-tuflya-obuv-sozdannaya-izvestnyimi-dizaynerami-i-arhitektoami/> (Data obrashcheniya. 10.10.2017).
10. Pod'yapol'skij S.S., Bessonov G.B., Belyaev L.A., Postnikova T.M. Restavraciya pamyatnikov arhitektury. — M., Strojizdat, 1988 — 267 s.
11. Preobrazhenskaya M.M. Optimizaciya metodov hudozhestvennogo proektirovaniya izdelij iz kozhi na osnove innovacionnyh tekhnologij / Avtoref. dis. na soiskanie uchenoj stepeni k. t. n. — M.: MGTU im. A.N. Kosygina. 2008 — 16 s.
12. Rosshchupkina D.V. Razrabotka koncepcii razvitiya proektirovaniya obuvi s pozicij sovremen-nogo ergodizajna. tekhnologij / Avtoref. dis. na soiskanie uchenoj stepeni k. t. n. — M.: RGU im. A.N. Kosygina. 2018 — 16 s.
13. Ryabova E.A. Razrabotka principov formoobrazovaniya obuvi i aksessuarov kak art-ob'ektov / Avtoref. dis. na soiskanie uchenoj stepeni k. t. n. — M.: MGU DT. 2012 — 16 s.
14. Filosofiya. Enciklopedicheskij slovar'/pod red. A.A. Ivina. — M. Gardariki.

*Судакова Анастасия Сергеевна*

*студент Высшей инженерной школы Северного Арктического Федерального Университета им. М.В. Ломоносова - САФУ., РФ, г. Архангельск*

## **АНАЛИЗ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕОСИНТЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ДОРОЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

*Sudakova Anastasiya Sergeevna*

*student of the Higher Engineering School of the Northern Arctic Federal University named after M.V. Lomonosov - NArFU., Russia, Arkhangelsk*

## **ANALYSIS OF THE DEFORMATION CHARACTERISTICS OF THE GEOSYNTHETIC MATERIAL AND EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF ITS USE TO INCREASE STRENGTH ROAD CONSTRUCTIONS**

### **Аннотация.**

*В ходе эксперимента были определены основные характеристики нетканого синтетического материала - прочность материала на разрыв и относительное удлинение при разрыве (по длине и по ширине образца). По результатам испытаний прочность исследуемого материала в продольном и поперечном направлениях различна, поэтому данный материал является не равнопрочным, что необходимо учитывать в технологии строительства.*

### **Abstract.**

*During the experiment, the main characteristics of the non-woven synthetic material were determined - tensile strength of the material and elongation at break (along the length and width of the sample). According to the test results, the strength of the studied material in the longitudinal and transverse directions is different, therefore this material is not equally strong, which must be taken into account in the construction technology.*

**Ключевые слова:** *нетканый геосинтетический материал; прочность; разрыв; относительное удлинение; дорожная одежда.*

**Keywords:** *non-woven geosynthetic material; strength; tear; elongation; pavement.*

На настоящее время освоение Арктики и Арктических регионов является перспективным, приоритетным и стратегически важным направлением развития нашей страны. Поэтому многие крупномасштабные строительные проекты требуют разработки новых методов и технологий строительства, а также создания новых материалов. Для реализации данных проектов необходима развитая сеть автомобильных дорог.

Промышленностью выпускается огромное количество полимерных материалов для различных целей и областей применения. Устройство дорожной одежды является наиболее дорогостоящим и материалозатратным. Данную проблему можно решить за счет применения в дорожном строительстве вторичного сырья целлюлозно-бумажной промышленности – нетканого синтетического материала – отработавшего сукна бумагоделательных машин.

Такие материалы обладают высокой устойчивостью химических связей к внешним воздействиям, что позволяет прогнозировать срок службы конструкции не менее 5 лет. Все марки исследуемых отработанных образцов изготовлены из полиэфира, полипропилена, полиамида, капрона, нитрона и других полимеров [1, 2]. Этот материал можно использовать в качестве прослойки, которая

воспринимает высокие растягивающие напряжения в дорожных конструкциях.

Оценка эффективности применения данного нетканого синтетического материала подразумевает под собой проведение определенных испытаний, связанных с определением деформационных характеристик.

В ходе лабораторных испытаний были определены одни из основных динамических параметров: прочность материала на разрыв и относительное удлинение при разрыве (по длине и по ширине образца).

Прочность является важной характеристикой нетканого синтетического материала, она определяет его способность выполнять армирующую функцию и сохранять сплошность в процессе строительства и эксплуатации дороги. Прочность характеризуется величиной разрывного усилия на единицу ширины материала.

Методика эксперимента заключается в испытании образцов нетканого синтетического материала на растяжение и определении максимальной прочности и удлинения при разрыве (Рисунок 1). Определение прочности производилось в соответствии с ГОСТ Р 53226-2008 [3]. Из исследуемого материала было изготовлено 2 группы образцов (по 5 единиц в каждой) – по длине и ширине материала.



Рисунок 1. Определение прочности на растяжение и относительного удлинения при разрыве

По результатам испытаний прочность исследуемого материала в продольном и поперечном направлениях различна (таблица 1), поэтому данный материал является не равнопрочным, что необходимо учитывать в технологии строительства.

Обработанные результаты всех измерений представлены в Таблице 1

Таблица 1

**Прочность на растяжение**

Направление	Предел прочности на растяжение $T$ , кН/м	Относительное удлинение при разрыве $\epsilon$ , %
по длине	74,8	19,3
по ширине	31,7	27,1

Данный синтетический материал рекомендуется к применению в качестве прослойки в дорожные конструкции, для армирования, усиления и разделения конструктивных слоев и в качестве дополнительной изоляции от проникновения грунтовых вод в дорожные сооружения. Структурные и физико-механические характеристики синтетического материала позволяют использовать его в качестве эффективного теплоизолятора в конструкциях ограниченного объема, сложных поверхностях в промышленном и гражданском строительстве.

**Список литературы:**

1. Совершенствование конструкций лесовозных дорог с гибкими геотекстильными прослойками (автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.21.01,

РГБ ОД, 9 10-7/3058), Архангельск: ФГАОУ Северный (Арктический) федеральный университет, 2010. – 23 с.

2. Увеличение несущей способности грунтов с помощью геосинтетических материалов / О.Н.Оруджова, А.А. Шинкарук // Ежемесячный научно-технический и производственный журнал. Журнал «Промышленное и гражданское строительство». – Москва: Изд-во ПГС, 2012. - № 10. – с. 30-31.

3. ГОСТ Р 53226 – 2008 Полотна нетканые. Методы определения прочности. Москва Стандартинформ, 2009.

*Устин Антон Михайлович*  
аспирант ФГБОУ ВПО «МГУ им. Н. П. Огарёва»  
Россия, г. Саранск

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЦВЕТОВЫХ ПРОСТРАНСТВ В КОНТЕКСТЕ ОБНАРУЖЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ИЗОБРАЖЕНИЙ

*Ustin Anton Mihajlovich*  
graduate student OF Moscow state University. N. P. Ogarev»  
Russia, Saransk

### EXPLORING COLOR SPACES IN THE CONTEXT OF IMAGE DEFECT DETECTION

**Аннотация:**

В данной статье рассматривается применение различных цветовых пространств в задаче обнаружения артефактов в цифровых изображениях и сравнение полученных результатов. Приводится алгоритм определения артефактов сжатия на изображении.

**Abstract:**

This article discusses the use of different color spaces in the problem of detection of artifacts in digital images and comparison of the results. An algorithm for determining compression artifacts in the image is presented.

**Ключевые слова:** артефакты сжатия, цветовые пространства, обработка изображений.

**Keywords:** compression artifacts, color spaces, image processing.

С развитием телерадиовещательной индустрии растет и объем создаваемого и хранимого контента, который не всегда отвечает требованиям по качеству и может содержать различные ошибки, которые в свою очередь могут отрицательно сказаться на заинтересованности зрителя.

Так как человек уже не в силах просмотреть весь имеющийся объем, растет спрос на алгоритмы и комплексные решения по обнаружению проблем с качеством видео.

Одним из типов ошибок являются артефакты компрессии, или артефакты сжатия, проявляющие себя как квадратные блоки пикселей на изображении с заметными границами перехода между друг другом. Целью исследования является улучшение

работы разработанного мной алгоритма обнаружения артефактов сжатия в изображениях, посредством использования перцепционных цветовых пространств вместо стандартного RGB.

Разработанный алгоритм состоит из четырех этапов (см. рисунок 1):

1. Применение детектора границ Канни для выделения границ и подсчет количества значимых пикселей изображения;
2. Вычитание маски из изображения;
3. Подсчет оставшихся значимых пикселей из изображения
4. Вычисление итогового результата, через отношение числа общих пикселей к числу пикселей до вычитания маски. [1]

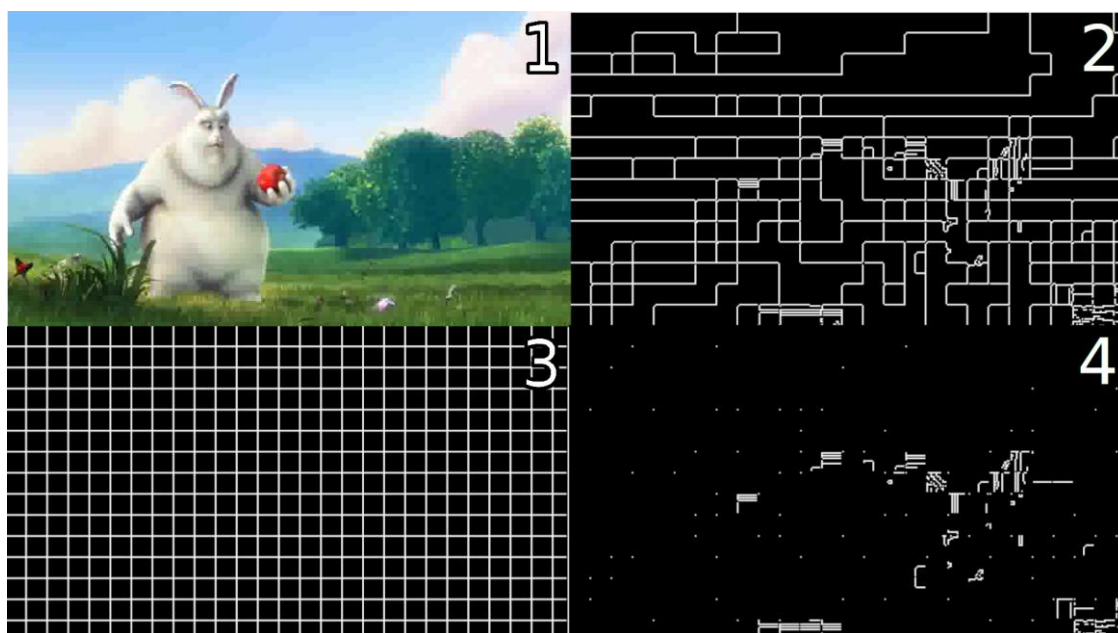


Рисунок 1. Этапы работы алгоритма

Для описания цвета в цифровых изображениях используются различные математические модели, которые называются цветовыми пространствами или цветовыми моделями. По своей сути они являются способом описания цвета при помощи количественных характеристик.

По принципу действия, перечисленные цветовые модели делятся на три класса:

Аддитивные — основанные на сложении цветов (например, RGB)

Перцепционные — базирующиеся на восприятии (например, HLS, LSV, YUV)

Субтрактивные — базирующиеся на вычитании цветов. [2]

Из этих трех классов, меня заинтересовали два — аддитивный и перцепционный класс цветовых моделей. Далее я приведу краткий обзор рассматриваемых мной цветовых моделей.

Цветовая модель HSL состоит из трех компонентов: hue (тон), saturation (насыщенность), lightness (светлость). Данная цветовая модель популярна среди дизайнеров и художников в связи с тем, что в этой системе обеспечивается непосредственный контроль тона, насыщенности и яркости, что позволяет интуитивно смешивать цвета. Пример разделения изображения по каналам HLS можно увидеть на рисунке 2.

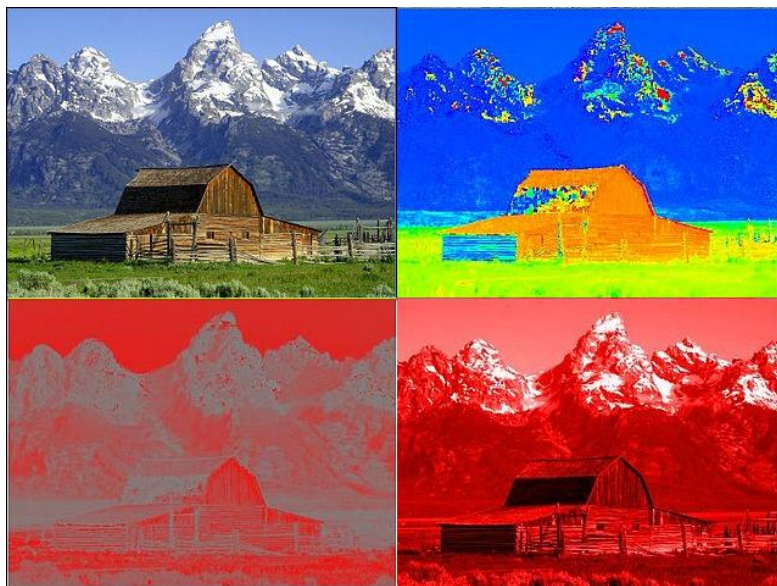


Рисунок 2. Изображение, разложенное по составляющим H, S и L

Далее я рассмотрел цветовую модель HSV, которая во многом схожа с HSL. Эту модель чаще применяют в компьютерном зрении из-за более практичного взаимодействия между яркостью и насыщенностью изображения. А также из-за малой

вычислительной стоимости. Светимость изображения (lightness), заменена на value (значение). Разложение по составляющим H, S и V можно увидеть на рисунке 3.

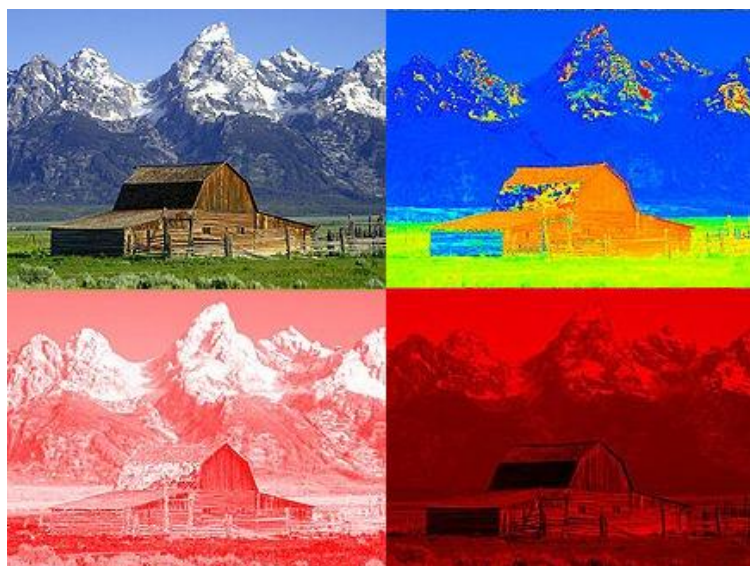


Рисунок 3. Изображение разложенное по составляющим H, S и V

YcbCr — семейство цветовых пространств, которые используются для передачи цветных изображений в компонентном видео и цифровой фотографии, используется в том числе в качестве способа кодирования информации RGB сигнала. Данная цветовая модель позволяет передавать информацию о яркости с полным разрешением, а для цветоразностных компонент производить сжатие через

выборку с уменьшением числа передаваемых элементов изображения. Стоит так же заметить, что человеческих глаз менее чувствителен к перепадам цвета, в отличии от перепада значений яркости. Разложение по составляющим Y, Cr и Cb можно увидеть на рисунке 4.

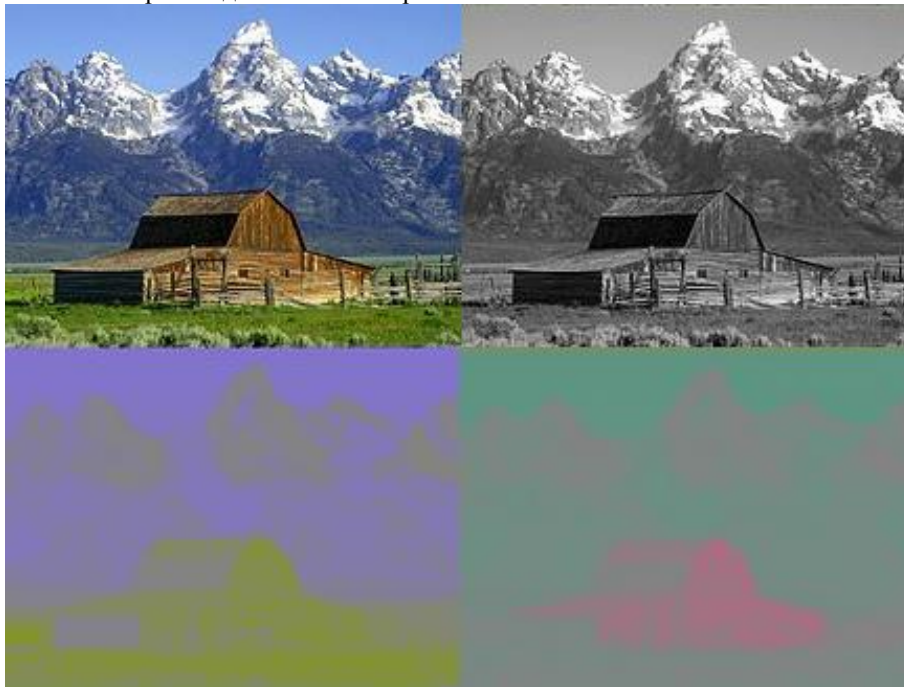


Рисунок 4. Изображение, разложенное по составляющим Y, Cr и Cb

Последняя рассматривая модель YUV — состоит из трех компонент, яркость (Y) в две цветоразностные (U и V). Отличие от YcbCr состоит в его

предназначении, его чаще используют в телерадиовещании, в том числе аналоговом, тогда как YcbCr предназначен для цифрового вещания.

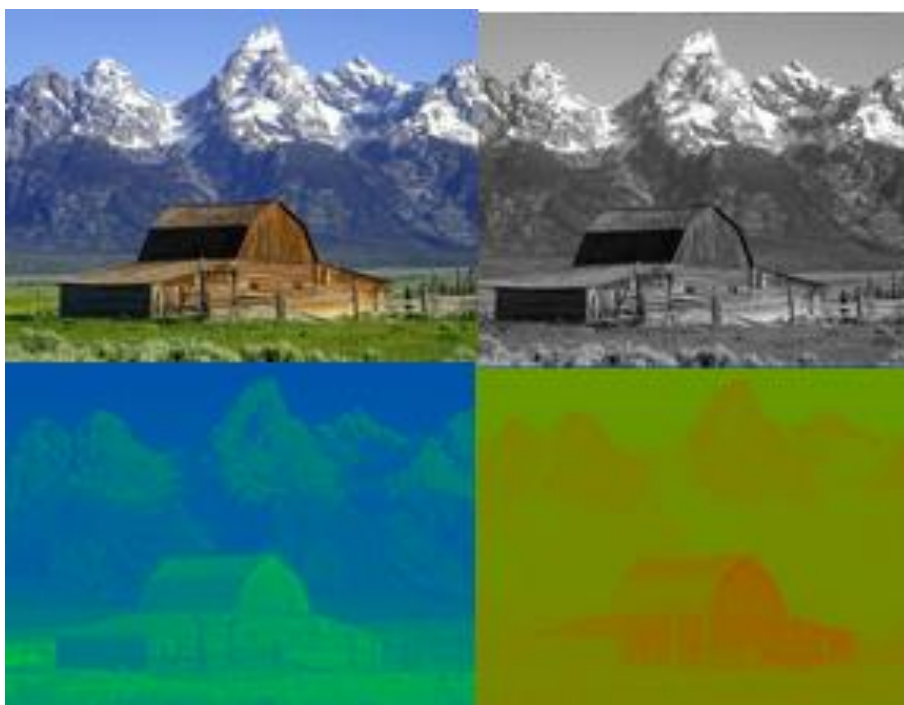


Рисунок 5. Изображение, разложенное по составляющим Y, U и V

Далее я провел опыты, используя каждую из представленных цифровых моделей в своем алгоритме, выбирая нужные каналы по эмпирическим наблюдениям и их предназначению. В полученных результатах я делал коррекцию по яркости изображения, используя соответствующий компонент

изображения. В исследуемой выборке были изображения, как с артефактами сжатия, так и без них. Итоговые результаты приведены ниже, на рисунке 6.

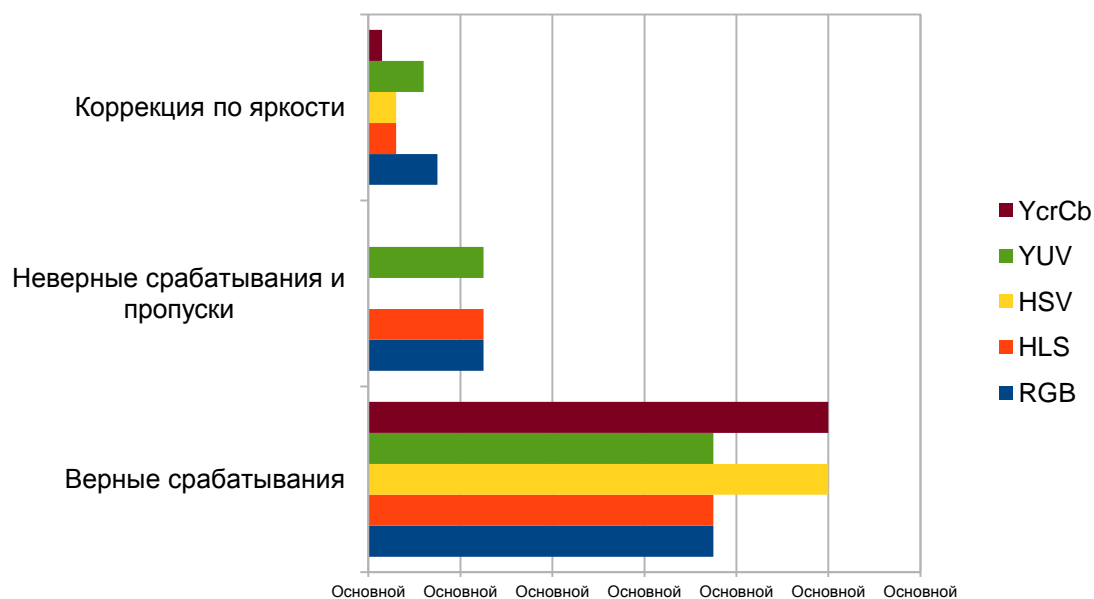


Рисунок 6. Результаты использования различных цветовых моделей в алгоритме обнаружения артефактов сжатия в цифровые изображения

На графике выше видно, что наиболее достоверные результаты были получены при использовании цветовых моделей YCrCb и HSV. Однако при рассмотрении полученных результатов было замечено, что грань между испорченными изображениями и качественными в случае использования модели HSV была незначительной, в результате чего было принято решение при дальнейшей разработке алгоритма использовать модель YCrCb.

#### Список литературы:

1. Устин, А.М. Алгоритм обнаружения артефактов сжатия в изображениях / А.М. Устин // Материалы XXII научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов Национального исследовательского Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарёва. — 2019. — №22. — С. 21–23.

2. А. Г. Парфёнов Компьютерная графика [Электронный ресурс] / А.Г. Парфёнов// – Режим доступа: <http://koi.tspu.ru/kg/> (Дата обращения: 06.07.2019).

УДК 631.3.004.67 + 628.2.004.67 + 621.791.65

**Лыков А. С.**

Старший преподаватель кафедры

**Щебетеев В. А.**

Обучающийся 3-го курса направления бакалавриата

**Саркисов А. А.**

Обучающийся 1-го курса направления магистратуры

**Сбитнева Н. И.**

Обучающаяся 3-го курса направления бакалавриата

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет

имени И.Т. Трубилина», г. Краснодар, РФ

## ОБРАБОТКА РАСТИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

*Lykov A.S.*

*senior lecturer of the department*

*Shchebeteev V. A.*

*third-year undergraduate student*

*Sarkisov A. A.*

*first-year graduate student*

*Sbitneva N. I.*

*third-year undergraduate student*

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin", Krasnodar, Russia*

## THE FLORAL OBJECTS TREATMENT BY ELECTRIC CURRENT

### *Аннотация*

*Приведено описание различных способов электрообработки и ее механизмов при непосредственно пропускании электрического тока различного вида через описанные объекты.*

### *Abstract*

*The description of various methods of electric processing and its mechanisms when directly passing electric current of various types through the described objects is given.*

*Ключевые слова: электрообработка, черенок винограда, электростимуляция, воздействие на растительную ткань*

*Keywords: electrical processing, grape cuttings, electrical stimulation, effects on plant tissue*

В настоящее время активно осуществляется электрообработка растительных объектов с целью стимуляции их развития и роста, которая подразумевает под собой использование магнитных, электромагнитных и электрических полей [2, 6, 7].

Обработка в вышеназванных полях усиливает действие ферментов, вызывает интенсивный обмен веществ, ускоряет рост и развитие растительных организмов и повышает их продуктивность [1, 2].

Особенно перспективным является способ непосредственного воздействия на растительные объекты электрическим током [10]. При реализации данного метода осуществляется пропускание электрического тока через ткани обрабатываемого растения [8]. При воздействии током на черенки винограда, плодовые деревья, цветочные культуры используется напряжение максимум в десятки вольт и малые экспозиции. При этом в черенках активизируются физико-химические реакции, ускоряется корнеобразование и прорастание черенка, возрастает интенсивность фотосинтеза [4].

Обработку черенков возможно проводить как на переменном, так и на постоянном токе, а также через канал искрового разряда [9].

Электроискровая обработка обладает рядом недостатков: она требует применения дорогостоящего оборудования, обладающего малой надежностью; обработка осуществляется на напряжениях в десятки киловольт, и при этом значительная часть энергии разрядного контура выделяется не в обрабатываемом объекте, а в канале искрового разряда, что приводит к снижению энергетических показателей процесса. Также при электроискровой обработке механическая прочность растения резко снижается [11].

Электрообработка растительного материала с вводом энергии через непосредственный контакт между обрабатываемым растением и токоподводящими электродами может проводиться на постоянном

токе, переменном токе промышленной и повышенной частот, с использованием импульсного тока [3].

Также стоит отметить, что обработка растительных объектов постоянным током сопровождается переходом материала электродов в обрабатываемый продукт и разложением отдельных веществ продукта. Это препятствует применению постоянного тока для электростимуляции черенков винограда [5].

Доказана более высокая эффективность воздействия на растения электрического тока промышленной частоты по сравнению с токами частот 100, 200 и 400 Гц [7].

Электрообработка растений с вводом энергии на переменном токе через непосредственный контакт между обрабатываемым растением и электродами имеет определенные недостатки, а именно:

- окисление токоподводящих электродов;
- индивидуальная обработка каждого черенка;
- подбор черенков по длине;
- трудность обеспечения надежного контакта между токоподводящим электродом и срезом черенка.

Последний недостаток может быть устранен путем проведения обработки через токоподводящую жидкость [8], что также позволяет обработать большое количество черенков в максимально сжатые сроки, так как не требует сложного технологического оборудования.

Выбор точек подвода электрической энергии к обрабатываемому черенку определяется тем, какая часть черенка должна быть подвергнута обработке. Возможные варианты выбора показаны на рисунке 1.

В варианте (а) электрическая энергия подводится к верхнему срезу черенка и к нижнему срезу, при этом обрабатывается весь черенок.

Также возможен подвод электрической энергии к двум крайним узлам черенка (б). Электрический ток в этом случае протекает только по междоузлию черенка.

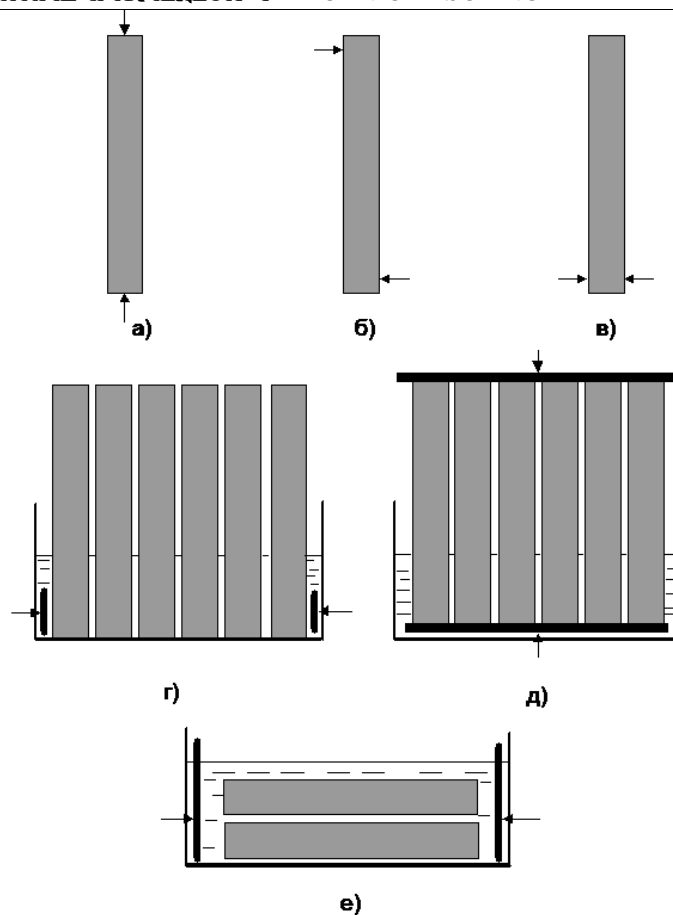


Рис. 1 Варианты выбора точек подвода электрической энергии к обрабатываемым черенкам

Если ставится задача по стимулированию корнеобразования, требуемый эффект может быть получен при подводе энергии к нижнему узлу черенка (в).

Варианты (а, б, в) требуют индивидуальной обработки каждого черенка, что при массовой электрообработке технологически трудоемко.

Возможен подвод энергии к нижним узлам черенков через токоподводящую жидкость (г).

В варианте (д) электрическая энергия подводится к нижним и верхним срезам черенков, но нижние узлы черенков находятся в токоподводящей жидкости.

Варианты (г, д) технологически неприемлемы, так как в (г) требуются длительные экспозиции обработки, а в (д) необходим идеальный подбор черенков по длине.

В варианте (е) весь обрабатываемый материал погружен в токоподводящую жидкость и энергия подводится к крайним срезам черенков.

Резюмируя вышесказанное, можно сделать вывод, что подвод электрической энергии через токоподводящую жидкость является наиболее оптимальным.

#### Список литературы

1. Гольдман, Р. Б. Исследование комбинированного воздействия электромагнитных полей низкой и высокой частоты на посевные качества семян / Р. Б. Гольдман, В. В. Магеровский, Ю. М. Петренко // Актуальные проблемы энергетики АПК: материалы IV Международной научно-практической конференции, Саратов, 01-30 апреля 2013 г. / Под редакцией А.В. Павлова. – Ижевск: ООО ПКФ

"Буква", 2013. – С. 66-70. – ISBN 978-5-9999-1641-9.

2. Гольдман Раиса Борисовна. Комбинированное воздействие электромагнитных полей низкой и высокой частоты на семена риса: диссертация.. кандидата технических наук: 05.20.02. – Краснодар, 2002. – 163 с.: ил. РГБ ОД, 61 03-5/1476-8.

3. Гранкина, Н. А. Электрофизические свойства виноградного черенка / Н. А. Гранкина, Н. И. Сбитнева, В. А. Щebetеев, В. А. Скворцов // Colloquium-journal, № 4 (28), 2019, Ч. 1 – С. 54-57. – ISSN 2520-6990.

4. Кудряков, А. Г. Повышение способности корнеобразования виноградных черенков с помощью электрического тока / А. Г. Кудряков, Г. П. Перекотий, П. П. Радчевский, А. С. Лыков, С. Ю. Безлер // Механизация и электрификация сельского хозяйства, № 8, 2007 – С. 16а-17. – ISSN: 0206-572X.

5. Кудряков, А. Г. Применение электрического тока для повышения корнеобразовательной способности виноградных черенков / А. Г. Кудряков, Г. П. Перекотий, П. П. Радчевский // Труды Кубанского государственного аграрного университета, № 394, 2002. – С. 137.

6. Кудряков, А. Г. Стимуляция корнеобразования черенков винограда электрическим током: автореф. дис.. кандидата технических наук: 05.20.02. / Кудряков Александр Георгиевич. – Краснодар, 1999. – 23 с.

7. Кудряков, Александр Георгиевич. Стимуляция корнеобразования черенков винограда электрическим током : диссертация ... кандидата технических наук: 05.20.02. – Краснодар, 1999. – 121 с.: ил. РГБ ОД, 61 00-5/2047-6.

8. Кудряков, А. Г. Повышение способности корнеобразования виноградных черенков с помощью электрического тока / А. Г. Кудряков, Г. П. Перекотий, П. П. Радчевский, А. С. Лыков, С. Ю. Безлер // Механизация и электрификация сельского хозяйства, № 8, 2007 – С. 16а-17. – ISSN: 0206-572X.

9. Кудряков, А. Г. Применение электрического тока для повышения корнеобразовательной способности виноградных черенков / А. Г. Кудряков, Г. П.

Перекотий, П. П. Радчевский // Труды Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета (Сибстрин). 2002. № 394. – С. 137.

10. Патент RU № 2211558 МПК 7А 01G 7/04 А, 7А 01G 17/00 В. Способ стимулирования корнеобразования черенков древесных растений / Г. П. Перекотий, А. Г. Кудряков, П. П. Радчевский. – Бюл. № 25 от 10.09.2003 г.

11. Перекотий, Г. П. Стимулирующее действие электрического тока на корнеобразование посадочного материала винограда / Г. П. Перекотий, А. Г. Кудряков, А. В. Винников // Труды Кубанского государственного аграрного университета, № 346, 1996. – С. 153.

УДК: 65.011.56

*Сафронова Е. М.*

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого*

### **МОЖЕТ ЛИ ПОЛНОЦЕННО ЗАМЕНИТЬ ERP-СИСТЕМА СУЩЕСТВУЮЩИЕ НА ПРЕДПРИЯТИИ РАЗНООБРАЗНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ**

*Safronova E. M.*

*St. Petersburg Polytechnic University of Peter the Great*

### **CAN IT COMPLETELY REPLACE THE ERP SYSTEM EXISTING AT THE ENTERPRISE VARIOUS INFORMATION SYSTEMS**

#### **Аннотация**

*В данной статье будут рассмотрены несколько вариантов решений оптимизации и автоматизации производства средствами внедрения информационных решений. ERP-система позволяет автоматизировать основные процессы на предприятии, предлагая комплексное решение. В противовес такой информационной системе можно сопоставить отдельные локальные информационные системы с настроенной интеграцией. На примере решений от фирмы «1С» будут рассмотрены плюсы и минусы каждого инструмента*

#### **Abstract**

*This article will examine several options for optimizing and automating production solutions for implementing information solutions. ERP-system allows you to automate the basic processes in the enterprise, offering a complete solution. In contrast to such an information system, individual local information systems can be compared with customized integration. On the example of solutions from «1С», the pros and cons of each tool will be considered*

**Ключевые слова:** ERP-система, MES-система, PDM-система, 1С:Предприятие, информационная система

**Keywords:** ERP-system, MES-system, PDM-system, 1С: Enterprise, Information system

ERP-система от фирмы «1С» предполагает вести бухгалтерский и производственный учет в одной системе. Для этого в решении реализовано планирование производства, бухгалтерская и налоговая отчетность. По различным данным максимальная нагрузка на систему при одновременной работе пользователей составляет от 3000 до 7000 человек, что позволяет автоматизировать не очень большое производство [1]. Минусами данной системы, при рассмотрении блоков производства и создания конструкторско-технологической документации, являются: поверхностное планирование заказов на производство; не возможность обеспечить удобный и широкий функционал для

создания технологических карт; при одновременном активном использовании данных могут быть различные проблемы в использовании системы [2]. Так же, объекты системы становятся более взаимосвязаны друг с другом и контроль вводимых и используемых данных возрастает.

Если перенести часть функционала, касающегося производства, в отдельное решение – это позволит сократить нагрузку на информационную систему, использовать только актуальную информацию для управленческих решений задач и ведения бухгалтерской, налоговой отчетности, позволит обеспечить производственные отделы необходимым функционалом в полной мере [3].

Например, при использовании PDM-системы конструкторское бюро может выгружать данные из программы «КОМПАС-3D» и использовать их для написания технологических карт производства. Далее направлять готовые технологические карты, необходимые в производстве в систему «1С:MES», где из бухгалтерской системы подгружаются заказы на производство. Затем планируется график производства, выполняются заказы и данные о затраченных ресурсах, готовых результатах направляются обратно в бухгалтерскую систему. Минусами такого подхода можно назвать: контроль правильности синхронизации данных; возможное увеличение объема, затраченного на хранение информационных баз по сравнению с комплексным решением ERP; для получения всеобъемлющей информации необходимо собирать ее из разных баз данных.

УДК: 004.624

Наряду с широкой популяризацией ERP решения, данная система не может являться панацеей. В большинстве случаев, большое производственное предприятие принимает решение о комплексе информационных систем, которое включало бы в себя необходимый набор инструментов под специфику каждого отдела.

#### Список литературы

1. Кожухов О. А., Кукарцев В. В. Внедрение и использование ERP-систем на предприятии / Актуальные проблемы авиации и космонавтики, вып. 7. Т1. 2011. –С 448-449.
2. Что такое ERP и зачем это нужно? Источник: <https://dynamics.microsoft.com/ru-ru/erp/what-is-erp/>.
3. Андреев, Е. Б., Куцевич И. В., Куцевич Н. А. MES-системы. Взгляд изнутри. – М.: РТСофт - Космоскоп, 2015. –С 240.

**Сафронова Е. М.**

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого*

### РЕАЛИЗАЦИЯ СЛОЖНОГО ОБМЕНА ДАННЫХ НА ПЛАТФОРМЕ 1С:ПРЕДПРИЯТИЕ

**Safronova E. M.**

*St. Petersburg Polytechnic University of Peter the Great*

### IMPLEMENTATION OF COMPLEX DATA EXCHANGE ON THE 1С: ENTERPRISE PLATFORM

#### Аннотация

*В данной статье будет пошагово разобран пример реализации обмена данными на платформе 1С:Предприятие, используя конфигурацию «Конвертация данных» редакция 2.1 для переноса документа из 1С:MES редакции 1.2 в конфигурацию 1С:MES редакции 1.3 и заполнении им новых необходимых объектов системы.*

#### Abstract

*This article will present an example of the implementation of data exchange on the 1С: Version 2.1 platform for transferring a document from 1С: MES edition 1.2 in the format 1С: MES edition 1.3 and filling out new necessary system objects.*

**Ключевые слова:** MES-система, 1С:Предприятие, информационная система, конвертация данных, обмен данными

**Keywords:** MES-system, 1С: Enterprise, Information system, data conversion, data exchange

1С:MES редакции 1.2 сильно отличается от 1С:MES редакции 1.3, своей структурой метаданных. Это обуславливается тем, что разрабатывая редакция 1.2 были не учтены некоторые оптимизационные вопросы. Из-за этого система 1С:MES редакции 1.2 не могла полноценно и быстро обрабатывать планирование заказов на производство. Одним из неповоротливых объектов метаданных стал документ «Производственная программа». В него вносились данные о планируемой выпускаемой продукции, ресурсов для данной номенклатуры. Документ являлся проводимым, благодаря чему создавались записи в регистре накопления с ключами записей, для сопоставления ресурсных материалов и номенклатуры. Так же в данном документе происходила разузловка сложной производимой продукции, которая включала в себя разноразмерные номенклатуры. Документ очень сильно нагружал

систему и не позволял легко корректироваться. Ситуацию усложнял регистр накопления, который предназначался для более точного учета ресурсных материалов. Так же, в конфигурации существовала большая уязвимость: при редактировании Маршрутной карты, данные от нее не поступали в документ «Производственная программа», в следствии чего, не изменялся регистр накопления и при завершении операции по Маршрутной карте не учитывались изменения данного объекта. Так же было сложно отследить удаление Производственной программы, на основании которой уже были созданы Маршрутные карты.

В новой редакции 1.3 было принято решение отказаться от лишнего документа, утяжеляющего систему. Структуру заказа на производство теперь планировалось реализовать регистром сведений, где хранилась бы информация о выпускаемой про-

дукции и разузловании ее с проставлением зависимости родителя от ребенка и указанием уровня ребенка по отношению к родителю. Далее хранить не список ресурсов, а ссылки на соответствующие справочники, такие как: «Технологическая карта» и «Спецификация номенклатуры». В одном справочнике хранится информация о технологических операциях, которые необходимы для создания определенной номенклатуры, соответственно в другом хранится информация о выпускаемой номенклатуре, о ресурсах, оснастке, возвратных отходах, с привязкой к операциям.

Таким образом, при переходе со старой редакции на новую возникли сложности при переносе данных. Так как данный переход заключался в рамках одного производства и новая конфигурация очень сильно отличалась от предыдущей версии, было принято решение не использовать обработку обновления системы, а написать правила обмена.

При написании правил обмена благодаря проведению документа «Заказа на производства» автоматически создаются записи в регистр сведений «Структура заказа» [1]. Следующим шагом была

необходимость переноса отчетности о выполненных операциях. Сопоставить документы было нерешаемой задачей, так как в документе источнике факт выполнения операций хранился в табличной части и представлял собой не одну операцию, а имел возможность выполнения операций на нескольких различных рабочих центрах или же выполнение нескольких операций. В новой редакции факт выполнения отмечается для каждой операции и для каждого рабочего центра одним документом.

Для того чтобы заполнить новый объект системы был написан запрос, опирающийся на таблицу измененных Отчетов об исполнении операций. Он выбирал необходимую информацию для заполнения. Данный запрос был вставлен в событие «Перед выгрузкой данных» самой конвертации данных. Так как при сопоставлении 1:1 не удалось бы создать пропорциональное количество нового документа в редакции 1.3 [2].

Каждая строка результата запроса выгружается по правилу конвертации данных (ПКО) и создает документ (см. рис.-1), отвечающий за выполнение операций «Производственная операция» [3].

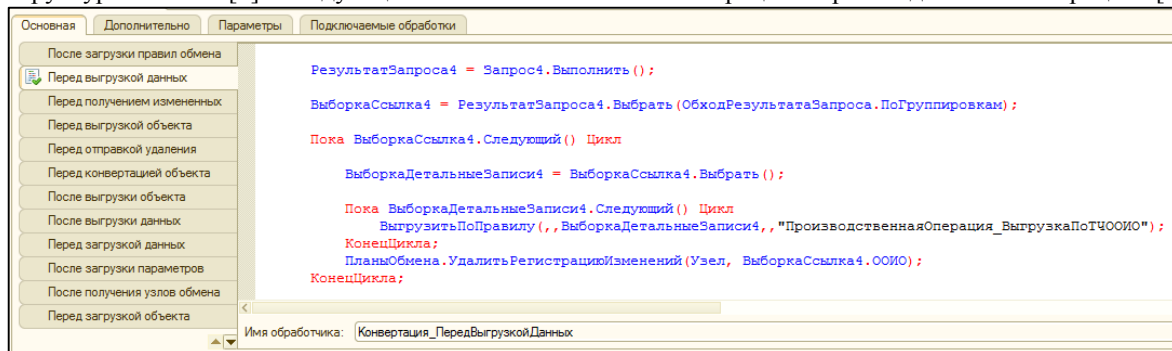


Рисунок 1. Выгрузка по правилу результата запроса документа «Отчет об исполнении операций»

Таким образом, мне удалось передать информацию о фактически выполненных операциях из одной системы в другую с множеством различий в метаданных.

#### Список литературы

1. Обмен данными, механизмы. Источник: [http://v8.1c.ru/overview/Term\\_000000269.htm](http://v8.1c.ru/overview/Term_000000269.htm).

2. Методическая поддержка для разработчиков и администраторов 1С:Предприятия 8. Источник: <https://its.1c.ru/db/metod8dev#browse:13:-1:1989:1997>.

3. Бояркин В. Э., Филатов А.И. 1С:Предприятие 8. Конвертация данных: обмен данными между прикладными решениями. – М.: 1С-Паблишинг, 2008. –С 240.

**Михайлов П.И.**

инженер-конструктор  
АО «КБСМ», Россия, г. Санкт-Петербург

**Пономарева Т.П.**

инженер-конструктор 2 категории,  
АО «КБСМ», Россия, г. Санкт-Петербург

## МАРШЕВАЯ ДВИГАТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА РАЗГОННОГО БЛОКА ГЕОСТАЦИОНАРНОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ

**Mikhailov P.I.**

design engineer  
KBSM JSC, Russia, St. Petersburg

**Ponomareva T.P.**

design engineer 2 categories,  
KBSM JSC, Russia, St. Petersburg

## MARCH ENGINE INSTALLATION OF THE STEERING UNIT OF A GEOSTATIONARY SPACE VEHICLE ON SOLID FUEL

### **Abstract:**

The article deals with the development of a propulsion system for the upper stage of the solid fuel upper stage, which allows to launch the spacecraft into gestational orbit. In the course of the work the calculation of the parameters of the propulsion system at a given mass of the payload of the launch vehicle (spacecraft and upper stage) was carried out, the layout scheme was developed and the thermal calculation of the most heat-intense engine elements was performed.

### **Аннотация:**

В статье рассматривается разработка маршевой двигательной установки разгонного блока на твердом топливе, позволяющей осуществить выведение космического аппарата на геостационарную орбиту. В процессе работы проведен расчет параметров двигательной установки при заданной массе полезной нагрузки ракеты-носителя (космический аппарат и разгонный блок), разработана компоновочная схема и выполнен тепловой расчет наиболее теплонапряженных элементов двигателя.

**Ключевые слова:** разгонный блок, ракетный двигатель на твердом топливе, маршевая двигательная установка, тепловая защита, космический аппарат.

**Key words:** Upper stage, solid fuel rocket engine, marching propulsion system, thermal protection, spacecraft.

### **Введение**

Для выведения космического аппарата (КА) на орбиту функционирования используются разгонные блоки (РБ), позволяющие осуществить межорбитальный перелет КА на рабочую орбиту после отделения от ракеты-носителя (РН), поэтому РБ должен иметь возможность изменять скорость движения КА по средствам использования маршевой двигательной установки (МДУ). В настоящее время существуют:

– Жидкостные двигательные установки (ДУ). Имеют наивысшие удельные характеристики в химическом классе двигателей и применяются для довыведения КА. Примером такого типа МДУ является РБ «Фрегат», входящий в состав РН среднего и тяжелого классов – «Союз», «Зенит», «Протон».

– Твердотопливная ДУ. Применяются в качестве РБ на базе тормозного двигателя 17Д712 «Тор». Может использоваться как в одноступенчатом, так и в многоступенчатом вариантах. Многоступенчатый РБ увеличивает энергетические возможности и расширяет диапазон доступных схем межорбитальных перелетов [1].

– Электрореактивные ДУ. Применение такого типа ДУ позволяет получить высокие значения удельного импульса, но из-за низкой оперативности (т.е. высокого времени работы двигателя), падает значение тяги по величине, поэтому МДУ такого типа применяются в тех случаях, когда отсутствуют ограничения на время выполнения маневра.

В качестве МДУ РБ для выведения геостационарного космического аппарата разработана ДУ на твердом топливе. Данный вид МДУ позволяет обеспечить длительное хранение двигателя в снаряженном виде, а также высокую надежность и простоту конструкции.

### **Разработка конструкции разгонного блока**

При разработке конструктивно-компоновочной схемы (ККСх) РБ необходимо выполнить основные требования:

– массогабаритные и объемные характеристики изделия;

– влияние внешних факторов космического пространства на элементы конструкции, топливо и оборудование на этапе выведения и эксплуатации;

– особенности взаимного расположения и конструктивные исполнения полезной нагрузки,

элементов конструкции двигателей, узлов соединения элементов и агрегатов.

Использование РБ на твердом топливе влечет за собой необходимость применения двух двигателей, так как маневр на геостационарную орбиту предполагает двухимпульсный перелет. Для получения ККСх, максимально удовлетворяющей изложенным требованиям, используется компоновки следующего типа:

– двигатель для первого импульса с цилиндрической камерой сгорания (КС);

– двигатель для второго импульса с кольцевой камерой сгорания.

ККСх МДУ представлена на рисунке 1. Двигатель для первого импульса (3) располагается в кольцевом зазоре второго двигателя (4). Крепление МДУ к специальной ферменной конструкции осуществляется с помощью болтового соединения через специальные проушины, расположенные на корпусе КС, а крепление РБ к КА производится к ферменной конструкции (2) по средствам болтового соединения.

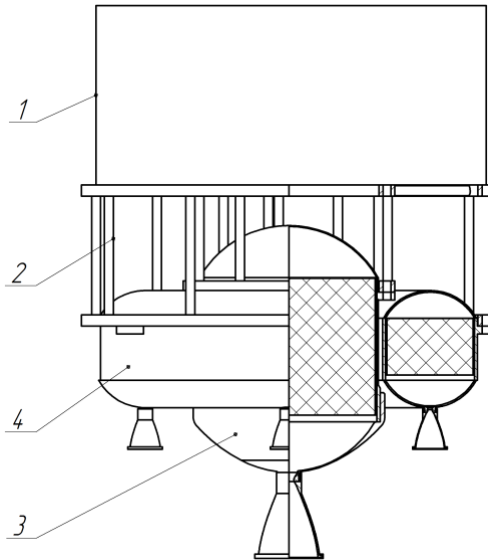


Рисунок 1 – Конструктивно-компоновочная схема разгонного блока: 1 – полезная нагрузка, 2 – ферменный отсек, 3 – двигатель для первого импульса, 4 – двигатель для второго импульса

Такой вид ККСх позволяет получить РБ с минимальным объемом, что позволяет сделать конструкцию более компактной и удовлетворить требованиям по объемным характеристикам изделия.

#### Характеристики маршевой двигательной установки

Расчет характеристик двигателя проводится на основе характеристик продуктов сгорания, зависящие от типа топлива, давления и коэффициента избытка окислителя.

Таблица 1

#### Исходные данные

Масса ПН (РБ+КА), т	7
Давление в камере сгорания, МПа	10
Геометрическая степень расширения сопла	100
Величина потерь удельного импульса	0,9

В качестве рабочего тела выступает смесевое топливо (ТРТ №3) с характеристиками, представленными в таблице 2 [2].

Таблица 2

#### Характеристики топлива

Характерный параметр	Обозначение	Вид топлива
		ТРТ №3
Показатель адиабаты	$k$	1,18
Температура продуктов сгорания, К	$T_o$	3300
Закон скорости горения $u_T = u_1 \cdot p_o^v$ , м/с	$u_1$	$1,43 \cdot 10^{-3}$
	$v$	0,125
Пороговая скорость газового потока	$u^*$	130
Температурный коэффициент скорости горения, К	$B_T$	400
Плотность топлива, кг/м <sup>3</sup>	$\rho$	1800

Определение характеристик МДУ производится на основе соотношений [3]:

$$u_a = \sqrt{\frac{2 \cdot k}{k-1} \cdot R_\Gamma \cdot T_0 \cdot \left[ 1 - \left( \frac{1}{\varepsilon_c} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]}$$

$$J_{y\partial} = u_a + \frac{\sqrt{R_\Gamma \cdot T_0}}{a_k} \cdot n_c \cdot \left( \frac{1}{\varepsilon_c} - \frac{p_n}{p_a} \right)$$

$$J_{y\partial, \text{реал}} = J_{y\partial} \cdot \varphi_\Sigma$$

$$J_\Pi = M_0 \cdot J_{y\partial, \text{реал}} \cdot \left( 1 - \exp\left( -\frac{\square V_\Sigma}{J_{y\partial, \text{реал}}} \right) \right)$$

$$m_T = \frac{J_\Pi}{J_{y\partial, \text{реал}}}$$

$$P = M_0 \cdot n_{x0} \cdot g_0$$

$$\dot{m} = \frac{a_k \cdot p_0 \cdot F_{кр}}{\sqrt{R_\Gamma \cdot T_0}}$$

$$t_p = \frac{J_\Pi}{P}$$

$$n_c = \frac{F_a}{F_{кр}}$$

$$\varepsilon_c = \frac{p_0}{p_a}$$

где  $u_a$  – скорость продуктов сгорания на срезе сопла,

$F_{кр}$  и  $F_a$  – площадь критического и выходного сечения сопла,

$p_0$  и  $p_a$  – давление в камере сгорания и на срезе сопла,

$p_n$  – давление окружающей среды,

$\varepsilon_c$  – степень расширения сопла по давлению,

$n_c$  – геометрическая степень расширения сопла.

Результаты определения характеристик МДУ представлены в таблице 3.

Таблица 3

Характеристики двигателя

Характерный параметр	Обозначение	Вид топлива
		ТРТ №3
Показатель $a_k$	–	0,65
Степень расширения сопла по давлению	$\varepsilon_c$	376,50
Скорость продуктов сгорания, м/с	$u_a$	2970,00
Удельный импульс, м/с	$J_{y\partial}$	3128,00
Реальный удельный импульс, м/с	$J_{y\partial, \text{реал}}$	2940,00
Полный удельный импульс, МН·с	$J_{\Pi-1}$	11,77
	$J_{\Pi-2}$	4,85
Масса топлива, кг	$m_{T-1}$	2996,00
	$m_{T-2}$	1650,00
Тяга двигателя, Н	$P$	104 060,00
Секундно-массовый расход топлива, кг/с	$\dot{m}$	35,00
Время работы двигателя, с	$t_{p-1}$	113
	$t_{p-2}$	47

Для МДУ используются торцевые заряды, поскольку данный вид заряда обеспечивает максимальное заполнение КС и постоянство поверхности горения во времени, а также он технологичен в изготовлении [4].

Для определения геометрических размеров заряда (ГРЗ) проведен баллистический расчет, в результате которого решается система уравнений, описывающая связь выходных параметров двигателя (время работы, масса топлива, условие безэрозионного горения, плотность упаковки для составных зарядов) с геометрическими размерами. Уравнения, описывающие указанную взаимосвязь для торцевого заряда, будут иметь следующий вид:

$$\begin{cases} e_1 = L \\ \frac{\pi}{4} \cdot L \cdot D^2 = \frac{m_T}{\rho_T} \end{cases}$$

где  $e_1$  – полная толщина свода горения заряда,

$L$  – длина заряда,

$D$  – диаметр заряда,

$m_T$  – масса топлива,

$\rho_T$  – плотность топлива.

Обеспечение постоянства поверхности горения топлива происходит за счет нанесения бронирующего покрытия на поверхность топлива, которое позволяет свести к минимуму нагрев поверхности заряда и дальнейшее его загорание. Толщина бронирующего покрытия является функцией от времени работы двигателя. Результаты баллистического расчета топлива представлены в таблице 4.

Результаты баллистического расчета топлива

Характерный параметр	Обозначение	Двигатель	
		1 импульс	2 импульс
Диаметр заряда, мм	$D$	1528	1528
Длина заряда, мм	$L$	1213	500
Диаметр камеры сгорания, мм	$D_k$	1599	1749
			3410
Толщина бронирующего слоя, мм	$\delta_{бр}$	5	3

**Выбор теплозащитного покрытия для элементов конструкции. Оценка необходимой толщины теплозащитного покрытия.**

Выбор теплозащитного покрытия (ТЗП), а также оценка параметров ТЗП будет произведен для двигателя с цилиндрической камерой сгорания. На основании анализа характеристик двигателя (см. таблицу 1), можно сделать вывод о том, что эле-

менты конструкции будут работать в условиях высоких тепловых потоков из-за длительной работы двигателя. Таким образом, в качестве защитного материала принято использовать уносимые коксующиеся ТЗП.

ТЗП сопла, соплового днища и нижнего днища (в районе воспламенительного устройства) будет иметь следующие характеристики, представленные в таблице 5 [2].

Таблица 5

Характеристики теплозащитного покрытия

Характерный параметр	Обозначение	Значение параметра
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	$\rho_{ТЗП}$	1550
Температура поверхности, К	$T_{нов}$	2200
Эффективная энтальпия, Дж/кг	$H_{эф}$	$11,5 \cdot 10^6$

Для получения расчетных характеристик двигателя необходимо постоянство площади критического сечения, поэтому в период работы двигателя критическое сечение не должно иметь сильного разгара, либо иметь минимальное изменение площади критического сечения во времени в результате воздействия продуктов сгорания. Для этого горловину сопла необходимо защищать термостойкими вкладышами.

В настоящее время сопловые вкладыши изготавливают из металлов с высокими теплоемкостью и температурой нагрева, а также применяют однослойные и многослойные эрозионно стойкие вкладыши. Для защиты горловины сопла двигателя с цилиндрической камерой сгорания применим многослойный сопловой вкладыш, т.к. альтернативные конструктивные исполнения вкладышей будут иметь большую массу или большой разгар критического сечения.

Конструктивно многослойный сопловой вкладыш состоит из слоя облицовки из вольфрамового сплава, защищающей графитовый вкладыш. Облицовка позволяет изолировать вкладыш от прямого воздействия продуктов сгорания, что исключает его унос. На границе вкладыш-стенка размещают термостойкую теплоизоляцию. Слой теплоизоляции снижает температуру, что позволяет уменьшить толщину вкладыша.

Определение толщины ТЗП осуществляется в предположении, что конвективный и лучистый тепловые потоки не зависимы, а также ввиду малой скорости газа в районе нижнего днища, толщину ТЗП для него примем такую же как и для соплового днища.

Плотность конвективного теплообмена в соответствии с законом Ньютона пропорциональна разности температур между стенкой и газом [5].

$$q_K = \alpha_K \cdot (T_g - T_{cm}),$$

где  $\alpha_K$  – коэффициент теплоотдачи,

$T_g$  – температура газа,

$T_{cm}$  – температура стенки.

Лучистая составляющая определяется по следующей зависимости:

$$q_{луч} = \varepsilon_{эф} \cdot \sigma \cdot (T_g^4 - T_{cm}^4),$$

где  $\varepsilon_{эф}$  – эффективная степень черноты,

$\sigma$  – постоянная Стефана-Больцмана.

Так как температуры газа и стенки известны, следовательно, для нахождения толщины ТЗП необходимо определить коэффициент теплоотдачи, определяющееся на основе критериального уравнения следующего вида:

$$\alpha_K = c_2 \cdot (\rho u)_2 \cdot A \cdot Re^{-m} \cdot Pr^{-n}$$

где  $(\rho u)_2$  – массовая скорость потока газа,

$c_2$  – удельная теплоемкость газа,

$\mu_2$  – динамическая вязкость газа,

$\lambda_2$  – теплопроводность газа,

$Re$  – критерий Рейнольдса,

$Pr$  – критерий Прандтля,

$\chi$  – характерный размер,

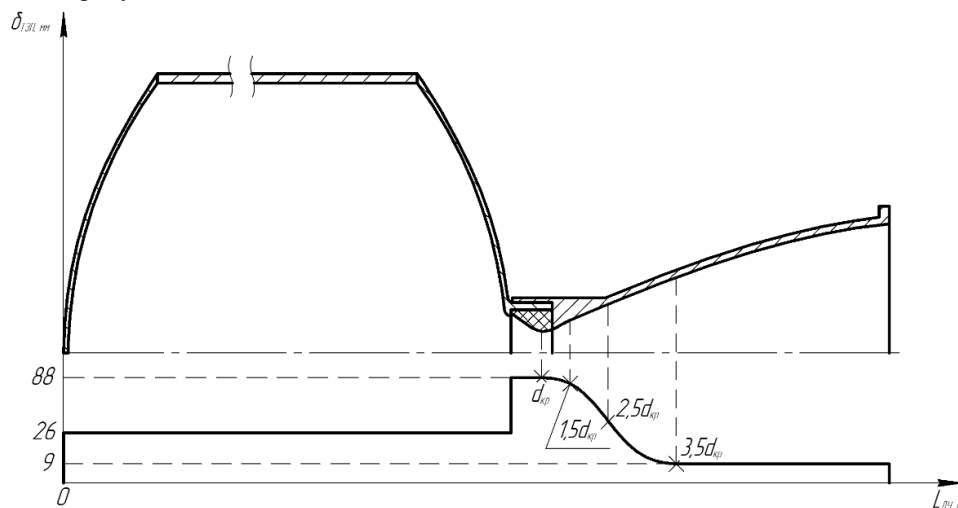
$A, m, n$  – постоянные в критериальном уравнении, зависящие от характера взаимодействия газа и стенки и от режима течения потока газа.

В соответствии с методикой, представленной в источнике [2], определяется коэффициент теплоотдачи, позволяющий найти минимальное значение толщины ТЗП для указанных элементов конструкции двигателя. Результаты теплового проектирования двигателя представлены в таблице 6.

## Результаты теплового проектирования

Конструктивный элемент	Толщина ТЗП, мм
Камера сгорания	26
Сопловое и нижнее днище	26
В районе горловины сопла	44
В районе среза сопла	9
Сопловой вкладыш	83
Облицовка соплового вкладыша	2,5
Теплоизоляция	2,5

Изменение толщины ТЗП по длине двигателя представлено на рисунке 2.



Рисонок 2 – Изменение толщины ТЗП по длине двигателя

### Заключение

В результате разработки МДУ РБ на твердом топливе, позволяющей осуществить выведение КА на геостационарную орбиту, получены основные проектные параметры ДУ, взаимное расположение двигателей внутри РБ, а также решена тепловая задача по обеспечению защиты двигателя от прогрева и прогорания в наиболее теплонапряженных элементах.

### Использованные источники:

1. Зеленцов, В.В. Конструктивно-компоновочные схемы разгонных блоков: учебное пособие / В.В. Зеленцов, Г.А. Щеглов. – Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. – 139, [1] с.: ил.

2. Белов, В.П. Тепловое проектирование ракетных двигателей: практическое пособие к выполнению домашнего задания / В.П. Белов; Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2016. – 43 с.

3. Белов, В.П. Расчет параметров и характеристик ракетных двигателей: практическое пособие / В.П. Белов; Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2013. – 47 с.

4. Фахрутдинов И.Х. Ракетные двигатели твердого топлива. – М.: Машиностроение, 1981. – 223 с.

5. Исаченко В.П. и др. Теплопередача. Учебник для вузов, Изд. 3-е, перераб. и доп. М., «Энергия», 1975 г.

**Немахов И.В.**

студент магистратуры

1 курс, факультет «Инженерно-строительный»

Липецкий государственный технический университет

Россия, г. Липецк

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНВЕРТОРНЫХ ШЛАКОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ВЫСОКОПРОЧНЫХ БЕТОНОВ****Nemakhov I.V.**

graduate student

1 year, faculty of "Civil Engineering"

Lipetsk State Technical University

Russia, Lipetsk

**USE OF CONVERTER SLAGS IN THE PRODUCTION OF HIGH STRENGTH CONCRETE****Abstract.**

The article describes the possibility of using converter slag as a secondary raw material for the production of high-strength concrete construction industry. It also considers the analysis of issues related to the disposal of converter slags. The development of highly efficient resource-saving technologies provides for not only the economically justified completeness of the extraction of the main and associated elements, but also the processing and use of technogenic raw materials - slag from metallurgical production

**Аннотация.**

В статье описываются возможности использования конверторных шлаков в качестве вторичного сырья для производства высокопрочных бетонов строительной индустрии. А также рассматривается анализ проблемных вопросов, связанных с утилизацией конверторных шлаков. Разработка высокоэффективных ресурсосберегающих технологий предусматривает не только экономически оправданную полноту извлечения основных и сопутствующих элементов, но также переработку и использование техногенного сырья – шлаков металлургического производства

**Ключевые слов:** конверторные шлаки, высокопрочный бетон, техногенное сырье, доменные шлаки, отходы промышленности.

**Keywords:** converter slags, high-strength concrete, technogenic raw materials, blast-furnace slags, industrial waste

На современном этапе в технологии бетона произошли существенные изменения, которые позволили конструировать составы высокотехнологичных бетонов специального назначения, к которым в первую очередь можно отнести особо тяжелые бетоны. Традиционно эти бетоны на основе полномасштабных исследований применяют в специальных сооружениях для защиты от радиоактивных воздействий - ядерных реакторах, атомных электростанциях, рентгенокабинетах и в конструкциях для хранения и утилизации радиоактивных материалов.

В результате настоящих исследований установлено, что высокопрочные особо тяжелые бетоны могут найти широкое применение в следующих областях строительства. Во-первых, в производстве дорожных материалов. Во-вторых, высокая потребность в качественных массивных фундаментах, известна каждому строителю. Кроме того, отсутствуют отечественные разработки особо тяжелых бетонов на местном и техногенном сырье для изготовления противовесов грузоподъемной и бытовой техники, передвижных столбиков-ограничителей парковки автомобилей, ограждений опасной зоны проведения строительно-монтажных работ.

Кроме того, известно, что Япония - высокоразвитая, но небольшая по территории страна, каждый год отвоевывает примерно по 5010 км<sup>2</sup> у океана. С этой целью морское дно устилается железобетонными блоками. Казалось бы, Россия – большая страна и у нас такой необходимости нет. Но добраться от Туапсе до Сочи железнодорожным транспортом до недавнего времени можно было только по одной ветке железной дороги. Сейчас почти закончили вторую. Эта железнодорожная ветвь опирается на колонны, стоящие непосредственно в воде, в море. И есть государственный план по отвоевыванию прибрежной полосы шириной приблизительно 30 - 40 м почти на всем протяжении побережья. И особо тяжелый бетон идеально подходил бы для этих целей. Это направление планировалось реализовать до Олимпиады в 2014 году, но в настоящее время отложено на более длительный срок.

Низкая степень переработки и использования шлаков конвертерного производства стали по стране составляет менее 40 %. Это положение сложилось прежде всего из-за комплекса специфических нестабильных свойств, не удовлетворяющих существующим требованиям к традиционному сырью[1]. Такие шлаки из-за короткого интервала температур нарастания вязкости не рационально

перерабатывать в огненно-жидком состоянии. Они содержат металлические включения, обладают высокой абразивностью, интенсивно изнашивают оборудование. При длительном хранении могут схватываться в прочные композиты или разрушаться за счет процессов распада.

Эти особенности конвертерных шлаков необходимо эффективно использовать при производстве особо тяжелых видов бетона, где необходима высокая плотность и большой вес конструкции. Крупными заполнителями в особо тяжелых бетонах служат магнетит, гематит, барит, металлический скрап, обрезки железа и т. п. В качестве песка используют дробленый бурый железняк, кварцитовые «хвосты», «чугунную дробь» и другие. Такие заполнители являются дефицитным сырьем, что приводит к увеличению стоимости продукции.

Было установлено, что увеличение твердости контактного слоя цемент-шлаковый заполнитель не связано с изменением химического состава материала, а зависит от адгезионных процессов формирования каркасной структуры.

Установлена зависимость между прочностью и средней плотностью тяжелого бетона от количества наполнения конвертерного шлака. Определено, что эффективность гранулометрических составов конвертерных шлаков зависит от формы зерен, позволяющей создать плотную упаковку из частиц максимальной фракции заполнителя.

Были получены составы тяжелого бетона на конвертерных шлаках с прерывистым гранулометрическим составом, прочность при сжатии которого почти на 30 % больше, чем с непрерывной гранулометрией при сниженном расходе цемента.

Доказано, что свойства бетона в значительной степени зависят от коэффициента раздвижки зерен

шлака, а также от толщины раздвижки зерен заполнителя матричным материалом.

Были изучены составы тяжелых бетонов с «плавающим» заполнителем в порфировой структуре бетона, так и при высокоплотной упаковке зерен конвертерных шлаков[2].

При небольших объемных долях конвертерных шлаков в цементной матрице до 20 % плотный минеральный каркас из частиц заполнителя не формируется, при этом крупные зерна шлака играют роль пустообразователя, что отрицательно влияет на механические свойства бетонов. С увеличением количества фракционированных конвертерных шлаков создается контактная структура зерен крупного заполнителя, приводящая к значительному росту прочности бетона[3]

#### **Использованные источники:**

1. Романов П.С., Романова И.П. Рециклинг отходов металлургической промышленности как способ сбережения природных ресурсов и снижения экологической напряженности // Синергия. 2016. № 2. С. 94-99.

2. Гончарова М.А., Копейкин А.В., Крохотин В.В. Оптимизация методики определения минералогического состава конвертерных шлаков // Строительные материалы. 2015. № 1. С. 64-67.

3. Гончарова М.А. Структурообразование и технология композитов общестроительного и специального назначения на основе малоиспользуемых отходов металлургии // диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / ГОУВПО "Воронежский государственный архитектурно-строительный университет". Воронеж, 2012. 341 с

УДК 528

*Глатко Ярослав Сергеевич,  
НИТУ «МИСиС»  
Россия, г. Москва*

## **ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАРКШЕЙДЕРИИ**

*Glatko Yaroslav Sergeevich,  
NITU "MISiS"  
117312 Russia, Moscow*

## **INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN SURVEYING**

### **Аннотация.**

*В данной статье рассмотрены основные инновационные проекты, внедряемые в маркшейдерское дело. Инновации в современной маркшейдерии занимают главное место, так как обеспечение удобства и точности измерений позволяет обеспечить наиболее качественную деятельность в маркшейдерском деле. Рассмотренные инновационные направления заключаются во внедрении лазерных и электронных тахеометров при съемке положения горных работ; в применении приборов нового поколения с адаптацией глобальных спутниковых систем (далее - GPS) на горных предприятиях (приведен сравнительный анализ линейных и GPS приборов); во внедрении инновационных технологий лазерного сканирования, которые основаны на применении 3D сканеров для пространственных моделей снимаемого объекта; во внедрении геотехнологического информационно-моделирующего комплекса (далее - ГТИМК), который предназначен для эффективной разработки месторождений урана способом сернокислотного подзем-*

ного выщелачивания (далее - ПВ). В заключение статьи сделаны выводы по рассмотренным инновационным технологиям, применяемым в маркшейдерском деле, а также предложены основные пути развития данной сферы.

**Abstract.**

*This article describes the main innovative projects implemented in surveying. Innovations in modern surveying to be the primary focus as providing comfort and precision of measurement allows to ensure the high quality work in surveying. The considered innovative directions consist in the introduction of laser and electronic total stations when shooting the position of mining operations; in the application of devices of new generation with adaptation to global satellite system (hereinafter - GPS) in mining enterprises (a comparative analysis of linear and GPS devices); the introduction of innovative technologies of laser scanning, which is based on the use of 3D scanners for spatial models of the subject; in the introduction of geotechnological informational simulation complex (hereinafter, GTIMS), which is designed for the efficient development of uranium deposits by way of the sulfuric acid leaching (hereinafter - PV). In conclusion, the article draws conclusions on the considered innovative technologies used in surveying, as well as the main ways of development of this sphere.*

**Ключевые слова:** 3D-сканеры, GPS приборы, горные предприятия, горные работы, ГТИМК, инновации, маркшейдерия, приоритеты развития маркшейдерского дела, технологии лазерного сканирования.

**Key words:** innovation, development priorities surveying, GPS devices, GTMK, technology, laser scanning, 3D scanners, surveying, mountains-wide work of mining enterprises.

Маркшейдерия, как отрасль горного дела, является одной из служб горного предприятия, в задачу которой входят [2]:

- геометризация свойств, структуры и качества ПИ, расчет его запасов и учет движения запасов в ходе разработки;

- формирование топографической и геодезической основы на руднике, обеспечение подземных и наземных съемок, которые связаны с разработкой и разведкой месторождения ПИ;

- выполнение работ, которые связаны с охраной сооружений и прочих объектов от вредного воздействия сдвижения земной поверхности и горных пород при горных разработках;

- разрешение разных технических инженерных задач, которые возникают при строительстве и проектировании горного предприятия, а также в ходе разработки месторождения.

Маркшейдерское дело является специальным разделом горной науки, изучающей методы и способы производства съемок горных выработок шахт и карьеров с целью составления планов горных работ, а также специальных съемок и работ для решения различных инженерно-технических задач, возникающих при разведке месторождения, строительстве горного предприятия и разработке полезного ископаемого.

Современная маркшейдерия, должна отвечать наивысшим требованиям в сфере оснащенности. Маркшейдерской службе необходимо иметь новые высокопроизводительные и точные приборы, например: глобальные спутниковые приемники, безотражательные и электронно-лазерные тахеометры, программные продукты и геоинформационные системы, сканирующие 3D-системы и геотомаграфы, а также системы управления и контроля за состоянием горного массива. Маркшейдерия на горных предприятиях должна разрешать разные задачи, которые связаны с производством геодезических съёмок на поверхности земли в горных выработках с изображением на планах горных разрезах, работ и прочих электронных и графических мате-

риалов; изучением вида залегания полезных ископаемых (далее – ПИ) и распределением качественных и количественных его характеристик; планированием совершенствования горных работ как на проектную, так и на ближайшую перспективу; заданием направлений горных выработок и контролирование точности их проведения; контролем полноты выемки ПИ из недр, а также с анализом и учетом движения запасов.

В современной маркшейдерии существуют следующие инновационные направления:

1. Активное введение лазерных и электронных тахеометров при задании и съемке положения горных работ как на подземных, так и на открытых разработках, повышающие качество и производительность съемочных работ, их оперативность и открывают возможность автоматизировать ход обработки информации для получения итогов в цифровом варианте.

Инструментальные погрешности лазерной техники характерны для маркшейдерских геодезических приборов всех видов. К ним можно отнести погрешности, которые вызваны деятельностью механических и оптических узлов и пр. Также для лазерных приборов характерны и специфичные погрешности, которые связаны с деятельностью излучателей оптических систем [8].

Погрешности лазерных измерений, которые вызваны воздействием внешней среды в подземных горных выработках, делятся на погрешности вследствие влияния проявлений капеза, запыленности горных выработок и атмосферной рефракции. Хотя некоторые из таких источников погрешности считаются объектами исследований уже большой период времени, до сих пор не существует рекомендаций по учету их воздействия при маркшейдерских замерах, особенно при производстве высокоточного нивелирования лазерными приборами.

Ход разработки месторождений ПИ подземным методом требует и обязательной организации постоянных инструментальных наблюдений за состоянием горных выработок и земной поверхности,

как одного из главных компонентов геомеханического контроля. Данное требование логически встраивается в общую концепцию обеспечения безопасности при горных работах.

В последнее время активное введение в опыт геодезических маркшейдерских работ спутниковых приборов и электронных тахеометров открывает возможность не только находить параметры сдвига массива горных пород точно и быстро, но обеспечивать постоянное наблюдение за переменной таких параметров во времени.

2. Создание электронных роботизированных тахеометров, которые совмещены с GPS-измерениями, дает возможность формировать на открытых разработках автоматизированные системы наблюдений за горным массивом.

Геодезические наблюдения производились в два цикла (осенний и весенний периоды), иногда по прогнозу производственников производились дополнительные измерения. Результаты обработки повторных наблюдений свидетельствуют [1]:

- о непрерывности процессов деформации земной поверхности, причем деформация весьма неравномерна во времени и пространстве (оседания имеют положительные и отрицательные знаки);

- о максимальных скоростях деформирования, отмечавшихся в 2005-2008 гг., приуроченных к зонам разломов.

При геодезических измерениях лазерными и спутниковыми тахеометрами, были произведены наблюдения. Стоит отметить, что были использованы тахеометры Leica T5120 и T2110, а итоги определения оседаний реперов сравнивались с итогами повторного наблюдения [7]. Обработка данных наблюдений осуществлялась программным обеспечением, которое входит в состав спутниковых тахеометров, в итоге которой были получены высотные отметки и плановые координаты всех пунктов сети (Табл.).

Таблица

**Сравнительный анализ спутниковых и линейных измерений**  
**Table. Comparative analysis of satellite and linear measurements**

От пункта	До пункта	S-GPS (сетевая схема)	NS 1201	dS	Относительная погрешность
1	2	2359,266	2359,265	0,001	1/1947000
2	4	2606,720	2606,714	0,006	1/429000
2	3	1220,430	1220,428	0,002	1/663000
1	4	2276,461	2276,465	-0,004	1/625000
1	3	2840,789	2840,796	-0,007	1/386000
4	3	1962,898	1962,896	0,002	1/1002000
Среднеквадратическая погрешность				0,005	

Для изучения точности измерений, которые выполнены GPS-приемниками, были сделаны замеры основной спутниковой сети электронным тахеометром TS1201. Схема контрольной сети – это четырехугольник с замерами всех расстояний и углов. В схему входят рабочий пункт GPS-сети – 4 и опорные пункты – 1,2,3. Максимальное расстояние в треугольнике между пунктами 3 и 1 = 2,9 км. Минимальное расстояние между пунктами 3 и 2 = 1,2 км [3].

Таким образом, анализ исполненных измерений (см. табл. 1) доказывает, что точность измерений электронным тахеометром почти полностью совпадает с GPS измерениями.

3. Адаптация GPS, позволяющих с большой точностью определять координаты точек на поверхности земли. Полученные цифровые данные о положении свойственных точек снимаемого объекта или земной поверхности являются основанием формирования электронных карт и планов. Активное внедрение глобальных спутниковых технологий осуществляется на открытых разработках при выносе проектной информации в натуру, при съемке положения забоев, съемке рудных складов, задании и контроле положения взрывааемых скважин и получении топографии разных участков земной поверхности.

4. Внедрение технологии лазерного сканирования, которая основана на применении 3D сканеров для пространственных моделей объекта. Плотность сканирования точек напрямую зависит от расстояния и может достигнуть 10-тых долей мм. Для обеспечения работ нужна только прямая видимость сканируемой поверхности. В ходе обработки результатов измерений получают 3D модель.

3D модель карьера дает возможность разрешать задачи [6]:

- анализировать структуру прибортового массива для получения компонентов залегания слоев, трещин и нарушений;

- измерять объемы вскрыши и добычи ПИ в ходе обеспечения горных работ;

- вести наблюдение за изменением прибортовых массивов способом сравнения цифровых моделей массивов во времени для нахождения величин смещений.

Богатые возможности применения данной технологии открываются в шахтах для получения цифровых моделей горных выработок и исполнения основных маркшейдерских съемок: съемка недоступных полостей забоев, ориентировка шахты, учет разубоживания и потерь ПИ, определение объемов извлеченной горной массы.

5. Внедрение ГТИМК, который предназначен для эффективности разработки месторождений

урана способом серноокислотного ПВ. Данный комплекс открывает возможность формировать цифровую модель технологического блока и производить моделирование его разработки. Геотехнологический информационно-моделирующий комплекс помогает разрешать такие задачи, как [4]:

- оценка изменения состояния подземных вод и продуктивного горизонта в ходе разработки блока;
- оценка запасов урана в продуктивном горизонте;
- сравнение разных вариантов разработки блока и их прогнозирование;
- определения технологических показателей разработки и т.д.

ГТИМК включает в себя геотехнологическую информационную и моделирующую системы. Геотехнологическая информационная система позволяет вводить, редактировать, экстраполировать и представлять с привязкой к карте местности полный набор исходных данных, необходимых для моделирования изменения состояния продуктивного горизонта в процессе ПВ. Она состоит из четырех функциональных блоков, описывающих геологиче-

ские, гидрогеологические, минералого-геохимические параметры продуктивного горизонта и технологические характеристики эксплуатационных скважин.

Геологический блок включает в себя привязанные к карте местности информацию о геометрии участка водоносного пласта, где находится рудное тело (мощность продуктивного горизонта, глубина залегания, расположение рудного тела и пр.). Гидрогеологический блок содержит информацию о распределении фильтрационных параметров продуктивного горизонта, а также прочую информацию, которая нужна для описания фильтрации жидкости в пористой среде. Минералого-геохимический блок содержит информацию о первичном распределении минералов в продуктивном горизонте и компонентов, которые растворены в пластовых водах. Также в него входят параметры равновесия и кинетические коэффициенты, которые описывают химические и физические процессы, которые происходят в системе. Технологический блок содержит информацию об интервале и положении вскрытия скважин, режимах их работы, а также составах закачиваемых растворов (Рис. 1).

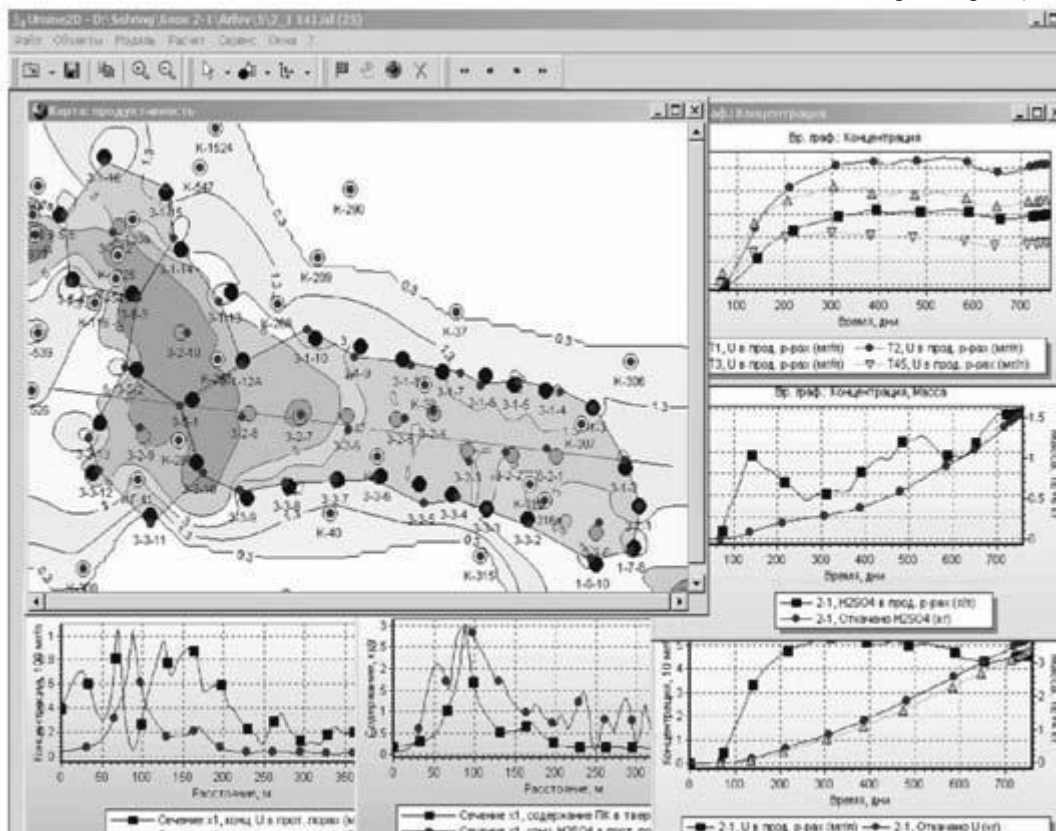


Рис. 1. Главное окно приложения  
Fig 1. Main application window

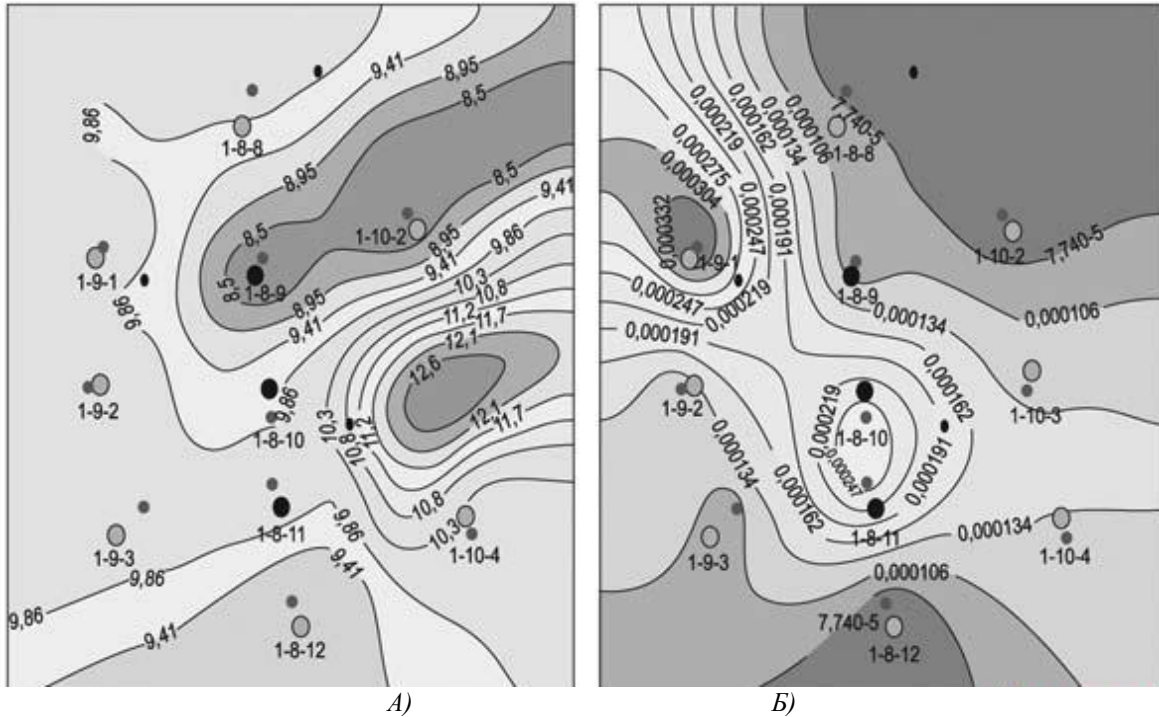
Моделирующая система основана на единой математической модели многофункциональной фильтрации и состоит из 2-х блоков, которые описывают химические и гидродинамические процессы. В гидродинамический блок входит расчет фильтрационных потоков и распределения давления вблизи жесткого режима фильтрации. Гидродинамические расчеты обеспечиваются с учетом

режимов работы технологических скважин, гидродинамической дисперсии, неоднородности фильтрационных параметров регионального потока подземных вод и продуктивного горизонта. В химический блок входят расчеты комплексообразования, осаждения-растворения минералов, выпадения гипса и десорбции-сорбции. При расчетах учитываются также [5]:

- кинетика взаимодействия выщелачивающего раствора с разными минералами;
- неоднородность минералогического строения породы;
- неоднородность состава подземных вод;
- переменный состав растворов, которые закачиваются в продуктивный горизонт.

Цифровая модель блока включает в себе цифровую модель продуктивного горизонта и цифровые модели логических и технологических объектов блока. К технологическим объектам блока

можно отнести технологические и наблюдательные скважины, к логическим объектам относятся сам блок и технологические ячейки. Цифровая модель продуктивного горизонта включает в себе распределения физических величин, которые определяют минералогические, фильтрационные и литологические параметры продуктивного горизонта в блоке, а также его окрестности (Рис. 2).



В заключение стоит отметить, что приоритетами маркшейдерии в настоящее время должны быть такие направления:

- разработка актуальной нормативно-правовой базы работы маркшейдерской службы горных предприятий (инструкции по производству маркшейдерских работ и положение о маркшейдерской службе);

- внедрение в маркшейдерии инновационных технологий (ГИС для обработки итогов измерений, современного оборудования и приборов, управления качеством ПИ и планирования горных работ);

- изучение геомеханических явлений, которые происходят при разработке месторождений МИ и составление инструкции по обеспечению устойчивости карьерных откосов.

Таким образом, все приведенные инновационные технологии в маркшейдерии обуславливают необходимость последующего внедрения их на горнодобывающие предприятия, таким образом, они помогут разрешить производственные задачи на современном уровне.

#### Список литературы

1. Жиганов А.Н, Носков М.Д., Истомина А.Д., Кеслер А.Г., Невзорова Н.С. Геотехнологический информационно-моделирующий комплекс для оптимизации процесса подземного выщелачивания

урана. Известия Томского политехнического университета. 2017, №3, т.308, с.78-83.

2. Ильичев А.Н. Пахмутов Л.П. Высшая геодезия, учебник для спец. 0901 «Маркшейдерское дело». – М.: МГИ, 2013 – 157 с.

3. Макаров Н.П. Геодезическая гравиметрия. – М.: Недра, 2018 – 78 с.

4. Нурпеисова М.Б., Касымханова Х.М., Кыргызбаева Г.М. Применение спутниковых технологий при маркшейдерских наблюдениях за процессом сдвижения, Горный журнал Казахстана, 2016, №5. с.8-10.

5. Нурпеисова М.Б., Менайков К.Т. Наблюдение за устойчивостью бортов карьеров // Геодезия. Картография. Геоинформационные системы. 2014, №4. Алматы. с.8-10.

6. Нурпеисова М.Б., Менайков К.Т. Использование лазерных приборов в маркшейдерских работах, Горный журнал Казахстана, 2018, №6, с.23-26.

7. Перельман А.И. Геохимия эпигенетических процессов. М.: Недра, 2015. – 272 с.

8. Кошклда К.Н., Пименов М.К., Атакулов Т. и др. Пути интенсификации подземного выщелачивания. М.: Энергоатомиздат, 2018. – 224 с.

УДК 004

*Григорьев Дмитрий Алексеевич*  
студент 1 курса, факультет управления  
ФГБОУ ВО МАДИ

*Чижикова Дарья Андреевна*  
студент 1 курса, факультет управления  
ФГБОУ ВО МАДИ

## ЭЛЕКТРОБУС ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ, ЗНАЧИМОСТИ НОВОГО ВИДА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

*Grigoryev Dmitry Alekseevich*  
1st year student, Faculty of Management  
FSBEU IN MADI

*Chizhikova Daria Andreevna*  
1st year student, Faculty of Management  
FSBEU IN MADI

## ELECTRIC BUS ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS, SIGNIFICANCE OF A NEW TYPE OF ROLLING STOCK

#### Аннотация.

*В современном мире с высокой интенсивностью и скоростью идет развитие электрического транспорта. Механические средства, работающие на бензиновом топливе, становятся менее популярными и не практичными, относительно автомобилей, которые, в свою очередь, работают на электрической энергии. Основным направлением, которое занимается разработкой электрического транспорта, являются работы над созданием полноценного, практичного и надежного электрического автобуса, который способен перевозить не один десяток людей за одну поездку. Данный вид транспорта достаточно эффективен, полезен и практически не опасен для окружающей среды относительно автомобилей, работа которых основана на сжигании топлива.*

#### Abstract.

*In the modern world with high intensity and speed is the development of electric transport. Mechanical tools operating on gasoline fuel are becoming less popular and not practical, relative to cars, which, in turn, run on electric energy. The main direction, which is engaged in the development of electric transport, is the work on the creation of a full-fledged, practical and reliable electric bus, which can carry more than a dozen people in one*

trip. This type of transport is quite effective, useful and practically not dangerous for the environment with respect to cars, whose work is based on fuel combustion.

**Ключевые слова.** Электрический автобус, электричество, энергия, топливо, эффективность, практичность, транспорт, бензин.

**Keywords.** Electric bus, electricity, energy, fuel, efficiency, practicality, transportation, gasoline.

Сразу же после создания первого в своем роде, электрического автотранспорта в девятнадцатом веке, а также второй волны популярности в 70-х годах двадцатого века электрические автобусы снова стали использоваться на улицах городов. В данной статье будет рассмотрено то, что смогло оказать влияние на развитие технологий, от создания компактных аккумуляторов до полного совершенствования зарядной инфраструктуры, а также эффективность и значимость нового подвижного состава.

Электромобили зародились еще ранее машин с двигателем, работающим посредством сжигания топлива. Готтлиб Даймлер совместно с Карлом Бенц смогли запатентовать первые в своем роде двигающиеся повозки с бензиновым ДВС, в 1887 году, при этом первый автомобиль с целью перевозки людей стал представлен в 1838 году. Из-за относительно высокой себестоимости наряду с низкой эффективностью, первые разработанные электрические автомобили не были способны дать конкуренцию машинам с паровыми двигателями.

Цена обслуживания автомобиля, имеющего цинковый аккумулятор в десятки раз превышала стоимость обслуживания машины, работающей на пару посредством сжигания угля.

К началу 1900-х годов 38 процентов автомобилей в Соединенных Штатах Америки уже работали на электричестве, но развитие двигателей, работающих на сжигании топлива совместно со снижением цен на бензин смогло резко затормозить развитие сферы автономного электрического транспорта.

Так, уже к 30-м годам двадцатого века электробусы почти полностью исчезли с улиц городов. Электротранспорт, в отличие от машин, работающих посредством сжигания топлива, не дешевел, а состояние экологии не внушало опасений. Конец инвестиций в электрические автобусы смогло поставить создание в 20-х годах относительно дешевых троллейбусов.

Единственным универсальным коммерческим электрическим автомобилем, который остался в памяти о временах развития электрического транспорта, остался минивэн Mercedes-Benz LE 306 (рисунок 1), аккумулятор которого был способен обеспечить мощностью примерно 76 лошадиных сил, но разряжался он уже через 50 километров пути. Данный автомобиль просуществовал до 1984 года, сразу же после проверки почтовой службой города Бонна в Германии, авто признали нерентабельным.



Рисунок 1 - Минивэн Mercedes-Benz LE 306

Вполне серьезные разговоры, касающиеся массового производства, а также использования электрического автотранспорта начались вестись только лишь в двадцатом веке, в то время, когда общественные умы начали думать о экологической угрозе, а также осознавать, что выхлопные газы, работающих в то время автомобилей, приносят непоправимый урон экологии.

В эти времена мысль о переводе автобусов, работающих с двигателем внутреннего сгорания на электрические средства, стала достаточно популяр-

ной и резонансной, значительную роль в этом вопросе сыграло появление литий-ионных батарей, которые, в свою очередь, имели возможность накапливать энергию, а также обеспечивать автономное передвижение электрических автобусов в течении достаточно длительного времени.

Изобретение подобных батарей смогло также решить и проблему, которая касается экономического плана, сделав производство, а также обслуживание электрического транспорта более экономичным, открыв ему дорогу на современный рынок.

Так, в Китае, а именно в городе Нинбо, существует и вполне действенно эксплуатируется конденсаторный электрический автобус, для подзарядки которого хватает всего лишь десяти секунд. Это достигается с помощью развитой инфраструктуры станций зарядки, автобус заряжается на каждой остановке, во время высадки или же посадки пассажиров, которая, в свою очередь, длится более, чем 10 секунд. Также, до 80 процентов энергии во время торможения преобразовывается в электрическую энергию, а затем возвращается обратно в конденсаторы, это способно выдавать экономию до 50 процентов.

Аккумуляторы на оксиде лития-кобальта ( $\text{LiCoO}_2$ ), – самые доступные и популярные на сегодняшний день, — имеют отличную ёмкость на единицу объема, низкую стоимость и напряжение 3,6В на ячейку. Именно такую батарею вы найдете в мобильных устройствах и портативной потребительской электронике. Минусы таких аккумуляторов тоже известны: малый ток разряда, максимум

1000 циклов зарядки/разрядки до начала серьезной деградации ёмкости, долгая зарядка и невозможность работы при отрицательных температурах. Электробус на  $\text{LiCoO}_2$  обойдется дешевле, чем на других типах аккумуляторов, но сможет работать только в теплых странах на коротких маршрутах с минимальной загрузкой, вроде трансферов внутри кампусов.

Литий-марганцевый аккумулятор ( $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ ) благодаря трехмерной структуре смог обеспечить высокий ток разряда — до 30 раз превышающим его ёмкость. Это дало возможность использовать  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  в устройствах с краткосрочным высоким энергопотреблением, например, в электромобилях Nissan Leaf и BMW i3. Но у литий-марганцевых аккумуляторов обнаружились свои недостатки: еще меньший, чем у литий-кобальтовых батарей жизненный ресурс и нетерпимость к холоду. Поэтому литий-марганцевые батареи комбинируют с другим типом аккумуляторов — NMC.



Рисунок 2 - NMC-аккумулятор

Без развитой инфраструктуры электробус превращается в проблему. Заряжать электробус можно тремя разными способами: долгой ночной зарядкой, быстрой зарядкой на конечных станциях и экспресс-зарядкой на остановках.

Зарядные станции на остановках общественного транспорта требуются, например, электробусам на суперконденсаторах: над павильоном устанавливается контактная площадка или провода, которых автобус касается пантографом. Если суперконденсаторам хватает питания в течение нескольких секунд, то для подзарядки аккумулятора нужны хотя бы минуты. Учитывая, что современные литий-титанатные батареи Toshiba восстанавливают большую часть заряда за пять минут, на маршрутную сеть электробуса достаточно установить всего несколько зарядных станций, которые смогут поддерживать аккумуляторы автобуса заряженными.

Долговременная зарядка в ночное время общественного транспорта используется только лишь в паре с одним из двух способов. Ведь подзаряжать

электрический автобус всего один раз в сутки, а далее отправлять на маршрут на целый день не является рациональным по объективным причинам.

Во-первых, с целью работы даже в течении половины рабочего дня требуются достаточно емкие аккумуляторы, которые, в свою очередь, будут занимать достаточно много места в салоне. Данное обстоятельство резко удорожает стоимость каждого автобуса.

Во-вторых, к автобусному парку требуется подводить достаточно мощные линии электроснабжения, чтобы одновременно питать десятки или даже сотни других автобусов.

Городской электротранспорт всегда считался сомнительной экзотикой, а сейчас в мире работают сотни тысяч электробусов. Чемпионом по адаптации новых технологий является Китай, где находятся почти 99% существующих в мире электрических автобусов. По оценкам Bloomberg New Energy Finance, к 2025 году 47% автобусов в мире будут электрическими.

Россия тоже не отстает от мировых тенденций. Ежегодно многие российские города закупают электротранспорт и выводят его на постоянные маршруты, создается специальная инфраструктура и предлагаются решения в области энергообеспечения. Не исключено, что переход на электротранспорт затянется на десятилетия и, возможно, мы застанем время, когда личные электромобили перестанут быть предметом роскоши и составят достойную конкуренцию дизельным аналогам.

#### Список литературы

1. Речмедиллов А. А. Автобусы: Возникновение, опыт и организация. — «Мотор» Мосавтоклуба ПСТР СССР, 1926. — 140 с.
2. Кочеулов В. П. Использование электромобилей и электробусов на городском общественном транспорте больших городов. — М.: ГОСИНТИ, 1976. — 23 с.
3. Коллектив авторов. Теория и расчет тягового привода электромобиля / Под ред. И. С. Ефремова. — М.: Высшая школа, 1984. — 383 с.
4. Коллектив авторов. Электромобиль: Техника и Экономика / Под общ. ред. В. А. Щетины. — Л.: Машиностроение, 1987. — 252 с.

5. Фарберов М. М. Состояние и перспективы развития городского электротранспорта. — М.: МАКС-Пресс, 2005. — 160 с. — ISBN 5-317-01344-5.

#### Список литературы на английском языке

6. Rechmedilov A. A. Buses: Appearance, experience and organization. - "Motor" of the Mosavtoklub PSTR USSR, 1926. - 140 p.
7. Kocheulov V. P. The use of electric vehicles and electric buses on urban public transport in large cities. - М.: ГОСИНТИ, 1976. - 23 p.
8. The team of authors. Theory and calculation of electric vehicle drive / Ed. I.S. Efremova. - М.: Higher School, 1984. - 383 p.
9. The team of authors. Electromobile: Technology and Economy / Under total. ed. V. A. Shchetyn. - L.: Mechanical Engineering, 1987. - 252 p.
10. Farberov M. M. State and prospects of development of urban electric transport. - М.: MAKS-Press, 2005. - 160 p. - ISBN 5-317-01344-5.

Colloquium-journal №18(42), 2019

Część 3

(Warszawa, Polska)

ISSN 2520-6990

Czasopismo jest zarejestrowane i publikowane w Polsce. W czasopiśmie publikowane są artykuły ze wszystkich dziedzin naukowych. Czasopismo publikowane jest w języku angielskim, polskim i rosyjskim.

Artykuły przyjmowane są do dnia 20 każdego miesiąca.

Częstotliwość: 12 wydań rocznie.

Format - A4, kolorowy druk

Wszystkie artykuły są recenzowane

Każdy autor otrzymuje jeden bezpłatny egzemplarz czasopisma.

Bezpłatny dostęp do wersji elektronicznej dziennika.

Wysyłając artykuł do redakcji, Autor potwierdza jego wyjątkowość i bierze na siebie pełną odpowiedzialność za ewentualne konsekwencje za naruszenie praw autorskich

Zespół redakcyjny

Redaktor naczelny - **Paweł Nowak**

**Ewa Kowalczyk**

Rada naukowa

- **Dorota Dobija** Profesor i rachunkowości i zarządzania na uniwersytecie Koźmińskiego, dyrektor programu k. e. n.
- **Jemielniak Dariusz** - prof. dyrektor centrum naukowo-badawczego w zakresie organizacji i miejsc pracy, kierownik katedry zarządzania Międzynarodowego w Ku.
- **Henryka Danuta Stryczewska** - prof. dziekan Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Lubelskiej.
- **Mateusz Jabłoński** - Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki.
- **Henryka Danuta Stryczewska** - prof. , dziekan Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Lubelskiej i prof. Zbigniew Grądzki, prorektor ds. Nauki.
- **Sani Lukács** — eötvösa Loránd University, Faculty of Social Sciences, phd in sociology7
- **Király Tamás** — Szegedi Tudományegyetem, gyógyszerésztudományi Kar, phd gyógyszertár9
- **Gazstav Lewandowskij** — węgierski uniwersytet sztuk pięknych, Graficzny wydział / Specjalizacja w dziedzinie projektowania graficznego.
- **Bulakh Iryna Valerievna** - k.arh., Profesor nadzwyczajny w Katedrze Projektowania Środowiska Architektonicznego, Kijowski Narodowy Uniwersytet Budownictwa i Architektury

« Colloquium-journal »

Wydrukowano w « Chocimska 24, 00-001 Warszawa, Poland »

E-mail: [info@colloquium-journal.org](mailto:info@colloquium-journal.org)

<http://www.colloquium-journal.org/>