

ISSN 2072-0297



# МОЛОДОЙ<sup>®</sup> УЧЁНЫЙ

международный научный журнал



2

2017

Часть I

16+

ISSN 2072-0297

# МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

Международный научный журнал

Выходит еженедельно

№ 2 (136) / 2017

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**Главный редактор:** Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

**Члены редакционной коллегии:**

Ахметова Мария Николаевна, доктор педагогических наук

Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук

Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук

Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук

Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук

Абдрашилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам

Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук

Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук

Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук

Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук

Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук

Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук

Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук

Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук

Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук

Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук

Жураев Хуснидин Олтинбоевич, кандидат педагогических наук

Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения

Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам

Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук

Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук

Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук

Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук

Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук

Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам

Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук

Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук

Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук

Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук

Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук

Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук

Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук

Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук

Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии

Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук

Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук

Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук

Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук

Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук

Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук

Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук

Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

**Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г.**

Журнал входит в систему РИНЦ (Российский индекс научного цитирования) на платформе elibrary.ru.

Журнал включен в международный каталог периодических изданий «Ulrich's Periodicals Directory».

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

#### **Международный редакционный совет:**

Айрян Заруи Геворковна, *кандидат филологических наук, доцент (Армения)*

Арошидзе Паата Леонидович, *доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)*

Атаев Загир Вагитович, *кандидат географических наук, профессор (Россия)*

Ахмеденов Кажмурат Максutowич, *кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)*

Бидова Бэла Бертовна, *доктор юридических наук, доцент (Россия)*

Борисов Вячеслав Викторович, *доктор педагогических наук, профессор (Украина)*

Велковска Гена Цветкова, *доктор экономических наук, доцент (Болгария)*

Гайич Тамара, *доктор экономических наук (Сербия)*

Данатаров Агахан, *кандидат технических наук (Туркменистан)*

Данилов Александр Максимович, *доктор технических наук, профессор (Россия)*

Демидов Алексей Александрович, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*

Досманбетова Зейнегуль Рамазановна, *доктор философии (PhD) по филологическим наукам (Казахстан)*

Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, *доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)*

Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, *доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)*

Игисинов Нурбек Сагинбекович, *доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)*

Кадыров Кутлуг-Бек Бекмуратович, *кандидат педагогических наук, заместитель директора (Узбекистан)*

Кайгородов Иван Борисович, *кандидат физико-математических наук (Бразилия)*

Каленский Александр Васильевич, *доктор физико-математических наук, профессор (Россия)*

Козырева Ольга Анатольевна, *кандидат педагогических наук, доцент (Россия)*

Колпак Евгений Петрович, *доктор физико-математических наук, профессор (Россия)*

Курпаяниди Константин Иванович, *доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)*

Куташов Вячеслав Анатольевич, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*

Лю Цзюань, *доктор филологических наук, профессор (Китай)*

Малес Людмила Владимировна, *доктор социологических наук, доцент (Украина)*

Нагервадзе Марина Алиевна, *доктор биологических наук, профессор (Грузия)*

Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, *кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)*

Прокопьев Николай Яковлевич, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*

Прокофьева Марина Анатольевна, *кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)*

Рахматуллин Рафаэль Юсупович, *доктор философских наук, профессор (Россия)*

Ребезов Максим Борисович, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)*

Сорока Юлия Георгиевна, *доктор социологических наук, доцент (Украина)*

Узаков Гулом Норбоевич, *доктор технических наук, доцент (Узбекистан)*

Хоналиев Назарали Хоналиевич, *доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)*

Хоссейни Амир, *доктор филологических наук (Иран)*

Шарипов Аскар Калиевич, *доктор экономических наук, доцент (Казахстан)*

**Руководитель редакционного отдела:** Кайнова Галина Анатольевна

**Ответственные редакторы:** Осянина Екатерина Игоревна, Вейса Людмила Николаевна

**Художник:** Шишков Евгений Анатольевич

**Верстка:** Бурьянов Павел Яковлевич, Голубцов Максим Владимирович, Майер Ольга Вячеславовна

Почтовый адрес редакции: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.

Фактический адрес редакции: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; http://www.moluch.ru/.

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый».

Тираж 500 экз. Дата выхода в свет: 1.02.2017. Цена свободная.

Материалы публикуются в авторской редакции. Все права защищены.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

---

---

**Н**а обложке изображен *Илон Маск*, американский миллиардер, инженер, изобретатель и бизнесмен.

Илон Рив Маск родился 28 июня 1971 года в ЮАР. Отец Илона занимался бизнесом, а мать была моделью и диетологом.

Еще в детстве Илон увлекся программированием и в возрасте 12 лет уже создал свой первый коммерческий продукт — компьютерную игру, которую продал за 500 долларов.

Окончив школу в Претории, Маск, несмотря на протесты родителей, уехал из ЮАР в Канаду, где продолжил свое обучение. Затем он поступил в Стенфордский университет, но так его и не закончил.

В 1996 году Маск вместе с братом основал свою первую компанию по разработке программного обеспечения Zip2. Спустя три года компания Compaq выкупила Zip2 за 308 миллионов долларов. Доля Илона в этой сделке составила 22 миллиона долларов.

В 1999 году Маск учредил компанию X.com. В 2000 году произошло слияние компаний X.com и Confinity, одним из подразделений которой была электронная платежная система PayPal. Уже в 2002 году e-Bay выкупил перспективное подразделение PayPal за 1,5 миллиарда долларов. Илону Маску принадлежали 11,7 % акций

компании, и эта сделка принесла ему 165 миллионов долларов.

Свой третий масштабный проект Маск реализовал в июне 2002 года. Так появилась компания SpaceX, которая специализировалась на разработке ракет-носителей и стала коммерческим оператором космических систем. В 2008 году НАСА и SpaceX заключили контракт на сумму 1,6 миллиарда долларов. Цель контракта — 12 запусков носителя Falcon9 и космического корабля Dragon к международной космической станции.

Илон Маск организовал благотворительный фонд Musk Foundation, который в январе 2015 года пожертвовал 10 миллионов долларов на разработки в области искусственного интеллекта.

Характерный, предприимчивый и целеустремленный, Илон Маск стал прообразом Тони Старка (фильм «Железный человек», режиссер Джон Фавро, 2008 год). А в 2009 году Маск снялся в фильме «Железный человек 2», где сыграл самого себя. На его счету также несколько эпизодических ролей в фильмах «Мачете убивает» (режиссер Роберт Родригес, 2013 год) и «Превосходство» (режиссер Уолли Пфистер, 2014 год).

*Людмила Вейса, ответственный редактор*

---

---



## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

- Asanov A., Abdylbaeva E., Matanova K.**  
The formula for solving a class of Riccati equation .....1
- Пода Н. С., Гребенщикова Н. В.**  
Преподавание математики в соответствии с требованиями ФГОС ООО ..... 8
- Суворова Е. А., Покорная И. Ю.**  
Логические продолжения некоторого типа задач на построение кривых — окружности, параболы и сплайна..... 11

### ФИЗИКА

- Долбин А. А., Тарасова А. А.**  
Черные дыры .....16
- Емельянов А. А., Бесклеткин В. В., Устинов А. П., Патерило А. С., Иванин А. Ю., Пестеров Д. И., Юнусов Т. Ш.**  
Математическая модель асинхронного двигателя с переменными  $i_r - \psi_r$  на выходе интегрирующих звеньев в Simulink-Script.....18
- Емельянов А. А., Бесклеткин В. В., Устинов А. П., Патерило А. С., Орлов Е. С., Романов А. А., Строкова Т. А., Габзалилов Э. Ф., Аюпов В. И.**  
Математическая модель асинхронного двигателя с переменными  $i_s - i_r$  на выходе интегрирующих звеньев в Simulink.....23
- Емельянов А. А., Бесклеткин В. В., Устинов А. П., Патерило А. С., Честюнин А. Е., Соснин А. С., Попович Ю. А., Жедик М. С.**  
Математическая модель асинхронного двигателя с переменными  $i_r - \psi_r$  на выходе аперiodических звеньев в Simulink-Script.....38

### ИНФОРМАТИКА

- Автамонова О. С., Бубнова О. О., Васильев Д. О.**  
Разработка автоматизированной системы поддержки принятия решений при согласовании юридических документов .....48
- Лунина К. А., Халымова Т. А.**  
Новые технологии: от идеи к реализации .....53
- Мехреньгина А. В., Воробьева Е. А.**  
Инновационные технологии в строительстве ...55
- Михалина А. Д., Логвинова Т. С., Польшакова Н. В.**  
Технологии компьютерной графики и их практическая реализация .....58
- Омаров М. Б.**  
Использование сети Хемминга для автоматической коррекции ошибок ..... 61
- Рудниченко А. К.**  
Вредоносные программы, блокирующие работу с операционной системой Windows. Методология их разработки и защита от них .....65
- Скрипников В. С., Косников С. Н.**  
Оптимизация технологии управления путем внедрения средств автоматизации на примере ООО «КФ «Комус-Упаковка» ..... 67
- Хамраев Д. Д., Джапарова З. Ё., Мезенцев И. А.**  
Информатизация — на пути к постиндустриальному обществу .....68
- Юсубова О. Р., Бавина Е. В.**  
Высокотехнологичные материалы в строительстве ..... 70

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Адилова Н. Ф., Адилова М. А.**  
Создание материалов для швейных изделий со свойствами защиты .....73

<b>Алехин С. Н., Дулоглу Т. А.</b> Теоретические основы определения поперечного смещения центра масс текстильных изделий при отжиге .....75	<b>Дементьев И. А., Дементьев А. А.</b> Разработка передвижной быстровозводимой энергоустановки на возобновляемых источниках энергии. Механическая часть..... 101
<b>Аханов М. Ж., Жумадилова Н. Ж., Мажкенов А. Т., Серикова Ж. А., Касимов Н. Н.</b> Геодезическое обеспечение при строительстве сооружений ЭКСПО-2017 с использованием современных технологий .....78	<b>Дериземля В. А.</b> Современное состояние и перспективы использования низкопотенциального тепла в народном хозяйстве (обзорная статья) ..... 106
<b>Белозёрова А. А., Мартынова Л. Е., Ковалев С. А., Назарова К. Е., Колесниченко Е. А.</b> Архитектура программного средства оценки защищенности биоинформационной системы ..83	<b>Козлова Т. Д.</b> Использование оболочек для программной реализации экспертной системы поддержки процесса диагностирования автоматических станочных модулей ..... 110
<b>Бронов С. А., Мартынов А. В.</b> Анализ времени, затрачиваемого на освоение материала в вузе.....85	<b>Колошеин Д. В., Харламова Н. Ю., Сизов Р. И., Васютин И. С., Борычев С. Н.</b> Анализ технологий хранения картофеля в странах Евросоюза и США ..... 113
<b>Гетц А. В., Сафаров Н. А., Игнатъев Г. В.</b> Механизация процесса уплотнения асфальтобетонной смеси катком .....89	<b>Коробейников А. С., Турышева Е. С., Игнатъев Г. В.</b> Автоматизация процесса нанесения дорожной разметки..... 115
<b>Гоголь М. И., Турышева Е. С., Игнатъев Г. В.</b> Повышение уровня надежности срабатывания ограничителя грузоподъемности ..... 91	<b>Коробейников А. В.</b> Использование вектора вторичных признаков при классификации сигналов ..... 118
<b>Грибкова Л. А., Хасанов Т. В.</b> Современные геодезические работы при строительстве дорог .....94	<b>Ляхнов Д. В., Морозов П. В., Боева Л. В., Киселёв Б. Ю.</b> Исследования ветроколес с вертикальной осью вращения..... 120
<b>Давлетбаева Р. Р.</b> Покрывание для режущего инструмента .....98	

# МАТЕМАТИКА

## The formula for solving a class of Riccati equation

Asanov Avyt, doctor of physical and mathematical sciences, professor;  
 Abdyl daeva Elmira, candidate of physical and mathematical sciences, senior lecturer;  
 Matanova Kalyskan, candidate of physical and mathematical sciences, senior lecturer  
 Kyrgyz-Turkish Manas University (Bishkek, Kyrgyzstan)

*In this paper we obtained a formula for the general solution for one class of Riccati equation. This formula was tested on the known results. The existence theorem of solution of Cauchy problem is proved.*

**Key words:** Riccati equation, the general solution, the Cauchy problem

Асанов Авыт, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой;  
 Абдылдаева Эльмира Файзулдаевна, кандидат физико-математических наук, старший преподаватель;  
 Матанова Калыскан Базарбаевна, кандидат физико-математических наук, старший преподаватель  
 Кыргызско-Турецкий университет «Манас» (г. Бишкек)

The Riccati equation is one of the most interesting nonlinear differential equations of the first order, which is used in algebraic geometry, calculus of variations, control theory, theory of conformal mappings, quantum field theory [2], financial mathematics [1], etc.

It is known that the solutions of Riccati equation are not generally obtainable by integration. Apart from the general Riccati equation, there are many special cases of the Riccati equation with coefficients of a certain kind. Many of these special cases have integrable solutions [3, 6, 4, 5].

In this paper we investigate the Riccati equation with coefficients that define a class of Riccati equations.

### Solution of a class of Riccati equation.

We consider the general Riccati equation:

$$y'(t) = a(t)y^2 + b(t)y + c(t) \tag{1}$$

where  $a(t)$ ,  $b(t)$  and  $c(t)$  are known continuous functions on  $I = (t_1, t_2)$ ,  $t_1 < t_2$ .

**Theorem 1.** Let the following conditions are fulfilled

$$a(t)c(t) = K^2(t) + \beta^2(t) + K'(t) - K(t) \frac{\beta'(t)}{\beta(t)} \tag{2}$$

$$K(t) = \frac{1}{2} \left[ \frac{\beta'(t)}{\beta(t)} - \frac{a'(t)}{a(t)} - b(t) \right] \tag{3}$$

where  $K(t)$ ,  $\beta(t)$ ,  $a'(t) \in C(I)$ ,  $a(t) \neq 0$ ,  $\beta(t) \neq 0$  for all  $t \in (t_1, t_2)$ . Then the function given by the formula:

$$y(t) = -\frac{\beta(t)}{a(t)} \tan \left( \alpha - \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right) + \frac{K(t)}{a(t)} \tag{4}$$

where  $\alpha$  is arbitrary constant and  $\alpha \neq \int_{t_0}^t \beta(s) ds + \pi \left( \frac{1}{2} + n \right)$ ,  $t_0 \in (t_1, t_2)$  is the general solution of equation (1).

**Proof.** To verify the validity of the formula (4), we show that it satisfies the equation (1). We find the derivative

$$\begin{aligned}
 y'(t) &= \left[ -\frac{\beta'(t)}{a(t)} + \frac{\beta(t)a'(t)}{a^2(t)} \right] \tan \left( \alpha - \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right) + \frac{\beta^2(t)}{a(t)} \cdot \frac{1}{\cos^2 \left( \alpha - \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right)} + \\
 &+ \frac{K'(t)}{a(t)} - \frac{K(t)a'(t)}{a^2(t)} = \left[ -\frac{\beta'(t)}{a(t)} + \frac{\beta(t)a'(t)}{a^2(t)} \right] \tan \left( \alpha - \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right) + \\
 &+ \frac{\beta^2(t)}{a(t)} \cdot \tan^2 \left( \alpha - \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right) + \frac{\beta^2(t)}{a(t)} + \frac{K'(t)}{a(t)} - \frac{K(t)a'(t)}{a^2(t)}
 \end{aligned} \tag{5}$$

and we substitute (4) and (5) in equation (1):

$$\begin{aligned}
 &\left[ -\frac{\beta'(t)}{a(t)} + \frac{\beta(t)a'(t)}{a^2(t)} \right] \tan \left( \alpha - \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right) + \frac{\beta^2(t)}{a(t)} \cdot \tan^2 \left( \alpha - \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right) + \\
 &+ \frac{\beta^2(t)}{a(t)} + \frac{K'(t)}{a(t)} - \frac{K(t)a'(t)}{a^2(t)} = \frac{\beta^2(t)}{a(t)} \tan^2 \left( \alpha - \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right) - \\
 &- 2 \frac{\beta(t)K(t)}{a(t)} \tan \left( \alpha - \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right) + \frac{K^2(t)}{a(t)} - \frac{b(t)\beta(t)}{a(t)} \tan \left( \alpha - \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right) + \frac{b(t)K(t)}{a(t)} + c(t).
 \end{aligned}$$

Combining like terms, we get

$$\begin{aligned}
 &\left[ -\frac{\beta'(t)}{a(t)} + \frac{\beta(t)a'(t)}{a^2(t)} \right] \tan \left( \alpha - \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right) + \frac{\beta^2(t)}{a(t)} + \frac{K'(t)}{a(t)} - \frac{K(t)a'(t)}{a^2(t)} = \\
 &= \left[ -2 \frac{\beta(t)K(t)}{a(t)} - \frac{b(t)\beta(t)}{a(t)} \right] \tan \left( \alpha - \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right) + \frac{K^2(t)}{a(t)} + \frac{b(t)K(t)}{a(t)} + c(t).
 \end{aligned} \tag{6}$$

Obviously, that the equation (6) takes place when the next equalities are hold:

$$-\frac{\beta'(t)}{a(t)} + \frac{\beta(t)a'(t)}{a^2(t)} = -2 \frac{\beta(t)K(t)}{a(t)} - \frac{b(t)\beta(t)}{a(t)} \tag{7}$$

$$\frac{\beta^2(t)}{a(t)} + \frac{K'(t)}{a(t)} - \frac{K(t)a'(t)}{a^2(t)} = \frac{K^2(t)}{a(t)} + \frac{b(t)K(t)}{a(t)} + c(t) \tag{8}$$

Equality (7) can be verified by substituting in this equation the function:

$$b(t) = \frac{\beta'(t)}{\beta(t)} - \frac{a'(t)}{a(t)} - 2K(t) \tag{9}$$

which expressed from the condition (3):

$$-\frac{\beta'(t)}{a(t)} + \frac{\beta(t)a'(t)}{a^2(t)} = -2 \frac{\beta(t)K(t)}{a(t)} - \frac{\beta'(t)}{a(t)} + \frac{a'(t)\beta(t)}{a^2(t)} + 2 \frac{\beta(t)K(t)}{a(t)},$$

i.e.

$$-\frac{\beta'(t)}{a(t)} + \frac{\beta(t)a'(t)}{a^2(t)} = -\frac{\beta'(t)}{a(t)} + \frac{a'(t)\beta(t)}{a^2(t)}.$$

To verify (8), we multiply it by  $a(t)$  and using condition (2) we obtain

$$\beta^2(t) + K'(t) - \frac{K(t)a'(t)}{a(t)} = K^2(t) + b(t)K(t) + K^2(t) + \beta^2(t) + K'(t) - K(t) \frac{\beta'(t)}{\beta(t)}.$$

Using the condition (3) and the equality (9) we have

$$\beta^2(t) + K'(t) - \frac{K(t)a'(t)}{a(t)} = 2K^2(t) + \beta^2(t) + K'(t) - K(t) \frac{\beta'(t)}{\beta(t)} + K(t) \frac{\beta'(t)}{\beta(t)} - \frac{K(t)a'(t)}{a(t)} - 2K^2(t),$$

therefore:



$$\beta^2(t) + K'(t) - \frac{K(t)a'(t)}{a(t)} = \beta^2(t) + K'(t) - \frac{K(t)a'(t)}{a(t)},$$

which proves the equality (8). Thus we have proved Theorem 1.

**Solution of the Cauchy problem for a class of Riccati equations**

Consider the Cauchy problem for the Riccati equation (1) with initial condition

$$y(t_0) = y_0 \tag{10}$$

where  $y_0 \in R, t_0 \in (t_1, t_2)$ .

**Theorem 2.** Let the conditions of the Theorem 1 are hold and

$$\beta(t) + (K(t_0) - y_0 a(t_0)) \tan \left( \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right) \neq 0$$

for all  $t \in (t_1, t_2)$ . Then a solution of the Cauchy problem (1), (10) exists and given by

$$y(t) = -\frac{\beta(t)}{a(t)} \cdot \frac{K(t_0) - y_0 a(t_0) - \beta(t_0) \tan \left( \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right)}{\beta(t_0) + (K(t_0) - y_0 a(t_0)) \tan \left( \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right)} + \frac{K(t)}{a(t)} \tag{11}$$

**Proof.** To prove the theorem we find the derivative of the function  $y(t)$ :

$$\begin{aligned} y'(t) &= \left[ -\frac{\beta'(t)}{a(t)} + \frac{\beta(t)a'(t)}{a^2(t)} \right] \cdot \frac{K(t_0) - y_0 a(t_0) - \beta(t_0) \tan \left( \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right)}{\beta(t_0) + (K(t_0) - y_0 a(t_0)) \tan \left( \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right)} + \\ &+ \frac{\beta^2(t)}{a(t)} \cdot \frac{\left[ 1 + \tan \left( \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right) \right] \left[ \beta^2(t_0) + (K(t_0) - y_0 a(t_0))^2 \right]}{\left[ \beta(t_0) + (K(t_0) - y_0 a(t_0)) \tan \left( \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right) \right]^2} + \frac{K'(t)}{a(t)} - \frac{K(t)a'(t)}{a^2(t)} = \\ &= \left[ -\frac{\beta'(t)}{a(t)} + \frac{\beta(t)a'(t)}{a^2(t)} \right] \cdot \frac{K(t_0) - y_0 a(t_0) - \beta(t_0) \tan \left( \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right)}{\beta(t_0) + (K(t_0) - y_0 a(t_0)) \tan \left( \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right)} + \\ &+ \frac{\beta^2(t)}{a(t)} \cdot \left\{ 1 + \frac{\left[ 1 + \tan^2 \left( \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right) \right] \left[ \beta^2(t_0) + (K(t_0) - y_0 a(t_0))^2 \right]}{\left[ \beta(t_0) + (K(t_0) - y_0 a(t_0)) \tan \left( \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right) \right]^2} \right\} + \frac{K'(t)}{a(t)} - \frac{K(t)a'(t)}{a^2(t)} = \\ &= \left[ -\frac{\beta'(t)}{a(t)} + \frac{\beta(t)a'(t)}{a^2(t)} \right] \cdot \frac{K(t_0) - y_0 a(t_0) - \beta(t_0) \tan \left( \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right)}{\beta(t_0) + (K(t_0) - y_0 a(t_0)) \tan \left( \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right)} + \frac{K'(t)}{a(t)} - \frac{K(t)a'(t)}{a^2(t)} + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & + \frac{\beta^2(t)}{a(t)} \cdot \left\{ 1 + \frac{\beta^2(t_0) + (K(t_0) - y_0 a(t_0))^2 + \tan^2 \left( \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right) \left[ \beta^2(t_0) + (K(t_0) - y_0 a(t_0))^2 \right]}{\left[ \beta(t_0) + (K(t_0) - y_0 a(t_0)) \tan \left( \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right) \right]^2} \right\} \\
 & - \frac{\beta^2(t_0) + 2\beta(t_0)(K(t_0) - y_0 a(t_0)) \tan \left( \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right) + (K(t_0) - y_0 a(t_0))^2 \tan^2 \left( \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right)}{\left[ \beta(t_0) + (K(t_0) - y_0 a(t_0)) \tan \left( \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right) \right]^2} \Bigg\} = \\
 & = \left[ -\frac{\beta'(t)}{a(t)} + \frac{\beta(t)a'(t)}{a^2(t)} \right] \cdot \frac{K(t_0) - y_0 a(t_0) - \beta(t_0) \tan \left( \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right)}{\beta(t_0) + (K(t_0) - y_0 a(t_0)) \tan \left( \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right)} + \frac{K'(t)}{a(t)} - \frac{K(t)a'(t)}{a^2(t)} + \\
 & + \frac{\beta^2(t)}{a(t)} + \frac{\beta^2(t)}{a(t)} \cdot \frac{\left[ K(t_0) - y_0 a(t_0) - \beta(t_0) \tan \left( \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right) \right]^2}{\left[ \beta(t_0) + (K(t_0) - y_0 a(t_0)) \tan \left( \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right) \right]^2} \tag{12}
 \end{aligned}$$

Substitute (11) and (12) in equation (1):

$$\begin{aligned}
 & \left[ -\frac{\beta'(t)}{a(t)} + \frac{\beta(t)a'(t)}{a^2(t)} \right] \cdot \frac{K(t_0) - y_0 a(t_0) - \beta(t_0) \tan \left( \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right)}{\beta(t_0) + (K(t_0) - y_0 a(t_0)) \tan \left( \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right)} + \frac{\beta^2(t)}{a(t)} + \frac{K'(t)}{a(t)} - \\
 & - \frac{K(t)a'(t)}{a^2(t)} + \frac{\beta^2(t)}{a(t)} \cdot \frac{\left[ K(t_0) - y_0 a(t_0) - \beta(t_0) \tan \left( \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right) \right]^2}{\left[ \beta(t_0) + (K(t_0) - y_0 a(t_0)) \tan \left( \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right) \right]^2} = \\
 & = \frac{\beta^2(t)}{a(t)} \cdot \frac{\left[ K(t_0) - y_0 a(t_0) - \beta(t_0) \tan \left( \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right) \right]^2}{\left[ \beta(t_0) + (K(t_0) - y_0 a(t_0)) \tan \left( \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right) \right]^2}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & -2 \frac{\beta(t)K(t)}{a(t)} \cdot \frac{K(t_0) - y_0 a(t_0) - \beta(t_0) \tan\left(\int_{t_0}^t \beta(s) ds\right)}{\beta(t_0) + (K(t_0) - y_0 a(t_0)) \tan\left(\int_{t_0}^t \beta(s) ds\right)} + \frac{K^2(t)}{a(t)} - \\
 & - \frac{\beta(t)b(t)}{a(t)} \cdot \frac{K(t_0) - y_0 a(t_0) - \beta(t_0) \tan\left(\int_{t_0}^t \beta(s) ds\right)}{\beta(t_0) + (K(t_0) - y_0 a(t_0)) \tan\left(\int_{t_0}^t \beta(s) ds\right)} + \frac{b(t)K(t)}{a(t)} + c(t).
 \end{aligned}$$

Combining like terms, we get

$$\begin{aligned}
 & \left[ -\frac{\beta'(t)}{a(t)} + \frac{\beta(t)a'(t)}{a^2(t)} \right] \cdot \frac{K(t_0) - y_0 a(t_0) - \beta(t_0) \tan\left(\int_{t_0}^t \beta(s) ds\right)}{\beta(t_0) + (K(t_0) - y_0 a(t_0)) \tan\left(\int_{t_0}^t \beta(s) ds\right)} + \frac{\beta^2(t)}{a(t)} + \frac{K'(t)}{a(t)} - \frac{K(t)a'(t)}{a^2(t)} = \\
 & = \left[ -2 \frac{\beta(t)K(t)}{a(t)} - \frac{\beta(t)b(t)}{a(t)} \right] \cdot \frac{K(t_0) - y_0 a(t_0) - \beta(t_0) \tan\left(\int_{t_0}^t \beta(s) ds\right)}{\beta(t_0) + (K(t_0) - y_0 a(t_0)) \tan\left(\int_{t_0}^t \beta(s) ds\right)} + \frac{K^2(t)}{a(t)} + \frac{b(t)K(t)}{a^2(t)} + c(t).
 \end{aligned}$$

This equality will take place when the equalities (7) and (8), the validity of which are proved in Theorem 1, hold. Thus Theorem 2 is proved.

**Comparison with known results.**

In Kovalevskaya paper [4] the Riccati equation (1) has been investigated in the case when functions  $c(t)$ ,  $a(t)$  are arbitrary functions and the function  $b(t)$  has been expressed through them:

$$b(t) = \frac{1}{2} \left[ \frac{c'(t)}{c(t)} - \frac{a'(t)}{a(t)} \right] \tag{13}$$

In this case a formula for the solution of the equation (1) has the form [4]

$$y(t) = \frac{\sqrt{c(t)} \left[ C_1 \sin\left(\int \sqrt{a(t)c(t)} dt\right) + \cos\left(\int \sqrt{a(t)c(t)} dt\right) \right]}{\sqrt{a(t)} \left[ C_1 \cos\left(\int \sqrt{a(t)c(t)} dt\right) - \sin\left(\int \sqrt{a(t)c(t)} dt\right) \right]} \tag{14}$$

where  $C_1$  is constant.

First, we show that the condition (13) follows from (2) and (3) with  $K(t) = 0$ . Indeed, if  $K(t) = 0$  then the conditions (2) and (3) will take the forms

$$a(t)c(t) = \beta^2(t) \tag{15}$$

$$b(t) = \frac{\beta'(t)}{\beta(t)} - \frac{a'(t)}{a(t)} \tag{16}$$

From (15) we find

$$\beta(t) = \sqrt{a(t)c(t)} \tag{17}$$

which substituted in (16) gives

$$b(t) = \frac{\beta'(t)}{\beta(t)} - \frac{a'(t)}{a(t)} = \frac{a'(t)c(t) + a(t)c'(t)}{2\sqrt{a(t)c(t)}\sqrt{a(t)c(t)}} - \frac{a'(t)}{a(t)} = \frac{1}{2} \left[ \frac{c'(t)}{c(t)} - \frac{a'(t)}{a(t)} \right].$$

We have got the condition (13).

Secondly, we show that the formulas (4) and (14) are equivalent if the conditions (2), (3), (13) are fulfilled with  $K(t) = 0$ . Taking into account (17) the formula (14) can be written as follows

$$y(t) = \frac{\beta(t) \left[ C_1 \sin \left( \int \beta(t) dt \right) + \cos \left( \int \beta(t) dt \right) \right]}{a(t) \left[ C_1 \cos \left( \int \beta(t) dt \right) - \sin \left( \int \beta(t) dt \right) \right]}.$$

Further transforming as follows:

$$\begin{aligned} y(t) &= \frac{\beta(t)}{a(t)} \cdot \frac{\frac{C_1}{\sqrt{C_1^2+1}} \sin \left( \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right) - \frac{1}{\sqrt{C_1^2+1}} \cos \left( \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right)}{\frac{C_1}{\sqrt{C_1^2+1}} \cos \left( \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right) + \frac{C_2}{\sqrt{C_1^2+1}} \sin \left( \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right)} = \left| \begin{array}{l} \frac{C_1}{\sqrt{C_1^2+1}} = \cos \alpha \\ \frac{1}{\sqrt{C_1^2+1}} = \sin \alpha \end{array} \right| = \\ &= \frac{\beta(t)}{a(t)} \cdot \frac{\cos \alpha \cdot \sin \left( \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right) - \sin \alpha \cdot \cos \left( \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right)}{\cos \alpha \cdot \cos \left( \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right) + \sin \alpha \cdot \sin \left( \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right)} = \\ &= \frac{\beta(t)}{a(t)} \cdot \frac{\left[ -\sin \left( \alpha - \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right) \right]}{\cos \left( \alpha - \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right)} = -\frac{\beta(t)}{a(t)} \tan \left( \alpha - \int_{t_0}^t \beta(s) ds \right), \end{aligned}$$

we get the formula (4) for the solution of the Riccati equation. Thus, well-known result [4] is a special case of the result obtained above in p.2.

In [7] was considered the Riccati equation of the form

$$\frac{dy}{dx} = a(x) + [b(x) + f(x)]y + g(x)y^2 \tag{18}$$

and was shown that under the conditions

$$\frac{d}{dx} \left[ \frac{f(x)}{g(x)e^{\int b(x) dx}} \right] = -k_1 \frac{f^2(x)}{g(x)} e^{-\int b(x) dx}, \quad k_1 - \text{const}, \quad k_1 \neq 0 \tag{19}$$

$$a(x) = k_2 \frac{f^2(x)}{g(x)}, \quad k_2 - \text{const}, \quad k_2 \neq 0, \tag{20}$$

the Riccati equation (18) is integrable and its general solution is given by the formula

$$y(x) = \frac{f(x)}{g(x)} \cdot \left\{ \frac{\sqrt{-\Delta}}{2} \ln \left[ \frac{k_3 g(x) e^{-\int b(x) dx}}{f(x)} \right] - \frac{1+k_1}{2} \right\}, \tag{21}$$

where  $k_3$  is arbitrary constant and  $\Delta = (1+k_1)^2 - 4k_2 < 0$ .

Comparison of the results of [7] and paragraph 2 this paper shows that the conditions (19) and (20) are special cases of conditions (2), (3) and the formula (21) is a special case of formula (4) with  $K(x) = -\frac{1+k_1}{2} f(x)$  and

$$\beta(x) = -\frac{\sqrt{-\Delta}}{2} f(x).$$

**Examples.**

We solve the following Riccati equations given in [3] using the formula (4).

1.  $y' = \frac{\lambda}{x} (\text{arccot} x)^n y^2 + \frac{k}{x} y + \lambda b^2 x^{2k-1} (\text{arccot} x)^n$ . With  $K(x) = 0$ ,  $\beta(x) = bx^k$  the conditions (2) and (3) are hold and from (4) we get the solution

$$y(x) = bx^k \tan \left[ \alpha + \lambda b \int_{x_0}^x s^{k-1} (\arctan s)^n ds \right].$$

2.  $y' = ax^n y^2 + \lambda xy + ab^2 x^n e^{\lambda x^2}$ . With  $K(x) = 0$ ,  $\beta(x) = -abx^n e^{\lambda x^2}$  we have

$$y(x) = be^{\frac{\lambda x^2}{2}} \tan \left( \alpha + ab \int_{x_0}^x s^n e^{\lambda s^2} ds \right).$$

3.  $y' = ae^{\lambda x^2} y^2 + \lambda xy + ab^2$ . With  $K(x) = 0$ ,  $\beta(x) = -abe^{\frac{\lambda x^2}{2}}$  we have

$$y(x) = be^{\frac{\lambda x^2}{2}} \tan \left( \alpha + ab \int_{x_0}^x e^{\frac{\lambda s^2}{2}} ds \right).$$

4.  $y' = \frac{a}{x} e^{\lambda x} y^2 + \frac{k}{x} y + ab^2 x^{2k-1} e^{\lambda x}$ . With  $K(x) = 0$ ,  $\beta(x) = abe^{\lambda x} x^{k-1}$  we have

$$y(x) = bx^k \tan \left( \alpha - ab \int_{x_0}^x s^{k-1} e^{\lambda s} ds \right).$$

5.  $y' = x^{2n-1} y^2 + (m-n) \frac{y}{x} + x^{2m-1}$ . With  $K(x) = 0$ ,  $\beta(x) = -x^{m+n-1}$  we have

$$y(x) = x^{m-n} \tan \left( \alpha + \frac{x^{m+n}}{m+n} \right).$$

6.  $y' = \frac{a}{x} \tan^m(\lambda x) y^2 + \frac{k}{x} y + ab^2 x^{2k-1} \tan^m(\lambda x)$ . With  $K(x) = 0$ ,  $\beta(x) = -abx^{k-1} \tan^m(\lambda x)$  we have

$$y(x) = abx^k \tan \left( \alpha + ab \int_{x_0}^x s^{k-1} \tan^m(\lambda s) ds \right).$$

7.  $y' = \frac{\lambda}{x} (\arcsin x)^n y^2 + \frac{k}{x} y + \lambda b^2 x^{2k-1} (\arcsin x)^n$ . With  $K(x) = 0$ ,  $\beta(x) = -\lambda bx^{k-1} (\arcsin x)^n$  we have

$$y(x) = bx^k \tan \left( \alpha + \lambda b \int_{x_0}^x s^{k-1} (\arcsin s)^n ds \right).$$

8.  $y' = \frac{\lambda}{x} (\arccos x)^n y^2 + \frac{k}{x} y + \lambda b^2 x^{2k-1} (\arccos x)^n$ . With  $K(x) = 0$ ,  $\beta(x) = -\lambda bx^{k-1} (\arccos x)^n$  we have

$$y(x) = bx^k \tan \left( \alpha + \lambda b \int_{x_0}^x s^{k-1} (\arccos s)^n ds \right).$$

9.  $y' = \frac{f}{x} y^2 + \frac{n}{x} y + ax^{2n-1} f$ . With  $K(x) = 0$ ,  $a > 0$ ,  $\beta(x) = -\sqrt{a} x^{n-1} f$  we have

$$y(x) = \sqrt{a} x^k \tan \left( \alpha + \sqrt{a} \int_{x_0}^x s^{n-1} f(s) ds \right);$$

with  $K(x) = 0$ ,  $a < 0$ ,  $\beta(x) = \sqrt{|a|} x^{n-1} f$  we have

$$y(x) = \sqrt{|a|} x^k \tan \left( \alpha - \sqrt{|a|} \int_{x_0}^x s^{n-1} f(s) ds \right).$$

10.  $y' = fy^2 + \lambda y + ae^{2\lambda x} f$ . With  $K(x) = 0$ ,  $a > 0$ ,  $\beta(x) = -\sqrt{a} e^{\lambda x} f$  we have



$$y(x) = \sqrt{a} e^{\lambda x} \tan \left( \alpha - \sqrt{a} \int_{x_0}^x e^{\lambda s} f(s) ds \right);$$

with  $K(x) = 0$ ,  $a < 0$ ,  $\beta(x) = \sqrt{|a|} e^{\lambda x} f$  we have

$$y(x) = \sqrt{|a|} x^k \tan \left( \alpha - \sqrt{|a|} \int_{x_0}^x e^{\lambda s} f(s) ds \right).$$

11.  $x^4 y' = x^4 y^2 - a^2$ . With  $K(x) = -\frac{1}{x}$ ,  $\beta(x) = -\frac{a}{x^2}$  we have

$$y(x) = \frac{1}{x} + \frac{a}{x^2 \tan \left( \frac{a}{x} + \alpha \right)}.$$

12.  $y' = y^2 + 2xy + x^2$ . With  $K(x) = x$ ,  $\beta(x) = 1$  we have

$$y(x) = x - \tan(\alpha + x).$$

The received solutions of these equations coincide with the solutions referred in [1].

#### Conclusion.

The formula of the general solution of the Riccati equation is presented. The formula is obtained by certain relations among the coefficients  $a(t)$ ,  $b(t)$  and  $c(t)$ , in the form of some differential expressions, involving some arbitrary functions. The formula for the solution of the Cauchy problem for certain class of Riccati equation is also presented.

#### References:

1. Boyle P.P., Tian W. and Guan F. The Riccati Equation in Mathematical Finance // J. Symbolic Computation, 2002, 33, pp. 343–355.
2. Egorov A. I. Riccati equations, Nauka, Moscow, 2001.
3. Kamke E. Differentialgleichungen: Lösungsmethoden und Lösungen, I, Gewöhnliche Differentialgleichungen, B. G. Teubner, Leipzig, 1977.
4. Kovalevskaya N. M. On some cases of integrability of a general Riccati equation, ArXiv: math., CA/0604243v1, 2006.
5. Matveev N. M. Methods of Integration of Ordinary Differential Equations, Vysshaya Shkola, Moscow, 1967.
6. Polyanin A. D., Zaytsev V. F. Handbook of Exact Solutions for Ordinary Differential Equations, CRC Press, Boca Raton, New York, 2003.
7. Tiberiu Harko, Francisco S. N. Lobo and Mak M. K. A Chiellini Type Integrability Condition for the Generalized First Kind Abel Differential Equation // Universal Journal of Applied Mathematics, 1 (2), 2013, pp. 101–104.

## Преподавание математики в соответствии с требованиями ФГОС ООО

Пода Надежда Степановна, учитель математики;  
Гребенщикова Наталья Валентиновна, учитель математики  
МАОУ Тисульская СОШ № 1 (Кемеровская область)

**В**недрение ФГОС второго поколения, на наш взгляд, это еще одна попытка государства перевести российское общее образование в качественно более совершенное состояние. Это новое начинание, для успешной реализации которого необходимо иметь, как нам кажется, три важные составляющие:

- ясно и четко поставленные цели и задачи с механизмами их достижения;
- кадровый резерв, способный реализовать задуманное;
- качественное и доступное материально-техническое, учебно-методическое и др. обеспечение.

Первый пункт достаточно подробно изложен в ФГОС ООО по математике. В соответствии со стандартом обучающимся должна быть предоставлена возможность достижения определенных результатов развития в личностном, метапредметном и предметном направлениях.

Что касается материально-технического, учебно-методического обеспечения, то ситуация в школах более или менее удовлетворительная: в каждой школе есть интерактивные доски, мультимедийные комплексы, компьютерные классы и т. д. Неплохо обстоят дела и с обеспечением школ учебниками, реализующими ФГОС. Учителям есть из чего выбирать — представлен объемный список рекомендуемых учебников. Но в отличие от начальной школы, для которой разработаны и внедрены в практику методические материалы по новым стандартам, в среднем звене по математике на сегодняшний день разработанных методических материалов мало. Поэтому педагоги вынуждены самостоятельно составлять контрольные, проверочные, комплексные работы, благо имеется сеть интернет, откуда учителя черпают необходимые знания.

Остановимся на втором пункте — наличие педагогических кадров, способных реализовать стандарты. На сегодняшний день в нашей Кемеровской области основная масса учителей математики имеют педагогический стаж работы более 20 лет, а средний возраст колеблется между 50—60 годами. То есть это состоявшиеся профессионалы, у которых уже сложился определенный стиль работы, есть собственное видение преподавания предмета и свои наработки. Это педагоги, привыкшие к традиционной форме урока, имеющие большую учебную нагрузку, занятые постоянной подготовкой к мониторингам, к ОГЭ и ЕГЭ по предмету. Внедрение же новых стандартов требует от учителя математики изменения всей сложившейся системы работы. Это очень сложный процесс, который невозможно быстро завершить, так как он требует изменения профессионального мировоззрения педагога. Сегодня ученик из объекта обучения становится активным участником всего процесса обучения. Он должен научиться ставить цели, решать задачи, отвечать за результат. А учитель должен научить школьника не только знаниям, а вернее не столько знаниям, сколько различным способам и методам приобретения знаний.

До внедрения ФГОС второго поколения реализация любой учебной программы была направлена на достижение определенных результатов в предметной области. В новом стандарте по математике на ступени ООО, помимо предметных результатов, зафиксированы результаты личностного и метапредметного развития школьников. Например, в метапредметном направлении к окончанию основной школы у обучающихся должны быть сформированы такие умения:

— умение видеть математическую задачу в контексте проблемной ситуации в других дисциплинах, в окружающей жизни;

— умение находить в различных источниках информацию, необходимую для решения математических про-

блем, представлять ее в понятной форме, принимать решение в условиях неполной и избыточной, точной и вероятностной информации;

— умение выдвигать гипотезы при решении учебных задач, понимать необходимость их проверки;

— умение применять индуктивные и дедуктивные способы рассуждений, видеть различные стратегии решения задач;

— умение самостоятельно ставить цели, выбирать и создавать алгоритмы для решения учебных математических проблем;

— умение планировать и осуществлять деятельность, направленную на решение задач исследовательского характера и т. д.

Понятно, что в условиях традиционного урока эти умения в полной мере не сформировать. Естественно возникает вопрос: «Какие изменения необходимо внести в практическую деятельность учителя, чтобы добиться реализации стандарта?»

Поскольку урок является основной формой обучения, то, прежде всего, изменения коснутся его структуры и содержания. Основным подходом при проектировании урока становится системно-деятельностный подход (СДП).

Деятельностный подход — это подход к организации процесса обучения, в котором на первый план выходит проблема самоопределения ученика в учебном процессе. Основная цель системно — деятельностного подхода в обучении: научить не знаниям, а работе. Реализация данного подхода в практическом преподавании обеспечивается следующей системой дидактических принципов:

1) принцип деятельности — заключается в том, что ученик, получая знания не в готовом виде, а добывая их сам, осознает при этом содержание и формы своей учебной деятельности и т. д.;

2) принцип непрерывности — означает преемственность между всеми ступенями и этапами обучения на уровне технологии, содержания и методик с учетом возрастных психологических особенностей развития детей.

3) принцип целостности — предполагает формирование учащимися обобщенного системного представления о мире;

4) принцип минимакса — заключается в следующем: школа должна предложить ученику возможность освоения содержания образования на максимальном для него уровне и обеспечить при этом его усвоение на уровне государственного стандарта знаний;

5) принцип психологической комфортности — предполагает создание в школе и на уроках доброжелательной атмосферы, ориентированной на реализацию идей педагогики сотрудничества;

6) принцип вариативности — предполагает формирование учащимися способностей к систематическому перебору вариантов и адекватному принятию решений в ситуациях выбора.

принцип творчества — означает максимальную ориентацию на творческое начало в образовательном процессе,

приобретение учащимся собственного опыта творческой деятельности.

Если говорить кратко, то структура урока математики с позиции системно — деятельностного подхода состоит в следующем:

- учитель создает проблемную ситуацию;
- ученики принимают проблемную ситуацию;
- вместе выявляют проблему;
- учитель управляет поисковой деятельностью школьников;

— ученики осуществляют самостоятельный поиск решения проблемы;

— совместное обсуждение достигнутых результатов.

В нашей школе — МАОУ Тисульской СОШ № 1 — методической службой, разработан лист оценки качества урока, творчески применив который, можно спроектировать хороший урок на основе СДП. Ориентируясь на критерии, приведенные в данном листе, можно выделить следующие структурные элементы урока:

№ п/п	Этапы урока	Содержание этапа	Рекомендации
1.	Организационный момент	<ul style="list-style-type: none"> <li>— приветствие школьников</li> <li>— настрой их на рабочий лад</li> <li>— проверка присутствующих школьников</li> </ul>	— не более 2–3 минут
2.	Повторение и актуализация знаний школьников	<ul style="list-style-type: none"> <li>— повторение основных теоретических вопросов;</li> <li>— решение упражнений и заданий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— включать задания, требующие анализа, синтеза, обобщения знаний</li> <li>— включать задания, имеющие несколько вариантов решения</li> <li>— включать задания с ошибкой в решении</li> </ul>
3.	Создание проблемной ситуации, формулирование темы урока	<ul style="list-style-type: none"> <li>— формулирование задания, в процессе решения которого возникает необходимость нового знания</li> <li>— формулирование школьниками темы урока</li> </ul>	— дать возможность школьникам сформулировать проблему и тему урока, при этом важно смысловое содержание сформулированной темы.
4.	Формулирование цели и задач урока, составление плана урока	<ul style="list-style-type: none"> <li>— формулирование школьниками цели и задач урока</li> <li>— составление школьниками плана урока</li> </ul>	— в идеале цели, задачи и план урока учащиеся формулируют самостоятельно, но в случае затруднения учитель помогает с формулировками, ставит наводящие вопросы
5.	Выдвижение и проверка гипотез, формулирование нового знания	<ul style="list-style-type: none"> <li>— выдвижение школьниками гипотез по решению проблемы</li> <li>— проверка правильности гипотез</li> <li>— получение и конкретизация нового знания</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— школьники предлагают различные варианты выхода из проблемной ситуации, их может быть много. Следует отобрать основные гипотезы и проверить их</li> <li>— на данном этапе важно, чтобы школьники умели приводить аргументы в подтверждение или опровержение гипотезы</li> <li>— верная гипотеза приведет к новому знанию, которое школьники формулируют самостоятельно.</li> </ul>
6.	Организация работы по освоению систематических знаний	<ul style="list-style-type: none"> <li>— ознакомление и отработка новых понятий, определений, процедур, алгоритмов</li> <li>— составление схем, таблиц</li> <li>— работа с текстом учебника</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— на данном этапе важно поработать с текстом учебника, если возможно, то преобразовать текст в схему, таблицу, использовать символические записи</li> <li>— организуется парная, групповая работа над заданиями</li> <li>— учителем применяются различные технологии обучения</li> </ul>
7.	Организация работы над ошибками	<ul style="list-style-type: none"> <li>— работа над типичными ошибками школьников</li> <li>— организация провокационной ошибки</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— разбор типовых ошибок по теме</li> <li>— учитель при решении задания сознательно допускает ошибку, затем организует ее обсуждение</li> </ul>

8.	Оценка/Самооценивание учащимися результатов деятельности	<ul style="list-style-type: none"> <li>— работа учащихся посредством сверки с образцом, предложенным учителем</li> <li>— работа учащихся в соответствии с принципами критериального оценивания</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— важны и самооценка ученика и оценка одноклассников, если была работа в группе</li> <li>— при наличии четких критериев оценивания деятельности школьника на уроке работа значительно упрощается</li> </ul>
9.	Домашнее задание	<ul style="list-style-type: none"> <li>— обязательный набор заданий</li> <li>— задания повышенного уровня</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— школьники самостоятельно определяют с набором домашнего задания</li> <li>— необходима мотивация школьников для выполнения заданий повышенного уровня</li> </ul>
10	Рефлексия	<ul style="list-style-type: none"> <li>— что нового узнали, подводятся итоги урока, отдельных этапов урока; что помогает, мешает</li> <li>— анализ причин ошибок, рассматриваются меры по предупреждению ошибок</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— итог занятия подводят школьники</li> <li>— план подведения итогов урока учитель может дать на доске с помощью опросника</li> </ul>

Ясно, что не на каждом уроке учитель может применить данный подход, но определенные моменты можно реализовывать практически постоянно.

Мы живем в таком быстро меняющемся мире, что устоять на месте просто невозможно: ведь то, что еще вчера казалось несбыточной фантазией, сегодня уже стало обыденным явлением. Научно-технический прогресс ша-

гает по нашей планете семимильными шагами, и школа, как одна из основных ступеней образования, должна соответствовать его требованиям. И поэтому перед педагогами стоит главная из задач, выдвигаемая временем, — быть готовым к переменам, уметь адаптироваться в новых условиях, постоянно усваивая новые знания.

Литература:

1. Аксенова, Н.И. Системно-деятельностный подход как основа формирования метапредметных результатов [Текст] / Н.И. Аксенова // Теория и практика образования в современном мире: материалы междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, февраль 2012 г.). — СПб.: Реноме, 2012. — с. 140–142.
2. Дусавицкий, А.К., Кондратюк Е.М., Толмачева И.Н., Шилкунова З.И. Урок в развивающем обучении [Текст] / А.К. Дусавицкий, Е.М. Кондратюк, И.Н. Толмачева, З.И. Шилкунова // Книга для учителя. — М.: ВИТА-ПРЕСС, 2008.
3. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования [Текст] / Минобрнауки РФ. — М.: Просвещение, 2011. — 59 с. (Стандарты второго поколения)
4. Шубина, Т.И. Деятельностный метод в школе [Электронный ресурс] <http://festival.1september.ru/articles/527236/>

## Логические продолжения некоторого типа задач на построение кривых — окружности, параболы и сплайна

Суворова Екатерина Алексеевна, студент;  
 Покорная Илана Юльевна, кандидат физико-математических наук, доцент  
 Воронежский государственный педагогический университет

Хорошо известно, что через две заданные точки проходит единственная прямая. Тогда вопрос, через три заданные точки, какая единственная кривая плоскости может проходить, очень логичен. Нарисовать таких кривых можно очень много, но чтобы эти кривые имели вполне определенную формулу задания и, к тому же были гладкими кривыми, уже заставляет задуматься. Рассмотрим задачи такого типа среди известных элементарных кривых.

Требуется через три заданные точки построить окружность и найти ее уравнение, но затем через эти же три точки построить параболу и опять найти ее уравнение, и возникает вопрос, какие еще можно провести кривые, которые можно задать аналитически. Эти задачи находятся на стыке теорий аналитической геометрии, линейной алгебры и математического анализа.

И именно такие различные способы решения одной исходной задачи наиболее интересны. Но эта задача имеет логическое продолжение. Если взять четыре точки на плоскости, то тогда про какие кривые можно говорить. Здесь таких кривых уже на порядок меньше. Очевидно, это будет график функции, определяемый кубическим многочленом и это может быть сплайн.

Использование общего вида уравнения окружности  $(x - a)^2 + (y - b)^2 = r^2$  может помочь решению задач более сложного вида с двумя параметрами, что отражено в последней задаче.

**Задача1.** Даны вершины треугольника  $ABC$ . Найти уравнение окружности, описанной около треугольника  $ABC$ , если  $A(2;4)$ ,  $B(4;2)$ ,  $C(8;6)$  и построить данную окружность.

Каждая из точек  $A$ ,  $B$  и  $C$  лежит на окружности, т. е. координаты каждой из этих точек удовлетворяет уравнению окружности  $(x - a)^2 + (y - b)^2 = r^2$ . Для нахождения  $a$ ,  $b$  и  $r$  напишем три равенства, подставив в последнее уравнение координаты точек  $A$ ,  $B$  и  $C$ :

$$(2 - a)^2 + (4 - b)^2 = r^2;$$

$$(4 - a)^2 + (2 - b)^2 = r^2;$$

$$(8 - a)^2 + (6 - b)^2 = r^2.$$

Исключая  $r^2$ , приходим к системе уравнений

$$\begin{cases} (2 - a)^2 + (4 - b)^2 = (4 - a)^2 + (2 - b)^2 \\ (8 - a)^2 + (6 - b)^2 = (4 - a)^2 + (2 - b)^2 \end{cases} \text{или} \begin{cases} a - b = 0, \\ a + b = 10 \end{cases}$$

Отсюда  $a = 5$ ;  $b = 5$ . Значит,  $r^2$  находим из уравнения  $(2 - a)^2 + (4 - b)^2 = r^2$ . Итак, искомое уравнение окружности записывается в виде  $(x - 5)^2 + (y - 5)^2 = 10$ .

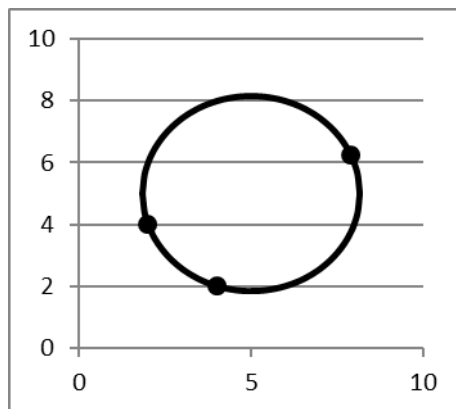


Рис. 1. График окружности  $(x - 5)^2 + (y - 5)^2 = 10$

**Задача2.** Найти уравнение параболы и построить параболу, проходящую через те же три точки  $A(2;4)$ ,  $B(4;2)$ ,  $C(8;6)$ .

Уравнение параболы  $y = ax^2 + bx + c$ . Запишем систему, используя координаты точек

$$\begin{cases} 4a + 2b + c = 4, \\ 16a + 4b + c = 2, \\ 64a + 8b + c = 6. \end{cases}$$

Вычитая из второго уравнения первое получаем зависимость  $b = -1 - 6a$ . Затем вычтем из третьего уравнения второе и заменим  $b$ . Получили  $a = \frac{1}{3}$ ,  $b = -3$ ,  $c = \frac{26}{3}$ . Таким образом, уравнение параболы принимает вид

$$y = \frac{1}{3}x^2 - 3x + \frac{26}{3}$$



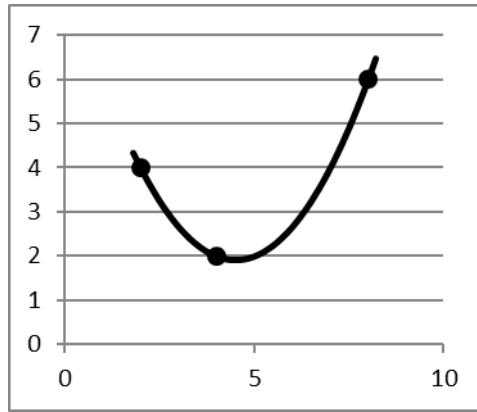


Рис. 2. График параболы  $y = \frac{1}{3}x^2 - 3x + \frac{26}{3}$ .

**Задача 3.** Найти уравнение и построить кривую, проходящую через заданные четыре точки.

Рассмотрим пример построения сплайна второй степени дефекта 1, т. е. гладко склеенных двух парабол. Даны три точки  $A_1(1;2)$ ,  $A_2(2;1)$ ,  $A_3(3;2)$ , через которые проходит парабола  $S_1$ , точка склейки  $B_0(4;5)$ , и точка  $A_4(6;5)$ , через которую проходит парабола  $S_2$ .

Построим сплайн:

$$S = \begin{cases} S_1 = a_1x^2 + b_1x + c_1, & x \in [1; 4] \\ S_2 = a_2x^2 + b_2x + c_2, & x \in [4; 6] \end{cases}$$

запишем все условия в систему:

$$\begin{cases} S_1(1) = 2, \\ S_1(2) = 1, \\ S_1(3) = 2, \\ S_1(4) = S_2(4), \\ S_1'(4) = S_2'(4), \\ S_2(6) = 5, \end{cases} \quad \begin{cases} a_1 + b_1 + c_1 = 2, \\ 4a_1 + 2b_1 + c_1 = 1, \\ 9a_1 + 3b_1 + c_1 = 2, \\ 16a_1 + 4b_1 + c_1 = 16a_2 + 4b_2 + c_2, \\ 8a_1 + b_1 = 8a_2 + b_2, \\ 36a_2 + 6b_2 + c_2 = 5, \end{cases} \quad \begin{cases} a_1 = 1, \\ b_1 = -4, \\ c_1 = 5, \\ a_2 = -2, \\ b_2 = 20, \\ c_2 = -43, \end{cases}$$

Таким образом, уравнение сплайна имеет вид:

$$S = \begin{cases} S_1 = x^2 - 4x + 5, & x \in [1; 4] \\ S_2 = -2x^2 + 20x - 43, & x \in [4; 6] \end{cases}$$

При этом очевидно, что точка склейки имеет вспомогательный характер при построении данной кривой.

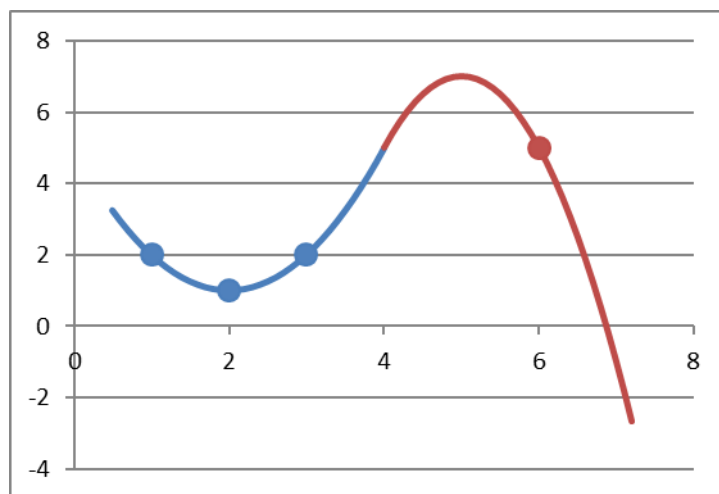


Рис. График сплайна S.

**Задача 4.** Найти все значения параметров  $a$  и  $b$ , при которых заданная система уравнений

$$\begin{cases} x^2 + y^2 - 2x + 4y + 5 = b^2, \\ x^2 + (12 - 2a)x + y^2 - 2ay - 12a + 2a^2 = -27 \end{cases}$$

имеет два решения  $(x_1; y_1), (x_2; y_2)$ , координаты которых удовлетворяют условию

$$\frac{x_1 - x_2}{y_2 - y_1} = \frac{y_1 + y_2}{x_1 + x_2}.$$

Рассмотрим решение. Перепишем условие:

$$\begin{aligned} (x_1 - x_2)(x_1 + x_2) &= (y_2 - y_1)(y_1 + y_2) \\ x_1^2 - x_2^2 &= y_2^2 - y_1^2 \text{ или } x_1^2 + y_1^2 = y_2^2 + x_2^2, \end{aligned}$$

значит оба решения лежат на окружности с центром в точке  $O(0;0)$ . Рассмотрим теперь первое уравнение системы

$$\begin{aligned} x^2 + y^2 - 2x + 4y + 5 &= b^2 \\ x^2 - 2x + 1 + y^2 + 4y + 4 &= b^2 \\ (x - 1)^2 + (y + 2)^2 &= b^2. \end{aligned}$$

Это есть уравнение окружности с центром в точке  $O_1(1; -2)$  и радиусом  $b$ .

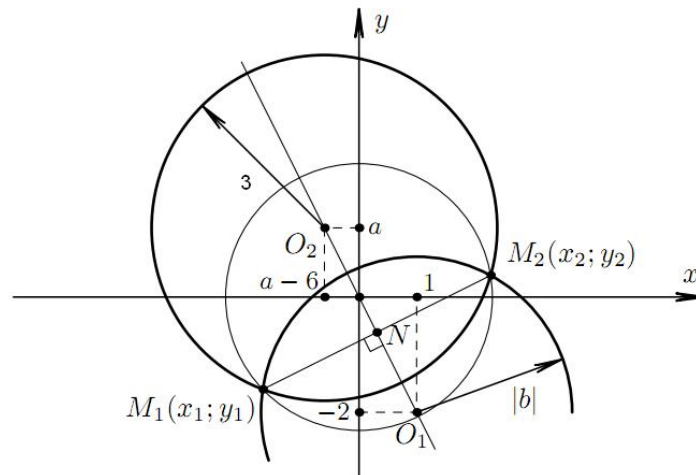
Рассмотрим теперь второе уравнение системы

$$\begin{aligned} x^2 + (12 - 2a)x + y^2 - 2ay - 12a + 2a^2 &= -27 \\ x^2 + (12 - 2a)x + 36 - 12a + a^2 + y^2 - 2ay + a^2 &= 9 \\ (x + (6 - a))^2 + (y - a)^2 &= 9 \end{aligned}$$

Это есть уравнение окружности с центром в точке  $O_2(a-6; a)$  и радиусом 3.

Мы получили, что точки  $M_1(x_1; y_1), M_2(x_2; y_2)$  одновременно лежат на трех окружностях, одна из которых с центром в точке  $O(0;0)$ :

$$\begin{aligned} x^2 + y^2 &= r^2 \\ (x - 1)^2 + (y + 2)^2 &= b^2 \\ (x + (6 - a))^2 + (y - a)^2 &= 9 \end{aligned}$$



Рассмотрим сначала окружности с центрами  $O_1(1; -2)$  и  $O(0;0)$ . Отрезок  $M_1M_2$  будет перпендикулярен  $OO_1$ , так как окружности пересекаются в точках  $M_1$  и  $M_2$ . Точку пересечения  $M_1M_2$  и  $OO_1$  обозначим  $N$ . Теперь рассмотрим окружности с центрами  $O_2(a-6; a)$  и  $O(0;0)$ . Аналогичным способом получаем, что точки  $O, O_1, O_2$  лежат на одной прямой, проходящей через точку  $N$ .

Уравнение прямой, проходящей через точки  $A(a_1; a_2), B(b_1; b_2)$ , имеет вид

$$\frac{x - a_1}{b_1 - a_1} = \frac{y - a_2}{b_2 - a_2}$$

Подставим значения точек  $O_1$  и  $O_2$ :

$$\begin{aligned} \frac{x - 1}{a - 6 - 1} &= \frac{y + 2}{a + 2} \\ \frac{x - 1}{a - 7} &= \frac{y + 2}{a + 2} \end{aligned}$$

Подставим в полученное уравнение координаты точки  $O$ , так как эта точка также принадлежит данной прямой

$$\begin{aligned} \frac{0-1}{a-7} &= \frac{0+2}{a+2} \\ \frac{-1}{a-7} &= \frac{2}{a+2} \\ -a-2 &= 2a-14 \\ -3a &= -12 \end{aligned}$$

Итак,  $a = 4$ .

Рассмотрим теперь свойство двух пересекающихся в двух точках окружностей с радиусами  $r_1$  и  $r_2$ , где  $d$  — отрезок, соединяющий центры этих окружностей:

$$d - r_1 < r_2 < d + r_1$$

Подставим значения нашей задачи

$$d = O_1O_2 = \sqrt{(x_{O_1} - x_{O_2})^2 + (y_{O_1} - y_{O_2})^2} = \sqrt{(1 - (4 - 6))^2 + (-2 - 4)^2} = \sqrt{45}$$

$$r_1 = |b|$$

$$r_2 = 3$$

$$\sqrt{45} - |b| < 3 < \sqrt{45} + |b|$$

$$\sqrt{45} - 3 < |b| < \sqrt{45} + 3$$

Получили ответ:  $a = 4, |b| \in (\sqrt{45} - 3; \sqrt{45} + 3)$ .

Задачи такого типа позволяют изучать новые свойства уже хорошо известных кривых и дают возможность получить представления о таких замечательных кривых, как сплайны.

Оказывается, что сплайны [1] имеют особое прикладное значение, например в механике они задают деформацию гибкой пластины или стержня, зафиксированных в отдельных точках. Особое преимущество сплайнов, что их можно построить проходящими через любой конечный набор точек и они всегда являются гладкими кривыми (без точек излома).

Литература:

1. Покорная, И. Ю. Сплайны как основа моделирования / И. Ю. Покорная, И. В. Плоткина // Некоторые вопросы анализа, алгебры, геометрии и математического образования: материалы Международной научно-методической конференции кафедры высшей математики. — Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2016. — № 4. — с. 158–160.

# ФИЗИКА

## Черные дыры

Долбин Артур Александрович, студент;

Тарасова Анна Александровна, студент

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) Донского государственного технического университета в г. Шахты (Ростовская обл.)

*В данной статье рассматривается существование Черных дыр во вселенной. Рассказывается о их особенностях и размерах, и как они могут повлиять на нашу жизнь.*

**Ключевые слова:** вселенная, черные дыры, время, космос, наука

Мы знаем, что современная гуманитарная мысль обращает внимание на устройство вселенной. Эта проблем была в центре интереса философии еще в древности, к примеру, мир как единство рассматривал натур философ античности Фалес Милетский. Также в классической философии Платон рассматривал мир, как стоящий в центре мира окруженный девятью сферами. Изучая все это, мы решили углубиться в мир космоса и затронуть тему о таких объектах, как Черные дыры.

Черные дыры, несомненно, самые странные и загадочные объекты в космосе. Их причудливые свойства могут бросить вызов законам физики Вселенной и даже природе существующей действительности. Чтобы понять, что же такое черные дыры, мы должны научиться думать «вне коробки» и применить немного фантазии. Черные дыры образуются из ядер супер массивных звезд, которые можно охарактеризовать как область пространства, где огромная масса сосредоточена в пустоте, и ничего, даже свет не может там избежать гравитационного притяжения. Это та область, где вторая космическая скорость превышает скорость света. И чем более массивный объект движения, тем быстрее он должен двигаться для того чтобы избавиться от силы своей тяжести. Это известно как вторая космическая скорость.

Знаете ли вы самую большую черную дыру во всей Вселенной? Самой большой черной дырой во Вселенной является черная дыра, расположенная в центре галактики NGC 1277 в созвездии Персея, находящаяся на расстоянии 228 миллионов св. лет от Земли.

Черные дыры настолько массивны, что их вторая космическая скорость быстрее, чем скорость света. Поскольку ничего не может двигаться быстрее, чем свет, то ничего и не может избежать гравитация черной дыры. Теория относительности Эйнштейна стала ключом к пониманию черных дыр. Она утверждает, что гравитация

влияет на время. Чем более массивный объект в космосе, тем больше он замедляет время. Гравитация же черной дыры настолько огромна, что она практически останавливает ход времени. Если снаружи черной дыры наблюдать, как падает космический корабль, то можно увидеть, что он все больше и больше замедляется и, в конце концов, исчезает. Распространенный миф о черных дырах говорит, о том, что они всасывают всю материю вокруг себя. Но, это не так. Они будут всасывать материю, которая находится на определенном расстоянии, а в остальном они действуют не иначе, чем массивные звезды. Если, например, наше Солнце станет черной дырой, планеты будут и дальше вращаться по своей орбите, как они это и сегодня.

Теория относительности Эйнштейна описывает гравитацию как искривление пространства-времени. Чем массивнее объект, тем больше это искажение будет. Черные дыры настолько огромны, что они искажают пространство времени, и оно отодвигается в глубокую и бездонную пустоту, от которой ничто не может укрыться.

Черные дыры, на самом деле формируются из сверхмассивных звезд, масса которых, по крайней мере, в десять раз больше, чем наше Солнце. Когда горят звезды, в процессе синтеза выделяется сплав водорода. Данная ядерная реакция производит давление, которое позволяет выталкивать из центра водоворота звезды. И противодействует силе тяжести, которая тянет ее обратно внутрь. Эти две силы идеально сбалансированы. Что позволяет звезде не разрушиться. Когда она исчерпывает свой запас водородного топлива, баланс нарушается.

Массивные звезды погибают и в результате взрыва, образуются сверхновая звезда. Что происходит после этого, зависит от ее массы. Большинство из них остаются позади ядра, именуемого Белым Карликом. Оно обычно окружено постоянно расширяющейся оболочкой газа. В некоторых, редких случаях масса звезды настолько велика, что гра-

витация черной дыры будет тянуть ее тело очень сильно, после чего она может стать крошечной, компактным объектом, известным как нейтронная звезда. Но в очень редких случаях, существует так много массы в звезде, что гравитация буквально сходит с ума. Ничто во Вселенной не может остановить распад. Звезда коллапсирует в самой себе и останавливается только тогда, когда занимает определенную точку в пространстве. Она в буквальном смысле перестает существовать. Однако при этом, оставляя за собой массу и силу тяжести. Теперь это еще одна черная дыра, один из самых необычных объектов в космосе.

Когда супер массивная звезда коллапсирует в черную дыру, она не становится настолько маленькой, чтобы больше не иметь никакого физического размера. Это ее плотная, уменьшенная модель, но при этом содержащая то же количество массы, что и исходная звезда. Главная особенность черной дыры — это то, что известно как сингулярность, и она определяет ее центр. Область, где фундаментальные законы физики и самой ткани пространства прекращают свое существование. Сингулярность — это в невидимый барьер, называемый горизонтом событий. Он знаменует собой появление внешней границы черной дыры, проявляющимся экстремальным гравитационным притяжением. Это точка, откуда нет возврата. Все, что пересекает горизонт событий, даже свет, обречен.

В ходе исследования черных дыр мы поняли, что не все чёрные дыры одинаковы. Мы обычно думаем, что все чёрные дыры по сути одно и то же. Однако астрономы недавно выяснили, что их можно разделить на несколько разновидностей.

Есть вращающиеся чёрные дыры, черные дыры с электрическим зарядом и чёрные дыры, включающие черты первых двух. Обычные чёрные дыры возникают путём поглощения материи, а вращающаяся чёрная дыра образуется путём слияния двух таких дыр.

Эти чёрные дыры расходуют намного больше энергии из-за возросшего возмущения пространства. Заряженная вращающаяся чёрная дыра действует как ускоритель частиц.

Чёрная дыра, названная GRS 1915+105, находится на расстоянии около 35 тысяч световых лет от Земли. Она крутится со скоростью 950 оборотов в секунду.

Так же мы вычитали, что они достаточно шумные. Всё, что окружает чёрную дыру, затягивается в эту бездну и одновременно с этим ускоряется. Горизонт событий (граница области пространства-времени, начиная с которой информация не может достичь наблюдателя из-за конечности скорости света) разгоняет частицы почти до скорости света.

Во время пересечения материей центра горизонта событий возникает булькающий звук. Этот звук является преобразованием энергии движения в звуковые волны.

В 2003-м году астрономы с помощью космической рентгеновской обсерватории Чандра зафиксировали звуковые волны, исходящие от сверхмассивной чёрной дыры, находящейся на расстоянии 250 миллионов световых лет.

Еще один интересный факт, о котором мы узнали, что они замедляют время. Свет огибает горизонт событий, но, в конечном счете, он захватывается в небытие, когда проникает внутрь.

Можно описать то, что произойдёт с часами, если они попадут внутрь чёрной дыры и уцелеют там. По мере приближения к горизонту событий, они будут замедляться и в конце концов полностью остановятся.

Эта заморозка времени происходит вследствие гравитационного замедления времени, которое объясняется теорией относительности Эйнштейна. Сила притяжения в чёрной дыре настолько велика, что она может замедлять время. С точки зрения часов, всё идёт нормально. Часы пропадут из поля зрения, в то время как свет от них будет ещё растягиваться. Свет будет становиться всё более красным, длина волны будет увеличиваться и в итоге он выйдет за пределы видимого спектра.

Еще мы поняли, что мы состоим из одного и того же материала. Некоторые исследователи полагают, что чёрные дыры помогут нам при создании новых элементов, потому что они разбивают материю на субатомные частицы.

Эти частицы участвуют в образовании звёзд, что в свою очередь ведёт к созданию элементов тяжелее гелия, таких как железо и углерод, необходимых для образования твёрдых планет и жизни. Эти элементы входят в состав всего, что имеет массу, а значит и нас с вами.

Еще один интересный факт о котором мы узнали, что физик-теоретик Стивен Хокинг рассказал на публичной лекции в Стокгольме о разработанной им теории возврата информации из черной дыры. Об этом сообщает The Guardian.

По словам Хокинга, утверждение, будто такая информация исчезает навсегда, неверно. Ученый считает, что она либо запечатлевается на границе черной дыры в виде своеобразной «голограммы», либо попадает в альтернативную вселенную.

Хокинг уточнил, что дыра должна вращаться и быть больших размеров, чтобы потенциально сообщаться с другой вселенной. Он предупредил, что попасть обратно в нашу вселенную тем же путем информация уже не может.

«Если у вас возникает ощущение, будто вы попали в черную дыру, не сдавайтесь. Из нее есть выход», — пошутил он.

Черной дырой в астрофизике принято называть область в пространстве-времени, гравитационное поле которой настолько велико, что его не могут покинуть даже кванты света, движущиеся на предельной скорости. В январе 2014 года Стивен Хокинг выложил на arXiv.org препринт своей статьи, в которой написал, что черных дыр в классическом понимании этого слова не существует.

Еще на днях мы узнали, что оказывается существуют, черные и белые дыры. Ученые говорят о том, что, кроме черных, есть и белые дыры. Они постоянно выбрасывают материю и энергию. И хотя белых дыр никто не видел, то, что они существуют, доказано математически. Астрофизики из Калифорнийского университета недавно вычис-



лили их, решая с помощью суперкомпьютера уравнения теории относительности Эйнштейна». Белых дыр столько же, сколько черных, — убежден американский космолог Блэйк Темпл. — Это космические вулканы, которые выбрасывают поглощенную черными дырами материю, порождая новые вселенные». При этом в точке разрыва между двумя вселенными может существовать своего рода туннель: черная дыра со стороны нашей вселенной и белая со стороны другой. Астрофизики полагают, что вся материя, которая исчезает в черной дыре, в неизменном виде выталкивается наружу белой. Но происходит это не в последовательности «поглотил — выбросил».

Согласно теории относительности, время может течь вспять. «Поэтому, — утверждает профессор Игорь Новиков, член-корреспондент Российской академии наук, — поглощенное выталкивается белой дырой еще до момента поглощения».

Существование черных дыр, предсказанных в их современном понимании общей теорией относительности, с большой долей вероятности уже подтверждено наблюдениями. Если эта вероятность превратится в полную уверенность, то роль черных дыр как источников активности ядер галактик и квазаров позволит считать их важнейшим элементом мироздания.

Литература:

1. Фалес Милетский, Пути к истине [Электронный ресурс] URL: <http://istina.rin.ru/cgi-bin/print.pl?sait=3&id=1575>
2. Космология Платона [Электронный ресурс] URL: <http://eurasianland.ru/txt/kanke/14.htm>
3. Теория относительности Эйнштейна [Электронный ресурс] URL: [http://elementy.ru/trefil/43/Teoriya\\_otnositelnosti](http://elementy.ru/trefil/43/Teoriya_otnositelnosti)
4. Черные дыры во Вселенной [Электронный ресурс] URL: <http://www.nkj.ru/archive/articles/8028/>
5. Исследование Черных дыр, значимость их во вселенной [Электронный ресурс] URL: <http://www.kosmos19.narod.ru/blackhole.html>

## Математическая модель асинхронного двигателя с переменными $\dot{i}_r$ – $\psi_r$ на выходе интегрирующих звеньев в Simulink-Script

Емельянов Александр Александрович, доцент;

Бесклеткин Виктор Викторович, ассистент;

Устинов Артем Павлович, студент;

Патерило Александр Сергеевич, студент;

Иванин Александр Юрьевич, студент;

Пестеров Дмитрий Ильич, студент;

Юнусов Тимур Шамильевич, студент

Российский государственный профессионально-педагогический университет (г. Екатеринбург)

Данная работа является продолжением статьи [1], в которой проекции векторов  $\bar{i}_r$  и  $\bar{\psi}_r$  были получены на выходе апериодических звеньев. В этой статье проекции векторов  $\dot{i}_r$  и  $\dot{\psi}_r$  выведены на основе интегрирующих звеньев.

В работе [1] было получено уравнение (7'):

$$\frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \psi_{rx} = -r_{rk} \cdot i_{rx} + (\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot \psi_{ry}$$

Выразим потокосцепление  $\psi_{rx}$  по оси (+1):

$$\psi_{rx} = \left[ \underbrace{-r_{rk} \cdot i_{rx}}_1 + \underbrace{(\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot \psi_{ry}}_2 \right] \cdot \Omega_{\sigma} \cdot \frac{1}{s}$$

Структурная схема для определения  $\psi_{rx}$  приведена на рис. 1.

Приведем уравнение (8') из работы [1]:

$$u_{sx} = \frac{r_s}{l_m} \cdot \psi_{rx} - \frac{r_s}{k_r} \cdot i_{rx} - \frac{r_{rk}}{k_s} \cdot i_{rx} + \frac{1}{k_s} \cdot (\omega_k \cdot \psi_{ry}) - \frac{z_p}{k_s} \cdot (\omega \cdot \psi_{ry}) - l_{\sigma} \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot i_{rx} \right) - \frac{1}{k_s} \cdot (\omega_k \cdot \psi_{ry}) + l_{\sigma} \cdot (\omega_k \cdot i_{ry})$$

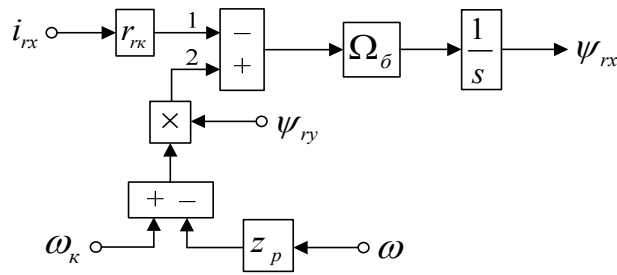


Рис. 1. Структурная схема для определения потокосцепления  $\psi_{rx}$

Перенесем  $l_{\sigma\delta} \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot i_{rx} \right)$  в левую часть:

$$l_{\sigma\delta} \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot i_{rx} \right) = -u_{sx} + \frac{r_s}{l_m} \cdot \psi_{rx} - \underbrace{\left( \frac{r_s}{k_r} + \frac{r_{rk}}{k_s} \right)}_{r_{r3}} \cdot i_{rx} - \frac{z_p}{k_s} \cdot (\omega \cdot \psi_{ry}) + l_{\sigma\delta} \cdot (\omega_k \cdot i_{ry}).$$

Отсюда определим ток  $i_{rx}$  по оси (+1):

$$i_{rx} = \left[ \underbrace{-u_{sx}}_3 + \underbrace{\frac{r_s}{l_m} \cdot \psi_{rx}}_2 - \underbrace{r_{r3} \cdot i_{rx}}_1 - \underbrace{\frac{z_p}{k_s} \cdot (\omega \cdot \psi_{ry})}_5 + \underbrace{l_{\sigma\delta} \cdot (\omega_k \cdot i_{ry})}_4 \right] \cdot \frac{\Omega_{\delta}}{l_{\sigma\delta}} \cdot \frac{1}{s}.$$

Структурная схема для определения тока  $i_{rx}$  дана на рис. 2.

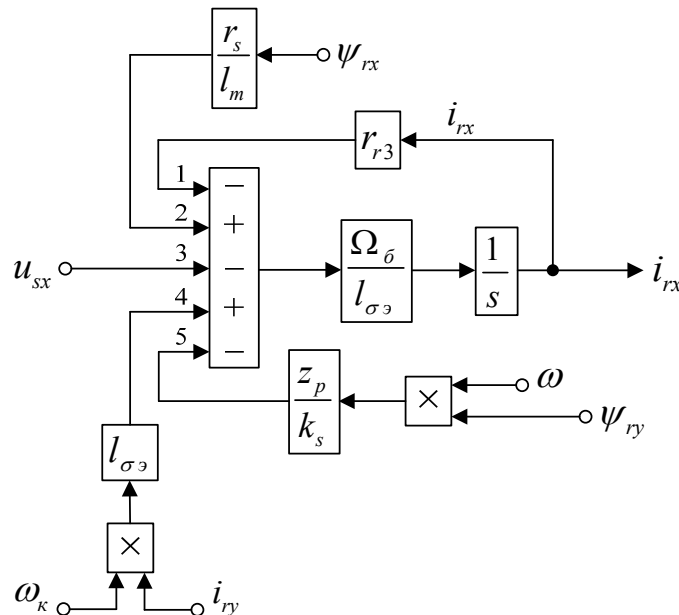


Рис. 2. Структурная схема для определения тока  $i_{rx}$

Аналогично, определим потокосцепление  $\psi_{ry}$  и ток  $i_{ry}$  по оси (+j).

Из уравнения (7") работы [1] выразим  $\psi_{ry}$ :

$$\frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \psi_{ry} = -r_{rk} \cdot i_{ry} - (\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot \psi_{rx};$$

$$\psi_{ry} = \left[ \underbrace{-r_{rk} \cdot i_{ry}}_2 - \underbrace{(\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot \psi_{rx}}_1 \right] \cdot \Omega_{\delta} \cdot \frac{1}{s}.$$

Структурная схема для определения потокосцепления  $\psi_{ry}$  приведена на рис. 3.

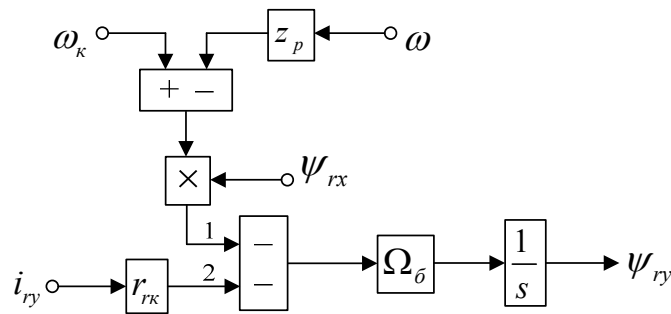


Рис. 3. Структурная схема для определения потокоцепления  $\psi_{ry}$

Приведем уравнение (8'') из работы [1]:

$$u_{sy} = \frac{r'_s}{l_m} \cdot \psi_{ry} - \frac{r'_s}{k_r} \cdot i_{ry} - \frac{r_{rk}}{k_s} \cdot i_{ry} - \frac{1}{k_s} \cdot (\omega_k \cdot \psi_{rx}) + \frac{z_p}{k_s} \cdot (\omega \cdot \psi_{rx}) - l_{\sigma\delta} \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot i_{ry} \right) + \frac{1}{k_s} \cdot (\omega_k \cdot \psi_{rx}) - l_{\sigma\delta} \cdot (\omega_k \cdot i_{rx}).$$

Перенесем  $l_{\sigma\delta} \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot i_{ry} \right)$  в левую часть:

$$l_{\sigma\delta} \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot i_{ry} \right) = -u_{sy} + \frac{r'_s}{l_m} \cdot \psi_{ry} - \underbrace{\left( \frac{r'_s}{k_r} + \frac{r_{rk}}{k_s} \right)}_{r_{r3}} \cdot i_{ry} + \frac{z_p}{k_s} \cdot (\omega \cdot \psi_{rx}) - l_{\sigma\delta} \cdot (\omega_k \cdot i_{rx}).$$

Тогда ток  $i_{ry}$  определится в следующей форме:

$$i_{ry} = \left[ \underbrace{-u_{sy}}_3 + \underbrace{\frac{r'_s}{l_m} \cdot \psi_{ry}}_4 - \underbrace{r_{r3} \cdot i_{ry}}_5 + \underbrace{\frac{z_p}{k_s} \cdot (\omega \cdot \psi_{rx})}_1 - \underbrace{l_{\sigma\delta} \cdot (\omega_k \cdot i_{rx})}_2 \right] \cdot \frac{\Omega_{\delta}}{l_{\sigma\delta}} \cdot \frac{1}{s}.$$

Структурная схема для определения  $i_{ry}$  дана на рис. 4.

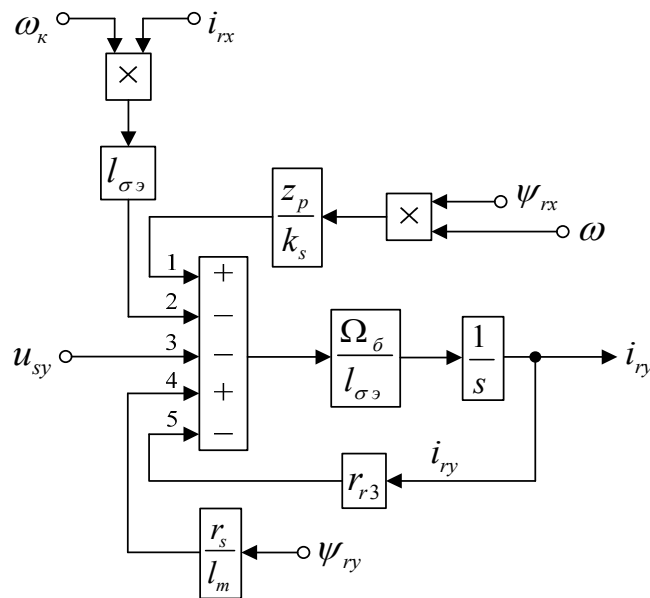


Рис. 4. Структурная схема для определения тока  $i_{ry}$

На рис. 5 представлена структурная схема для реализации уравнения электромагнитного момента:

$$m = \zeta_N \cdot (\psi_{ry} \cdot i_{rx} - \psi_{rx} \cdot i_{ry}).$$

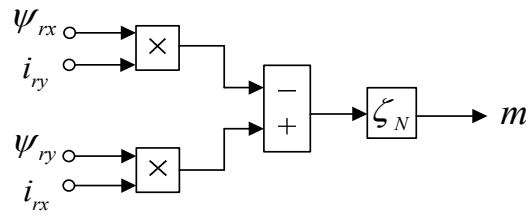


Рис. 5. Математическая модель определения электромагнитного момента  $m$

Из уравнения движения выразим механическую угловую скорость вращения вала двигателя (рис. 6):

$$m - m_c = T_j \cdot s \cdot \omega;$$

$$\omega = (m - m_c) \cdot \frac{1}{T_j} \cdot \frac{1}{s}.$$

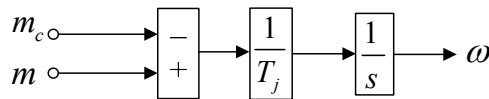


Рис. 6. Математическая модель уравнения движения

Математическая модель асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором с переменными  $i_r - \psi_r$  на выходе интегрирующих звеньев приведена на рис. 7. Параметры асинхронного двигателя рассмотрены в работах [2] и [3].

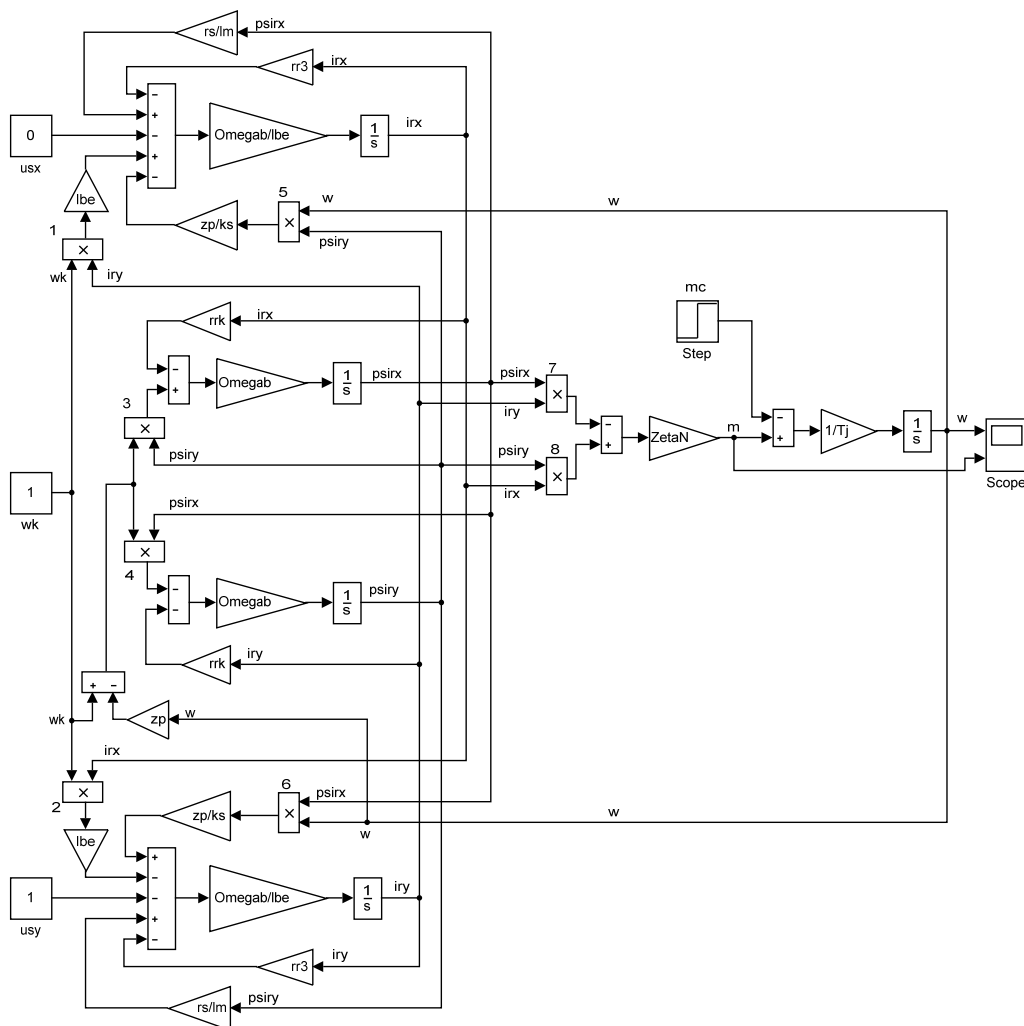


Рис. 7. Математическая модель асинхронного двигателя с переменными  $i_r - \psi_r$  на выходе интегрирующих звеньев

Расчет параметров в Script приведен в работе [1].

Результаты моделирования асинхронного двигателя представлены на рис. 8.

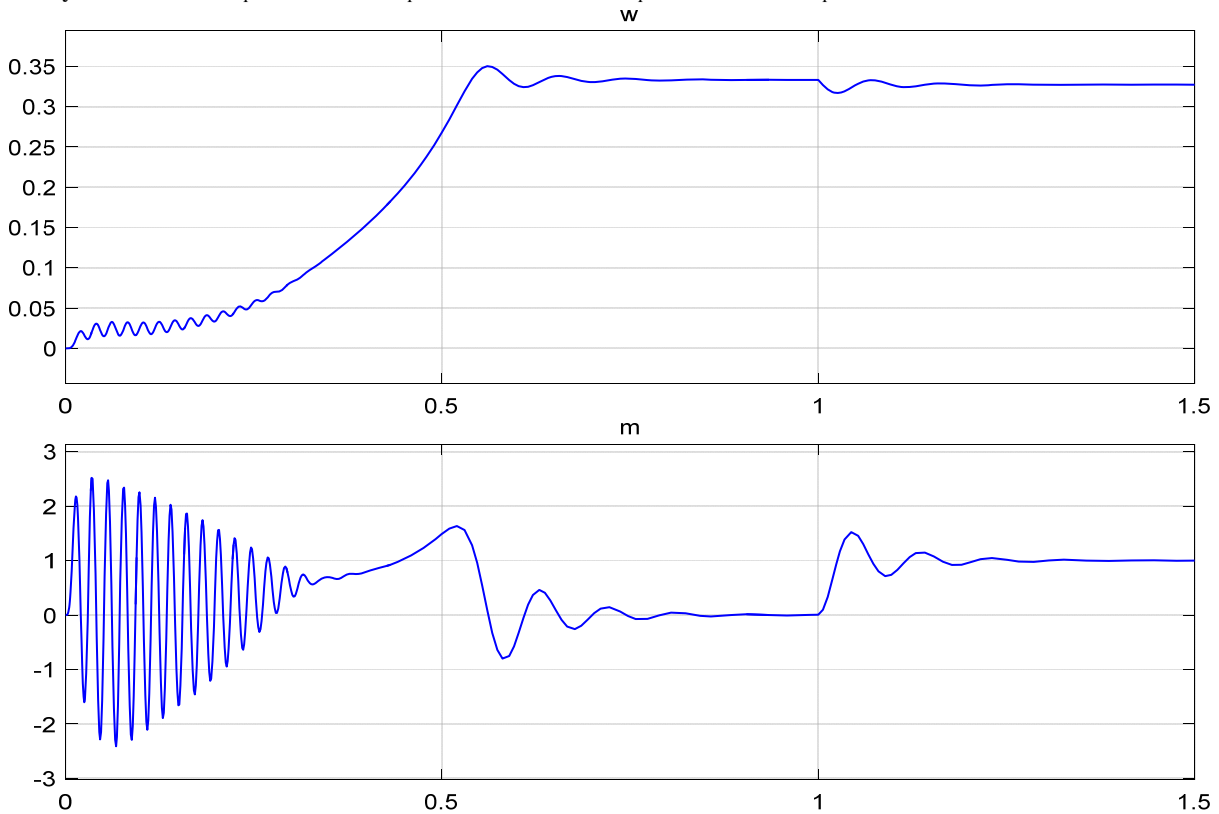


Рис. 8. Графики скорости и момента

#### Литература:

1. Емельянов, А. А., Бесклеткин В. В., Устинов А. П., Патерило А. С., Честюнин А. Е., Соснин А. С., Попович Ю. А., Жедик М. С. Математическая модель асинхронного двигателя с переменными  $i_g - i_r$  на выходе аperiodических звеньев в Simulink-Script // Молодой ученый. — 2017. — № 2.
2. Шрейнер, Р.Т. Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты. — Екатеринбург: УРО РАН, 2000. — 654 с.
3. Шрейнер, Р.Т. Электромеханические и тепловые режимы асинхронных двигателей в системах частотного управления: учеб. пособие / Р.Т. Шрейнер, А.В. Костылев, В.К. Кривовяз, С.И. Шилин. Под ред. проф. д. т. н. Р.Т. Шрейнера. — Екатеринбург: ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2008. — 361 с.

## Математическая модель асинхронного двигателя с переменными $i_s-i_r$ на выходе интегрирующих звеньев в Simulink

Емельянов Александр Александрович, доцент;

Бесклеткин Виктор Викторович, ассистент;

Устинов Артем Павлович, студент;

Патерило Александр Сергеевич, студент;

Орлов Евгений Сергеевич, студент;

Романов Александр Андреевич, студент;

Строкова Татьяна Александровна, студент

Российский государственный профессионально-педагогический университет (г. Екатеринбург)

Габзалилов Эльвир Фиргатович, студент;

Аюпов Вадим Илхамович, студент

Уральский государственный горный университет (г. Екатеринбург)

Данная работа является продолжением статьи [1]. Проекция векторов  $\bar{i}_s$  и  $\bar{i}_r$  выведены на основе интегрирующих звеньев с моделированием в Simulink.

В работе [1] были получены уравнения (7) и (8) для расчета  $i_{sx}$  в Script-Simulink:

$$0 = r_{rk} \cdot i_{rx} + (l_m + l_{\sigma r}) \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot i_{rx} \right) + l_m \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot i_{sx} \right) - (l_m + l_{\sigma r}) \cdot (\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot i_{ry} - l_m \cdot (\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot i_{sy}.$$

Исключим слагаемые с  $\left( \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot i_{rx} \right)$ . Для этого умножим первое уравнение на  $(l_m + l_{\sigma r})$ , а второе – на  $l_m$ :

$$(l_m + l_{\sigma r}) \cdot u_{sx} = (l_m + l_{\sigma r}) \cdot r_s \cdot i_{sx} + (l_m + l_{\sigma s}) \cdot (l_m + l_{\sigma r}) \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot i_{sx} \right) + l_m \cdot (l_m + l_{\sigma r}) \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot i_{rx} \right) - (l_m + l_{\sigma r}) \cdot (l_m + l_{\sigma s}) \cdot (\omega_k \cdot i_{sy}) - (l_m + l_{\sigma r}) \cdot l_m \cdot (\omega_k \cdot i_{ry});$$

$$0 = l_m \cdot r_{rk} \cdot i_{rx} + l_m \cdot (l_m + l_{\sigma r}) \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot i_{rx} \right) + l_m^2 \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot i_{sx} \right) - l_m \cdot (l_m + l_{\sigma r}) \cdot (\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot i_{ry} - l_m^2 \cdot (\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot i_{sy}.$$

Наконец, вычтем второе уравнение из первого:

$$(l_m + l_{\sigma r}) \cdot u_{sx} = (l_m + l_{\sigma r}) \cdot r_s \cdot i_{sx} + (l_m + l_{\sigma s}) \cdot (l_m + l_{\sigma r}) \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot i_{sx} \right) - (l_m + l_{\sigma r}) \cdot (l_m + l_{\sigma s}) \cdot (\omega_k \cdot i_{sy}) - l_m \cdot (l_m + l_{\sigma r}) \cdot (\omega_k \cdot i_{ry}) - l_m \cdot r_{rk} \cdot i_{rx} - l_m^2 \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot i_{sx} \right) + l_m \cdot (l_m + l_{\sigma r}) \cdot (\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot i_{ry} + l_m^2 \cdot (\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot i_{sy}.$$

Перенесем слагаемые с  $\left( \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot i_{sx} \right)$  в левую часть:

$$\left[ \underbrace{\left( (l_m + l_{\sigma s}) \cdot (l_m + l_{\sigma r}) - l_m^2 \right)}_{l_m \cdot l_{\sigma s}} \cdot \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \right] \cdot i_{sx} = (l_m + l_{\sigma r}) \cdot u_{sx} - (l_m + l_{\sigma r}) \cdot r_s \cdot i_{sx} + (l_m + l_{\sigma r}) \cdot (l_m + l_{\sigma s}) \cdot (\omega_k \cdot i_{sy}) + l_m \cdot (l_m + l_{\sigma r}) \cdot (\omega_k \cdot i_{ry}) + l_m \cdot r_{rk} \cdot i_{rx} - l_m \cdot (l_m + l_{\sigma r}) \cdot (\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot i_{ry} - l_m^2 \cdot (\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot i_{sy}.$$

Разделим обе части уравнения на  $(l_m + l_{\sigma r})$ :

$$\left( \frac{l_m}{l_m + l_{\sigma r}} \cdot l_{\sigma s} \cdot \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \right) \cdot i_{sx} = u_{sx} - r_s \cdot i_{sx} + \left( \frac{l_m + l_{\sigma s}}{l_m} \right) \cdot l_m \cdot (\omega_k \cdot i_{sy}) + l_m \cdot (\omega_k \cdot i_{ry}) + \left( \frac{l_m}{l_m + l_{\sigma r}} \right) \cdot r_{rk} \cdot i_{rx} - l_m \cdot (\omega_k \cdot i_{ry}) + (l_m \cdot z_p) \cdot (\omega \cdot i_{ry}) - \left( \frac{l_m}{l_m + l_{\sigma r}} \right) \cdot l_m \cdot (\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot i_{sy}.$$



Обозначим:

$$\frac{l_m}{l_m + l_{\sigma r}} = k_r; \quad \frac{l_m}{l_m + l_{\sigma s}} = k_s.$$

Получим:

$$\left(k_r \cdot l_{\sigma s} \cdot \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s\right) \cdot i_{sx} = u_{sx} - r_s \cdot i_{sx} + \frac{l_m}{k_s} \cdot (\omega_{\kappa} \cdot i_{sy}) + k_r \cdot r_{rk} \cdot i_{rx} + l_m \cdot z_p \cdot (\omega \cdot i_{ry}) - k_r \cdot l_m \cdot (\omega_{\kappa} \cdot i_{sy}) + k_r \cdot l_m \cdot z_p \cdot (\omega \cdot i_{sy}).$$

Ток  $i_{sx}$  определится в следующем виде:

$$i_{sx} = \left[ \underbrace{u_{sx}}_3 - \underbrace{r_s \cdot i_{sx}}_5 + \underbrace{(k_r \cdot r_{rk}) \cdot i_{rx}}_4 + \underbrace{\left(l_m \cdot \left(\frac{1}{k_s} - k_r\right)\right) \cdot (\omega_{\kappa} \cdot i_{sy})}_2 + \underbrace{l_m \cdot z_p \cdot (\omega \cdot (i_{sy} \cdot k_r + i_{ry}))}_1 \right] \cdot \frac{\Omega_{\sigma}}{k_r \cdot l_{\sigma s}} \cdot \frac{1}{s}.$$

Структурная схема тока  $i_{sx}$  по оси +1 в Script-Simulink приведена на рис. 1.

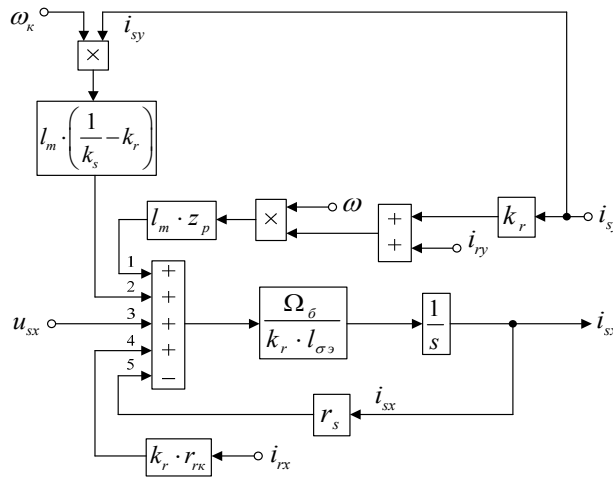


Рис. 1. Структурная схема для определения тока  $i_{sx}$  в Script-Simulink

Трансформируем структурную схему на рис. 1 в оболочку, позволяющую производить расчет коэффициентов в отдельном блоке Subsystem. Для этого вместо операторов с коэффициентами, рассчитываемыми в Script, установим блоки перемножения, к которым подведены сигналы с результатами расчетов в Simulink, как показано на рис. 2.

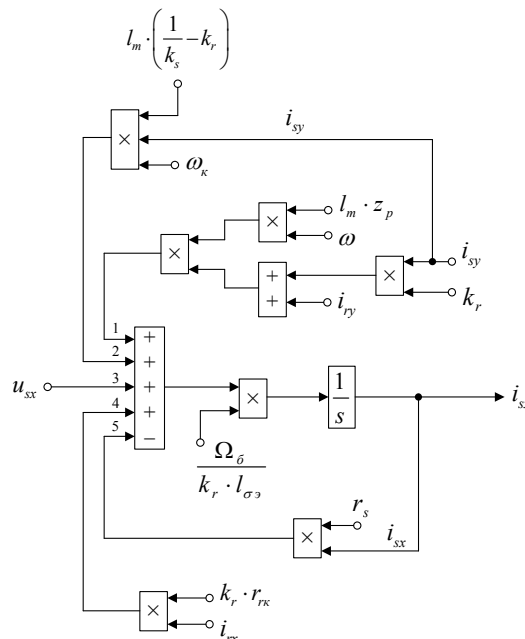


Рис. 2. Структурная схема для определения тока  $i_{sx}$  в Simulink

Произведем аналогичную трансформацию при определении тока  $i_{rx}$  по оси +1. Повторим уравнения (7) и (8):

$$u_{sx} = r_s \cdot i_{sx} + (l_m + l_{\sigma s}) \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot i_{sx} \right) + l_m \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot i_{rx} \right) - (l_m + l_{\sigma s}) \cdot (\omega_{\kappa} \cdot i_{sy}) - l_m \cdot (\omega_{\kappa} \cdot i_{ry});$$

$$0 = r_{rk} \cdot i_{rx} + (l_m + l_{\sigma r}) \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot i_{rx} \right) + l_m \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot i_{sx} \right) - (l_m + l_{\sigma r}) \cdot (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot i_{ry} - l_m \cdot (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot i_{sy}.$$

Исключим слагаемые с  $\left( \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot i_{sx} \right)$ . Для этого умножим первое уравнение на  $l_m$ , а второе – на  $(l_m + l_{\sigma s})$ :

$$l_m \cdot u_{sx} = l_m \cdot r_s \cdot i_{sx} + l_m \cdot (l_m + l_{\sigma s}) \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot i_{sx} \right) + l_m^2 \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot i_{rx} \right) - l_m \cdot (l_m + l_{\sigma s}) \cdot (\omega_{\kappa} \cdot i_{sy}) - l_m^2 \cdot (\omega_{\kappa} \cdot i_{ry});$$

$$0 = (l_m + l_{\sigma s}) \cdot r_{rk} \cdot i_{rx} + (l_m + l_{\sigma s}) \cdot (l_m + l_{\sigma r}) \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot i_{rx} \right) + l_m \cdot (l_m + l_{\sigma s}) \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot i_{sx} \right) - (l_m + l_{\sigma s}) \cdot (l_m + l_{\sigma r}) \cdot (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot i_{ry} - l_m \cdot (l_m + l_{\sigma s}) \cdot (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot i_{sy}.$$

Вычитаем второе уравнение из первого:

$$l_m \cdot u_{sx} = l_m \cdot r_s \cdot i_{sx} + l_m^2 \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot i_{rx} \right) - l_m \cdot (l_m + l_{\sigma s}) \cdot (\omega_{\kappa} \cdot i_{sy}) - l_m^2 \cdot (\omega_{\kappa} \cdot i_{ry}) - (l_m + l_{\sigma s}) \cdot r_{rk} \cdot i_{rx} - (l_m + l_{\sigma s}) \cdot (l_m + l_{\sigma r}) \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot i_{rx} \right) + (l_m + l_{\sigma s}) \cdot (l_m + l_{\sigma r}) \cdot (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot i_{ry} + l_m \cdot (l_m + l_{\sigma s}) \cdot (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot i_{sy}.$$

Перенесем слагаемые с  $\left( \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot i_{rx} \right)$  в левую часть:

$$\left[ \underbrace{\left( (l_m + l_{\sigma s}) \cdot (l_m + l_{\sigma r}) - l_m^2 \right)}_{l_m \cdot l_{\sigma s}} \cdot \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \right] \cdot i_{rx} = -l_m \cdot u_{sx} + l_m \cdot r_s \cdot i_{sx} - l_m \cdot (l_m + l_{\sigma s}) \cdot (\omega_{\kappa} \cdot i_{sy}) - l_m^2 \cdot (\omega_{\kappa} \cdot i_{ry}) - (l_m + l_{\sigma s}) \cdot r_{rk} \cdot i_{rx} + (l_m + l_{\sigma s}) \cdot (l_m + l_{\sigma r}) \cdot (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot i_{ry} + l_m \cdot (l_m + l_{\sigma s}) \cdot (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot i_{sy}.$$

Разделим обе части уравнения на  $(l_m + l_{\sigma s})$ :

$$\left( \underbrace{\frac{l_m}{l_m + l_{\sigma s}} \cdot l_{\sigma s}}_{k_s} \cdot \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \right) \cdot i_{rx} = - \underbrace{\left( \frac{l_m}{l_m + l_{\sigma s}} \right)}_{k_s} \cdot u_{sx} + \underbrace{\left( \frac{l_m}{l_m + l_{\sigma s}} \right)}_{k_s} \cdot r_s \cdot i_{sx} - l_m \cdot (\omega_{\kappa} \cdot i_{sy}) - \underbrace{\left( \frac{l_m}{l_m + l_{\sigma s}} \right)}_{k_s} \cdot l_m \cdot (\omega_{\kappa} \cdot i_{ry}) - r_{rk} \cdot i_{rx} + \underbrace{\left( \frac{l_m + l_{\sigma r}}{l_m} \right)}_{1/k_r} \cdot l_m \cdot (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot i_{ry} + l_m \cdot (\omega_{\kappa} \cdot i_{sy}) - (l_m \cdot z_p) \cdot (\omega \cdot i_{sy}).$$

Получим:

$$\left( k_s \cdot l_{\sigma s} \cdot \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \right) \cdot i_{rx} = -k_s \cdot u_{sx} + k_s \cdot r_s \cdot i_{sx} - k_s \cdot l_m \cdot (\omega_{\kappa} \cdot i_{ry}) - r_{rk} \cdot i_{rx} + \frac{l_m}{k_r} \cdot (\omega_{\kappa} \cdot i_{ry}) - \frac{l_m \cdot z_p}{k_r} \cdot (\omega \cdot i_{ry}) - l_m \cdot z_p \cdot (\omega \cdot i_{sy}).$$

Определим ток  $i_{rx}$ :

$$i_{rx} = \left[ \underbrace{-k_s \cdot u_{sx}}_3 + \underbrace{(k_s \cdot r_s) \cdot i_{sx}}_4 - \underbrace{r_{rk} \cdot i_{rx}}_5 - \underbrace{l_m \cdot \left( k_s - \frac{1}{k_r} \right) \cdot (\omega_\kappa \cdot i_{ry})}_2 - \underbrace{l_m \cdot z_p \cdot \left( \omega \cdot \left( \frac{i_{ry}}{k_r} + i_{sy} \right) \right)}_1 \right] \cdot \frac{\Omega_\delta}{k_s \cdot l_{\sigma\delta}} \cdot \frac{1}{s}$$

Структурная схема тока  $i_{rx}$  по оси +1 в Script-Simulink приведена на рис. 3.

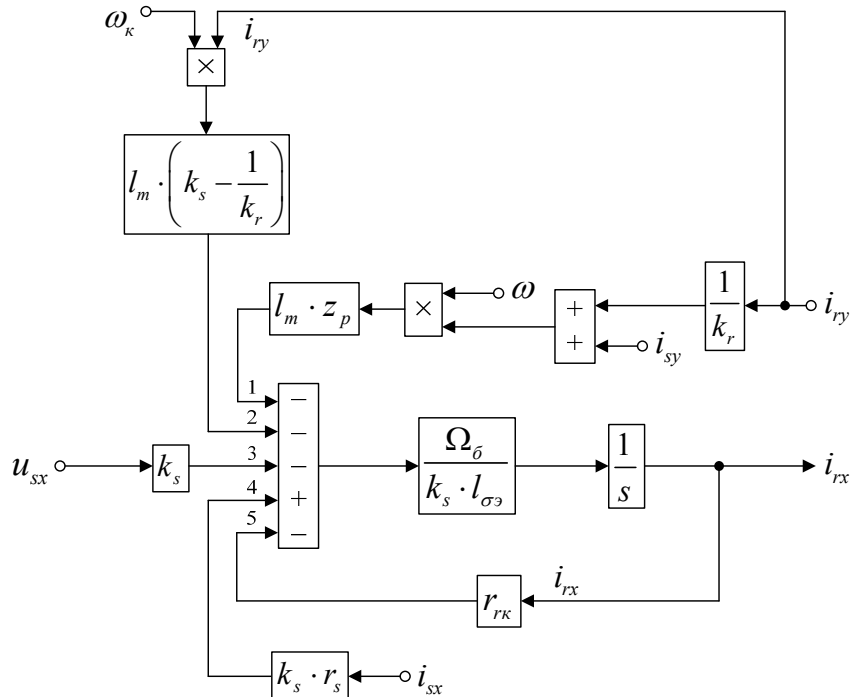


Рис. 3. Структурная схема для определения тока  $i_{rx}$  в Script-Simulink

Расчет коэффициентов будем производить в отдельном блоке Subsystem, поэтому вносим в структурную схему на рис. 3 блоки перемножения (рис. 4).

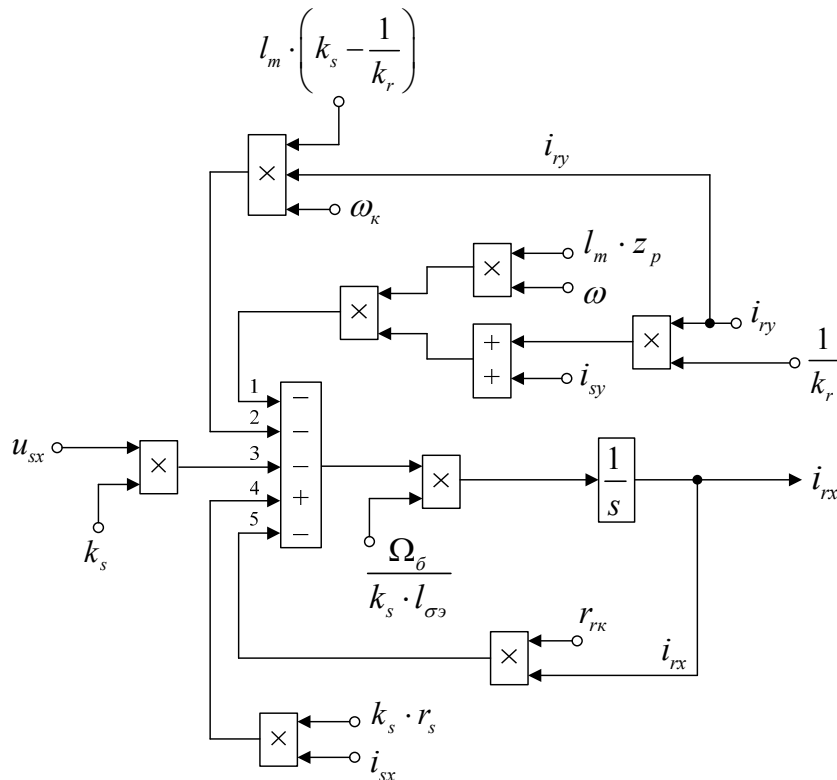


Рис. 4. Структурная схема для определения тока  $i_{rx}$  в Simulink

Для расчета тока  $i_{sy}$  приведем уравнения (9) и (10) из работы [1]:

$$u_{sy} = r_s \cdot i_{sy} + (l_m + l_{\sigma s}) \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot i_{sy} \right) + l_m \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot i_{ry} \right) + (l_m + l_{\sigma s}) \cdot (\omega_k \cdot i_{sx}) + l_m \cdot (\omega_k \cdot i_{rx});$$

$$0 = r_{rk} \cdot i_{ry} + (l_m + l_{\sigma r}) \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot i_{ry} \right) + l_m \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot i_{sy} \right) + (l_m + l_{\sigma r}) \cdot (\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot i_{rx} + l_m \cdot (\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot i_{sx}.$$

Исключим слагаемые с  $\left( \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot i_{ry} \right)$ . Для этого первое уравнение умножим на  $(l_m + l_{\sigma r})$ , а второе – на  $l_m$ . Далее, второе уравнение вычтем из первого:

$$(l_m + l_{\sigma r}) \cdot u_{sy} = (l_m + l_{\sigma r}) \cdot r_s \cdot i_{sy} + (l_m + l_{\sigma s}) \cdot (l_m + l_{\sigma r}) \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot i_{sy} \right) + (l_m + l_{\sigma r}) \cdot (l_m + l_{\sigma s}) \cdot (\omega_k \cdot i_{sx}) +$$

$$+ (l_m + l_{\sigma r}) \cdot l_m \cdot (\omega_k \cdot i_{rx}) - l_m \cdot r_{rk} \cdot i_{ry} - l_m^2 \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot i_{sy} \right) - l_m \cdot (l_m + l_{\sigma r}) \cdot (\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot i_{rx} - l_m^2 \cdot (\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot i_{sx}.$$

Перенесем слагаемые с  $\left( \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot i_{sy} \right)$  в левую часть:

$$\left[ \underbrace{(l_m + l_{\sigma s}) \cdot (l_m + l_{\sigma r}) - l_m^2}_{l_m \cdot l_{\sigma s}} \cdot \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \right] \cdot i_{sy} = (l_m + l_{\sigma r}) \cdot u_{sy} - (l_m + l_{\sigma r}) \cdot r_s \cdot i_{sy} - (l_m + l_{\sigma r}) \cdot (l_m + l_{\sigma s}) \cdot (\omega_k \cdot i_{sx}) -$$

$$- (l_m + l_{\sigma r}) \cdot l_m \cdot (\omega_k \cdot i_{rx}) + l_m \cdot r_{rk} \cdot i_{ry} + l_m \cdot (l_m + l_{\sigma r}) \cdot (\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot i_{rx} + l_m^2 \cdot (\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot i_{sx}.$$

Разделим обе части уравнения на  $(l_m + l_{\sigma r})$ :

$$\left( \frac{l_m}{l_m + l_{\sigma r}} \cdot l_{\sigma s} \cdot \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \right) \cdot i_{sy} = u_{sy} - r_s \cdot i_{sy} - \underbrace{\left( \frac{l_m + l_{\sigma s}}{l_m} \right)}_{1/k_s} \cdot l_m \cdot (\omega_k \cdot i_{sx}) - l_m \cdot (\omega_k \cdot i_{rx}) +$$

$$+ \underbrace{\left( \frac{l_m}{l_m + l_{\sigma r}} \right)}_{k_r} \cdot r_{rk} \cdot i_{ry} + l_m \cdot (\omega_k \cdot i_{rx}) - (l_m \cdot z_p) \cdot (\omega \cdot i_{rx}) + \underbrace{\left( \frac{l_m}{l_m + l_{\sigma r}} \right)}_{k_r} \cdot l_m \cdot (\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot i_{sx}.$$

Получим:

$$\left( k_r \cdot l_{\sigma s} \cdot \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \right) \cdot i_{sy} = u_{sy} - r_s \cdot i_{sy} - \frac{l_m}{k_s} \cdot (\omega_k \cdot i_{sx}) + k_r \cdot r_{rk} \cdot i_{ry} - l_m \cdot z_p \cdot (\omega \cdot i_{rx}) +$$

$$+ k_r \cdot l_m \cdot (\omega_k \cdot i_{sx}) - k_r \cdot l_m \cdot z_p \cdot (\omega \cdot i_{sx}).$$

Определим ток  $i_{sy}$ :

$$i_{sy} = \left[ \underbrace{u_{sy}}_3 - \underbrace{r_s \cdot i_{sy}}_1 + \underbrace{(k_r \cdot r_{rk}) \cdot i_{ry}}_2 + \underbrace{\left( l_m \cdot \left( k_r - \frac{1}{k_s} \right) \right)}_4 \cdot (\omega_k \cdot i_{sx}) - \underbrace{l_m \cdot z_p \cdot (\omega \cdot (i_{sx} \cdot k_r + i_{rx}))}_5 \right] \cdot \frac{\Omega_{\sigma}}{k_r \cdot l_{\sigma s}} \cdot \frac{1}{s}.$$

Структурная схема тока  $i_{sy}$  по оси +j в Script-Simulink приведена на рис. 5.

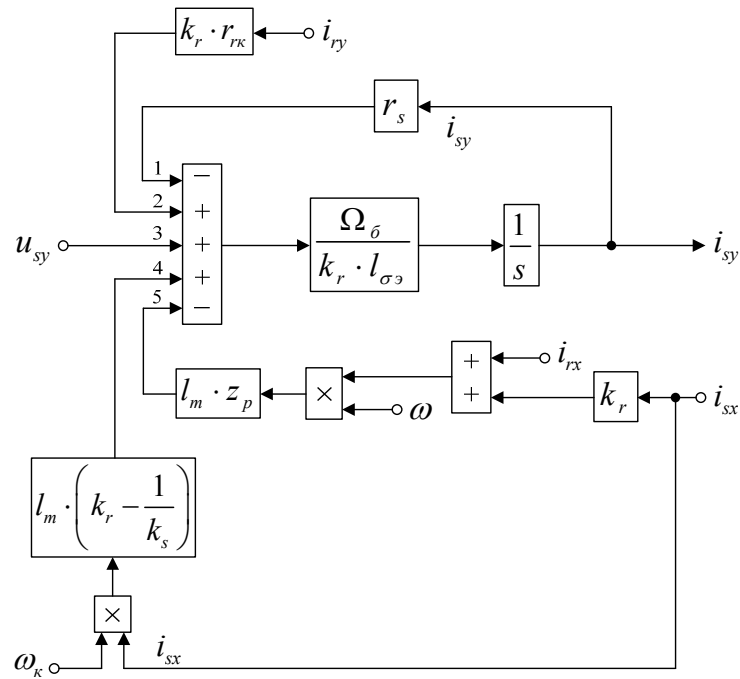


Рис. 5. Структурная схема для определения тока  $i_{sy}$  в Script-Simulink

Подготовим эту схему для расчета в Simulink (рис. 6).

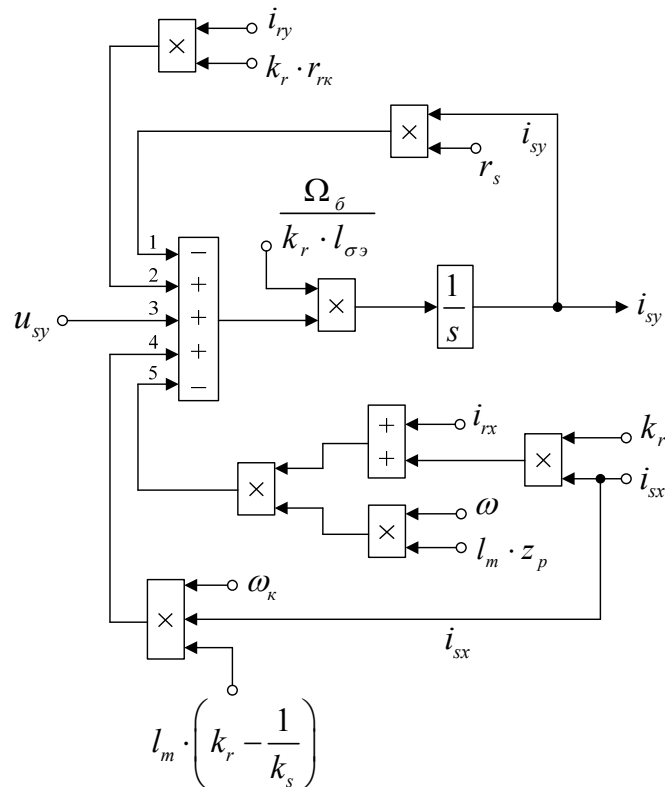


Рис. 6. Структурная схема для определения тока  $i_{sy}$  в Simulink

Для расчета тока  $i_{ry}$  повторим уравнения (9) и (10):

$$u_{sy} = r_s \cdot i_{sy} + (l_m + l_{\sigma s}) \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot i_{sy} \right) + l_m \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot i_{ry} \right) + (l_m + l_{\sigma s}) \cdot (\omega_{\kappa} \cdot i_{sx}) + l_m \cdot (\omega_{\kappa} \cdot i_{rx});$$

$$0 = r_{rk} \cdot i_{ry} + (l_m + l_{\sigma r}) \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\bar{\sigma}}} \cdot s \cdot i_{ry} \right) + l_m \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\bar{\sigma}}} \cdot s \cdot i_{sy} \right) + (l_m + l_{\sigma r}) \cdot (\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot i_{rx} + l_m \cdot (\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot i_{sx}.$$

Исключим слагаемые с  $\left( \frac{1}{\Omega_{\bar{\sigma}}} \cdot s \cdot i_{sy} \right)$ . Для этого умножим первое уравнение на  $l_m$ , а второе – на  $(l_m + l_{\sigma s})$ . Далее, вычтем второе уравнение из первого:

$$l_m \cdot u_{sy} = l_m \cdot r_s \cdot i_{sy} + l_m^2 \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\bar{\sigma}}} \cdot s \cdot i_{ry} \right) + l_m \cdot (l_m + l_{\sigma s}) \cdot (\omega_k \cdot i_{sx}) + l_m^2 \cdot (\omega_k \cdot i_{rx}) - (l_m + l_{\sigma s}) \cdot r_{rk} \cdot i_{ry} - (l_m + l_{\sigma s}) \cdot (l_m + l_{\sigma r}) \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\bar{\sigma}}} \cdot s \cdot i_{ry} \right) - (l_m + l_{\sigma s}) \cdot (l_m + l_{\sigma r}) \cdot (\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot i_{rx} - l_m \cdot (l_m + l_{\sigma s}) \cdot (\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot i_{sx}.$$

Перенесем слагаемые с  $\left( \frac{1}{\Omega_{\bar{\sigma}}} \cdot s \cdot i_{ry} \right)$  в левую часть:

$$\left[ \underbrace{\left( (l_m + l_{\sigma s}) \cdot (l_m + l_{\sigma r}) - l_m^2 \right)}_{l_m \cdot l_{\sigma s}} \cdot \frac{1}{\Omega_{\bar{\sigma}}} \cdot s \right] \cdot i_{ry} = -l_m \cdot u_{sy} + l_m \cdot r_s \cdot i_{sy} + l_m \cdot (l_m + l_{\sigma s}) \cdot (\omega_k \cdot i_{sx}) + l_m^2 \cdot (\omega_k \cdot i_{rx}) - (l_m + l_{\sigma s}) \cdot r_{rk} \cdot i_{ry} - (l_m + l_{\sigma s}) \cdot (l_m + l_{\sigma r}) \cdot (\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot i_{rx} - l_m \cdot (l_m + l_{\sigma s}) \cdot (\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot i_{sx}.$$

Разделим обе части уравнения на  $(l_m + l_{\sigma s})$ :

$$\left( \underbrace{\frac{l_m}{l_m + l_{\sigma s}}}_{k_s} \cdot l_{\sigma s} \cdot \frac{1}{\Omega_{\bar{\sigma}}} \cdot s \right) \cdot i_{ry} = - \underbrace{\left( \frac{l_m}{l_m + l_{\sigma s}} \right)}_{k_s} \cdot u_{sy} + \underbrace{\left( \frac{l_m}{l_m + l_{\sigma s}} \right)}_{k_s} \cdot r_s \cdot i_{sy} + l_m \cdot (\omega_k \cdot i_{sx}) + \underbrace{\left( \frac{l_m}{l_m + l_{\sigma s}} \right)}_{k_s} \cdot l_m \cdot (\omega_k \cdot i_{rx}) - r_{rk} \cdot i_{ry} - \underbrace{\left( \frac{l_m + l_{\sigma r}}{l_m} \right)}_{1/k_r} \cdot l_m \cdot (\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot i_{rx} - l_m \cdot (\omega_k \cdot i_{sx}) + (l_m \cdot z_p) \cdot (\omega \cdot i_{sx}).$$

Получим:

$$\left( k_s \cdot l_{\sigma s} \cdot \frac{1}{\Omega_{\bar{\sigma}}} \cdot s \right) \cdot i_{ry} = -k_s \cdot u_{sy} + k_s \cdot r_s \cdot i_{sy} + k_s \cdot l_m \cdot (\omega_k \cdot i_{rx}) - r_{rk} \cdot i_{ry} - \frac{l_m}{k_r} \cdot \omega_k \cdot i_{rx} + \frac{l_m \cdot z_p}{k_r} \cdot (\omega \cdot i_{rx}) + l_m \cdot z_p \cdot (\omega \cdot i_{sx}).$$

Определим ток  $i_{ry}$ :

$$i_{ry} = \left[ \underbrace{-k_s \cdot u_{sy}}_3 + \underbrace{(k_s \cdot r_s) \cdot i_{sy}}_2 - \underbrace{r_{rk} \cdot i_{ry}}_1 - \underbrace{l_m \cdot \left( \frac{1}{k_r} - k_s \right) \cdot (\omega_k \cdot i_{rx})}_4 + \underbrace{l_m \cdot z_p \cdot \left( \omega \cdot \left( \frac{i_{rx}}{k_r} + i_{sx} \right) \right)}_5 \right] \cdot \frac{\Omega_{\bar{\sigma}}}{k_s \cdot l_{\sigma s}} \cdot \frac{1}{s}.$$

Структурная схема тока  $i_{ry}$  по оси +j в Script-Simulink приведена на рис. 7.



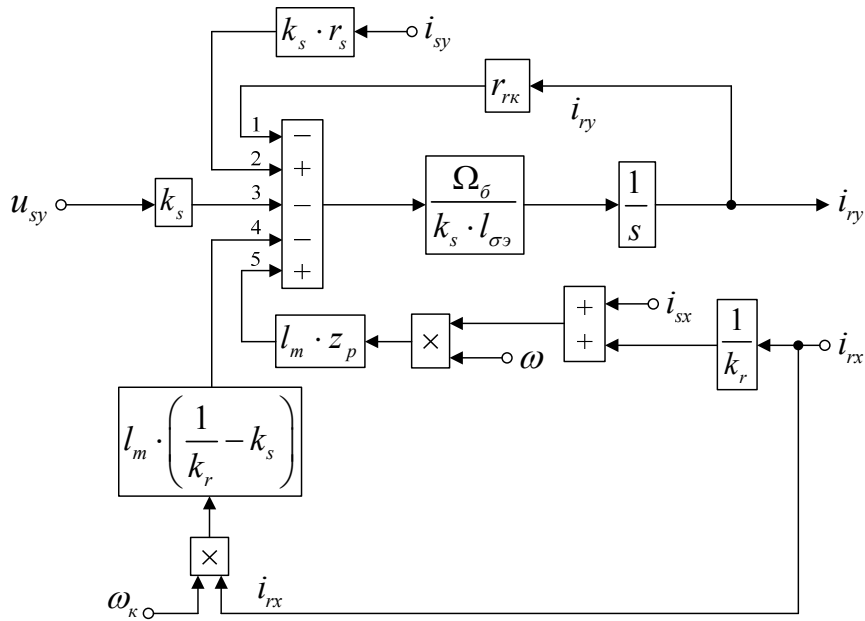


Рис. 7. Структурная схема для определения тока  $i_{ry}$  в Script-Simulink

Схема для расчета  $i_{ry}$  в Simulink представлена на рис. 8.

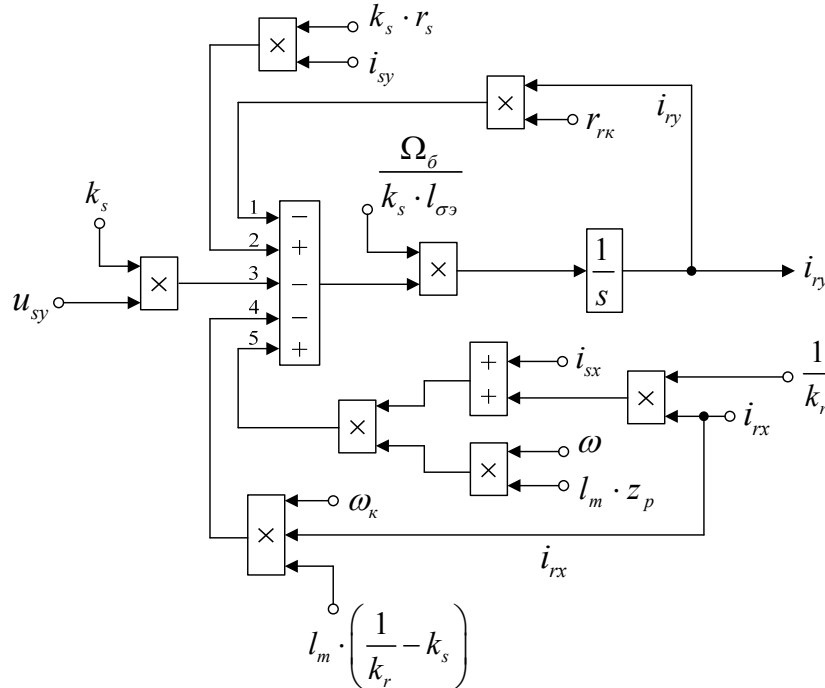


Рис. 8. Структурная схема для определения тока  $i_{ry}$  в Simulink

На рис. 9 представлена структурная схема для реализации уравнения электромагнитного момента в Simulink:

$$m = \zeta_N \cdot l_m \cdot (i_{sy} \cdot i_{rx} - i_{sx} \cdot i_{ry}).$$

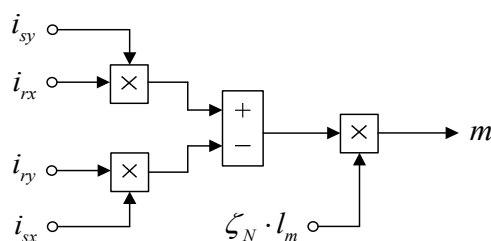


Рис. 9. Математическая модель определения электромагнитного момента  $m$  в Simulink

Из уравнения движения выразим механическую угловую скорость вращения вала двигателя (рис. 10):

$$m - m_c = T_j \cdot s \cdot \omega;$$

$$\omega = (m - m_c) \cdot \frac{1}{T_j} \cdot \frac{1}{s}.$$

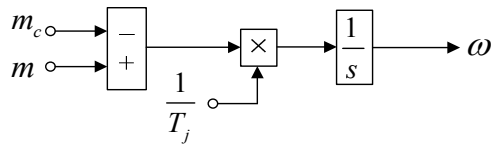


Рис. 10. Математическая модель уравнения движения

Математическая модель асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором с переменными  $i_s - i_r$  на выходе интегрирующих звеньев в Simulink приведена на рис. 11, ..., 15.

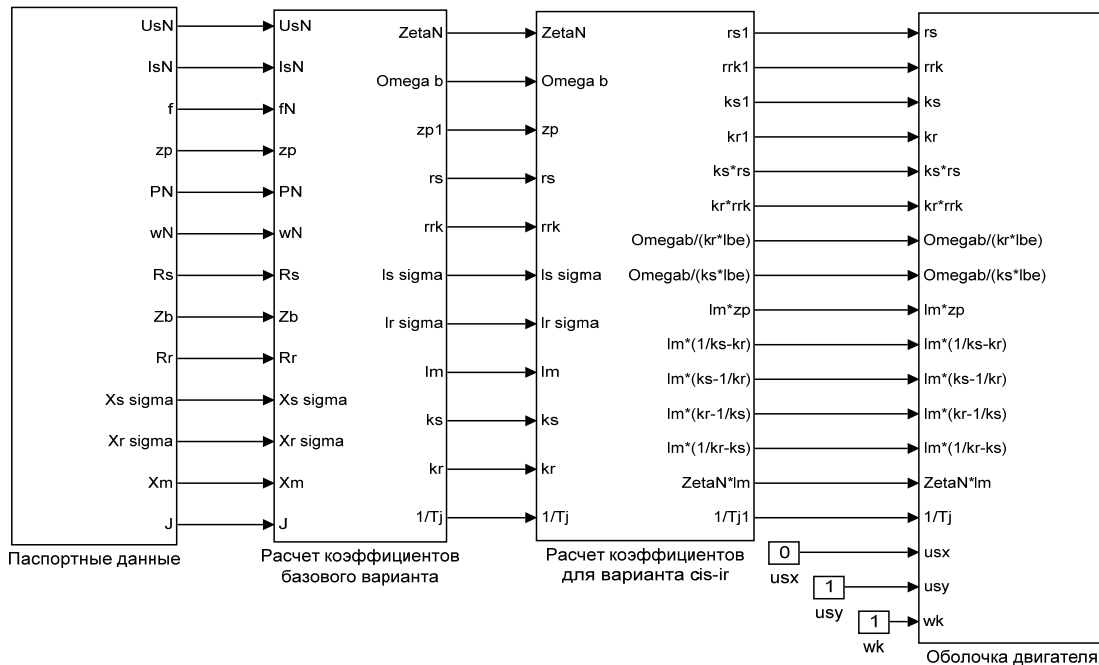


Рис. 11. Общая схема математической модели асинхронного двигателя с переменными  $i_s - i_r$  на выходе интегрирующих звеньев в Simulink

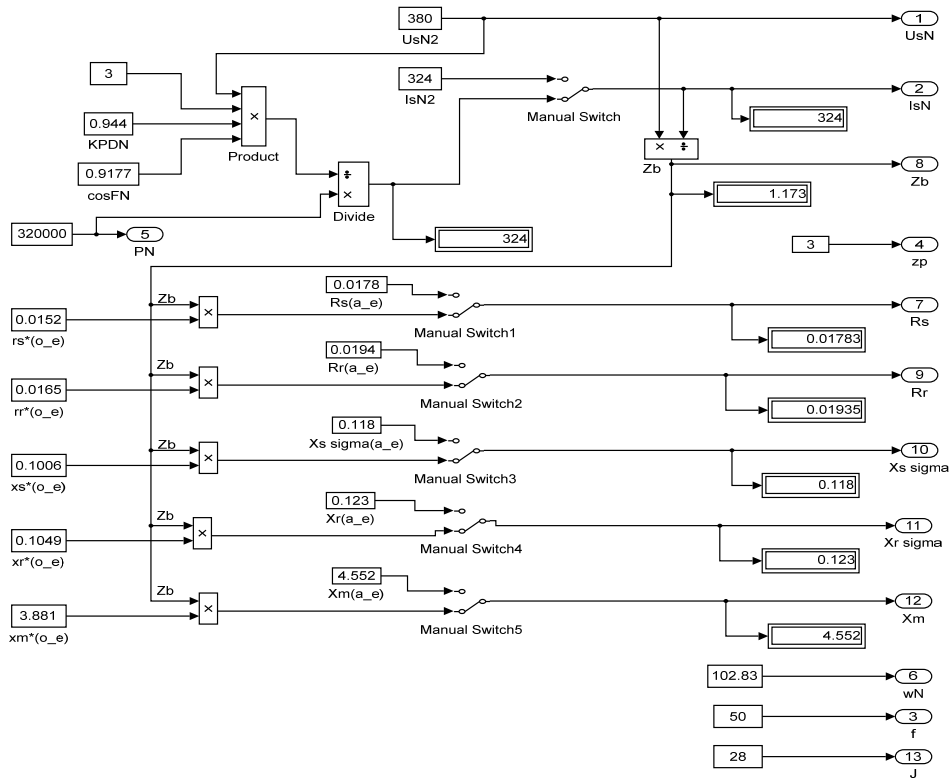


Рис. 12. Паспортные данные

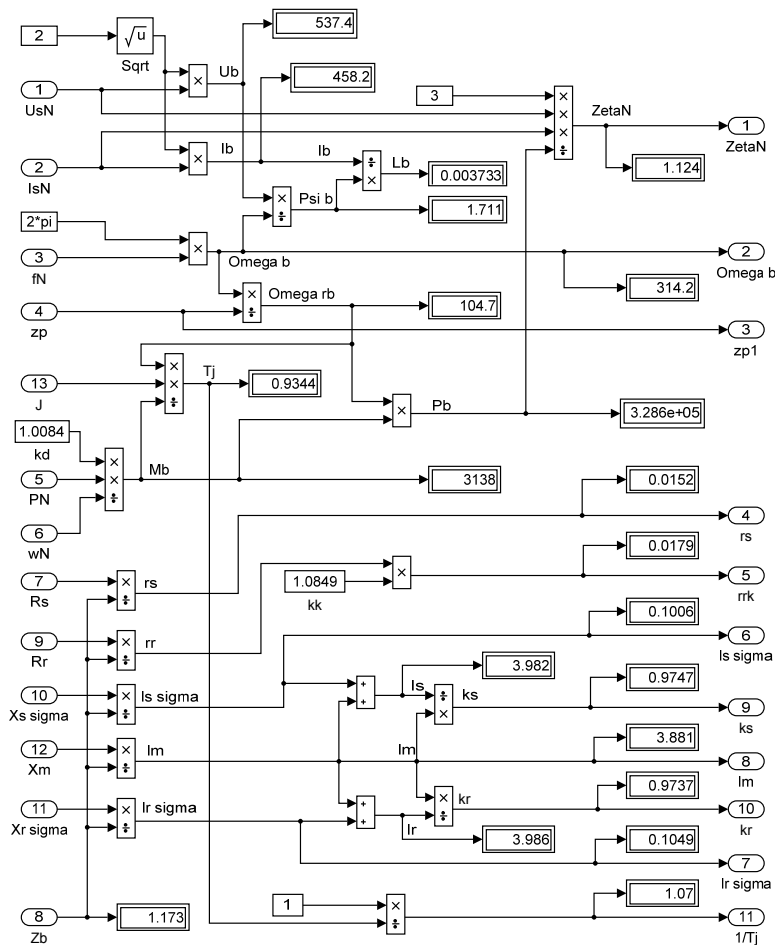


Рис. 13. Расчет коэффициентов базового варианта



Эту же схему можно представить в более компактной форме с использованием блоков Goto и From (рис. 16) и отдельных субблоков с расчетами токов, приведенных на рис. 17 и 18.

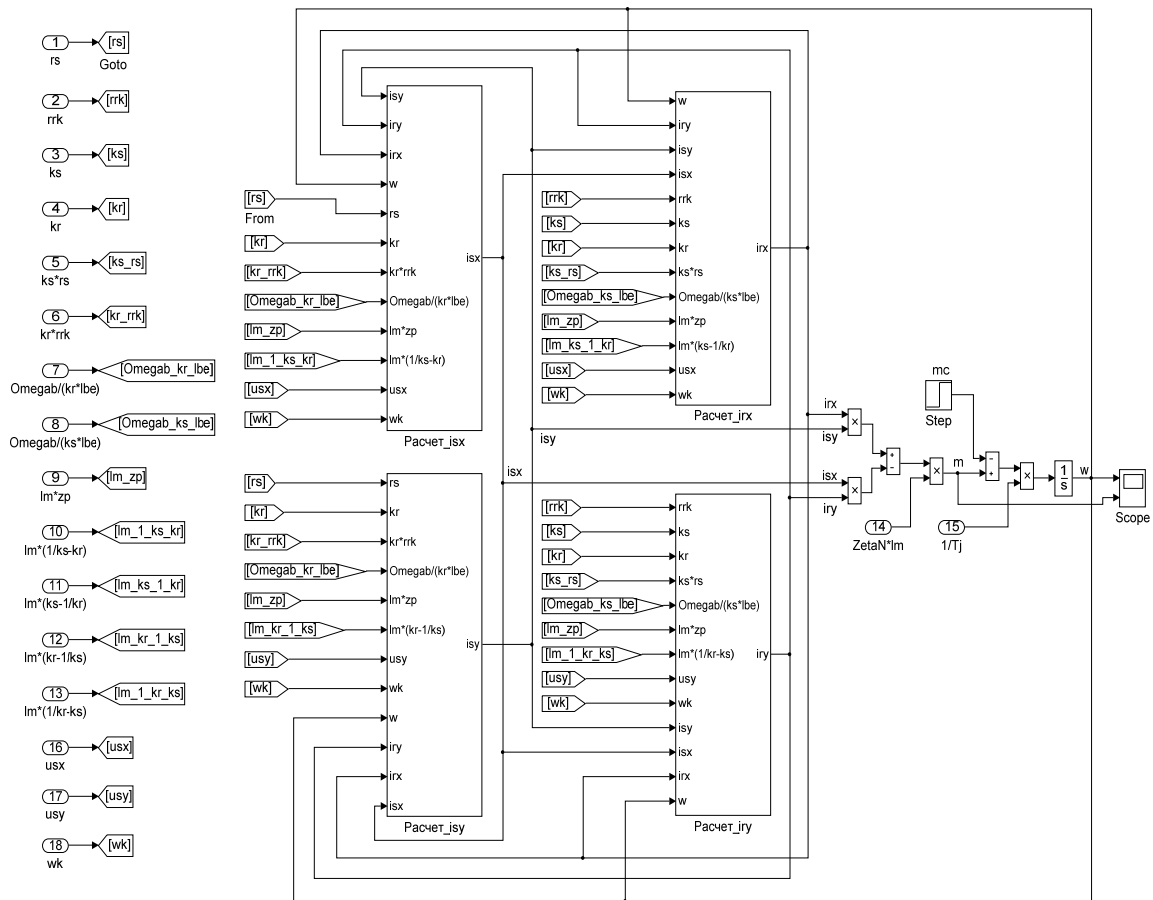


Рис. 16. Оболочка модели асинхронного двигателя с применением блоков Goto и From

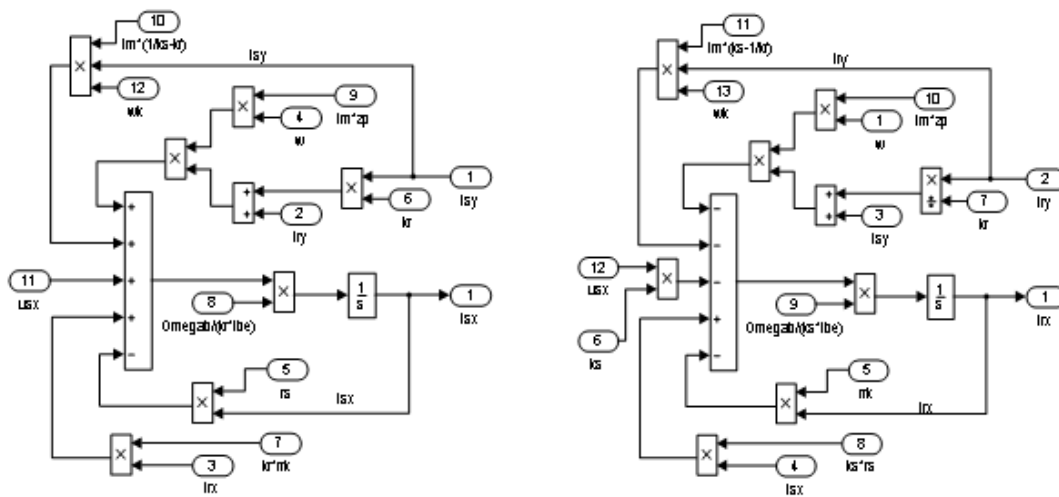


Рис. 17. Схемы для расчета токов  $i_{sx}$  и  $i_{rx}$

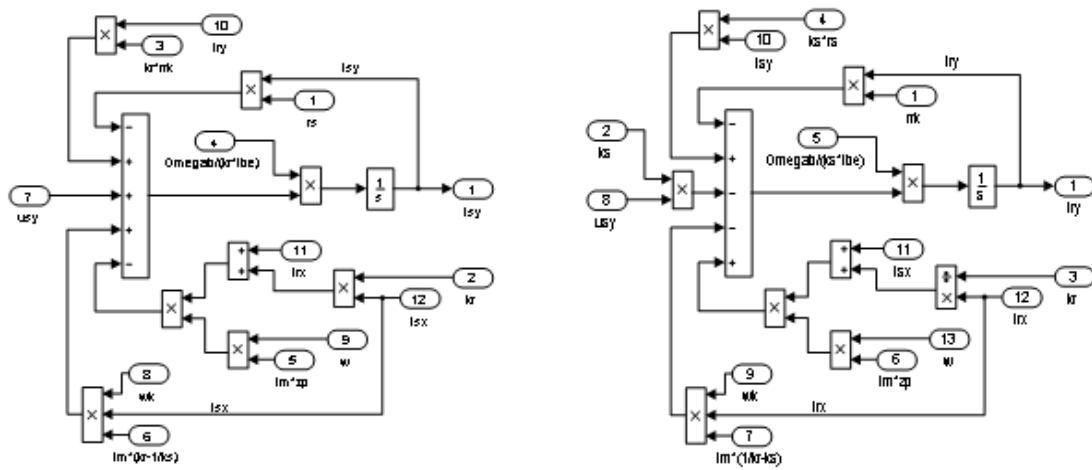


Рис. 18. Схемы для расчета токов  $i_{sy}$  и  $i_r$

В работах [2] и [3] дан образец расчета параметров асинхронного двигателя.

*Номинальные данные:*

Номинальный режим работы

Номинальная мощность

Номинальное фазное напряжение

Номинальный фазный ток

Номинальная частота

Номинальная синхронная скорость

Номинальная скорость ротора

Номинальный КПД

Номинальный коэффициент мощности

Число пар полюсов

*Параметры T-образной схемы замещения при номинальной частоте:*

Активное сопротивление обмотки статора

Индуктивное сопротивление рассеяния обмотки статора

Активное сопротивление обмотки ротора, приведенное к статору

Индуктивное сопротивление рассеяния обмотки ротора, приведенное к статору

Главное индуктивное сопротивление

Суммарный момент инерции двигателя и механизма

*Базисные величины системы относительных единиц:*

Напряжение

Ток

Частота

Скорость ротора

Сопротивление

S1;

$$P_N = 320 \text{ кВт};$$

$$U_{s.N} = 380 \text{ В};$$

$$I_{s.N} = 324 \text{ А};$$

$$f_N = 50 \text{ Гц};$$

$$\Omega_{0.N} = 104,7 \text{ рад/с};$$

$$\Omega_N = 102,83 \text{ рад/с};$$

$$\eta_N = 0,944;$$

$$\cos \varphi_N = 0,92;$$

$$z_p = 3.$$

$$R_s = 0,0178 \text{ Ом};$$

$$X_{s\sigma} = 0,118 \text{ Ом};$$

$$R_r = 0,0194 \text{ Ом};$$

$$X_{r\sigma} = 0,123 \text{ Ом};$$

$$X_m = 4,552 \text{ Ом};$$

$$J_\Sigma = 28 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

$$U_\delta = \sqrt{2}U_{s.N} = \sqrt{2} \cdot 380 = 537,4 \text{ В};$$

$$I_\delta = \sqrt{2}I_{s.N} = \sqrt{2} \cdot 324 = 458,2 \text{ А};$$

$$\Omega_\delta = \Omega_{s.N} = 2\pi f_N = 2 \cdot \pi \cdot 50 = 314,16 \text{ рад/с};$$

$$\Omega_{r,\delta} = \frac{\Omega_\delta}{z_p} = \frac{314,16}{3} = 104,72 \text{ рад/с};$$

$$Z_\delta = \frac{U_\delta}{I_\delta} = \frac{537,4}{458,2} = 1,1728 \text{ Ом};$$



Потокоцепление  $\Psi_{\delta} = \frac{U_{\delta}}{\Omega_{\delta}} = \frac{537,4}{314,16} = 1,711 \text{ В} \cdot \text{с};$

Индуктивность  $L_{\delta} = \frac{\Psi_{\delta}}{I_{\delta}} = \frac{1,711}{458,2} = 3,733 \cdot 10^{-3} \text{ Гн.}$

Используя номинальные данные двигателя, определяем:

$$M_{\delta} = k_{\Delta} \cdot M_N = k_{\Delta} \cdot \frac{P_N}{\Omega_N},$$

где  $k_{\Delta} > 1$  – коэффициент, учитывающий различие значений электромагнитного момента и момента на валу двигателя в номинальном режиме ( $k_{\Delta} = 1,0084$ ).

$$M_{\delta} = k_{\Delta} \cdot \frac{P_N}{\Omega_N} = 1,0084 \cdot \frac{320 \cdot 10^3}{102,83} = 3138,07 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

В качестве базисной мощности выбираем значение электромагнитной мощности двигателя в номинальном режиме, определяемое по следующей формуле:

$$P_{\delta} = M_{\delta} \cdot \Omega_{p.\delta} = 3138,07 \cdot 104,72 = 328,62 \cdot 10^3 \text{ Вт.}$$

Относительные значения параметров схемы замещения двигателя:

$$r_s = \frac{R_s}{Z_{\delta}} = \frac{0,0178}{1,1728} = 0,0152;$$

$$l_{s\sigma} = \frac{L_{s\sigma}}{L_{\delta}} = \frac{X_{s\sigma}}{(\Omega_{\delta} \cdot L_{\delta})} = \frac{X_{s\sigma}}{Z_{\delta}} = \frac{0,118}{1,1728} = 0,1006;$$

$$r_r = \frac{R_r}{Z_{\delta}} = \frac{0,0194}{1,1728} = 0,0165;$$

$$l_{r\sigma} = \frac{X_{r\sigma}}{Z_{\delta}} = \frac{0,123}{1,1728} = 0,1049;$$

$$l_m = \frac{X_m}{Z_{\delta}} = \frac{4,552}{1,1728} = 3,881.$$

Механическая постоянная времени:

$$T_j = J_{\Sigma} \cdot \frac{\Omega_{r.\delta}}{M_{\delta}} = 28 \cdot \frac{104,72}{3138,07} = 0,934 \text{ с.}$$

Номинальное значение скольжения:

$$\beta_N = \frac{\Omega_{0N} - \Omega_N}{\Omega_{0N}} = \frac{104,72 - 102,83}{104,72} = 0,018.$$

Относительное значение номинальной скорости ротора:

$$\omega_N = (1 - \beta_N) = (1 - 0,018) = 0,982.$$

Нормирующий энергетический коэффициент:

$$\zeta_N = \frac{S_{s.N}}{P_{\text{эл.}N}} = \frac{3 \cdot U_{s.N} \cdot I_{s.N}}{P_{\delta}} = \frac{3 \cdot 380 \cdot 324}{328620} = 1,124;$$

$$S_{sN} = 3 \cdot U_{s.N} \cdot I_{s.N} = 369360 \text{ ВА};$$

$$k_s = \frac{l_m}{l_m + l_{s\sigma}} = \frac{3,881}{3,881 + 0,1006} = 0,9749;$$

$$k_r = \frac{l_m}{l_m + l_{r\sigma}} = \frac{3,881}{3,881 + 0,1049} = 0,9737;$$

$$l_{\sigma\sigma} = l_{s\sigma} + l_{r\sigma} + l_{s\sigma} \cdot l_{r\sigma} \cdot l_m^{-1} = 0,1006 + 0,1049 + \frac{0,1006 \cdot 0,1049}{3,881} = 0,2082.$$

При расчете режимов работы, для того чтобы  $i_{sh} = 1$ ,  $m_N = 1$ ,  $u_{sN} = 1$ ,  $\omega_{sN} = 1$  и  $\beta_N = 0,018$ , необходимо откорректировать  $r_r$ :

$$r_{rk} = \rho_N \cdot \beta_N = 0,9962 \cdot 0,018 = 0,0179,$$

где  $\rho_N = 0,9962$  – корректирующий коэффициент [3, с. 296].

$$kk = \frac{r_{rk}}{r_r} = 1,0849 \text{ - коэффициент, показывающий отношение } r_{rk} \text{ к } r_r.$$

Расчет коэффициентов для математической модели с переменными  $i_s - i_r$ :

$$k_r \cdot r_{rk} = 0,9737 \cdot 0,0179 = 0,0174;$$

$$k_s \cdot r_s = 0,9749 \cdot 0,0152 = 0,0148;$$

$$l_m \cdot \left( \frac{1}{k_s} - k_r \right) = 3,881 \cdot \left( \frac{1}{0,9749} - 0,9737 \right) = 0,202;$$

$$l_m \cdot \left( k_s - \frac{1}{k_r} \right) = 3,881 \cdot \left( 0,9749 - \frac{1}{0,9737} \right) = -0,2022;$$

$$l_m \cdot \left( k_r - \frac{1}{k_s} \right) = 3,881 \cdot \left( 0,9737 - \frac{1}{0,9749} \right) = -0,202;$$

$$l_m \cdot \left( \frac{1}{k_r} - k_s \right) = 3,881 \cdot \left( \frac{1}{0,9737} - 0,9749 \right) = 0,2022;$$

$$l_m \cdot z_p = 3,881 \cdot 3 = 11,643;$$

$$\frac{\Omega_{\sigma}}{k_r \cdot l_{\sigma\sigma}} = \frac{314,16}{0,9737 \cdot 0,2082} = 1550;$$

$$\frac{\Omega_{\sigma}}{k_s \cdot l_{\sigma\sigma}} = \frac{314,16}{0,9749 \cdot 0,2082} = 1548;$$

$$\zeta_N \cdot l_m = 1,124 \cdot 3,881 = 4,3622.$$

Результаты моделирования асинхронного двигателя представлены на рис. 19.

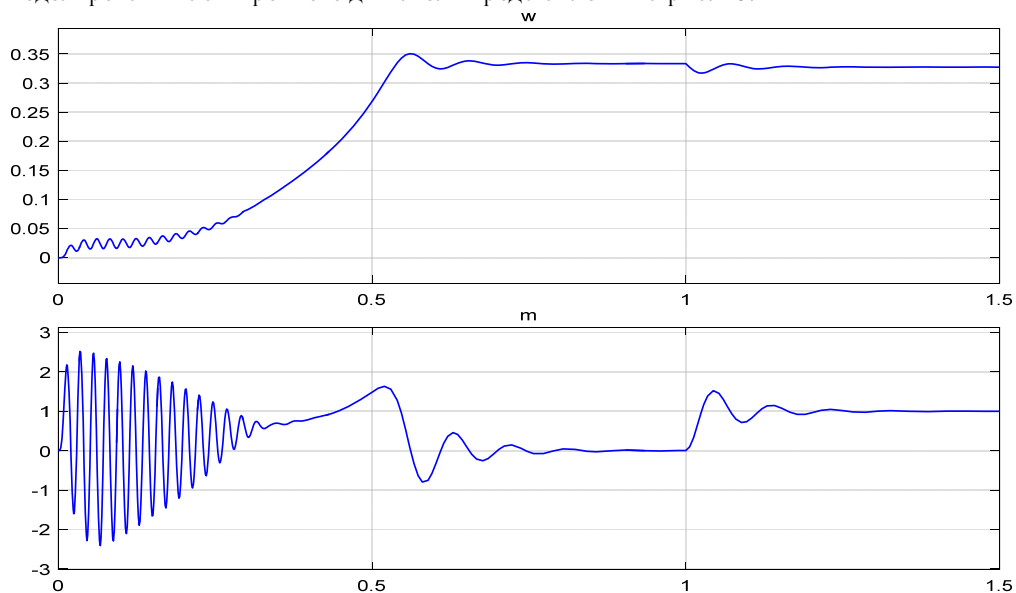


Рис. 19. Графики скорости и момента

Литература:

1. Емельянов, А. А., Бесклеткин В. В., Пестеров Д. И., Юнусов Т. Ш., Воротилкин Е. А., Камолов И. И., Карпенко К. Д., Попов С. Ю., Зашихин Е. В., Серебров А. А., Власова А. А. Математическая модель асинхронного двигателя с переменными  $i_s - i_r$  на выходе аperiodических звеньев в Simulink-Script // Молодой ученый. — 2016. — №30. — С. 14–28.
2. Шрейнер, Р. Т. Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты. — Екатеринбург: УРО РАН, 2000. — 654 с.
3. Шрейнер, Р. Т. Электромеханические и тепловые режимы асинхронных двигателей в системах частотного управления: учеб. пособие / Р. Т. Шрейнер, А. В. Костылев, В. К. Кривовяз, С. И. Шилин. Под ред. проф. д. т. н. Р. Т. Шрейнера. — Екатеринбург: ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2008. — 361 с.

## Математическая модель асинхронного двигателя с переменными $i_r - \psi_r$ на выходе аperiodических звеньев в Simulink-Script

Емельянов Александр Александрович, доцент;  
Бесклеткин Виктор Викторович, ассистент;  
Устинов Артем Павлович, студент;  
Патерило Александр Сергеевич, студент;  
Честюнин Антон Евгеньевич, студент;  
Соснин Александр Сергеевич, студент;  
Попович Юлия Алексеевна, студент;  
Жедик Марк Сергеевич, студент

Российский государственный профессионально-педагогический университет (г. Екатеринбург)

Данная работа является продолжением статьи [1], в которой были подробно даны способы и технологии получения пространственных векторов. В работах [2] и [3] приведено множество вариантов определения электромагнитных моментов комбинацией двух переменных ( $\psi_r - i_s$ ,  $\psi_s - i_s$ ,  $\psi_s - \psi_r$  и т. д.).

В наших статьях за 2015 г. приведены математические модели с переменными  $\psi_r$  и  $i_s$ . В этой работе рассмотрим моделирование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором с переменными  $i_r$  и  $\psi_r$ . Так как главной целью является привлечение студентов к исследовательской работе, то в соответствии с нашей традицией, выводы всех уравнений приводим без сокращений.

Векторные уравнения асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором имеют следующий вид:

$$\begin{cases} \bar{u}_s = r_s \cdot \bar{i}_s + \frac{1}{\Omega_\sigma} \cdot \frac{d\bar{\psi}_s}{dt} + j\omega_k \cdot \bar{\psi}_s; \\ 0 = r_{rk} \cdot \bar{i}_r + \frac{1}{\Omega_\sigma} \cdot \frac{d\bar{\psi}_r}{dt} + j(\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot \bar{\psi}_r; \\ \bar{\psi}_s = (l_m + l_{\sigma s}) \cdot \bar{i}_s + l_m \cdot \bar{i}_r; \\ \bar{\psi}_r = (l_m + l_{\sigma r}) \cdot \bar{i}_r + l_m \cdot \bar{i}_s; \\ m = \zeta_N \cdot (\psi_{ry} \cdot i_{rx} - \psi_{rx} \cdot i_{ry}); \\ m - m_c = T_j \cdot \frac{d\omega}{dt}. \end{cases}$$

Переводим систему уравнений к изображениям:

$$\frac{d}{dt} = s;$$

$$\begin{cases} \bar{u}_s = r_s \cdot \bar{i}_s + \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \bar{\psi}_s + j\omega_k \cdot \bar{\psi}_s; & (1) \\ 0 = r_{rk} \cdot \bar{i}_r + \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \bar{\psi}_r + j(\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot \bar{\psi}_r; & (2) \\ \bar{\psi}_s = (l_m + l_{\sigma s}) \cdot \bar{i}_s + l_m \cdot \bar{i}_r; & (3) \\ \bar{\psi}_r = (l_m + l_{\sigma r}) \cdot \bar{i}_r + l_m \cdot \bar{i}_s; & (4) \\ m = \zeta_N \cdot (\psi_{ry} \cdot i_{rx} - \psi_{rx} \cdot i_{ry}); & (5) \\ m - m_c = T_j \cdot s \cdot \omega. & (6) \end{cases}$$

Схема замещения и векторная диаграмма переменных [3] приведены на рис. 1 и 2.

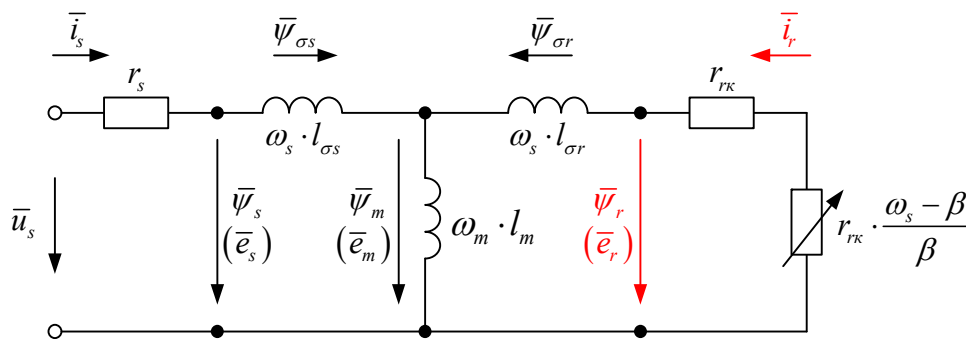


Рис. 1. Связь токов и потоковсцеплений в асинхронном двигателе

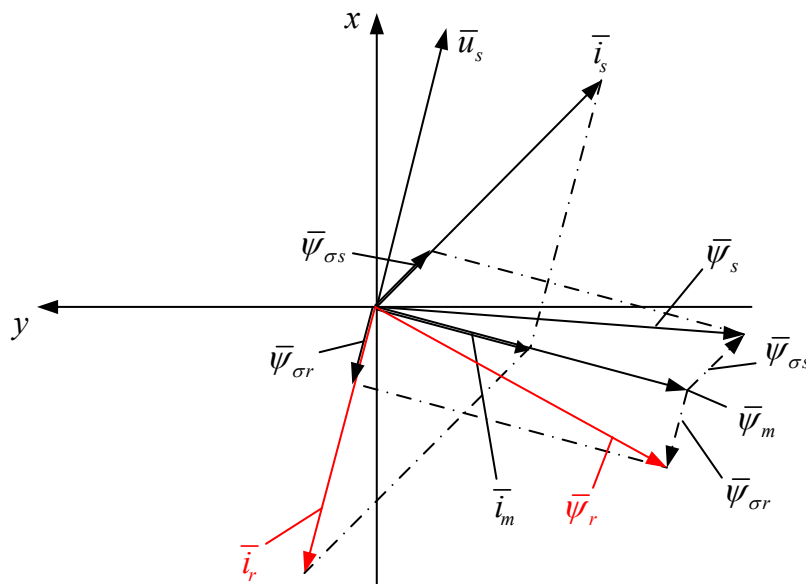


Рис. 2. Качественная картина расположения векторов в двигательном режиме асинхронного двигателя

Разложение векторных величин по проекциям:

$$\bar{u}_s = u_{sx} + ju_{sy}; \quad \bar{i}_s = i_{sx} + ji_{sy}; \quad \bar{i}_r = i_{rx} + ji_{ry}; \quad \bar{\psi}_s = \psi_{sx} + j\psi_{sy}; \quad \bar{\psi}_r = \psi_{rx} + j\psi_{ry}.$$

Записываем уравнения (1) – (4) по проекциям.

Уравнение (1):

$$u_{sx} + ju_{sy} = r_s \cdot i_{sx} + jr_s \cdot i_{sy} + \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \psi_{sx} + j \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \psi_{sy} + j\omega_k \cdot \psi_{sx} - \omega_k \cdot \psi_{sy}.$$

По оси (+1): 
$$u_{sx} = r_s \cdot i_{sx} + \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \psi_{sx} - \omega_k \cdot \psi_{sy}. \quad (1')$$

По оси (+j): 
$$u_{sy} = r_s \cdot i_{sy} + \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \psi_{sy} + \omega_k \cdot \psi_{sx}. \quad (1'')$$

Уравнение (2):

$$0 = r_{rk} \cdot i_{rx} + j r_{rk} \cdot i_{ry} + \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \psi_{rx} + j \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \psi_{ry} + j (\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot \psi_{rx} - (\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot \psi_{ry}.$$

По оси (+1): 
$$0 = r_{rk} \cdot i_{rx} + \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \psi_{rx} - (\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot \psi_{ry}. \quad (2')$$

По оси (+j): 
$$0 = r_{rk} \cdot i_{ry} + \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \psi_{ry} + (\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot \psi_{rx}. \quad (2'')$$

Уравнение (3):

$$\psi_{sx} + j \psi_{sy} = (l_m + l_{\sigma s}) \cdot i_{sx} + j (l_m + l_{\sigma s}) \cdot i_{sy} + l_m \cdot i_{rx} + j (l_m \cdot i_{ry}).$$

По оси (+1): 
$$\psi_{sx} = (l_m + l_{\sigma s}) \cdot i_{sx} + l_m \cdot i_{rx}. \quad (3')$$

По оси (+j): 
$$\psi_{sy} = (l_m + l_{\sigma s}) \cdot i_{sy} + l_m \cdot i_{ry}. \quad (3'')$$

Уравнение (4):

$$\psi_{rx} + j \psi_{ry} = (l_m + l_{\sigma r}) \cdot i_{rx} + j (l_m + l_{\sigma r}) \cdot i_{ry} + l_m \cdot i_{sx} + j (l_m \cdot i_{sy}).$$

По оси (+1): 
$$\psi_{rx} = (l_m + l_{\sigma r}) \cdot i_{rx} + l_m \cdot i_{sx}. \quad (4')$$

По оси (+j): 
$$\psi_{ry} = (l_m + l_{\sigma r}) \cdot i_{ry} + l_m \cdot i_{sy}. \quad (4'')$$

Так как электромагнитный момент определяется через две переменные  $i_r$  и  $\psi_r$ , то из уравнений (1'), ..., (4') необходимо исключить переменные  $i_s$  и  $\psi_s$ .

Из уравнения (4') выразим  $i_{sx}$ :

$$i_{sx} = \frac{1}{l_m} \cdot \psi_{rx} - \left( \frac{l_m + l_{\sigma r}}{l_m} \right) \cdot i_{rx}.$$

Обозначим  $\frac{l_m}{l_m + l_{\sigma r}} = k_r$ , тогда:

$$i_{sx} = \frac{1}{l_m} \cdot \psi_{rx} - \frac{1}{k_r} \cdot i_{rx}. \quad (5')$$

Подставим (5') в (3'):

$$\psi_{sx} = (l_m + l_{\sigma s}) \cdot \left( \frac{1}{l_m} \cdot \psi_{rx} - \frac{1}{k_r} \cdot i_{rx} \right) + l_m \cdot i_{rx};$$

$$\psi_{sx} = \frac{l_m + l_{\sigma s}}{l_m} \cdot \psi_{rx} - \frac{l_m + l_{\sigma s}}{l_m} \cdot \frac{l_m}{k_r} \cdot i_{rx} + l_m \cdot i_{rx}.$$

Обозначим  $\frac{l_m + l_{\sigma s}}{l_m} = \frac{1}{k_s}$ , тогда:

$$\psi_{sx} = \frac{1}{k_s} \cdot \psi_{rx} - \frac{l_m}{k_s \cdot k_r} \cdot i_{rx} + l_m \cdot i_{rx} = \frac{1}{k_s} \cdot \psi_{rx} - l_m \cdot \left( \frac{1}{k_s \cdot k_r} - 1 \right) \cdot i_{rx} = \frac{1}{k_s} \cdot \psi_{rx} - \frac{l_m}{k_r} \cdot \left( \frac{1}{k_s} - k_r \right) \cdot i_{rx}.$$

Обозначим  $\frac{1}{k_s} - k_r = \frac{l_{\sigma s} \cdot k_r}{l_m}$ :

$$\frac{1}{k_s} - k_r = \frac{l_m + l_{\sigma s}}{l_m} - \frac{l_m}{l_m + l_{\sigma r}} = \frac{(l_m + l_{\sigma s}) \cdot (l_m + l_{\sigma r}) - l_m^2}{l_m \cdot (l_m + l_{\sigma r})} = \frac{l_m^2 + l_m \cdot l_{\sigma r} + l_m \cdot l_{\sigma s} + l_{\sigma s} \cdot l_{\sigma r} - l_m^2}{l_m \cdot (l_m + l_{\sigma r})} =$$

$$= \frac{l_m \cdot \left( l_{\sigma r} + l_{\sigma s} + \frac{l_{\sigma s} \cdot l_{\sigma r}}{l_m} \right)}{l_m \cdot (l_m + l_{\sigma r})} = \frac{l_m \cdot l_{\sigma \Sigma}}{l_m \cdot (l_m + l_{\sigma r})} = \frac{l_{\sigma \Sigma} \cdot k_r}{l_m},$$

где  $l_{\sigma r} + l_{\sigma s} + \frac{l_{\sigma s} \cdot l_{\sigma r}}{l_m} = l_{\sigma \Sigma}$ .

Выразим потокосцепление  $\psi_{sx}$ :

$$\psi_{sx} = \frac{1}{k_s} \cdot \psi_{rx} - \frac{l_m}{k_r} \cdot \frac{l_{\sigma \Sigma} \cdot k_r}{l_m} \cdot i_{rx};$$

$$\psi_{sx} = \frac{1}{k_s} \cdot \psi_{rx} - l_{\sigma \Sigma} \cdot i_{rx}. \tag{6'}$$

Рассмотрим уравнения (3'') и (4''):

$$\psi_{sy} = (l_m + l_{\sigma s}) \cdot i_{sy} + l_m \cdot i_{ry}; \quad \psi_{ry} = (l_m + l_{\sigma r}) \cdot i_{ry} + l_m \cdot i_{sy}.$$

Из уравнения (4'') выразим  $i_{sy}$ :

$$i_{sy} = \frac{1}{l_m} \cdot \psi_{ry} - \underbrace{\left( \frac{l_m + l_{\sigma r}}{l_m} \right)}_{1/k_r} \cdot i_{ry};$$

$$i_{sy} = \frac{1}{l_m} \cdot \psi_{ry} - \frac{1}{k_r} \cdot i_{ry}. \tag{5''}$$

Подставим (5'') в (3''):

$$\psi_{sy} = (l_m + l_{\sigma s}) \cdot \left( \frac{1}{l_m} \cdot \psi_{ry} - \frac{1}{k_r} \cdot i_{ry} \right) + l_m \cdot i_{ry} = \underbrace{\frac{l_m + l_{\sigma s}}{l_m}}_{1/k_s} \cdot \psi_{ry} - \underbrace{\frac{l_m + l_{\sigma s}}{l_m} \cdot \frac{l_m}{k_r}}_{1/k_s} \cdot i_{ry} + l_m \cdot i_{ry} =$$

$$= \frac{1}{k_s} \cdot \psi_{ry} - \frac{l_m}{k_s \cdot k_r} \cdot i_{ry} + l_m \cdot i_{ry} = \frac{1}{k_s} \cdot \psi_{ry} - \frac{l_m}{k_r} \cdot \underbrace{\left( \frac{1}{k_s} - k_r \right)}_{\frac{l_{\sigma \Sigma} \cdot k_r}{l_m}} \cdot i_{ry} = \frac{1}{k_s} \cdot \psi_{ry} - \frac{l_m}{k_r} \cdot \frac{l_{\sigma \Sigma} \cdot k_r}{l_m} \cdot i_{ry}.$$

Отсюда потокосцепление  $\psi_{sy}$  определится следующим образом:

$$\psi_{sy} = \frac{1}{k_s} \cdot \psi_{ry} - l_{\sigma \Sigma} \cdot i_{ry}. \tag{6''}$$

Полученные зависимости рассмотрим в единой системе:



$$\begin{cases} u_{sx} = r_s \cdot i_{sx} + \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \psi_{sx} - \omega_{\kappa} \cdot \psi_{sy}; \\ 0 = r_{rk} \cdot i_{rx} + \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \psi_{rx} - (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot \psi_{ry}; \\ i_{sx} = \frac{1}{l_m} \cdot \psi_{rx} - \frac{1}{k_r} \cdot i_{rx}; \\ \psi_{sx} = \frac{1}{k_s} \cdot \psi_{rx} - l_{\sigma\alpha} \cdot i_{rx}; \\ \psi_{sy} = \frac{1}{k_s} \cdot \psi_{ry} - l_{\sigma\alpha} \cdot i_{ry}. \end{cases}$$

Из уравнения (2') выразим  $\psi_{rx}$ :

$$\begin{aligned} 0 &= r_{rk} \cdot i_{rx} + \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \psi_{rx} - (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot \psi_{ry}; \\ \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \psi_{rx} &= -r_{rk} \cdot i_{rx} + (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot \psi_{ry}; \\ \psi_{rx} &= \left[ \underbrace{-r_{rk} \cdot i_{rx}}_1 + \underbrace{(\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot \psi_{ry}}_2 \right] \cdot \frac{\Omega_{\delta}}{s}. \end{aligned} \tag{7'}$$

Структурная схема для определения потокосцепления  $\psi_{rx}$  приведена на рис. 3.

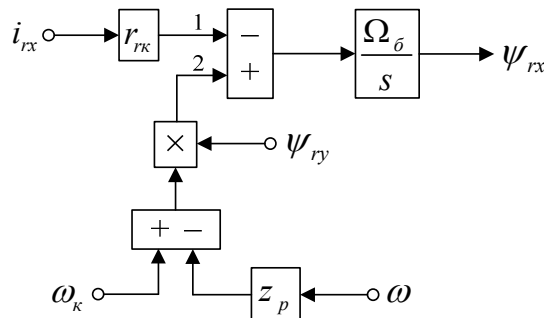


Рис. 3. Структурная схема для определения потокосцепления  $\psi_{rx}$

Подставим значения  $i_{sx}$ ,  $\psi_{sx}$ ,  $\psi_{sy}$  из уравнений (5'), (6') и (6'') в уравнение (1'):

$$\begin{aligned} u_{sx} &= r_s \cdot \left( \underbrace{\frac{1}{l_m} \cdot \psi_{rx} - \frac{1}{k_r} \cdot i_{rx}}_{i_{sx}} \right) + \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \left( \underbrace{\frac{1}{k_s} \cdot \psi_{rx} - l_{\sigma\alpha} \cdot i_{rx}}_{\psi_{sx}} \right) - \omega_{\kappa} \cdot \left( \underbrace{\frac{1}{k_s} \cdot \psi_{ry} - l_{\sigma\alpha} \cdot i_{ry}}_{\psi_{sy}} \right); \\ u_{sx} &= \frac{r_s}{l_m} \cdot \psi_{rx} - \frac{r_s}{k_r} \cdot i_{rx} + \frac{1}{k_s} \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \psi_{rx} \right) - l_{\sigma\alpha} \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot i_{rx} \right) - \frac{1}{k_s} \cdot (\omega_{\kappa} \cdot \psi_{ry}) + l_{\sigma\alpha} \cdot (\omega_{\kappa} \cdot i_{ry}). \end{aligned}$$

Подставим в полученное уравнение значение  $\left( \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \psi_{rx} \right)$  из (7'):

$$\begin{aligned} u_{sx} &= \frac{r_s}{l_m} \cdot \psi_{rx} - \frac{r_s}{k_r} \cdot i_{rx} - \frac{r_{rk}}{k_s} \cdot i_{rx} + \frac{1}{k_s} \cdot (\omega_{\kappa} \cdot \psi_{ry}) - \frac{z_p}{k_s} \cdot (\omega \cdot \psi_{ry}) - l_{\sigma\alpha} \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot i_{rx} \right) - \\ &- \frac{1}{k_s} \cdot (\omega_{\kappa} \cdot \psi_{ry}) + l_{\sigma\alpha} \cdot (\omega_{\kappa} \cdot i_{ry}). \end{aligned} \tag{8'}$$

Перенесем слагаемые с переменными  $i_{rx}$  в левую часть:

$$\left(\frac{r_s}{k_r} + \frac{r_{rk}}{k_s}\right) \cdot i_{rx} + l_{\sigma\omega} \cdot \left(\frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot i_{rx}\right) = -u_{sx} + \frac{r_s}{l_m} \cdot \psi_{rx} - \frac{z_p}{k_s} \cdot (\omega \cdot \psi_{ry}) + l_{\sigma\omega} \cdot (\omega_k \cdot i_{ry}).$$

В левой части вынесем за скобки  $\left(\frac{r_s}{k_r} + \frac{r_{rk}}{k_s}\right)$ :

$$\left(\frac{r_s}{k_r} + \frac{r_{rk}}{k_s}\right) \cdot \left(\frac{l_{\sigma\omega}}{\frac{r_s}{k_r} + \frac{r_{rk}}{k_s}} \cdot \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s + 1\right) \cdot i_{rx} = -u_{sx} + \frac{r_s}{l_m} \cdot \psi_{rx} - \frac{z_p}{k_s} \cdot (\omega \cdot \psi_{ry}) + l_{\sigma\omega} \cdot (\omega_k \cdot i_{ry}).$$

Обозначим  $\frac{r_s}{k_r} + \frac{r_{rk}}{k_s} = r_{r3}$  и  $\frac{l_{\sigma\omega}}{r_{r3}} = T_{r3}$ :

$$r_{r3} \cdot \left(T_{r3} \cdot \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s + 1\right) \cdot i_{rx} = -u_{sx} + \frac{r_s}{l_m} \cdot \psi_{rx} - \frac{z_p}{k_s} \cdot (\omega \cdot \psi_{ry}) + l_{\sigma\omega} \cdot (\omega_k \cdot i_{ry}).$$

Тогда  $i_{rx}$  определится в следующей форме:

$$i_{rx} = \left[ -\frac{u_{sx}}{r_{r3}} + \frac{r_s}{l_m} \cdot \psi_{rx} - \frac{z_p}{k_s} \cdot (\omega \cdot \psi_{ry}) + l_{\sigma\omega} \cdot (\omega_k \cdot i_{ry}) \right] \cdot \frac{1/r_{r3}}{\left(T_{r3} \cdot \frac{1}{\Omega_{\delta}}\right) \cdot s + 1}.$$

Структурная схема для определения тока  $i_{rx}$  дана на рис. 4.

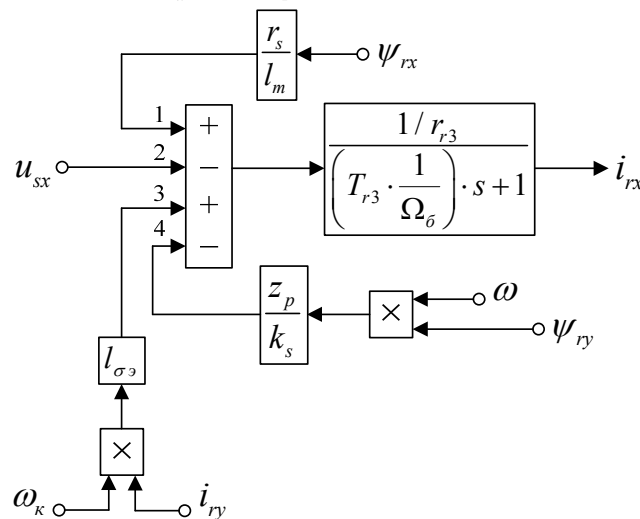


Рис. 4. Структурная схема для определения тока  $i_{rx}$

Аналогично, система уравнений по оси (+j):

$$\begin{cases} u_{sy} = r_s \cdot i_{sy} + \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \psi_{sy} + \omega_k \cdot \psi_{sx}; \\ 0 = r_{rk} \cdot i_{ry} + \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \psi_{ry} + (\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot \psi_{rx}; \\ i_{sy} = \frac{1}{l_m} \cdot \psi_{ry} - \frac{1}{k_r} \cdot i_{ry}; \\ \psi_{sy} = \frac{1}{k_s} \cdot \psi_{ry} - l_{\sigma\omega} \cdot i_{ry}; \\ \psi_{sx} = \frac{1}{k_s} \cdot \psi_{rx} - l_{\sigma\omega} \cdot i_{rx}. \end{cases}$$

Из уравнения (2'') выразим  $\psi_{ry}$ :

$$\frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \psi_{ry} = -r_{rk} \cdot i_{ry} - (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot \psi_{rx}; \tag{7''}$$

$$\psi_{ry} = \left[ \underbrace{-r_{rk} \cdot i_{ry}}_2 - \underbrace{(\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot \psi_{rx}}_1 \right] \cdot \frac{\Omega_{\delta}}{s}.$$

Структурная схема для определения потокоцепления  $\psi_{ry}$  приведена на рис. 5.

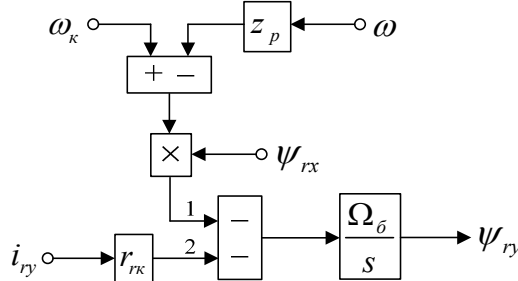


Рис. 5. Структурная схема для определения потокоцепления  $\psi_{ry}$

Подставим значения  $i_{sy}$ ,  $\psi_{sy}$ ,  $\psi_{sx}$  из уравнений (5''), (6'') и (6') в уравнение (1''):

$$u_{sy} = r_s \cdot \underbrace{\left( \frac{1}{l_m} \cdot \psi_{ry} - \frac{1}{k_r} \cdot i_{ry} \right)}_{i_{sy}} + \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \underbrace{\left( \frac{1}{k_s} \cdot \psi_{ry} - l_{\sigma\delta} \cdot i_{ry} \right)}_{\psi_{sy}} + \omega_{\kappa} \cdot \underbrace{\left( \frac{1}{k_s} \cdot \psi_{rx} - l_{\sigma\delta} \cdot i_{rx} \right)}_{\psi_{sx}};$$

$$u_{sy} = \frac{r_s}{l_m} \cdot \psi_{ry} - \frac{r_s}{k_r} \cdot i_{ry} + \frac{1}{k_s} \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \psi_{ry} \right) - l_{\sigma\delta} \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot i_{ry} \right) + \frac{1}{k_s} \cdot (\omega_{\kappa} \cdot \psi_{rx}) - l_{\sigma\delta} \cdot (\omega_{\kappa} \cdot i_{rx}).$$

Подставим в полученное уравнение значение  $\left( \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \psi_{ry} \right)$  из (7''):

$$u_{sy} = \frac{r_s}{l_m} \cdot \psi_{ry} - \frac{r_s}{k_r} \cdot i_{ry} - \frac{r_{rk}}{k_s} \cdot i_{ry} - \frac{1}{k_s} \cdot (\omega_{\kappa} \cdot \psi_{rx}) + \frac{z_p}{k_s} \cdot (\omega \cdot \psi_{rx}) - l_{\sigma\delta} \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot i_{ry} \right) + \frac{1}{k_s} \cdot (\omega_{\kappa} \cdot \psi_{rx}) - l_{\sigma\delta} \cdot (\omega_{\kappa} \cdot i_{rx}). \tag{8''}$$

Перенесем слагаемые с переменными  $i_{ry}$  в левую часть:

$$\underbrace{\left( \frac{r_s}{k_r} + \frac{r_{rk}}{k_s} \right)}_{r_{r3}} \cdot i_{ry} + l_{\sigma\delta} \cdot \left( \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot i_{ry} \right) = -u_{sy} + \frac{r_s}{l_m} \cdot \psi_{ry} + \frac{z_p}{k_s} \cdot (\omega \cdot \psi_{rx}) - l_{\sigma\delta} \cdot (\omega_{\kappa} \cdot i_{rx}).$$

В левой части вынесем  $r_{r3}$  за скобки:

$$r_{r3} \cdot \left( \frac{l_{\sigma\delta}}{r_{r3}} \cdot \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s + 1 \right) \cdot i_{ry} = -u_{sy} + \frac{r_s}{l_m} \cdot \psi_{ry} + \frac{z_p}{k_s} \cdot (\omega \cdot \psi_{rx}) - l_{\sigma\delta} \cdot (\omega_{\kappa} \cdot i_{rx}).$$

Ток  $i_{ry}$  определится в следующей форме:

$$i_{ry} = \left[ \underbrace{-u_{sy}}_3 + \underbrace{\frac{r_s}{l_m} \cdot \psi_{ry}}_4 + \underbrace{\frac{z_p}{k_s} \cdot (\omega \cdot \psi_{rx})}_1 - \underbrace{l_{\sigma\delta} \cdot (\omega_{\kappa} \cdot i_{rx})}_2 \right] \cdot \frac{1/r_{r3}}{\left( T_{r3} \cdot \frac{1}{\Omega_{\delta}} \right) \cdot s + 1}$$

Структурная схема для определения  $i_{ry}$  приведена на рис. 6.

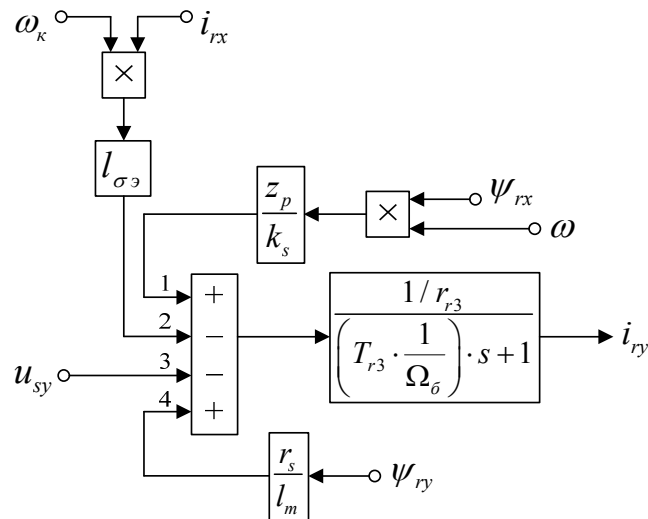


Рис. 6. Структурная схема для определения тока  $i_{ry}$

На рис. 7 представлена структурная схема для реализации уравнения электромагнитного момента (5):

$$m = \zeta_N \cdot (\psi_{ry} \cdot i_{rx} - \psi_{rx} \cdot i_{ry}).$$

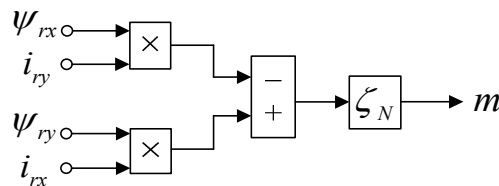


Рис. 7. Математическая модель определения электромагнитного момента  $m$

Наконец, из уравнения движения (6) выразим механическую угловую скорость вращения вала двигателя:

$$m - m_c = T_j \cdot s \cdot \omega;$$

$$\omega = (m - m_c) \cdot \frac{1}{T_j} \cdot \frac{1}{s}.$$

Структурная схема дана на рис. 8.

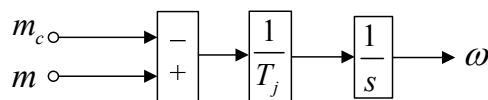


Рис. 8. Математическая модель уравнения движения

Математическая модель асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором с переменными  $i_r - \psi_r$  на выходе аperiodических звеньев приведена на рис. 9.

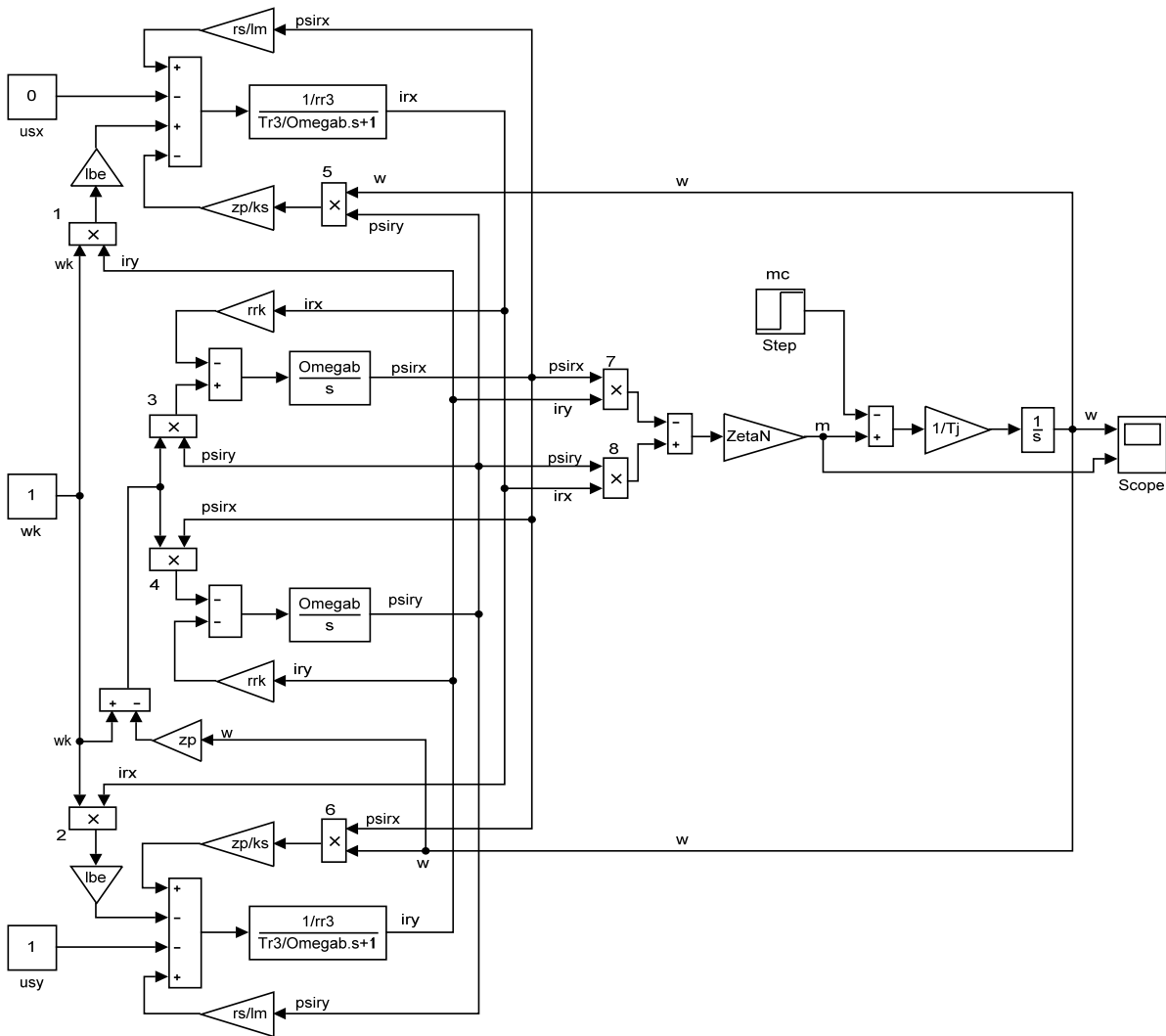


Рис. 9. Математическая модель асинхронного двигателя с переменными  $i_r - \psi$ , на выходе апериодических звеньев

Расчет параметров производим в Script:

```

PN=320000;           J=28;           rr=Rr/Zb;
UsN=380;             Ub=sqrt(2)*UsN;    lbr=Xr/Zb;
IsN=324;             Ib=sqrt(2)*IsN;    lm=Xm/Zb;
fn=50;              OmegasN=2*pi*fn;  Tj=J*Omegarb/Mb;
Omega0N=104.7;      Omegab=OmegasN;          betaN=(Omega0N-OmegaN)/Omega0N;
OmegaN=102.83;     Omegarb=Omegab/zp;    SsN=3*UsN*IsN;
nN=0.944;           Zb=Ub/Ib;             ZetaN=SsN/Pb;
cos_phiN=0.92;     Psib=Ub/Omegab;      ks=lm/(lm+lbs);
zp=3;              Lb=Psib/Ib;          kr=lm/(lm+lbr);
Rs=0.0178;         kd=1.0084;        lbe=lbs+lbr+lbs*lbr*lm^(-1);
Xs=0.118;          Mb=kd*PN/OmegaN;    roN=0.9962;
Rr=0.0194;         Pb=Mb*Omegarb;        rrk=roN*betaN;
Xr=0.123;          rs=Rr/Zb;          rr3=rs/kr+rrk/ks;
Xm=4.552;          lbs=Xs/Zb;           Tr3=lbe/rr3;
    
```

Результаты моделирования асинхронного двигателя представлены на рис. 10.

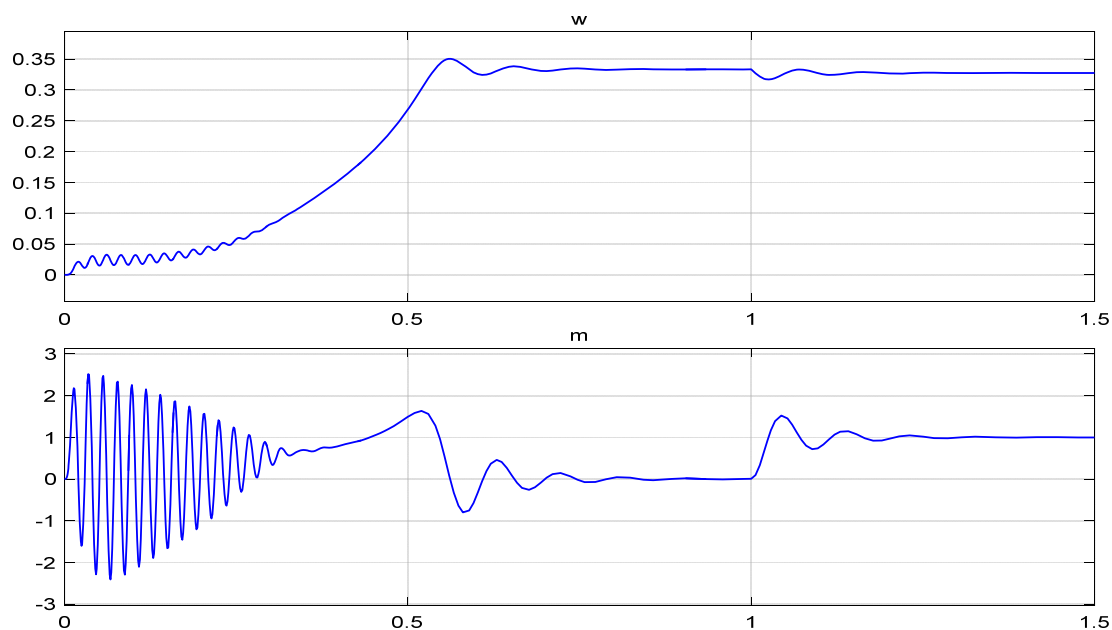


Рис. 10. Графики скорости и момента

Литература:

1. Емельянов, А.А., Козлов А.М., Бесклеткин В.В., Авдеев А.С., Чернов М.В., Киряков Г.А., Габзалилов Э.Ф., Фуртиков К.А., Реутов А.Я., Королев О.А. Пространственные векторы в асинхронном двигателе в относительной системе единиц // Молодой ученый. — 2015. — №11. — с. 133–156.
2. Шрейнер, Р.Т. Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты. — Екатеринбург: УРО РАН, 2000. — 654 с.
3. Шрейнер, Р.Т. Электромеханические и тепловые режимы асинхронных двигателей в системах частотного управления: учеб. пособие / Р.Т. Шрейнер, А.В. Костылев, В.К. Кривовяз, С.И. Шилин. Под ред. проф. д. т. н. Р.Т. Шрейнера. — Екатеринбург: ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2008. — 361 с.

# ИНФОРМАТИКА

## Разработка автоматизированной системы поддержки принятия решений при согласовании юридических документов

Автамонова Ольга Сергеевна, магистрант;  
Бубнова Ольга Олеговна, магистрант;  
Васильев Дмитрий Олегович, магистрант  
Московский технологический университет

В статье рассматриваются различные области применения системы поддержки принятия решений. В излагаемом материале описываются ключевые моменты построения СППР в рамках согласования юридических документов.

**Ключевые слова:** система, СППР, принятие решений, документооборот, документация, ИС, реквизиты, математические функции

В настоящее время, на информационном рынке представлено большое количество услуг и программ, помогающих организациям управлять документооборотом. Однако, они не до конца автоматизированы. В данной

статье рассмотрен процесс согласования юридических документов.

Проектная деятельность по заданной теме строилась на каскадной модели (рисунок 1).

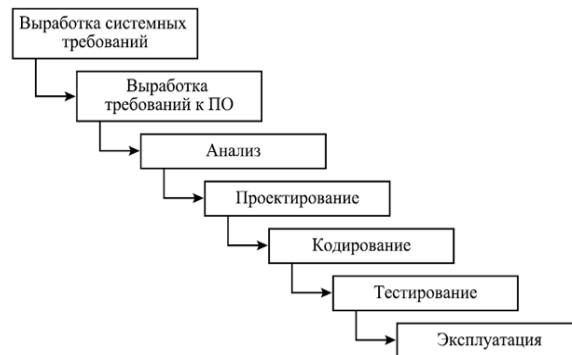


Рис 1. Каскадная модель проектной деятельности

Проанализированы на предмет их функциональности и оценены весами имеющиеся на рынке программы и системы, реализующие поддержку принятия решений при согласовании юридических документов (Таблица 1).

1. Автоматическое отнесение документа к определенной карточке по ключевым реквизитам (15)
2. Поиск определенной карточки по ключевым реквизитам (15)
3. Механизм сопоставления реквизитов и их значений (5)
4. Автоматическое заполнение реквизитов карточки полученного документа (15)

5. Механизм заполнения реквизитов по ключевым словам документа (10)

6. Автоматическая связь карточек по типу в зависимости от документа (5)
7. Структуризация типов карточек (5)
8. Механизм сопоставления типов карточек по ключевым реквизитам (10)
9. Создание документа параллельно с карточкой (10)
10. Поиск по типам карточек (10)

В основе разработки данной АС лежит теория графов, а точнее — структура типа «Дерево» (Рисунок 3). Механизм работы с документами, представленный на схеме

Таблица 1. Сравнение систем, реализующих поддержку принятия решений при согласовании юридических документов

Система	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Итог
1С:	0	0	0	0	10	0	5	0	0	10	25
Документооборот											
Юрайт	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	20
АстроСофт	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	20
ЕВСОМ. ВРМ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10
Аналитика:	0	0	0	0	10	0	5	0	0	10	25
Документооборот											
SharePointServer	0	0	0	0	0	0	5	0	0	10	15
EMC Documentum	0	0	0	0	10	0	5	0	0	10	25



Рис 2. Процесс согласования документов

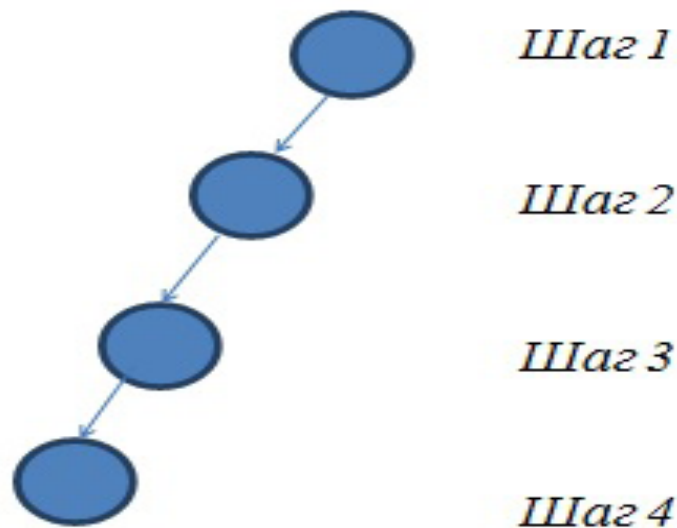


Рис. 3. Схема дерева

ниже, является необходимым и достаточным условием для формирования карточки любого типа элементов.

- Шаг 1: Определение наименования документа
- Шаг 2: Определение типа документа
- Шаг 3: Определение реквизитов документа
- Шаг 4: Заполнение карточки документа

Для достижения поставленной цели, был разработан алгоритм обработки карточки (Рисунок 4). Данный алгоритм близок к процессному подходу в системе, в то время как классический алгоритм содержит только математические функции.



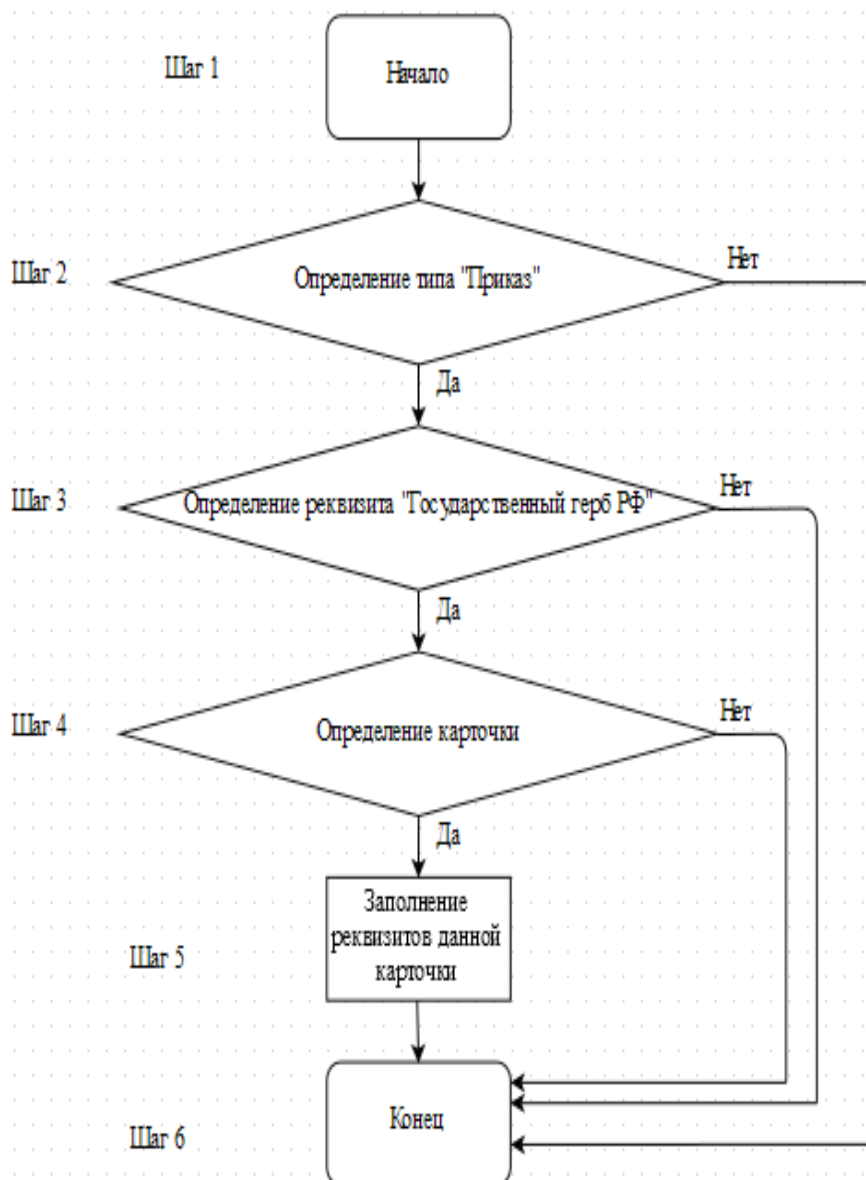


Рис. 4. Алгоритм обработки карточки

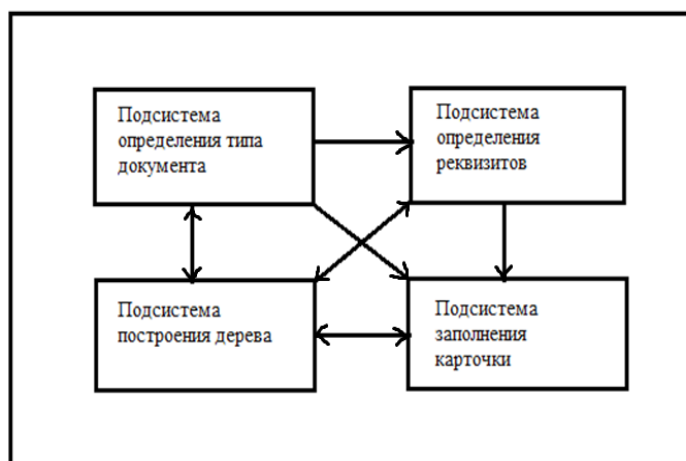


Рис. 5. Система автоматизированного согласования документов

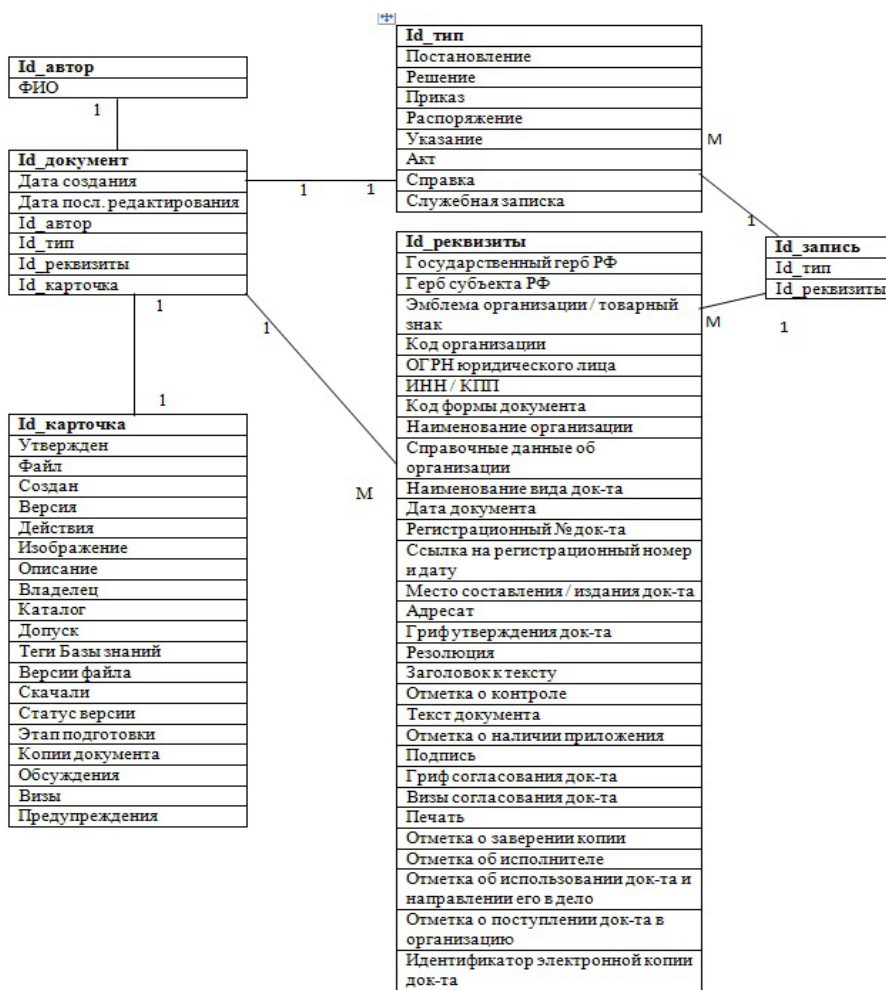


Рис. 6. Структура базы данных системы

Разработанная нами система автоматизированного согласования документов была разделена на 4 связанные между собой подсистемы (рис. 5).

Ниже представлена структура базы данных (рис. 6). Стоит отметить, что все ключевые поля имеют тип int и сама база данных приведена ко 2 нормальной форме.

Интерфейс диалога и окна с документами выглядят следующим образом:

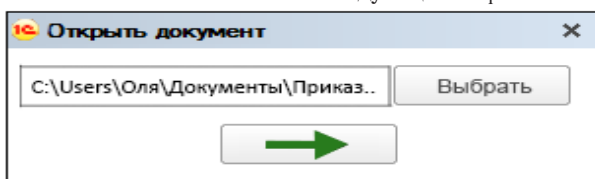


Рис. 7. Выбор документа в системе

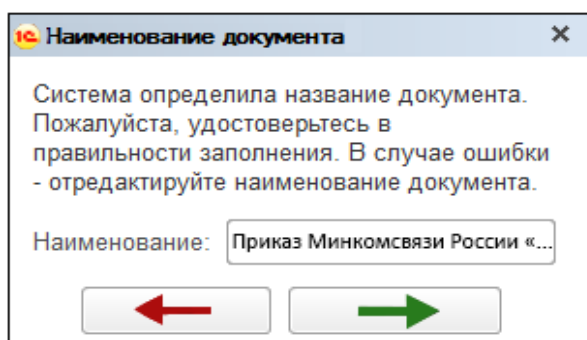


Рис. 8. Проверка правильности названия документа

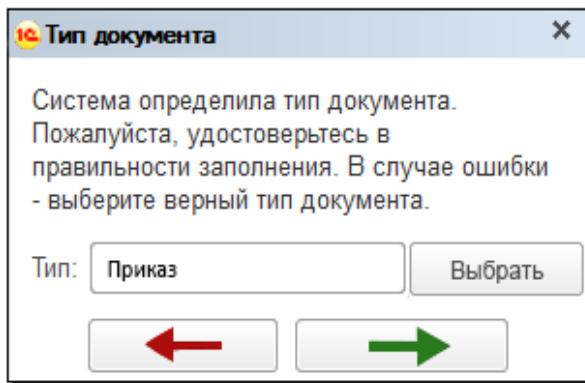


Рис. 9. Проверка правильности типа документа

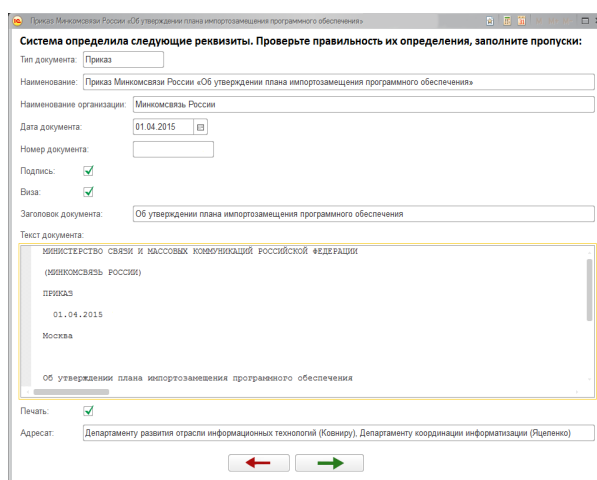


Рис. 10. Определение реквизитов

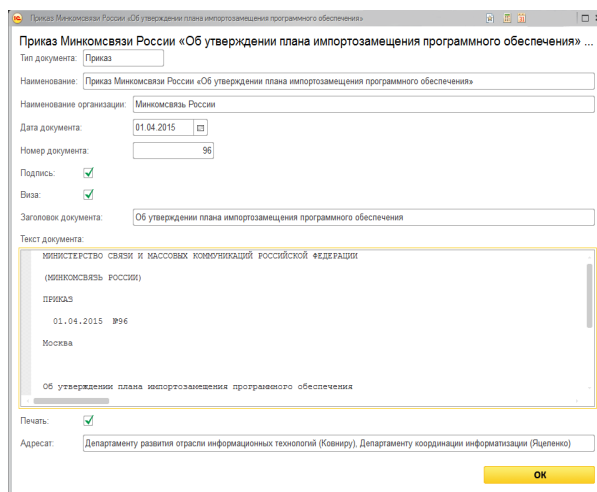


Рис. 11. Сохранение карточки документа

#### Заключение

1. Облегчен процесс согласования документов
2. Автоматизирован процесс присвоения документа к карточке
3. Предоставлена возможность автоматически заполнять карточку того или иного документа

4. Настроен процесс параллельного заполнения карточки и создание документа

Цель работы была достигнута. Процесс отнесения документа к той или иной карточке был автоматизирован и была предоставлена возможность создания документа с обязательным заполнением карточки.

Литература:

1. Регламент правительства Москвы, утв. постановлением правительства Москвы от 21.04.2006 № 112-ПП (п. 3.2.3.4 «Сроки согласования и проведения экспертизы»).
2. Все об 1С: Документооборот (<http://www.1cdoc.com/2012/10/stepbystep.html>).
3. Программа «Юрайт: Согласования и договоры» (<http://www.urait.ru/>).
4. Программа «АстроСофт: управление договорами» (<http://www.astrosoft.ru/products/astrosoft/astrosoft-upravlenie-dogovorami/>).
5. Домнин, Л. Н. Элементы теории графов. Учебное пособие. 2007
6. Рудикова, Л. В. Базы данных. Разработка приложений. Изд. — БХВ-Петербург, 2012.
7. Ажеронок, В. А., Островерх А. В., Радченко М. Г., Хрусталева Е. Ю. Разработка управляемого интерфейса. Изд. — 1С-Паблишинг, 2010—728 с.

## Новые технологии: от идеи к реализации

Лунина Ксения Алексеевна, студент;

Халымова Тугунджемал Аннамурадовна, студент

Орловский государственный аграрный университет им. Н. В. Парахина

*В статье раскрывается многообразие современных нанотехнологических устройств, которые стремительно набирают популярность с прагматической точки зрения.*

**Ключевые слова:** умные телефоны, энергосберегающее освещение, smart-tv.

Средства производства, предметы быта, окружающая действительность и многое другое позволяет нам различать оду историческую эпоху развития общества от другой. При этом каждая последующая ступень развития человечества непременно «опирается» на научно-технические достижения предыдущих эпох. В памяти и истории остаются вещи, которые позволяют нам с определенной степенью уверенности и достоверности судить о том или ином временном отрезке. То, что в начале одной научно-технической революции считалось фантастикой и недостижимым, в начале другой — обыденная реальность. Несколько десятилетий назад объемы необходимых вычислений превышали объемы вычислительной техники. Объемы в 40—100 Гб когда-то были пределом человеческих мечтаний, чем-то невообразимым и значительным, однако время превращает эту значимость в песок. Появление суперкомпьютеров и многократное увеличение вычислительных возможностей человечества в купе с искусственным интеллектом и нейронными сетями открыло обществу новую грань возможностей.

Сегодня все вычислительные способности суперкомпьютеров направлены на то, чтобы сделать мир более приспособленным к обитанию в нем человека, который «что бы ни создавал, всегда создает оружие». Фактически, не исключая что с суперкомпьютерами и высокоточными моделями возможно решить ряд глобальных проблем человечества (экологическую, энергетическую, продовольственную), возникает ловушка поглощения научно-техническим прогрессом [5].

В данной статье речь пойдет о тех технологиях, которые уже реально существуют, являются частью не столько на-

учного, сколько социального мира, и позволяют понять, насколько hi-tech технологии прочно входят в жизнь современного человека.

В частности, развитие компьютерных технологий в сторону минимизации размеров (до нано-размеров) и увеличения производительности позволяют научному сообществу говорить о наступлении эпохи нанотехнологий.

Одними из первых высокотехнологичных, или «умных» устройств, являются мобильные телефоны. С момента создания они претерпели множество изменений, в том числе и функциональных. В частности, современный телефон эволюционировал в смартфон (smart — умный, интеллектуальный), и к первоначальной функции обработки звонков добавилось огромное количество приложений, от возможностей организовывать видеоконференции, до отслеживания текущего местонахождения, прокладке навигационных маршрутов и т. д.

С помощью мобильных телефонов мы можем играть в видеоигры, управлять другими устройствами и механизмами, даже автомобилем. Они выступают в качестве фото и видеокамеры, электронного микроскопа, ключа от дверей, личного фитнес-тренера и даже врача-консультанта. [2]

Другим примером «умных» технологий, окружающих современный мир, являются «умные» очки. То, что несколько лет назад было атрибутом научно-фантастических фильмов суперагентов и шпионов, сегодня существует в продаже и позволяет несколько по-иному рассматривать привычные ранее вещи. Сегодня «умные» очки (например, Google Glass) позволяют пользователю

использовать встроенную камеру для фото и видеосъемки, пользоваться всемирной сетью Интернет, картографическими и социальными сервисами.

Вместе с тем, «умные» очки — это новое видение в области дополненной реальности, а для многих — шанс увидеть то, чего раньше сделать было невозможно. Речь здесь идет и о сервисах, позволяющих отслеживать физическое состояние носителя подобного устройства, и о технологиях «ночного» видения, распознавания лиц, предметов и прочего. Последнее легло в основу проектирования очков для отдельной категории людей. В частности, существует высокотехнологичные очки для незрячих людей, позволяющие идентифицировать людей, заранее занесенных в базу и предметы, и подающие сигналы в головной мозг владельца. Фактически такая технология позволяет такой категории людей если не в полной мере видеть, то по крайней мере гораздо более четко представлять окружающую действительность.

Рассматривая нанотехнологии, нельзя не отметить тот факт, что сегодня это скорее модернизация тех великих открытий и научных достижений в области быта, что была достигнута в течение последних десятилетий [3]. Изменяя окружающую действительность на микро- или нано-уровнях мы получаем привычный глазу объект, но с новыми свойствами, и используем его в новом качестве. Одним из таких новшеств является Smart TV — умное телевидение. Оно стало возможно с того момента, как телевизор перестал быть лишь средством преобразования волн в визуальную картинку на экране и звук из динамиков, с того момента, когда его функционал расширился благодаря внедрению микропроцессоров. Современные телевизоры в большей степени напоминают компьютеры, так как не просто получают и преобразуют сигналы, но и обрабатывают их, а некоторые способны выстраивать дополнительные кадры для получения более четкого и невероятно детального изображения. Для обеспечения независимости от традиционных систем приема информации (кабельное телевидение, антенна и проч.) у такого «умного» устройства есть возможности выхода в Интернет, запуска различных приложений, видеоигр, музыки и др.

«Умный» холодильник — это лучший друг занятого человека, у которого не хватает времени или внимания следить за ассортиментом съестных продуктов дома. Это устройство умеет отслеживать наличие или отсутствие тех или иных обязательных опций, к примеру, молока, масла, сыра, пива, вина, яиц и т. д. В случае, когда в холодильнике не хватает этих ингредиентов, он либо сам заказывает их доставку в автоматическом режиме, либо отправляет хозяину сообщение, чтобы тот не забыл зайти в магазин по дороге домой. Также «умный» холодильник может отслеживать срок годности товаров и сообщать владельцу о том, что тот или иной продукт уже нельзя употреблять в пищу [2].

Словосочетание «умный велосипед» обозначает огромное количество разнообразных вариаций двухколесного педального транспорта, которые могут достаточно

сильно отличаться друг от друга. Существуют велосипеды, обладающие встроенным датчиком GPS, что позволяет отслеживать и находить их, если они потерялись на велопарковке или были угнанными, другие — позволяют осуществлять подзарядку мобильного устройства, подключенного к нему.

Есть «умные» велосипеды, которые можно блокировать и разблокировать при помощи мобильного телефона, а есть такие, которые, будучи дополненными электронным девайсом, создают дорожную социальную сеть с другими аналогичными байками, например, пытаются познакомить велосипедистов из одного района для совместных прогулок и поездок на работу. В некоторых велосипедах «интеллект» заключается в стремлении электронными способами обезопасить человека во время езды, например, сообщать ему о приближающихся сзади или сбоку автомобилях, а также чертить при помощи лазеров динамическую велодорожку на асфальте в темное время суток [2].

Собственным «интеллектом» может обладать и одежда. Это направление особенно активно развивается в спортивной индустрии. Так, существует «умный» спортивный костюм, который отслеживает правильность выполнения спортивных упражнений. С помощью датчиков он контролирует положение тела человека в пространстве, сверяет данные с программой тренировки и дают пользователю знать, правильно ли происходит тренировка, а если нет, то как исправить ошибку.

«Умные» кроссовки типа Adidas MiCoach оснащены встроенным акселерометром, который собирает статистику действий спортсмена, к примеру, бегуна или футболиста, чтобы его тренер мог контролировать подопечного, а также корректировать его действия и программу тренировок. При этом в качестве наставника может выступить даже мобильный телефон с предустановленным спортивным приложением [2].

Но самыми популярными «умными» элементами одежды в наше время являются фитнес-браслеты. Они умеют отслеживать физическое состояние человека, его активности, физические нагрузки, отдых и сон, чтобы передавать эту информацию на телефон. С помощью специальных приложений владелец девайса может следить за своим состоянием во время тренировок и обыденной жизни, чтобы улучшать физическую форму и здоровье в целом.

Подытоживая изложенное, следует отметить, что и технологии продвижения товаров также не остаются неизменными. Сегодня заниматься «активными покупками» возможно не выходя из дома, благодаря развитым интернет-технологиям. А возможности компьютерного 3-d моделирования позволяют пользователю рассмотреть свою покупку детально под любым углом и с любой точки зрения [4].

Мы живем в такое время, когда человек без современных технологий уже не может обойтись ни дня и даже просто выйти из дома, так как в повседневной жизни люди получают большое количество информации за один день,

которую записывают и носят с собой в телефонах, ноутбуках и т. п. Информационные технологии представляют перед грядущим поколением множество перспектив, например, таких как: широкое применение знаний, различных данных и материалов. Людям приходится адаптироваться в усовершенствованной социальной среде. Её потенциалность и тенденцию саморазвития в основном представляют с помощью двух факторов — это информация и научные знания. Введению информационных технологий в образование, например, в формировании общего образовательного участка, увеличивается нужда людей в коммуникации, и приобретении доступа к общим невещественным резервам, осознании и обработке немалого количества информации, этому способствуют объ-

единенные мировые информационные системы. Современное общество называют информационным, так как большая часть населения занимается разработкой, сохранением, обработкой, реализацией информации и знаний. Информационное общество — это высокоразвитое общество, использующее информационные технологии, с улучшенными инфраструктурами, которые способствуют производству информационных ресурсов и обеспечивают доступ к информации. Сейчас общество остро нуждается в специалистах, способных постоянно обновлять свои знания и самостоятельно овладевать новыми навыками, а также умеющих не только искать, но и создавать новые рабочие места в условиях динамичного рынка труда. [1]

#### Литература:

1. Григорьев, Д. Р., Попченко А. С. Применение информационных технологий в социальной сфере. /Д. Р. Григорьев, А. С. Попченко// Молодой ученый. — 2015. - № 11. - с. 177–179.
2. Электронный журнал Novate [электронный ресурс]// режим доступа: <http://www.novate.ru/blogs/191014/28195/> (дата обращения: 02.01.2017)
3. Яковлев, А. С. Жильё: ввод в пользование и своевременный ремонт. /А. С. Яковлев//Вестник ОрелГИЭТ, — № 3 (17), 2011, с. 134–138
4. Яковлев, А. С. Инновационные возможности 3D-технологий в продвижении продукции интернет-магазинов. /А. С. Яковлев, Е. Е. Ставцева. // Научные записки ОрелГИЭТ. Альманах. — Орел.: ОрелГИЭТ, 2011
5. Яковлев, А. С. Суперкомпьютеры мира: новые проблемы, или новые возможности? /А. С. Яковлев, С. П. Курдогло // Молодой ученый, — № 6–3 (110), 2016, с. 46–48

## Инновационные технологии в строительстве

Мехреньгина Ангелина Владимировна, студент;

Воробьева Екатерина Александровна, студент

Орловский государственный аграрный университет им. Н. В. Парахина

Нанотехнологии являются в настоящее время одним из наиболее перспективных направлений развития науки, технологий и промышленности. Во многих странах, в том числе и в России, разрабатываются новые виды продукции строительной индустрии, которые уже появились или появятся на рынке в ближайшие несколько лет.

Первое, что необходимо рассмотреть — программу, которая объединяет весь процесс подготовки строительства. Такая программа называется BIM. «Основная цель комплексного подхода BIM — уменьшить идейный разрыв между проектом и непосредственной самой реализацией объекта.

Концепция единой рабочей среды позволяет учесть все особенности будущего объекта и даже спрогнозировать возможные последствия недоучета или проектных изменений. Аналогично в единой среде решаются все вопросы, связанные с документооборотом, договорными отношениями и бюджетированием. Предполагается, что такой подход позволит оптимизировать затраты и снизить из-

держки производственного процесса, что особенно актуально в связи с нынешней экономической обстановкой в стране.

В настоящее время существует неподдельный интерес со стороны заказчиков на услуги построения концептуальной модели [5], или «дорожной карты» по переходу на информационное моделирование [6]. Речь идет о составлении документа, который охватывает весь жизненный цикл объекта либо отдельные его этапы, интересующие заказчика. Эта «дорожная карта» содержит стратегию внедрения BIM на разных этапах, описание нормативных документов и должностных инструкций, инструментария, который понадобится заказчику и его сотрудникам, выполняющим конкретные работы на местах [2].

Наконец, не стоит забывать о базовом преимуществе подхода BIM — процесс проектирования реализуется в трехмерном пространстве, а значит демонстрационные этапы строительства объектов инфраструктуры можно осуществлять с детализацией, максимально при-



ближенной к реальности. Такие проекты наглядно более понятны как самим проектантам во избежание недоучета стратегически важных моментов, так и инвесторам и согласующим проект государственными организациями градостроительной политики — во избежание разночтений проектной документации в 2D-формате [2,7].

Для работы с такой программой необходимы специалисты широкого профиля, так как в эту программу включены этапы, предполагающие знание таких наук, как: геодезия, почвоведение, физика, а также экономические науки и т. д. Также технология BIM больше подходит для крупномасштабных объектов, поэтому спроса среди частных строительных компаний на неё не будет. Такую программу лучше использовать на государственном уровне для объединения всех подсистем градостроения. Однако с помощью BIM уменьшится время реализации проекта, что, несомненно, является положительной стороной.

Известно, что при надстройке зданий вес надстраиваемых несущих и ограждающих конструкций создает дополнительную нагрузку к ранее действовавшей постоянной нагрузке на фундаменты. Кроме того, увеличиваются временные длительно действующие, а также кратковременные нагрузки. Все это вызывает необходимость повышения несущей способности фундаментов реконструируемых зданий и сооружений. В практике строительства часто используются монолитные железобетонные фундаменты неглубокого заложения, выполненные в виде ребристых плит. Несущая способность таких плит в основном обеспечивается большой площадью их опирания на грунт. Это позволяет равномерно распределить значительную нагрузку от вышележащих частей здания на грунтовое основание. Основным недостатком фундаментов такого типа является необходимость изготовления фундаментных плит большой площади, что не всегда возможно в условиях плотной застройки или по другим причинам [1].

Эффективность повышения несущей способности свай за счет увеличения площади поперечного сечения ее ствола гораздо выше, чем от увеличения площади ее боковой поверхности. Это значит, что при одинаковом объеме стволов свай несущая способность короткой вишечей свай с малой площадью боковой поверхности, но с большой площадью поперечного сечения ствола, будет значительно выше, чем у длинномерной свай с большой площадью боковой поверхности, но с малой площадью поперечного сечения ствола. Данная закономерность была использована при разработке нового конструктивного решения плитно-свайного фундамента повышенной несущей способности. Оно включает монолитную железобетонную плиту, изготовленную на предварительно уплотненном грунтовом основании, и буронабивные сваи с сердечниками из металлических толстостенных труб.

В последние несколько лет все более популярными становятся пластиковые окна, поскольку у них выше теплоизоляция. Однако создатели следующей технологии ре-

шили использовать более экономичный метод без замены старых окон. Итак, предлагается заменить традиционные теплоизоляционные материалы мощным теплофизическим процессом, который может работать как в стенах и крышах, так и в светопрозрачных конструкциях. При этом обеспечивается повышение уровня воздухообмена и комфортности микроклимата помещений в условиях значительного снижения удельного энергопотребления зданий. Были проведены исследования, основной целью которых являлось подтверждение эффективности новых принципов проектирования и принципиальных технических решений энергоэффективных вентилируемых ограждающих конструкций зданий на основе механизма активной рекуперации выходящего теплового потока и влаги с использованием турбулентных воздушных потоков наружного воздуха в организованной воздушной прослойке ЭВОК и ЭВСОК; обеспечение специальных граничных условий в этой прослойке, в том числе с применением современных теплоотражающих экранов [4].

Всего в ходе экспериментов было исследовано более 100 различных ситуаций. В каждом из экспериментальных модулей была обеспечена возможность установки дополнительных теплоотражающих экранов, а также возможности изменения расстояния между экранами и светопропускающим заполнением, объема приточного воздуха, размеров распределительных сопел, щелей и других параметров испытываемой конструкции.

Эти исследования позволили сделать основные выводы [4]:

1. Эксперименты подтвердили очень высокую эффективность ограждающих (ЭВОК) и светопрозрачных (ЭВСОК) конструкций. Условное сопротивление теплопередаче светопрозрачных конструкций может быть повышено в несколько раз при использовании активной рекуперации выходящего теплового потока.

2. При оптимальном применении ЭВОК и ЭВСОК возможно обеспечить коэффициент рекуперации выходящего теплового потока выше 0,9–0,94, что свидетельствует о практически полном исключении теплопотерь из помещений через оболочку зданий при последовательном воздействии нескольких эффективных теплоотражающих экранов\слоев в зоне действия воздушной завесы.

3. В ходе проведенных исследований для широкого класса ограждающих и светопрозрачных конструкций были установлены оптимальные режимы обеспечения эффективной продольно-поперечной вентиляции воздушной прослойки — определены необходимые скорости потока выходящего воздуха, размеры распределительных сопел и щелей на входе и выходе воздушного потока.

4. На основе проведенных исследований были определены направления дальнейших необходимых исследований ЭВОК и ЭВСОК, а также их использования в зданиях различного обеспечения реального энергосбережения в строительной отрасли.

Данный способ может привести к минимальной потере тепла, по расчетам коэффициент потери составляет

0,94. При температуре  $-28^{\circ}\text{C}$  на улице в помещении температура равна  $20^{\circ}\text{C}$ . Но если теплоизоляционная система рассчитана правильно, то функциональные показатели далеки от идеала. Во-первых, такие окна будут закрыты «наглухо», а значит при необходимости их нельзя будет открыть. Во-вторых, не продуман до конца эстетический вид такой системы.

Развитие больших городов мира сталкивается с двумя проблемами: нехваткой земли под строительство и автомобильными пробками в сложившейся транспортной сети [3]. Для разгрузки дорог строят многоуровневые развязки, увеличивают количество транспортных путей, создают современную организацию дорожного движения. Тем не менее, транспортная система далека от идеала. Городам необходима «сшивка» разорванной дорожной сети путем строительства большого количества мостов и туннелей, но автодорожные мосты строятся за счет государственных средств. «Проблема может решаться значительно быстрее и эффективнее, если к транспортной функции добавить функцию, приносящую инвестору (частному или государственному) быстрый, существенный и стабильный доход. Такие функции, например, может выполнять здание, в которое встроены транспортный мост — «здание-мост». Полезные площади здания могут принадлежать инвестору, а мостовая часть — городу.» Таким образом, здания-мосты одновременно решают и проблему отсутствия территорий под новое строительство, и транспортную проблему.

Для обеспечения приемлемой стоимости строительства доля стоимости моста должна быть значительно меньше доли стоимости здания. Такое обеспечение достигается при увеличении полезной площади здания относительно

площади проезжей части при повышении этажности. Здесь возможны три принципиальных типа решения конструкции моста: все этажи здания-моста, включая уровень проезжей части, размещаются в пределах строительной высоты пролетной конструкции моста; строительная высота главной пролетной конструкции соответствует высоте одного этажа; пролетная конструкция имеет строительную высоту, которая меньше высоты помещений, расположенных в здании [3].

Однако такие здания-мосты имеют свои минусы. Во-первых, если такие здания отводятся для жилых целей, то не каждому человеку комфортно проживать в условиях постоянного движения транспорта, ведь проблема экологически-чистого топлива для автомобилей еще не решена. Во-вторых, в стране не хватает кадров для разработки и реализации подобных инновационных проектов. В-третьих, для разработки таких зданий в первую очередь нужно уделять внимание эксплуатационным показателям, нежели внешним данным.

Следует отметить важное значение разрабатываемого типа зданий для решения градостроительных и социальных проблем крупных городов. Такие здания-мосты могут дать городу функционально необходимые для его развития пространства без существенного увеличения площади земель под застройку и без привлечения значительных государственных ресурсов [3].

Итак, можно сказать, что будущее не за горами. В скором времени подобные технологии внедрятся в нашу жизнь. С их помощью процесс строительства будет осуществляться быстрее, а качество новых зданий и сооружений увеличится.

#### Литература:

1. Веселов, А. В., Повышение несущей способности монолитных плитных фундаментов / А. В. Веселов, А. А. Романихин, А. С. Скарлыгин // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. — 2016. — №5–6. — с. 34–37.;
2. Гришина, Н., Автоматизация дорожного строительства. Опыт компании КРОК в BIM — технологиях / Гришина Н., Завтур А. // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. — 2016. — №5–6. — с. 26–29.
3. Захаров, А. В., Совершенствование улично-дорожных сетей посредством зданий-мостов / А. В. Захаров, С. Л. Флейшман // Архитектура зданий и сооружений. Градостроительство. — 2016. №6 — с. 52–55.;
4. Исследования эффективности вентилируемых ограждающих и светопрозрачных конструкций с активной рекуперацией выходящего теплового потока / Т. А. Ахмярова, В. А. Лобанов, А. В. Спиридонов, И. Л. Шубин // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. — 2016. — №3–4. — с. 22–29.;
5. Экономические и финансовые технологии: методология, теория и практика. Том 1./Польшакова Н. В., Яковлев А. С. и другие; под общ. ред. Калмыковой. — Москва: Наука: информ; Воронеж: ВГПУ, 2014. — с. 135–147
6. Яковлев, А. С. Жильё: ввод в пользование и своевременный ремонт./А. С. Яковлев//Вестник ОрелГИЭТ, — №3 (17), 2011, с. 134–138
7. Яковлев, А. С. Роль социальной сферы в формировании постиндустриального общества в России./А. С. Яковлев. — автореф. дисс. на соискание ученой степени кандидата экономических наук по спец. 08.00.01 — Экономическая теория, 2012, 24 с.



## Технологии компьютерной графики и их практическая реализация

Михалина Анастасия Дмитриевна, магистр;

Логвинова Татьяна Сергеевна, магистр;

Польшакова Наталья Викторовна, кандидат экономических наук, доцент  
Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахина

*В статье рассматриваются виды компьютерной графики, такие как векторная графика, графические растровые изображения и фрактальная графика, средства 3-D моделирования, освещаются различия между ними, а также способы, методы и области применения. Так же рассматриваются программные продукты, предназначенные для обработки графических изображений и 3-D моделирования, Adobe Photoshop, Corel Draw.*

**Ключевые слова:** вектор, растр, фрактал, графика, изображение, 3D-моделирование

Компьютерная графика — гигантская область современных компьютерных знаний. В общем смысле под ней понимают генерирование изображений и видео посредством компьютера. Как правило, это относится к данным, созданным посредством специализированных графических программ. Термин «компьютерная графика» был придуман дизайнерами Уильямом Феттером и Верном Хадсоном в 1960 г. (в это время они работали в компании Боинг).

В наши дни под термином «компьютерная графика» понимается:

- представление данных изображения посредством компьютера и управление ими;
- разные методики формирования и обработки изображений;
- раздел информатики, изучающий методы цифрового синтеза визуального контента и управления им

Применение компьютерной графики:

- вычислительная биология — использование математических и статистических моделей для решения биологических проблем;
- вычислительная физика — применение численных алгоритмов для решения проблем в физике;
- упрощенное представление сложной информации;
- научная визуализация — 3D-визуализация архитектурных, метеорологических, медицинских и биологических моделей;
- графический дизайн — объединение символов, изображений и/или слов для визуального воспроизведения идей и сообщений;
- автоматизированное проектирование — формирование геометрических моделей объектов;
- веб-дизайн — создание систем индикации контента с помощью Интернет-браузера;
- цифровое искусство — создание произведений искусства в цифровой форме;
- виртуальная реальность и видеоигры — применение методик взаимодействия пользователя с машинно-моделируемой средой;
- машинное моделирование

Для визуализации данных используется множество инструментов. Визуальная информация, сгенерированная посредством ЭВМ, подразделяется на:

- двухмерную;
- трехмерную;
- анимированную

Классификация машинной графики по способу индикации изображения:

- растровая;
- векторная;
- фрактальная

Изображение растровой графики является точечно-матричной структурой, представленной обычно в виде прямоугольной сетки пикселей.

Пиксель — это наименьший элемент отображающей поверхности, которому могут быть определены различные характеристики изображения: цвет, яркость, прозрачность. Все пиксели имеют одинаковые форму и размер и отличаются лишь по цвету. Цвет пикселя определяется комбинацией битов.

Растровый образ изображения характеризуется определенным числом строк и столбцов. Изменение размера изображения такого типа неизбежно приводит к потерям. Чуть меньше они заметны при уменьшении размера изображения — отдельные детали просто исчезают с рисунка. Более отчетливо они проявляются при его увеличении — пиксели просто преобразуются в квадраты одного цвета, состоящие из нескольких пикселей

Преимущества:

- высокая точность передачи оттенков и полутонов, вследствие чего растровые редакторы являются лучшим средством редактирования фотографий;
- растровый способ представления графической информации используется в большинстве мониторов, принтеров, сканеров, фотоаппаратов;
- возможность генерирования рисунка любой сложности;
- совместимость с большинством графических программ;
- распространенность использования — от небольших значков до огромных плакатов.

Недостатки:

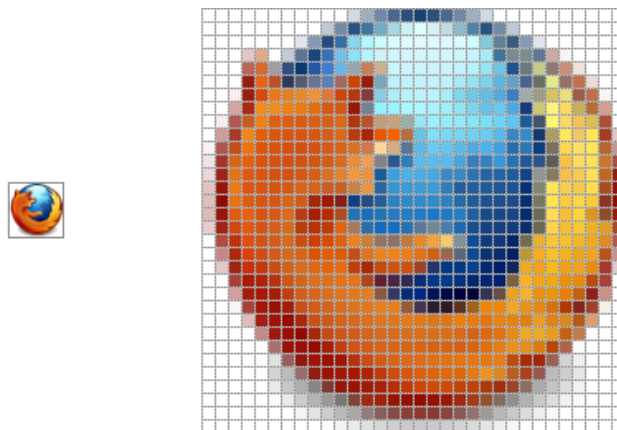


Рис. 1. Формирование растрового изображения на примере иконки Интернет-браузера Mozilla

— большой размер файлов (даже у простых изображений);

— затрудненное масштабирование изображений.

Хранение растровых изображений, как правило, осуществляется в сжатом виде. Сжатие (компрессия) может быть с потерями (точное восстановление изображения неосуществимо) или без потерь.

Форматы растровых изображений, предусматривающие компрессию без потерь:

— bmp — для хранения однослойных растров;

— gif — для построчного хранения изображения в палитре из 256 цветов;

— psx — аналог bmp, предусматривающий объединение пикселей одного цвета, следующих друг за другом;

— png — формат, разработанный для замены gif-формата и имеющий ряд усовершенствований.

Форматы, в которых компрессия осуществляется с потерями:

— jpeg — популярный формат для хранения фотоизображений

В векторной графике представление изображения основано на векторах, соединяющих точки на плоскости, называемые контрольными точками или узлами. Каждый

из узлов имеет свои координаты по осям  $x$  и  $y$ , а каждый вектор характеризуется определенным направлением маршрута. Маршруту могут быть назначены различные атрибуты, такие как цвет, форма, кривизна, толщина и за-полнение.

Для окружности, например, достаточно задать такие параметры, как: местоположение центра окружности, радиус и цвет. При масштабировании нужно просто изменить эти параметры.

Так как большинство дисплеев и принтеров являются растровыми устройствами, векторный формат изображения для них должен быть преобразован в растровый.

Достоинства:

— возможность изменения размеров изображений с сохранением качества;

— меньший размер файлов векторных изображений;

— высокое качество рисунка при его печати;

— возможность сохранения и последующей модификации параметров объектов;

— простота преобразования в растровый вид;

Недостатки:

— невысокая реалистичность

Основные форматы векторной графики:

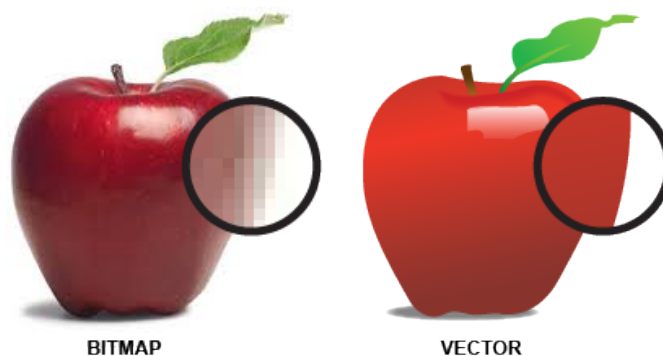


Рис. 2. Сравнение изображений, сформированных двумя разными способами (слева — растровое, справа — векторное)

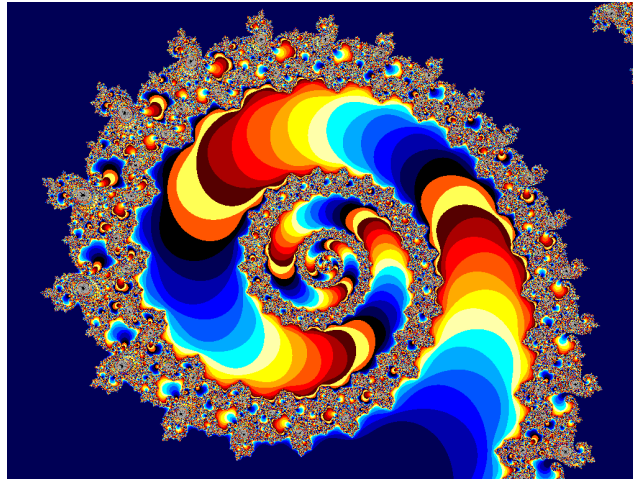


Рис. 3. Пример фрактального изображения

— cdr — файлы, созданные редактором графики Corel Draw;

— ai — файлы, созданные графическим редактором Adobe Illustrator;

— wmf — медиаконтейнер

Фрактальная графика предусматривает автоматическое создание изображений путем выполнения математических расчетов. При этом изображения создаются путем программирования, а не рисования. Использование фрактальной графики в электронных или печатных документах минимальное.

Понятия фрактал появилось на свет в нач. 70-х гг. прошлого века. Само слово «фрактал» (от лат. «fractus») указывает на то, что объект состоит из фрагментов. Основное свойство фракталов — самоподобие. Оно заключается в том, что увеличенные части фрагментов объекта похожи между собой и похожи на сам объект.

Обработка изображения в компьютере выполняется графическими редакторами.

Из простейших растровых редакторов наиболее широко используется Paint, установленный во всех версиях ОС Windows. Редактор позволяет открывать и редактировать файлы с форматами bmp, gif (без анимации), jpeg. Приложение может работать в черно-белом (двухцветном) или цветном режиме, однако в нем нет возможности отображения оттенков серого. Благодаря своей простоте Paint быстро завоевал популярность среди пользователей. Многие его применяют для получения первых навыков рисования на компьютере и выполнения простейших операций по манипуляции изображениями.

Самым известным профессиональным растровым редактором графики является Adobe Photoshop с мощным инструментарием для обработки изображений. Разработанный в 1988 г. братьями Томасом и Джоном Ноллом Photoshop он де-факто стал промышленным стандартом в редактировании растровой графики. В обиходе уже давно используется глагольная форма от названия этого редактора: «отфотошопить» (изображение).

Photoshop позволяет создавать и изменять растровые изображения с многоуровневой структурой, а также поддерживает использование масок, объединение объекта с фоном для создания эффекта прозрачности (полной или частичной). Этот редактор позволяет работать со всеми основными цветовыми моделями. Он поддерживает основные форматы изображений, но также имеет свой собственный — psd. Помимо основных своих функций Photoshop имеет ограниченные возможности по редактированию текста, векторных изображений, 3D-графики и видео.

Для расширения возможностей основной программы разработано множество специальных программных модулей — плагинов Photoshop, поставляемых отдельно и запускаемых в окне основной программы.

Векторные редакторы чаще используются для оформления веб-страниц, в типографии, для разработки логотипов, в качестве иллюстративных вставок для художественного оформления, построения диаграмм и сложных геометрических шаблонов.

Популярные векторные редакторы графического материала:

- Corel Draw;
- Adobe Illustrator;
- Microsoft Visio;
- Xara Xtreme

Некоторые из векторных редакторов поддерживают анимацию, но среди них есть и специальные программные пакеты для работы с анимированной графикой:

- Synfig Studio;
- Animatron;
- Adobe Flash

В любом случае, векторная графика больше подходит для работы с анимацией, чем средства анимации растровых редакторов. Векторные редакторы, в частности Scribus и Adobe InDesign, близки по своим характеристикам к настольным издательским системам. Современные средства векторной графики имеют возможность создания оригинальных брошюр, рекламных плакатов, состоящих из

одной или нескольких страниц (для создания больших документов используются программы верстки полос).

Специальные векторные редакторы используются в качестве систем автоматизированного проектирования. Они не подходят для художественной или декоративной графики, однако имеют множество инструментов и библиотек объектов, обеспечивающих использование средств рисования при создании сложных чертежей.

Кроме того, программы 3D-графики также можно использовать в дополнение к традиционным двумерным векторным редакторам. Это такие программы как:

- 3D Studio Max;
- Blender;
- Maya

Программные комплексы для генерирования фракталов имеют возможности: выбора алгоритма; сохранения файлов в png, tiff или jpeg форматах; создания файла параметров, благодаря которому пользователь может легко вернуться к ранее созданным изображениям для их последующей модификации.

Многие программные пакеты позволяют пользователю вводить свои собственные формулы для управления фракталами, выбирать способ цветопередачи, фильтры и другие средства манипуляции изображениями. Некоторые программы позволяют создать изображения из

последовательности фрактальных изображений.

Кроме того, отдельные стандартные графические пакеты (такие как GIMP) содержат фильтры или плагины, которые могут использоваться для генерирования фракталов. В свою очередь, программные комплексы, специализирующиеся на создании фракталов, могут применяться вместе с другими графическими редакторами для создания более сложных изображений.

Для коммерческого и свободного использования доступны следующие программы, генерирующие фракталы:

- Electric Sheep — система распределенных вычислений с открытым кодом;
- Chaotica — коммерческая программа для ОС MS Windows, Mac OS и Linux;
- Apophysis — программа с открытым кодом для операционной системы (ОС) MS Windows;
- Sterling — свободная программа для MS Windows;
- Kalles Fraktaler — программа масштабирования изображения для MS Windows;
- Fractint — свободная программа с открытым кодом;
- XaoS — кросс-платформенная программа масштабирования фракталов с открытым кодом;
- Ultra Fractal — генератор фракталов для ОС Mac OS и MS Windows;
- Terragen — генератор фракталов

#### Литература:

1. Ковалев, А. С., Шалимова О. А., Польшакова Н. В. Новые технологии компьютерной графики объемного 3d моделирования и их практическая реализация // Успехи современного естествознания. 2010. № 10. с. 85–88.
2. Ковалев, А. С., Шалимова О. А., Трифонова М. И., Анциферова Н. И., Епишина А. В., Польшакова Н. В. Исследование оптимизации моделирования изображений объектов в прикладных программах современных информационных систем (компьютерные технологии в науке и образовании) // Успехи современного естествознания. 2010. № 3. с. 127–128.
3. Волченкова, Л. Ю., Польшакова Н. В. Современные информационные мультимедиа-ресурсы для вузов // В сборнике: Аграрный сектор экономики России: пути к эффективности 2015. с. 219–223.
4. Польшакова, Н. В., Винева Н. Ю., Раманова О. И. Создание наглядных демонстрационных материалов с использованием различных программно-прикладных пакетов обработки цифровой информации // Молодой ученый. 2014. № 17. с. 33–36.

## Использование сети Хемминга для автоматической коррекции ошибок

Омаров Марат Булатович, студент  
Омский государственный университет им. Ф. М. Достоевского

*В данной статье разработана система коррекции ошибок при вводе данных на основе сети Хемминга, а также рассматривается приложение на языке Java, реализующее данную систему.*

**Ключевые слова:** нейронные сети, сеть Хемминга, нечёткий поиск, коррекция ошибок

#### Постановка задачи.

Под нечётким поиском подразумевается нахождение того же образца, который подаётся на вход, или близкого к нему значения. Обычно для решения таких задач применяются различные метрики (Левенштейна, Дамерау-Левенштейна, метод N-грамм, ВК-деревья и т. д.). В данной статье будет предложен алгоритм поиска на основе нейронной сети Хемминга.

Сеть Хемминга. Принцип работы.

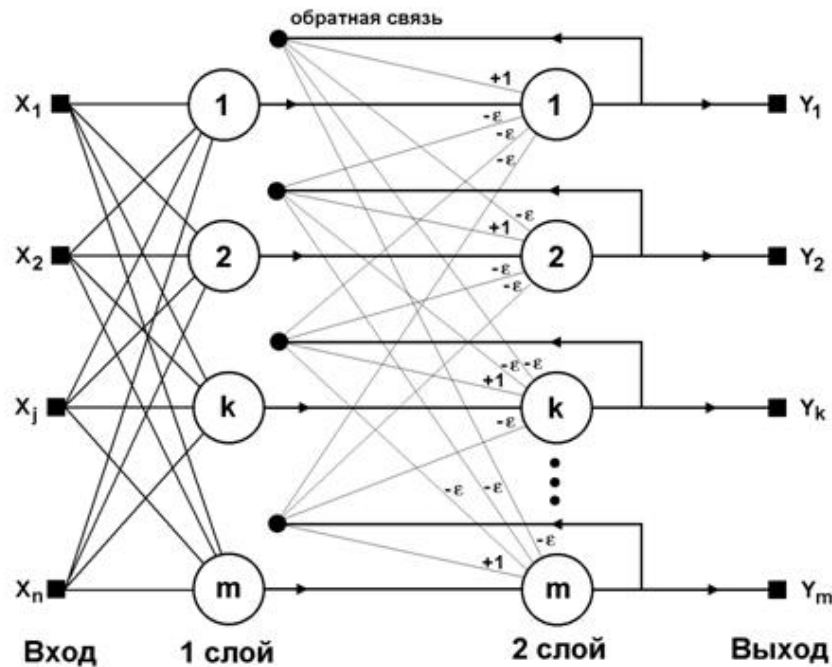


Рис. 1. Структурная схема сети Хемминга

Нейронная сеть Хемминга состоит из двух слоёв, количество нейронов в которых равно количеству образцов (классов), хранимых в словаре [1]. Алгоритм работы базируется на нахождении расстояния Хемминга между поданным на вход вектором и эталонными образами. Сеть должна предпочесть образец, который имеет наименьшее расстояние Хемминга до входного вектора.

Описание моделируемой системы.

Каждое слово может быть описано входным вектором  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ , где  $x_i \in \{0, 1\}$ , но в сети Хемминга координаты вектора могут принимать только значения -1 и +1, поэтому перед подачей двоичного вектора на вход сети необходимо его преобразовать.

```
public class Neuron {
    private double[] weights;
    private double y;
    private double s;
}
```

Листинг 1. Структура нейрона

```
public class HammingNetwork {
    private int n;
    private int m;
    private Neuron[] firstLayer;
    private Neuron[] secondLayer;
}
```

Листинг 2. Структура сети

Стадия инициализации.

Заполнение весовых коэффициентов нейронов первого слоя:

$$w_{ij} = \frac{x_i^{(j)}}{2}, i = 0 \dots n - 1, j = 0 \dots m - 1, \text{ где } x_i^{(j)}, \text{ где } i\text{-ая координата } j\text{-го образца.}$$

Расчёт состояний нейронов первого слоя.

На вход подаётся вектор X, начинается подсчёт состояний нейронов первого слоя и их аксонов:

$$y_j^{(1)} = s_j^{(1)} = \sum_{i=0}^{n-1} w_{ij} * x_i + T, \text{ где } T = n/2..$$

```
private void fillFirstLayer(int[] x) {
    x = transformVector(x);
}
```



```

double t = (double) n / 2;
for (int j = 0; j < m; j++) {
    Neuron currentNeuron = firstLayer[j];
    double state = 0;
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        state += (currentNeuron.getWeight(i) * x[i]);
    }
    state += t;
    currentNeuron.setS(state);
    currentNeuron.setY(state);
}
}

```

Листинг 3. Заполнение первого слоя нейронов

**Расчёт состояний нейронов второго слоя**

Производится подсчёт состояний нейронов второго слоя:

$$s_j^{(2)}(p+1) = y_j(p) - \varepsilon \sum_{k=0}^{m-1} y_k^{(2)}, k \neq j, j = 0 \dots m-1$$

и таксонов:  $y_j^{(2)}(p+1) = f[s_j^{(2)}(p+1)]$

, где  $p$  — номер итерации, а  $f$  — активационная функция. Активационная функция имеет следующий вид:

$$f(s) = \begin{cases} 0, & s \leq 0, \\ s, & 0 < s \leq T, \\ T, & s > T. \end{cases}$$

Синапсы обратных связей нейронов второго слоя принимают значения  $\varepsilon_{ij} = \begin{cases} 1, & i = j \\ -\varepsilon, & i \neq j \end{cases}$

, где  $0 < \varepsilon \leq \frac{1}{m}$ . Для простоты можно принять  $\varepsilon = \frac{1}{m}$ . Подсчёт состояний и аксонов нейронов второго слоя продолжается до тех пор, пока выходы нейронов не стабилизируются. Для этого вводится величина  $eMax$ , которая определяет максимальное отклонение для координат выходного вектора [2].

```

private double[] calculateSecondLayer() {
    final double epsilon = (double) 1 / m;
    final double eMax = 0.1;
    final double t = (double) n / 2;

    List<Double> lastY = new ArrayList<>();

    for (int j = 0; j < m; j++) {
        Neuron currentNeuron = secondLayer[j];
        currentNeuron.setS(firstLayer[j].getS());
        currentNeuron.setY(firstLayer[j].getY());
        lastY.add(firstLayer[j].getY());
    }

    List<Double> outputs;

    boolean outputChange = false;
    do {
        List<Double> currentY = new ArrayList<>();
        for (int j = 0; j < m; j++) {
            Neuron currentNeuron = secondLayer[j];

            double sum = calculateSum(lastY, epsilon, j);

            currentNeuron.setS(currentNeuron.getY() - sum);

            double output = currentNeuron.getY();
            double newOutput = activateFunction(t, currentNeuron.getS());

            outputChange = Math.abs(output - newOutput) > eMax;
        }
    } while (outputChange);
}

```

```

        currentNeuron.setY(newOutput);
        currentY.add(newOutput);
    }

    lastY = currentY;
    outputs = new ArrayList<>();
    outputs.addAll(currentY);
} while (outputChange);
return outputs.stream().mapToDouble(i -> i).toArray();
}
private double calculateSum(List<Double> y, double epsilon, int j) {
    double sum = 0;
    for (int k = 0; k < m; k++) {
        if (k != j) {
            sum += y.get(k);
        }
    }
    sum *= epsilon;
    return sum;
}

```

Листинг 4. Заполнение второго слоя нейронов

#### Производительность

Были произведены замеры времени, потраченного построенной моделью на обработку входного вектора и выдачу результата. Стоит заметить, что количество потраченного времени зависит не только от количества слов в словаре, но и от выбора величины  $\epsilon_{\text{Max}}$ , которая влияет на количество итераций при расчёте состояний нейронов второго слоя.

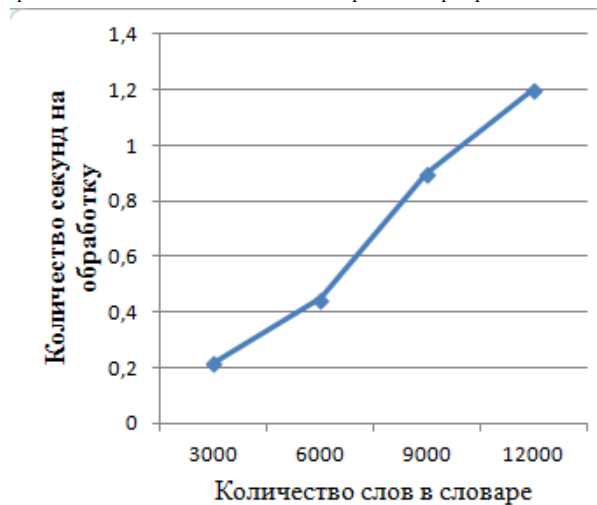


Рис. 2. График зависимости времени обработки от размеров словаря

#### Заключение

С помощью сети Хемминга можно организовать систему автоматической коррекции ошибок. Время обработки информации с увеличением объёма словаря растёт почти линейно. Однако нужно отметить некоторые ограничения. Если при вводе информации были допущены опечатки, то алгоритм работает корректно, но при пропуске или добавлении лишнего символа будут возникать ошибки. Также стоит отметить, что из-за одинакового количества входов для образцов, построенная сеть может различать только слова одинаковой длины. Поэтому для обработки слов разной длины необходимо использовать комплекс таких сетей.

Литература:

1. Короткий, С. Нейронные сети Хопфилда и Хэмминга.
2. Нейронные сети Хемминга [Электронный ресурс], <http://neuronus.com/nn/38-theory/971-nejronnye-seti-khemminga.html> (дата обращения: 04.01.2017).

## Вредоносные программы, блокирующие работу с операционной системой Windows. Методология их разработки и защита от них

Рудниченко Алексей Константинович, студент  
Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток)

*В данной статье рассматривается история появления вредоносных программ, блокирующих работу с операционной системой Windows (винлокеры). Описан принцип работы, методика разработки винлокеров, а также способы защиты от них. Статья носит ознакомительный характер и не является призывом к действию. Автор статьи предупреждает, что повторение подобных действий является противоправным деянием.*

**Ключевые слова:** вредоносная программа, вирус, Windows, Trojan, Winlock, Ransom, LockScreen, винлокер

Первая вредоносная программа, блокирующая работу с операционной системой с целью вымогательства денег, появилась в 1989 году и распространялась она через относительно устаревшие носители информации — дискеты. По замыслу злоумышленника программа должна была предоставлять информацию о СПИДе, но после установки система приводилась в неработоспособное состояние. За её восстановление требовались деньги. Первый SMS-блокиратор был зарегистрирован 25 октября 2007 года. Данная вредоносная программа инсценировала сбой системы (синий экран смерти — BSOD). По аналогии с предыдущей программой также требовались деньги для восстановления работоспособности системы.

Trojan. Winlock (далее — винлокер) — семейство вредоносных программ, блокирующих или затрудняющих работу с операционной системой и требующих перечисления денег (методом отправки SMS-сообщения или перевода денег на кошельки) злоумышленникам за восстановление работоспособности компьютера. Данная классификация была предложена компанией «Доктор Веб».

Классификация вредоносной программы от различных вендоров:

- Trojan.Winlock. Используется компаниями «Доктор Веб» и «Avast»;
- Trojan-Ransom. Используется компанией «Лаборатория Касперского»;
- Trojan.LockScreen. Используется компанией «ESET».

Вне зависимости от классификации и типов, винлокеры всегда выполняют одну и ту же функцию — блокирование операционной системы. Данное действие достигается блокированием всей рабочей области экрана и частичной блокировкой устройств ввода (клавиатура, мышь).

Разработка винлокеров и других вредоносных программ преследуется по закону. Статья 273 Уголовного кодекса Российской Федерации «Создание, использование и распространение вредоносных компьютерных программ» устанавливает наказание за подобное деяние. Возможен один из следующих вариантов наказаний:

- ограничение свободы на срок до 4 лет;
- принудительные работы на срок до 4 лет;

— лишение свободы на срок до 4 лет со штрафом до 200 тысяч рублей или в размере заработной платы за период до 18 месяцев.

Уголовная ответственность ничуть не останавливала энтузиастов разрабатывать всё новые и новые винлокеры, используя разные способы оплаты и номера телефонов. В связи с этим компания «Доктор Веб» одна из первых создала «Сервис разблокировки компьютеров», где предлагается ввести номер телефона, указанный в Trojan. Winlock, а взамен получить возможный код для разблокировки компьютера. Стоит отметить, что компания «Доктор Веб» внесла огромный вклад в борьбе против множества типов вредоносных программ, каким-либо образом блокирующих или затрудняющих работу с операционной системой Windows.

Но в настоящее время вредоносные программы подобного типа не являются актуальными, так как рынок поменял свои интересы в сторону вирусов-шифровальщиков.

Вирусы-шифровальщики имеют ряд особенностей:

- шифруемая информация на компьютере (документы, аудиозаписи, видеозаписи) имеет большую ценность, чем возможность работы на данном компьютере;
- восстановить работу компьютера от винлокера в несколько раз легче, чем восстановить файлы от действия вируса-шифровальщика.
- в случае с вирусом-шифровальщиком есть шанс, что будет невозможно восстановить файлы;

Как видно из вышеуказанных особенностей, злоумышленники продолжают вымогать деньги с пользователей, но уже другими способами. Вымогательство с помощью вирусов-шифровальщиков является наиболее прибыльным.

### Методология разработки Trojan. Winlock

Рассмотрим по шагам разработку простейшего винлокера. Trojan. Winlock возможно разработать практически на любом современном языке программирования, так как действия, который он выполняет, вполне стандартные для любого языка, и не требуют подключения дополнительных библиотек, свойственных для определённых языков.

Любой простейший винлокер должен содержать в себе функции:



- вывод главного окна на весь экран поверх всех окон;
- выключение графической оболочки Windows;
- отключение диспетчера задач;
- копирование файла вредоносной программы в системную папку;
- включение файла в автозагрузку, службу или замена стандартной графической оболочки;
- блокировка клавиатуры по необходимости.

Разработка любого винлокера должна начинаться с подготовки формы (окна), которое будет выводиться на весь экран поверх всех окон. На форме пишется необходимый текст и помещается строка для ввода пароля для разблокировки.

При запуске Trojan.Winlock отключает стандартную графическую оболочку (explorer.exe). Это делается для того, чтобы у пользователя не было доступа к панели задач и другому функционалу графического интерфейса.

Отключение диспетчера задач — очень важный аспект, так как именно с помощью него можно с лёгкостью закрыть винлокер. Так как диспетчер задач Windows открывается поверх всех окон, то закрыть программу предоставляется возможным. Данное действие возможно осуществить через правку реестра Windows.

Копирование файла вредоносной программы в системную папку необходимо для того, чтобы в дальнейшем ссылаться на этот файл из автозагрузки, то есть загружать винлокер именно оттуда, а не с того места, с которого открыл его пользователь. Это делается для того, чтобы усложнить поиск вредоносной программы.

Trojan.Winlock обязательно включается в автозагрузку, службы или заменяет стандартную оболочку, чтобы компьютер блокировался при включении вновь. Автозагрузка не может похвастаться быстротой загрузки программ при включении компьютера, поэтому чаще всего вирус вписывается в службы. Также часто прибегают к методу замены стандартной графической оболочки (explorer.exe) на файл вируса с помощью изменения параметров в реестре. Таким образом достигается самый быстрый запуск вредоносной программы при запуске Windows, а также не даёт запустить стандартный графический интерфейс Windows. Данное действие возможно осуществить через правку реестра Windows.

#### Литература:

1. Trojan.Winlock // Википедия — URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Trojan.Winlock>
2. «Уголовный кодекс Российской Федерации» от 13.06.1996 N 63-ФЗ (ред. от 19.12.2016) // Консультант Плюс — URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_10699/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_10699/)
3. Сервис разблокировки компьютеров // Dr. Web — инновационные технологии антивирусной безопасности. Комплексная защита от интернет-угроз — URL: [https://www.drweb.com/xperf/unlocker/?locker\\_count=10&data=2314124124](https://www.drweb.com/xperf/unlocker/?locker_count=10&data=2314124124)

При необходимости блокируется клавиатура, чтобы исключить возможный обход винлокера с помощью каких-либо комбинаций клавиш. Как правило, разрешается вводить с клавиатуры только буквы, цифры и менять язык. Остальная часть клавиатуры блокируется.

#### Защита от Trojan.Winlock

Многие антивирусные программы не реагируют на современные (разработанные недавно) винлокеры. В связи с этим стоит задача защиты от данного типа вредоносного обеспечения, не полагаясь на антивирус.

Исходя из алгоритма разработки Trojan.Winlock возможно выбрать методы защиты от данного типа вредоносных программ:

- блокировка реестра Windows для отдельных пользователей;
- контролирование ключевых веток реестра Windows;
- обучение пользователей персональных компьютеров (ПК).

Некоторые из представленных мер включены в стандартное разграничение доступа Windows или средства защиты информации от несанкционированного доступа (СЗИ от НСД).

Блокировка реестра Windows для отдельных пользователей не позволит пользователю, не имеющему права для правки реестра исправить автозагрузку, список служб или заменить стандартный графический интерфейс Windows. Для достижения таких результатов необходимо, чтобы пользователь ПК постоянно работал под пользовательской учётной записью и только при необходимости получал бы права администратора.

Для того, чтобы вовремя отследить появление винлокера на компьютере, необходимо контролирование ключевых веток реестра Windows на изменение автозагрузки, списка служб или параметра реестра, отвечающего за запуск стандартной графической оболочки Windows.

Обучение пользователей ПК необходимо во всех случаях работы за компьютером, будь это предприятие или домашний компьютер. Заведомо полученные знания о данном типе вредоносных программ в разы уменьшит шанс заражения компьютера, за которым сидит обученный пользователь ПК.

## Оптимизация технологии управления путем внедрения средств автоматизации на примере ООО «КФ «Комус-Упаковка»

Скрипников Вячеслав Сергеевич, магистрант;  
Косников Сергей Николаевич, кандидат экономических наук, доцент  
Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина (г. Краснодар)

*В статье проведен анализ вопроса об автоматизации предприятия. Также приведен обзор программных продуктов и реализуемых методов при разработке программных средств автоматизации.*

**Ключевые слова:** технология управления, управление торговой деятельностью, система автоматизации управления деятельностью

Системы автоматизации взаимодействия с клиентами сегодня используются не только как базы данных о клиентах. Актуальной задачей, влияющей на повышение продаж, сегодня является автоматизация процесса рекомендации дополнительных продуктов покупателю в рамках продаж. Применимо к рассматриваемому объекту автоматизации ООО «КФ «Комус-Упаковка», внедрение готового программного решения либо разработка крайне необходима, ввиду того что на данный момент отдел продаж работает в Microsoft Access. Функционал вышеуказанного приложения не удовлетворяет требованиям отдела продаж, прежде всего из-за ограниченного набора функций, в то время как таким количеством функций обладают, в основном, только ведущие системы автоматизации взаимодействия с клиентами. Но популярность масштабных систем взаимодействия с клиентами в то же время — не главный фактор, на который стоит опираться. Важно оценить стоимость внедрения и окупаемость программы, количество времени на адаптацию и обучение пользователей, менеджеров и операторов, изучить и минимизировать ошибки в их работе. Так же не маловажным фактором является интуитивная понятность разработки.

Рассмотрим существующие разработки и проведем сравнение функционала.

CRM bpm»online sales от компании Террасофт — эффективное решение для комплексной автоматизации продаж и бизнеса в сфере торговли: всесторонний учет

сделок, управление бизнес-процессами, мощная аналитика и планирование. Внедрение данной CRM-системы — комплексная автоматизация учета продаж и управления взаимоотношениями с клиентами.

CRM bpm»online sales — специализированное отраслевое решение, одинаково эффективное для оптовых, розничных и интернет-продаж.

В систему уже заложены эталонные процессы продаж, которые позволяют использовать лучшие практики торговой деятельности.

Вторая платформа CRM — это Агора, готовое B2B решение для автоматизации торговли. Сервис помогает унифицировать все данные о торговых операциях и упростит взаимодействие между менеджерами и покупателями. Высокая степень автоматизации работы с клиентами позволяет добиться оперативной обработки заказов в сочетании с ростом количества потенциальных партнеров.

Сервис предоставляет в распоряжение клиентов систему для автоматизации управления закупками и актуальную информацию о ходе выполнения заказа. Все это поможет увеличить оборот реализуемой продукции за счет увеличения суммы одного заказа, роста числа и лояльности клиентов.

Агора повышает эффективность обработки заказов менеджерами, стимулирует рост выручки и способствует увеличению клиентской базы за счет охвата новых групп клиентов.

**Таблица 1. Сравнительная таблица возможностей существующих разработок**

Возможности	ТерраСофт	Агора
Единая обработка заказов и продаж	+	+
Воронка продаж	+	-
Анализ работы	+	-
Прогнозирование и анализ	+	+
Управление бизнес процессами	+	-
Форма печати данных	+	+
Управление документами	+	+
Поддержка большого количества пользователей	+	+
Доступная ценовая политика	-	+
Работоспособность приложения офлайн	-	+

На основе полученных данных стоит сделать вывод о том, что продукт компании Террасофт обладает куда большим функциональным ресурсом по сравнению с программным решением Агога. Агога обладает более скудным набором функций, но вполне подходит для ре-

шения основных задач в компании. Для комплексной автоматизации необходимо внедрение CRM системы от компании Террасофт, учитывая ее регулярное развитие и доработку индивидуальных модулей.

Литература:

1. Иванов, А. А. Автоматизация технологических процессов и производств: Учебное пособие / А. А. Иванов. — М.: Форум, 2012. — 224 с.
2. Схиртладзе, А. Г. Автоматизация технологических процессов и производств: Учебник для вузов. / А. Г. Схиртладзе. — М.: Абрис, 2012. — 568 с.

## Информатизация — на пути к постиндустриальному обществу

Хамраев Довлет Джумадуурдыевич, студент;  
Джапарова Зумруда Ёлдашовна, студент;  
Мезенцев Иван Александрович, студент  
Орловский государственный аграрный университет им. Н. В. Парахина

*В статье анализируется взаимодействие процессов информатизации общества в процессе перехода к обществу постиндустриальному, дается качественная характеристика информатизации, предоставляющей дополнительные возможности личности, но и создающее для неё ряд негативных проявлений, предлагаются пути устранения последних.*

**Ключевые слова:** информатизация, постиндустриальное общество, информационная среда, постиндустриальная экономика.

Исследуя информатизацию в постиндустриальном обществе как деятельность по сбору, хранению, а также обработке, распространению, реализации информации, знаний посредством информационно-коммуникационных технологий (они включают технические средства, человеческий капитал) в обстоятельствах резко увеличившихся потоков информации, есть возможность отметить ее большое влияние на любые области человеческой жизни. Указанное влияние не до конца исследовано. Появляются неожиданные вопросы в сфере экономики, в социальной, а также культурной, политической областях. Исследование роли информатизации в постиндустриальном обществе и экономике обуславливает значительный интерес [2].

Состояние человеческой цивилизации связано с развитием информационного общества. Уровень информационного общества определяется количеством и качеством накопленных информации, ее свободой и доступностью [1].

Одним из элементов и функций информационного общества считаются информационные технологии, направленные на регулирование, сохранение, поддержание и совершенствование системы управления нового сетевого общества. Если в истории человечества информация и знания передавались на основе правил и предписаний, традиций и обычаев, культурных образцов и стереотипов, то сегодня главная роль отводится техноло-

гиям. Они играют определяющую роль в формировании техно структуры, в повышении значимости образования и активно внедряются во все сферы социально-политической и культурной жизни, включая домашний быт, развлечения и досуг.

Вступление современного общества в информационную стадию развития — объективный и закономерный процесс, в котором ведущую роль играют информация и знания, трансформированные в новых информационных и телекоммуникационных технологиях. Любое государство мира, озабоченное перспективами своего будущего, стремится создать передовую — информационную — экономику. Но самым главным императивом такой экономики должно стать понимание очень простого факта, на который обращает внимание Э. Тоффлер: «прогрессивной экономике требуется прогрессивное общество (курсив наш), поскольку любая экономика — прежде всего продукт общества, которое её породило, и зависит от его основных институций». Только в этом случае современное («постиндустриальное», «информационное», «сетевое» и т. д.) общество может быть предсказуемым и гуманистически направленным [3].

Такие феномены, как информационные ресурсы, новые информационные технологии, информатизация, имеют фундаментальную роль в развитии информационного общества. Сегодня есть все основания говорить о формиро-

вании новой информационной культуры, которая может стать элементом общей культуры человечества. Ею станут знания об информационной среде, законах ее функционирования, умение ориентироваться в информационных потоках [1].

Обработка информации — объективно существующая реальность и процесс, порождающий расширенное воспроизводство знаний. Подобно тому, как ответы на одни вопросы порождают большее количество новых, но более высокого порядка, информация по мере развития человечества накапливалась и увеличивалась, порождая необходимость в разработке более совершенных методов её сбора, хранения, накопления, изменения, защиты и транспортировки [7].

Работа с информационной техникой связана с подачей и приемом информации при помощи искусственного машинного языка. Этот язык обладает большой точностью по сравнению с естественным человеческим языком, содержанием синонимы и омонимы. Однозначность искусственного языка выражает его рациональность, но к сожалению, в ущерб эмоциональности. Однако человек часто предпочитает мыслить рационально, что приносит ему определенную практическую пользу. Рационализация деятельности ограничивает свободу мышления и действий личности. Рациональная деятельность несвободна, свободная деятельность — нерациональна. Рациональная деятельность скована определенными стандартами, нормами, которые диктуют субъекту его действия. Поэтому в процессе рациональной деятельности личность не находит возможности для своего самовыражения [1].

В связи со сказанным, особую значимость приобретает не только научное знание человека, но и освоение ряда нравственно-духовных, политических, экономических, правовых и эстетических ценностей, как неотъемлемой части информационной культуры. Личности важно не просто объективно воспринимать и понимать окружающую действительность, но и эмоционально реагировать на происходящие события. Информатизация общества зачастую порождает замкнутость человека в технических средствах при его одновременной открытости окружающему миру. Общение через приспособления-«гаджеты» создает одновременно и новые возможности, и новые угрозы. В этой связи без грамотно выстроенной системы адаптации и образования, соответствующим таким новым вызовам, не обойтись.

Процесс образования включает в себя не только обучение, но и воспитание. Современное образование должно иметь своей целью формирование нового типа личности как носителя информационной культуры. Для этого необходим весь огромный мир культуры — прошлый и современный — как средство для формирования «многомерного человека», способного овладеть миром современных проблем и свободно в нем ориентироваться [1].

Отметим, при этом, такая система не должна строиться обособленно от информационной среды, скорее она должна иметь плавный эффект вовлечения в неё. Здесь

положительным образом могут влиять современные средства визуализации информации [4], а сам процесс образования может базироваться на принципах современного управления проектами, в основе которых также находятся информационные технологии [5].

Однако, информатизацией не заканчивается характеристика существующей экономики. Информационную экономику необходимо рассматривать как элемент постиндустриальной, что определяется прогрессом как в науке, так и в технике, сделавшим основой технико-экономического совершенствования высокие технологии. Например, Д. Белл опосредовал важнейшие свойства постиндустриального общества. Значимые из них в следующем [2]:

- формируются интеллектуальные технологии;
- на главное место направление выдвигается потребление непосредственно интеллектуальных услуг;
- на смену острой нехватке благ наступает дефицит информации, времени;
- экономика имеет возможность быть охарактеризована напрямую как информационная;
- власть у профессионалов.

Основой формирования постиндустриального общества выступает ориентация на новые знания и технологии. Однако, для их полноценного применения и, тем самым, закладывания основ такого общества, важно иметь хорошо оснащенную научно-технологическую базу. С другой стороны, общество должно обладать определенным умственным и физическим потенциалом, составляющим основу человеческого капитала. Последний, в свою очередь, может быть сформирован благодаря эффективному развитию социальной сферы [6].

Важно констатировать, что ядром указанного типа экономики считается превращение такого рода информационных продуктов, услуг в объект как производства, так и потребления. «Относительно роли, значения прошедшей информационной революции, они заключены, — как отмечает В. Иноземцев, — основным образом в том, что... непосредственно усвоение, применение такой кодифицированной информации было одним из главных видов, векторов человеческой активности» [2].

Основу постиндустриальной экономики составляет качественное изменение материально-технической базы производственной сферы, однако, несмотря на это, становление постиндустриального общества подразумевает не только информационное развитие, но и связано с формированием экономики нового типа, где человек занимает ключевое место [8].

Сравнивая информатизацию и постиндустриальное общество, необходимо отметить, что характеристики, составные части каждого присущи другому. Ресурсом обоих считаются знания, информация, в базе обоих лежит непосредственно интеллектуальный капитал. Таким образом, есть возможность утверждать, что информатизация считается неотъемлемой частью всего постиндустриального общества, главным фактором развития последнего [2].

Подводя итог вышесказанному, заметим, вне зависимости от направлений научной мысли, в процессе формирования постиндустриального общества зарождается новая социальная структура общества, где на передовые позиции выходят интеллектуальные возможности индивидуумов и их знания. При этом социум стремится сформировать максимально комфортные условия для реализации

личности, а уникальность каждого становится ключевой ценностью государства, вектором его развития. Таким образом, постиндустриальная экономика базируется на информатизации всех сфер общества, на социальных, экономических и правовых отношениях, возникающих в процессе их технологизации, и усилении роли «умных» технологий в мировом экономическом пространстве.

#### Литература:

1. Кудайназарова, К. Дж. Информационная культура личности. /К. Дж. Кудайназарова // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана, — № 4, 2016, с. 182–185
2. Мустафа Алгюл. Рынок информационных услуг в постиндустриальной экономике. /Алгюл Мустафа // Современные проблемы социально-гуманитарных наук, — № 2 (4), 2016, с. 166–167
3. Завальнев, В. И. Современное информационное общество: к методологии анализа. /В. И. Завальнев, Г. В. Полякова // Человеческий капитал, — № 3 (75), 2015, с. 158–162
4. Яковлев, А. С. Инновационные возможности 3D-технологий в продвижении продукции интернет-магазинов. /А. С. Яковлев, Е. Е. Ставцева. // Научные записки ОрелГИЭТ. Альманах. — Орел.: ОрелГИЭТ, 2011
5. Яковлев, А. С. Применение информационных технологий в принятии управленческого решения /А. С. Яковлев // Молодой ученый, — № 18 (122), 2016, с. 309–311
6. Яковлев, А. С. Роль социальной сферы в формировании постиндустриального общества в России. /А. С. Яковлев. — автореф. дисс. на соискание ученой степени кандидата экономических наук по спец. 08.00.01 — Экономическая теория, 2012, 24 с.
7. Яковлев, А. С. Суперкомпьютеры мира: новые проблемы, или новые возможности? /А. С. Яковлев, С. П. Курдогло // Молодой ученый, — № 6–3 (110), 2016, с. 46–48
8. Якунина, И. Н. Постиндустриальное общество — вариант или вектор развития? /И. Н. Якунина // Социально-экономические явления и процессы, — № 1–2 (23-24), 2011, с. 264–267

## Высокотехнологичные материалы в строительстве

Юсубова Олеся Руслановна, студент;

Бавина Евгения Владимировна, студент

Орловский государственный аграрный университет им. Н. В. Парахина

Промышленное и гражданское строительство входят в группу ключевых направлений развития государства. Данной утверждение основывается, во-первых, на значительных темпах обновления жилищного фонда (введение в действие новых жилых домов). Во-вторых, на необходимости активизации промышленности, которой требуются новые высокотехнологичные здания и сооружения, отвечающие современным стандартам безопасности и требованиям заказчиков подобных строений.

Такие приоритеты для государства весьма очевидны. Дело в том, что решая проблемы жилья, хотя бы в той мере, что его предложение на рынке неизменно растет, с соответствующими изменениями цен и изменением конкуренции, государство создает условия для решения и социальных проблем. В частности, новые микрорайоны в обязательном порядке должны быть снабжены детскими садами и школами, а о появлении новых магазинов общественного питания и сферы услуг вообще не вызывают сомнений [4,5]. Выполняются социальные обязательства,

формируются условия для развития малого предпринимательства, происходит стимулирование процессов обмена и распределения накоплений населения, т. е. стимулирование экономики и экономического роста.

Темпы строительства новых жилых многоквартирных домов на сегодняшний день одни из самых высоких за новейшую историю государства, а качество строений напрямую зависит от эффективности и соблюдения технологий строительства, а также качества и состава материала, из которого оно ведется. Если за качественную организацию труда и соблюдение технологий ответственность в полной мере лежит на производителях работ, подрядчиках и субподрядчиках, то вопросы новых технологий строительства и новых материалов лежат исключительно в научной сфере.

В контексте изложенного добавим, применение новых технологий строительства, равно как и новых перспективных материалов невозможно без подготовки соответствующего высококвалифицированного персонала.



Последний должен охватывать все уровни и этапы строительства — от подсобного рабочего до мастера, прораба и генерального директора. Это первая проблема, с которой приходится сталкиваться, однако необходимость её разрешения очевидна, так как иначе будут проблемы с качеством возводимых построек. Заметим, применение новых материалов может идти по принципу постепенного замещения традиционных форм. Здесь речь идет о таких из них, которые, наряду с общеизвестными, обладают набором дополнительных опций (например, большей прочностью, если это важно в данном строительстве, или эластичностью, большим коэффициентом сжатия/растяжения и т. п.). Иногда дополнительная обработка традиционного материала позволяет создать качественно новый и более конкурентоспособный.

В настоящее время развитие нанотехнологий в строительстве приобретает всё большее значение. Создание различных материалов со сложной структурой и уникальными прочностными или температурными свойствами, а также процессы самоорганизации веществ на атомно-молекулярном уровне, позволяющие создавать объекты без внешнего влияния. Уже созданы сверхпрочные конструкционные композиционные материалы, новые виды арматурных сталей, уникальные нанопленки для покрытия светопрозрачных конструкций, самоочищающиеся и износостойкие покрытия, паропроницаемые и гибкие стекла [2].

Фактически, научная деятельность в данном направлении направлена на такие изменения свойств материалов, что их количество будет минимально, а прочность и другие полезные свойства — максимальны. Один и тот же материал с разными способами обработки будет иметь совершенно разные свойства там, где это необходимо. Целостность строений из таких материалов будет поражать воображение, эксплуатационные характеристики — впечатлять, а практичность — приятно удивлять. Однако сегодня это скорее будущее, чем настоящее. Не последнюю роль в этом играет стоимость обработки и, как следствие, цена такого материала.

Использование нанотехнологических материалов для повышения функциональных свойств строительных материалов и изделий является новым перспективным направлением в науке и наукоемком производстве. В строительстве применяется большое количество инновационных материалов. В то же время нанотехнологии применяются в строительстве достаточно ограничено, поскольку, как отмечают специалисты, инновационные идеи в большинстве своем ориентированы на поверхностные эффекты, а не на формирование новых структур строительных материалов. Тем не менее, изучение строительной отрасли позволяет сделать вывод о постепенном внедрении нанотехнологий в строительство [1].

Нанотехнологии в строительстве проявляются, в основном, в создании наноматериалов. Главным направлением в этой области является создание различных материалов со сложной структурой и уникальными прочностными

или температурными свойствами, а также процессы самоорганизации веществ на атомно-молекулярном уровне, позволяющие создавать объекты без внешнего влияния. Уже созданы сверхпрочные конструкционные композиционные материалы, новые виды арматурных сталей, уникальные нанопленки для покрытия светопрозрачных конструкций, самоочищающиеся и износостойкие покрытия, паропроницаемые и гибкие стекла [2].

Перспективными наноэлементами для строительной отрасли являются фуллерены и нанотрубки. Фуллерены после обработки в водной среде становятся гидратированными и удерживают на своей поверхности слой ориентированных молекул воды толщиной 20–80 нм. Это значительно повышает подвижность и прочность бетона. Однако стоимость нанотрубок и фуллеренов очень высока (один грамм чистого фуллерена C<sub>60</sub> стоит 100 долларов), а удешевить их производство пока невозможно без резкого падения их полезных свойств [1].

Широкое распространение в последнее время получают различные наночастицы и нанопорошки. Зачастую они выполняют роль адсорбентов, катализаторов и модификаторов химических реакций, технологических и конструктивных свойств изготавливаемых с их применением материалов, что способствует ускорению темпов строительства без ущерба качеству готового продукта [3].

В металлургии нанопорошки, по мнению специалистов, помогут повысить механические характеристики сталей. Существуют различные методы их введения в металл: компактирование и спекание нанопорошков в порошковой металлургии, интенсивная пластическая деформация, обработка заготовок потоком высокоэнергетических частиц, нанесение упрочняющих металлических покрытий, кристаллизация наночастиц из аморфного состояния и внесение наночастиц-модификаторов в исходный расплав [2].

Другой областью применения нанотехнологий является стекло. Если нанести на поверхность флоат-стекла (стекла, полученного с помощью флоат-метода, при котором стекло при выходе из печи плавления выливается на поверхность расплавленного олова, а затем поступает через зону охлаждения на дальнейшую обработку) при его изготовлении методом пиролиза тонкий слой из оксидов металла In-SnO<sub>2</sub>, то коэффициент теплопередачи его снижается на 70–80%, а теплопроводность стеклопакета с его использованием — в 2–2,5 раза. Если же на поверхность еще не остывшего флоат-стекла напылить специальный состав с наночастицами TiO<sub>2</sub>, который после остывания стекла образует с ним единое целое, то такое покрытие обеспечивает нейтрализацию органических соединений на поверхности стекла и полную его гидрофиллизацию, то есть вода вместе с грязью стекает со стекла. Такие стекла массово производятся в Европе, хотя их производство пока что недешево [1].

Говоря о нашей стране, в области современных высокотехнологичных материалов наблюдается некоторое отставание от ведущих европейских стран, Японии и США. Это, во многом, связано с организацией финансирования

и менталитетом. В частности, в передовых странах прикладными исследованиями занимаются крупные научные центры, для нашей страны организовать подобные исследования сложнее, так как строительные компании в оди-

ночку сделать это не в состоянии. Фактически, требуется создание оптимальной инфраструктуры, одинаково востребованной для научно-исследовательских институтов, государства и строительных компаний.

Литература:

1. NanoNewsNet. ru on-line издание, посвященное вопросам наноиндустрии [электронный ресурс] / Режим доступа: [www.nanonewsnet.ru](http://www.nanonewsnet.ru) (дата обращения 08.01.2017)
2. Интернет-журнал о нанотехнологиях «Нано Дайджест» [электронный ресурс] / Режим доступа: [nanodigest.ru](http://nanodigest.ru) (дата обращения 08.01.2017)
3. Экономические и финансовые технологии: методология, теория и практика. Том 1./Польшакова Н.В., Яковлев А.С. и другие; под общ. ред. Калмыковой. — Москва: Наука: информ; Воронеж: ВГПУ, 2014. — с. 135–147
4. Яковлев, А.С. Роль социальной сферы в формировании постиндустриального общества в России./А.С. Яковлев. — автореф. дисс. на соискание ученой степени кандидата экономических наук по спец. 08.00.01 — Экономическая теория, 2012, 24 с.
5. Яковлев, А.С. Роль экономики и государства в изменении тенденций развития социальной сферы./А.С. Яковлев. // Вестник ОрелГИЭТ. — №2 (8), 2009, с. 26–31

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

### Создание материалов для швейных изделий со свойствами защиты

Адилова Наргиза Фармановна, ассистент;  
Адилова Мадина Акмаловна, студент  
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

*Статья посвящена разработке новых типов полимерных композитов с использованием в качестве активных наполнителей наночастиц различной природы, которые используются в изготовлении одежды специального назначения.*

**Ключевые слова:** наночастицы, полимерные композиты, материалы одежды, швейные изделия, защитные материалы

В настоящее время наноразмерные объекты в сравнении с макроскопическими обладают повышенными или новыми химическими и физическими свойствами.

Объектами исследования являлись процессы получения многофункциональных пленок с добавкой гидрозолей детонационных наноалмазов (ДНА) для проклеивания швов специальных швейных изделий и взаимодействие этих пленок с текстильным материалом. Основным компонентом полимерной композиции для получения пленок служили акриловые дисперсии, представляющие собой продукты водной эмульсионной полимеризации акриловых мономеров. Введение добавок ДНА в состав полимерных композиций не оказывает заметного влияния на деформационные показатели пленок. Так, относительное удлинение из исходной композиции составляет (310%). В случае систем, содержащих от 0,2 до 1 вес. % ДНА, деформационные показатели пленок несколько снижаются. При этом максимальное относительное удлинение (297%) достигается при содержании добавки ДНА в количестве 0,2%.

В современных экономических условиях развитие технологии швейного производства изделий из специальных материалов должно быть ориентировано на повышение качества продукции за счет обеспечения заданного уровня защитных свойств с учетом назначения, исходных свойств применяемых материалов и условий эксплуатации. Развитие ассортимента защитных изделий из новых материалов должно сопровождаться выпуском продукции более высокого уровня качества и повышением эффективности процессов их производства в соответствии с требованиями рынка. Для успешного и своевременного решения задач по обновлению ассортимента и повышению качества выпускаемой продукции актуальным является внедрение

технологических процессов и новых материалов, обеспечивающих повышение интенсивности технологических операций, а также их объединение.

В связи с тем, что в последние годы в различных странах мира активно развивается производство полимерных пленочных материалов, особое внимание уделяется разработке новых типов полимерных композитов с использованием в качестве активных наполнителей наночастиц различной природы, которые используются в изготовлении одежды специального назначения. Наноразмерные объекты в сравнении с макроскопическими обладают повышенными или новыми химическими и физическими свойствами. Разработан специальный вспомогательный пленочный материал для осуществления клеевой технологии обработки ниточных швов.

Одним из самых доступных и эффективных способов модифицирования с целью создания материалов с улучшенными свойствами, является введение различных ингредиентов и наполнителей. В качестве наиболее перспективных модификаторов для улучшения эксплуатационных свойств полимерных материалов рассматриваются углеродные нанотрубки, а также наноалмазы полученные детонационным синтезом (ДНА). Актуальность производства высококачественных многофункциональных текстильных материалов, которые одновременно удовлетворяют множеству требований, часто противоречащих друг другу, в настоящее время не вызывает сомнений. Это обусловлено тем, что использование специальных швейных изделий в экстремальных условиях внешней среды требует обеспечения высокого уровня защиты в течение всего срока эксплуатации. В связи с все более ужесточившимися экологическими и гигиеническими требованиями при выборе данных материалов предпочтение должно



быть отдано при этом составам, не содержащим органические растворители. Учитывая перспективность использования нанодисперсных систем, в частности наноалмазов при получении материалов различного назначения, предоставило интерес оценить их влияние на свойства полимерных слоев пленочного материала. Основной целью является получение перспективного многофункционального пленочного материала, обеспечивающего повышение показателей эксплуатационных свойств защитных швейных изделий специального назначения за счет введения в состав полимерных композиций добавок — наполнителей. Стали процессы получения многофункциональных пленок с добавкой гидрозолей детонационных наноалмазов (ДНА) и взаимодействия этих пленок с текстильным материалом. Основным компонентом полимерной композиции для получения пленок служили акриловые дисперсии, представляющие собой продукты водной эмульсионной полимеризации акриловых мономеров [2].

В качестве защитных материалов были выбраны синтетические текстильные материалы с пленочным полимерным покрытием с изнаночной стороны. Материалы дифференцировали в зависимости от толщины покрытия, а значит от степени шероховатости поверхности, оцениваемой условным показателем шероховатости, оцениваемым по степени растекания капли полимерной композиции по поверхности.

Как известно, эффективность действия добавок в виде наноразмерных частиц (от 1 до 100 нм) проявляется при содержании их в составах полимерных композиций порядка от 0,1 % до 5 %. С целью оценки влияния гидрозоля ДНА на адгезионные и деформационно-прочностные свойства пленочного материала были приготовлены поли-

мерные композиции с различным содержанием добавок ДНА и проведены испытания на показатели соответствующих свойств. Приготовление композиций с добавками гидрозолей ДНА осуществлялось путем непосредственного введения их в состав водных дисперсий акриловых сополимеров при перемешивании. Формирование клеевого слоя из полимерных композиций осуществлялось на несиликонизированной стороне пленки ПЭТ при температуре  $(95 \div 100)^\circ \text{C}$  до полного удаления дисперсионной среды.

Анализируя результаты экспериментальных исследований адгезионной прочности клеевых соединений можно отметить несомненное положительное влияние модифицирующей добавки ДНА. Но при этом лишь незначительное количественное содержание добавки ДНА в составе клеевых композиций приводит к заметному эффекту: увеличение адгезионной прочности происходит в диапазоне 0,20,4 весовых %.

Таким образом, сопоставление результатов исследований адгезионной прочности клеевых соединений и относительного удлинения в зависимости от количественного содержания добавок ДНА свидетельствует об одновременном их изменении. Наилучший результат адгезионной прочности согласно полученным результатам — введение добавок ДНА в состав полимерных композиций, не оказывает заметного влияния на деформационные показатели пленок. Так, относительное удлинение из исходной композиции составляет 310 %. В случае систем, содержащих от 0,2 до 1 вес. % ДНА, деформационные показатели пленок несколько снижаются. При этом максимальное относительное удлинение (297 %) достигается при содержании добавки ДНА в количестве 0,2 %.

#### Литература:

1. Интернет-ресурсы: storage.mstuca.ru» bitstream/123456789. <http://delta.grup.ru/bibliot/98/9.htm>. www.businesssecret.ru.
2. Инструкция по расчету производственных мощностей предприятий швейной промышленности (крупных, средних и малого бизнеса) в условиях рыночной экономики. М.: ОАО «ЦНИИШП», 2003.

## Теоретические основы определения поперечного смещения центра масс текстильных изделий при отжиге

Алехин Сергей Николаевич, кандидат технических наук, доцент;

Дулоглу Татьяна Александровна, магистрант

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) Донского государственного технического университета в г. Шахты

Принято считать [1], что при вращении барабана в период центробежного отжима изделия распределяются по обечайке в виде неравномерного кольца (рис. 1).

При этом неравномерность распределения изделий, вызванная случайным характером протекающих процессов, определяется смещением центра  $O_1$  окружности свободного пространства на расстояние  $l_{OO_1}$  и появившегося в результате этого эксцентриситета  $r_e$  — расстояния ОС от оси вращения барабана до центра масс изделий С.

Здесь ордината  $z_c$  центра масс изделий С находится по известной формуле [2], имеющей вид:

$$z_c = \frac{S_A + S_a}{F_A + F_a}, \quad (1)$$

где  $S_B$  и  $S_б$  — статические моменты кругового поперечного сечения барабана с центром О и кругового поперечного сечения свободного пространства с центром  $O_1$  соответственно;  $F_B$  и  $F_б$  — площади кругового поперечного сечения барабана с центром О и кругового поперечного сечения свободного пространства с центром  $O_1$  соответственно.

свободного пространства с центром  $O_1$  соответственно.

Очевидно, что в соответствии с рисунком 1 площади  $F_B$  и  $F_б$  равны:

$$F_B = \frac{\pi D_B^2}{4}; \quad (2)$$

$$F_б = \frac{\pi d_б^2}{4}. \quad (3)$$

Определим статические моменты:

$$S_B = F_B \cdot z_B, \quad (4)$$

где  $z_B=0$  — координата центра масс круглого сечения с центром О, образованного обечайкой барабана; откуда  $S_B=0$ ;

$$S_б = F_б \cdot z_б, \quad (5)$$

где  $z_б = l_{OO_1}$  — координата центра масс круглого сечения с центром  $O_1$ , образованного свободным пространством изделий; откуда

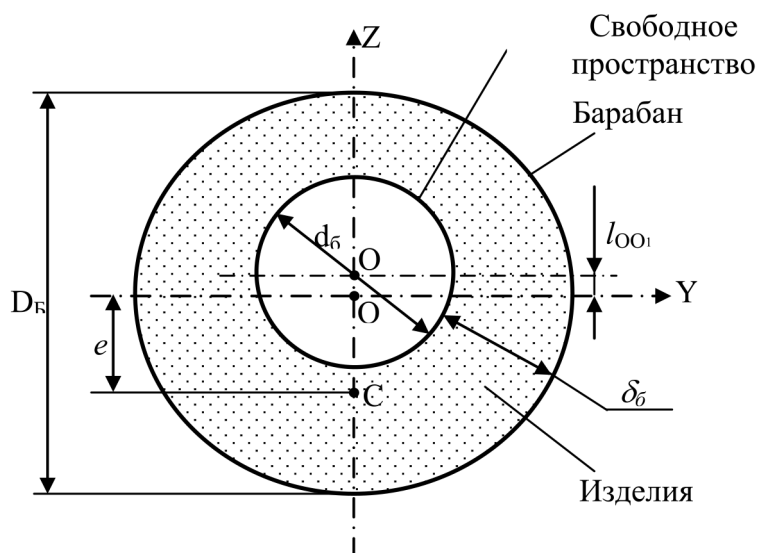


Рис. 1. Схема распределения изделий по обечайке барабана при отжиге:  $D_B$  — диаметр барабана,  $d_б$  — диаметр окружности с центром  $O_1$  сечения свободного пространства, образованного текстильными изделиями (бельем) при отжиге (внутренний диаметр кольца изделий);  $e$  — эксцентриситет центра масс кольца изделий;  $l_{OO_1}$  — расстояние между осью вращения барабана с центром окружности О и центром окружности  $O_1$  сечения свободного пространства, образованного изделиями;  $\delta_б$  — толщина слоя изделий, распределенных по обечайке барабана в виде неравномерного кольца при отжиге

$$S_6 = \frac{\pi d_6^2}{4} l_{OO_1} \tag{6}$$

С учетом полученных выражений (2) — (6), а также с учетом того, что площадь  $F_6$  и статический момент  $S_6$ , относящиеся к окружности поперечного сечения свободного пространства с центром  $O_1$ , будут входить в формулу (1) со знаком «минус» (так как свободное пространство не содержит изделий), выражение (1) примет следующий вид:

$$z_C = -\frac{d_6^2 \cdot l_{OO_1}}{D_B^2 - d_6^2} \tag{7}$$

Так как расстояние  $OC=r_e$ , где положение центра масс  $C$  определяется ординатой  $z_C$ , то эксцентриситет  $r_e$  по абсолютной величине будет равен:

$$|r_e| = \frac{d_6^2 \cdot l_{OO_1}}{D_B^2 - d_6^2} \tag{8}$$

Величина  $l_{OO_1}$  определяется в зависимости от соотношения  $D_B$  и  $d_6$ . Существуют два варианта соотношения  $D_B$  и  $d_6$ : 1)  $d_6 \leq 0,5D_B$ , 2)  $d_6 > 0,5D_B$ . На рисунке 2 показаны крайние случаи расположения кольцевого слоя изделий в барабане: на рисунке 2, а для 1-го варианта при  $d_6 \leq 0,5D_B$ , на рисунке 2, б для 2-го варианта при  $d_6 > 0,5D_B$ .

Для 1-го варианта при  $d_6 \leq 0,5D_B$  значение  $l_{OO_1}$  будет изменяться случайно в промежутке от  $l_{OO_1}=0$  до  $l_{OO_1}=0,5d_6$  (рис. 2.2, а). Для 2-го варианта при  $d_6 > 0,5D_B$  значение  $l_{OO_1}$  будет изменяться случайно в промежутке от  $l_{OO_1}=0$  до  $l_{OO_1}=0,5(D_B - d_6)$  (рис. 2.2, б). Таким образом, величина  $l_{OO_1}$  имеет ограничение:  $l_{OO_1} < 0,5d_6$  при  $d_6 \leq 0,5D_B$  и  $l_{OO_1} < 0,5(D_B - d_6)$  при  $d_6 > 0,5D_B$ . Очевидно, что значение  $d_6$  определяется массой загруженных в барабан текстильных изделий (белья)  $m_{60}$  и размерами барабана (диаметром  $D_B$  и длиной  $L_B$ ).

При установлении максимального значения диаметра окружности сечения свободного пространства  $d_{6max}$ , соответствующему минимальной величине за-

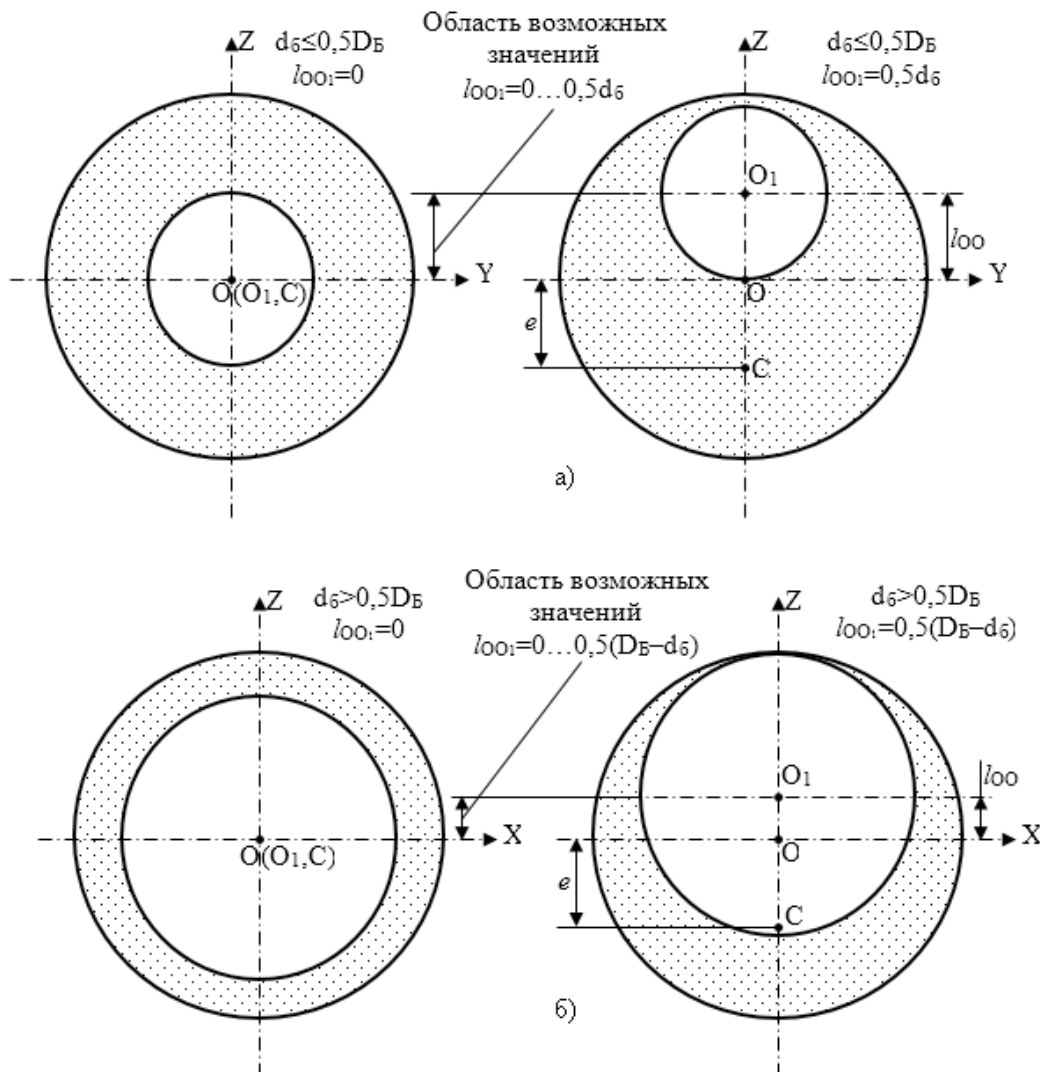


Рис. 2. Расположение кольца изделий в барабане в зависимости от вариантов соотношения  $D_B$  и  $d_6$

грузки изделий  $m_{\delta_{min}}$ , будем считать, что толщина изделий  $\delta_B$ , распределенных в виде кольца по обечайке барабана при отжиме, составляет не менее  $\delta_B \leq 0,01$  м. Тогда  $d_{\delta_{max}} = (D_B - 2\delta_B) = (D_B - 0,02)$  м. Таким образом, значения диаметра  $d_\delta$  находятся в промежутке от  $d_{\delta_{min}}=0$  до  $d_{\delta_{max}} = (D_B - 0,02)$  м.

Отметим, что предложенный выше подход по определению эксцентриситета  $r_e$  центра масс отжимаемых изделий предполагает следующее допущение распределение плотности изделий по всему объему барабана принимается равномерным. Данное допущение основано, с одной стороны, на том, что практически невозможно учесть случайное реальное распределение плотности изделий по объему барабана. С другой стороны, как показали расчеты, при максимальной разности между плотностью изделий в различных частях барабана, величина эксцентриситета может изменяться от расчетного значения не более чем на 4 %.

Используя полученные выше соотношения и формулу (8), определим значения эксцентриситета  $r_e$  центра масс изделий при различных значениях  $d_\delta$  и  $l_{001}$  для диапазона

величин диаметра барабана  $D_B = (0,4...0,5)$  м. Графики зависимостей эксцентриситета  $r_e$  от  $d_\delta$  и  $l_{001}$  при  $D_B=0,4$  м и  $D_B=0,5$  м приведены на рисунках 3–4.

На рисунке 5 показано семейство графиков зависимости  $r_e = f(D_B)$  при различных значениях диаметра  $d_\delta$  (здесь значения  $r_e$  взяты как средние значения из полученного диапазона  $r_e$  при различных  $l_{001}$ ).

Анализ полученных данных показывает, что при увеличении внутреннего диаметра  $d_\delta$  кольца изделий (что соответствует снижению коэффициента загрузки  $k_3$  или увеличению степени деформации изделий при отжиме) величина эксцентриситета  $r_e$  нелинейно увеличивается. При снижении же диаметра барабана  $D_B$  и коэффициента  $k_L$  значения эксцентриситета  $r_e$  растут.

Таким образом, выше было показано, что основными факторами, определяющими границы диапазона возможных случайных значений эксцентриситета центра масс изделий при отжиме являются соотношение геометрических параметров стирального барабана, режим его вращения и масса отжимаемых изделий.

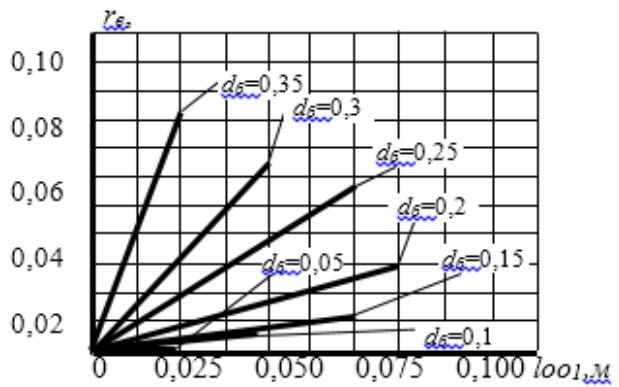
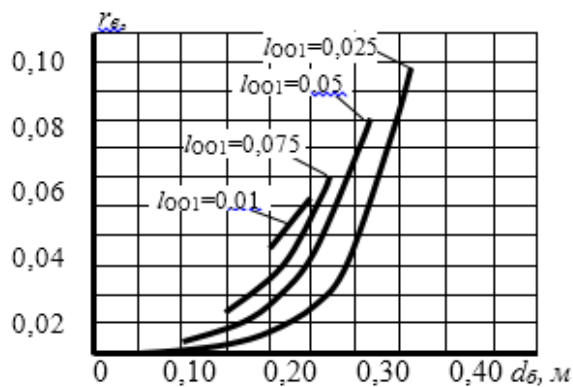


Рис. 3. Графики зависимостей эксцентриситета  $r_e$  от  $d_\delta$  и  $l_{001}$  при  $D_B=0,40$  м

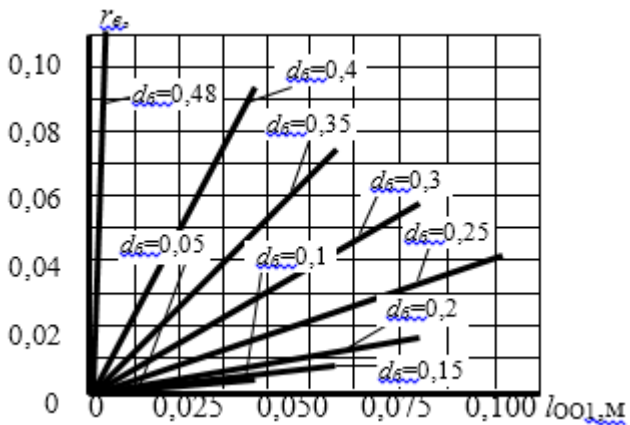
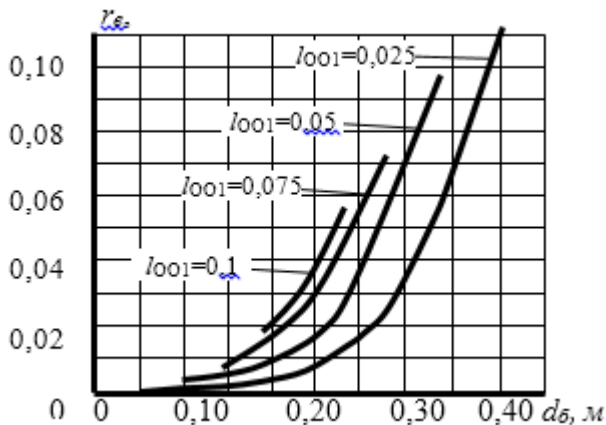
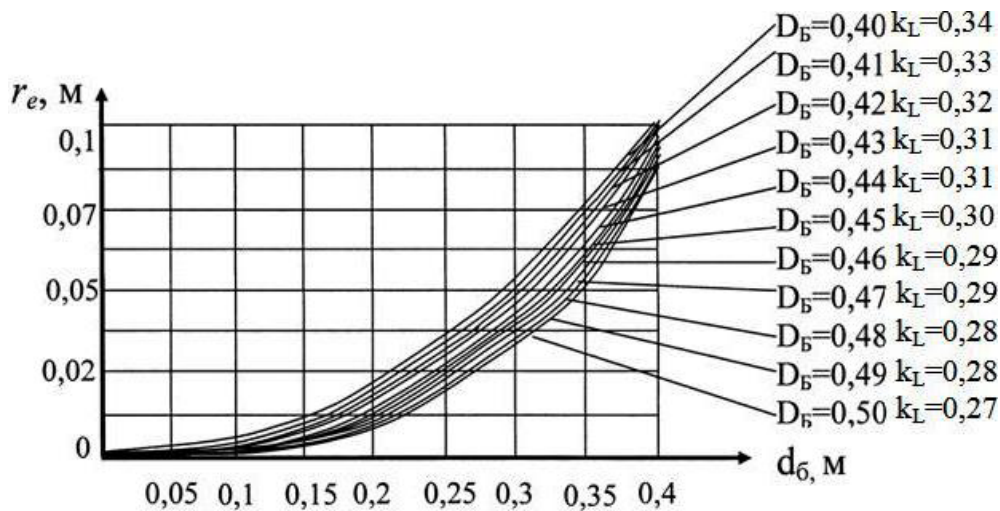


Рис. 4. Графики зависимостей эксцентриситета  $r_e$  от  $d_\delta$  и  $l_{001}$  при  $D_B=0,50$  м

Рис. 5. Графики функции  $g_e=f(d_b)$  при различных ДБ

Литература:

1. Лебедев, В.С. Технологические процессы машин и аппаратов в производствах бытового обслуживания / В.С. Лебедев. — М.: Легпромбытиздат, 1991. — 336 с.
2. Яблонский, А.А. Курс теоретической механики. Статика, кинематика, динамика / А.А. Яблонский, В.М. Никифорова. — М.: КноРус, 2010. — 608 с.

## Геодезическое обеспечение при строительстве сооружений ЭКСПО-2017 с использованием современных технологий

Аханов Мейрхан Жумаканулы, ведущий инженер-геодезист;  
 Жумадилова Нагима Жоламановна, инженер-геодезист;  
 Мажкенов Асхат Темирбекович, магистрант;  
 Серикова Жулдыз Амангелдикызы, магистрант;  
 Касимов Нариман Нурланович, студент  
 Карагандинский государственный технический университет (Казахстан)

### Архитектурно-конструктивные решения объектов ЭСПО-2017

В настоящий момент объект строительства будущей выставки — это крупномасштабный проект, где с активным ходом идут строительные работы. Строящиеся объекты ЭКСПО-2017 входят: выставочные павильоны, торгово-развлекательные центры, гостиницы, а также прилегающий жилой комплекс. При возведении уникальных сооружений усложняется роль геодезического обеспечения строительства, что вызывает необходимость в новых методах измерений и выполнения измерений с высокой точностью.

Лаконичность и естественность облика выставочного павильона ЭКСПО-2017 (см. рисунок 1) базируется на сочетании современного стиля и технических достижений. Отделка фасадов жилого комплекса выполнена с использованием натурального камня и фасадных панелей с тек-

стурой дерева. Сочетание контрастных по фактуре материалов придает зданиям легкость и создает завершенную гармоничную композицию.

Все строительные материалы подобраны с учетом климатических условий Астаны. Навесные вентилируемые панели фасадов с текстурой дерева и хризотилцементные плиты дополнительно обеспечивают высокие показатели тепло- и шумоизоляции.

Витражное и оконное остекление домов осуществляется с помощью двухкамерных стеклопакетов с энергосберегающим покрытием.

Стильная архитектура комплекса находит свое продолжение во внутреннем пространстве ЭСПО-2017.

Здание основного выставочного павильона В высотой около 100м состоит из 10 уровней. После сдачи объекта в эксплуатацию необходимо повторно наблюдать за сооружением.





Рис. 1. Выставочный павильон ЭКСПО-2017

На рисунках 2, 3 представлен вид основного павильона. Объект состоит стального каркаса, из плит, решетчатой оболочки, колонн в виде изогнутых толстостенных секции профиля круглого сечения различных диаметров.

Площадь самого крупного в Казахстане торгово-развлекательного центра и по совместительству самого боль-

шого гражданского объекта составляет 140 тыс. кв. м. Длина здания — 500 м, ширина — 160 м.

Планировка помещений выполнена с обеспечением максимальной гибкости и комфорта для бизнес-гостей, семейных гостей и полного комплекса услуг для конференций, социальных встреч, ужинов, гостей отеля и по-

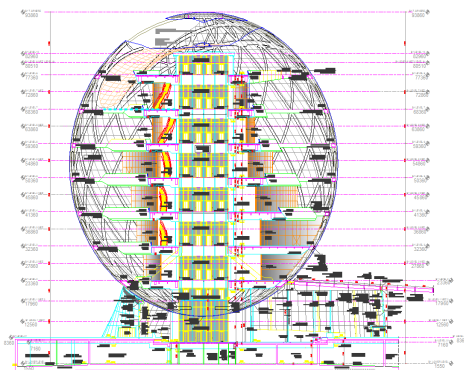


Рис. 2. Фасад основного выставочного павильона В ЭКСПО-2017

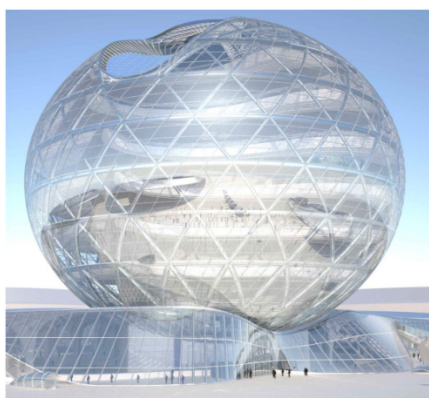


Рис. 3. Вид с севера: фасад входной группы выставочного павильона ЭКСПО-2017

стояльцев с длительным пребыванием», — говорится в эскизном проекте.

В гостинице будут 99 номеров люкс, 14 номеров супер-люкс, 5 номеров VIP-люкс, один Президентский номер и два номера — Императорский люкс.

Задачами геодезического обеспечения является:

1. разработка методики геодезического обеспечения при строительстве уникальных и высотных сооружений с учетом современных требований строительного производства и скорости возведения объектов при выполнении задач государственной программы Республики Казахстан;

2. разработка методов проведения исследований при помощи спутниковых и наземных методов съемок на основе внедрения высокоточных приборов.

#### **GPS технологии при создании опорной геодезической сети на строительной площадке**

Для эффективного использования GPS в геодезических целях нужно внимательно подходить к выбору метода на-

блюдений, пунктов сети, оборудования, к планированию и организации наблюдений, поэтому использование космических снимков (см. рисунок 4) является необходимым условием для проведения регулярных наблюдений за современным состоянием и положением объектов. Сравнение их с результатами съемок прошлых лет, позволяет точно зафиксировать произошедшие изменения.

Выбор метода GPS съемки зависит от требований проекта, главным образом, к точности определения положений. Опыт показывает, что в практике лучше использовать комбинации этих трех методов. Например, статический и псевдокинематический методы можно использовать для установления широкой структуры сети контрольных пунктов и для установки пунктов на другой стороне препятствий, таких, как мосты. Кинематическую съемку можно применить для определения координат большей части пунктов, используя статические пункты в качестве контрольных и для проверки качества наблюдений. Для таких смешанных пунктов необходима тща-



Рис. 4. Использование космических снимков для планирования геодезической сети с использованием спутниковых технологий для сооружений ЭКСПО-2017

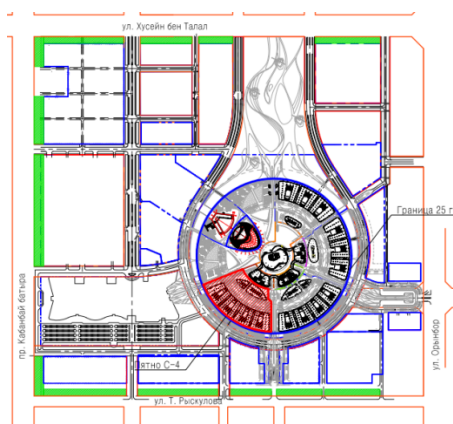


Рис. 5. Ситуационная схема выставочных павильонов ЭКСПО-2017, для проектирования пунктов съемочного обоснования и выбора мест закладки наблюдательной станции



тельная рекогносцировка для закладки наблюдательных станций (см. рисунок 5).

Для того, чтобы иметь опорную геодезическую сеть на строительной площадке для последующих съемок и дать возможность преобразования GPS результатов к национальной системе координат, используют два типа контрольных GPS сетей: пассивные контрольные сети и активные контрольные сети. Пассивная сеть привязана к существующим триангуляционным монументам и высотным реперам. Целями активной контрольной сети являются вычисление и распространение в (почти) реальном времени дифференциальных поправок для пользователей, имеющих лишь один приемник, а также вычисление точных эфемерид в процессе постобработки (в офисе). Сбор и распространение данных выполняется с помощью высокоскоростных наземных, а также спутниковых систем связи.

Наблюдательными пунктами служили съемочные точки (см. рисунок 6), удаленные от павильонов на рас-

стояние не менее 1,5 высоты сооружения. Геодезическим обоснованием служили опорные глубинные репера. Привязка наблюдательных пунктов к опорным реперам выполнялось при помощи GPS приемника Leica System серии GPS1200. Опорная геодезическая сеть, состоящая из трех опорных реперов. Время на одном определяемом пункте может колебаться от 30 минут до нескольких часов, в зависимости от необходимой точности и внешних условий. GPS приемник ставят неподвижно на точках с известными координатами и на определяемых точках. Точность измерений составляет 5 мм + 0.5мм/км. Диапазон рабочей температуры составляет от -30 С до +65 С.

Спутниковая технология GPS LEICA System 1200 (см. рисунок 7), обладают высокой производительностью и гибкостью, необходимых для решения различных прикладных задач спутниковых измерений.

Новая модель приемника Leica GPS1200 обеспечивает высокую точность и гибкость при решении задач с

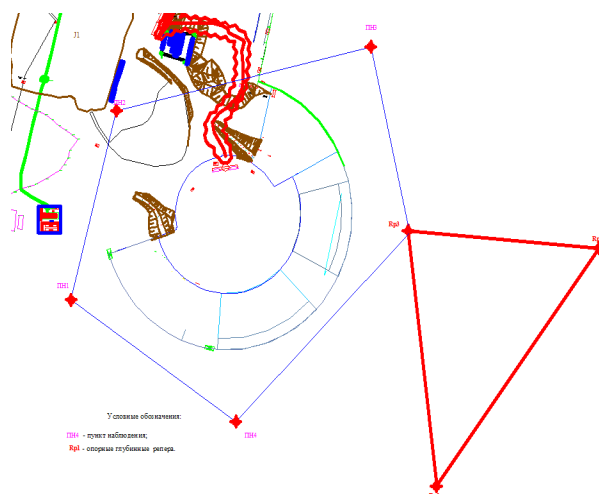


Рис. 6. Схема привязки пунктов геодезической сети стройплощадки к опорным пунктам городской геодезической сети



Рис. 7. GPS/ГЛОНАСС приемники LEICA System 1200

помощью GNSS систем. Приемники разработаны специально для жестких полевых условий, низких температур, пыли и влаги, в полном соответствии с военными стандартами. GPS1200 могут быть использованы как базовые станции или подвижные приемники для съемки в любом режиме от «Статика» до «Кинематика в реальном времени (RTK)».

Уникальная встроенная система мониторинга целостности данных сразу проверяет все получаемые результаты. Сейчас SmartCheck+ обрабатывает одновременно GPS и ГЛОНАСС измерения для получения результата в режиме RTK с сантиметровой точностью, частотой 20 Гц, на расстоянии от базовой станции 30 км и более. Инициализация выполняется за несколько секунд. Съемка может быть выполнена в сложных для приема спутниковых сигналов условиях с помощью приемников GX1230 / ATX1230 (GPS) или GX1230 GG / ATX1230 GG (GPS и ГЛОНАСС).

GPS1200 как составная часть Системы 1200, вместе с TPS1200, имеет следующие особенности:

- Унифицированный интерфейс;
- Идентичное управление данными;
- Стандартизированные аксессуары;
- Мощные полевые прикладные программы;

#### Литература:

1. Учебное пособие Хмырова Е. Н. - Практикум по инженерной геодезии — КарГТУ 2011 г.
2. Учебное пособие Хмырова Е. Н. - Наблюдения за деформациями сооружений — КарГТУ 2015 г.
3. Хмырова, Е. Н. — Прикладная геодезия — Караганда. КарГТУ 2010 г.
4. Монография — Хмырова Е. Н. — Геодезический контроль высотных и уникальных сооружений — г. Берлин, из-во Lambert, 2013 г.
5. Хмырова, Е. Н., — Низаметдинов Ф. К., Ожигин С. Г., Бесимбаева О. Г. — Учебник МОНРК — Прикладная геодезия — Караганда. КарГТУ 2013 г.
6. Нугужинов, Ж. С., Фендт Б. Э., Нэмен В. Н. Обследование и реконструкция зданий и сооружений. — Алматы: Гылым, 1998. — 315 с.
7. Интулов, И. П. — Инженерная геодезия в строительном производстве — Воронеж 2004 г.
8. Куштин, И. Ф. — Инженерная геодезия — Ростов на Дону — Феникс, 2002 г.

— Общее программное обеспечение LEICA Geo Office.

В целях контроля пространственного положения сооружения (крены, осадки) для исключения возможных погрешностей системных данных проводятся параллельно геодезические измерения при помощи высокоточных геодезических электронных приборов Швейцарской фирмы «Leica Geosystems» серии TC 1201+.

Применение при геодезических измерениях современных электронных тахеометров позволяет определять положение всех характерных точек строительных конструкций в пространстве, т. е. получать координаты X, Y, Z и построить пространственное изображение по результатам измерений и с учетом времени на определенный период строительства.

Использование электронных тахеометров вызывает необходимость исследования вопроса о допустимых погрешностях определения положения точек геодезической рабочей сети на строительной площадке для выбора соответствующей измерений, обеспечивающей необходимую точность измерений 2–3 мм.

После сдачи объекта в эксплуатацию необходимо повторно наблюдать за сооружением в целях своевременного выявления и предотвращения дефектов и осадков.

## Архитектура программного средства оценки защищенности биоинформационной системы

Белозёрова Ангелина Андреевна, студент;  
Мартынова Лариса Евгеньевна, студент;  
Ковалев Станислав Андреевич, студент;  
Назарова Кристина Евгеньевна, студент;  
Колесниченко Елена Александровна, студент  
Волгоградский государственный университет

*Современные информационные системы обладают высокой структурной сложностью. Наличие уязвимостей в этих системах обуславливают важность разработки методов и средств, позволяющих оценивать защищенность от таких воздействий. Раскрытие данной информации или нарушение таких составляющих информационной безопасности, как доступность, целостность и конфиденциальность может принести значительный ущерб учреждению. Исследования проблемы информационной безопасности особенно актуальны для биометрической информационной системы.*

**Ключевые слова:** медицинские информационные системы, информационная безопасность, уязвимость, злоумышленные воздействия

Современные информационные системы обладают высокой структурной сложностью. Наличие уязвимостей в этих системах, а также вариативность и сложность злоумышленных воздействий вкуче с серьезностью последствий их успешной реализации обуславливают важность разработки методов и средств, позволяющих оценивать защищенность от таких воздействий. [1]

Медицинские информационные системы (МИС, биометрические системы) — комплексная автоматизированная информационная система для автоматизации деятельности лечебно-профилактических учреждений, в которой объединены система поддержки принятия медицинских решений, электронные медицинские записи о пациентах, данные медицинских исследований в цифровой форме, данные мониторинга состояния пациента с медицинских приборов, средства общения между сотрудниками, финансовая и административная информация. Информатизация в сфере здравоохранения обеспечивает ряд новых возможностей, позволяет повысить уровень обслуживания потребителей, улучшить качество обследования пациентов и их лечение за счет интеграции с системами цифровой диагностики.

В МИС должно обеспечиваться выполнение следующих функций [3]:

1. Сбор, регистрация, структуризация и документирование данных;
2. Обеспечение обмена информацией в рамках единого информационного пространства;
3. Хранение и поиск информации;
4. Статистический анализ данных;
5. Контроль эффективности и качества оказания медицинской помощи
6. Поддержка принятия решений;
7. Анализ и контроль работы учреждения;
8. Управление ресурсами учреждения;
9. Поддержка экономической составляющей лечебного процесса;

10. Совершенствование программ подготовки и обучения персонала.

В информационной системе хранится, обрабатывается, циркулирует различная информация, потеря или искажение которой может нанести существенный вред учреждению. [2] Поэтому исследования проблемы информационной безопасности особенно актуальны для биометрической информационной системы (МИС).

Информационная безопасность — состояние сохранности информационных ресурсов и защищенности законных прав личности и общества в информационной сфере. Управление информационной безопасностью имеет большое значение для любой организации, поэтому оценка защищенности информационных ресурсов является неотъемлемой частью при использовании или внедрении медицинских информационных систем.

В рамках проводимого исследования проблем информационной безопасности (ИБ) МИС, была разработана программа средства оценки защищенности биоинформационной системы. Программа имеет графический пользовательский интерфейс и представляет собой инструментальное средство, которое лицо ответственное за обеспечение информационной безопасности в организации (специалист по защите информации, риск — менеджер, руководитель и др.) может использовать в процессе оценки защищенности МИС.

При реализации проекта программы средства оценки защищенности биоинформационной системы, была разработана модульная архитектура, объединяющая схожие функции в отдельные модули, см. рисунок 1.

Данная архитектура включает в себя четыре модуля, а именно: «Интерфейс пользователя», «Модуль управляющих воздействий», «Модуль конвертации входных данных», «Модуль оценки защищенности биоинформационной системы». «Модуль мониторинга» при продолжении данного исследования позволит авто-

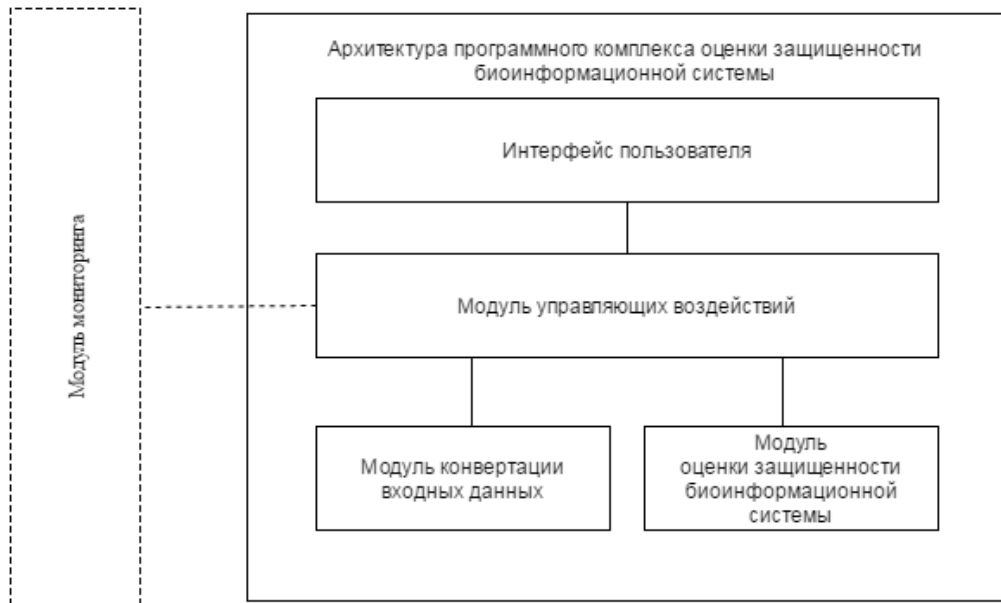


Рис. 1. Архитектура программного средства оценки защищенности биоинформационной системы

матизировать сбор данных, позволяющих определить выполнения требований Приказа ФСТЭК № 17. Для автоматизации процесса сбора данных, их обработки и представления в формате наиболее подходящего для дальнейшего анализа рекомендуется применять такие средства анализа больших данных, как Splunk, Kraftway, «Зодиак» и т. п.

«Интерфейс пользователя» позволит пользователю, в лице администратора безопасности, взаимодействовать с программным средством оценки защищенности биоинформационной системы, см. рисунок 2. Связан двусторонней связью с модулем управляющих воздействий и модулем мониторинга.

«Модуль управляющих воздействий» позволяет контролировать потоки данных, перенаправляя их от модуля к модулю в соответствии с этапом работы программы. Данный модуль связан двусторонней связью с интерфейсом пользователя, модулем конвертации данных, модулем реализации алгоритма оценки защищенности биоинформационной системы.

«Модуль конвертации входных данных» необходим для преобразования полученных с интерфейса пользователя данных.

«Модуль реализации алгоритма оценки защищенности биоинформационной системы» позволяет пользователю с помощью специального интерфейса осуществлять запол-

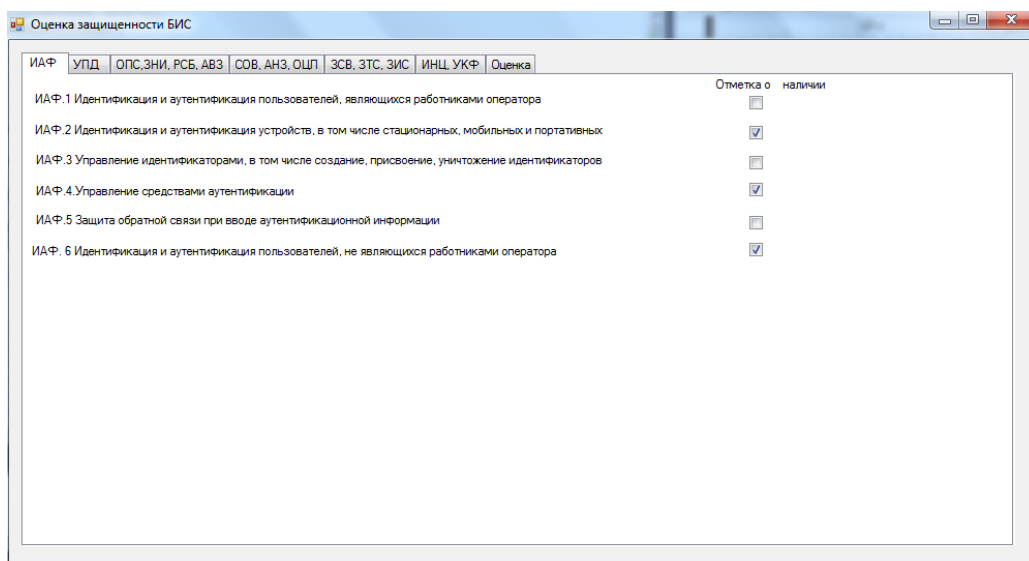


Рис. 2. Пример пользовательского интерфейса

нение всех необходимых полей, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к обеспечению защиты биоинформационной системы.

Результатом работы создаваемого программного комплекса является показатель определяющий полноту применения мер по защите биоинформационной системы. Показатель выражается в процентном соотношении.

Литература:

1. М. Ю. Умницын. Применение многоагентного подхода для полунатурного моделирования злоумышленных воздействий // Вестник Волгоградского государственного университета 2011 // Технические инновации // Серия 10 № 5 с. 38–41.
2. Е. В. Багров. Мониторинг и аудит информационной безопасности на предприятии. // Вестник Волгоградского государственного университета 2011 // Технические инновации // Серия 10 № 5 с. 54–56.
3. Береснев, А. Л. Проектирование медицинских информационных систем для медицинских учреждений вооруженных сил РФ, Известия Южного федерального университета. Технические науки, № 12 / том 89 / 2008.

## Анализ времени, затрачиваемого на освоение материала в вузе

Бронов Сергей Александрович, доктор технических наук, доцент;  
 Мартынов Александр Владимирович, аспирант  
 Сибирский федеральный университет

Учебный план — это сертификат учебного заведения, определяющий продолжительность учебного года, длительность четвертей и каникул; полный перечень предметов, изучаемых в учебном заведении; распределение предметов по годам обучения; количество часов по каждому предмету за все время обучения и на изучение предмета в каждом классе; количество часов в неделю на изучение каждого предмета; структуру и продолжительность практикумов, лагерных сборов и т. п.

В учебном плане находят отражение принятый обществом воспитательный идеал, намеченные цели, победившая концепция формирования содержания. Он разрабатывается с учетом закономерностей учебно-воспитательного процесса, санитарно-гигиенических и организационных требований, сложившихся традиций. Предметы, включенные в учебный план, делятся на обязательные и факультативные (по выбору). В большинстве стран учебные планы разрабатываются и утверждаются центральными органами просвещения. Типовые учебные планы не всегда подходят для новых типов учебных заведений (гимназий, лицеев), которые могут разрабатывать свои собственные документы. [3]

Понятие «Дидактическая единица» не имеет нормативного определения, это понятие находится в сфере педагогической науки. Однако, анализируя нормативно-правовые акты, содержащие ссылки на данное понятие, можно сформулировать следующее определение. Дидактическая единица — элемент содержания учебного материала, изложенного в виде утвержденной в установленном порядке программы обучения в рамках определенной профессиональной дисциплины или общеобразовательного предмета. Дидактическая единица — одна из

предметных тем, подлежащих обязательному освещению в процессе подготовки специалистов, обучающихся по данной дисциплине (предмету). При разработке примерного содержания учебной дисциплины рекомендуется по каждой учебной теме (разделу) указывать — номер и наименование темы (раздела) (в соответствии с примерным тематическим планом); — обобщенные требования к знаниям и умениям студентов; — содержание учебного материала (дидактические единицы); — лабораторные и (или) практические занятия (порядковый номер и наименование). (Письмо Министерства образования РФ от 31 января 2002 г. N 18–52–116ин/18–15 «О рекомендациях по разработке примерных программ учебных дисциплин по специальностям среднего профессионального образования» Дидактические единицы служат ориентиром для сравнения учебных программ тех или иных учебных заведений с целью установления преемственности содержания образования. Структура дидактической единицы рассматривается сквозь призму трех составляющих учебной программы:

— теоретическая, формирующая мировоззренческую систему научно-практических знаний и отношение к предмету изучения;

— практическая;

— контрольная, определяющая дифференцированный и объективный учет процесса и результатов учебной деятельности обучающихся. (Физическая культура. Примерная учебная программа для высших учебных заведений, утв. Приказом Государственного комитета Российской Федерации по высшему образованию от 26 июля 1994 г. 777)

Допускается создание учебника по отдельному курсу (части учебной дисциплины) при условии, что этот курс

входит самостоятельной дидактической единицей в примерный учебный план и для него разрабатывается учебная программа (Письмо Министерства образования РФ от 23 сентября 2002 г. 27–55–570/12) В качестве примера разбивки дисциплины на дидактические единицы приводится один из элементов Обязательного минимума содержания дополнительной профессиональной образовательной программы «Менеджмент в образовании», обеспечивающий получение дополнительной квалификации «Менеджер образования». ОПД. 01. Экономическая теория. Предмет экономической науки; введение в экономику; основные понятия собственности: экономические и правовые аспекты; введение в макроэкономику; деньги, денежное обращение и денежная политика; национальный доход, совокупные расходы, спрос, предложение, ценовый уровень, фискальная политика; макроэкономические проблемы инфляции и безработицы; основные макроэкономические школы и др. (Государственные требования к минимуму содержания программ и уровню требований к специалистам для получения дополнительной квалификации «Менеджер образования» (для руководителей органов управления образованием субъектов российской федерации и местных (муниципальных) органов управления образованием), утв. Заместителем Министра образования Российской Федерации Ю.В. Шленовым 14 ноября 2003 года ГТППК 30/36).

Ответ дан по состоянию законодательства на 01.08.2005 [9]

В соответствии с учебным планом на каждый семестр выделяется определенное количество часов на лекции и самостоятельные занятия. Такое планирование учебного времени не учитывает время на повторное освоение не освоенных дидактических единиц, которое заключается в поиске этих единиц, предоставлении повторного материала по данным единицам, и повторной проверке освоенности дидактических единиц.

Необходимо закладывать время не только на освоение основного материала, но и на возможное повторное его освоение, в случае, если какие-то из дидактических единиц не были освоены за основное время. Так как, студенту придется проходить дополнительные тесты, для определения не освоенных дидактических единиц, а после подобрать соответствующий материал, и повторно его освоить. Для подтверждения окончательного освоения материала, студенту вновь необходимо будет пройти тестирование, что также необходимо учитывать

Поскольку, учебный материал представляет собой тот же набор дидактических единиц, то можно полностью сократить время на поиск учебного материала для восполнения пропущенной дидактической единицы, за счет составления структуры учебного материала.

Для составления структуры материала, необходимо определить все дидактические единицы, см входящие в учебный материал (лекцию, практику) и разбить их по группам, причем можно это сделать в различных масштабах. Каждая группа будет представлять определенный кусок материала. Причем, группа дидактических единиц, это не просто хаотичный набор единиц, а наоборот, это набор именно взаимосвязанных дидактических единиц.

Таким образом, после установления ветки не освоенных дидактических единиц, она будет представлять ту же группу, которая входит в определенный материал, что означает, что структура не освоенных дидактических единиц, будет совпадать со структурой материала.

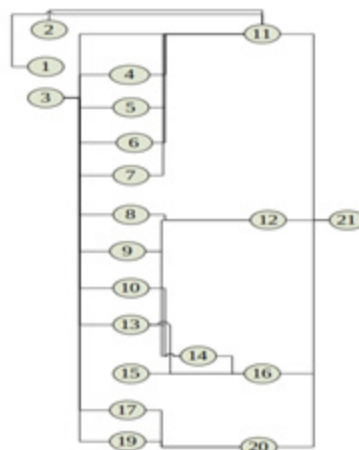


Рис. 1. Пример дидактических единиц первой главы [2]

Структуру материала можно представить в виде блочной схемы, в которой есть входы и выходы, в зависимости от различных входов, будет изменяться и выход материала. К примеру, в более масштабном плане, структуру материала можно представить в виде набора дидактических единиц, представленный на Рисунке 1:

На Рисунке. 2 в качестве входных дидактических единиц выступают единицы: 11, 12, 16, 20, а на выходе, при такой комбинации, появляется 21 единица. Это означает, что в данном материале, содержится информация, оперирующая 4 дидактическими единицами, и позволяющая говорить о получении знаний по 21 дидактической единице.





Рис. 2. Структура материала на основе дидактических единиц

Имея такую структуру, материал становится более гибким, и может подстроиться под любые нужды студентов и преподавателей. На пример, одна и та же теорема при различных входных параметрах, может на выходе иметь различные доказательства, что подразумевает наличие двух подготовленных материалов, для той ситуации, когда студент не знает доказательство при определенных входных параметрах.

Такой подход может применяться и к различным комбинациям дидактических единиц. Например, если на вход блок схемы материала подать дидактические единицы: 8,9,10,13,15 то на выходе могут быть дидактические единицы с номерами: 12,14,16. При такой ситуации, можно говорить, об укрупненном материале, тогда, возможно имеет смысл, иметь более конкретный материал укрупненного материала, который бы отсекал такую вариативность выходов, и всегда бы имел один выход.

Рассматривая материал с такой точки зрения, имеет смысл в более наглядном представлении материала, через

список, в котором бы имелась информация о входных выходных дидактических единицах, о различных коэффициентах, времени изучения каждой дидактической единицы, важности дидактической единицы, а так же различные коэффициенты из учебного плана.

В качестве примера, рассмотрим всю схему дидактических единиц, приведенных на Рисунке 2, в качестве единого материала.

В таблице 1 колонка «Время на изучение», приведена в качестве примера и не является иллюстрацией действительного времени на изучение.

Используя подобную структуру материала, можно сократить время на поиск материала, для покрытия не освоенных дидактических единиц. Но также важно время, которое будет затрачено на освоение данного материала и повторное прохождение теста, для проверки знаний по не освоенным единицам.

Таким образом, итоговое время на освоение материала будет складываться, из времени предназначенного

Таблица 1. Представление материала в виде списка

	№ Д. Е.	Время на изучение	Коэффициент веса Д. Е.	Количество входных Д. Е.
Д. Е. вх.	1	0.3	1	0
	2	1	1	0
	3	1.1	11	0
	4	0.2	1	1
	5	0.3	1	1
	6	0.1	1	1
	7	0.5	1	1
	8	0.6	2	1
	9	0.8	2	1
	10	0.9	1	1
	11	0.1	1	6
	12	0.2	1	4
	13	1	2	1
	14	1.5	1	4
	15	0.6	1	0
	16	0.6	1	2
	17	0.8	1	1
	19	1	1	1
	20	1	1	2
	Д. Е. вых.	21	6,6	0



для первого прохождения материала, времени для тестов по проверке пройденного материала, времени для тестов, предназначенных для нахождения не освоенных дидактических единиц, времени для повторного освоения материала и времени для повторного тестирования по не освоенным дидактическим единицам.

Время для первого освоения материала, и проведения проверочных тестов по материалу, закладывается в учебном плане. Что касается остального времени, то в настоящий момент, оно полностью перекладывается на плечи студента. Такой подход не гарантирует, что студент в результате освоит пропущенные дидактические единицы, что не исключает фактор везения при повторном прохождении проверочных тестов. В результате, это может привести к выпуску специалиста, не полностью квали-

фицированного в своей специализации, данный факт противоречит цели обучения в ВУЗе, которая заключается именно в выпуске квалифицированных, грамотных специалистов в своей области. Например, хирург, который не освоил анатомию человека в полной мере, но, при этом, вышедший из вуза с дипломом, может в течение своей карьеры допустить серьезную ошибку, которая повлияет на жизнь другого человека.

Исходя из цели обучения в вузе, имеет смысл учитывать и контролировать время для поиска не освоенных дидактических единиц, для повторного прохождения материала, и время на повторное тестирование, не освоенных дидактических единиц, что сводит к минимуму выпуск не грамотных специалистов.

#### Литература:

1. В.Е. Пешкова. Педагогика Часть 4. Теория обучения (дидактика) учеб. пособие для студ. вузов. — 2010: Майкоп, 2010. — 149 с.;
2. Карчевский, Е. М., Карчевский М. М. Лекции по линейной алгебре и аналитической геометрии Учеб. пособие. — 2012: Казанский Университет, 2012. — 303 с.;
3. Подласый, И.П. Педагогика: 100 вопросов — 100 ответов: учеб. пособие для вузов. — 2004: М.: ВЛАДОС-пресс, 2004. — 365 с.;
4. В. В. Конев Векторная. Алгебра: учеб. пособие для студ. вузов. — 2008г: Томский политехнический университет, 2008 г. — 34 с.;
5. В. Е. Пешкова. Педагогика Часть 6. Педагогическая информатика (дидактика) учеб. пособие для студ. вузов. — 2010: Майкоп, 2010. — 151 с.;
6. Голованова, Ю. В. Модульность в образовании: методики, сущность, технологии // Молодой ученый. — 2013. — № 12. — с. 422–437;
7. М. В. Кондурар. Понятие компетенция и компетентность в образовании // 2011. — 2011. — № 2 (5). — с. 212–220.
8. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ (ред. от 03.07.2016) «Об образовании в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 15.07.2016) // КонсультантПлюс. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/) (дата обращения: 9.10.2016);
9. Дидактическая единица // Дистанционное обучение ВСГАКИ. URL: <http://cdo.vsgaki.ru/mod/glossary/showentry.php?courseid=1&concept=%D0%94%D0%B8%D0%B4%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F+%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%86%D0%B0> (дата обращения: 10.01.2017).

## Механизация процесса уплотнения асфальтобетонной смеси катком

Гетц Антон Владимирович, магистрант;  
Сафаров Ниджат Афик, аспирант;  
Игнатъев Геннадий Васильевич, кандидат технических наук, доцент  
Сибирский федеральный университет (г. Красноярск)

*Приведены сведения по строительству покрытия дорожной одежды. Даны рекомендации по производительности комплекта машин строительства и уплотнения покрытия дорожной одежды.*

**Ключевые слова:** покрытие, уплотнение дорожной одежды, асфальтоукладчик, асфальтовый каток

П риступая к строительству покрытия дорожной одежды, подготавливают основание дорожной одежды, на которое оно будет уложено.

Подготовка основания дорожной одежды включает:

1. Устройство нижнего слоя основания из щебня, толщиной 25 сантиметров:

- вывозка и распределение щебня;
- укатка щебня с поливкой водой.

2. Устройство верхнего слоя основания из щебня (по способу заклинки), толщиной 14 сантиметров:

- распределение основной фракции щебня и его предварительное уплотнение;
- распределение расклинивающего щебня с уплотнением каждой фракции.

Строительство покрытия дорожной одежды включает:

1. Устройство нижнего слоя покрытия из высокопористого асфальтобетона, толщиной 8 сантиметров:

- подготовительные работы;
- приемка доставленной асфальтобетонной смеси и выгрузка в бункер асфальтоукладчика;
- укладка смеси асфальтоукладчиком;
- уплотнение уложенного слоя асфальтовым катком.

2. Устройство верхнего слоя покрытия из асфальтобетона, тип Б, толщиной 6 сантиметров:

- подготовка нижележащего слоя;
- розлив вяжущего материала;
- прием смеси и ее распределение;
- уплотнение покрытия асфальтовым катком.

3. Устройство укрепленной части обочины:

- щебень должен быть получен из пород высокой прочности;

- щебень следует распределять механизированным способом сразу и укатывать катком.

До начала устройства каждого слоя основания и покрытия следует производить разбивочные работы по закреплению положения бровок и высотных отметок слоёв. При применении машин, оборудованных автоматическими следящими системами, закрепления бровок и высотных отметок осуществляется путём установки копирных струн с одной или двух сторон укладываемого слоя. Разбивочные работы и их контроль следует выполнять с использованием геодезических инструментов.

При операционном контроле качества работ по устройству дорожной одежды следует контролировать по ка-

ждому укладываемому слою не реже чем через каждые 100 метров:

- высотные отметки по оси дороги;
- ширину;
- толщину слоя уплотнённого материала по его оси;
- поперечный уклон;

ровность (просвет под рейкой длиной 3 м на расстоянии 0,75–1 м от каждой кромки покрытия (основания) в пяти контрольных точках, расположенных на расстоянии 0,5 м от концов рейки и друг от друга).

При уширении проезжей части автомобильных дорог в случае их реконструкции следует обеспечивать плотное и ровное сопряжение укладываемых слоёв с существующей дорожной одеждой.

При устройстве щебёночных, гравийных оснований и покрытий следует дополнительно контролировать качество уплотнения. Качество уплотнения щебёночных, гравийных покрытий следует проверять путём контрольного прохода катка массой 10–13 тонн по всей длине контролируемого участка, после которого на покрытии не должно оставаться следа и возникать волны перед вальцом, а положенная под валец щебёнка должна раздавливаться.

При приготовлении асфальтобетонной смеси следует контролировать:

- температуру битума и минеральных минералов, а температуру готовой асфальтобетонной смеси в кузове каждого автомобиля;

- не реже одного раза в смену — качество смеси по ГОСТ 9128–2013 и ГОСТ 12801–98 и битума по ГОСТ 11501–78 и ГОСТ 11503–74;

- не реже одного раза в 10 смен — качество щебня, песка и минерального порошка по ГОСТ 9128–2013.

Работу дозаторов минеральных материалов, битума и добавок следует контролировать в установленном порядке. В процессе строительства покрытия и основания дополнительно следует контролировать:

- температуру горячей и тёплой асфальтобетонной смеси в каждом автомобиле-самосвале;

- постоянно — качество продольных и поперечных сопряжений укладываемых полос;

- качество асфальтобетона по показателям кернов (вырубок) в трёх местах на 7000 м<sup>2</sup> покрытия по ГОСТ 9128–2013 и ГОСТ 12801–98, а также прочность сце-

Таблица 1. Машины используемые для строительства дорожной одежды

№	Наименование	Количество
1	Ведущая машина каток ДУ-85	1
2	Асфальтоукладчик ДУ-126	1
3	Автогудронатор ДС-40	1
4	КДМ 130	1
5	Автосамосвал ТАТРА	5
6	Автогрейдер ДЗ-31-1	1

пления слоёв покрытия. Вырубки или керны следует отбирать в слоях из горячих и тёплых асфальтобетонов через 1–3 суток после их уплотнения.

Производительность катков по площади уплотняемой поверхности ( $\text{м}^2/\text{ч}$ ):

$$П = \frac{3600 \cdot b_{\text{вал}} \cdot L_z \cdot k_v}{\left(\frac{L_z}{V_{\phi}} + t_{\text{ман}}\right) \cdot n_{\text{пр}} \cdot k_{\text{пер}}}, \text{ где:}$$

$L_z$  — длина уплотняемого участка, м;  
 $b_{\text{вал}}$  — ширина жёсткого вальца или ширина полосы уплотнения пневмоколёсного катка, м;  
 $k_v$  — коэффициент использования времени смены;  
 $V_{\phi}$  — скорость движения катка при уплотнении, м/с;  
 $t_{\text{ман}}$  — время маневрирования в конце прохода, с;  
 $n_{\text{пр}}$  — число проходов по одному следу, необходимое для уплотнения;

$k_{\text{пер}}$  — коэффициент перекрытия проходов (для жестковальцевых и двухосных пневмоколёсных катков  $k = 1.1$ , для прицепных пневмоколёсных катков  $k \geq 1.2$ ).

Состав специализированного отряда для устройства верхнего слоя покрытия из асфальтобетонной смеси:

- механическая щётка КДМ-130;
- автогудронатор ДС-40;
- ведущая машина смесительная установка ДС 117–2Е;
- автосамосвалы ТАТРА, грузоподъёмностью 14 т;
- асфальтоукладчик ДС-126;
- каток ДУ-85.

Стоимость асфальтового катка на 100м:

$Ст_{100\text{м}} = 100 \text{ в нсл С} = 100 \cdot 7 \cdot 0,06 \cdot 700 = 9800 \text{ рублей.}$

Стоимость асфальтового катка на 200м:

$Ст_{200\text{м}} = 200 \text{ в нсл С} = 200 \cdot 7 \cdot 0,06 \cdot 700 = 19600 \text{ рублей.}$

Стоимость асфальтового катка на 300м:



Рис. 1. Себестоимость уплотнения асфальтобетонной смеси

Литература:

1. Р.Т. Емельянов, А.П. Прокопьев, А.С. Климов, Д.И. Сорокин Моделирование систем управления машин дорожно-строительного комплекса. // Вестник СибГАУ. 2009. — Выпуск 3 (24). — с. 124–128.
2. Р.Т. Емельянов, А.П. Прокопьев, А.С. Климов Исследование процесса уплотнения асфальтобетонной смеси по ширине укладки. // Строительные и дорожные машины. — М.: Издательство технической литературы «СДМ-Пресс», 2009. — № 7 — с. 12–16.
3. Емельянов, Р.Т. Системы автоматизированного управления асфальтоукладчиком // Р.Т. Емельянов, В.Л. Сабинин. Проблемы архитектуры и строительства: Сб. материалов XXII региональной научно-технической конференции/ КрасГАСА — Красноярск, 2004. — 240–241 с.

## Повышение уровня надежности срабатывания ограничителя грузоподъемности

Гоголь Максим Игоревич, магистр;  
 Турышева Евгения Сергеевна, кандидат технических наук, доцент;  
 Игнатьев Геннадий Васильевич, кандидат технических наук, доцент  
 Сибирский федеральный университет (г. Красноярск)

Работа стреловых грузоподъемных кранов связана с потенциальным источником опасности, который возникает в случае нарушения работоспособного состояния. Динамическая нагруженность является определяющим фактором при работе грузоподъемного крана. Перегрузка крана ведет к потере устойчивости и опрокидыванию. Это связано с недостаточностью соблюдения соответствия силовых параметров подъемных механизмов с динамическими свойствами привода механизмов подъема, а также погрешностями, возникающими при срабатывании ограничителя грузоподъемности [1; 2].

Для обеспечения требуемого уровня безопасности эксплуатации гидрофицированных кранов следует повысить уровень надежности срабатывания ограничителя грузоподъемности за счет снижения погрешности отключения крана. Для решения этой задачи требуется совершенствование системы защиты крана, учитывающей влияние времени работы гидротолкателя привода ограничителя грузоподъемности и быстродействие срабатывания [3; 4].

Это определило необходимость совершенствования системы защиты крана от перегрузки и опрокидывания путем разработки программного комплекса, позволяющего выполнять автоматическую оценку параметров и обработку заградительной характеристики ограничителей грузоподъемности с высокой степенью достоверности, а также обеспечить быстродействие отключения механизмов крана при перегрузке.

**Цель работы:** повышение надежности работы ограничителя грузоподъемности и безопасности эксплуатации гидрофицированных кранов в условиях перегрузки.

Современные грузоподъемные машины оснащены автоматическими системами для защиты от перегрузки и опрокидывания. В системе защиты гидрофицированных кранов используется отключение крана ограничителем грузоподъемности при повышении разности давления рабочей жидкости в поршневой и штоковой полостях гидроцилиндра подъема стрелы [5].

Анализ известного опыта автоматизации систем защиты с учетом современных требований безопасности эксплуатации гидрофицированных кранов показывает на необходимость совершенствования системы защиты крана от перегрузки и опрокидывания, путем разработки программного комплекса, позволяющего выполнять автоматическую оценку параметров и обработку заградительной характеристики ограничителей грузоподъемности с высокой степенью достоверности, а также обеспечить быстродействие отключения механизмов крана при перегрузке.

Усилие подъема груза равно грузоподъемности. Движение груза описывается уравнением гармонических колебаний. Уравнение подъема груза имеет вид:

$$m_{кр} \frac{dx^2}{dt_2} + k(\dot{x}_k) + c(x_k) = m_{г} g . \tag{1}$$

Полная нагрузка на крюк равна сумме статической и динамической:

$$P_{max} = Q_c \left( 1 + \frac{Y}{g} \sqrt{\frac{k_k}{m_k + m_{г}}} \right), \tag{2}$$

где  $K_{\max} = 1 + \frac{Y}{g} \sqrt{\frac{k_k}{m_k + m_{\Gamma}}}$  — максимальный коэффициент динамичности.

Для снижения динамической нагрузки требуется гашение колебаний в системе.

Стабилизация гидродинамической силы в проточной полости гидротолкателя привода ограничителя грузоподъемности зависит от конфигурации проточной части подводящих каналов гидротолкателя. Для минимизации гидродинамической силы, оптимизации размеров профилированной части и влияния их на величину гидродинамической силы профилирование выполнено таким образом, что проточка в гидротолкателе имеет форму, выполненную по архимедовой спирали [6; 7].

Угол давления потока рабочей жидкости зависит от угла подъема спирали  $\varphi$ :

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{\varphi}. \tag{3}$$

Угол подъема спирали определяется:

$$\varphi = \frac{\Delta}{a}, \tag{4}$$

где  $\Delta$  — глубина выемки.

Длина выемки золотника с профилем рабочей поверхности по архимедовой спирали определяется зависимостью

$$L = \frac{a}{2} \left[ (\varphi_H + \varphi) \sqrt{(\varphi_H + \varphi)^2 + 1} + \operatorname{Arch}(\varphi_H + \varphi)^2 \right], \tag{5}$$

где  $\varphi_H$  — начальный угол поворота архимедовой спирали в момент касания эксцентриком направляющей, рад.

Исследования колебательного процесса механизма подъема груза проводились на ЭВМ в редакторе Excel.

Варьированием параметров частоты колебаний и сопротивления в канате получены графики функций затухающих колебаний системы (рисунок 1).

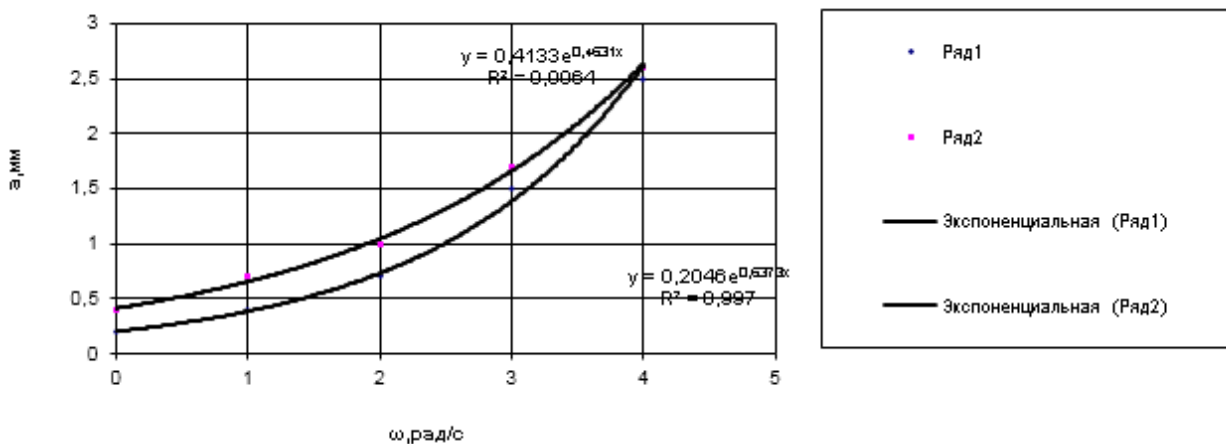


Рис. 1. Зависимости амплитуды от частоты колебаний груза: 1 — при  $\beta = 1,2$  кНс/м; 2 — при  $\beta = 1,5$  кНс/м

При круговой частоте  $\omega = 3 \text{ с}^{-1}$  и демпфирующем сопротивлении  $\beta = 0,5 \text{ кНс/м}$  амплитуда колебаний достигает  $A = 5,0 \text{ мм}$ . Это в два раза превышает нормативное значение амплитуды. При увеличении параметра  $\omega$  до  $5 \text{ с}^{-1}$  и при прежнем значении  $\beta$  амплитуда снижается до  $2,5 \text{ мм}$  что соответствует нормативным требованиям. Такой же результат достигается при сочетании параметров  $\beta = 0,5 \text{ кНс/м}$  и  $2 \text{ с}^{-1}$ . Сопротивление снижает амплитуду, частота колебаний действует обратно пропорционально.

Для определения влияния зазоров в механизме привода были проведены испытания крана с жестким компактным грузом при значениях суммарных зазоров —  $0,002 \text{ м}$ ,  $0,0035 \text{ м}$ ,  $0,005 \text{ м}$ . Испытания проводились с грузом массой  $1000 \text{ кг}$  при скорости подъема  $0,85 \dots 0,95 \text{ м/с}$ . Испытания показали, что с точностью до  $10 \%$  расчетные данные совпали с экспериментальными, в среднем коэффициент динамичности при увеличении зазоров до  $0,005 \text{ м}$  увеличивается до  $30 \%$ . «Жесткость» колебаний увеличивается за счет «перекладки» зазоров. В момент «перекладки» зазоров нагрузка падает почти до нуля, а затем резко возрастает в ту или другую сторону, частота колебаний при этом резко увеличивается и за счет амплитуд колебаний увеличивается коэффициент динамичности.

Режим сбрасывания груза в процессе подъема — это режим экстремальный, но этот режим иногда имеет место как аварийный, поэтому были проведены испытания крана в процессе сбрасывания груза при его подъеме с максимально возможной скоростью. Испытания проводились с жестким компактным грузом массой 500 кг. Груз подвешивался на электромагнитной защелке и в нужный момент (при достижении высоты подъема около 2 м) резко сбрасывался. В различные периоды цикла работы механизма подъема (пуск, установившееся движение, торможение) колебания груза, существенно разные и направлены как вдоль оси ОХ, так и вдоль оси ОУ.

Частота колебаний груза зависит от его массы, чем больше масса груза, тем меньше частота его колебаний, примерно в прямой пропорции. Увеличение скорости подъема груза также приводит к увеличению коэффициента динамичности, но в зависимости от массы груза. Чем больше масса груза, тем меньше влияние скорости подъема на динамические нагрузки. Соотношение статических и динамических нагрузок в механизме подъема такие же, как и в соприкасающихся с ними элементах конструкции при темпе включения двигателя 0,3...0,5 с, поэтому при определении динамических нагрузок в конструкции крана можно пользоваться теми же коэффициентами, учитывая время включения двигателя. Чем меньше время включения, тем быстрее разгон и тем «жестче» приложение динамических нагрузок.

На безопасность эксплуатации стреловых кранов влияет не только защита от предельных нагрузок, но и техническое состояние крана, которое во многом определяется грузовыми характеристиками.

Это условие выполняется путем программной реализации алгоритма управления устойчивости крана.

При срабатывании ограничителя грузоподъемности может наступить потеря устойчивости крана в двух вероятных случаях:

- усилие в канате больше допустимого (канат может оборваться);
- изгибающий момент в стреле больше допустимого (может разрушиться конструкция стрелы).

Исходя из поставленных условий:

$$P_k \leq P_d ; M_c \leq M_d, \tag{6}$$

где  $P_k, P_d$  — расчетное и допустимое усилие в канате;  $M_c, M_d$  — расчетный и допустимый грузовые моменты.

Вылет крюка стрелы  $L$  определяется по формуле:

$$L = L_c \cdot \cos\alpha, \tag{7}$$

где  $\alpha$  — угол подъема стрелы,  $L_c$  — длина стрелы.

Используя эти неравенства проведена оценка параметров ограничителей грузоподъемности и получены области допустимых значений  $P_k$  и  $\alpha$ .

Выводы

Выявлено влияние динамических характеристик кранов на колебательный процесс груза с учетом разных жесткостей канатно-блочной системы, влияющих на амплитудно-частотную характеристику, а также влияние коэффициента диссипации энергии на колебательный процесс.

Литература:

1. Турышева, Е. С. Математическая модель рабочего процесса уплотняющего оборудования машины. / А. П. Прокопьев, Е. С. Турышева // Известия вузов. Строительство. 1996. — № 7. с. 102–104.
2. Турышева, Е. С. Автоматизированный стенд для настройки ограничителей грузоподъемности кранов. / Р. Т. Емельянов, А. П. Прокопьев, Е. С. Турышева. // Известия вузов. Строительство. 2001. — № 2–3. с. 112–115.
3. Турышева, Е. С. Оптимизация силовых характеристик дроссельных распределителей. / Р. Т. Емельянов, А. П. Прокопьев, Е. С. Турышева. // Известия вузов. Строительство. 2007. — № 12. с. 62–64.
4. Емельянов, Р. Т., Прокопьев А. П., Турышева Е. С., Постолев П. А. Реализация нейросетевого контроллера для управления организационно-технологическим комплексом // Вестник Сибирского аэрокосмического университета. 2011. Вып. 1. с. 20–24.
5. Емельянов, Р. Т., Спирин Е. С., Кириллов К. В., Циганкова А. В. Исследование автоматической системы управления с пропорционально-интегрально-дифференциальным регулированием // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. № 10. 2013. с. 243–247
6. Емельянов, Р. Т., Султанов Н. С., Закурдаев А. В., Скурихин Л. В. Моделирование динамики регулируемого гидромотора // Вестник Красноярского государственного аграрного университета, № 8, 2014. с. 181–185
7. Терехова, И. И. Управление системой устойчивости башенного крана / И. И. Терехова, Р. Т. Емельянов. // Совершенствование машин и ресурсосберегающих технологий: Межвуз. сб. науч. ст. — КФ Иркутский ГУПС, 2005. с. 36–44.



## Современные геодезические работы при строительстве дорог

Грибкова Лариса Алексеевна, ассистент;

Хасанов Тембулат Валерьевич, студент

Кубанский государственный технологический университет (г. Краснодар)

*Дорожное строительство неотъемлемо связано с целым комплексом геодезических работ, которые посредством измерений, вычислений и выносу в натуре данных, позволяют обеспечить точность и правильность положения всех объектов инфраструктуры. В данной статье рассказывается о современных геодезических работах при строительстве дорог. Рассмотрены вопросы разбивки оси трассы, пересечений и примыканий прямоугольными координатами от тангенса, продолженными хордами кривыми.*

**Ключевые слова:** строительство, геодезические работы, строительство дорог

Строительство — это возведение зданий и сооружений, а также их капитальный и текущий ремонт, реконструкция, реставрация и реновация. Процесс строительства включает в себя все организационные, изыскательские, проектные, строительно-монтажные и пусконаладочные работы, связанные с созданием, изменением или сносом объекта, а также взаимодействие с компетентными органами по поводу производства таких работ. [1, с. 77]

Строительство дорог — это многоэтапный сложный процесс, который включает в себя в обязательном порядке в соответствии с техзаданием:

- выбор материалов и выполнение комплекса замеров;
- демонтаж при наличии старого покрытия;
- укладку основания в несколько уровней, обеспечивающего высокий уровень амортизации и прочности;
- использование современных механизмов и специальной техники;
- проверка качества покрытия на соответствие ГОСТу и СНиП.

**Геодезические работы** при строительстве дорог начинают с детальной разбивки её оси по материалам предыдущего трассирования. [3, с. 130] При этом восстанавливают утраченные пикеты, углы поворота и главные точки круговых кривых. Выполняют детальную разбивку кривых одним из известных способов. Кроме того, производят контрольное нивелирование по пикетажу и плюсовым точкам, разбивают, при необходимости, дополнительные поперечные профили. После выполнения указанных работ трассу окончательно закрепляют на местности знаками, располагаемыми вне зоны земляных работ, и сгущают сеть рабочих реперов из расчета: 1 репер на 4–5 пикетов трассы. В зависимости от условий местности и положения проектной линии трассы выполняют разбивку земляного полотна дороги для различных случаев положения проектного и поперечного профилей трассы. Разбивка земляного полотна производится с учётом обустройства проезжей части, обочин, откосов и кюветов, соблюдением проектных уклонов в продольном и поперечном направлениях. [2, с. 41] Поперечные уклоны необходимы для обеспечения отвода воды в том и другом направлениях от оси дороги либо

в одном каком-либо направлении, а также для обеспечения необходимой устойчивости движущегося на закруглениях транспорта. Поперечные уклоны не должны отличаться от проектных не более, чем на 0,030. Исполнительная геодезическая съёмка выполняется после возведения земляного полотна и после окончательного строительства дороги. [10, с. 119] Для разбивки под строительство мостовых сооружений создают плановую разбивочную сеть в виде триангуляции, трилатерации, полигонометрии, а также линейно-угловых построений с погрешностью в определении координат пунктов не более 10 мм. Указанные сети уравнивают строгими способами. Разбивочная сеть создается в частной или условной системе координат. Осью абсцисс является ось мостового сооружения. В мостовых триангуляционных сетях углы измеряют с погрешностью не более 1» — 2» точностью 2–3 мм измеряют контрольные базисные стороны (не менее двух сторон).

На рис. 1. Триангуляция. Сдвоенный геодезический четырёхугольник представлена схема триангуляционной сети в виде сдвоенных геодезических четырёхугольников. Может быть использована схема и в виде одного геодезического четырёхугольника с измерением двух базисов на противоположных берегах, например, АВ и DE.

При построении трилатерационных сетей основной фигурой часто является сдвоенный геодезический четырёхугольник или сдвоенные центральные системы (рис 2. Трилатерация. Сдвоенная центральная система)

Стороны в указанных построениях и их диагонали измеряют светодальномером высокой точности. Линейно-угловые сети (рис. 3. Линейно-угловые построения) на мостовых сооружениях позволяют обеспечить большую точность, чем триангуляционные или трилатерационные сети, поскольку в них отсутствуют направления вдоль берегов, что создает одинаковые условия для измерений горизонтальных углов (ослабляется влияние боковой рефракции атмосферы)

Кроме того, в линейно-угловых сетях появляется большое число избыточных измерений, что обеспечивает надежный контроль в построениях

### Трассирование линейных объектов.

Необходимость трассирования линейных объектов чаще всего возникает при проектировании крупных трасс



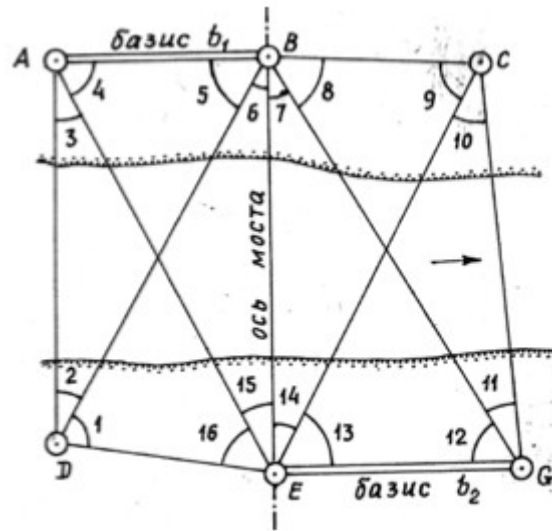


Рис. 1. Триангуляция. Сдвоенный геодезический четырёхугольник

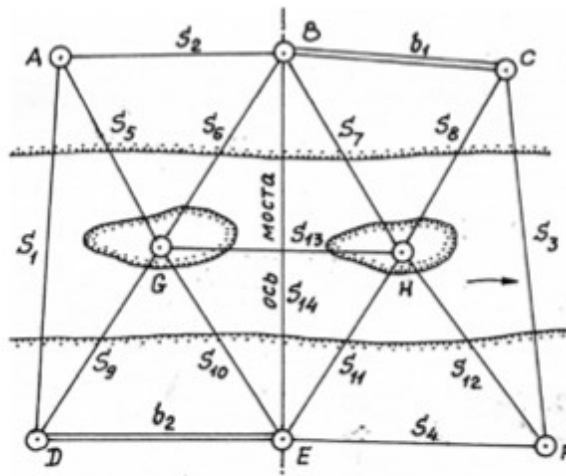


Рис. 2. Трилатерация. Сдвоенная центральная система

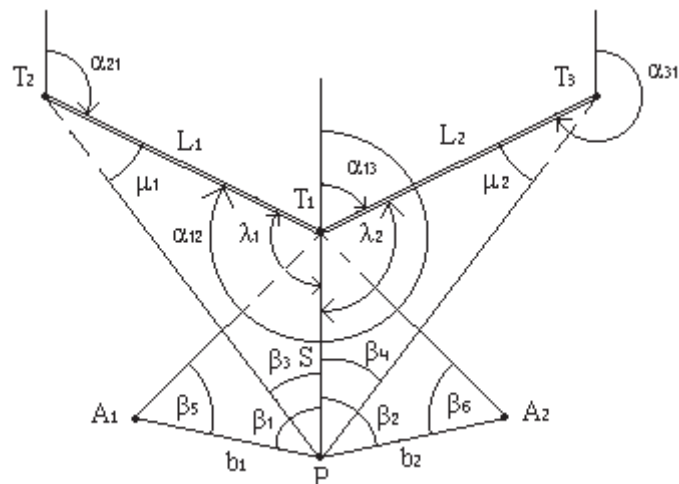


Рис. 3. Линейно угловые построения

инженерных сетей: газопровода, водопровода, канализационных систем, линий связи. Это очень трудоемкая и сложная работа, которая состоит в предварительном выборе конкурентоспособных вариантов трассы, согласовании ее местонахождения, выносе оси в натуру с закреплением главных точек трассы. Данный вид изысканий подразумевает полный комплекс работ, которые выполняются для выбора самого оптимального положения линейного объекта на определенной местности. При трасировании производится маршрутная аэрофотосъемка, плано-высотная геодезическая привязка, полевое и камеральное дешифрирование аэрофотоснимков. [9, с. 58] В местах расположения трассовых объектов, водостоков, оврагов, дорог, подземных коммуникаций и других различных препятствий производится крупномасштабная инженерно-топографическая съемка. В зависимости от природных условий, вида территории и своеобразных характеристик трассы устанавливается ширина полосы съемки, которая обычно составляет около 200–300 м. Результатом топографо-геодезических работ является составление ситуационного плана полосы трассы, инженерно-топографического плана пересечений трассы и ее сложных участков, а также полное описание продольного и поперечного профиля на всех плюсовых и пикетных точках. [4, с. 62–64] После того, как происходит согласование и окончательное утверждение варианта трассы, производится вынос оси трассы в натуру с закреплением створных точек, углов поворота, реперов и других основных объектов. При завершении работ производится исполнительная съемка для проверки качества всех выполненных строительных и земляных работ. [15, с. 184–185] Спутниковая связь и современное оборудование, а также программное обеспечение позволяет полевым бригадам выполнять работы практически в любых условиях, а также оперативно передавать материалы для обработки в офисы компаний. [6, с. 66]

#### Нивелирные работы при прокладке трассы.

Обработка журнала нивелирования производится в следующем порядке. Вначале вычисляют превышения между связующими точками (пикетами) для всех станций нивелирного хода. Превышение  $h$  на каждой станции находят как разность заднего  $a$  и переднего  $b$  отсчетов по рейкам:

$$h = a - b$$

При этом получают два значения превышения:  $h$  — из отсчетов по черным сторонам реек;  $h_{\text{к}}$  — из отсчетов по красным сторонам реек. Из этих значений рассчитывают среднее значение превышения. Вычислив средние превышения на всех станциях и записав результаты, выполняют постраничный контроль. Для этого выполняют следующее: Получить суммы задних отсчетов по рейкам  $\Sigma a$  и по передним рейкам  $\Sigma b$ . Также получить суммы вычисленных  $\Sigma h_{\text{выч}}$  и средних  $\Sigma h_{\text{сп}}$  превышений: Получить разность сумм отсчета  $\Sigma a - \Sigma b$  по задним и передним рейкам: В результате постраничного контроля должно выполняться условие:

$$\Sigma a - \Sigma b = \Sigma h_{\text{выч}} = 2 * \Sigma h_{\text{сп}} \quad 1) \Sigma a - \Sigma b = 9923 = 2 * 4962$$

$$2) \Sigma a - \Sigma b = 8974 = 2 * 4488 \quad 3) \Sigma a - \Sigma b = -3215 = 2 * (-1606)$$

Если это условие выполняется, то все расчеты верны, в противном случае следует все пересчитать. Управление превышения нивелирного хода. Контролем полевых измерений и вычислений является невязка. Величина фактической невязки по абсолютной величине не должна превышать значения допустимой невязки:

$$f_h \geq f_{h \text{ доп}}$$

При выполнении данного условия измерения, выполненные при прокладке нивелирного хода, считают качественными и пригодными для дальнейшей обработки, в противном случае измерения повторяют. Вычисление уравниваемых превышений. Следующим этапом камеральной обработки нивелирного хода является уравнивание превышений. Для этого величину фактической невязки распределяют с противоположным знаком поровну на все станции, т. е. рассчитывают поправку в каждое превышение: Значение поправки вычисляют с точностью до 1 мм. Если невязка не делится нацело на количество станций хода, полученный остаток по 1 мм распределяют на любые произвольно выбранные превышения. [12, с. 143] Величины поправок записывают со своими знаками над соответствующими им приращениями. Сумма всех поправок должна быть равна невязке с обратным знаком. После определения поправок находят абсолютные отметки всех связующих точек хода. [13, с. 153–161]

Контролем правильности вычислений абсолютных отметок связующих пикетов является совпадение вычисленного и заданного значений абсолютной отметки конечного репера. На последнем этапе вычислений для всех станций нивелирного хода, где есть промежуточные точки, определяют абсолютные отметки этих точек. Для этого вначале на каждой из этих станций находят значения горизонта прибора (ГП), представляющее собой абсолютную отметку горизонтального визирного луча нивелира, которым брались отсчеты по рейкам. [8]

#### Продольный профиль трассы автомобильной дороги.

Построение продольного фактического профиля трассы. Профиль продольного нивелирования является одним из главных геодезических документов при вертикальной съемке и служит основой для проектирования по нему трасс автомобильных и железных дорог и других линейных сооружений и коммуникаций. Студенты составляют профиль по результатам своих вычислений абсолютных отметок пикетов и промежуточных точек, выполненных в журнале нивелирования. [7, с. 186–191] Составление профиля производят на миллиметровой бумаге формата 55x80 см в данной последовательности. В нижней половине листа строят сетку профиля, состоящую из семи горизонтальных граф и содержащую всю необходимую числовую и графическую информацию. Принимают горизонтальный масштаб равным 1:2000. В графе «Расстояния» вертикальными штрихами наносят в данном масштабе все пикеты и промежуточные точки. Затем указывают длину каждого

отрезка между штрихами, т. е. расстояние между каждыми двумя соседними точками нивелирного хода. В графе «номер пикета» указываю номера пикетов хода у соответствующих или вертикальных штрихов. Далее, из журнала нивелирования выписываются в графу «Отметки земли» абсолютные отметки всех пикетов и промежуточных точек. Отметки округляют до 0,01 м и записывают напротив соответствующих им вертикальных штрихов в графе «Расстояния». На расстоянии 1 см выше от сетки профиля проводят линию условного горизонта и подписывают ее отметку. Отметку условного горизонта выбирают так, чтобы самая низкая точка профиля расположилась выше линии условного горизонта на 5–7 см, т. е. отметка линии условного горизонта должна быть на 5–7 м меньше минимальной отметки хода. Вертикальный масштаб принимают равным 1:200. [14, с. 7] Перпендикулярно линии условного горизонта в точке, соответствующее ПК0, строят шкалу вертикального масштаба (шкалу отметок) высотой 8–10 см. Эта шкала имеет ширину 2 мм и вычерчивается в виде черных и белых прямоугольников, раскрашенных в шахматном порядке. Возле шкалы вертикального масштаба подписывают ее отметки. Наносят на профиль все пикеты и промежуточные точки. Для этого проводят вертикальные линии, соответствующие штрихам в графе «Расстояния», и на каждой из них в вертикальном масштабе откладывают отметку данной точки. Все нанесенные по отметкам точки последовательно соединяют отрезками прямых линий и получают линию профиля. [11, с. 24] После составления

профиля продольного нивелирования необходимо подготовить по данному профилю проект трассы автомобильной дороги. Дорогу проектируют с условием, чтобы отметка ее полотна на пикетах ПК0 и ПК10 совпадала с отметками этих пикетов. Составление проекта трассы автодороги включает в себя следующие этапы: — нанесение проектной линии; — вычисление проектных уклонов на всех участках проектной линии; — определение отметок проектной линии на пикетах и промежуточных точках; — расчет рабочих отметок; — нахождение расстояний до точек нулевых работ и проектных отметок этих точек; проектную линию наносят на существующий профиль продольного нивелирования, руководствуясь следующим; а) объем земляных работ должен быть минимальным; б) объем выемки и насыпи на всем профиле должны быть примерно равными; в) уклон проектной линии оси автодороги не должен превышать величины 0,05; г) проектная линия может состоять из нескольких участков, имеющих различный уклон, но границы этих участков должны совпадать с отвесными линиями, проходящими через пикеты или промежуточные точки; д) между участками проектной линии, имеющими уклоны с противоположными знаками, обязательно должен быть горизонтальный участок длиной не менее 100 м. Величину уклона  $i$  каждого участка проектной линии вычисляют по формуле  $i=h/d$ , где  $h$  — превышение между концами линии на данном участке (определяется графически по профилю);  $d$  — горизонтальное положение линии.

#### Литература:

1. Пинчук, А.П., Шевченко А.А., Голотина Ю.И., Астахова И.А. Основные геодезические работы при строительстве зданий и сооружений // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. 2016. № 8. с. 75–84.
2. Гура, Т.А., Старцева А.М. Особенности применения электронных тахеометров серии Trimble M3 для выполнения разбивочных работ на строительной площадке // Альманах современной науки и образования. 2016. № 11 (113). с. 39–43.
3. Грибкова, И.С., Логинова П.А., Андриянова З.С., Чеботова А.А., Саид А.Н., Раздора Д.А. Геодезические приборы и технологии при строительстве автомобильных дорог // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). 2016. № 2. с. 128–132.
4. Грибкова, Л.А., Морозов А.А. Особенности применения современных геодезических приборов и технологий при строительстве зданий и сооружений // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. 2016. № 5. с. 59–69.
5. Podkolzin, O., Zhigareva M., Odintsov S., Perov A., Khalin I. Passport of the evaluated area as a basis of the improvement of the state evaluation of agricultural land // Вестник АПК Ставрополя. 2014. № 1S. с. 116–118.
6. Гура, Д.А., Шевченко Г.Г., Гура Т.А., Бурдинов Д.Т. Основы спутниковой навигации // Молодой ученый. 2016. № 28 (132). с. 64–70.
7. Гура, Д.А., Шевченко Г.Г., Гура Т.А., Муриев Т.А. О прохождении учебной геодезической практики в КубГТУ студентами направлений «Строительство» // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. 2016. № 12. с. 180–194.
8. Желтко, Ч.Н., Бердзенишвили С.Г., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Пастухов М.А., Олейникова Л.А. Геодезия. Инженерная геодезия Расчетно-графическая работа № 2 «Камеральная обработка результатов нивелирования трассы автомобильной дороги» // методические указания к выполнению лабораторных и самостоятельных работ, практических занятий для студентов всех форм обучения направлений: 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений, 21.03.02 Землеустройство и кадастры, 21.03.01 Нефтегазовое дело, 08.03.01 Строительство / Краснодар, 2015. 28 с.

9. Гура, Д. А., Верезубов Е. А. Мобильному миру — мобильные сканирующие системы // Сборник трудов конференции: Науки о земле на современном этапе. VIII Международная научно-практическая конференция. 2013. с. 56—58.
10. Рудик, Е. А., Гура Д. А. Проведение топографической съемки с применением спутниковых систем и электронных тахеометров // Сборник трудов конференции: Науки о земле на современном этапе. Материалы IV Международной научно-практической конференции. 2012. с. 118—120.
11. Гура, Д. А. Разработка методов исследования электронных тахеометров в условиях производства для оценки и повышения точности измерения горизонтальных углов / автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.32 Геодезия / Московский государственный университет геодезии и картографии. Москва, 2016. — 24с
12. Желтко, Ч. Н., Гура Д. А., Пастухов М. А., Шевченко Г. Г. Об исследованиях угломерных погрешностей электронных тахеометров // Монография. Краснодар, 2016, 143 с.
13. Пастухов, М. А., Денисенко В. В., Гура Д. А., Шевченко Г. Г. Определение погрешности геодезических приборов за неправильность формы цапф и боковое гнутие зрительной трубы // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. 2016. № 11. с. 155—171
14. Гура, Д. А., Гура Т. А., Абушенко С. С., Кусова С. И., Флоровская А. С. программа для обработки результатов исследования методики калибровки горизонтальных углов электронных тахеометров NIKON NPL332 (СВ. 20136122336) // Программы для ЭВМ. Базы данных. Топологии интегральных микросхем. 2013. № 3. с. 7.
15. Гура, Т. А., Ивлев М. Г. Сравнение современных геодезических приборов для выполнения деформационного мониторинга // В сборнике: INTERNATIONAL INNOVATION RESEARCH сборник статей победителей V Международной научно-практической конференции. Пенза, 2016. с. 182—186.

## Покрытие для режущего инструмента

Давлетбаева Регина Ренатовна, студент

Казанский (Приволжский) федеральный университет (г. Набережные Челны)

Целью данной статьи является выявление достоинств вторичного покрытия инструмента после заточки.

Одними из наиболее значимых показателей использования режущего инструмента является его способность сохранять свои функциональные параметры в течение длительного срока.

Обеспечивая увеличение работоспособности инструмента, можно значительно повысить производительность механизированного труда, тем самым снизить затраты на закупку нового инструмента и сэкономить на прочие сопроводительные технологические составляющие.

В ходе эксплуатации режущего инструмента, основная нагрузка передается на его рабочую часть, это, как правило, приводит к частичному износу или полному разрушению плоскостей и режущих кромок. Существует ряд технологий обработки рабочих поверхностей, которое придает им дополнительное упрочнение, наиболее результативным из которых является способ нанесения на поверхность режущего инструмента специальных покрытий.

Повышение работоспособности режущего инструмента можно обеспечить благодаря улучшению свойств поверхностного слоя инструментального материала, при котором рабочая поверхность инструмента наиболее эффективно сопротивляется характерным видам износа. Подходящий материал должен обладать значительным запасом

прочности при изгибе, сжатии и выдерживать ударные нагрузки.

Одной из наиболее важной проблемой долговечности инструмента является, что после деформации инструмента его отправляют на заточку, перед тем, как заточить, снимают слой покрытия.

Это ведет к снижению срока службы инструмента. Решение данной проблемы: вторичное покрытие.

Покрытия бывают двух методов:

— метод химического осаждения (Chemical Vapour Deposition — CVD)

— метод физического осаждения покрытий (Physical Vapour Deposition — PVD).

Рассмотрим эти методы подробнее.

В России широкое промышленное применение получили PVD-способы нанесения защитных покрытий на режущий инструмент. Это связано с тем, что нанесение PVD-покрытий при помощи дугового или тлеющего разряда (магнетрона) обладает большей производительностью и не столь чувствительно к незначительным отклонениям технологических параметров.

Технологии CVD предполагают использование дорогостоящих высокочистых химических реагентов ( $TiCl_4$ ,  $NH_3$  и др.) и точный контроль продуктов химических реакций в рабочей камере.

Разнообразие используемых в данное время способов физического осаждения износостойких покрытий сводится к испарению или ионному распылению титана или его сплавов, ионизация и гетерогенная реакция на поверхности инструмента атомов и ионов металла и реакционного газа, подвергающая к формированию нитридных, карбидных, карбонитридных.

Структуру и адгезию покрытия инструмента, и их режущие свойства предопределяет многие параметры: оптимизация температуры нанесения покрытий, повышение степени ионизации, скорости и плотности потока напыляемых частиц, конфигурация технологической оснастки, применение ионной очистки подложки, ускоряющих напряжений, различные режимы нанесения, проведение

предварительного ионного травления или легирования и многие другие особенности определяют структуру самих покрытий и строение межфазной границы «покрытие — подложка».

В начале 1980-ого года начали использоваться и сразу же продемонстрировали экономическую эффективность покрытия TiN. Следующим шагом было создание двухслойных покрытий, заключающихся из последовательно нанесенных слоев карбида титана TiC или карбонитрида титана TiCN и тонкого поверхностного слоя оксида алюминия Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Альтернативным вариантом служили многослойные покрытия типа TiCTiCNTiN.

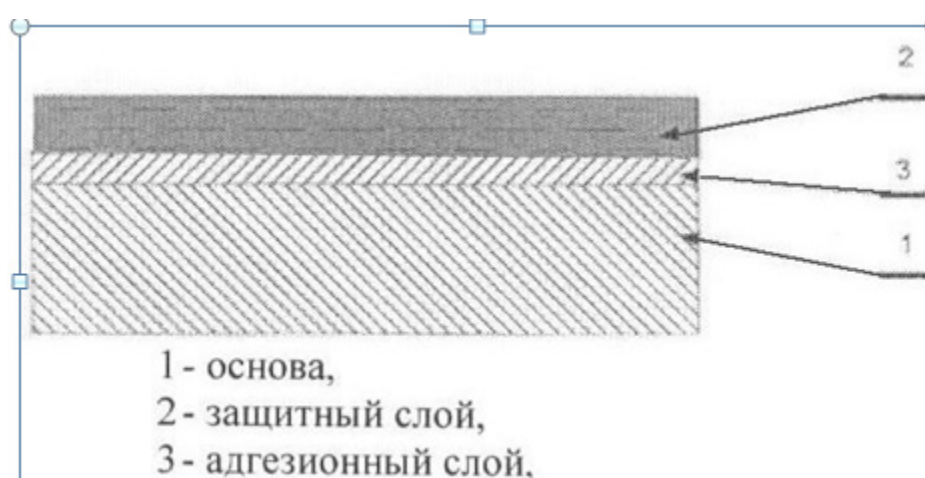


Рис. 1. Многослойное покрытие

Необходимо отметить, что понятие «многослойные» во многих случаях весьма условно, поскольку методы напыления позволяют добиться отсутствия четко выраженных межфазных границ между слоями, а также между покрытием и подложкой. Многослойные износостойкие твердые покрытия имеют повышенную трещиностойкость, улучшенной адгезией, высокой ударной прочностью, меньшим уровнем внутренних напряжений и напряжений на границе «покрытие — подложка» вследствие выравнивания коэффициентов термического расширения. Например, покрытие TiCN имеет многослойную двухфазную структуру TiN — TiCN, что увеличивает прочностные и вязкостные характеристики по сравнению с покрытие

В последнее десятилетие разработаны и широко применяются различные комбинации покрытий с применением тонких внешних твердосмазочных покрытий (например, TiAlN/MoS<sub>2</sub>), которые обеспечивают хороший отвод стружки. Низким коэффициентом трения и высокой износостойкостью обладают высокотвердые алмазоподобные покрытия (diamondlikecarbon coatings — DLC). Однако у них имеется серьезный недостаток: очень высокий уровень внутренних напряжений, приводящий к охрупчиванию и отслаиванию при высоких контактных нагрузках, что ограничивает толщину покрытий до 1 мкм.

Еще одна проблема такого покрытия — низкая теплопроводность, которая может приводить к их локальной графитизации с последующим вымыванием. Верхний рабочий температурный предел ограничен 250 °С, и требуется применение смазывающих охлаждающих жидкостей (СОЖ). Покрытия кубического нитрида бора (CBN) также обладают высоким уровнем внутренних напряжений и толщину покрытия не более 0,1 мкм.

При обработке резанием максимальная эффективность достигается при интегрированном использовании высокотехнологичного оборудования, оснащенного ЧПУ, и современного металлорежущего инструмента, обеспечивающего более высокие скорости резания и производительность.

Наиболее универсальная группа режущих материалов, позволяющих производить обработку подавляющего большинства металлических и неметаллических материалов. Твердосплавный инструмент предназначен для работы со скоростями резания до 300 м/мин (сверла 50—70 м/мин, новейшие разработки до 90—180 м/мин); используется, в основной массе, на станках зарубежных производителей с частотой вращения шпинделя в среднем до 10000 об/мин. Для улучшения свойств (увеличения твердости, уменьшения радиуса скругления режущей кромки и,



как следствие, увеличения стойкости работы инструмента) производители стремятся к уменьшению зерна сплавов.

При сухой обработке хорошо себя зарекомендовало покрытие TiAlN. Это покрытие позволяет улучшить адгезию, повысить ударную прочность, снизить коэффи-

циент трения, обладают повышенной трещиностойкостью.

В то же время, покрытия увеличивают радиус скругления режущей кромки, что неблагоприятно сказывается, например, при снятии небольшого припуска.

Таблица 1. Свойства наиболее распространенных покрытий

Покрытие	TiAlN	TiAlCrYN	TiCN	TiN	DLC	MoS <sub>2</sub>
Твердость, HV	2900–3400	2800–3200	2800–3100	2000–2500	4000–7000	30–40
Оптимальная толщина, мкм	1–5	1–5	1–5	1–6	1–2	1–10
Уровень внутренних напряжений, ГПа/мкм	1–2	1–2	1–2	1–2	2–6	0,1–1
Коэффициент трения при сухом резании углеродистой стали	0,3–0,4	0,3–0,4	0,3–0,4	0,4–0,6	0,02–0,1	0,05–0,1
Максимальная рабочая температура (стойкость к окислению)	800	950	400	500	250–350	400
Стойкость к абразивному изнашиванию	+++	++	++	+	±	-
Стойкость к адгезионному изнашиванию	+++	+++	+	++	±	+++

Некоторые покрытия характеризуются высокими внутренними напряжениями, приводящими к отслаиванию покрытий. Наиболее применимы покрытия на перетачиваемых инструментах и пластинах, т. к. при переточке покрытия на участках, подвергаемых заточке, полностью разрушаются.

Основные виды покрытий PVD (характеризуются толщиной 1–3,5 мкм, поэтому применяются для режущих кромок с маленьким радиусом скругления, позволяющих снизить силы резания, улучшить стружкодробление, предотвратить вибрации) и CVD-покрытия с толщиной до 20 мкм (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Основная разница между этими покрытиями состоит в способе нанесения: для PVD покрытия (400–500°C) применяется физическое осаждение, для CVD (1000–1100°C) — химическое.

Ударное механическое разрушение инструмента также неблагоприятно сказывается на работе покрытий, поэтому их эффективность может снижаться при использовании несовершенного оборудования.

Кроме износостойких покрытий (наиболее распространенные нитридные TiAlN, TiAlCrN, TiN) используются твердосмазочные покрытия, обладающие очень низким коэффициентом трением и обеспечивающие снижение сил резания и удаление стружки (TiO<sub>2</sub>, WO<sub>3</sub>V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

Инструмент с напайными твердосплавными пластинами, либо со сменными твердосплавными ножами для торцевых фрез, наиболее распространен в России. Его достоинства: простота, низкая стоимость. Основной недостаток — низкая производительность, необходимость качественной заточки. Скорость резания редко превышает 100 м/мин.

Таким образом, совершенствование технологии нанесения покрытий для режущего инструмента, разработка новых модификаций защитных покрытий позволяет существенно повышать работоспособность инструмента и расширять область его эффективного применения.

Нанесение инновационных покрытий на режущий инструмент является стратегической задачей. По ряду требований, технологическое покрытие, в конечном счете, должно соответствовать высокой степени износостойкости. Следовательно, оно должно быть термически стойким и прочно сцепляться с телом инструмента. Покрытие выбирается с учетом типа обрабатываемого материала и технологии использования конкретного инструмента.

Разработка и применение инновационных покрытий значительно увеличивает поле оптимизации их свойств в сопоставлении инструментальной основы и обрабатываемой поверхности.

#### Литература:

1. Виды покрытий и твердых сплавов для режущего инструмента: [Электронный ресурс]. Дата обращения: 11.01.2017: URL: <http://engcrafts.com/about-us/rezhushchij-instrument>
2. Перспективное оборудование: [Электронный ресурс]. Дата обращения: 09.01.2017: URL: <http://www.axispanel.ru/>

## Разработка передвижной быстровозводимой энергоустановки на возобновляемых источниках энергии. Механическая часть

Дементьев Илья Александрович, генеральный директор  
ООО «Центр строительных технологий» (г. Ижевск)

Дементьев Александр Анатольевич, генеральный директор  
ООО «Деалан-энерго» (г. Ижевск)

*В статье раскрывается сущность разработки быстровозводимой мобильной энергоустановки, способной работать от возобновляемых источников энергии, таких как ветер, движение воды, солнечный свет, как по отдельности, так и в совокупности, и снабжать электрической энергией передвижные, удаленные от основных сетей объекты. Рассмотрены вопросы определения конфигурации и оптимизации геометрических параметров ротора энергоустановки, разработки профиля крыла, способного эффективно работать в составе ротора, разработки сборно-разборного каркаса энергоустановки.*

**Ключевые слова:** ветрогенератор, энергоустановка, генерирующие системы, аэродинамический профиль крыла, мини гидроэлектростанция

Сегодня трудно представить современный мир без электроэнергии. Электричество стало одним из основных видов энергии используемой человечеством. Освещение, компьютеры, телефоны, телевизоры, промышленное и бытовое оборудование все это и многое другое работает на электроэнергии. Но несмотря на это, в мире существует множество объектов, электроснабжение которых существенно затруднено, либо вовсе отсутствует, ввиду таких обстоятельств как удаленность объекта от стационарных электросетей, либо передвижной характер объекта. В настоящее время снабжение электрической энергией таких объектов осуществляется преимущественно бензиновыми, дизельными, аккумуляторными электростанциями. В ряде случаев, применение таких генерирующих устройств бывает затруднено, по причине относительно низких температур в зоне эксплуатации станций, либо препятствий, связанных с затруднением поставки топлива на генерирующие станции. Предлагаемая передвижная быстровозводимая энергоустановка, работающая от возобновляемых источников энергии, является не только экологически чистой альтернативой существующим системам энергоснабжения, но и способна эффективно решать задачи невыполнимые при использовании традиционных технологий — это автономное энергоснабжение передвижных и удаленных от электрических сетей объектов.

**В мире существует целый ряд конструкций ветросолнечных станций, на базе как вертикальных, так и горизонтальных генерирующих установок, но в основной степени конструкции предполагают стационарное, жесткое крепление основания маты станции к фундаменту. Такой вид станций не мобилен.**

На сегодняшний день существуют разработки каркасных станций в США, Италии, но они используют в своей работе малоэффективные, несбалансированные парусные турбины, и высокооборотные генераторы. Такие станции подвержены сильным пульсациям при

**больших ветровых нагрузках, с возникающей опасностью их разрушения в процессе работы.**

Целью данной научно исследовательской работы является: «Разработка и испытание экспериментальной модели механической части передвижной быстровозводимой энергоустановки и рабочего элемента — ротора». Данная энергоустановка представляет собой передвижную электростанцию, способную вырабатывать электрическую энергию от ветра, воды, солнца и накапливать её в аккумуляторной системе.

В рамках данной работы рассмотрены следующие вопросы:

1. Определение конфигурации ротора турбины;
2. Определение оптимального профиля крыла и параметров ротора;
3. Разработка сборно-разборного каркаса;
4. Экспериментальные испытания энергоустановки.

Конечной целью работы являлось создание, на основе поставленных экспериментов и полученных при этом данных, рабочего образца передвижной быстровозводимой энергоустановки, работающей на энергии ветра, солнца, воды, не имеющего аналогов.

### **1. Определение конфигурации ротора турбины.**

Разрабатываемая энергоустановка должна отвечать таким требованиям, как низкая стоимость, безопасность, бесшумность, мобильность, возможность работы как в водной среде, так и на воздухе. Были исключены варианты роторов с высокой скоростью вращения, и роторы, нуждающиеся в ориентировании на направление набегающего потока. Возникла необходимость в проведении сравнительного анализа существующих роторов, которые удовлетворяют требованиям поставленных задач и проведение выбора наиболее подходящего ротора для применения в энергоустановке. Для сравнительного анализа были выбраны наиболее эффективные роторы с вертикальной осью вращения, результаты анализа представлены в (таблице 1) [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10].



Таблица 1. Сравнительный анализ роторов

№ пп	Наименование	Номин. скорость вращения	Вибрацион. нагрузки	Коэффициент эффективности ротора	Стартовый момент.	Стоимость
1	Ортогональный	180–400	высокие	0,4	средний	низкая
2	Геликоидный	180–400	низкие	0,4	низкий	высокая
3	Дарье	180–400	высокие	0,35	низкий	низкая
4	Савониуса	60–120	средние	0,15	высокий	средняя
5	Многолопастной с концентратором	400–600	низкие	0,48	средний	очень высокая

Как видно из сравнительной таблицы, наиболее эффективным ротором является многолопастной ротор с концентратором, но его материалоемкость и повышенная сложность в изготовлении очень сильно увеличивают стоимость конечного продукта. При этом, высокая скорость вращения является объектом повышенной опасности и шумового загрязнения. Для разрабатываемого нами ротора наиболее подходит ортогональный тип ротора, отличительными качествами которого являются сравнительно высокая эффективность и низкая трудоемкость в изготовлении. С целью уменьшения пульсации ротора и стабилизации крутящего момента целесообразно разделить ротор на три яруса, каждый ярус такого ротора сместить относительно другого на равный угол  $60^\circ$  как это предлагает В. М. Ляхтер [3]. (рисунок 1). С целью увеличения надежности ротора было принято решение разнести опорные ступичные узлы парно противоположно на расстояние 2,7 м друг от друга.

## 2. Определение геометрии крыла и параметров ротора энергоустановки.

Для эффективной работы ротора необходимо создать профиль крыла, работающий на малых скоростях ветра с

числом Рейнольдса от  $Re=150000$  до  $Re=920000$ . За основу был взят симметричный профиль НАСА.

В ходе исследования параметров профиля лопасти, с использованием компьютерного симулятора аэродинамических характеристик профилей, было определено, что подходящие характеристики имеет профиль с максимальной толщиной 20% на 35.2% хорды, максимальной кривизной 0% на 0% хорды далее по тексту — НАСА0020mod (рисунок 2).

На (рисунке 3) представлены графики зависимости коэффициента подъемной силы от угла атаки при разных числах Рейнольдса ( $Re$ ). Из графиков видно, что для профиля НАСА0020mod оптимальный угол атаки находится в диапазоне 8–9 градусов (рисунки 3,4).

Конструкция лопасти оптимизирована из условия минимальной массы при максимальной прочности и приемлемой технологичности изготовления. Каркас лопасти, представляет из себя, металлические нервюры, соединенные между собой алюминиевыми стрингерами, дополненные двумя стальными стержнями, расположенными вдоль линии хорды. Обшивка лопасти выпол-

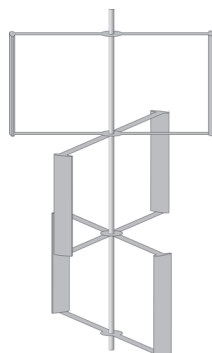


Рис. 1. Рекомендуемый вариант компоновки ротора



Рис. 2. Профиль лопасти НАСА0020mod

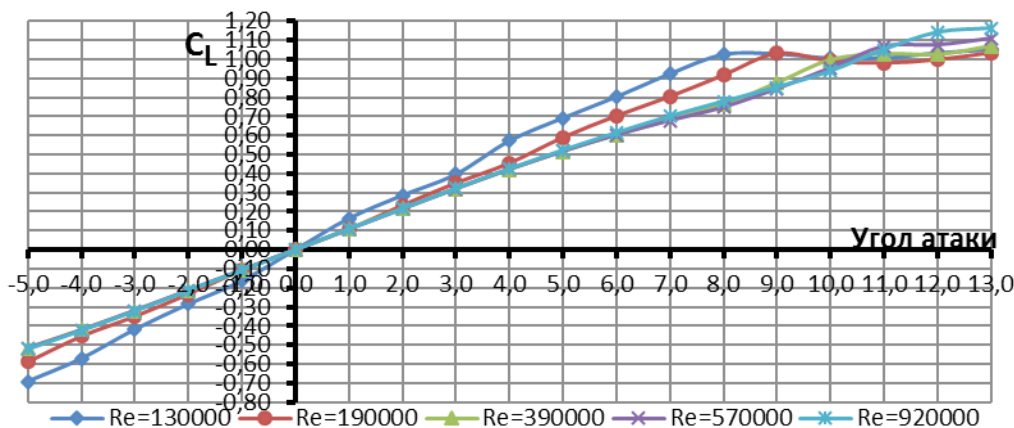


Рис. 3. Коэффициент подъемной силы  $C_L$  в зависимости от угла атаки

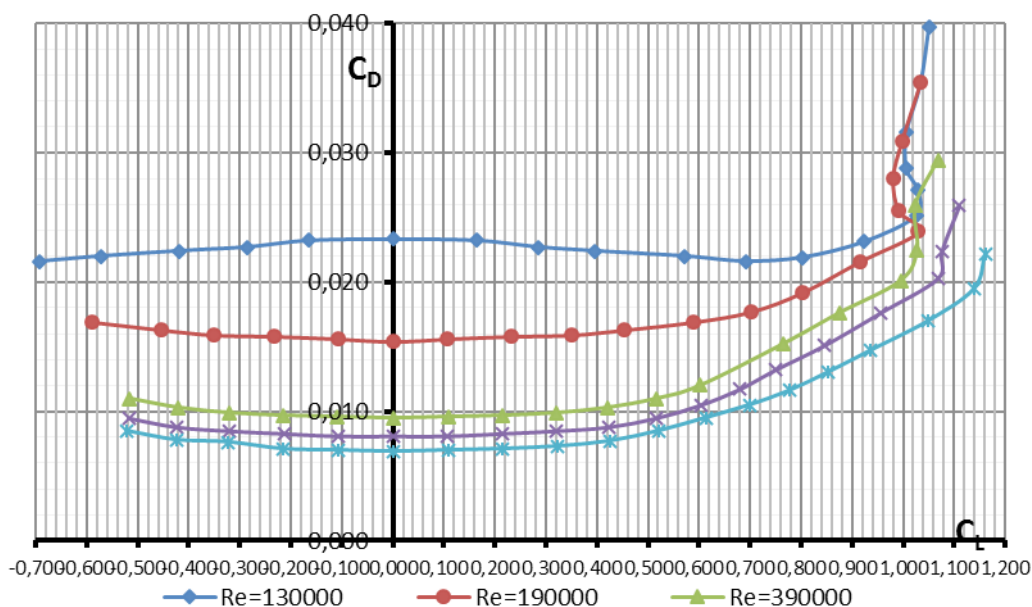


Рис. 4. Отношение сопротивления  $C_D/C_L$  профиля

нена из композитного материала в сочетании с алюминием.

Центробежная сила, действующая на лопасть, при скорости вращения ротора 390 об/мин составляет 2095 Н.

Испытания лопасти показали, что при длине свободно опертой (на двух опорах) лопасти длиной 900мм сосредоточенная нагрузка в 2100 Н приложенная в середине пролета, вызывает только упругий прогиб в пределах трех миллиметров. Масса лопасти составляет 1,4 кг.

При конструировании ротора учитывались максимально допустимые габариты каркаса энергоустановки. В соответствии с требованиями к перевозимым грузам, оптимальные габаритные размеры каркасы должны вписываться в ширину 2,2м, высоту 2,8м, длину 3м. Исходя из размеров каркаса, проводились испытания роторов диаметром от 1 м до 2 м. Наибольшую эффективность уда-

лось получить при использовании двух лопастей в каждом ярусе ротора при диаметре 1,8м. При высоте яруса 0,9м расчетная эффективность ротора достигла 29% (рисунок 5).  $V/U=3.34$ , где  $V$  — линейная скорость движения лопасти м/с,  $U$  — скорость ветра м/с.

Мощность ротора из трех ярусов, при ветре 11 м/с, развороте хорды на  $3-4^\circ$  относительно аэродинамического центра и оптимальной частоте вращения 390 об/мин достигла 1,13 кВт (рисунок 1). При ветре 12 м/с, частота вращения постоянна — 420 об/мин. При ветре более 12 м/сек, ротор предполагается затормаживать электромагнитным тормозом. При достижении ротором оборотов свыше 450 об/мин, агрегат планируется останавливать аэродинамическим тормозом. Аэродинамический тормоз исполнен по средством применения саморазрушающейся втулки и крепежного

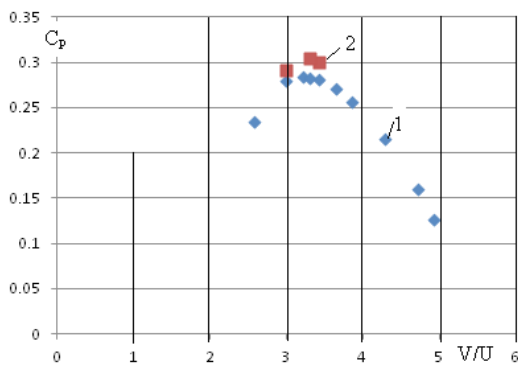


Рис. 5. Эффективность ротора

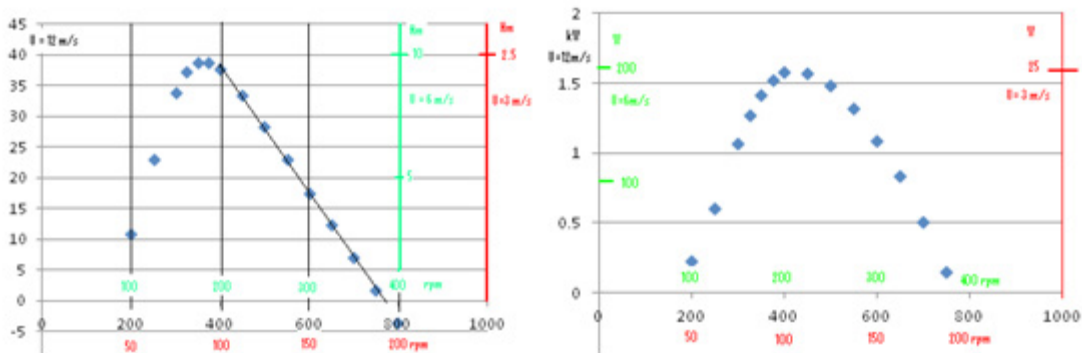


Рис. 6. Суммарный крутящий момент (Нм) и мощность

болта при креплении лопасти. В случае повышения скорости ветра свыше 27 м/с под действием центробежной силы происходит разрушение втулок крепления и лопасть разворачивается перпендикулярно набегающему потоку, что приводит к торможению ротора. Разворот лопасти происходит вокруг оси крепежного болта.

Суммарный крутящий момент на оси ротора при ветре 12 м/с и частоте вращения 420 об/мин изменяется в пределах нормы — 33–34Нм. Практически не меняется продольная (359–368 Н) и поперечная (93–111 Н) силы, действующие в опорах ротора. Каждой скорости ветра отвечает четкий максимум и разгонная частота вращения (рисунок 6) [1].

На данном этапе работы было выявлено, что максимальная эффективность ортогональных турбин увеличивается с уменьшением числа лопастей при сохранении оптимального затенения. Однако, с уменьшением числа лопастей, увеличивается пульсация крутящего момента и всех сил, действующих на ротор. Это противоречие преодолевается созданием многоярусных сбалансированных роторов.

Разработка сборно-разборного каркаса из профильной трубы.

В рамках данного этапа работы, исследования были направлены на выбор оптимального материала, конфигурации и конструктивного решения сборно-разборного

каркаса. Ввиду того, что энергоустановка должна отвечать таким требованиям, как низкая стоимость, безопасность, прочность, мобильность, возможность работы как в водной среде, так и на воздухе, в качестве основного материала использовался дюрале алюминий АД16.

Для изготовления каркаса энергоустановки было решено применить профильную трубу АД1640x40x1,5мм. Данный материал подходит по прочностным характеристикам и выдерживает как статические, так и динамические нагрузки, действующие на каркас энергоустановки. Учитывая габаритные размеры ротора 2700x1800мм. Был изготовлен каркас, имеющий геодезическую структуру в форме восьмигранной призмы с габаритными размерами 2000x2000x3500мм (рисунок 7). Форму восьмигранной призмы не сложно изготовить, такая форма каркаса обеспечивает устойчивое положение энергоустановки в процессе работы. Так же возможно изготовление каркаса любой другой формы (Цилиндр, куб, многогранная призма).

В результате работ, был изготовлен каркас ротора. Каркас состоит из основных трех несущих разборных восьмигранников (рисунок 7, 1). Диаметр вписанной окружности которого составляет 2 м. В основании каркаса восьмигранника размещаются крестовины (рисунок 7, 2). Для эффективного распределения нагрузки на основание энергоустановки, крестовины изготовлены в



диапазоне и соответствуют требованиям к перевозимым грузам, что позволяет беспрепятственно транспортировать энергоустановку на территории России. Ротор способен работать как в вертикальном, так и в горизонтальном положении, легко транспортируется. Результаты испытаний показывают целесообразность использования разработанного каркаса и ротора в составе передвижной быстровозводимой энергоустановки.

Сборка ротора может производиться бригадой из двух человек, без применения спецтехники. Так же, энергоустановку возможно транспортировать в собранном состоянии, установив ее в горизонтальное положение и произведя блокировку вращения ротора. Для того чтобы запустить энергоустановку в работу, достаточно установить ее в вертикальное положение и разблокировать ротор. Для установки не требуется фундамент, либо до-

полнительно крепление энергоустановки. Испытания показали, что при номинальной скорости ветра энергоустановка стоит устойчиво, уровень вибраций минимален.

Для завершения разработки передвижной быстровозводимой энергоустановки необходимо решить следующие задачи:

1. Создание безредукторного тихоходного двухскоростного электрогенератора, согласованного по вырабатываемой мощности и крутящему моменту с ротором энергоустановки, на всем диапазоне частот вращения вала отбора мощности.

2. Создание электронной системы удаленного контроля, диагностики и управления установкой.

3. Создание эффективной системы аккумулирования произведенной энергии.

#### Литература:

1. Лятхер, В. М. Возобновляемая энергетика. Эффективные решения. М.: 2011.
2. Лятхер, В. М. Ветроагрегаты нового поколения, Энергия Экономика Техника Экология 2009 № 8 с. 30–33; № 9 с. 14–21.
3. Лятхер, В. М. Ортогональный энергетический агрегат. Патент РФ № 2380566. Приоритет 22.10.2008. БИ № 3, 27.01.2010.
4. Киселёв, Б. Ю., Киселёв Г. Ю., Боева Л. В. Обзор основных типов ветрогенераторов и перспективы развития ветроэнергетики в России // Молодой ученый. — 2016. — № 20. — с. 153–155.
5. Альтернативные источники энергии. [Электронный ресурс] URL: <http://www.alternatesource.ru/html> (дата обращения 03.09.2016).
6. Альтернативная энергетика [Электронный ресурс] URL: <http://anyenergy.ru/html> (дата обращения 03.09.2016).
7. Ветроустановки. [Электронный ресурс] URL: <http://www.wetroenergetika.ru/html> (дата обращения 03.09.2016).
8. Колосов, П. Б. Ветрогирлянды. / П. Б. Колосов // Сайт «Малая энергетика» — М. 2006.
9. [Электронный ресурс] URL: <http://vetrodvig.ru/html> (дата обращения 15.05.2014).
10. [Электронный ресурс] URL: <http://machinepedia.org/html> (дата обращения 15.05.2014).

## Современное состояние и перспективы использования низкопотенциального тепла в народном хозяйстве (обзорная статья)

Дериземля Владислав Анатольевич, студент  
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

*В работе рассматривается проблема энергосбережения в теплоэнергетике. Дано определение низкопотенциального тепла, его современное состояние, а также перспективы использования в сфере народного хозяйства.*

**Ключевые слова:** низкопотенциальная энергия, сбросное тепло, низкопотенциальное тепло, тепловые насосы, пассивный дом, энергосбережение

Топливо-энергетический комплекс (ТЭК) представляет собой основу народного хозяйства страны. Надежное функционирование топливо-энергетических систем, внедрение новой техники и технологий, передовых научных достижений — необходимые условия для прогрессивного развития государственной экономики.

Кризисное состояние экономики России в последнее десятилетие неразрывно связано с состоянием ТЭК. Топливо-энергетический комплекс представляет собой основу энергетики страны и объединяет отрасли промышленности, которые обеспечивают народное хозяйство топливом и энергией.



За последние годы на предприятиях страны отмечалось снижение объемов производства при одновременном повышении удельных расходов различных видов энергоресурсов. Низкая энергетическая эффективность признана одной из главных причин энергетического кризиса. [1–2]

Действовавшая система хозяйствования в СССР до его распада характеризовалась слабой восприимчивостью к научно-техническому прогрессу, носила энерго- и ресурсорасточительный характер. Однако в результате распада прежней социально-экономической системы, зарождающиеся рыночные отношения ускорили процессы энергосбережения в экономике России. В большой энергетике стали появляться новые типы генерирующих установок, современное оборудование, увеличение их автоматизации и оптимизации. В малой энергетике политика энергосбережения стала увеличиваться за счет развития нетрадиционных видов энергетики. К таковым можно отнести, например, солнечную, ветровую, приливную и геотермальную энергию. [3–4]

#### **Проблемы энергосбережения**

На сегодняшний день актуальной проблемой на множестве предприятий остается утилизация вторичных энергетических ресурсов. Большинство технологических процессов, работа многих механизмов и систем сопровождается выделением большого количества тепловой энергии, которая не используется, а рассеивается в окружающей среде и называется «сбросным теплом».

Чаще всего сбросное тепло является низкопотенциальным, поскольку имеет температуру незначительно выше температуры окружающей среды. Его выделяют как техногенные системы, созданные людьми, так и источники естественного происхождения. Низкопотенциальная энергия — это энергия более холодной окружающей среды, атмосферы и воды имеющей такое же давление как имеет и преобразователь энергии потребителя. Высокопотенциальная энергия — это та энергия, потенциал которой выше потенциала потребителя (точнее потенциала преобразователя, который экстрагирует энергию из окружающей среды для потребителя). Принципиальное различие низкопотенциальной тепловой энергии от высокопотенциальной в том, что она имеет потенциал, который ниже потенциала преобразователя, экстрагирующего энергию из окружающей среды для потребителя. Источниками низкопотенциальной энергии являются естественные источники тепла: земля, вода, воздух; или искусственные источники (вторичные энергетические ресурсы), т. е. тепловые отходы (промышленные сбросы, бытовые тепловыделения, удаляемый вентиляционный воздух). [5–6]

Одной из основных проблем использования низкопотенциальной тепловой энергии в народном хозяйстве является её транспортировка. Часть тепловой энергии в процессе транспортировки теряется — уходит через тепловую изоляцию труб (изоляция не может быть идеальной). Эти потери являются технологическими (неизбежными), они не могут быть устранены полностью, хотя

могут быть уменьшены за счет качественной изоляции труб, в том числе и заменой их на трубы из более совершенных материалов, что требует больших капиталовложений. Такая же ситуация возникает и с аккумулированием низкопотенциальной тепловой энергии. Процесс накопления такой энергии совсем нерационален, т. к. возникают такие же потери, как и, например, при транспортировке [7].

#### **Пути решения проблем энергосбережения**

В настоящее время появляется все больше путей решения проблемы в сфере энергосбережения. Например, в России действует Государственная программа энергосбережения, принятая в 2010 году. К 2020 комплекс мероприятий данной программы должен снизить энергозатраты на 40%. Опыт Германии, Дании и других европейских стран показывает, насколько важны государственные инициативы, и не только ужесточение и регламентация требований, но и стимулирующие потребителей и девелоперов. Например, в Германии действует программа кредитования для строительства энергоэффективных домов и покупки в них квартир с пониженными процентными ставками. В Дании любые теплоснабжающие компании, по итогам года получившие прибыль, в следующем году должны компенсировать ее за счет сокращения цены на отопление. Основными задачами энергосбережения в России сегодня можно назвать следующие направления:

- модернизация производства с внедрением энергоэффективных технологий и оборудования;
- повышение энергоэффективности зданий и сооружений;
- стимулирование потребителей к рациональному использованию электроэнергии за счет организационных и нормативных мер, тарифной политики, субсидирования повышения энергоэффективности объектов. [8]

Одним из наиболее эффективных современных направлений по экономии органического первичного топлива в системах теплоснабжения является применение теплонасосных установок, позволяющих трансформировать низкотемпературную возобновляемую природную энергию и вторичную низкопотенциальную теплоту до более высоких температур, пригодных для теплоснабжения. Тепловые насосы используют (утилизируют) рассеянное тепло естественного (тепловая энергия воды, воздуха, почвы) или техногенного происхождения (тепло промышленных и сточных вод, вентиляционных труб и дымовых газов, технологических процессов и т. д.). Тепловой насос совместим с любой циркуляционной системой отопления и вентиляции. Термодинамически тепловой насос аналогичен холодильной машине. Однако если в холодильной машине основной целью является производство холода путём отбора теплоты из какого-либо объёма испарителем, а конденсатор осуществляет сброс теплоты в окружающую среду, то в тепловом насосе картина обратная (рис. 1). Конденсатор является теплообменным аппаратом, выделяющим теплоту для потребителя, а ис-

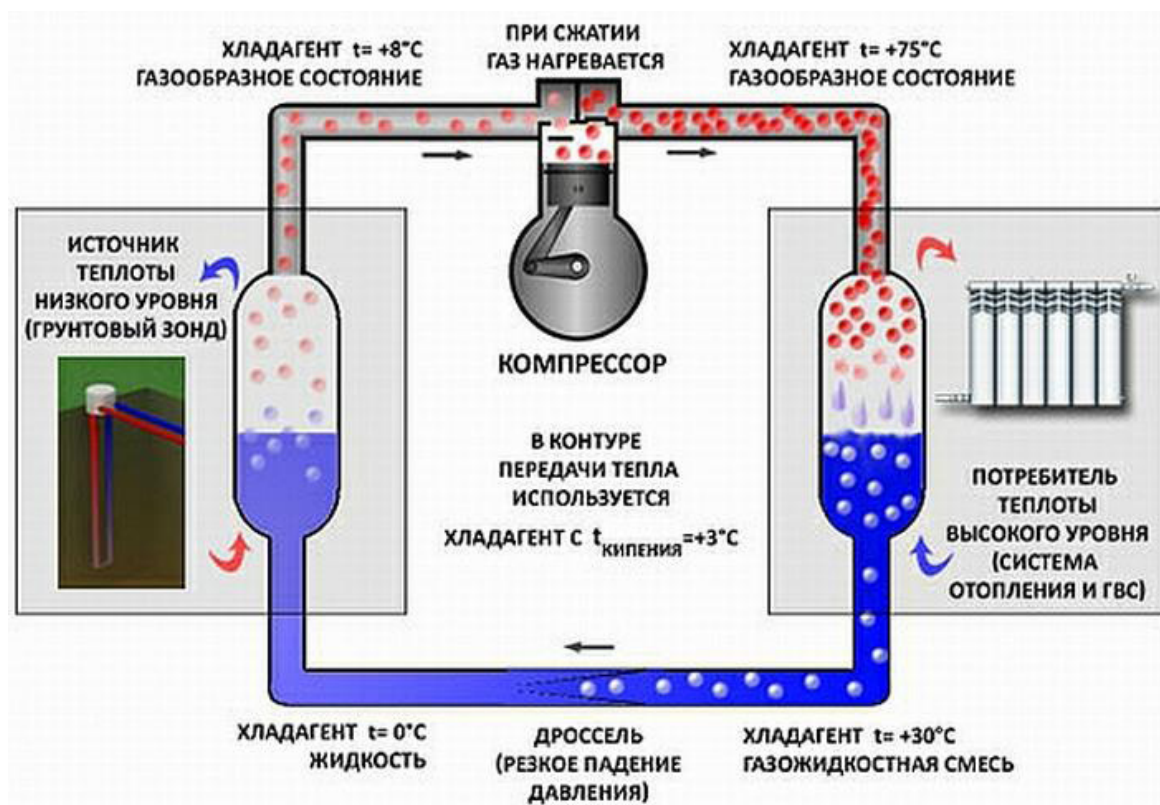


Рис. 1. «Схема работы теплового насоса»

паритель — теплообменным аппаратом, утилизирующим низкопотенциальную теплоту: вторичные энергетические ресурсы и (или) нетрадиционные возобновляемые источники энергии [9].

В жилищно-коммунальной сфере одной из самых прогрессивных идей в области энергосбережения в настоящее время является строительство так называемых «пассивных домов» («энергосберегающих домов»).

Пассивный дом — это сооружение, основной особенностью которого является отсутствие необходимости отопления или малое энергопотребление — в среднем около 10% от удельной энергии на единицу объёма, потребляемой большинством современных зданий. В большинстве развитых стран существуют собственные требования к стандарту пассивного дома. В условиях роста цен на электричество и тепло, остро стоит вопрос эксплуатационных затрат на жилье. Показателем энергоэффективности объекта служат потери тепловой энергии с квадратного метра ( $\text{kВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$ ) в год или в отопительный период. В среднем составляет 100–120  $\text{kВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$ . Энергосберегающим считается здание, где этот показатель ниже 40  $\text{kВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$ . Для европейских стран этот показатель ещё ниже — порядка 10  $\text{kВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$ . Достигается снижение потребления энергии в первую очередь за счет уменьшения теплопотерь здания. Архитектурная концепция пассивного дома базируется на принципах: компактности, качественного и эффективного утепления, отсутствия мостиков холода в материалах и узлах примыканий, правильной геометрии здания, зонировании,

ориентации по сторонам света. Из активных методов в пассивном доме обязательным является использование системы приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией. [10]

Во всём мире к 2006 году построено более 6000 пассивных домов, офисных зданий, магазинов, школ, детских садов. Большая их часть находится в Европе. В ряде европейских стран (Дания, Германия, Финляндия и др.) разработаны специальные целевые государственные программы по приведению всех объектов регулярной застройки к условно-пассивному уровню (дома ультра-низкого потребления — до 30  $\text{kВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$  в год). В России энергопотребление в домах составляет 400–600  $\text{kВт} \cdot \text{ч}/\text{год}$  на квадратный метр. Этот показатель предполагается снизить к 2020 году на 45%. В Москве уже построено несколько экспериментальных зданий с использованием технологии пассивного дома (жилой дом в Никулино-2). Демонстрационный проект такого дома также построен под Петербургом. Начато строительство первого посёлка пассивных домов под Санкт-Петербургом. С 2010 года экспериментальное строительство малоэтажных энергоэффективных домов для расселения ветхого и аварийного жилья финансирует Фонд ЖКХ. На начало 2011 года несколько энергоэффективных зданий с участием Фонда уже построено в разных регионах России. Первый сертифицированный пассивный дом построен в России в 2011 году компанией «Мосстрой-31» по проекту Томаса Кнехта. Удельный расход тепловой энергии на отопление составляет 24  $\text{kВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2\text{год}$ . [11–12]



### Заключение

В настоящее время проблема использования низкопотенциального тепла в народном хозяйстве велика. Это обусловлено невозможностью транспортировать и аккумулировать это тепло без особых капиталовложений. Основным способом использования такого тепла в на-

стоящее время является применение тепловых насосов. Проблема энергосбережения в целом, на сегодняшний день, заметно уменьшается. Благодаря государственным программам, новым технологиям и опыту европейских стран, в нашей стране активно развивается принцип экономики энергии и тепла.

### Литература:

1. Сотникова, О. А., Мелькумов В. Н. Учебное пособие по теплоснабжению. — М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009. — 296 с.
2. Энергетика России: взгляд в будущее (Обосновывающие материалы к Энергетической стратегии России на период до 2030 года). — М.: ИД «Энергия», 2010. — 616 с.
3. Данилов, Н. И., Щелоков Я. М. Основы энергосбережения. — Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2006. — 564 с.
4. Городов, Р. В. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии. — 1-е изд. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. — 294 с.
5. Закиров, Д. Г., Рыбин А. А. Использование низкопотенциальной теплоты. — Книга 1. — М.: РУСАЙНС, 2015. — 158 с.
6. Дзиндзела, А. В., Сизякин А. В. Эффективное использование низкопотенциального тепла // Энергосбережение. — 2012. — № 1. — с. 24–31.
7. Слепченко, В. С., Рондель А. Н., Шаповалов Н. Н. Влияние различных эксплуатационных факторов на тепловые потери в бесканальных подземных трубопроводах тепловой сети // Новости теплоснабжения. — 2002. — № 6. — с. 73–79.
8. Саенко, В. В. Энергетическая стратегия России до 2020 г. Пути повышения энергоэффективности // ТЭК. — 2004. — № 4. — с. 124–125.
9. Рэй, Д., МакМайкл Д. Тепловые насосы. — М.: Энергоиздат, 1982. — 224 с.
10. Габриель, И., Ладенер Х. Реконструкция зданий по стандартам энергоэффективного дома. — СПб.: БХВ-Петербург, 2011. — 478 с.
11. Файст, В., Елохов А. Е. Основные положения по проектированию пассивных домов. — М.: АСВ, 2008. — 144 с.
12. Табунщиков, Ю. А., Бродач М. М., Шилкин Н. В. Энергоэффективные здания. — М.: АВОК-ПРЕСС, 2003. — 200 с.

## Использование оболочек для программной реализации экспертной системы поддержки процесса диагностирования автоматических станочных модулей

Козлова Татьяна Дмитриевна, кандидат технических наук, доцент  
Балаковский инженерно-технологический институт — филиал НИЯУ МИФИ

В основе разработки любой экспертной системы (ЭС) не зависимо от предметной области лежит выбор модели базы знаний.

В настоящее время выделены следующие классы моделей представления знаний [1]:

- продукционная модель;
- семантические сети;
- фреймы;
- формальные логические модели;
- объектно-ориентированные модели.

Каждая из этих моделей имеет свои преимущества и недостатки.

Разрабатываемая ЭС предназначена для поддержки принятия решений при определении причин неисправностей подсистем автоматизированного станочного модуля (АСМ) ТПАРМ-100. ЭС работает следующим образом: при возникновении неисправности в одном из узлов автоматизированного станочного модуля пользователь обращается к системе, система принимает запрос пользователя и производит опрос пользователя в режиме диалога. После опроса ЭС в соответствии с базой знаний выдает пользователю рекомендации по способу устранения возникшей проблемы. База знаний системы содержит в своей структуре неисправности и способы их устранения, она также может использовать данные из внешней базы данных (БД).

База знаний (БЗ) состоит из двух компонент: декларативной и процедурной. Построение декларативной компоненты БЗ проводилось на основе экспериментальных данных о функциональной и параметрической надежности АСМ.

Декларативная компонента БЗ реализована объектно-ориентированной моделью, представленной в виде реляционной базы данных. Объектно-ориентированная модель ЭС содержит информацию об отказах функциональных блоков АСМ ТПАРМ-100 и способах их устранения, а также основные диагностические параметры.

Процедурная компонента представлена продукционными правилами вида:

Если ПРЕДПОСЫЛКА, то ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Правило состоит из двух частей: предпосылки и заключения. Предпосылка и заключение являются фактами. Для представления фактов используется пара сущность-значение. Сущность представляет физические объекты проблемной области, такие как подсистемы АСМ, диагностические параметры, значение параметров. Сущность в БЗ объединено с понятием атрибут в БД (декларативная компонента). Заключение содержит только один факт, а предпосылка может содержать как один, так и несколько

фактов, которые одновременно имеют место. База знаний содержит около двухсот правил.

Таким образом, для формализации БЗ выбраны два типа моделей представления знаний: объектно-ориентированная и продукционная. Для формирования БЗ данные об отказах и способах их устранения сгруппированы в соответствии с иерархической структурой АСМ. Представление декларативных знаний о АСМ в виде объектно-ориентированной модели позволяет учитывать иерархическую структуру АСМ и особенности его функционирования. Процедурные знания в виде продукционной модели имеют более гибкий механизм вывода.

В работе [2] был произведен обзор инструментальных средств разработки ЭС. Рассмотрим реализацию продукционной модели ЭС поддержки процесса диагностирования при помощи оболочек ЭС. На рисунке 1 представлен логический блок реализации знаний ЭС, построенный с помощью оболочки ЭС Exsys Corvid. Содержимое логического блока представлено на рисунке 2.

На рисунке 3 представлен редактор БЗ реализованный в оболочке ЭС Expro. На рисунке 4 представлен результат опроса ЭС.

Интерфейс ЭС позволяет просмотреть диалог пользователя с ЭС и рекомендацию системы по устранению возникшей неисправности.

На рисунке 5 представлена часть нечеткой БЗ, разработанной при помощи пакета Fuzzy Logic. В разрабатываемой системе два входа и один выход. На вход подаются возникшие неисправности, на выходе системы — причины возникновения неисправностей (способы устранения).

Одним из преимуществ использования оболочек построения экспертных систем является то, что они позволяют программно реализовать базу знаний экспертной системы без привлечения программистов. Но далеко не все оболочки дают возможность разработки других не менее важных компонентов экспертной системы. Одним из таких компонентов является блок объяснения полученных решений. Также одним из недостатков оболочек является привязка знаний экспертной систем к механизму логического вывода, что затрудняет процесс обновления и редактирования базы знаний. Можно выделить еще один недостаток — зависимость от среды разработки. Таким образом, применение оболочек целесообразно на стадии создания прототипа ЭС. Необходимо учесть, что представленные оболочки не позволяют реализовать выбранную объектно-ориентированную модель декларативной компоненты. Для создания рабочего программного продукта такой вариант необходимо исключить.

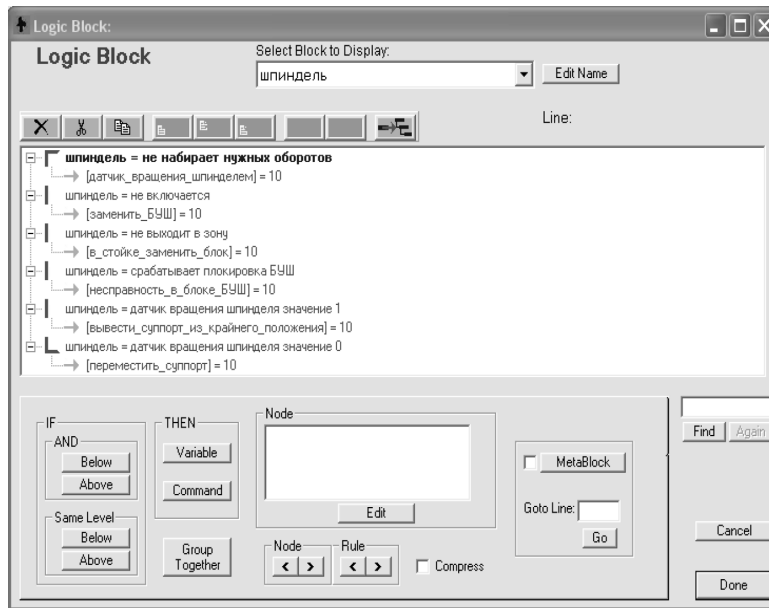


Рис. 1. Логический блок базы знаний экспертной системы

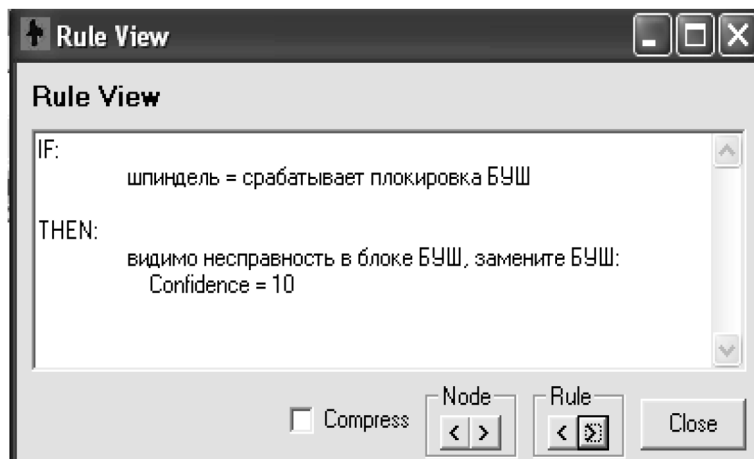


Рис. 2. Содержимое логического блока

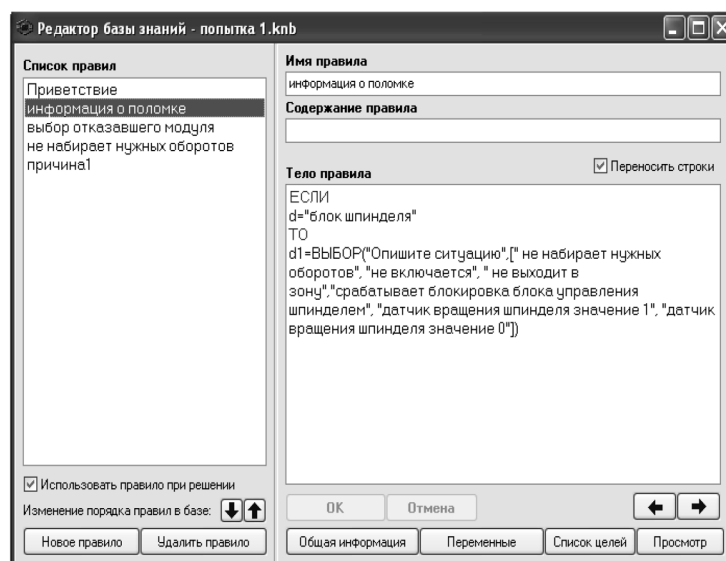


Рис. 3. Редактор баз знаний

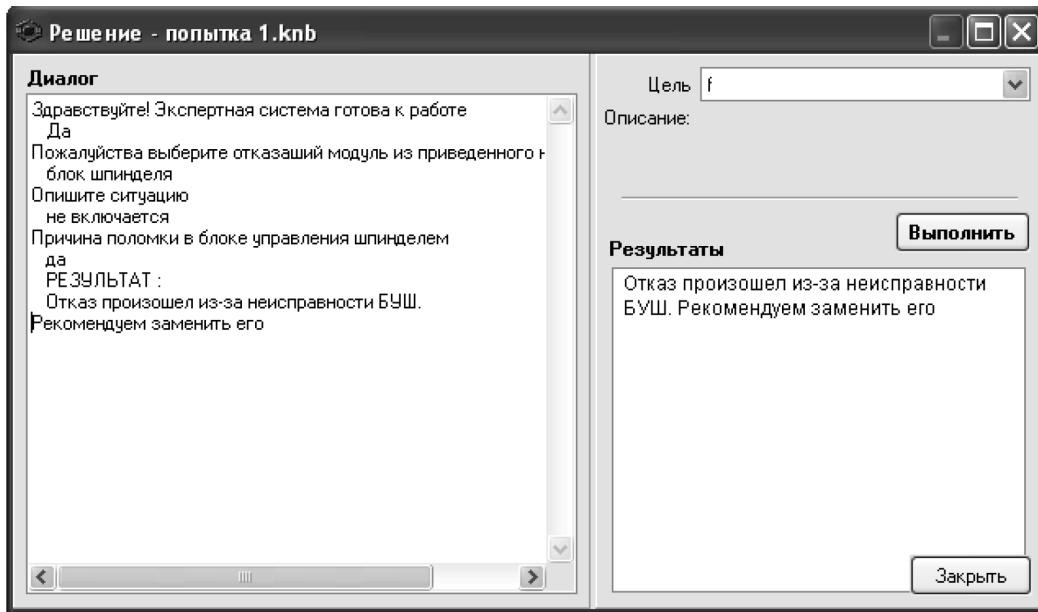


Рис. 4. Результат опроса экспертной системы

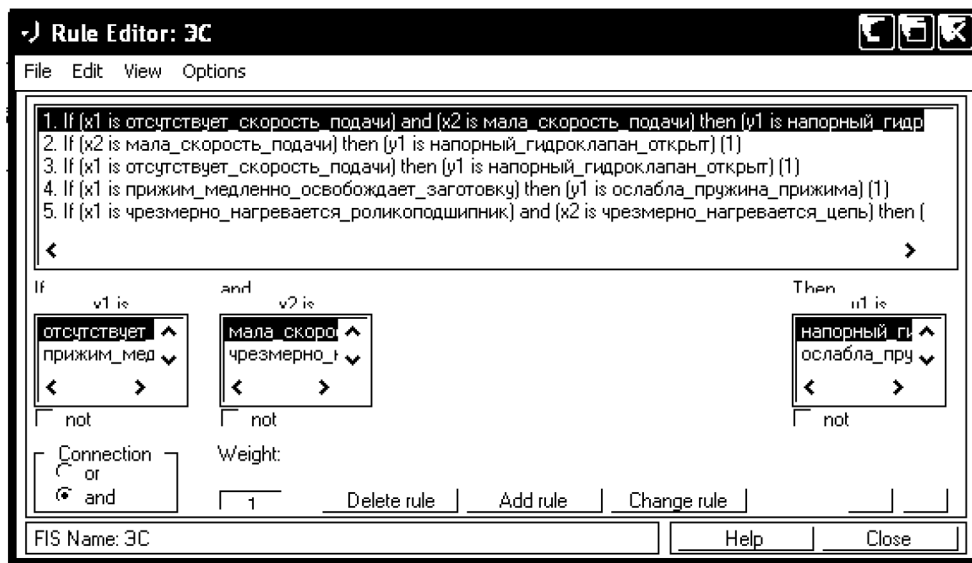


Рис. 5. Реализация нечеткой базы знаний в редакторе Rule Editor

Литература:

1. Системы искусственного интеллекта. Практический курс: учебное пособие/ [В.А. Чулюков, И.Ф. Астахова, А.С. Потапов и др.; под редакцией И.Ф. Астаховой]. — М.:БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. — 292 с.
2. Козлова, Т.Д. Обзор инструментальных средств для построения экспертной системы поддержки принятия решений для определения причин неисправностей технологических систем// Межвузовский сборник трудов «Прогрессивные технологии, материалы и режущие инструменты в машиностроении» — Саратов, СГТУ — 2010
3. Гаврилова, Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. — СПб: Питер, 2000—384 с.

## Анализ технологий хранения картофеля в странах Евросоюза и США

Колошеин Дмитрий Владимирович, аспирант;

Харламова Наталья Юрьевна, аспирант;

Сизов Роман Игоревич, аспирант;

Васютин Игорь Сергеевич, аспирант;

Борычев Сергей Николаевич, доктор технических наук, профессор  
Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева

*В статье приведен анализ технологий хранения картофеля в странах Евросоюза и США. Отражены основные зарубежные компании, занимающиеся проектированием картофелехранилищ.*

**Ключевые слова:** картофель, картофелехранилище, система вентиляции, температура, влажность

После сбора урожая картофеля остро встает вопрос о его хранении. Не просто хранение, а сохранности на протяжении длительного времени [1]. Конструкция хранилища сельскохозяйственной продукции [2], должна удовлетворять современным требованиям для длительного хранения картофеля в условиях слабopоложительных температур. К картофелехранилищам предъявляют требования:

- минимальные потери картофеля при хранении;
- рациональное потребление электроэнергии при хранении клубней;
- нормативные условия труда обслуживающего персонала;

В странах Европы присутствуют в основном два типа хранения контейнерный и навалый. Зарубежный опыт эксплуатации и строительства раскрывает положительные и отрицательные стороны различных методов хранения продукции [3], в которые входят помещения, оборудованные системой вентиляцией, датчиками температуры и влажности, также имеются помещения для предпосадочной и предреализационной обработки клубней картофеля.

В Финляндии при проектировании картофелехранилищ учитывают способ поступления картофеля (автомобильный или железнодорожный транспорт), организацию систем вентиляции, степень механизации работ. Все выше перечисленные факторы влияют на формы хранилища и последующую компоновку помещений картофелехранилищ. В финских проектах хранилищ вентиляционные каналы располагают под полом. Такие каналы проектируют способными выдерживать вибрацию и прочие нагрузки.

Финская фирма разработала полностью автоматизированную систему кондиционирования «Potato Processor», предназначенную для контроля системы вентиляции хранилищ. Система следит также за показаниями датчиков, установленных в помещении хранения. Автоматизированная система кондиционирования «Potato Processor» умеет рационально подбирать способ снижения температуры в картофелехранилищах в случае ее повышения, с минимальными затратами электроэнергии.

Голландской фирмой «Гренко» разработаны проекты картофелехранилищ вместимостью от 1 до 10 тыс. тонн

для хранения семенного и столового картофеля, где микроклимат помещения хранения поддерживается термостатом, с помощью соленоидного клапана, регулирующего подачу хладагента к охладителю [4]. Технология хранения заключается в том, что картофель, привезенный, с поля охлаждают до температуры 18 °С, далее происходит процесс просушивания и последующего охлаждения на 1 °С ежедневно, до необходимой температуры в период хранения, в соответствие с назначением картофеля.

Венгерский опыт строительства картофелехранилищ предусматривает возведение хранилищ вместимостью от 3 до 10 тыс. тонн и хранением навалом или в контейнерах, с устройством автоматического регулирования температуры и влажности помещения хранения [4]. Принцип работы основывается на измерении, на расстоянии температуры картофеля и температуры в разных частях картофелехранилища. Далее полученная информация обрабатывается, и устройство управляет необходимыми вентиляторами и охлаждающими агрегатами.

В Швеции основным способом хранения являлся контейнерный. Однако маленькая долговечность и высокая стоимость контейнеров и большие потери картофеля, при хранении, вызванные плохим вентилированием всей площади контейнера заставили шведских фермеров перейти на другой способ хранения. Теперь картофель в Швеции хранят в основном навалом и высотой насыпи клубней до 6 метров [4]. Применяемая технология хранения предусматривает, начиная с лечебного периода непрерывно вентилировать картофельный ворох, при влажности воздуха в помещении хранения около 100%, также следует отметить, что на потолке картофелехранилища установлен нагреватель, не дающий развиваться отпотеванию.

На хранение в США закладывают более 75% урожая картофеля. Причем потери картофеля в период уборки и хранения не превышают 6% [5]. Маленький процент потерь урожая связан, прежде всего, с основными факторами:

- картофелехранилища перенесли в зону производства, даже мелкие фермы имеют хранилища вблизи своих картофельных полей. При общей вместимости хранилищ от 400 т до 20 тыс. т. В первую очередь такое размещение



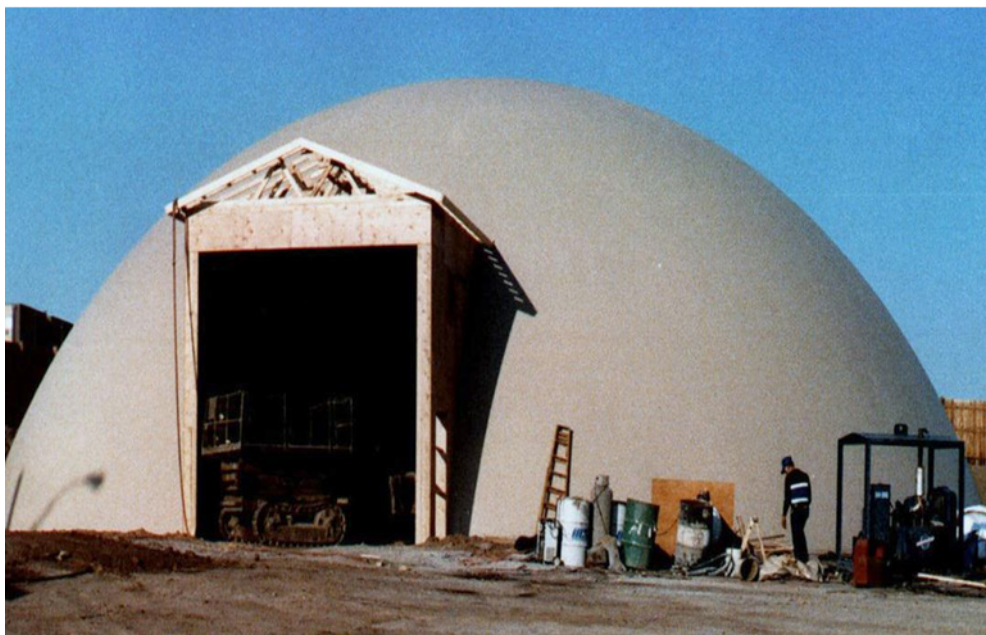


Рис. 1. Купольное картофелехранилище вместимостью 2000 тыс. тонн (США)

способствует повышению сохранности картофеля, утилизации отходов и снижению нагрузок на транспорт хозяйства.

— использование усовершенствованных технологий хранения и современных конструкций картофелехранилищ. В США проектируют картофелехранилища в основном наземными. При их возведении используют легкие металлические и железобетонные конструкции с тесной взаимосвязью с теплоизоляционными материалами. В штате Мичиган, спроектировано хранилище купольного типа вместимостью 2800 тонн хранения картофеля. Купольные картофелехранилища (рис. 1) [6] представлены без перегородок и перекрытий, что делает внутреннюю логистику хранилища удобной. Предполагаемое холодильное оборудование устанавливается на вершине купола, что способствует равномерному движению холодного воздуха вниз на продукцию. Отличительными особенностями новых хранилищ стали надежная теплоизоляция пола и стен, автоматическое регулирование температуры и относительной влажности воздуха.

— послеуборочная обработка картофеля перед закладкой на хранение, которая включает очищение клубней от почвы и растительных остатков и исключение из картофельного вороха больных и поврежденных клубней.

В США используют в хранилищах отдельные помещения для переработки картофеля к продаже. Клубни выгружают и подают в такое помещение с помощью гидротранспортера. Вентиляционные каналы служат в качестве гидроканалов, в которые при выгрузке картофеля подают воду. С целью лучшего смывания, пол хранилища проектируют с небольшим уклоном. Далее картофель поступает в сборочный канал, в котором установлен прутковый транспортер, подающий клубни на линию переработки. При этом клубни не повреждаются, и отмываются от налипшей почвы, примесей.

Картофелехранилища в странах Евросоюза и США в основном проектируют вместимостью от 1 до 25 тыс. тонн, предусматривают универсальные технологические циклы, в которые включено не только хранение клубней, но и приемка, сортировка и последующая утилизация отходов после хранения. Однако такие типы картофелехранилищ ведут к высокой стоимости строительства и дальнейшей эксплуатации. Если брать в расчет РФ, то для нашей страны в условиях нехватки хранилищ существует несколько путей решения проблемы и одна из них — это реконструкция существующих хранилищ, с внедрением усовершенствованных энергосберегающих технологий хранения картофеля.

#### Литература:

1. Колошеин Д. В., Борычев С. Н., Попов А. С. Применение современных технологий при строительстве картофелехранилищ // Вопросы современных технических наук: Свежий взгляд и новые решения Выпуск II: материалы международной научно-практической конференции (12 марта 2015 г.) Екатеринбург, 2015 С. 61–64.
2. Колошеин, Д. В. Лабораторные исследования процесса хранения картофеля в хозяйстве ООО «Подсосенки» Шацкого района Рязанской области // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. 2016. Т. 29. № 1. с. 71–74.

3. Kockritz, T. Ausgewählte Losungen für Die Rationalisierung von Aufbereitungs-Logan — und Vermarktungsanlagen für Obst, Gemüse und Speisekartoffeln — Agrartechnik, 1982. — V. 32. — № 8. — P. 32–34.
4. Моисеенко, А. М. Исследование нестационарных процессов тепловлагообмена в зданиях для хранения сельскохозяйственной продукции: дис. д. т. наук / А. И. Моисеенко. — Орел, 2004. — 38 с.
5. Состояние и перспективы развития продовольственной системы России. На примере картофельного комплекса. [Лищенко В. Ф., Анисимов Б. В., Колчин и др.]; общ ред. О. В. Лищенко, И. А. Щеглов, В. В. Лищенко. — Москва: Экономика, 2016. — 43 с.
6. Промышленные купола. Монолитный бетонный купольный склад холодного хранения. — Режим доступа: <http://belostroydom.ru/proizvodstvo> (дата обращения: 11.11.2016).

## Автоматизация процесса нанесения дорожной разметки

Коробейников Александр Сергеевич, магистр;  
Турышева Евгения Сергеевна, кандидат технических наук, доцент;  
Игнатьев Геннадий Васильевич, кандидат технических наук, доцент  
Сибирский федеральный университет (г. Красноярск)

*В данной статье приведены сведения по автоматизации процесса нанесения напольного рисунка. Даны рекомендации по повышению производительности нанесения напольного рисунка.*

**Ключевые слова:** автоматизация; процесс нанесения; напольный рисунок

Разметка автомобильных дорог является эффективным средством улучшения организации и повышения безопасности движения транспорта и пешеходов. Она помогает водителю выбирать правильное положение автомобиля на проезжей части дороги, особенно в случаях сложных пересечений и примыканий, скорость движения, а также служит для обозначения на дороге опасных участков. При этом очень важно обеспечить строгое соответствие разметки и устанавливаемых на дороге знаков, светофоров и других средств организации движения. Для разметки автомобильных дорог применяется современное высокотехнологическое оборудование. Разметка делится на две группы: горизонтальную и вертикальную. Каждому виду разметки присвоен номер, состоящий из цифр. Первое число — номер группы, к которой принадлежит разметка (1 — горизонтальная, 2 — вертикальная); второе — порядковый номер разметки в группе; третье — разновидность разметки. Горизонтальная разметка используется для нанесения обозначений на проезжей части и имеет белый цвет, кроме линий 1.4, 1.10 и 1.17, которые должны быть желтого цвета [1].

Вертикальная разметка используется для обозначения бордюров, элементов дорожных сооружений и обстановки дорог и представляет собой сочетание черного и белого цветов. Горизонтальная разметка наносится на проезжую часть дорог, имеющих усовершенствованное покрытие. Разметка двухполосных дорог осуществляется при интенсивности движения 1000 и более транспортных средств в сутки.

С помощью разметки на двухполосных дорогах производится разделение встречных потоков и обозначение края проезжей части. При этом следует иметь в виду, что

полосы движения, как правило, должны иметь ширину не менее 3,0 м, поэтому на дорогах с шириной проезжей части 6,0 м и менее обозначение края проезжей части с помощью линии 1.1 не производится. Учитывая, что существует большое количество дорог с шириной проезжей части менее 6,0 м, на них может наноситься осевая разделительная линия 1.5, которая облегчает водителям осуществлять разъезды со встречными транспортными средствами и лучше видеть направление дороги, особенно в темное время суток.

Расстояние от края проезжей части до краевой линии 1.1 должно быть не более 0,2 м. Целесообразность нанесения линии 1.5 или 1.1 для разделения транспортных потоков противоположных направлений определяется исходя из режима движения транспорта, который, в свою очередь, зависит от интенсивности и состава транспортного потока, а также ширины проезжей части.

Выбор того или иного вида разметки производится по таблице 1.

Нанесение на дороге сплошной осевой линии 1.1 при интенсивности движения в час пик 700–1100 авт/ч не всегда целесообразно, так как это приведет к увеличению задержек транспорта в периоды, когда потоки не достигают указанных величин. Ее рекомендуется наносить в случаях, когда на дороге установлены знаки, запрещающие обгоны всем транспортным средствам, или потоки транспорта в течение длительного времени суток превышают величины интенсивности, указанные в табл. 6.

Таблица 1 разработана для ширины проезжей части 7,5 м. Если же ширина проезжей части больше или меньше 7,5 м, то величина наблюдаемой на дороге интенсивности движения должна быть умножена на коэффициент приве-



дения к ширине проезжей части 7,5 м, значение которого может быть получено по таблице 2, и только после этого по таблице 1 производится выбор необходимого вида разметки.

Выбор схемы разметки трехполосных дорог осуществляется по табл. 3 исходя из интенсивности движения по дороге в час пик и количества легковых автомобилей в потоке.

Таблица 3 разработана для ширины проезжей части 11,25 м, поэтому, если ширина проезжей части размечаемой дороги больше или меньше 11,25 м, то величину наблюдаемой на дороге интенсивности движения необходимо умножить на коэффициент приведения к ширине

проезжей части 11,25 м, значение которого может быть получено по таблице 4.

Использование средней полосы для реверсивного движения, кроме условий, указанных в таблице 3, может быть оправдано при одновременном выполнении следующих трех условий:

- интенсивность движения, приходящаяся на каждую полосу в час пик, превышает 500 авт/ч;
- суммарная интенсивность движения в прямом направлении больше, чем во встречном на 500 авт/ч для дорог с нечетным числом полос (одна реверсивная полоса) и на 1000 авт/ч для дорог с четным числом полос (две реверсивные полосы);

Таблица 1. Выбор вида разметки

Количество легковых автомобилей в транспортном потоке, %	Интенсивность движения в двух направлениях, при которой необходимо нанесение осевой разметки	
	с помощью прерывистой линии 1.5	с помощью сплошной линии 1.1
0–20	100–1100	1100–1800
20–50	50–900	900–1700
>50	0–700	700–1500

Таблица 2. Коэффициент приведения к ширине проезжей части

Ширина проезжей части, м	Значение коэффициента приведения к ширине проезжей части 7,5 м при различной интенсивности движения			
	от 0 до 500 авт/ч	от 500 до 1000 авт/ч	от 1000 до 1500 авт/ч	от 1500 до 2000 авт/ч
6,0	1,24–1,19	1,19–1,14	1,14–1,08	1,08–1,03
9,0	0,72–0,78	0,78–0,84	0,84–0,89	0,89–0,94

Таблица 3. Схемы разметки трехполосных дорог

Количество легковых автомобилей в транспортном потоке, %	Интенсивность движения в двух направлениях, при которой необходимо нанесение осевой разметки				
	На две полосы с нанесением осевой линии 1.5	по схеме 1.2 А. 1	по схеме 1.2 А. 2	по схеме 1.2 А. 3	по схеме 1.2 Б
0–20	100–800	800–1500	1500–2100	2100–2600	>2600
20–50	50–600	600–1100	1100–1900	1900–2300	>2300
>50	0–500	500–900	900–1700	1700–2100	>2100

Таблица 4. Значение коэффициента приведения к ширине проезжей части

Ширина проезжей части, м	Значение коэффициента приведения к ширине проезжей части 11,25 м при различной интенсивности движения					
	от 0 до 500 авт/ч	от 500 до 1000 авт/ч	от 1000 до 1500 авт/ч	от 1500 до 2000 авт/ч	от 2000 до 2500 авт/ч	от 2500 до 3000 авт/ч
10,5	1,19–1,16	1,16–1,13	1,13–1,10	1,10–1,17	1,17–1,04	1,04–1,01
12,0	0,77–0,80	0,80–0,83	0,83–0,87	0,87–0,90	0,90–0,93	0,93–0,97



Рис. 1. Нанесение дорожной разметки

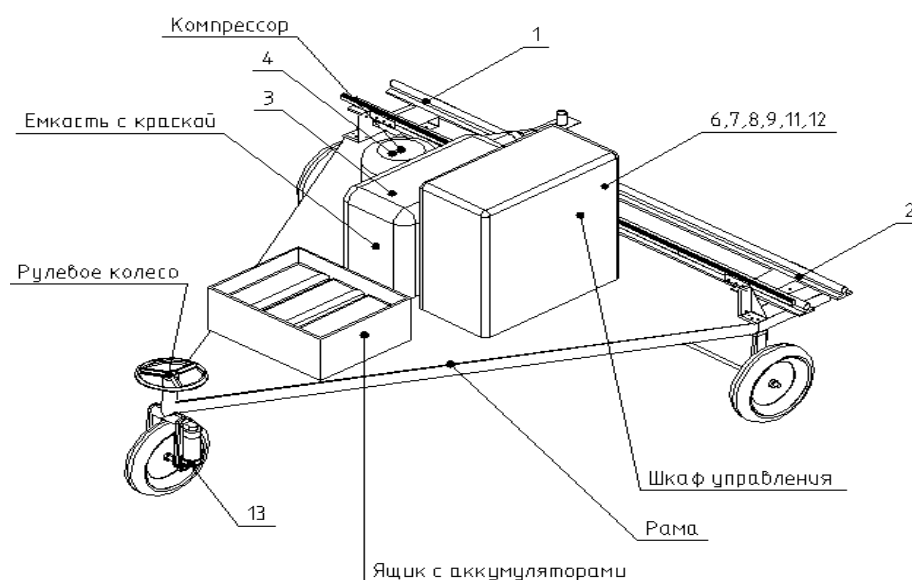


Рис. 2. Схема дорожного принтера

— указанная неравномерность интенсивности движения изменяется по направлениям в течение суток или по дням недели и это изменение носит регулярный характер. При устройстве реверсивной полосы над ней должны устанавливаться светофоры, показывающие разрешенное направление движения транспорта по этой полосе.

При нанесении фигурных знаков работы выполняются вручную.

Для автоматизации процесса нанесения фигурных знаков разработан дорожный принтер [2].

Дорожный принтер содержит концевые выключатели 1 и 2, расположенные вдоль линии хода подвижной каретки перемещающейся поступательно слева направо вдоль оси X и предназначенные для определения абсолютного нуля и максимальной разрешенной зоны перемещения подвижной каретки; датчик уровня жидкости 3, расположенный в емкости с краской, предназначенный

для контроля уровня краски; манометр 4, расположенный возле компрессора или расширительного бака, предназначенный для контроля давления потока краски; энкодерный датчик 5, расположенный на задней части оси шагового двигателя и подающий сигналы на шаговый двигатель 10, позволяющий сделать более скоростным отклик на команды управления и исключить эффект колебания ротора в точке останова; резистор 6, предназначенный для автоматического останова подвижной каретки в случае попадания на направляющую оси X посторонних предметов или чрезмерного засорения направляющей, за счет падения напряжения на нем и отправки сигнала в устройство управления 7; Устройство управления 7, расположенное в шкафу управления содержащее модули ввода/вывода, центральный контроллер, преобразователь интерфейсов и пр.; электромагнитный клапан 8, расположенный в/возле шкафа управления, предназначенный для регулирования потока краски; шаговый дви-

гатель 10, расположенный на подвижной каретке и перемещающий подвижную каретку с форсункой вдоль оси X, блок индикации 9 [3].

Одним из требований к дорожному принтеру является геометрическая точность печати:  $\pm 1,0\text{см}$  зависящая от ходовых параметров подвески дорожного принтера. Для ис-

следования основных динамических параметров дорожного принтера использована модель с двумя степенями свободы, в которой две массы связаны упругими и диссипативными связями, приведенная на рисунке 3. Такая модель описывает вертикальные колебания при пусковых процессах оборудования [4].

Литература:

1. ГОСТ Р 51256—2011 «Разметка дорожная»
2. Емельянов, Р.Т. Дорожный принтер / А.С. Климов, А.В. Закурдаев, Л.В. Скурихин, О.Л. Климова, Е.С. Турышева / Патент на полезную модель №.153211 опубл. 10.06.2015, Бюл. № 19
3. Prokopiiev, A. P., The analytical solution and the dynamic characteristics of the system model velocity control vibrating roller/P., Prokopiiev, A. P., V.I. Ivanchura, R.T. Emelianov Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies 4 (20147) 482–490.
4. Скурихин, Л.В. Выбор шагового двигателя для дорожного принтера /Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых учёных. Молодёжь и наука: проспект Свободный, Электронный ресурс: <http://conf.sfu-kras.ru/mn2015/?q=направления-и-секции/строительство-формирование-среды-для-жизни-механизация-и-автоматизация>

## Использование вектора вторичных признаков при классификации сигналов

Коробейников Алексей Владимирович, студент

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

*При выборе метода функционирования устройства классификации сигналов необходимо учитывать характерные особенности источников сигналов (частота излучения, длительность импульсов, пространственное расположение источников и т. д.), требования по достоверности результатов классификации, на максимальное допустимое время классификации и на структуру аппаратных и программных средств устройства.*

**Ключевые слова:** вектор, сигнал, квантование

## Use of the vector of the secondary characteristics when signals classification

Korobeynikov Aleksey Vladimirovic

*В данной статье рассматривается метод классификации сигналов, суть которого заключается в разбиении всех классов на группы и подгруппы на основе набора вторичных признаков, в которых по возможности, сконцентрирована информация о наиболее существенных свойствах сигналов.*

Сигнал  $\vec{X}^j$ , поступивший на классификацию, представлен виде вектора вторичных признаков  $\vec{Y}^j$  и характеризуется тремя признаками  $\vec{Y}^j = \{Y_1, Y_2, Y_3\}$ . Где  $Y_1$  — качественный признак, указывающий на номер максимальной компоненты вектора  $\vec{X}^j$ ;  $Y_2$  — количественный признак, характеризующий разброс компонентов вектора  $\vec{X}^j$ ;  $Y_3 = \{\alpha, f\alpha\}$  — двухкомпонентный признак, описывающий уровень квантования ( $\alpha$ ) и код огибающей сигнала ( $f\alpha$ ), полученный на данном уровне.

Результат классификации зависит от точности формирования кода огибающей сигнала — признака  $Y_3$ . Признак  $Y_3$  представляет собой кортеж сочетаний «I» и «O» и отражает наиболее существенные изменения (перепады) огибающей классифицируемого сигнала, а также не зависит от масштабов представления его параметров. Кортеж получается в ре-

зультате сравнения каждого из компонентов вектора  $\vec{X}^j$  с некоторым пороговым уровнем  $\bar{x}$  по условию  $x_i \geq \bar{x}$ . При удовлетворении данного условия  $i$ -ой компоненте кортежа  $Y_3$  присваивается «I», в противном случае — «O». В данном случае точность представления вида огибающей сигнала кортежем  $Y_3$  существенно зависит от численного значения  $\bar{x}$ .

Для сигналов, имеющих равномерное изменение огибающей, значение  $\bar{x}$  определяется простыми выражениями:

— для дискретных сигналов  $\bar{x} = [\sum_{i=1}^n x_i]/n$  или  $\bar{x} = (x_{max} + x_{min})/2$ ;

— для непрерывных сигналов  $\bar{x} = \int_{t_0}^{t_1} f(x) dx$ .

В случае, когда классифицируемый сигнал имеет неравномерное изменение огибающей, значение  $\bar{x}$  может быть определено как

$$\bar{x} = [\sum_{i=1}^n x_i - (x_{max} + x_{min})]/(n - 2).$$

где  $x_{max}$  и  $x_{min}$  в числителе выражения служат для исключения влияния на значение  $\bar{x}$  отдельных компонент, сильно отличающихся от остальных компонентов вектора  $\vec{X}^j$ .

Для точного описания огибающей сигнала производится его квантование по уровню и на каждом уровне определяется код вида огибающей сигнала. В этом случае численное значение порога  $x$ , находящегося в интервале  $x_{min} \leq \bar{x} \leq x_{max}$ , определяется из выражения

$$\bar{x} = x_{min} + \alpha \cdot \Delta$$

где  $\alpha$  порядковый номер шага квантования, на котором формируется код огибающей сигнала.

$$\alpha = \overline{1, V}$$

а  $\Delta$  шаг квантования, который изменяется пропорционально к масштабам представления параметров сигнала  $\vec{X}^j$ , значение которого вычисляется по формуле

$$\Delta = x_{min} (1 - x_{min}/x_{max})$$

При формировании признака  $Y_3$  в данном разделе рассматриваются следующие случаи:

Признак  $Y_3$  является вектором  $Y_3 = \{f_1, f_2, \dots, f_v\}$ , компоненты которого соответствуют кодам полученным на каждом шаге квантования. При этом не все компоненты признака  $Y_3$  отражают информацию об изменениях огибающей сигнала. В данном случае признак  $Y_3$  наиболее полно представляет классифицируемый сигнал, но требуются значительные вычислительные затраты при его сравнении с соответствующими эталонными признаками.

Для уменьшения вычислительных затрат в качестве компонентов признака  $Y_3$  можно использовать коды, полученные на четных (нечетных) значениях  $\alpha$ . В частном случае компонентами признака  $Y_3$  принимаются комбинации кодов огибающей сигнала, полученные при:

$$\alpha = \frac{V}{2}, \frac{2V}{3}, \frac{3V}{2}.$$

3. Более оптимальным является случай, когда  $Y_3$  представляется в виде двухкомпонентного признака  $Y_3 = \{\alpha, f\alpha\}$  где  $\alpha$ , соответствует номеру шага квантования, на котором код  $f\alpha$  содержит наибольшее количество переходов типа «Ю», «ОИ» и сравнительно точно отражает вид огибающей сигнала. При этом значение  $\alpha$  остается постоянным для сигналов одного класса, представленных в различных масштабах измерения.

Приводимый метод классификации включает в себя четыре уровня, в первых трех уровнях которого, на основе сравнения соответствующих признаков сигнала и эталона, определяется подмножество классов, к которому принадлежит классифицируемый сигнал, а на последнем уровне находится конкретный класс на основе сравнения кодов огибающих сигнала и эталонов.

На первом и втором уровнях классификации осуществляется сравнение признаков  $Y_1$  и  $\alpha^j$  с соответствующими составляющими эталонного вектора по выражениям  $Y_1 = \exists_1 \bar{1}, \alpha^j = \alpha^g$ , выполнение которых является необходимым условием отнесения классифицируемого сигнала  $g$ -му классу ( $g=I, K$ ).

На третьем и четвертом уровнях классификации осуществляется сравнение признаков  $Y_2$  и  $f^j$  эталонными признаками на основе выражений предикатов сходства неотрицательных чисел, которое для данного случая имеет вид

$$P(Y_2, \exists_2) :: (Y_2 \wedge \exists_2) \geq \delta_2 \xi(Y_2 \vee \exists_2),$$

и предиката сходства изображающих чисел

$$P(f^j, f^g) :: |f^j \wedge f^g| \geq \delta_{3\xi} |f^j \vee f^g|$$

соответственно. Здесь  $\delta_{2\xi}$  и  $\delta_{3\xi}$  пороги сравнения признаков  $Y_2$  и  $\exists_2$  и  $f^j$  с  $f^g$ .  $\delta_{21}$  и  $\delta_{31}$  являются порогами схожести, а  $\delta_{22}$  и  $\delta_{32}$  — порогами сильного расхождения.

Если предикаты  $[P(Y_2, \exists_2)] = 1$  и  $[P(f^j, f^g)] = 1$  то коэффициенту  $\omega$ , определяющему номер подмножества классов, присваивается значение  $\omega=2$ , а номер класса в подмножестве классов определяется согласно выражения  $g=g(3\omega+3)$ . В противном случае вычисляется соответствующий предикат сходства для порога сильного расхождения. При истинном значении предиката коэффициенту  $\omega$  присваивается значение  $\omega=1$ , а  $g=g(3\omega+2)$ , в противном случае  $\omega=0$  и  $g=g(3\omega+1)$ .

Описанный метод, основанный на вычислении предикатов сходства вторичных признаков, позволяет ускорить процесс классификации за счет направленного выбора эталонных классов и существенно упростить данный процесс представлением сигналов в виде вектора вторичных признаков, компоненты которого являются инвариантными к масштабам представления параметров классифицируемого сигнала.

Выражения предикатов сходства в данном методе можно легко заменить на выражения метрик и мер близостей нелинейного пространства, что позволяет применять предлагаемый метод для классификации сигналов (объектов) при заданных границах классов.

Литература:

1. Ходжиев, К. К., Абдуллаев М. М. Об одном способе повышения быстродействия систем принятия решений. // Программное, алгоритмическое и техническое обеспечение АСУ ТП: Тез. докл. Всесоюзной НТК. — Ташкент. 1985, ч. 4.
2. Хасанов, П. Ф., Ходжиев К. К. Нелинейное метрическое пространство для решения задач распознавания образов: Сб. науч. тр. Ташкент: ТяшПИ. 1984, Вып. 322.
3. Поезжаева, Е. В. // Теория механизмов и механика систем машин. Учеб. Пособия/Е. В. Поезжаева. — Пермь: Изд-во Пермского национального исследовательского политехнического университета. 2014. — 400

## Исследования ветроколес с вертикальной осью вращения

Ляхнов Денис Валерьевич, студент;  
 Морозов Павел Викторович, студент;  
 Боева Лилия Викторовна, студент;  
 Киселёв Богдан Юрьевич, ассистент  
 Омский государственный технический университет

До недавнего времени одним из главных недостатков вертикально-осевых ветроэнергетических установок считали невозможность получения быстроходности более единицы, что было ошибочным суждением (для сравнения быстроходность горизонтально-осевых ВЭУ в некоторых случаях бывает больше 5). Также к недостаткам можно отнести зависимость частоты вращения ветроколеса от скорости ветра, неравномерность крутящего момента и значительную пусковую скорость ветра (приблизительно 15 м/с) [1].

Однако, это верно лишь для тихоходных роторов с лопастями, сопротивление движению которых различно. Вследствие этого имеют место неправильные теоретический вывод: коэффициент использования энергии потока воздуха у вертикально-осевых ВЭУ имеет меньшее зна-

чение, нежели у горизонтально-осевых ВЭУ. Ветроколеса с вертикальной осью вращения при любом направлении ветра находятся в рабочем положении из-за своей геометрии. Отсутствие принципиальной зависимости эффективности их работы от направления ветра обуславливает отсутствие необходимости в системах ориентации на ветер.

Установлено, что коэффициент использования энергии ветра идеального ветроколеса горизонтальных пропеллерных и вертикально-осевых ВЭУ составляет 0.593. Сейчас на горизонтальных пропеллерных ветроэнергетических установках он составляет 0.48, и это максимально достигнутый коэффициент использования энергии ветра. Проведенные экспериментальные исследования на российских вертикально-осевых ВЭУ показали, что вполне реально достичь значения 0.4–0.45. Таким образом, ко-



эффективности использования энергии ветра вертикально-осевых ВЭУ и горизонтально-осевых пропеллерных ВЭУ достаточно близки [2].

Достоинством ВЭУ вертикально-осевого исполнения является то, что размещение генератора установки возможно на фундаменте этой же установки. Это позволяет отказаться от мощной, а следовательно, как правило, и многоступенчатой, угловой передачи крутящего момента, что позволяет исключить ограничения по габариту и массе, и упрощает требования к условиям эксплуатации (так как отсутствуют толчки и вибрация). Как следствие передача вырабатываемой электроэнергии упрощается.

Развитие ветродвигателей с вертикальной осью вращения можно сопоставить с патентами на конструкции, которые успешно находят применение и в настоящее время:

— ротор Савониуса (С.Ж. Савониус, Финляндия, 1922 г., рисунок 2а);

— ротор Даррье (Ж. Ж.-М. Дарриус, Франция, 1931 г., рисунок 2б);

— ротор Масгрова (П. Масгров, Великобритания, 1975 г., рисунок 2в);

— ротор «Виндсайт» (Р. Йутсиниemi, Финляндия, 1979 г., рисунок 2г);

— геликоидная турбина Горлова (А. Горлов, США, 2001 г.), которую с незначительными отличиями воспроизводят турбины ВЭУ «Twister», «Turby», «Quitrevolution» (рисунок 2д) и др [3].

Из Российских работ над конструкцией ветроколес стоит отметить патент ООО «ГРЦ-Вертикаль» (RU), которое в лице Грахова Ю.В., Кузнецова В.М., Матвеевко О.В., Соломина Е.В., Максимова В.Ф. и Кривоспицкого В.П. разработали конструкцию ветроколеса с вертикальной осью вращения. Изобретение относится к компоновке самого ветроколеса, и может быть использовано в энергетике с возобновляемыми источниками. Данное изобретение помогает уменьшить влияние действующих моментов и аэродинамических сил на ступицу ветроколеса, как следствие на подшипниковые узлы, опорное основание и мачту колебательной составляющей, на лопасти ветроколеса и обеспечение плавной сбалансированной работы ветроколеса при любых ветровых режимах. Эти эффекты достигаются путем соединения несущих элементов лопастной системы ветроколеса со ступицей при помощи тросов, предварительно растянутых [4].

Из Российских работ над конструкцией ветроколес стоит отметить патент ООО «ГРЦ-Вертикаль» (RU), которое в лице Грахова Ю.В., Кузнецова В.М., Матвеевко О.В., Соломина Е.В., Максимова В.Ф. и Кривоспицкого В.П. разработали конструкцию ветроколеса с вертикальной осью вращения. Изобретение относится к компоновке самого ветроколеса, и может быть использовано в энергетике с возобновляемыми источниками. Данное изобретение помогает уменьшить влияние моментов и аэродинамических сил, действующих на ступицу ветроколеса, как следствие на подшипниковые узлы,

опорное основание и мачту колебательной составляющей, на лопасти ветроколеса и обеспечивает плавную сбалансированную работу ветроколеса при любых ветровых режимах. Эти эффекты достигаются путем соединения несущих элементов лопастной системы ветроколеса со ступицей при помощи растянутых тросов [4].

Одной из причин развития ветроэнергетики является необходимость принятия срочных мер, предотвращающих дальнейшее изменение климата, что считается серьезнейшей проблемой глобального характера. Киотский протокол 1997 года обязал страны Организации экономического сотрудничества и развития (OECD) сократить выбросы диоксида углерода (углекислого газа) в среднем на 5%.

Важность и необходимость развития возобновляемой энергетики определяет также децентрализованное энергоснабжение 70% территории России, и эта территория подходит для использования ВЭУ, что обуславливается наличием потенциальных ветроресурсов (Камчатка, Якутия, Сахалин, Бурятия, Таймыр, Чукотка и др.). В этих районах, как правило, труднодоступны или полностью отсутствуют местные резервы ископаемого органического топлива, из-за чего возникает проблема строительства сетей с централизованной энергопередачей, а именно: экономическая нецелесообразность, а зачастую и невозможность технической реализации.

#### **Тенденции развития вертикально-осевых ВЭУ.**

Современную волну интереса к вертикально-осевым ветроэнергетическим установкам можно объяснить такими объективными причинами как:

— резервы развития горизонтально-осевых ВЭУ практически исчерпаны (строить более крупные установки при современном уровне развития технологий уже невозможно);

— энергетические характеристики некоторых конструкций вертикально-осевых ВЭУ при значительно более простой конструкции, когда в большинстве случаев не требуется наведение на ветер, относительно высоки;

— незначительный уровень вибрации и шумов.

Можно выделить некоторые тенденции, наблюдаемые в области проектирования, производства и эксплуатации ВО ВЭУ в настоящее время:

— Компьютерное моделирование;

Широкое использование компьютерного моделирования. Успехи в развитии современных математических методов и программных средств, позволяют создавать достаточно точные проектные расчеты при наличии турбулентных процессов, располагающих место при работе ВЭУ данного типа. На рисунке ниже приведены характерные формы представления результатов применения программных средств, реализующих метод конечных элементов для расчета поля скоростей воздушного потока, проходящего через сечение ротора ВО ВЭУ. Благодаря компьютерному моделированию рассматриваемая область ветроэнергетики получила мощный толчок в развитии.



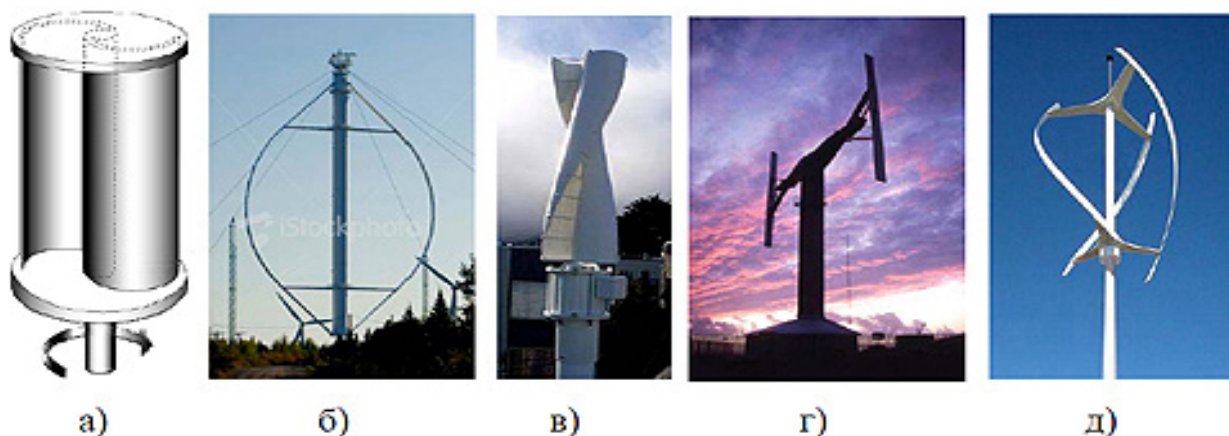


Рис. 2. Конструкции роторов ВЭУ

— Строительство оффшорных ветропарков на базе ВО ВЭУ;

Важной тенденцией, рассматриваемой в современной ветроэнергетике, является строительство ветропарков на континентальном шельфе. Строительство ветропарка выгоднее, чем строительство отдельной ветроэлектростанции. Оффшорные парки могут решить более широкий круг проблем, например требования по шумам и вибрациям снижается до минимума, а стробоскопический эффект не учитывается вообще. Еще к тому же в береговой зоне, как правило, преобладают устойчивые ветры с высокими скоростями. До недавнего времени в оффшорных ветропарках использовались только горизонтально-осевые ВЭУ. Не так давно в Интернете опубликована информация о запланированном строительстве объекта установленной мощностью 10 МВт на базе вертикально-осевых установок.

— Быстрое продвижение китайских производителей;

Еще несколько лет назад в Интернете обнаружить рекламу китайского предприятия по производству ВЭУ было практически нереально. Сегодня среди первых двадцати страниц поиска на тему ВО ВЭУ кроме китайских предприятий очень редко встречаются европейские и американские. Характерной особенностью китайской ветроэнергетики является то, что в производство идет любое устройство, которое произведет электроэнергию из энергии ветра независимо от принципа действия и величины. Цены китайской продукции намного ниже, но и качеству далеко до совершенства. Однако всем нам знаком объективный закон перехода количества в качество, согласно которому в ближайшие годы можно ожидать появления нового мирового лидера в области ветроэнергетики. Как отмечалось выше, уже сегодня Китай занял одно из ведущих мест в мире по установленной мощности ВЭУ [3].

### Российские достижения

Научно-исследовательская лаборатория технологий энергетики возобновляемых источников Международного института компьютерных технологий (НИЛ ТЭВИ МИКТ, г. Воронеж) совместно с учебно-исследовательской лабораторией альтернативных энергетических технологий и установок (УИЛ АЭТУ) Воронежского государственного технического университета в течении нескольких лет проводит исследования в области ВО ВЭУ. Под руководством автора в лабораториях были произведены продувки масштабных моделей некоторых роторов.

В результате проведенных исследований по заказу ЗАО «Балтийский станкостроительный завод» разработана перспективная конструкция ВО ВЭУ, демонстрационный масштабный образец которой в сейчас находится в стадии изготовления.

Рабочая установка состоит из оригинальной конструкции лопасти из композитного материала, магнитный подвес ротора и многополюсный генератор прямого привода с возбуждением от постоянных магнитов. Преобразование энергии происходит по схеме: ветротурбина — синхронный генератор — регулируемый выпрямитель — буферный накопитель энергии — инвертор — сеть или потребители.

Фирма ВЕСТАС, которая занимает большую часть на мировом рынке ВЭУ, прошла почти сорокалетний путь в поисках данной схемы, которая на данный момент считается самой перспективной.

Приемлемый КПД устройства обеспечивается с помощью регулирования нагрузки в зависимости от (скорости ветра или крутящего момента) и использованием пассивного магнитного подвеса, который на данный момент довольно широко применяется в подобных конструкциях [3].

Литература:

1. Дж. Твайделл, А. Уэйр. Возобновляемые источники энергии: Пер. с англ. — М.: Энергоатомиздат, 1990. — 392 с.
2. Соломин, Е. В. Ветроэнергетические установки ГРЦ-Вертикаль / Е. В. Соломин // Альтернативная энергетика и экология. — 2010. — № 1. — с. 10–15.
3. [Электронный ресурс] URL: <http://www.energyland.info/analitic-show-52412>. (дата обращения 04.01.2017).
4. [Электронный ресурс] URL: <http://www.findpatent.ru/patent/244/2443902.html>. (дата обращения 05.01.2017).

# МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

Международный научный журнал  
Выходит еженедельно

№ 2 (136) / 2017

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**Главный редактор:**

Ахметов И. Г.

**Члены редакционной коллегии:**

Ахметова М. Н.  
Иванова Ю. В.  
Каленский А. В.  
Куташов В. А.  
Лактионов К. С.  
Сараева Н. М.  
Абдрасилов Т. К.  
Авдеюк О. А.  
Айдаров О. Т.  
Алиева Т. И.  
Ахметова В. В.  
Брезгин В. С.  
Данилов О. Е.  
Дёмин А. В.  
Дядюн К. В.  
Желнова К. В.  
Жуйкова Т. П.  
Жураев Х. О.  
Игнатова М. А.  
Калдыбай К. К.  
Кенесов А. А.  
Коварда В. В.  
Комогорцев М. Г.  
Котляров А. В.  
Кузьмина В. М.  
Курпаяниди К. И.  
Кучерявенко С. А.  
Лескова Е. В.  
Макеева И. А.  
Матвиенко Е. В.  
Матроскина Т. В.  
Матусевич М. С.  
Мусаева У. А.  
Насимов М. О.  
Паридинова Б. Ж.  
Прончев Г. Б.  
Семахин А. М.  
Сенцов А. Э.  
Сенюшкин Н. С.  
Титова Е. И.  
Ткаченко И. Г.

Фозилов С. Ф.

Яхина А. С.

Ячинова С. Н.

**Международный редакционный совет:**

Айрян З. Г. (Армения)  
Арошидзе П. Л. (Грузия)  
Атаев З. В. (Россия)  
Ахмеденов К. М. (Казахстан)  
Бидова Б. Б. (Россия)  
Борисов В. В. (Украина)  
Велковска Г. Ц. (Болгария)  
Гайич Т. (Сербия)  
Данатаров А. (Туркменистан)  
Данилов А. М. (Россия)  
Демидов А. А. (Россия)  
Досманбетова З. Р. (Казахстан)  
Ешиев А. М. (Кыргызстан)  
Жолдошев С. Т. (Кыргызстан)  
Игисинов Н. С. (Казахстан)  
Кадыров К. Б. (Узбекистан)  
Кайгородов И. Б. (Бразилия)  
Каленский А. В. (Россия)  
Козырева О. А. (Россия)  
Колпак Е. П. (Россия)  
Курпаяниди К. И. (Узбекистан)  
Куташов В. А. (Россия)  
Лю Цзюань (Китай)  
Малес Л. В. (Украина)  
Нагервадзе М. А. (Грузия)  
Прокопьев Н. Я. (Россия)  
Прокофьева М. А. (Казахстан)  
Рахматуллин Р. Ю. (Россия)  
Ребезов М. Б. (Россия)  
Сорока Ю. Г. (Украина)  
Узаков Г. Н. (Узбекистан)  
Хоналиев Н. Х. (Таджикистан)  
Хоссейни А. (Иран)  
Шарипов А. К. (Казахстан)

**Руководитель редакционного отдела:** Кайнова Г. А.

**Ответственные редакторы:** Осянина Е. И., Вейса Л. Н.

**Художник:** Шишков Е. А.

**Верстка:** Бурьянов П. Я., Голубцов М. В., Майер О. В.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

**АДРЕС РЕДАКЦИИ:**

**почтовый:** 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231;

**фактический:** 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: [info@moluch.ru](mailto:info@moluch.ru); <http://www.moluch.ru/>

**Учредитель и издатель:**

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2072-0297

Подписано в печать 25.01.2017. Тираж 500 экз.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, 25