

ISSN 2072-0297



МОЛОДОЙ[®] УЧЁНЫЙ

международный научный журнал



22
2017
Часть I

16+

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

Международный научный журнал

Выходит еженедельно

№ 22 (156) / 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

Абдрасилов 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 Хусниддин 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 размещается и индексируется на портале eLIBRARY.RU, на момент выхода номера в свет журнал не входит в РИНЦ

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)

Шуклина Зинаида Николаевна, доктор экономических наук (Россия)

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: 21.06.2017. Цена свободная.

Материалы публикуются в авторской редакции. Все права защищены.

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

На обложке изображен *Евгений Александрович Мурзин* (1914–1970), инженер, изобретатель первого в мире универсального синтезатора звуков.

В 1933 году Евгений Мурзин с отличием окончил строительный техникум. После техникума он продолжил обучение в Московском институте инженеров коммунального строительства. Затем Мурзин поступил в аспирантуру, а после ее окончания, в 1941 году, попал на фронт. Знания, изобретательность и нестандартное мышление привели Евгения Мурзина в НИИ-5, где он возглавил секцию разработок и полигонных испытаний приборов, с помощью которых было бы возможно управлять наземной артиллерией. За эту работу, а именно за создание нового типа прицелов для зенитных установок Мурзин получил Сталинскую премию.

В 1945 году Евгений Александрович Мурзин защитил кандидатскую диссертацию в Московском техническом университете и в дальнейшем работал над созданием приборов звукометрической разведки. Спустя шесть лет Мурзин занял должность главного конструктора аппаратуры командного пункта наведения истребительного авиационного корпуса ПВО страны Ясень-2.

Еще в студенчестве Евгений Мурзин очень увлекался музыкой, коллекционировал пластинки. Попав однажды на концерт, где исполнялись произведения А. Н. Скрябина, изобретатель не только проникся красотой и богатством мира звуков, но еще и задумал разработку прибора, который преобразовывал бы исходный звук по тону, частотам и другим характеристикам. Во время учебы в аспирантуре изобретатель представил свой проект синтезатора в Московскую консерваторию профессору Гарбузову Н. А. и Янковскому Ю. А. Проект был признан интересным и многоо-

бещающим, но крайне дорогим для массового производства. Тогда Евгений Александрович предъявил свое изобретение в несколько ином виде — как универсальный кодировщик, способный так зашифровать любое сообщение, что оно не будет поддаваться никакой расшифровке.

Целое десятилетие Евгений Александрович Мурзин конструировал свое музыкальное детище, рассчитывая только на собственные силы и помощь друзей и близких. Практически все его свободное время уходило на сборку деталей и их спайку. Малолетняя дочка изобретателя прекрасно ориентировалась, где и какая лампа для приборов находится в доме, потому была главным «подающим орудия». А если к Мурзиным приходили друзья, то чаще всего общение хозяев и гостей происходило за совместной работой над аппаратом.

В 1958 году был сконструирован действующий макет первого в мире электронного музыкального синтезатора. В истории музыки была открыта новая эра: стало возможным соединить три главных составляющих: идею произведения, реализацию этой идеи и запись музыкального произведения. В синтезаторе Мурзина использовался оптический метод синтеза, а октава прибора составляла 72 звука. В 1959 году этот аппарат был выставлен в доме-музее Скрябина.

Многие десятилетия в музыкальной индустрии во всем мире использовалось изобретение Евгения Александровича Мурзина; с помощью этого прибора были созданы многие современные музыкальные стили.

Евгений Александрович Мурзин умер в возрасте 55 лет в Москве, похоронен на Введенском кладбище.

Людмила Вейса, ответственный редактор

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

- Ляхов П. А., Голошубова Ю. В., Попова Е. А.**
Сравнительный анализ методов перевода чисел из системы остаточных классов в позиционную систему счисления 1

ФИЗИКА

- Емельянов А. А., Бесклеткин В. В., Иванин А. Ю., Пестеров Д. И.**
Программирование двухфазного генератора с синусоидальными напряжениями со сдвигом 90° на микроконтроллере STM32..... 6
- Емельянов А. А., Бесклеткин В. В., Иванин А. Ю., Пестеров Д. И.**
Программирование изменения скважности импульсов ШИМ на микроконтроллере STM32 с помощью кнопки12

ХИМИЯ

- Лукина К. А.**
Проблемы извлечения компонентов при проведении химико-аналитических исследований проб организмов макрозообентоса.....19
- Саппаев А. Б., Фаткуллин М. Р., Жирнов Б. С.**
Модификация нефтяного кокса Атырауского НПЗ (Республика Казахстан)21

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Бердиков А. И., Зубарева Г. И.**
Солнечные батареи на опорных поворотных рамах, адаптированные под тепличные комплексы24
- Боева Л. В., Киселёв Г. Ю.**
Имитационная модель однофазного замыкания на землю в сетях с изолированной и компенсированной нейтралью26
- Горшков Е. А., Дьякова К. С.**
Информационное обеспечение Федерального бюджетного учреждения Центр реабилитации Фонда социального страхования РФ «Волга» ...30

- Горшков Е. А., Симанов Н. А.**
Разработка реляционной базы данных для автоматизации деятельности кадровой службы предприятия.....34
- Грибов А. А.**
Исследование устойчивости земляного полотна скоростных автомобильных дорог37
- Гудков Д. В., Бекиров И. И., Горина В. В.**
Совершенствование транспортного обслуживания объектов строительства в городе Волгограде (на примере доставки резиновых бордюров)40
- Касьянович К. П.**
Методика выбора оптимальной структуры информационного обеспечения АСУ ТП.....43
- Курилов А. П.**
Реконструкция и надстройка мансардных этажей зданий.....44
- Ляхов П. А., Голошубова Ю. В., Попова Е. А., Валueva М. В.**
Разработка двумерных сглаживающих фильтров на основе функции специального вида48
- Маковская Ю. С.**
Современные инновационные технологии в жилищном строительстве.....52
- Маматкаримов Ж. Р., Абдукулов И. Б., Каюмов Б. Х., Расулов С. А., Саидходжаева Ш. Н.**
Оптимизация использования материальных ресурсов литейного производства Узбекистана55
- Манглиева Ж. Х., Сидиков М. Н., Кодирова Г. Ж.**
Анализ условий устойчивости стационарного движения редуктора.....57
- Недильченко О. С.**
Этапы и методы автоматического извлечения ключевых слов.....60
- Паненко А. Д., Корныльев Е. Н.**
Организация перевозок тяжеловесных грузов по автодорожным мостам Северо-Западного региона России.....62

Петросьянц В. В., Бурындина А. Д. Автоматизация процесса снятия амплитудно-частотных характеристик электронных устройств65	Стронов А. В., Смирнов Е. А. Исследование работы полигональной фермы бескаркасных зданий HONCO на примере крытого ледового катка в г. Химки Московской области81
Полуянова М. С., Соколов Д. С., Боева Л. В., Киселёв Г. Ю. Дистанционные методы обследования линий электропередач68	Ташматова Ш. С. Расчет топлива и его использование в котельных с использованием языка программирования C++84
Самохин Д. С. Обоснование схемы построения и методики расчета основных параметров системы обеспыливания при разгрузке самосвалов в приемный бункер70	Хайруллин И. Х., Шакиров Т. И. Принципы энергоемкости при проектировании подъемных механизмов лифтовых сооружений89
Семенова С. В., Миролубов А. С. Предложение по включению дополнительных требований к качеству при разработке конкурсной документации на поставку оборудования для объектов государственного заказа в строительстве73	Хужин Р. Д., Лысенков А. В. Опыт применения бесполимерного самоотклоняющегося кислотного состава в карбонатных коллекторах Башкортостана93
Соколов Д. С., Полуянова М. С., Киселёв Г. Ю. Инновации в электроэнергетике76	Черкасов А. В. Исследование методической погрешности метода квазиэквивалентного укрупнения состояний марковских моделей98
Стожик В. Р., Лесков О. М. Разработка трехкоординатного станка с числовым программным управлением для раскроя газонаполненных пластмасс80	Шорников Ю. В., Мяндин С. А. Компьютерное моделирование гидравлических систем 104
	Щетников К. В., Смирнов Е. А. Усиление железобетонной монолитной сводчатой рамы 110

МАТЕМАТИКА

Сравнительный анализ методов перевода чисел из системы остаточных классов в позиционную систему счисления¹

Ляхов Павел Алексеевич, кандидат физико-математических наук, доцент;

Голошубова Юлия Владимировна, студент;

Попова Елена Александровна, студент

Северо-Кавказский федеральный университет (г. Ставрополь)

В статье рассмотрены методы перевода чисел из системы остаточных классов в позиционную систему счисления, а также проведен их сравнительный анализ. Показано, что применение классической формы Китайской теоремы об остатках позволяет использовать на 40–75% меньше операций, чем ее модификации. Однако, модифицированные формы Китайской теоремы об остатках позволяют уменьшить модуль при нахождении остатка числа, что может оказаться более удобным при решении некоторых практических задач.

Ключевые слова: система остаточных классов, позиционная система счисления, Китайская теорема об остатках, обратное преобразование

Одной из наиболее широко используемых непозиционных систем счисления является система остаточных классов (СОК) [1]. СОК может быть эффективно использована в приложениях с преобладающей долей операций сложения, вычитания и умножения, в связи со свойством отсутствия переносов и параллельному выполнению операций [2,3]. Для обратного преобразования числа из СОК в позиционную систему счисления требуется применение Китайской теоремы об остатках (КТО) или ее модификации. Прямое применение КТО приводит к выполнению трудной операции нахождения остатка по большому модулю, что значительно увеличивает время ее выполнения. В данной статье будет рассмотрена не только известная КТО, но и новая (НКТО), которая ускоряет процедуру обратного преобразования, а также будет проведен их сравнительный анализ [4].

Основы системы остаточных классов

Система остаточных классов (СОК) — непозиционная система счисления, в которой числа представляются в базисе взаимно-простых чисел, называемых модулями $\beta = \{m_1, \dots, m_k\}$, $\text{НОД}(m_i, m_j) = 1$, для $i \neq j$. Любое целое число

$0 \leq X < M = \sum_{i=1}^k m_i$ может быть единственным образом представлено в СОК в виде кортежа $\{x_1, x_2, \dots, x_k\}$, где

$$x_i = |X|_{m_i} = X \bmod m_i \tag{1}$$

Операции сложения, вычитания и умножения в СОК определяются формулами

$$A \pm B = \left(|a_1 \pm b_1|_{p_1}, \dots, |a_k \pm b_k|_{p_k} \right), \tag{2}$$

$$A \times B = \left(|a_1 \times b_1|_{p_1}, \dots, |a_k \times b_k|_{p_k} \right). \tag{3}$$

Можно выделить два основных преимущества СОК [5]

Большие числа кодируются в набор небольших остатков, что снижает сложность арифметических операций и упрощает вычислительную систему.

СОК является непозиционной системой с независимыми арифметическими операциями, таким образом ошибка в одном канале не применяется к другим, а также процессы обнаружения ошибок и их коррекции значительно упрощаются [6].

¹ Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации МК-5980.2016.9.

Тем не менее, такие операции, как обнаружение знака, сравнения, обнаружение переполнения и некоторые другие являются вычислительно сложными в СОК [7].

Методы перевода из системы остаточных классов в позиционную систему счисления

Восстановление числа X по остаткам $\{x_1, x_2, \dots, x_k\}$ основано на Китайской Теореме об Остатках (КТО) [8]

Теорема 1 (Китайская теорема об остатках) [8]: Пусть p_1, p_2, \dots, p_n — попарно взаимно простые числа, больше 1, пусть $P = p_1 p_2 \dots p_n$. Тогда существует единственное неотрицательное решение по модулю P следующей системы сравнений:

$$x \equiv \alpha_1 \pmod{p_1}, x \equiv \alpha_2 \pmod{p_2}, \dots, x \equiv \alpha_k \pmod{p_k} \tag{4}$$

Следовательно:

$$X = \sum_{i=0}^k \left| P_i^{-1} \right|_{p_i} x_i \left| P_i \right|_P \tag{5}$$

где $P_i = \frac{P}{p_i}$. Элемент $\left| P_i^{-1} \right|_{p_i}$ означает мультипликативный обратный для P_i , по модулю p_i [9].

Сложность применения теоремы 1 для перевода числа из СОК в позиционную систему заключается в выполнении трудной операции нахождения остатка по большому модулю P .

На рисунке 1 показана схема перевода числа из СОК в ПСС с использованием КТО.

Матрица

$$A = \begin{pmatrix} a_{0,0} & 0 & \dots & 0 \\ a_{0,1} & a_{1,1} & \dots & 0 \\ a_{0,n-2} & \dots & a_{n-2,n-2} & 0 \\ a_{0,n-1} & \dots & a_{n-2,n-1} & a_{n-1,n-1} \end{pmatrix} \tag{6}$$

характеристическая матрица модулей $(P_1, P_2, \dots, P_{n-1}, P_n)$, где $a_{i,j} \leq P_{i+1}$. Пусть дано число в СОК $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$.

Определим вектор:

$$B = A \cdot X' \tag{7}$$

$$B = \begin{pmatrix} B_0 \\ B_1 \\ \dots \\ B_{n-2} \\ B_{n-1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{0,0} & 0 & \dots & 0 \\ a_{0,1} & a_{1,1} & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{0,n-2} & \dots & a_{n-2,n-2} & 0 \\ a_{0,n-1} & \dots & a_{n-2,n-1} & a_{n-1,n-1} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_{n-1} \\ x_n \end{pmatrix} \tag{8}$$

Теорема 2 (Новая Китайская теорема об остатках 1) [8]: Пусть дано число в СОК (x_1, x_2, \dots, x_n) . Число в десятичной системе счисления может быть вычислено по следующей формуле:

$$X = [B_0 + B_1 P_1 + B_2 P_1 P_2 + \dots + B_{n-1} P_1 P_2 \dots P_{n-1}]_{P_1 P_2 \dots P_{n-1} P_n} \tag{9}$$

где $B_i = a_{0,i} x_1 + a_{1,i} x_2 + \dots + a_{i,i} x_{i+1}$, при любом $i = 0, 1, \dots, n-1$

Разница между известной КТО и НКТО1 очевидна. Здесь мы используем характеристическую матрицу, состоящую из небольших чисел, вместо больших, как в не модифицированной КТО. Новая КТО представляется в смешанной системе счисления, где коэффициенты — это основания первого порядка. Таким образом, числа которые участвуют в сложении меньше в НКТО1.

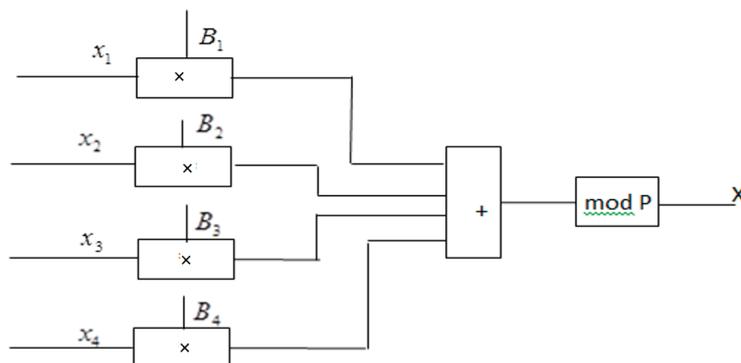


Рис. 1. Схема перевода числа из СОК в ПСС с применением КТО

На рисунке 2 представлена схема перевода числа из СОК в ПСС с использованием НКТО 1.

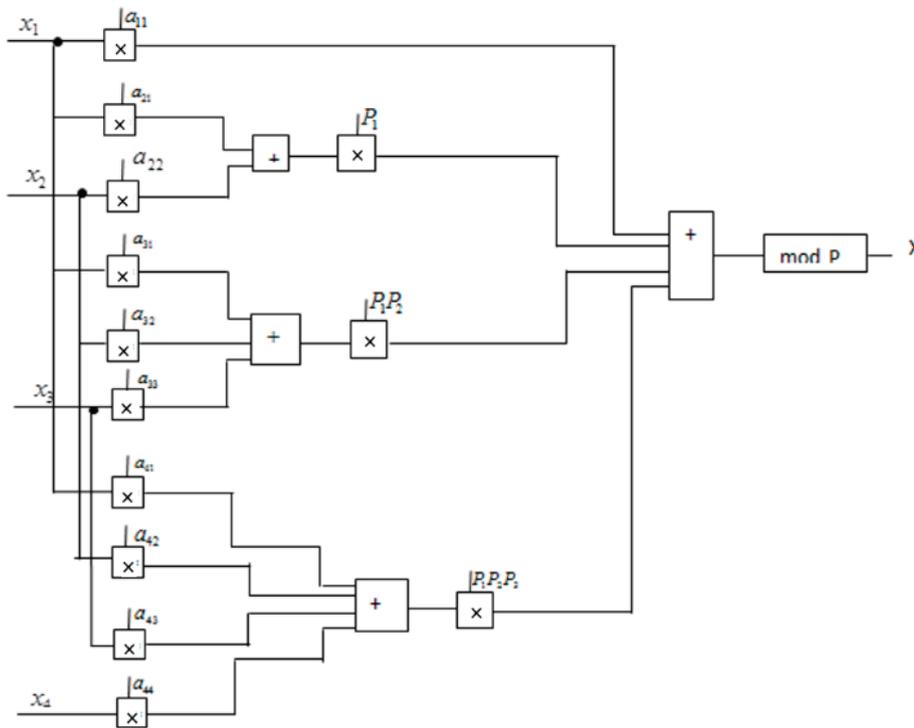


Рис. 2. Схема перевода числа из СОК в ПСС с применением НКТО1

Рассмотрим алгоритм перевода из СОК в позиционную систему счисления $(\{x_1, x_2, \dots, x_n\}, X)$.

Если $n = 2t > 2$ или $n = 2t + 1 > 2$:

Выполним $((x_1, x_2, \dots, x_t), N_1)$, если $M_1 = \prod_{i=1}^t P_i$.

Выполним $((x_{t+1}, \dots, x_n), N_2)$, если $M_2 = \prod_{i=t+1}^n P_i$.

Найдем $k_0 : k_0 \cdot M_2 \equiv 1 \pmod{M_1}$

Получим: $X = N_2 + [k_0(N_1 - N_2)]_{M_1} \cdot M_2$.

Если $n = 2$:

Определим $k_0 : k_0 \cdot P_2 \equiv 1 \pmod{P_1}$,

Получим $X = x_2 + [k_0(x_1 - x_2)]_{P_1} \cdot P_2$.

Если $n = 1$:

$X = x_1 \pmod{P_1}$.

Теорема 3 (Новая Китайская теорема об остатках 2) [8]: Рассмотренный алгоритм корректно восстанавливает число X по остаткам $\{x_1, x_2, \dots, x_k\}$.

Отличие НКТО2 от известной КТО очевидно, ведь здесь, как и в случае с НКТО1 отсутствует вычислительно сложная операция по большому модулю.

На рисунке 3 схематически представлен процесс перевода числа из СОК в ПСС с использованием НКТО 2.

Пример. Осуществим процедуру перевода числа $X = (1, 2, 3, 4)$ по модулям $(2, 3, 5, 7)$ из СОК в ПСС. С использованием известной КТО получим:

$$M = 2 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 = 210, \quad s_1 = 105, \quad s_2 = 70, \quad s_3 = 42, \quad s_4 = 30, \quad \left| \frac{1}{s_1} \right|_{P_1} = \left| \frac{1}{105} \right|_2 = 1,$$

$$\left| \frac{1}{s_2} \right|_{P_2} = \left| \frac{1}{70} \right|_3 = 1, \quad \left| \frac{1}{s_3} \right|_{P_3} = \left| \frac{1}{42} \right|_5 = 3, \quad \left| \frac{1}{s_4} \right|_{P_4} = \left| \frac{1}{30} \right|_7 = 4$$

$$X = [105 \cdot 1 \cdot x_1 + 70 \cdot 1 \cdot x_2 + 42 \cdot 3 \cdot x_3 + 30 \cdot 4 \cdot x_4]_{210} = [105 + 245 + 378 + 480]_{210} = [1103]_{210} = 53$$

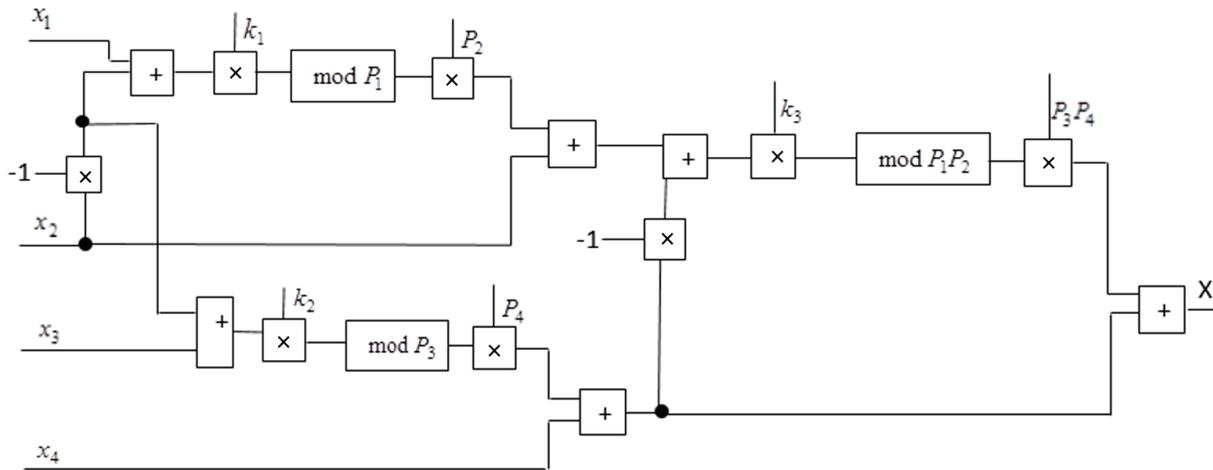


Рис. 3. Схема перевода числа из СОК в ПСС с применением НКТО 2

С использованием НКТО1 имеем: $k_1 \cdot 2 \equiv 1 \pmod{3 \cdot 5 \cdot 7} \Rightarrow k_1 = 53$; $k_2 \cdot 2 \cdot 3 \equiv 1 \pmod{5 \cdot 7} \Rightarrow k_2 = 6$;
 $k_3 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 5 \equiv 1 \pmod{7} \Rightarrow k_3 = 4$.

Составим характеристическую матрицу:

$$a_0 = [1 - k_1 P_1]_M = [1 - 53 \cdot 2]_{210} = [-105]_{210} = 105; \quad a_1 = [k_1 - k_2 P_2]_{P_2 \dots P_n} = [53 - 6 \cdot 3]_{105} = [35]_{105} = 35;$$

$$a_2 = [k_2 - k_3 P_3]_{P_3 P_4} = [6 - 4 \cdot 5]_{35} = [-14]_{35} = 21; \quad a_3 = k_3 = 4.$$

$$105 \cdot 1 = 105 = 30 \cdot 3 + 6 \cdot 2 + 2 \cdot 1 + 1; \quad 35 \cdot 2 = 70 = 30 \cdot 2 + 6 \cdot 1 + 2 \cdot 2;$$

$$21 \cdot 6 = 126 = 30 \cdot 4 + 6 \cdot 1; \quad 4 \cdot 30 = 120 = 30 \cdot 4$$

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 0 & 0 \\ 2 & 1 & 1 & 0 \\ 3 & 2 & 4 & 4 \end{pmatrix}$$

$$X = [x_1 + (x_1 + 2 \cdot x_2)P_1 + (2 \cdot x_1 + x_2 + x_3) \cdot P_1 P_2 + (3 \cdot x_1 + 2 \cdot x_2 + 4 \cdot x_3 + 4 \cdot x_4) \cdot P_1 P_2 P_3]_M = [1 + 10 + 42 + 1050]_{210} = 53$$

С использованием НКТО2:

$$k_0 \cdot 3 \equiv 1 \pmod{2} \Rightarrow k_0 = 1;$$

$$N_1 = x_2 + [k_0(x_1 - x_2)]_{P_1} \cdot P_2 = 2 + [1 \cdot (1 - 2)]_2 \cdot 3 = 2 + 3 = 5;$$

$$k_0 \cdot 7 \equiv 1 \pmod{5} \Rightarrow k_0 = 3;$$

$$N_2 = x_4 + [k_0(x_3 - x_2)]_{P_3} \cdot P_4 = 4 + [3 \cdot (3 - 4)]_5 \cdot 7 = 4 + 84 = 88;$$

$$k_0 \cdot 35 \equiv 1 \pmod{6} \Rightarrow k_0 = 11;$$

$$X = N_2 + [k_3(N_1 - N_2)]_{P_3 P_4} \cdot P_3 P_4 = 88 + [11(5 - 88)]_6 \cdot 35 = 53.$$

Таблица 1. Сравнительный анализ методов перевода числа из СОК в ПСС

Метод	Используемые блоки			Наибольший путь		
	Сложение	Умножение	Взятие по модулю	Сложение	Умножение	Взятие по модулю
КТО	1	4	1	1	1	1
НКТО1	4	13	1	2	2	1
НКТО2	6	8	3	4	6	2

Из таблицы 1 видно, что для перевода числа из СОК в ПСС, применяя известную КТО, понадобится 1 блок сложения, 4 блока умножения и 1 блок взятия числа по модулю, при этом наибольший путь равен 3 (по 1 блоку на каждую операцию). Если использовать НКТО1, то понадобится 4 блока сложения, 13 блоков умножения и 1 блок взятия числа по модулю, при этом наибольший путь равен 5 (по 2 блока сложения и умножения и 1 блок взятия по модулю). Если применять НКТО2 данная операция займет 6 блоков сложения, 8 блоков умножения и 3 блока взятия по модулю, и тогда наибольший путь будет равен 12 (4 блока сложения, 6 блоков умножения и 2 блока взятия по модулю). Из таблицы видно, что наименьшее количество блоков понадобится, если использовать ранее известную КТО.

Заключение

Результаты исследования показали, что наиболее рациональным является применение известной КТО, так как ее реализация требует использования наименьшего количества блоков с операциями. КТО требует на 40% меньше операций в наибольшем пути, по сравнению с НКТО1, и на 75% меньше операций в наибольшем пути, по сравнению с НКТО2.

С другой стороны, для решения некоторых задач может оказаться удобнее использовать НКТО1 и НКТО2, так как они исключают громоздкие вычисления по большому модулю.

Литература:

1. Червяков Н. И., Велигоша А. В., Калмыков И. А., Иванов П. Е. Цифровые фильтры в системе остаточных классов // Радиоэлектроника. — 1995. Т. 38, № 8. — С. 11–20.
2. Червяков Н. И., Евдокимов А. А., Головкин А. Н. Гибридная нейронная сеть для коррекции ошибок «на лету» в системе остаточных классов // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. — 2009, № 10. — С. 13–20.
3. Cardarilli G. C., A. Nannarelli A., Re M. «Residue number system for low-power DSP applications», Proc. 41st Asilomar Conf. Signals, Syst., Comput., 2007. pp. 1412–1416.
4. Chervyakov N. I., Lyakhov P. A., M. G. Babenko M. G. Digital filtering of images in a residue number system using finite-field wavelets, Automatic Control and Computer Sciences 48 (3), 2014. pp. 180–189.
5. Peemen M., Setio A. A. A., Mesman B and Corporaal H. Memorycentric accelerator design for convolutional neural networks, 31st International Conference on Computer Design (ICCD2013), 2013, pp. 13–19.
6. Farabet C., Martini B., Akselrod P., Talay S., LeCun Y and Culurciello E. Hardware accelerated convolutional neural networks for synthetic vision systems, Int'l Symp. on Circuits and Systems (ISCAS2010), 2010, pp. 257–260.
7. Chervyakov N. I., Molahosseini A. S., Lyakhov P. A., Babenko M. G., Deryabin M. A.: «Residue-to-Binary Conversion for General Moduli Sets Based on Approximate Chinese Remainder Theorem», International Journal of Computer Mathematics, 2016, pp. 1–17.
8. Parhami B. Computer Arithmetic: Algorithms and Hardware Designs/ B. Parhami, Oxford University Press, Inc., 2000. — 492 p.

ФИЗИКА

Программирование двухфазного генератора с синусоидальными напряжениями со сдвигом 90° на микроконтроллере STM32

Емельянов Александр Александрович, доцент;

Бесклеткин Виктор Викторович, ассистент;

Иванин Александр Юрьевич, студент;

Пестеров Дмитрий Ильич, студент

Российский государственный профессионально-педагогический университет (г. Екатеринбург)

Целью данной работы является программирование студентами на лабораторном стенде ШИМ-сигналов, сдвинутых на 90°. Программирование производится в среде CoCoSox CoIDE.

Для реализации этой цели необходимо решить следующие задачи:

- Формирование синусоидального базового сигнала в цифровой форме с помощью задания углов, определяемых как $2\pi/125$;
- Включение тактирования периферийных устройств;
- Ввод функции инициализации:
 - 1) Назначение портов ввода-вывода (GPIO — General Ports Input/Outputs);
 - 2) Инициализация таймера (TIM1);
 - 3) Инициализация ШИМ с обязательным включением комплементарных каналов.
- Описание функции прерывания (SysTick_Handler);

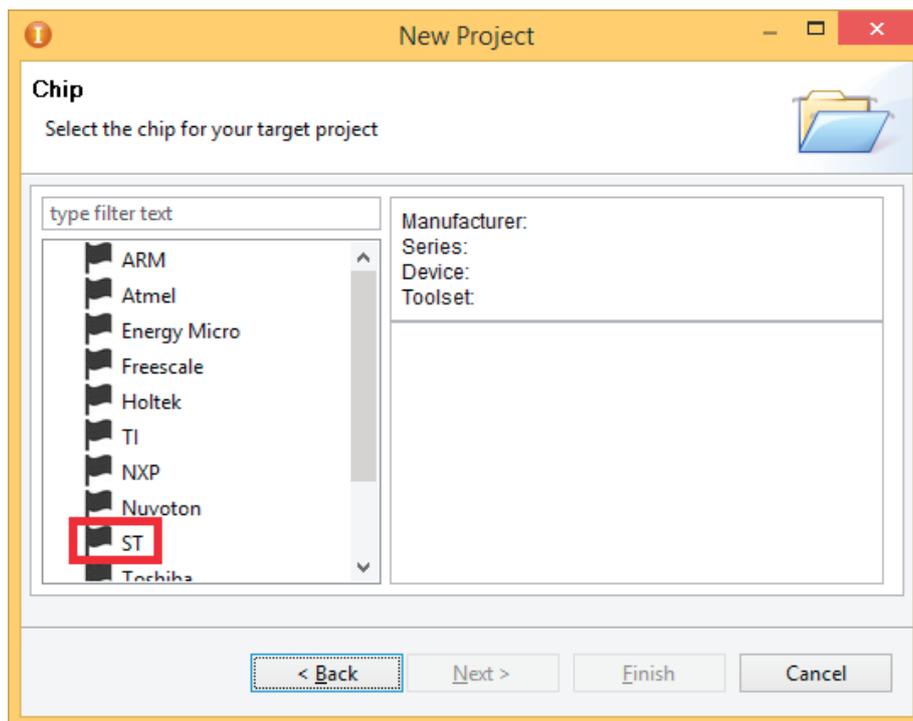


Рис. 1. Выбор фирмы микроконтроллера

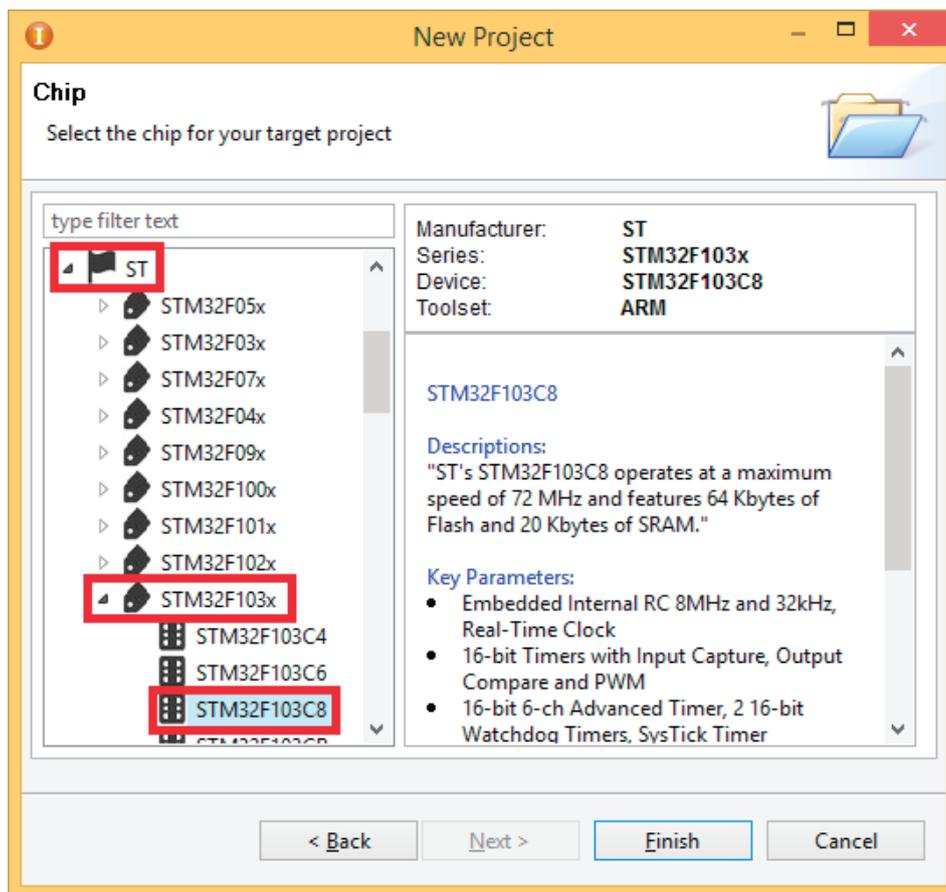


Рис. 2. Выбор микроконтроллера

- Формирование массива, соответствующего новому сигналу, сдвинутому на 90° по отношению к базовому сигналу. Алгоритм набора кода в программе CoIDE состоит в следующем:
 1. Запускаем среду программирования CoCox CoIDE.
 2. После запуска CoCox CoIDE в строке меню нажать: Project → New Project.
 3. В появившемся окне в поле «Project name» ввести имя своему проекту.
 4. Далее нужно выбрать поле с надписью «Chip».
 5. Появится окно с выпадающими списками различных фирм микроконтроллеров (рис. 1). Необходимо открыть список ST, затем из выпадающего списка открыть подсписок STM32F103x, после чего найти микроконтроллер STM32F103C8, выбрать его левым щелчком мыши и нажать Finish (рис. 2).
 6. После проделанных действий появится главное окно с репозиторием для выбора необходимых для проекта библиотек (рис. 3). Необходимо подключить следующие библиотеки:
 - 1) RCC — для управления тактовым генератором;
 - 2) GPIO — для управления портами ввода-вывода;
 - 3) TIM — для управления таймерами.
 7. После выбора необходимых библиотек в панели файлов нужно выбрать файл «main.c», весь код будет находится здесь.
 8. С помощью директивы «#include <>» необходимо подключить заголовочные файлы (рис. 4).
 9. Далее нужно ввести все структуры, которые будут использоваться в коде, а также ввести массив для построения синусоидальной ШИМ (рис. 5). Массив имеет тип «uint16_t», что означает, что данный массив не имеет отрицательных значений, а также числа, входящие в этот массив, могут принимать значения в диапазоне от 0 до 65535.
 10. Для удобства восприятия кода программа была разделена на несколько подпрограмм (функций). Вначале необходимо ввести и заполнить функцию «void initRcc(void)» (рис. 6) для включения тактирования всех используемых периферийных устройств. Данная функция имеет тип «void».
 11. Следующим шагом будет ввод и заполнение функции инициализации всех периферийных устройств «void initAll(void)». Данная функция, как и предыдущая, также имеет тип «void». Но так как она имеет большой объем, необходимо разбить ее на участки:

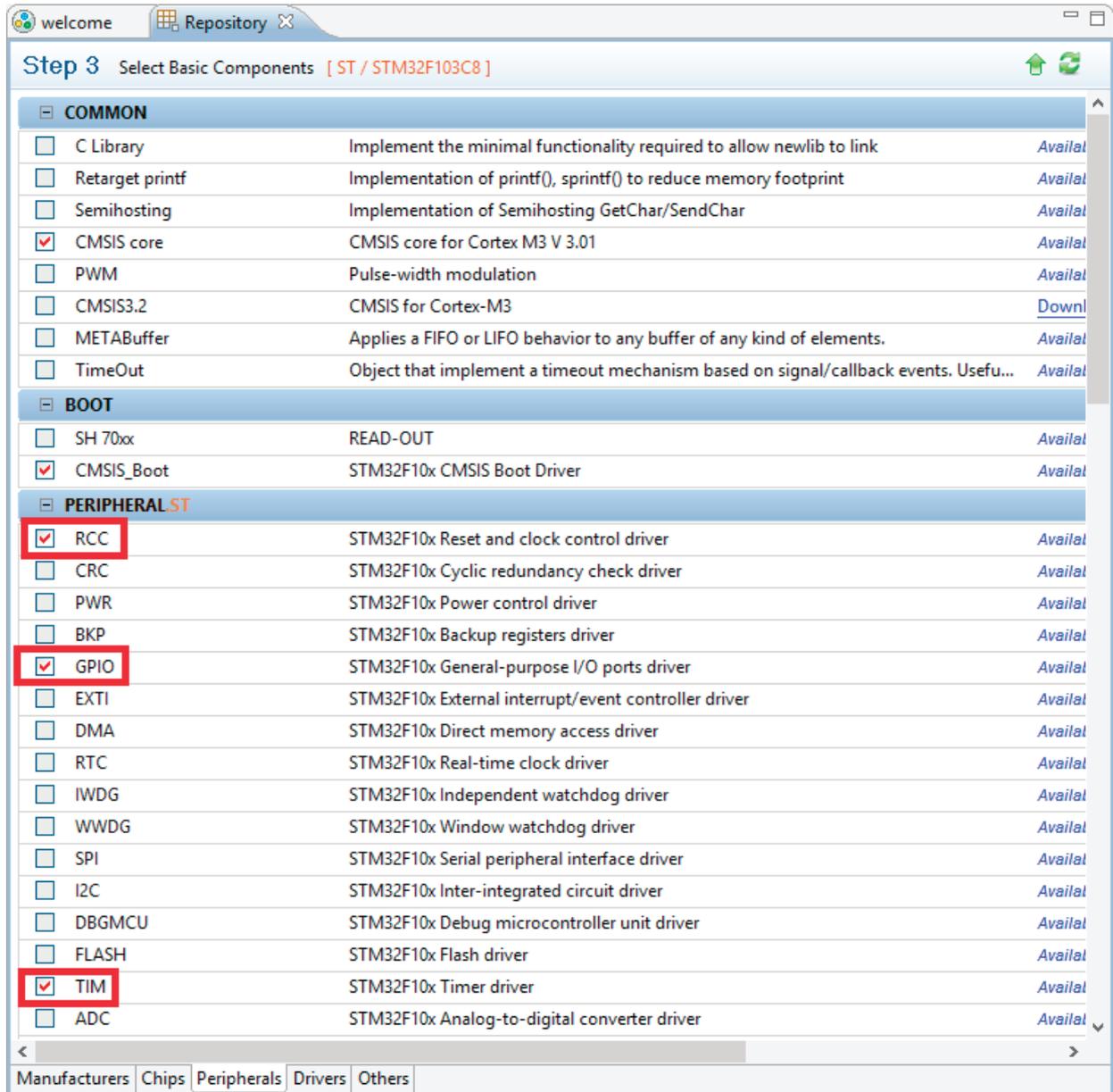


Рис. 3. Выбор библиотек в репозитории

```

1 #include <stm32f10x.h>
2 #include <stm32f10x_gpio.h>
3 #include <stm32f10x_rcc.h>
4 #include <stm32f10x_tim.h>

```

Рис. 4. Подключенные библиотеки

1) Назначение портов ввода-вывода (рис. 7). Все выходы назначены как альтернативные функции с двумя состояниями;

2) Инициализация таймера TIM1 (рис. 8);

3) Инициализация ШИМ (рис. 9);

4) Необходимо инициализировать системный таймер. Для этого нужно написать функцию SysTick_Config(), в аргументах которой указывается частота тактирования. Необходимо указать частоту 1200, в итоге должно получиться SysTick_Config(1200).

12. После ввода и заполнения функции тактирования необходимо заполнить функцию прерывания SysTick_Handler (рис. 10), в которой будет проходить процесс записи значений массива в регистры сравнения таймера.

```

8 //-----Ввод структур-----
9 GPIO_InitTypeDef gpio;
10 GPIO_InitTypeDef gpio_1;
11 GPIO_InitTypeDef gpio_2;
12 GPIO_InitTypeDef gpio_3;
13 TIM_TimeBaseInitTypeDef TIM_Base_1;
14 TIM_OCInitTypeDef TIM_PWM;
15 TIM_BDTRInitTypeDef bdtr;
16 uint16_t sinPWM[125]={
17     240,255,270,285,300,314,328,342,
18     356,369,381,393,404,415,425,434,
19     443,450,457,463,468,472,476,478,
20     480,480,480,478,476,472,468,463,
21     457,450,443,434,425,415,404,393,
22     381,369,356,342,328,314,300,285,
23     270,255,240,225,210,195,180,166,
24     152,138,124,111,99,87,76,65,
25     55,46,37,30,23,17,12,8,
26     4,2,0,0,0,2,4,8,
27     12,17,23,30,37,46,55,65,
28     76,87,99,111,124,138,152,166,
29     180,195,210,225,240,
30     240,255,270,285,300,314,328,342,
31     356,369,381,393,404,415,425,434,
32     443,450,457,463,468,472,476,478
33 };

```

Рис. 5. Ввод структур и массива синуса

```

45 //-----Функция включения тактирования периферии-----
46 void initRCC(void)
47 {
48     RCC->APB2ENR |= RCC_APB2ENR_IOPBEN | RCC_APB2ENR_IOPAEN
49                 | RCC_APB2ENR_TIM1EN | RCC_APB2ENR_AFIOEN;
50     RCC->AHBENR |= RCC_AHBENR_DMA1EN;
51 }

```

Рис. 6. Функция включения тактирования

```

55 //-----Назначение GPIO (Портов ввода-вывода)-----
56 GPIO_StructInit(&gpio);
57 gpio.GPIO_Mode = GPIO_Mode_AF_PP;
58 gpio.GPIO_Pin = GPIO_Pin_8;
59 gpio.GPIO_Speed = GPIO_Speed_50MHz;
60 GPIO_Init(GPIOA, &gpio);
61 //-----
62 GPIO_StructInit(&gpio_1);
63 gpio_1.GPIO_Mode = GPIO_Mode_AF_PP;
64 gpio_1.GPIO_Pin = GPIO_Pin_9;
65 gpio_1.GPIO_Speed = GPIO_Speed_50MHz;
66 GPIO_Init(GPIOA, &gpio_1);
67 //-----
68 GPIO_StructInit(&gpio_2);
69 gpio_2.GPIO_Mode = GPIO_Mode_AF_PP;
70 gpio_2.GPIO_Pin = GPIO_Pin_13;
71 gpio_2.GPIO_Speed = GPIO_Speed_50MHz;
72 GPIO_Init(GPIOB, &gpio_2);
73 //-----
74 GPIO_StructInit(&gpio_3);
75 gpio_3.GPIO_Mode = GPIO_Mode_AF_PP;
76 gpio_3.GPIO_Pin = GPIO_Pin_14;
77 gpio_3.GPIO_Speed = GPIO_Speed_50MHz;
78 GPIO_Init(GPIOB, &gpio_3);

```

Рис. 7. Назначение GPIO в функции initAll()

```

79 //-----Назначение TIM1-----
80 TIM_TimeBaseStructInit (&TIM_Base_1);
81 //пределитель частоты 0
82 TIM_Base_1.TIM_Prescaler = 0;
83 //таймер считает вверх
84 TIM_Base_1.TIM_CounterMode = TIM_CounterMode_Up;
85 TIM_Base_1.TIM_Period = 480;
86 TIM_Base_1.TIM_ClockDivision = TIM_CKD_DIV1;
87 TIM_TimeBaseInit(TIM1, &TIM_Base_1);
88 TIM_Cmd(TIM1, ENABLE);

```

Рис. 8. Инициализация таймера

```

89 //-----Назначение ШИМ-----
90 TIM_OCStructInit (&TIM_PWM);
91 TIM_PWM.TIM_OCMode = TIM_OCMode_PWM1;
92 //Включение каналов ШИМ
93 TIM_PWM.TIM_OutputState = TIM_OutputState_Enable;
94 //Включение комплементарных каналов ШИМ
95 TIM_PWM.TIM_OutputNState = TIM_OutputNState_Enable;
96 //Первый канал ШИМ
97 TIM_OC1Init(TIM1, &TIM_PWM);
98 TIM_OC1PreloadConfig(TIM1, TIM_OCPreload_Enable);
99 //Второй канал ШИМ
100 TIM_OC2Init(TIM1, &TIM_PWM);
101 TIM_OC2PreloadConfig(TIM1, TIM_OCPreload_Enable);

```

Рис. 9. Инициализация ШИМ

```

106 // функция прерывания (системный таймер)
107 void SysTick_Handler(void)
108 {
109     t1++;
110     if(t1>=100)
111         {t1=0;}
112     //Сброс битов в ранее настроенных выводах
113     GPIO_ResetBits(GPIOA, GPIO_Pin_8 | GPIO_Pin_9 | GPIO_Pin_10);
114     //Запись данных из массива sinPWM в регистр сравнения CCR1 таймера TIM1
115     TIM1->CCR1 = (sinPWM[t1+25]);
116     //Запись данных из массива sinPWM в регистр сравнения CCR2
117     TIM1->CCR2 = (sinPWM[t1]);
118 }

```

Рис. 10. Описание функции прерывания

13. После того как все функции были введены и заполнены, нужно объявить их перед функцией «int main()» (рис. 11).

```

33 void initRCC(void);
34 void initAll(void);
35 int main(void)
36 {
37

```

Рис. 11. Объявление функций

14. Следующим шагом необходимо записать данные функции между фигурными скобками в «main()» (рис. 12). Цикл «while» в этом проекте останется пустым. После этого код можно считать завершенным.

```

35 int main(void)
36 {
37
38     initRCC();
39     initAll();
40
41     while(1)
42     {
43
44     }
45 }
    
```

Рис. 12. Функция main()

15. После написания кода программы, его необходимо скомпилировать. Для этого в панели инструментов нужно нажать «Build». В случае успешной компиляции в консоли появится надпись «BUILD SUCCESSFUL», а также будет указан размер программы. Если в коде присутствуют ошибки, то в консоли будет указано, где именно находятся эти ошибки, а также появится надпись «BUILD FAILED».

16. После завершения компиляции последним этапом станет загрузка рабочей программы в микроконтроллер. Для этого нужно через специальный кабель (удлинитель USB) подключить программатор, расположенный на лабораторном стенде, к компьютеру. После подключения в панели инструментов нажать «Download Code to Flash» и дождаться окончания загрузки. В случае удачной загрузки в консоли появятся надписи: «Erase: Done»; «Program: Done»; «Verify: Done». Если существуют проблемы с подключением платы к компьютеру, то появится надпись «Error: Connect failed, check config and cable connection». Необходимо проверить кабель, к которому подключено устройство.

Общий вид лабораторного стенда представлен на рис. 13.

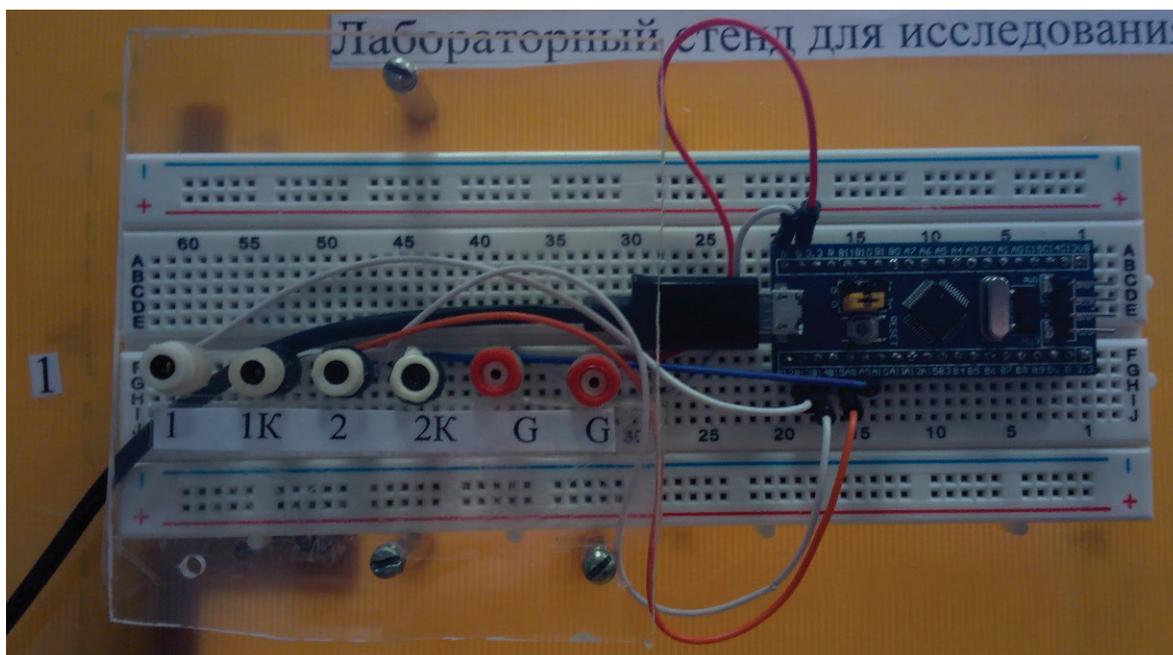


Рис. 13. Лабораторный стенд для исследования сдвига двух сигналов на 90°

Описание клемм:

- 1 — Вывод первого синусоидального сигнала, подключен к выводу A8 на микроконтроллере;
- 1К — Вывод первого комплементарного сигнала, подключен к выводу B13 микроконтроллера;

- 2 — Вывод второго синусоидального сигнала, сдвинутого на 90° , подключен к выводу A9 на микроконтроллере;
- 2K — Вывод первого комплементарного сигнала, подключен к выводу B14 микроконтроллера;
- G — Земля.

Результаты исследования сдвига двух сигналов на 90° показаны на рис. 14.

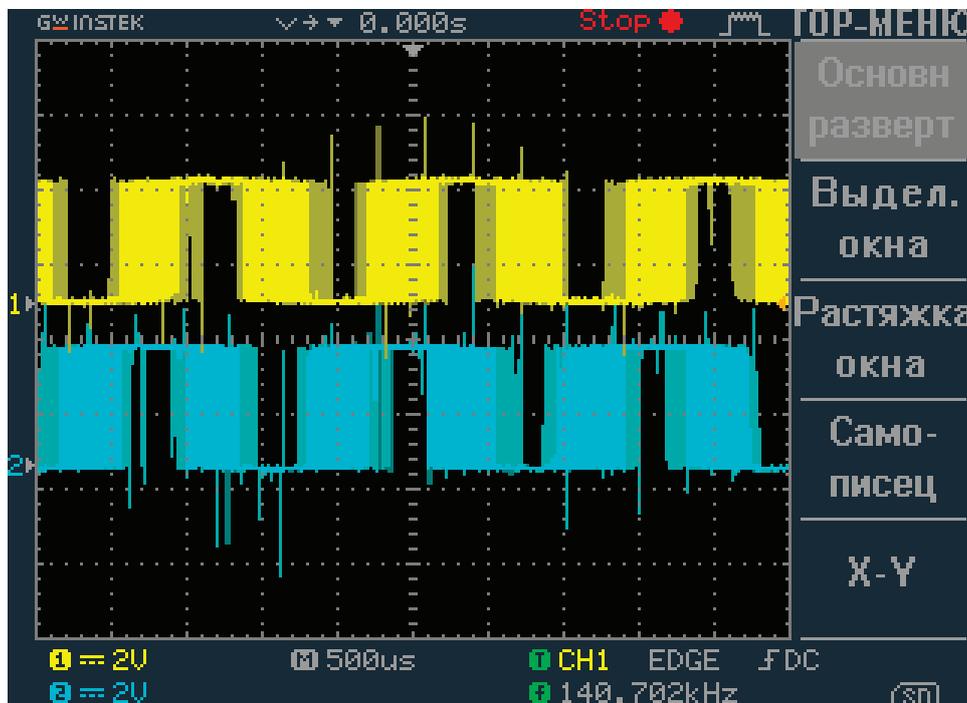


Рис. 14. Осциллограмма сдвига двух сигналов на 90°

Литература:

1. Анучин А. С. Системы управления электроприводов: учебник для вузов / А. С. Анучин. — М.: Изд. дом МЭИ, 2015. — 373 с.
2. Огородников И. Н. Микропроцессорная техника: введение в Cortex-M3: учеб. пособие / И. Н. Огородников. — Екатеринбург: изд-во Урал. Ун-та, 2015. — 116 с.
3. Джозеф Ю. Ядро Cortex-M3 компании ARM. Полное руководство / Ю. Джозеф; пер. с англ. А. В. Евстифеева. — М.: Додэка-XXI, 2012. — 552 с.
4. ST Microelectronics. RM0008 Reference manual. STM32F101xx, STM32F102xx, STM32F103xx, STM32F105xx and STM32F107xx advanced ARM-based 32-bit MCUs. Rev 16—2015.

Программирование изменения скважности импульсов ШИМ на микроконтроллере STM32 с помощью кнопки

Емельянов Александр Александрович, доцент;
Бесклеткин Виктор Викторович, ассистент;
Иванин Александр Юрьевич, студент;
Пестеров Дмитрий Ильич, студент.

Российский государственный профессионально-педагогический университет (г. Екатеринбург)

Целью данной работы является программирование студентами на лабораторном стенде изменения скважности импульсов ШИМ с помощью кнопки. Программирование осуществляется в среде CoCoSox CoIDE.

Для реализации этой цели необходимо решить следующие задачи:

- Ввод значений для кнопки в положении «ON» и в положении «OFF»;

- Ввод структур для использования портов ввода-вывода и таймера;
- Включение тактирования периферийных устройств;
- Ввод функции инициализации:
 - 1) Назначение портов ввода-вывода (GPIO — General Ports Input/Outputs);
 - 2) Инициализация таймера (TIM4);
 - 3) Инициализация ШИМ;
- Описание поведения ШИМ при нажатой кнопке с помощью структуры «if...else».

Порты ввода-вывода (GPIO) — это основной элемент любого микроконтроллера. Они используются для «общения» микроконтроллера с внешним миром. Устройство портов ввода-вывода представлено на рис. 1.

Как видно из рис. 1, выводы микроконтроллера можно сконфигурировать как на вход, так и на выход:

1. Входной драйвер (Input driver) — позволяет сконфигурировать порт микроконтроллера как вход (аналоговый вход, альтернативная функция) с возможностью чтения входных данных и включает в себя:

- 1) Триггер Шмитта (TTL Schmitt trigger);
- 2) Стягивающий резистор (Pull-down) — подключен к выводу G (земля), позволяет получить на выводе низкое напряжение (логический ноль);
- 3) Подтягивающий резистор (Pull-up) — подключен к питанию микроконтроллера, позволяет получить на выводе высокое напряжение (логическую единицу);
- 4) Защитный диод (Protection diode) — защищает микроконтроллер от перенапряжения.

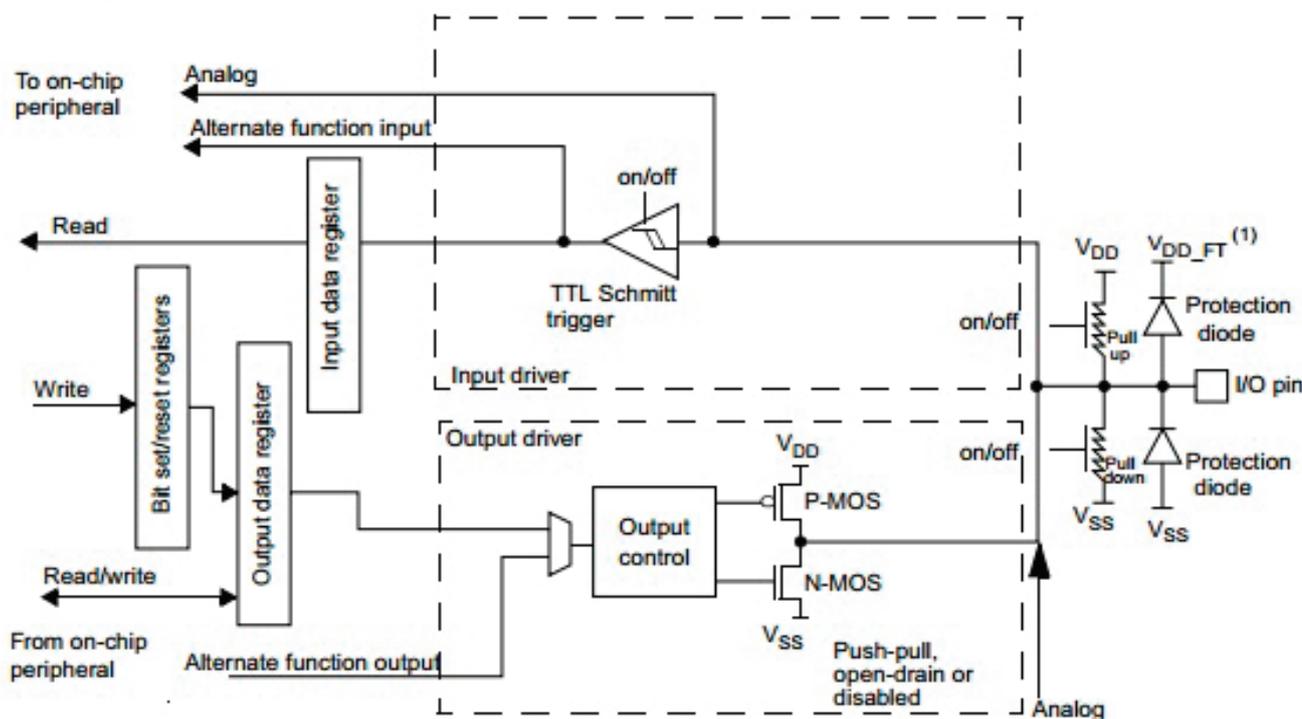


Рис. 1. Устройство портов ввода-вывода (GPIO)

2. Выходной драйвер (Output driver) — позволяет сконфигурировать порт микроконтроллера как выход с возможностью чтения и записи выходных данных. Кроме того, возможна конфигурация порта в виде выхода альтернативной функции (например, для генерации ШИМ-сигналов). Выходной драйвер включает в себя:

- 1) Управление выходом (Output control);
- 2) Транзисторы (PMOS и NMOS) — используются для определения на выходе микроконтроллера высокого напряжения (логической единицы), либо низкого напряжения (логического нуля);
- 3) Защитный диод (Protection diode) — защищает микроконтроллер от перенапряжения.

В данной работе для изменения скважности импульсов ШИМ необходимо подключить кнопку. Кнопка — это устройство, при нажатии на которое происходит замыкание контактов. Для подключения кнопки к микроконтроллеру необходимо сконфигурировать порт микроконтроллера как вход и включить чтение входных данных.

Алгоритм набора кода в программе CoIDE состоит в следующем:

1. Запускаем среду программирования CoCoX CoIDE.
2. После запуска CoCoX CoIDE в строке меню нажать: Project → New Project.
3. В появившемся окне в поле «Project name» ввести имя своему проекту.
4. Далее нужно выбрать поле с надписью «Chip».
5. Появится окно с выпадающими списками различных фирм микроконтроллеров (рис. 2). Необходимо открыть список ST, затем из выпадающего списка открыть подсписок STM32F103x, после чего найти микроконтроллер STM32F103C8, выбрать его левым щелчком мыши и нажать Finish (рис. 3).

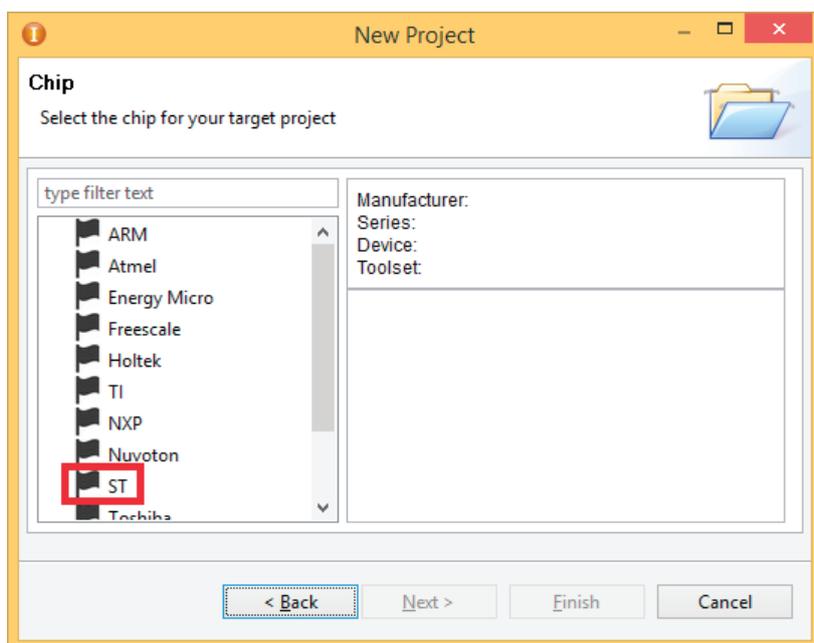


Рис. 2. Выбор фирмы микроконтроллера

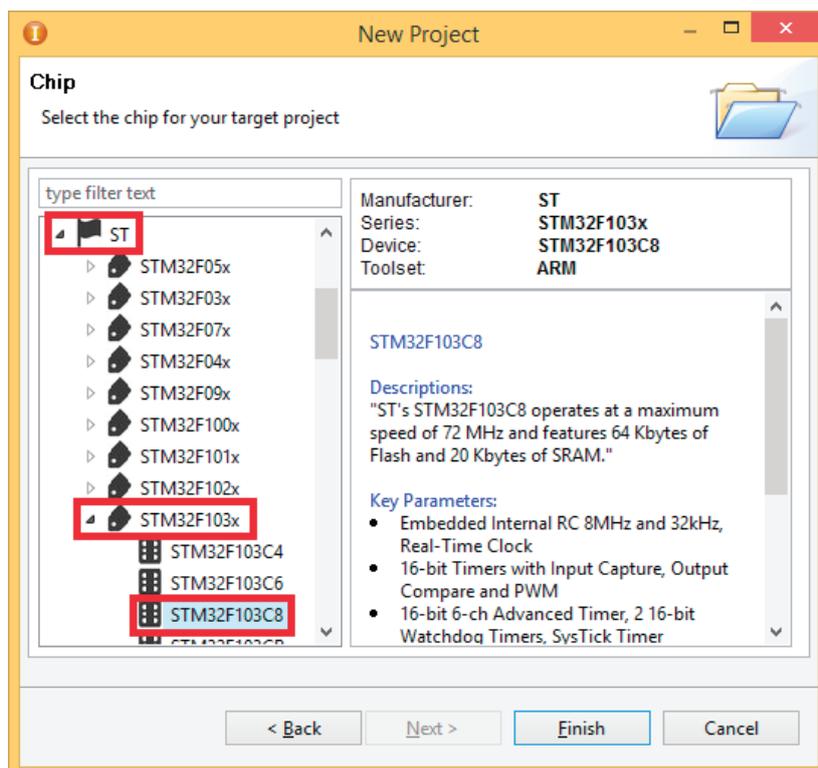


Рис. 3. Выбор микроконтроллера

6. После проделанных действий появится главное окно с репозиторием для выбора необходимых для проекта библиотек (рис. 4). Необходимо подключить следующие библиотеки:

- 1) RCC — для управления тактовым генератором;
- 2) GPIO — для управления портами ввода-вывода;
- 3) TIM — для управления таймерами.

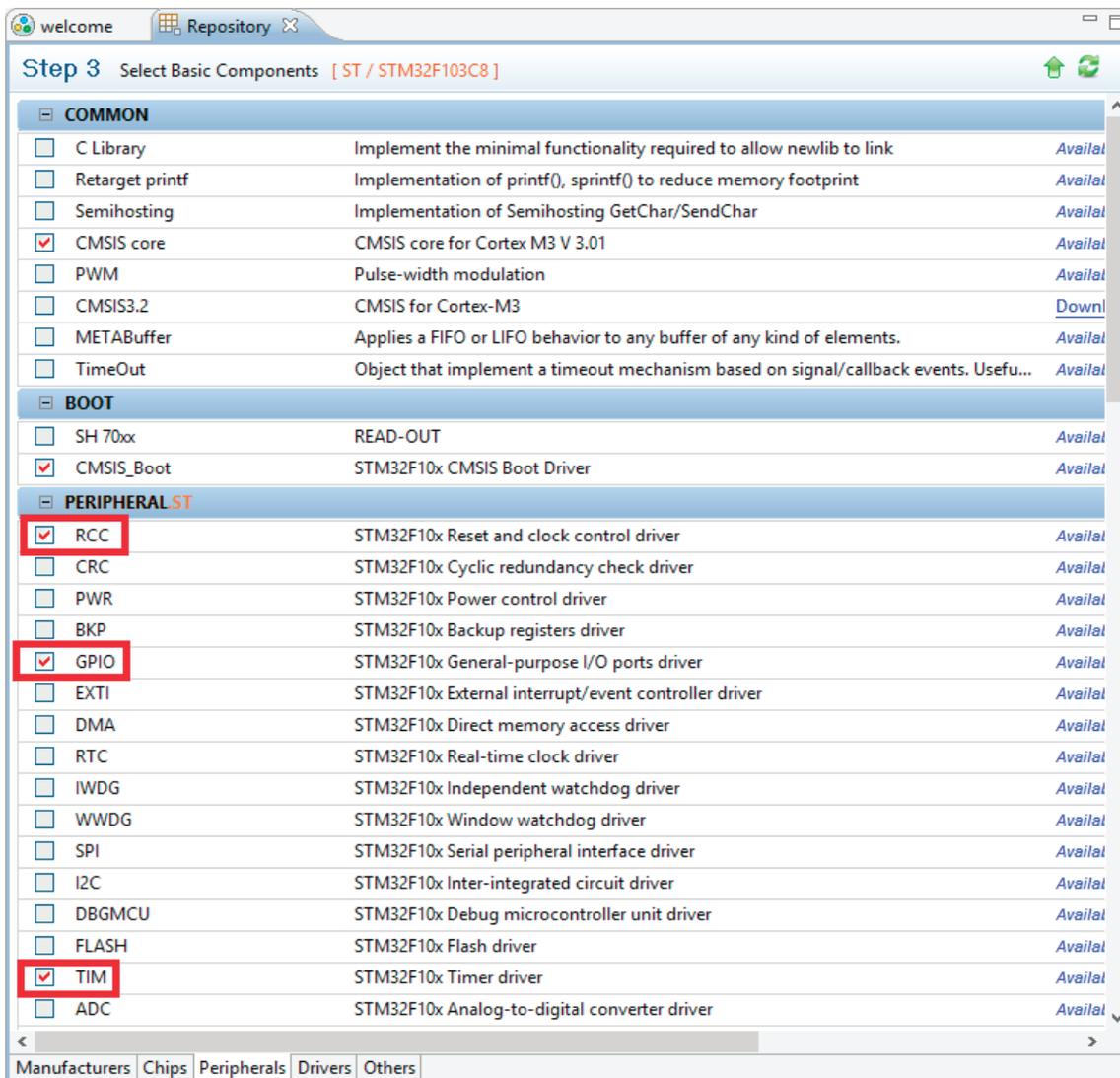


Рис. 4. Выбор библиотек в репозитории

7. После выбора необходимых библиотек в панели файлов нужно выбрать файл «main.c», весь код будет находиться здесь.

8. С помощью директивы «#include <>» необходимо подключить заголовочные файлы (рис. 5).

```

1 #include <stm32f10x.h>
2 #include <stm32f10x_gpio.h>
3 #include <stm32f10x_rcc.h>
4 #include <stm32f10x_tim.h>
    
```

Рис. 5. Подключение заголовочных файлов

9. После подключения заголовочных файлов необходимо с помощью директивы «#define» ввести значения для положения кнопки «ON» — нажата и «OFF» — не нажата (рис. 6).

```

6 #define TIM_PULSE_BUTTON_ON 1500 //если кнопка нажата
7 #define TIM_PULSE_BUTTON_OFF 750 //если кнопка не нажата

```

Рис. 6. Ввод значения для положений кнопки

10. Необходимо включить тактирование периферийных устройств. Для этого нужно создать и заполнить функцию «InitRCC()» (рис. 7).

```

41 void InitRCC(void)
42 {
43     RCC->APB1ENR |= RCC_APB1ENR_TIM4EN;
44     RCC->APB2ENR |= RCC_APB2ENR_AFIOEN | RCC_APB2ENR_IOPBEN|RCC_APB2ENR_IOPCEN;
45 }

```

Рис. 7. Функция включения тактирования периферийных устройств

11. Следующим шагом будет создание и заполнение функции инициализации периферийных устройств «InitAll()»:

1) Необходимо ввести структуры для инициализации портов ввода-вывода (GPIO) и таймера (рис. 8);

```

11 /*****Ввод структур*****/
12 TIM_TimeBaseInitTypeDef timer;
13 GPIO_InitTypeDef led;
14 TIM_OCInitTypeDef timerPWM;
15 GPIO_InitTypeDef button;

```

Рис. 8. Ввод структур

2) Провести инициализацию и настройку портов ввода-вывода (рис. 9);

```

16 /*****Настройки GPIO*****/
17 GPIO_StructInit(&led);
18 led.GPIO_Pin = GPIO_Pin_6;
19 led.GPIO_Speed = GPIO_Speed_50MHz;
20 led.GPIO_Mode = GPIO_Mode_AF_PP;
21 GPIO_Init(GPIOB, &led);
22 GPIO_StructInit(&button);
23 button.GPIO_Pin = GPIO_Pin_4;
24 button.GPIO_Speed = GPIO_Speed_2MHz;
25 button.GPIO_Mode = GPIO_Mode_IN_FLOATING;
26 GPIO_Init(GPIOB, &button);

```

Рис. 9. Инициализация GPIO

3) Инициализация и настройка таймера TIM4 (рис. 10);

```

27 /*****Настройки таймера*****/
28 TIM_TimeBaseStructInit(&timer);
29 timer.TIM_CounterMode= TIM_CounterMode_Up;
30 timer.TIM_Prescaler = 0;
31 timer.TIM_Period = 2000;
32 TIM_TimeBaseInit(TIM4, &timer);

```

Рис. 10. Инициализация таймера (TIM4)

4) Инициализация и настройка ШИМ (рис. 11);

```

33 /*****Настройка ШИМ*****/
34 TIM_OCStructInit (&timerPWM);
35 timerPWM.TIM_Pulse=600;
36 timerPWM.TIM_OCMode = TIM_OCMode_PWM1;
37 timerPWM.TIM_OutputState = TIM_OutputState_Enable;
38 TIM_Cmd(TIM4, ENABLE);
39 TIM_OC1Init(TIM4, &timerPWM);
    
```

Рис. 11. Настройка ШИМ

12. После того как функции «InitRCC()» и «InitAll()» были введены, необходимо объявить их перед функцией «main()» (рис. 12).

```

46 void InitAll(void);
47 void InitRCC(void);
48 int main(void)
49 {
50
    
```

Рис. 12. Объявление функций

13. Следующим шагом необходимо записать функции «InitRCC()» и «InitAll()» между фигурными скобками в функцию «main()», а также в цикле «while(1)» с помощью структуры «if...else» задать параметры для кнопки и регистров сравнения таймера TIM4 (рис. 13). После проделанных действий код можно считать завершенным.

```

48 int main(void)
49 {
50
51 InitRCC();
52 InitAll();
53 while(1)
54 {
55     //чтение данных с вывода
56     if(GPIO_ReadInputDataBit(GPIOB, GPIO_Pin_4)==0x01)
57     {
58         //если кнопка нажата
59         TIM4->CCR1=TIM_PULSE_BUTTON_ON;
60     }
61     else
62     {
63         //если кнопка не нажата
64         TIM4->CCR1 = TIM_PULSE_BUTTON_OFF;
65     }
66 }
67 }
    
```

Рис. 13. Заполнение функции «main()»

14. После написания кода программы, его необходимо скомпилировать. Для этого в панели инструментов нужно нажать «Build». В случае успешной компиляции в консоли появится надпись «BUILD SUCCESSFUL», а также будет указан размер программы. Если же в коде присутствуют ошибки, то в консоли будет указано, где именно находятся эти ошибки, а также появится надпись «BUILD FAILED».

15. После завершения компиляции последним этапом станет загрузка рабочей программы в микроконтроллер. Для этого нужно через специальный кабель (удлинитель USB) подключить программатор, расположенный на лабораторном стенде, к компьютеру. После подключения в панели инструментов нажать «Download Code to Flash» и дождаться окончания загрузки. В случае удачной загрузки в консоли появятся надписи: «Erase: Done»; «Program: Done»;

«Verify: Done». Если существуют проблемы с подключением платы к компьютеру, то появится надпись «Eggo: Connect failed, check config and cable connection». Необходимо проверить кабель, к которому подключено устройство.

Результаты изменения скважности импульсов ШИМ с помощью кнопки даны на рис. 14.

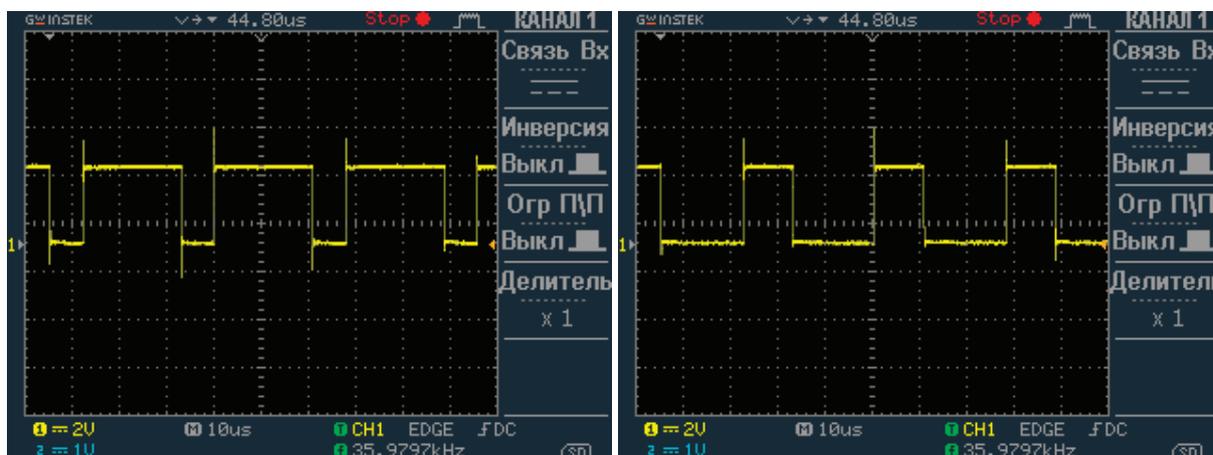


Рис. 14. Осциллограммы изменения скважности импульсов ШИМ с помощью кнопки

Литература:

1. Анучин А. С. Системы управления электроприводов: учебник для вузов / А. С. Анучин. — М.: Изд. дом МЭИ, 2015. — 373 с.
2. Огородников И. Н. Микропроцессорная техника: введение в Cortex-M3: учеб. пособие / И. Н. Огородников. — Екатеринбург: изд-во Урал. Ун-та, 2015. — 116 с.
3. Джозеф Ю. Ядро Cortex-M3 компании ARM. Полное руководство / Ю. Джозеф; пер. с англ. А. В. Евстифеева. — М.: Додэка-XXI, 2012. — 552 с.
4. ST Microelectronics. RM0008 Reference manual. STM32F101xx, STM32F102xx, STM32F103xx, STM32F105xx and STM32F107xx advanced ARM-based 32-bit MCUs. Rev 16—2015.

ХИМИЯ

Проблемы извлечения компонентов при проведении химико-аналитических исследований проб организмов макрозообентоса

Лукина Ксения Анатольевна, кандидат технических наук, инженер-лаборант
ООО «Фертоинг» (г. Санкт-Петербург)

Мониторинг качества компонентов окружающей природной среды в результате активизации добычи углеводородного сырья на шельфе в настоящее время приобретает все большую актуальность. Основными компонентами мониторинга являются: морская вода на различной глубине, донные отложения, а также фитопланктон, включая первичную продукцию, зоопланктон, ихтиопланктон, бактериопланктон, макрозообентос. Представители фауны обследуемых районов преимущественно анализировались на видовой и групповой состав. Тем не менее, за период 2015–2016 гг. появилась тенденция проведения химико-аналитических исследований тканей организмов ихтиофауны и макрозообентоса на содержание металлов.

Problems during extraction component chemical analysis of macrozoobenthos sampling organisms

Lukina K. A., Ph.D.
Fertoing Ltd

Monitoring the quality of a components of the environment as an intensification results of hydrocarbon production on the shelf is now becoming increasingly important. The main monitoring components are: sea water at various depths, bottom sediments, as well as phytoplankton, including primary products, zooplankton, ichthyoplankton, bacterioplankton, macrozoobenthos. Representatives of the fauna of the surveyed areas were mainly analyzed for species and group composition. Nevertheless, for the period 2015–2016 years it was a tendency to conduct chemical and analytical studies of the tissues of the ichthyofauna and macrozoobenthos organisms on the content of metals.

Проведение экологического мониторинга было территориально приурочено к окраинным акваториям Северного Ледовитого океана. В качестве задачи химико-аналитического исследования проб организмов макрозообентоса было обозначено проведение покомпонентного анализа тканей организмов на максимально возможный перечень металлов и мышьяк. Ограничение по возможностям проведения анализа было вызвано затруднениями в отборе проб образцов, а также недостаточной биомассой образца. Данное ограничение приводит к повышению требований к качеству пробоподготовки, то есть, технология подготовки пробы должна быть подобрана с учетом максимального извлечения указанных компонентов без потери значительного объема пробы. Так как объем пробы не значителен, а пределы содержания катионов металлов и мышьяка варьируются в зна-

чительной степени, в качестве метода количественного анализа был определен метод атомно-абсорбционной спектрофотометрии. Данный метод аналитического исследований был выбран по причине высокой чувствительности и селективности.

Проблемой проведения пробоподготовки образцов гидробионтов для дальнейшего количественного химического анализа состава примесей тканей гидробионтов с применением метода атомной абсорбции в настоящее время активно занимается ряд научно-исследовательских организаций. В качестве основной методики пробоподготовки образцов тканей гидробионтов используется методика разложения органических структур в среде концентрированной азотной кислоты. Применение азотной кислоты препятствует образованию осадков катионов металлов и мышьяка. Выбор данной технологии также об-

условлен ее доказанной эффективностью в процессе исследования организмов бентоса пресноводных водоемов и активного ила. В случае разложения органических структур тканей пресноводных организмов в образцах отсутствовали посторонние включения, мутность либо осадок, что является одним из требований к качеству технологии пробоподготовки. Таким образом, целью данной работы являлась оценка применимости указанной технологии при разложении структур тканей гидробионтов в процессе пробоподготовки для методов атомно-абсорбционной спектrophотометрии, а также предложение по усовершенствованию технологии при необходимости.

Отбор проб проводился с применением дночерпателя Ванвина. Образцы макрозообентоса отбирались с помощью промывочного столика с дальнейшей классификацией по размеру и отсутствию хитинового панциря, поскольку его наличие могло бы привести к затруднению при разложении органических структур тканей образца. Образцы макрозообентоса консервировались с применением формалина.

В процессе промывания организмов макрозообентоса с применением промывочного столика не было выявлено отклонений в структуре организмов, отсутствовали патологические изменения внешних контуров и оболочек, не наблюдалось присутствия постороннего запаха или включений. Что позволяет сделать вывод об отсутствии высокой степени техногенной нагрузки, которая приводит к мутациям, идентифицируемым без применения специальных методов и средств.

В виду наличия малого количества пробы, передаваемой для анализа органолептическое исследование образцов путем варки и кипячения не проводилось.

Следующим этапом обработки проб являлось разложение органических структур ткани с целью перевода в раствор катионов металлов и мышьяка с целью дальнейшего исследования компонентного состава с приме-

нением методов атомно-абсорбционной спектrophотометрии. В качестве технологии извлечения было принято решение использовать классическую технологию разложения органических структур тканей, которая состоит в том, что к подготовленной навеске массой 1 грамм приливают 4 мл концентрированной азотной кислоты. Далее пробы помещаются в контейнер и выдерживаются в муфельной печи (либо термостате) на протяжении 4–6 часов [2].

В качестве тестового образца была использована проба организмов макрозообентоса. Разложение проводилось в двух параллельных пробах. Проба выдерживалась в муфельной печи на протяжении 4 часов в фарфоровых тиглях. В результате применения данной технологии было выявлено, что разложение органических структур произошло не в полном объеме, что было установлено при перемещении образца в стеклянную колбу. В объеме раствора отмечалось содержание крупных включений тканей организмов (линейные размеры не менее 3 на 3 мм) и характеризовался повышенной мутностью.

Наличие данных включений и мутности указывают на то, что органоинеральные комплексы растворились не в полном объеме, следовательно, катионы металлов переведены в раствор в недостаточной для получения достоверного результата степени. Полученные результаты позволяют сделать вывод о невозможности применения приведенной выше технологии разложения органических структур тканей организмов отобранных образцов. В связи с этим дальнейшая работа велась в направлении предложения технологических решений по повышению качества используемой методики для разложения органических структур тканей образцов.

С целью повышения качества растворения органических структур было принято решение изменения способа подготовки проб в соответствии со следующими действиями:

Таблица 1. Результаты исследования проб макрозообентоса в зависимости от применяемой технологии

Технологическое решение	Наличие осадка	Наличие мутности	Полнота извлечение катионов*
4 мл HNO ₃ конц., выдержка в муфельной печи 4 часа (наиболее применяемая методика)	присутствие крупных включений, остатков тканей организмов	значительная	-**
6 мл HNO ₃ конц., выдержка в муфельной печи 6 часов	отсутствовало	незначительная	99,6%
3 мл HNO ₃ конц., 1 мл HCl конц., выдержка в муфельной печи 4 часа	присутствовал	присутствовала	86%
4 мл HNO ₃ конц., кипячение в микроволновой установке разложения	отсутствовало	незначительная	100%
3 мл HNO ₃ конц., 1 мл HCl конц., кипячение в микроволновой установке разложения	присутствовал	присутствовала	92%

* оценка производилась по результатам анализа образца методом атомно-абсорбционной спектrophотометрии (процент от максимального)

** исследование не проводилось по причине низкого качества пробы

1. Использование 6 мл концентрированной азотной кислоты с выдержкой на протяжении 6 часов.

2. Использование 3 мл концентрированной азотной кислоты и 1 мл концентрированной соляной кислоты с выдержкой на протяжении 4 часов.

3. Использование 4 мл концентрированной азотной кислоты с кипячением в микроволновой установке разложения до полного растворения органических структур.

4. Использование 3 мл концентрированной азотной кислоты и 1 мл концентрированной соляной кислоты с кипячением в микроволновой установке разложения до полного растворения органических структур.

Применение соляной кислоты было выбрано частично в качестве индикатора для определения наличия катионов металлов, а также органических комплексонов, которые могут образовать нерастворимый осадок. Перед проведением анализа каждая проба была отфильтрована через мелкопористый мембранный фильтр. Результаты проведения эксперимента приведены в таблице 1.

Литература:

1. Кузнецов, Б. А. Определитель позвоночных животных фауны СССР / Б. А. Кузнецов // М. Изд-во Просвещение. — 1974. — 190 с.
2. Позняковский, В. М. Экспертиза рыбы, рыбопродуктов и нерыбных объектов водного промысла. Качество и безопасность: учеб. пособие / В. М. Позняковский, О. А. Рязанова, Т. К. Каленик, В. М. Дацун // под общ. ред. В. М. Позняковского. Новосибирск. Сиб. Университетское изд-во. — 2005. — 311 с., ил

Модификация нефтяного кокса Атырауского НПЗ (Республика Казахстан)

Саппаев Абылай Багитулы, магистрант;

Фаткуллин Марсель Рашитович, кандидат технических наук, доцент;

Жирнов Борис Семенович, доктор технических наук, профессор

Уфимский государственный нефтяной технический университет, филиал в г. Салавате

В России нефтяной кокс получают преимущественно на установках замедленного коксования. Главные потребители кокса — анодная и электродная отрасли, предъявляют жесткие требования к структуре кокса и содержанию серы, поэтому на нефтеперерабатывающих заводах России в качестве основного сырья коксования используют вторичные малосернистые остатки. Тяжелые сернистые вакуумные остатки — гудроны находят применение лишь в производстве битумов и котельного топлива. При этом коксование гудронов позволит при наименьших затратах значительно увеличить глубину переработки нефти, а побочный продукт — сернистый кокс возможно использовать в качестве твердого топлива на тепловых электростанциях (ТЭС).

Высокая сернистость нефтяного кокса создает опасность появления на пылеугольных котлах тепловых электростанций проблем, характерных для мазутных котлов — высокотемпературной сероводородной кор-

Отметим, что кипячение пробы в микроволновой установке разложения занимало по времени до 45 минут, что значительно позволяет сократить время эксперимента. Таким образом применение микроволнового разложения позволяет повысить качество извлечение катионов металлов и мышьяка из образца макрозообентоса. В дальнейшем планируется проведение экспериментов со снижением количества азотной кислоты.

Полученные результаты указывают на то, что применение технологии пробоподготовки, которая характеризуется высокой эффективностью извлечения компонентов при исследовании пресноводных организмов, при работе с морскими организмами не позволяет достичь подобных результатов. Дальнейшее развитие работы планируется в направлении выявления закономерностей снижения эффективности методики от качественного состава пробы, а также территориальной принадлежности пробоотбора для подтверждения гипотезы о несостоятельности данной методики пробоподготовки объектов морской фауны.

розии, низкотемпературной сернокислотной коррозии в конвективной шахте котла, увеличенного выброса в атмосферу сернистого ангидрида.

Представляет интерес пропитка сернистых нефтяных коксов растворами соединений щелочных и щелочноземельных металлов. Это позволяет снизить содержание сернистых соединений в дымовых газах топков. Например, в качестве адсорбента SO_2 в кипящий слой добавляют известняк CaCO_3 или доломит ($\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$) при термическом разложении которых образуются CaO и MgO . При этом образуется безвредный практически нерастворимый в воде гипс, который удаляется из топки вместе с золой и не доставляет неприятностей при его хранении в золоотвалах (не вымывается дождем или грунтовыми водами).

Нами были проведены опыты по снижению содержания летучих соединений серы в продуктах сгорания нефтяного кокса. В качестве модификатора кокса ис-

пользовали шлам химводоочистки ТЭЦ, содержащий до 10% масс. кальция во влажном состоянии и до 84% масс. в сухом виде.

Для исследований использовали нефтяной кокс с Атырауского нефтеперерабатывающего завода (республика Казахстан) с содержанием общей серы 1,09% масс (таблица 1).

Таблица 1. Характеристики качества нефтяного кокса Атырауского НПЗ

Вид кокса	Массовая доля летучих веществ, % масс.	Содержание общей серы, % масс.	Зольность, % масс.	Плотность действительная, г/см ³	Активность по йоду, % масс.
нефтяной АНПЗ	5,80	1,09	0,340	2,2060	11,72

Шлам химводоочистки в заданном соотношении с нефтяным коксом измельчали в мельнице до тонкодисперсного состояния, сжигание проводили на аппарате по ГОСТ 1437–75 «Нефтепродукты темные. Ускоренный метод определения серы».

В таблице 2 приведены результаты по снижению содержания серы с газами горения модифицированного шламом химводоочистки ТЭЦ кокса Атырауского НПЗ.

На рисунке 1 показана динамика снижения содержания серы с газами горения модифицированного шламом химводоочистки ТЭЦ кокса Атырауского НПЗ.

В результате исследований было установлено, что применение в качестве топлива сернистого нефтяного кокса, пропитанного шламом химводоочистки ТЭЦ, позволит решить экологические проблемы на ТЭЦ (ТЭС), использующих природные энергетические угли, такие как: значительные выбросы бенз-а-пирена, повышенный выход топливной золы — до 40% от массы угля, механический недожог угля и, как следствие, выбросы углеродных частиц — сажи.

Выводы:

1 Проведено сжигание образца кокса с добавкой шлама химводоочистки ТЭЦ от 0,2 до 5,6% масс. Результаты исследования показывают, что добавка шлама ХВО

Таблица 2. Результаты по снижению содержания серы с газами горения модифицированного шламом химводоочистки ТЭЦ кокса Атырауского НПЗ

№ п/п	Добавка шлама химводоочистки ТЭЦ в кокс, % масс.	Содержание серы с газами горения, % масс. на кокс
1	0,2	0,93
2	1,1	0,88
3	1,7	0,81
4	2,4	0,75
5	5,6	0,60

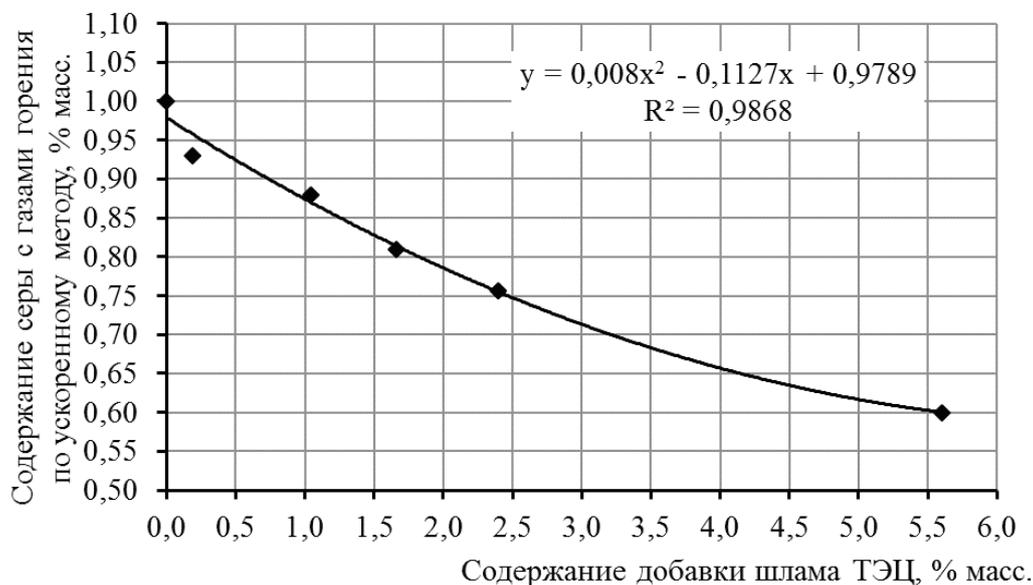


Рис. 1. Динамика снижения содержания серы с газами горения модифицированного шламом химводоочистки ТЭЦ кокса Атырауского НПЗ

до 5,6% масс. в кокс снижает выбросы оксида серы с дымовыми газами при сжигании кокса практически в 2 раза.

2 Добавка шлама ХВО в кокс позволяет улучшить экологичность кокса при использовании его в качестве твердого топлива на ТЭЦ.

3 Использование шлама ХВО ТЭЦ при модификации сернистых коксов показывает перспективу квалифици-

рованного использования кальцийсодержащих отходов ТЭЦ, образуемых при смягчении воды.

4 В перспективе, зола ТЭЦ, образуемая при сжигании модифицированного кальцийсодержащими добавками кокса, может быть ценным продуктом для извлечения редкоземельных металлов — никеля и ванадия.

Литература:

1. Красюков А. Ф. Нефтяной кокс. // М.: Химия, 1966. — 264 с.
2. Сюняев З. И., Гимаев Р. Н. Коксование нефтяных остатков. Тем. обзор. Сер. Переработка нефти. / Сюняев З. И., Гимаев Р. Н. // М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1968. — 103 с.
3. Гимаев Р. Н. Нефтяной кокс. / Гимаев Р. Н., Кузеев И. Р., Абызгильдин Ю. М. // М.: Химия, 1992. — 80 с.
4. Сюняев З. И. Производство, облагораживание и применение нефтяного кокса. // М.: Химия., 1973. — 296 с.
5. Сюняев З. И. Нефтяной углерод. // М.: Химия, 1980. — 272 с.
6. Хайрудинов И. Р., Кульчицкая О. В., Галеев Р. Г. Структурные превращения сернистых соединений при карбонизации остаточного нефтяного сырья. / Хайрудинов И. Р., Кульчицкая О. В., Галеев Р. Г. // Проблемы углубления переработки нефти (тезисы докладов). Уфа, 1985. — с. 51–58.
7. Походенко Н. Т. Получение и обработка нефтяного кокса. / Походенко Н. Т., Брондз Б. И. // М.: Химия, 1986. — 312 с.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Солнечные батареи на опорных поворотных рамах, адаптированные под тепличные комплексы

Бердиков Алексей Игоревич, студент;
Зубарева Галина Ивановна, доктор технических наук, профессор
Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д. Н. Прянишникова

В настоящее время основной проблемой тепличных комплексов является огромные затраты на отопление и электроэнергию, и для решения данной проблемы предлагается использовать солнечные батареи на опорных поворотных рамах.

Ключевые слова: солнечные батареи, тепличные комплексы, опорные поворотные рамы, энергоэффективные технологии

Производство сельскохозяйственной продукции во все времена являлось для людей первостепенной задачей. С развитием технологий появилось множество новых способов эффективно выращивать различные культуры не зависимо от погодных явлений, насекомых-вредителей, различных болезней и времен года. Одним из таких способов является выращивание различных растений и грибов в тепличных комплексах. [1, с. 12]

Тепличные комплексы превосходно показали себя на протяжении десятков, а то и сотен лет. В них можно вырастить любые сельскохозяйственные культуры в любое время года. Несмотря на все положительные стороны, у тепличных комплексов есть и свои недостатки. Одним из самых важных является значительные затраты на отопление и электроэнергию. Именно поэтому предлагается использовать солнечные батареи на опорных поворотных рамах.

Солнечные батареи уже более 10 лет масштабно используются в строительстве жилых и промышленных зданий. Однако их непосредственное использование в тепличных комплексах представляется проблематичным и на это есть две основные причины. Во-первых, для такого типа батарей требуются большие территории под установку модулей, во-вторых, они затеняют часть культур. [2, с. 22] Вышеперечисленное приводит к большим затратам на покупку (аренду) дополнительных площадей или уменьшению урожайности продукции, и как следствие к меньшей рентабельности тепличного комплекса.

Поэтому предлагается использовать для установки солнечных батарей опорные поворотные рамы.

Опорная поворотная рама прикрепляется с помощью шарнирных

стоек к фермам, рамам остекления или любым пригодным для монтажа конструкциям способным воспринимать длительные нагрузки в 200 кг. (Рис. 1) Для того, чтобы не затенять производимые сельскохозяйственные культуры, раму нужно крепить ближе к коньку теплицы.

Опорные поворотные рамы имеют множество преимуществ по сравнению с неповоротными аналогами:

1. Относительно небольшой полный вес (182кг), что не требует особого усиления конструкции.
2. Устанавливаются непосредственно на теплицу
3. Используемые материалы надежны и не требуют частого обслуживания (рамы солнечных батарей — алюминевый профиль, стойки шарнирные и привода — сталь)
4. Мотор-редуктор обеспечивает постоянное направление батарей на солнце и может быть полностью автоматизирован.
5. При правильной установке рамы не затеняют выращиваемые культуры.
6. Конструкция рамы крайне проста в изготовлении и не несет большие затраты. (Рис. 2)
7. Установка солнечных модулей на опоры производится с помощью зажимов, что упрощает монтаж. (Рис. 3)

Таким образом рекомендуется применять в тепличном комплексе солнечные батареи на опорных поворотных рамах, в силу рентабельности, простоты установки и отсутствия негативных влияний на урожайность сельскохозяйственной продукции.

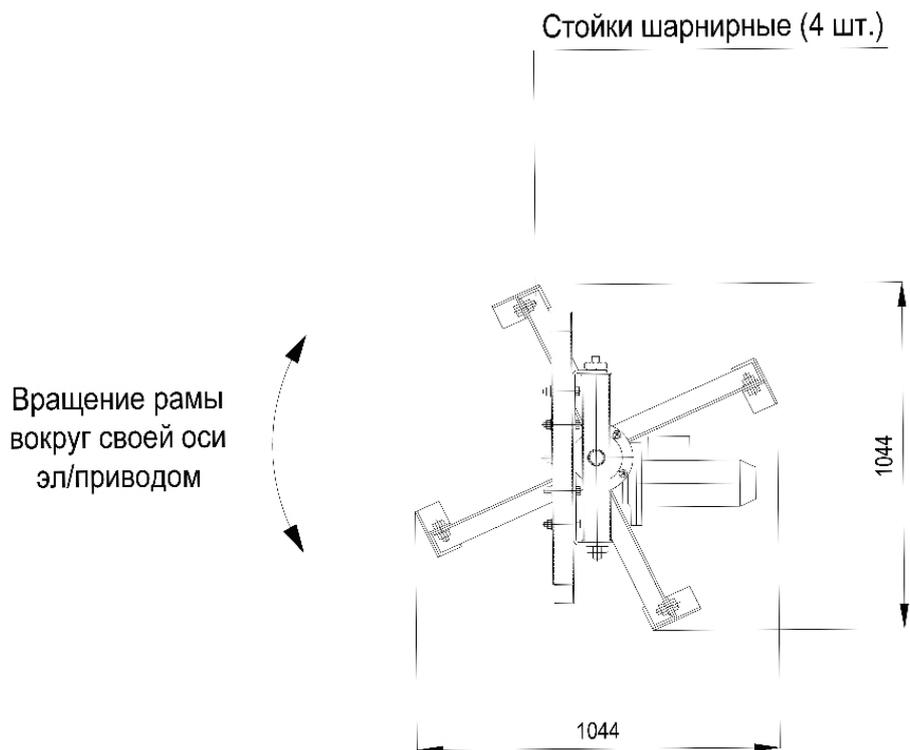


Рис. 1. Вид сверху на опорную поворотную раму

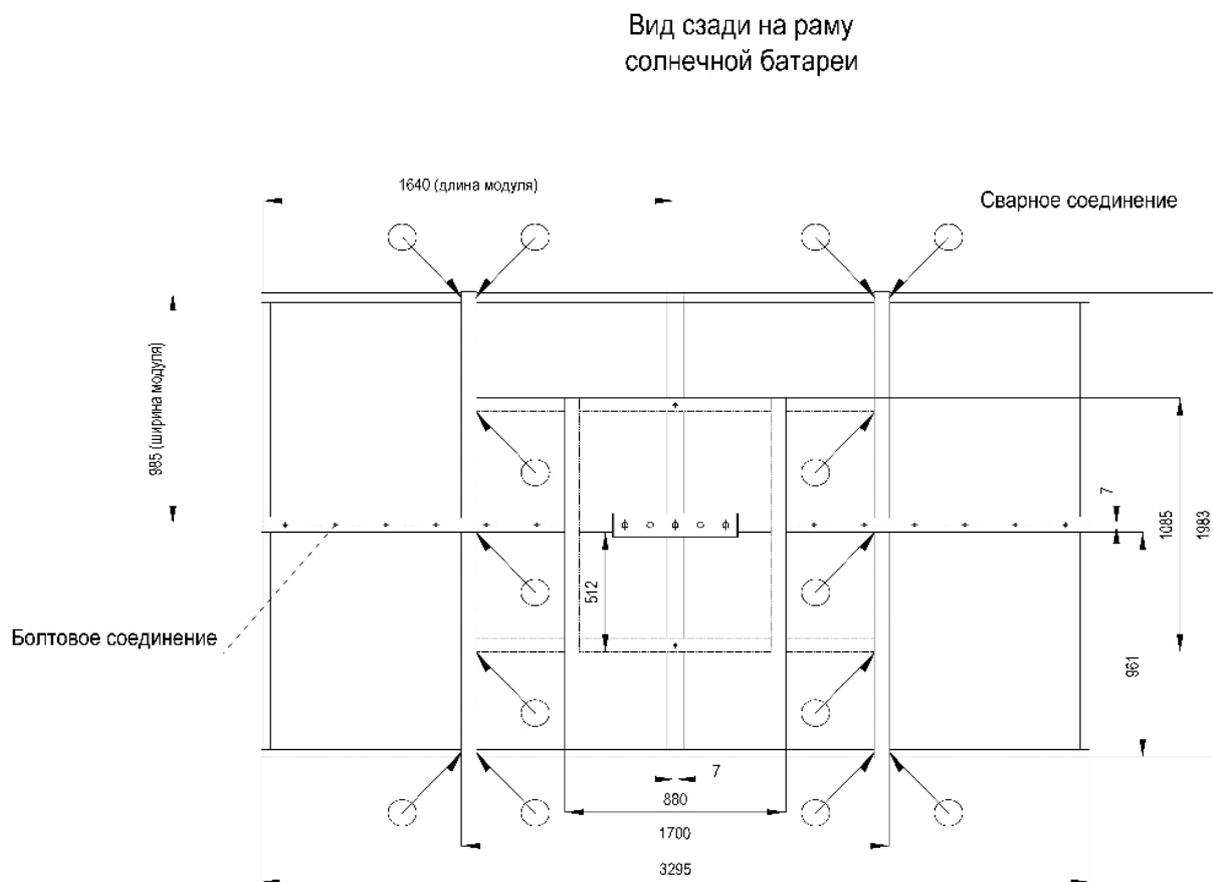


Рис. 2. Вид сзади на опорную поворотную раму

Зажим - защелка

Модуль солнечной батареи
4 шт.

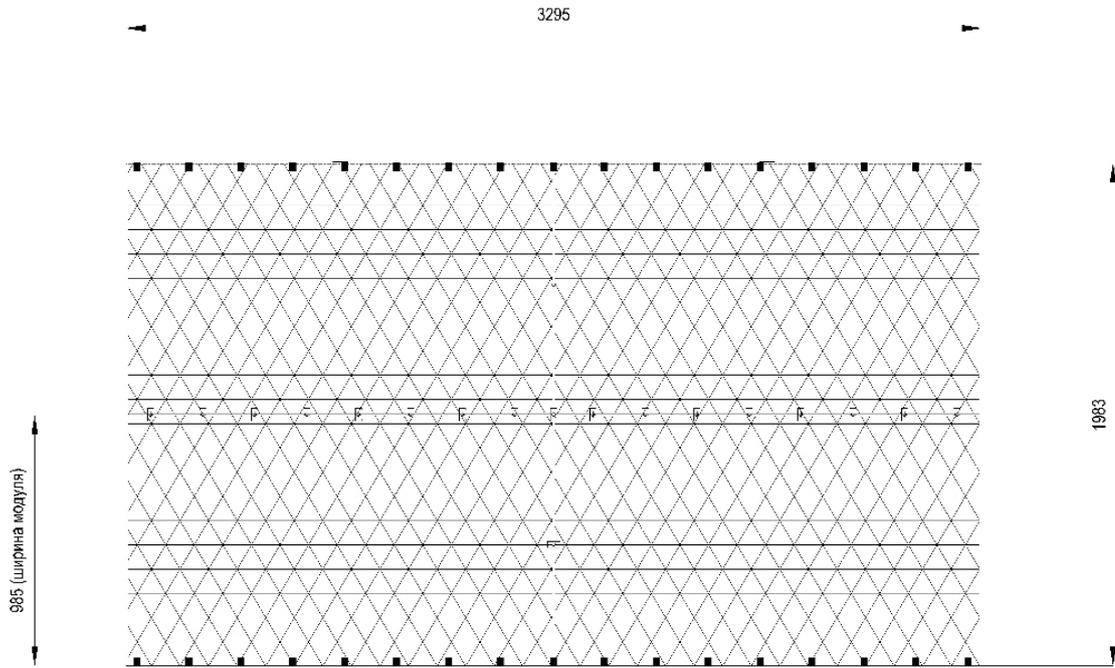


Рис. 3. Вид спереди на опорную поворотную раму

Литература:

1. Сабади П. Р. Солнечный дом. — г. Москва: Стройиздат, 1981 г. — 231с.
2. Сарнацкий Э. В., Чистович С. А. Системы солнечного тепло- и хладоснабжения. — г. Москва: Стройиздат, 1990 г. — 127с.

Имитационная модель однофазного замыкания на землю в сетях с изолированной и компенсированной нейтралью

Боева Лилия Викторовна, студент;
Киселёв Глеб Юрьевич, студент
Омский государственный технический университет

Электрические сети могут работать с заземленной или изолированной нейтралью трансформаторов и генераторов. Сети 6, 10 и 35 кВ как правило работают с изолированной нейтралью трансформаторов. Это позволяет при однофазных повреждениях не прекращать электроснабжение трехфазных потребителей электроэнергии. Особенно часто однофазные замыкания возникают на воздушных линиях из-за особенностей их конструкции, однако проблема актуальна и для кабельных

линий. В последнее десятилетие наметилась тенденция к переводу сетей 6–10 кВ на режим работы с эффективно заземленной через резистор нейтралью трансформатора.

Целью данной работы является разработка модели, которая позволит симулировать переходные процессы, происходящие в сети при возникновении неполнофазных повреждений. Для реализации проекта был выбран программный комплекс MatlabSimulink.

1.1. Схема работы сети с изолированной нейтралью

В электроустановках с повышенными требованиями безопасности (взрывоопасные установки и др.) используют только режим изолированной нейтрали при напряжении до 1 кВ [1].

В сети с изолированной нейтралью замыкание одной фазы на землю не является КЗ. Именно поэтому такая система получала такое широкое распространение. Сеть с изолированной нейтралью может работать несколько

часов с замыканием фазы на землю. При этом, ток замыкания на землю получается во много раз меньше, чем ток междуфазных КЗ. Это главное преимущество сети с изолированной нейтралью. Также при этом нет необходимости в применении специальных быстродействующих защит от замыкания на землю, т.е. не требуются дополнительные затраты на выполнение и эксплуатацию защиты.

Однако при замыкании на землю возникают перенапряжения на поврежденных фазах относительно земли, что является серьезным недостатком.

1. Схема замещения сети с изолированной нейтралью

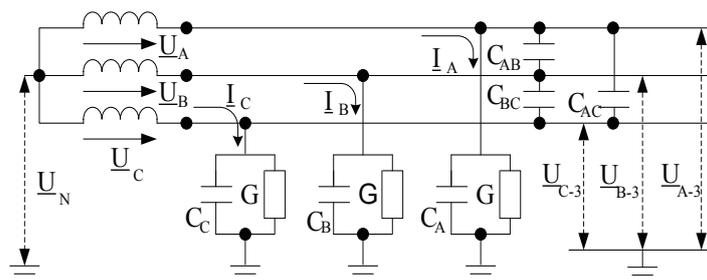


Рис. 1. Схема замещения сети с изолированной нейтралью

где U_A, U_B, U_C — фазные напряжения соответственно фаз А, В, С проводов по отношению к нулевой точке;

C_A, C_B, C_C — емкости проводов воздушной линии по отношению к «земле»;

I_A, I_B, I_C — токи протекающие на «землю» через емкости C_A, C_B, C_C и активные проводимости G ;

$U_{A-3}, U_{B-3}, U_{C-3}$ — фазные напряжения соответственно фаз А, В, С проводов по отношению к «земле»;

C_{AB}, C_{BC}, C_{AC} — емкости между проводами воздушной линии;

В нормальном режиме работы системы напряжение между проводами и землей будут соответственно равны фазным напряжениям U_A, U_B, U_C . Векторы этих напряжений образуют практически симметричную систему и сумма их равна нулю.

Напряжение между «землей» и нейтралью трансформатора (потенциал нейтрали) определяется из следующего выражения (1)

$$\underline{U}_N = -\frac{U_A \omega C_A + U_B \omega C_B + U_C \omega C_C}{\omega C_A + \omega C_B + \omega C_C}, \quad (1)$$

где ω — угловая частота ($\omega = 2\pi f$);

$\omega C_A, \omega C_B, \omega C_C$ — емкостная проводимость фазы А, В, С на «землю»;

При возникновении замыкания на «землю» какой-либо из фаз (например, фазы А) симметрия напряжений по отношению к «земле» и токов нарушается.

Возникший при этом потенциал на нейтрали определяется как

$$\underline{U}_N = -\frac{U_A Y_A + U_B Y_B + U_C Y_C}{Y_A + Y_B + Y_C}, \quad (2)$$

Ток I_B протекает под действием напряжения $U_B + U_N$ и равен $I_B = \sqrt{3} U_D \omega!$.

Ток I_C протекает под действием напряжения $U_C + U_N$ и равен $I_C = \sqrt{3} U_D \omega!$

Ток I_3 равен векторной сумме токов I_B и I_C . Отсюда получаем выражение

$$I_3 = 3U\omega C \quad (3)$$

Таким образом, при металлическом замыкании на землю фазы А токи через емкости на поврежденных фаз увеличиваются в $\sqrt{3}$ раз, а ток I_3 , проходящий через место повреждения в землю, равен утроенному значению емкостного тока фазы А при нормальной работе.

2. Схема работы сети с компенсированной нейтралью

ДГР предназначен для компенсации емкостного тока при замыкании фазы на землю. Поэтому индуктивное сопротивление ДГР соответствует емкостному сопротивлению сети [2]:

$$\omega L_p = [\omega(! + ! + !)]^{-1} = (3\omega C)^{-1}; \quad (4)$$

если равны емкости фаз относительно земли $C_A = C_B = C_C$.

$$L_p = (3\omega^2 C)^{-1}, \quad (5)$$

Для случая равенства емкостей (проводимостей) фаз смещение нейтрали относительно земли отсутствует ($\underline{U}_N = 0$) и сеть ведет себя так, как будто нейтраль сети изолирована [3].

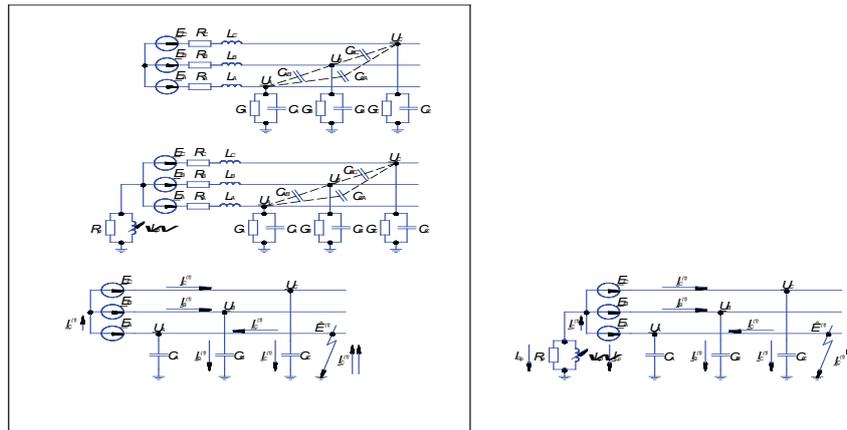


Рис. 2. Схема замещения сети с компенсированной нейтралью при замыкании фазы А на землю

При металлическом замыкании на неповрежденных фазах сети действуют линейные напряжения источника, в нейтральной точке потенциал равен ЭДС поврежденной фазы, а напряжение поврежденной фазы равно нулю. Все происходит точно так же, как и в сети с изолированной нейтралью. Однако в месте повреждения появляется дополнительный индуктивный ток, обусловленный напряжением на нейтрали

$$U_N^{(1)} = -E_D = -5,774 : \tag{6}$$

и индуктивно-активной проводимостью ДГР (7)

$$I_N^{(1)} = -U_N^{(1)} \cdot \left(\frac{1}{R_p} - j \frac{1}{\omega L_p} \right) \tag{7}$$

Если пренебречь активной составляющей тока, то индуктивный ток ДГР определяется по формуле (9)

$$I_N^{(1)} = j \frac{U_N^{(1)}}{\omega L_p}, \tag{8}$$

то есть при резонансной настройке ДГР индуктивный ток ДГР равен по величине, но противоположен по знаку емкостному току замыкания на землю.

3. Имитационная модель однофазного замыкания на землю

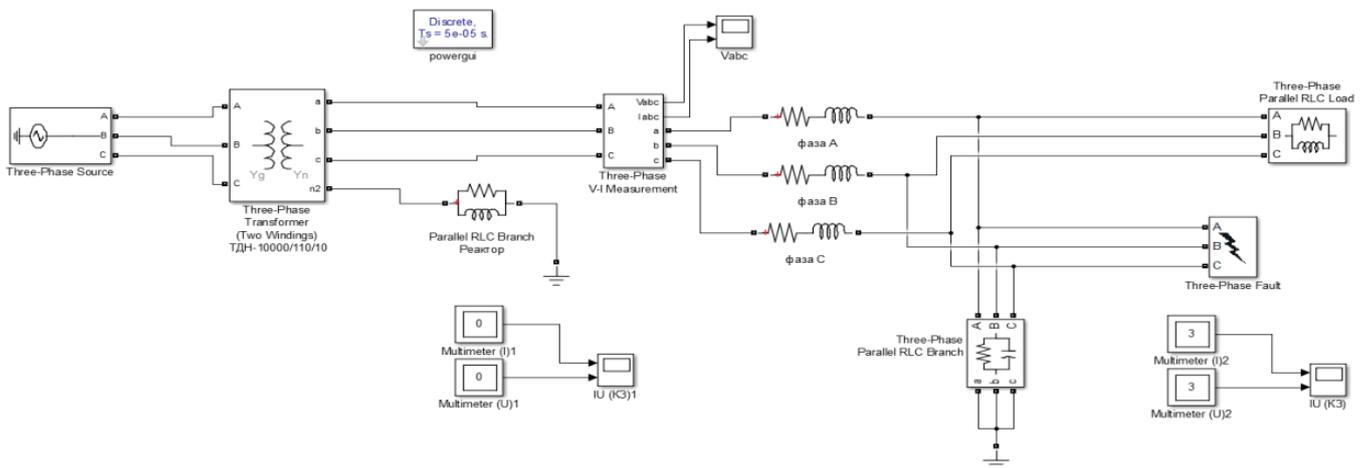


Рис. 3. Модель системы для исследования однофазного замыкания на землю

Вывод: Для режима с изолированной нейтралью при возникновении короткого замыкания напряжение в поврежденной фазе падает почти до нуля. Минимальное оставшееся напряжение обусловлено активным сопротивлением линии. Напряжения в двух неповрежденных фазах возрастают до линейных. Полные фазные в сети изменяются незначительно, что делает невозможным настроить защиту от однофазных замыканий по току

и обуславливает необходимость использования более сложных методов, которые описаны в предыдущей статье.

Для режима с компенсированной нейтралью результаты показывают значительное снижение тока в месте КЗ, что положительно сказывается на вероятности самозатухания дуги и самоустранению таким образом поврежденная линия.

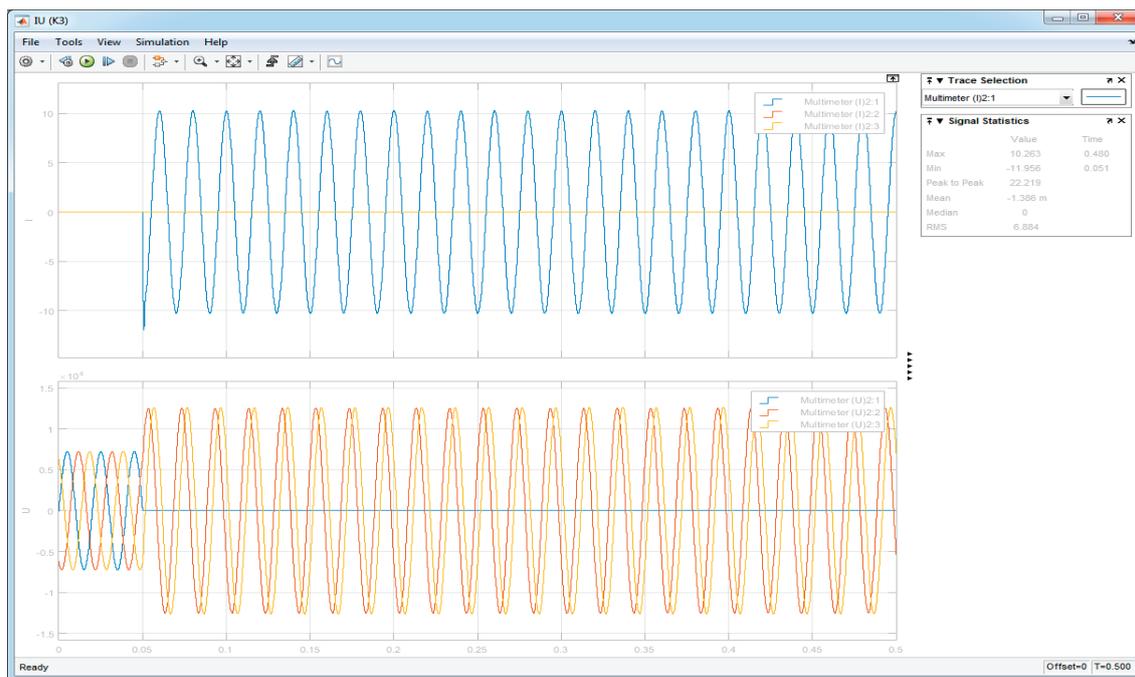


Рис. 4. Графики переходного процесса при КЗ на землю в сети с изолированной нейтралью В точке КЗ

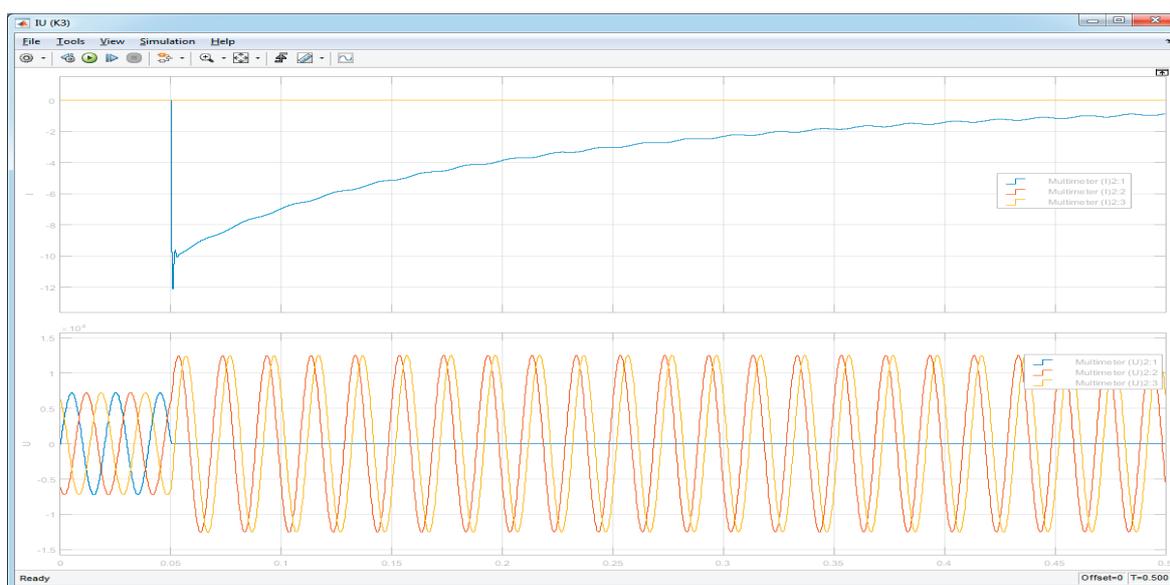


Рис. 5. Графики переходного процесса при КЗ на землю в сети с компенсированной нейтралью

Результаты работы могут использоваться в проектной деятельности для моделирования переходных процессов при неполнофазных повреждениях в сети 6–10 кВ с изо-

лированной, компенсированной или эффективно заземленной нейтралью.

Литература:

1. Правила устройства электроустановок: утв. М-вом энергетики Рос. Федерации 08.07.02: ввод в действие с 01.01.03. — М.: НЦ ЭНАС, 2011. — 750 с.
2. Базылев Б. И. и др. Дугогасящие реакторы с автоматической компенсацией емкостного тока замыкания на землю: СПб: Издательство ПЭИПК, 1999. — 184 с.
3. Калихман С.А., Злобин Ю.И. Режимы нейтрали и перенапряжения: Учебное пособие / Чуваш. ун-т. Чебоксары, 1994. — 64 с.

Информационное обеспечение Федерального бюджетного учреждения Центр реабилитации Фонда социального страхования РФ «Волга»

Горшков Евгений Александрович, кандидат технических наук, доцент;

Дьякова Кристина Сергеевна, ст. гр. БИО-4

Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Балаковский филиал

На современном этапе информационные технологии все глубже проникают во все сферы человеческой деятельности, облегчая тем самым, в том числе обработку больших объемов данных. Это в свою очередь требует применения специализированных инструментов обработки данных. Одним из таких средств данной области является хранение и обработка информации в виде базы данных.

Проектируемая база данных учета пациентов предназначена для применения в ФБУ центр реабилитации ФСС РФ «Волга». В ее функции входит учет номерного фонда,

информации о пациентах и информационный обмен данными с руководством. Данный центр является учреждением санаторно-курортного типа, предлагающим своим клиентам комплексное реабилитационное, оздоровительное и профилактическое лечение. В структуре санатория существует отдел по работе с клиентами, задачей которого является отслеживание оборачиваемости номерного фонда центра реабилитации. Проектируемая база данных позволяет хранить информацию о номерах и клиентах, оказываемых услугах, о характеристиках категорий номеров. Проектирование представлено постро-

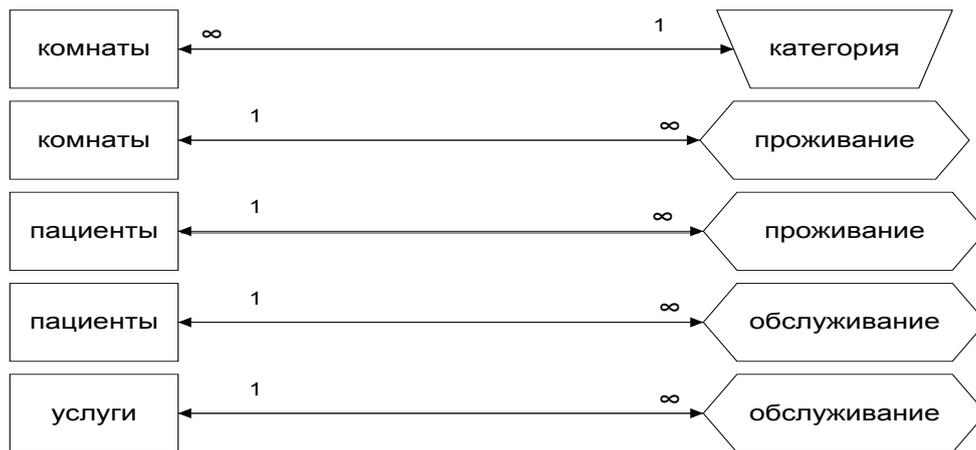


Рис. 1. Схема связей сущностей

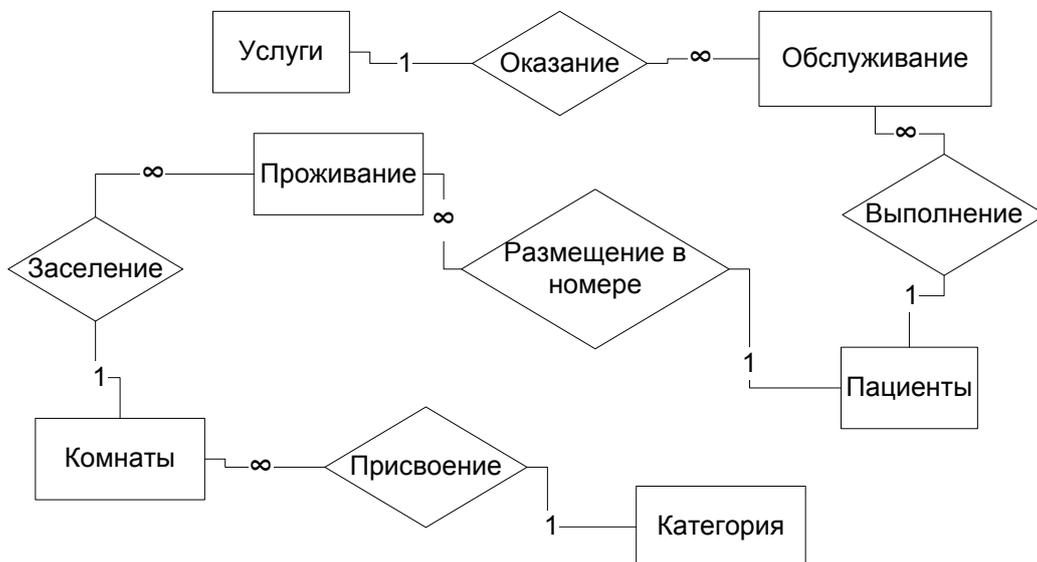


Рис. 2. ER-диаграмма в нотации Чена

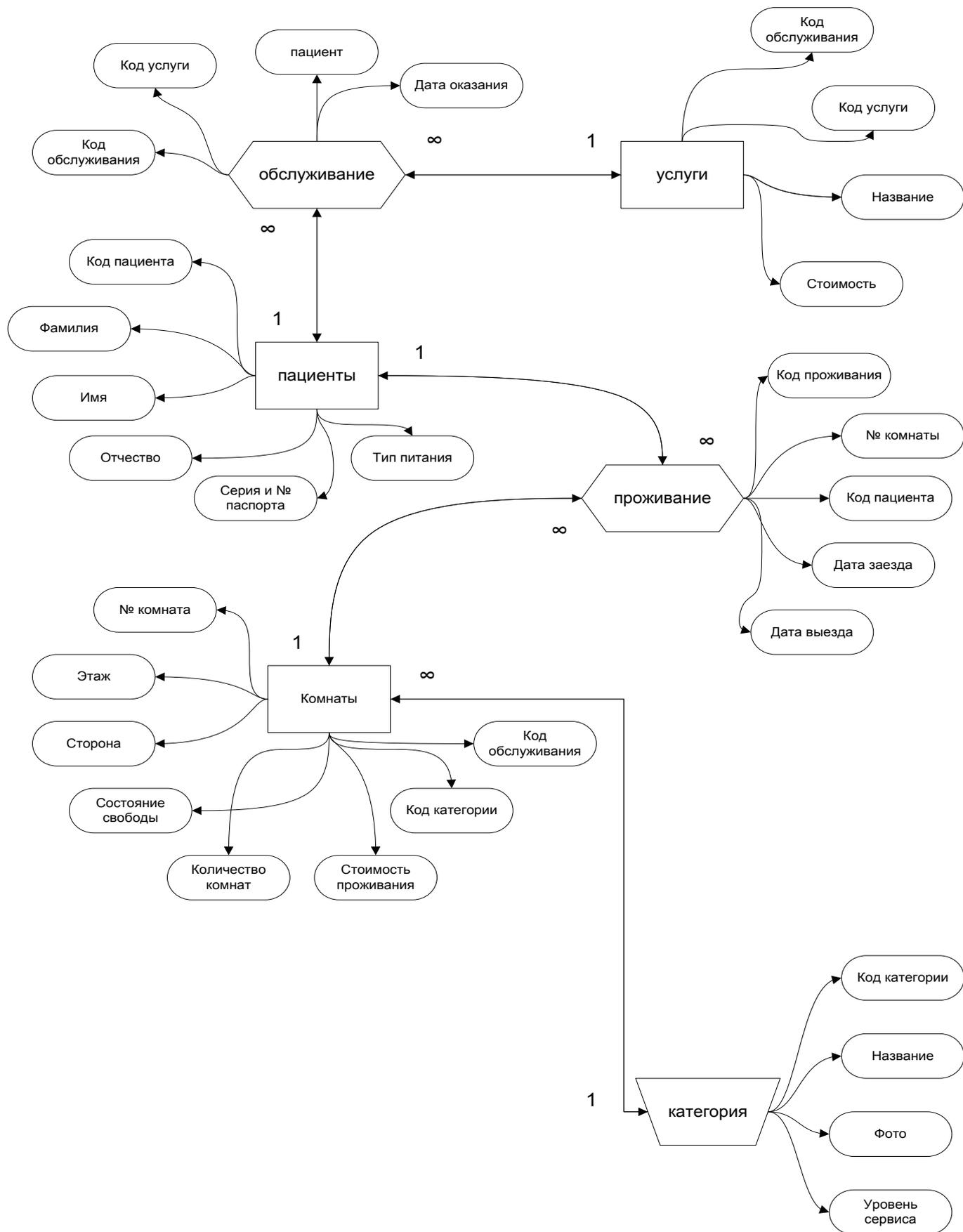


Рис. 3. Уточненная ER — модель связей и атрибутов сущностей и ассоциаций в нотации Чена

ением концептуальной модели, разработкой на её основе реляционной модели и реализацией базы в Microsoft Access.

В проектируемой базе данных можно выделить следующие сущности (рис. 1).

Комнаты — в ней хранится информация о номерах, их характеристиках и доступности.

Пациенты — данная сущность хранит данные о клиентах.

Услуги — в этой сущности находятся сведения об дополнительных услугах.

Ассоциации:

Категория — в ней хранятся описания характеристик номеров по категориям.

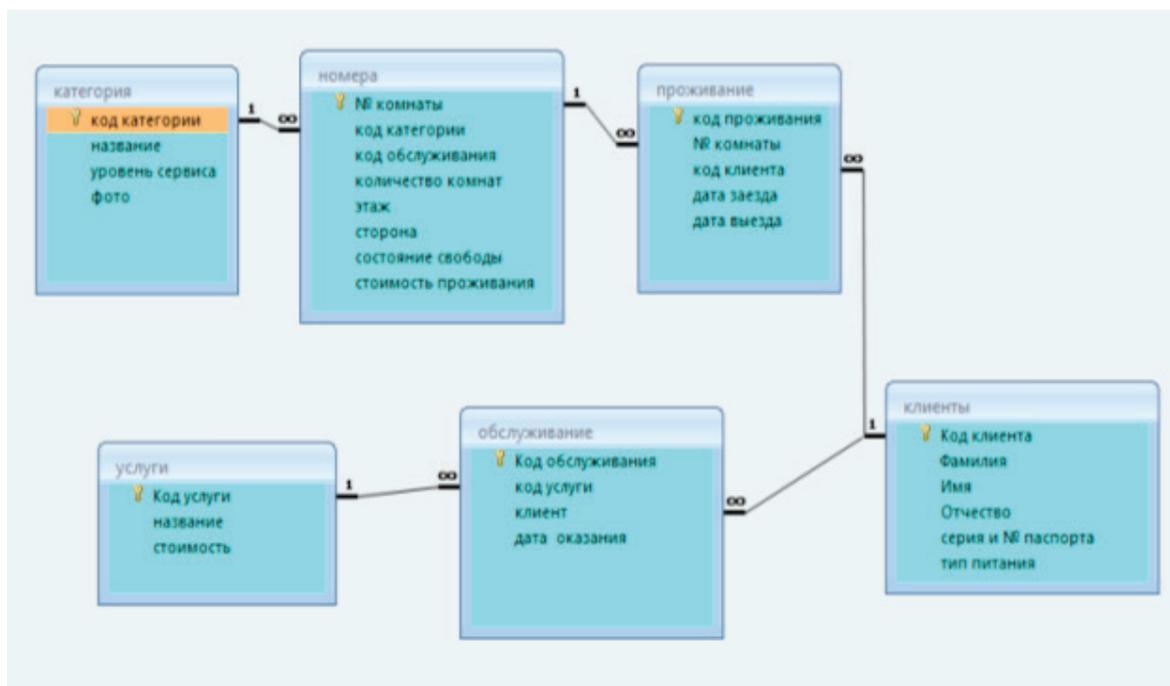


Рис. 4. Схема данных



Рис. 5. Главная форма БД «ФБУ центр реабилитации ФСС РФ »Волга»

номера Запрос							
состояние свободы	№ комнаты	название	стоимость проживания	число комнат	этаж	уровень сервиса	сторона
Истина	1	супер эконом	1 000р.	2	1	очень низкий	юг
Истина	3	средний класс	2 000р.	1	1	ниже среднего	восток
Истина	5	люкс	4 000р.	2	2	выше среднего	юг
Истина	7	золотой люкс	7 000р.	3	2	экстра класс	восток
Истина	9	королевский люкс	20 000р.	5	3	наивысший	этаж полностью

31 мая 2017 г.

Стр. 1 из 1

Рис. 6. Форма «Отчет по свободным номерам»

Обслуживание — хранит категории и коды обслуживания клиентов персоналом.

Проживание — хранит данные о сроках проживания клиентов

Описание инфологической модели на языке ЯИМ (рис. 2).

Комнаты (№ комнаты, состояние свободы, количество комнат, этаж, сторона, стоимость проживания, код категории, код обслуживания)

Категория (код категории, название, фото, уровень сервиса)

Пациент (код клиента, фамилия, имя, отчество, серия и номер паспорта, тип питания)

Услуги (код услуги, название, стоимость)

Обслуживание [клиенты М, услуги М](код обслуживания, код услуги, клиент, дата оказания)

Проживание [номера М, клиенты М](код проживания, № комната, код клиента, дата заезда, дата выезда).

Уточненная ER — модель связей и атрибутов сущностей и ассоциаций в нотации Чена представлена на рисунке 3.

После преобразование ER-диаграммы в схему БД Схема данных будет выглядеть следующим образом (рис. 4).

На рисунках 5 и 6 представлен пример реализации интерфейса ввода/вывода проектируемой базы данных, а также «Отчет по свободным номерам» соответственно.

Проектируемая база данных позволяет автоматизировать и ускорить просмотр и обработку необходимой информации о пациентах, сроках их пребывания в санатории, уровнем комфортности и ценой занимаемого номера. Разработанная система позволяет сохранять данную информацию, формировать запросы к базе данных, создавать и готовить к печати отчеты по запрашиваемым данным. База данных имеет удобный интерфейс, который в свою очередь позволяет значительно сократить время обучения и ошибки персонала при работе с ней.

Литература:

1. Токарев А. Н. Проектирование реляционных баз данных. (Методические указания к выполнению курсовой работы). // БФ РАНХ и ГС, Балаково, 2012.
2. Токарев А. Н. К вопросу использования информационных технологий в автоматизации управленческой деятельности: статья//Проблемы развития устойчивых отношений между государством, гражданским обществом и бизнесом: вызовы времени. Сборник статей по материалам конференции, посвящённой Дню российской науки (8 февраля 2016 г.). Научный сборник — Балаково: Балаковский филиал ФГБОУ ВПО РАНХиГС. — 2016. С. 47–51.
3. Марков, А. С. Базы данных. Введение в теорию и методологию: учебник // М.: Финансы и статистика, 2015.
4. Информационно-аналитический портал [Электронный ресурс]: URL: [http:// citforum.ru/](http://citforum.ru/) (дата обращения 04.06.2017 г.)
5. Информационно-справочный портал [Электронный ресурс]: URL: [http:// accesshelp.ru/](http://accesshelp.ru/) (дата обращения 04.06.2017 г.)
6. Информационно-справочный портал [Электронный ресурс]: URL: [http:// support.office.com](http://support.office.com) (дата обращения 04.06.2017 г.)
7. Королева, О. Н. Базы данных [Электронный ресурс]: курс лекций / О. Н. Королева, А. В. Мажукин, Т. В. Королева — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский гуманитарный университет, 2012. — 66 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14515>.

Разработка реляционной базы данных для автоматизации деятельности кадровой службы предприятия

Горшков Евгений Александрович, кандидат технических наук, доцент;

Симанов Никита Андреевич, студент

Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Балаковский филиал

Проблема автоматизации процессов деятельности кадровой службы предприятия, как средства повышения производительности труда сотрудников кадровой службы, всегда являлась и остается актуальной. В настоящее время в кадровой деятельности предприятий используется большое количество автоматизированных информационных систем [1]. Автоматизированные информационные системы, используемые в кадровой деятельности предприятий создают возможности построения систем нового типа, отличающихся, с одной стороны, разнообразием средств отражения кадровой информации, с другой — интеграцией этих средств и обеспечением максимального удобства и простоты работы сотрудников кадровых служб, не обладающих специальной подготовкой.

Автоматизация кадровой деятельности предприятия с использованием АИС позволит свести к минимуму бумажный документооборот, ошибки в работе, связанные с человеческим фактором, сократить время необходимое для поиска нужной информации и составления различного вида отчетностей деятельности кадровой службы.

Разработку базы данных для автоматизации основных процессов и операций деятельности кадровой службы конкретного предприятия необходимо производить с учетом всех особенностей кадрового делопроизводства предприятия:

- масштаба предприятия;
- количества работающих;
- количества кадровых работников и уровня их компьютерной грамотности;
- объема обрабатываемых организационно-документационных массивов;
- оснащенности предприятия аппаратно-программными средствами.

Работники кадровой службы предприятия должны хорошо ориентироваться в возможностях современных автоматизированных систем, в первую очередь для определения потребностей автоматизации деятельности своего подразделения.

База данных «Кадровик» предназначена для хранения данных о сотрудниках предприятия ЗАО «ЗЭМК ГЭМ» в электронном виде, а также автоматизации поиска и корректировки данных и автоматической генерации необходимой отчетности, поэтому предметной областью проектируемой базы данных является деятельность кадровой службы предприятия ЗАО «ЗЭМК ГЭМ».

Процесс проектирования базы данных для кадровой деятельности предприятия ЗАО «ЗЭМК ГЭМ» включает в себя выбор системы управления базой, инфоло-

гическое, логическое и физическое проектирование базы данных.

При разработке инфологического моделирования БД «Кадровик», было выделено три стержневые сущности: «Сотрудники», «Отдел», «Должность», ассоциативная сущность «Штатное расписание» и характеристические сущности: «Сведения о профессии», «Сведения о медицинском обследовании», «Сведения о повышении квалификации», «Паспортные данные», «Социальные льготы», «Увольнения», «Сведения о поощрениях», «Отпуска», «Сведения о командировках».

Для проектируемой БД «Кадровик», разработанная ER-диаграмма в нотации IDEF1X (рис. 1).

В качестве инструментального средства разработки реляционной базы данных «Кадровик» выбрано MS Access, как наиболее полно удовлетворяющее требованиям Заказчика. СУБД Microsoft Access относится к СУБД реляционного типа, работающая в среде Windows. Этот программный продукт является составной частью интегрированного пакета для офиса Microsoft Office Professional.

Преобразование ER-диаграммы в схему БД выполняется путем сопоставления каждой сущности и каждой связи, имеющей атрибуты, отношения (таблицы БД). В режиме конструктора было создано тринадцать таблиц: Сотрудники, Паспортные данные сотрудников, Отдел, Штатное расписание, Должность, Социальные льготы, Отпуск, Увольнения, Сведения о повышении квалификации, Сведения о поощрениях, Сведения о профессии, Сведения о медицинском обследовании, Сведения о командировках. Полям таблицы были заданы определённые типы данных, что способствует контролю целостности данных.

Схема данных БД «Кадровик» представлена на рис. 2.

В качестве примера реализации интерфейса ввода/вывода данных в данной БД приведены: «Главная кнопочная форма БД «Кадровик», которая представляет собой навигационную форму, которая позволяет свободно перемещаться между своими вкладками (рис. 3); «Сведения о сотрудниках ЗАО «ЗЭМК ГЭМ» (рис. 4); форма «Поиск сотрудников ЗАО «ЗЭМК ГЭМ» по различным критериям» (рис. 5).

Главной задачей данной базы является предоставление информации об автоматической генерации свободных вакансий в ЗАО «ЗЭМК ГЭМ» в зависимости от количества сотрудников по штату и количества фактически работающих сотрудников по должностям и отделам. Для этого в базе разработаны запросы в режиме SQL — «Количество сотрудников по штату», запрос «Вакансии» (Рис. 6).

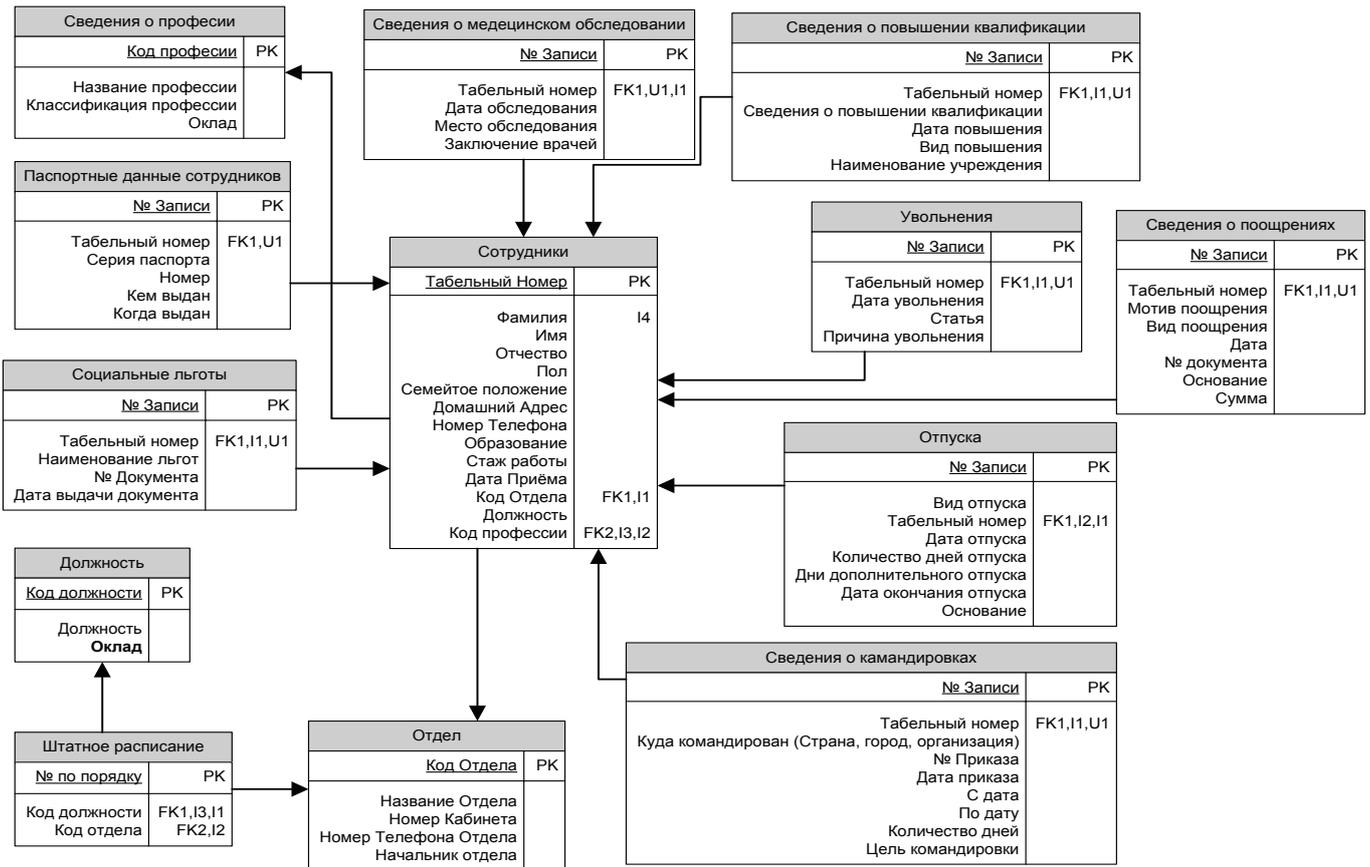


Рис. 1 ER-диаграмма для БД «Кадровик»

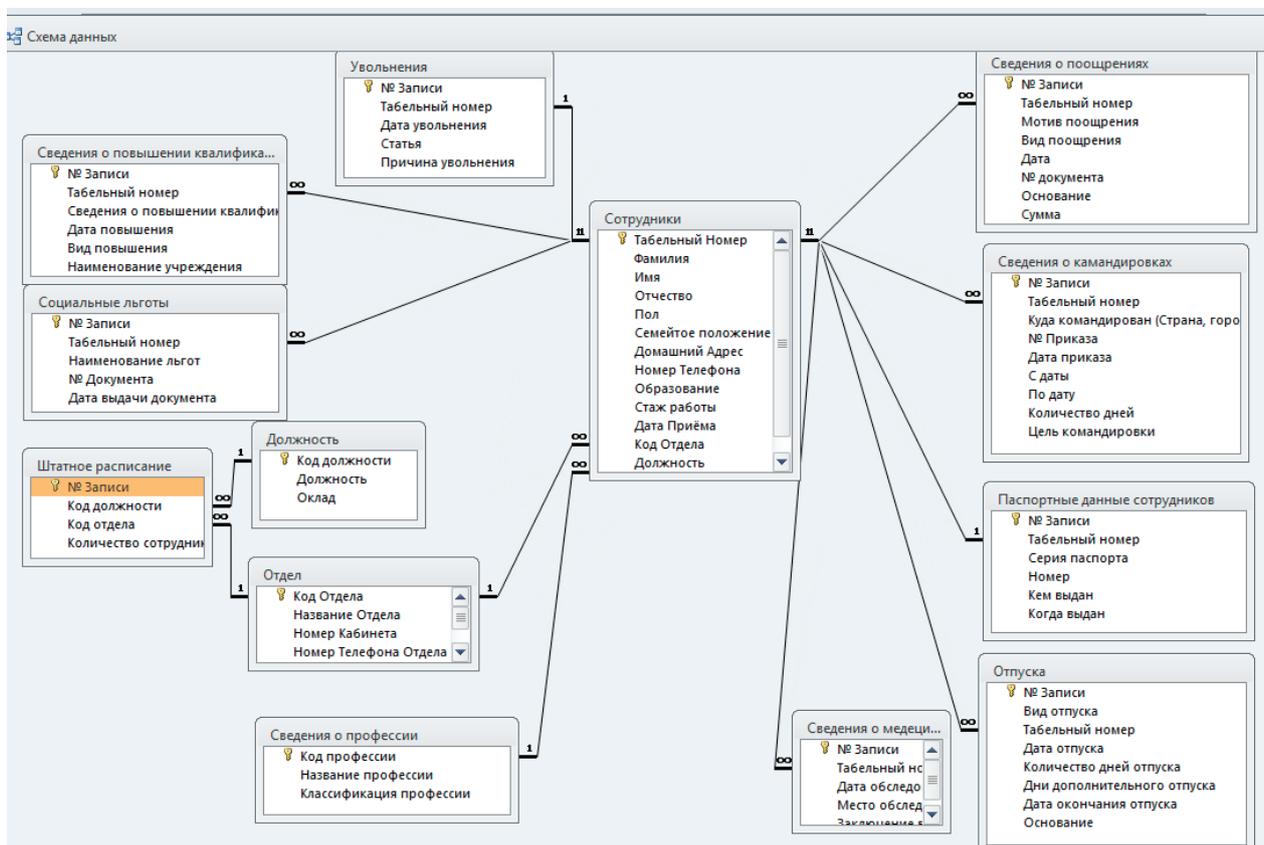


Рис. 2 Схема данных БД «Кадровик»

Запросы являются основным инструментом поиска, обновления и выборки данных из таблиц. Access в соответствии с концепцией реляционных баз данных для вы-

полнения запросов использует язык структурированных запросов SQL (Structured Query Language). С помощью инструкций языка SQL реализуется любой запрос в Access.

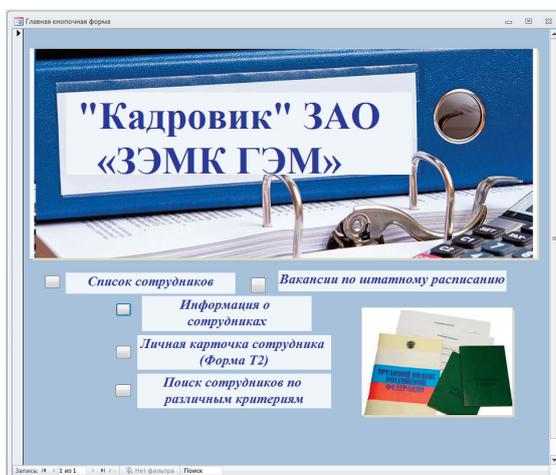


Рис. 3. Главная кнопочная форма БД «Кадровик»



Рис. 4 Форма «Сведения о сотрудниках ЗАО »ЗЭМК ГЭМ»

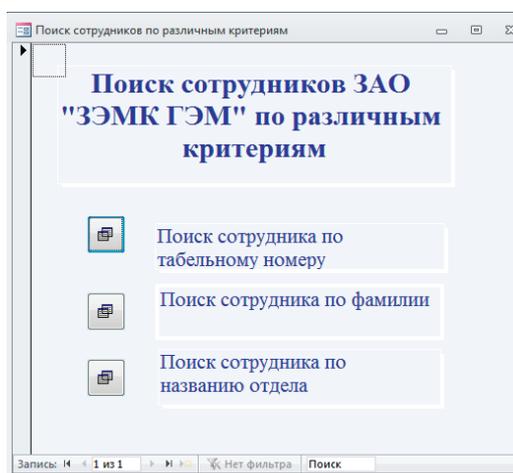


Рис. 5 Форма «Поиск сотрудников ЗАО »ЗЭМК ГЭМ« по различным критериям»

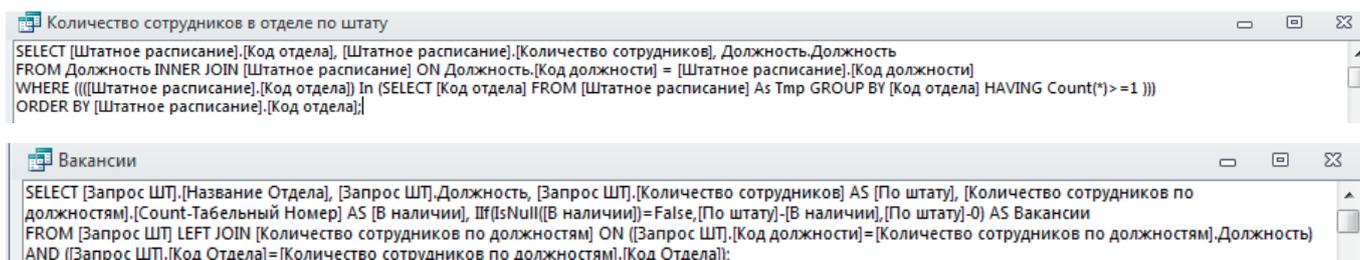


Рис. 6. Запросы «Количество сотрудников по штату», «Вакансии» в режиме SQL

Таким образом, в базе данных «Кадровик» было разработано 12 различных запросов, 17 форм и отчет.

Разработанные средства извлечения и преобразования данных, формы вывода и предоставления информации позволят автоматизировать основные операции деятельности кадровой службы ЗАО «ЗЭМК ГЭМ» и будут способствовать повышению эффективности деятельности предприятия в целом.

Литература:

1. Токарев А. Н. К вопросу использования информационных технологий в автоматизации управленческой деятельности: статья//Проблемы развития устойчивых отношений между государством, гражданским обществом и бизнесом: вызовы времени. Сборник статей по материалам конференции, посвящённой Дню российской науки (8 февраля 2016 г.). Научный сборник — Балаково: Балаковский филиал ФГБОУ ВПО РАНХиГС. — 2016. С. 47–51.
2. Королева, О. Н. Базы данных [Электронный ресурс]: курс лекций / О. Н. Королева, А. В. Мажукин, Т. В. Королева — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский гуманитарный университет, 2012. — 66 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14515>.

Таким образом, создание и использование реляционной базы данных в кадровой деятельности ЗАО «ЗЭМК ГЭМ» будет способствовать автоматизации основных операций кадровой деятельности данного предприятия, автоматическому формированию необходимой отчетности по движению кадрового состава предприятия.

Исследование устойчивости земляного полотна скоростных автомобильных дорог

Грибов Артём Алексеевич, магистрант

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Ключевые слова: автомобильная дорога, земляное полотно, насыпь, слабое основание, слабый грунт, устойчивость, дополнительные мероприятия, осадка, оценка устойчивости, прогноз осадки, ленточные геодрены, тканый геосинтетический материал, конструктивно-технологические решения

Потеря устойчивости насыпи на слабом основании является одной из наиболее часто встречающихся причиной деформаций земляного полотна. Часто по результатам расчетов, выполненных для прогноза устойчивости и осадки основания, возникает необходимость в проведении мероприятий, обеспечивающих в некоторых случаях повышения устойчивости насыпи, а в других процесс ускорения прохождения осадки, но также встречаются и комплексные виды технических решений.

Вопросы, касающиеся повышения и сохранения устойчивости земляного полотна скоростных автомобильных дорог, а также дополнительных мероприятий, направ-

ленных на ее обеспечение, являются очень актуальными в современных тенденциях развития транспортной инфраструктуры.

С увеличением транспортного потока возрастает и требование к безопасности при движении на автомобильных дорогах. Исходя из этого, возникает необходимость увеличения общей протяженности сети скоростных автомагистралей.

Проектирование и строительство автомобильных дорог не всегда возможно произвести в наиболее благоприятных условиях. Очень часто проектировщики и строители сталкиваются с участками, производство работ на

которых требует большего внимания. Такие участки, как правило, характеризуются сложными инженерно-геологическими условиями, а в ряде случаев — индивидуальными проектными решениями. В связи с этим на таких участках уделяют больше внимания оценки устойчивости.

При проектировании насыпи земляного полотна на слабых грунтах разрабатываются варианты дополнительных мероприятий по обеспечению несущей способности слабых грунтов и ускорению их осадки, если это необходимо по результатам проделанных прогнозов устойчивости и осадки слабого основания (с учетом конкретных особенностей проектируемой дороги, местных условий и технических возможностей строительной компании). Наиболее приемлемый вариант технологических или конструктивных мероприятий выбирается с учетом технико-экономического расчета.

В зависимости от определяющего результата повышения устойчивости основания конструктивно-технологические решения объединены в группы.

Для уменьшения нагрузки с целью повышения устойчивости применяются следующие конструктивные решения:

- снижение высоты насыпи;
- устройство насыпей из легких материалов;
- применение несжимаемых свай.

Группа конструктивных решений, принимаемых для улучшения напряженного состояния с целью повышения устойчивости, включает следующие мероприятия:

- уположение откосов;
- использование свайных конструкций;
- устройство боковых пригрузочных призм;
- применение распределительных плит.

Для увеличения сопротивляемости сдвигу грунта основания с целью повышения устойчивости применяются следующие конструктивные и технологические решения:

- предварительная консолидация;
- использование свайных конструкций;
- использование песчаных свай-дрен.

Все выше перечисленные мероприятия позволяют обеспечить устойчивость земляного полотна на слабом основании, как при отдельном использовании одного из них, так и при выборе нескольких конструктивных и технологических решений, которые будут работать в комплексе.

Одним из таких комплексных решений является использование ленточных геодрен (Рис. 1) в слабом основании с укладкой тканого геосинтетического материала на основе полиэстера и укладка матрасов Рено в нижней части насыпи.

Использование в основании насыпи ленточных геодрен приведет к ускорению прохождения просадки и для обеспечения устойчивости насыпи на слабом основании. Ленточная геодрена представляет собой ленту заводского изготовления шириной 10 см и толщиной 5 мм, состоящую в наружных слоях из тканого геосинтетического материала, предохраняющих геодрену от заиливания, и внутреннего слоя из пластмассовой объемной георешетки которая создает внутреннюю полость, по которой происходит отток воды вдоль геодрены. Шаг установки геодрен — 2,0 м. Глубина погружения геодрен равна 15 м. Поверх основания насыпи устраивается пластовый дренаж из песка мелкого с $K_f \geq 3 \text{ м/сут}$, толщиной 50 см.

Укладка тканого геосинтетического материала на основе полиэстера производится для предотвращения повторного попадания влаги, поступающей из толщи слабого грунта, в основание насыпи, а также дальнейшего ее отвода из под насыпи.

В дальнейшем и производится погружение ленточных геодрен в толщу слабого грунта (Рис. 2).

Укладка матрасов Рено производится по слою щебеночной подготовки толщиной 40 см из щебня фракции 20–40. Матрасы Рено в данном случае играют роль распределяющей плиты, которая несет функцию распределения нагрузки от веса насыпи.

В процессе возведения насыпи ленточные дрены будут обеспечивать снижение избыточного порового давления.

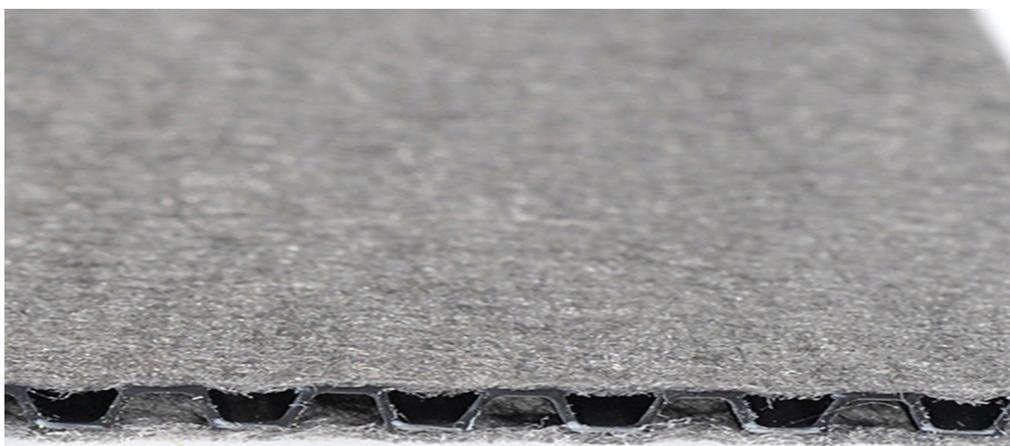


Рис. 1. Ленточная геодрена

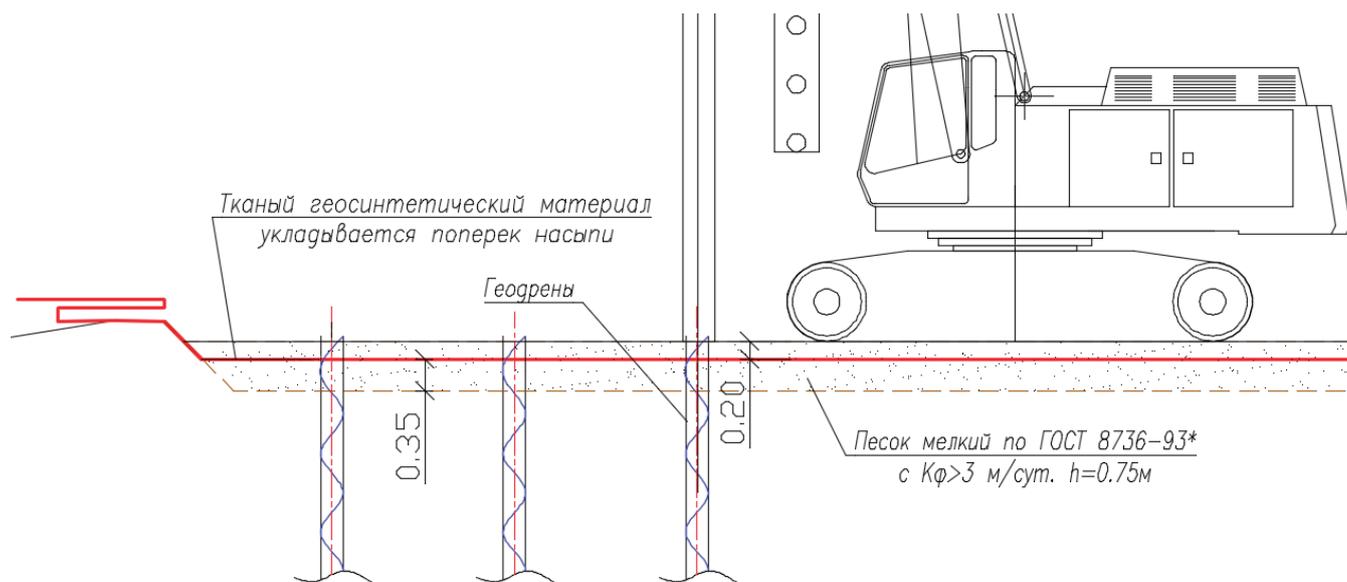
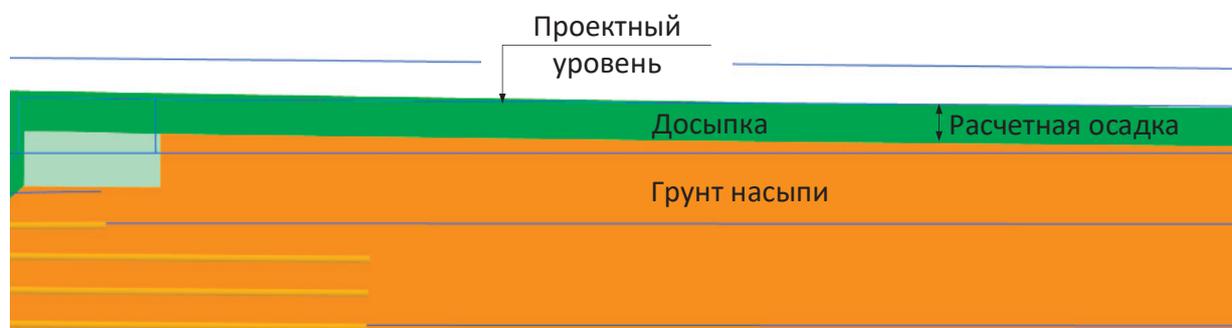


Рис. 2. Погружение ленточных геодрен

Максимальная величина после окончания отсыпки составит около 65 кН/м^2 .

Предварительный расчет такой конструкции на первом этапе отсыпки покажет, что устойчивость насыпи обеспечена.

При расчете консолидации осадки необходимо учесть вес дополнительных слоев грунта, соответствующих величине расчетной осадки. Подразумевается, что досыпка грунта вызовет дополнительную осадку и повлияет на общее время консолидации.



На основе проведенных расчетов подтверждается основная гипотеза об обеспечении устойчивости соору-

жения при использовании подобного комплекса мероприятий..

Литература:

1. ГОСТ 25100—2011 «Грунты. Классификация».
2. ОДМ 218.3.049—2015. «Методические рекомендации по применению многослойных композиционных дренажных материалов (геодрен) для осушения и усиления дорожных конструкций при строительстве и реконструкции автомобильных дорог»
3. Пособие «Пособие по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на слабых грунтах. Москва. 2004.
4. СТО НОСТРОЙ 2.25.28—20112 Строительство земляного полотна автомобильных дорог. М. 2012
5. Хархута Н. Я., Васильев Ю.М. Прочность, устойчивость и уплотнение грунтов земляного полотна автомобильных дорог. М., Транспорт 1975г

Совершенствование транспортного обслуживания объектов строительства в городе Волгограде (на примере доставки резиновых бордюров)

Гудков Дмитрий Владиславович, кандидат технических наук, доцент;
 Бекиров Ильяс Ибрагимович, магистр;
 Горина Вера Валерьевна, магистр
 Волгоградский государственный технический университет (г. Волгоград)

В статье проведено совершенствование транспортного обслуживания объектов строительства в городе Волгограде (на примере доставки резиновых бордюров) за счет подбора оптимальной схемы перевозки.

Ключевые слова: резиновый бордюр, транспортное обслуживание, перевозка, строительство

При выборе рациональной технологической схемы доставки грузов главной составляющей является время, которое затрачивается на грузоперевозку [1]. В статье рассмотрена логистическая система «поставщик — перевозчик — потребитель» строительных объектов г. Волгограда. Целью работы является совершенствование перевозки резиновых бордюров за счет подбора оптимальной технологической схемы доставки.

Перевозка резиновых бордюров производится на поддонах, так оптимальным видом тары по использованию грузоподъемности является финский поддон [2] (рис. 1).

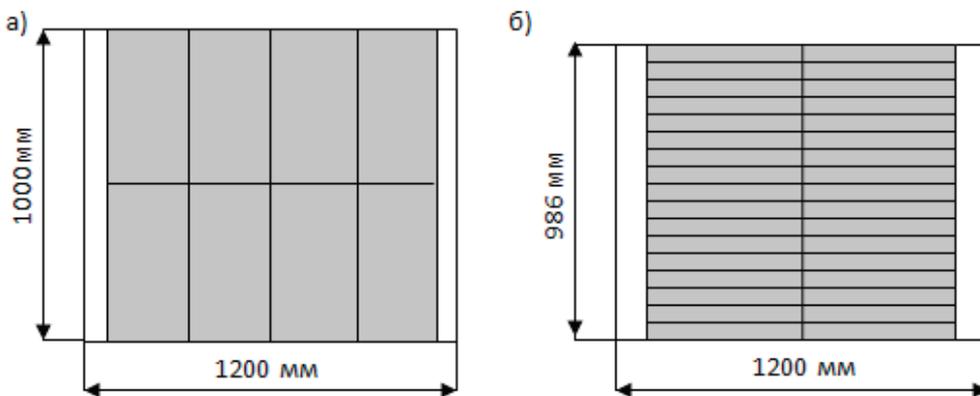


Рис. 1. Размещение груза на финском паллете: а) вид сверху, б) вид сбоку

Финский поддон вмещает 136 резиновых бордюра по 6,4 кг, что составляет 870,4 кг, при этом масса грузового места — 905,4 кг.

Проведем выбор подвижного состава для перевозки резиновых бордюров из автомобилей КамАЗ-5320 и КамАЗ-53212.

Расположение грузовых единиц в автомобиле КамАЗ-5320 (2420x5200x1975мм) представлено на рисунке 2.

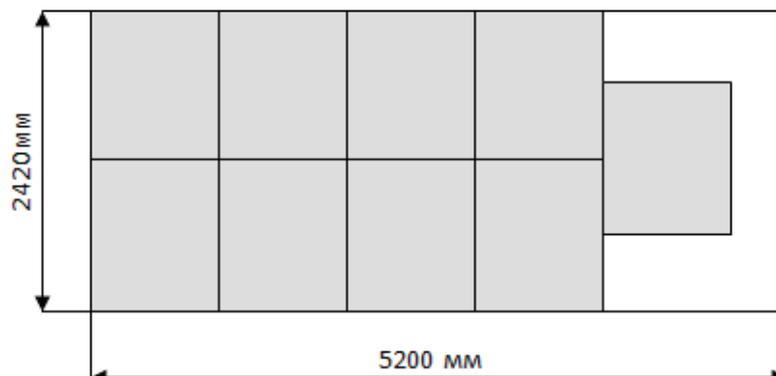


Рис. 2. Расположение грузовых единиц в автомобиле КамАЗ-5320

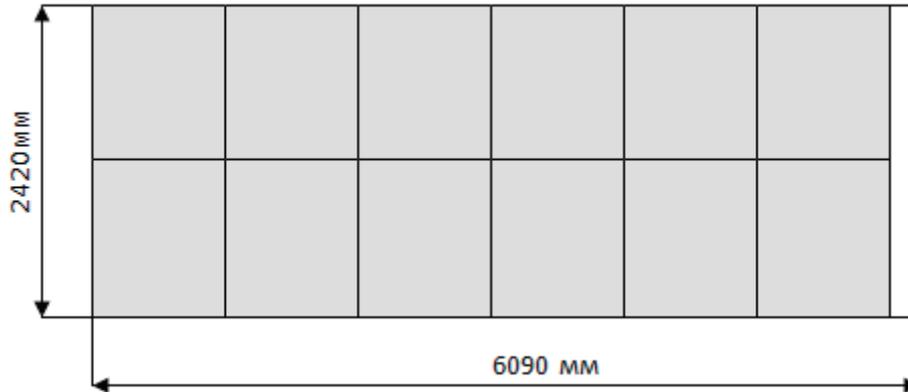


Рис. 3. Расположение поддонов в автомобиле КамАЗ-53212

Коэффициент статистического использования грузоподъемности для автомобиля КамАЗ-5320:

$$\gamma_c = \frac{G_\phi}{q_a} = 0,9054 * 9 / 8 = 1,019.$$

Расположение поддонов в автомобиле КамАЗ-53212 представлено на рисунке 3.

Таблица 1. Сравнительные характеристики подвижного состава

Показатель	КамАЗ-5320	КамАЗ-53212
	Значение	
Количество тары, ед.	9	12
Коэффициент использования грузоподъемности	1,019	1,086

Таблица 2. Технологическая схема перевозки груза автомобилем КамАЗ-5320 за одну ездку

№ операции	Наименование операции	Время операции, мин	Стоимость работ, руб
1–2	Маневрирование	1	14
2–3	Ожидание погрузки	3	42,5
3–4	Погрузка	14	198
3–5	Оформление документов	5	71
4–6	Транспортировка	42	595
6–7	Маневрирование	1	14
7–8	Ожидание разгрузки	3	42,5
8–9	Разгрузка	16	227
7–10	Оформление документов	5	71
9–11	Подача подвижного состава под погрузку	42	595
Итого		122	1728

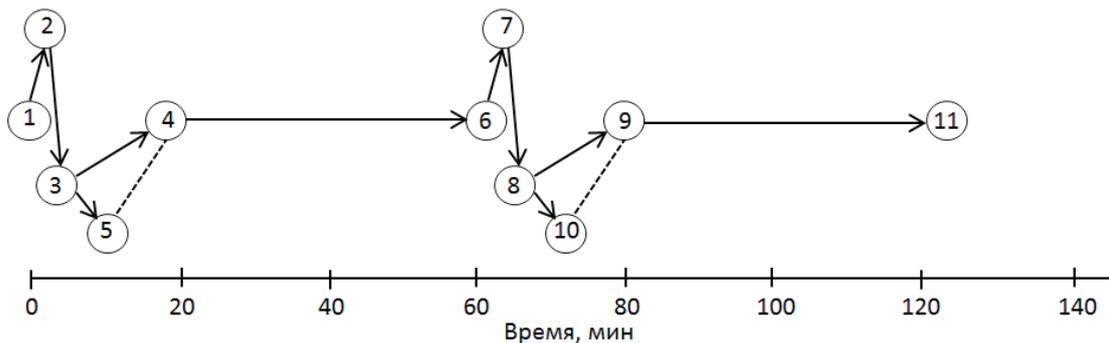


Рис. 4. Технологическая схема перевозки груза автомобилем КамАЗ-5320 за одну ездку

Таблица 3. Технологическая схема перевозки груза автомобилем КамАЗ-53212 за одну езду

№ операции	Наименование операции	Время операции, мин	Стоимость работ, руб.
1–2	Маневрирование	1	17
2–3	Ожидание погрузки	3	50
3–4	Погрузка	19	317
3–5	Оформление документов	5	83
4–6	Транспортировка	44	733
6–7	Маневрирование	1	17
7–8	Ожидание разгрузки	3	50
8–9	Разгрузка	21	350
7–10	Оформление документов	5	83
9–11	Подача подвижного состава под погрузку	44	733
Итого		136	2267

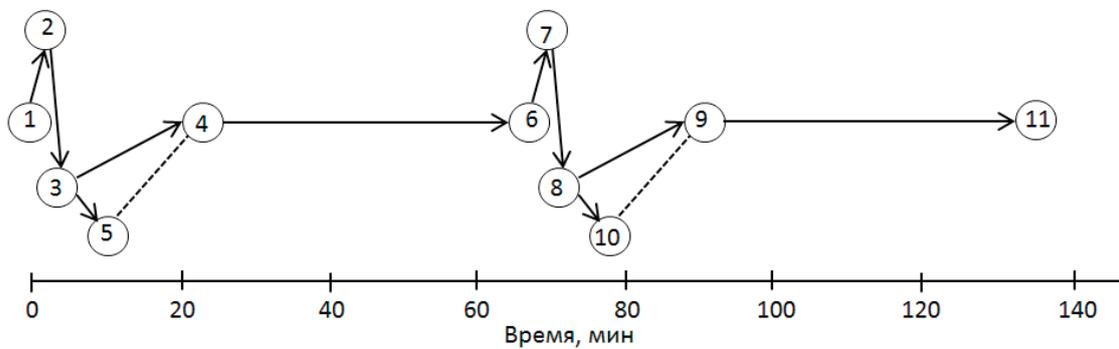


Рис. 5. Технологическая схема перевозки груза автомобилем КамАЗ-53212 за одну езду

Таблица 4. Суммарное транспортное время по технологическим схемам для двух видов тары и двух типов подвижного состава

Марка автомобиля	Необходимое число ездов, ед	Суммарное транспортное время по технологическим схемам, ч	
		За одну езду	Всего объема
КамАЗ-5320	3	2,03	6,09
КамАЗ-53212	2	2,27	4,54

Коэффициент статистического использования грузоподъемности для автомобиля КамАЗ-53212:

$$\gamma_c = \frac{G_\phi}{q_a} = 0,9054 * 12 / 10 = 1,086$$

Сравнительные характеристики подвижного состава при перевозке резиновых бордюров представлены в таблице 1. Оптимальным типом подвижного состава с точки зрения наибольшего использования грузоподъемности $\gamma_c = 1,086$ является КамАЗ-53212.

Проведем расчет технологических схем перевозки резиновых бордюров для представленных выше автомобилей и представим их в виде таблиц и сетевых графиков.

Технологическая схема перевозки груза автомобилем КамАЗ-5320 за одну езду представлена в таблице 2 и на рисунке 4.

Технологическая схема перевозки груза автомобилем КамАЗ-53212 за одну езду представлена в таблице 3 и на рисунке 5.

Суммарное транспортное время за 1 езду и при перевозке суточного объема по технологическим схемам представлено в таблице 4.

Таким образом, с точки зрения минимального суммарного транспортного времени по технологическим схемам при перевозке всего объема резиновых бордюров на строительные площадки г. Волгограда является доставка автомобилем КамАЗ-53212, при этом экономия времени составляет 34,1 %.

Литература:

1. Куликов, А.В. Определение транспортных затрат при перевозке песка с Орловского карьера к строительным объектам г. Волгограда / А.В. Куликов, И.И. Бекиров, В.В. Горина // Аспирант. — 2015. — № 11. — С. 51–53.
2. Фирсова, С.Ю. Выбор оптимального типа подвижного состава при перевозке тротуарных бордюров / С.Ю. Фирсова, К.Д. Белоусов, В.В. Горина // Молодой учёный. — 2015. — № 9 (89), часть 3. — С. 332–336.

Методика выбора оптимальной структуры информационного обеспечения АСУ ТП

Касьянович Ксения Павловна, магистрант
 Национальный исследовательский университет «МЭИ»

В данной работе произведена постановка задачи оптимизации структуры информационного обеспечения АСУ ТП. Для решения поставленной задачи разработана методика.

Алгоритм решения поставленной задачи

На данном этапе рассмотрим 2 критерия — «надежность» и «экономичность». Задача будет 2-критериальной — оптимизация по надежности и стоимости. Составим алгоритм, которым можно пользоваться при решении конкретной задачи.

В качестве «главного» критерия, применительно к поставленной задаче, выбираем критерий по надежности и алгоритм поиска оптимальной структуры ИС, по критериям экономичности и надежности, будет состоять из следующих шагов:

1. Составление структурных схем измерительной системы, выполняющих заданную функцию и состоящих из различного набора элементов;

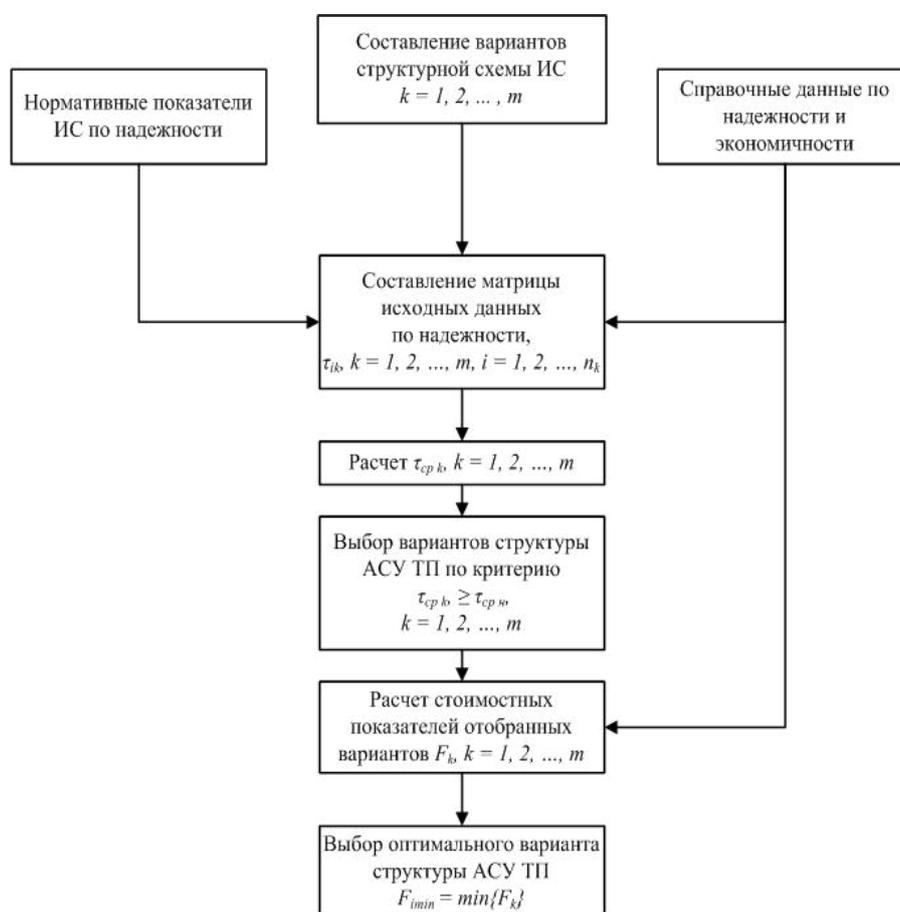


Рис. 1. Упрощенная блок-схема алгоритма выбора оптимальной структуры АСУ ТП по критериям надежности и экономичности

2. Заполнение матрицы исходной информации по стоимости и среднего времени наработки на отказ составных элементов;

3. Расчет показателя надежности — среднего времени наработки на отказ ИС в целом;

4. Выбор вариантов, отвечающих требованию по надежности $f_k(X_{ik}, \tau_{cp,ik}) \geq \tau_{cp,n}$, где $\tau_{cp,n}$ — нормативное или заданное значение среднего времени наработки на отказ ИС и структуры АСУ ТП;

5. Расчет стоимостных показателей для отобранных в пункте 4 вариантов ИС по выражению:

$$F_{\bar{k}} = \sum_{i=1}^{n_c} [S_{i\bar{k}}(X_{i\bar{k}}, \tau_{cp,i\bar{k}}) + \Delta Y_{i\bar{k}}] + \Delta Y_{ck},$$

где \bar{k} — порядковый номер рассматриваемого варианта, $\bar{k} = 1, 2, \dots, \bar{m}$,

$\bar{m} \leq m$ — число отобранных в пункте 4 вариантов;

6. Выбор оптимального варианта ИС по критерию:

$$F_{\min} = \min\{F_{\bar{k}}\}, \bar{k} = 1, 2, \dots, \bar{m}.$$

Упрощенная блок-схема данного алгоритма изображена на рис. 1.

Приведенную выше методику можно использовать и для решения ряда прикладных задач, как например:

— определение требований по надежности к отдельным элементам ИС при известной (проектной) величине среднего времени наработки на отказ ИС в целом;

— определение целесообразности применения новых технических средств (например, интеллектуальных датчиков или датчиков с цифровым выходом и т.д.) в конкретных условиях (в зависимости от удаленности объекта, от требуемых показателей надежности и экономичности и др.);

— выбор структуры ИС при ограниченных ресурсах (по финансированию) и ряда других.

Представленная работа направлена на решение задач разработки методических положений по выбору оптимальной структуры информационного обеспечения АСУ ТП на базе многокритериального подхода.

В итоге в работе выполнено следующее:

1. разработана методика оптимального выбора оптимальной структуры АСУ ТП, которая может применяться как для выбора оптимальной структуры АСУ ТП в целом, так и её отдельных составляющих частей (выбор ПТК, выбор структуры измерительных систем и т.д.);

2. разработан алгоритм, упрощающий решение задачи при 2-критериальной постановке, учитывающий показатели надежности и экономичности оборудования;

Разработанную методику выбора оптимальной структуры информационного обеспечения АСУ ТП рекомендуется использовать на этапе её проектирования.

Литература:

1. Информационный материал по освоению и надежности АСУ ТП, реализованных на базе «основных» ПТК на ТЭС России, ОАО «Инженерный центр энергетики Урала», Предприятие «УралОРГРЭС», — Екатеринбург, 2010.
2. Преображенский В. П. Теплотехнические измерения и приборы: Учебник для вузов по специальности «Автоматизация теплоэнергетических процессов» — 3е изд., — М.: «Энергия», 1978.
3. Ястребенецкий М. А., Иванова Г. М. Надежность автоматизированных систем управления технологическими процессами. — М.: Энергоатомиздат, 1989.

Реконструкция и надстройка мансардных этажей зданий

Курилов Антон Павлович, магистрант

Научный руководитель: Смирнов Евгений Александрович, кандидат технических наук, доцент
Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых

Keywords: *study, frame, calculation, design scheme, loads*

В настоящее время в нашей стране одной из самых важных проблем является капитальный ремонт и реконструкция районов, застроенных домами первых массовых серий, построенных в 1950–1970 гг. Реконструкция связана с восстановлением эксплуатационных показателей и усилением несущих элементов зданий и сооружений. При реконструкции и техническом перевооружении капитальные вложения существенно меньше,

а окупаемость в 2...2,5 раза быстрее, чем при новом строительстве. Предусматривается улучшение архитектуры зданий, повышение теплозащиты, получение дополнительной площади за счет надстройки. В данном случае мы предлагаем стальную двухэтажную рамную конструкцию мансардного типа (рисунок 1).

Новшеством последних лет при возведении надстроек и мансардных этажей в России, является приме-

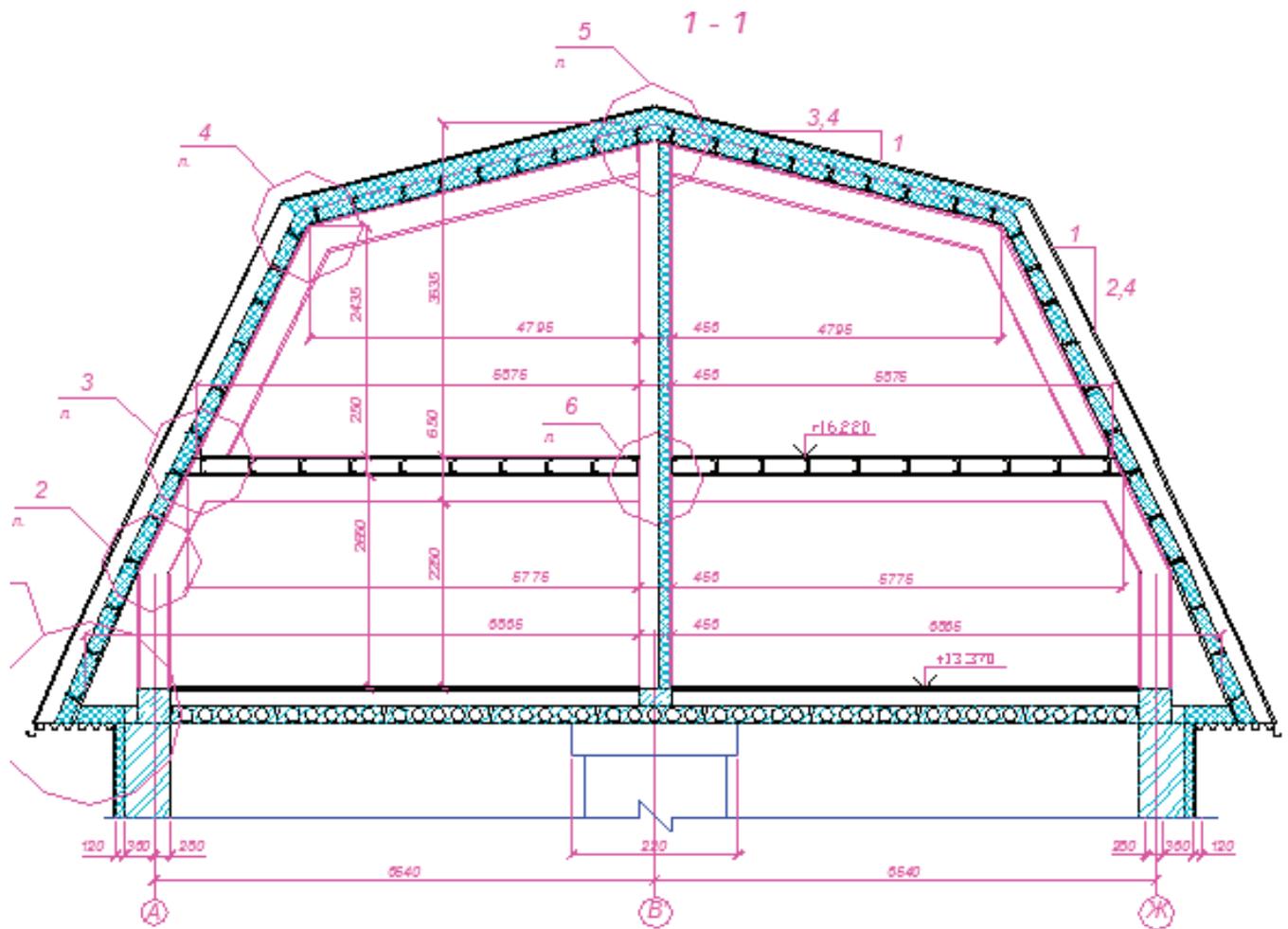


Рис. 1. Схема рамы

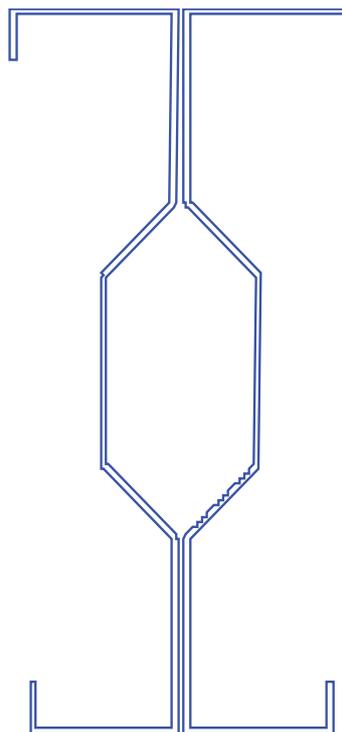
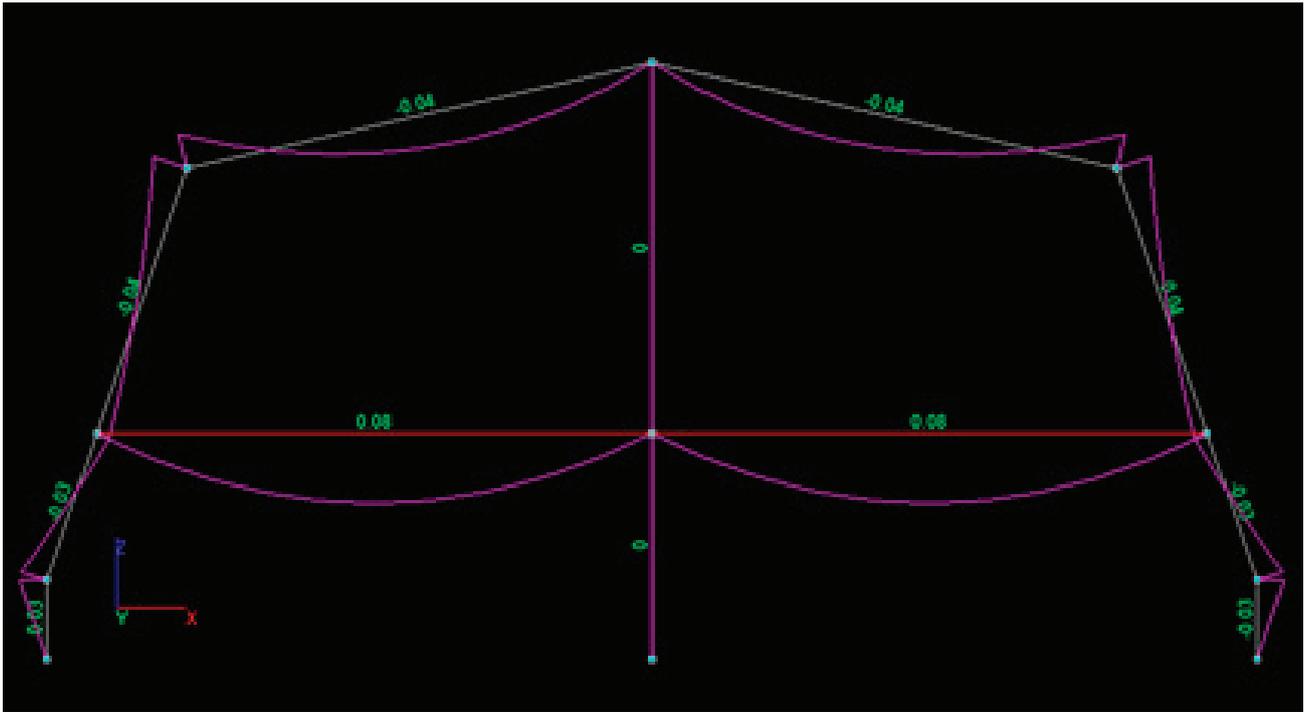
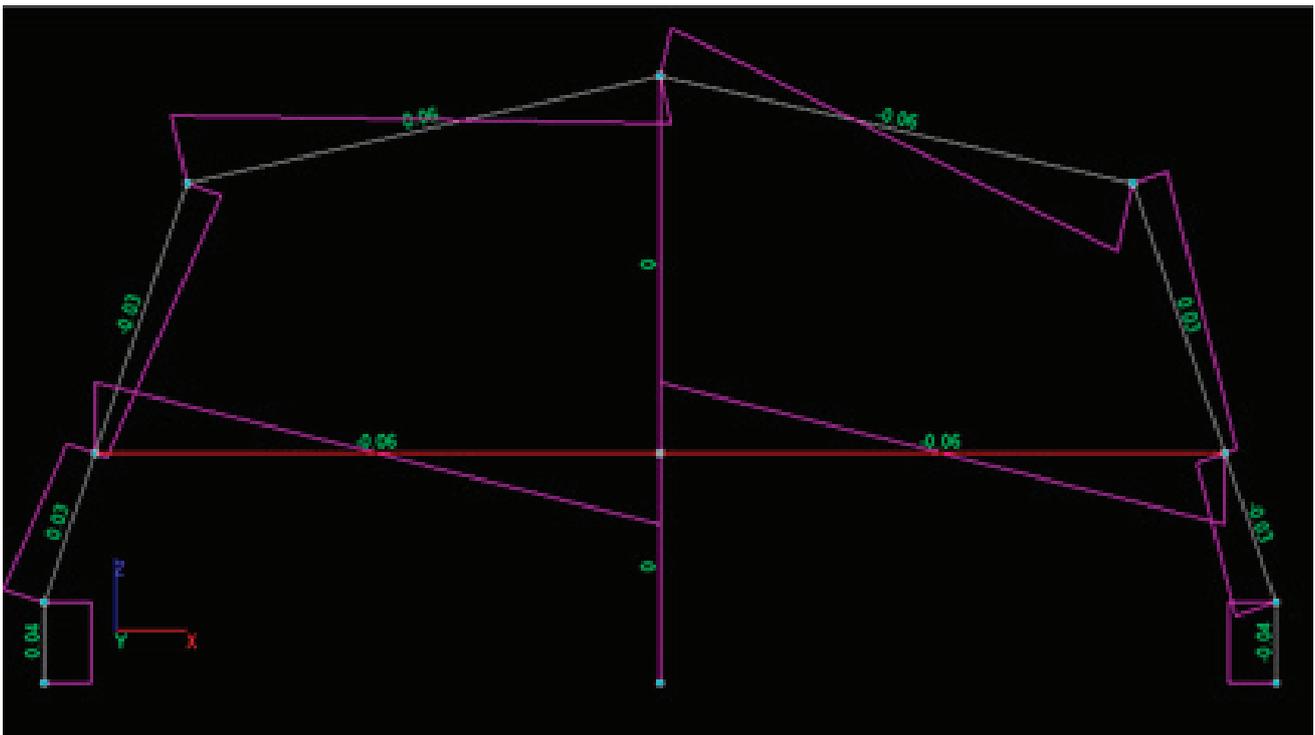


Рис. 2. Разрез термопрофиля

Рис. 3. Значения эпюр $M(y)$ Рис. 4. Значения эпюр $Q(z)$

нение стальных тонкостенных термопрофилей в качестве конструкций поперечной рамы, а также прогонов. Высокая теплопроводность стальных каркасных профилей уменьшена за счет перфорации профиля, в результате этого конструкция обладает повышенными прочностными характеристиками (рисунок 2). Соединение в узлах рамы выполнено из фланцевых соеди-

нений на высокопрочных болтах класса «Селект». Основными преимуществами реконструкции является: малый вес надстраиваемой конструкции, увеличение полезной площади и обновление морального облика здания.

Расчеты рамы с разработанным поперечным сечением произведены в программе SCAD++

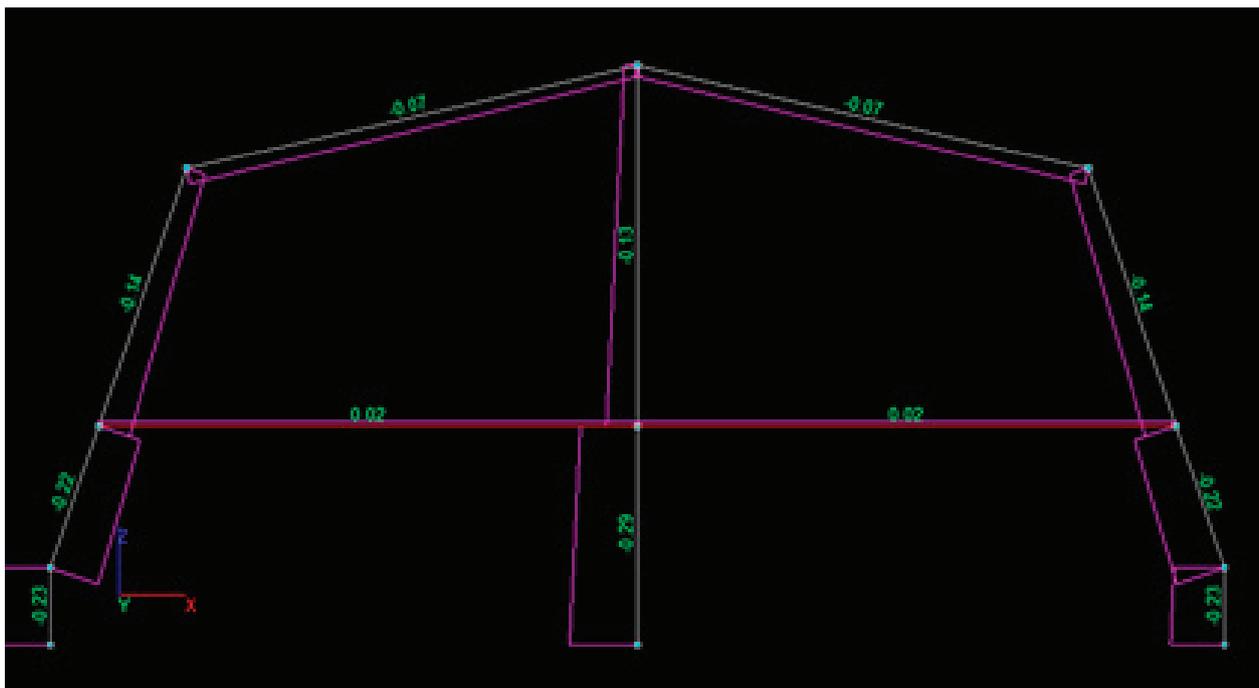


Рис. 5. Значения эпюр N

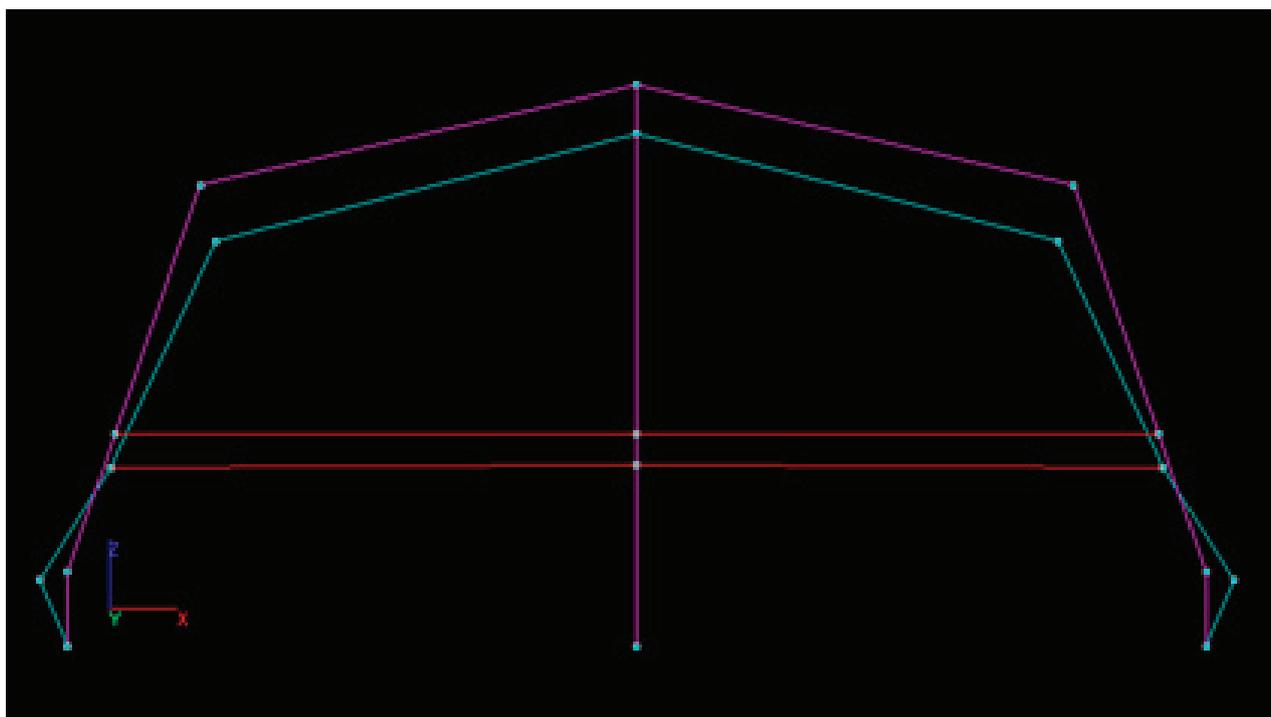


Рис. 6. Совместное отображение расчетной и деформированной схемы

Литература:

1. СП 13–102–2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений»
2. СП 20.13330.2011. СНиП 2.01.07–85 Нагрузки и воздействия. С картами. (Актуализированная редакция).
3. СП 16.13330.2011 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23–81* (с Изменением N1)
4. Правила оценки физического износа жилых зданий. ВСН 53–86 (р)/ Госгражданстрой. —М.: Прейскурант-тиздат, 1988. —72 с.
5. Беленя Е. И. «Металлические конструкции», М, Стройиздат, 1986.

Разработка двумерных сглаживающих фильтров на основе функции специального вида¹

Ляхов Павел Алексеевич, кандидат физико-математических наук, доцент;
Голошубова Юлия Владимировна, студент;
Попова Елена Александровна, студент;
Валуева Мария Васильевна, студент
Северо-Кавказский федеральный университет (г. Ставрополь)

В статье рассмотрено применение сглаживающих фильтров для очистки от шума изображений в оттенках серого. В данной работе предложена новая функция для генерации масок сглаживающих фильтров. Произведено сравнение эффективности предложенных фильтров с фильтрами Гаусса. Результаты моделирования показали, что предложенный фильтр дает хороший результат очистки изображений от шума, вычислительно проще и удобней в использовании.

Ключевые слова: цифровое изображение, шум, система остаточных классов, сглаживающий фильтр, фильтр Гаусса

Методы цифровой обработки изображений широко используются на практике: в астрономии, медицине, физике, биологии, географии, археологии и т.д. [1–3] В частности, актуальна проблема очистки изображений от шума — случайного изменения значений интенсивности [4]. Некоторыми распространенными типами шума являются:

- 1) «соль и перец» — случайные изолированные черные или белые точки на изображении;
- 2) импульсный — случайные изолированные белые точки на изображении;
- 3) гауссов — изменении интенсивности по нормальному закону распределения.

Для улучшения качества зашумленного изображения (очистки от шума) применяют сглаживающие фильтры: простой, Гауссов, медианный, биномиальный [5,6]. В данной статье рассмотрены фильтры, которые улучшают зашумленные изображения в оттенках серого.

Предложенный метод сглаживания изображений

Изображение представляет собой двумерную функцию $f(x, y)$, где x и y — это пространственные координаты, а амплитуда f в любой точке с парой координат (x, y) называется интенсивностью или уровнем серого цвета изображения в этой точке. Цифровое изображение состоит из конечного числа элементов, каждый из которых расположен в конкретном месте и имеет определенное значение. Эти элементы принято называть элементами изображения или пикселями. Для цифровых изображений в оттенках серого интенсивность представляется с помощью чисел без знака, изменяющимся в диапазоне от 0 до 255, с 8-битовым представлением [7–9].

Предложенный нами метод сглаживания изображений обрабатывает изображение фильтром, который выглядит следующим образом:

$$f(x) = \frac{e^{\cos(2\pi x)}}{ax^2 + 1} \quad (1)$$

где a — степень «размытия». На рисунке 1 представлен график предложенной функции. На графике видно, что функция достигает локальных максимумов в точках $x = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ Это свойство используется в дальнейшем, при составлении масок фильтра.

Моделирование

Моделирование производилось в математическом пакете MATLAB2015 [7]. В качестве исходных данных были взяты изображение (Рисунок 2).

Для искажения изображений использовался Гауссов шум с дисперсиями: $\sigma_1^2 = 0,05$, $\sigma_2^2 = 0,25$, $\sigma_3^2 = 0,01$. Сравнивались два метода сглаживания изображений: на основе предложенной функции и с использованием фильтра Гаусса [4, 5]. Двумерная функция Гауссова (Рисунок 3.) фильтра выглядит следующим образом:

$$G(x, y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-(x^2+y^2)/2\sigma^2} \quad (2)$$

Очистка изображений от шума проводилась фильтрами из Таблицы 1. Далее в тексте они используются как фильтры — (1–6) соответственно. Для оценки качества работы фильтров была использована числовая характеристика PSNR, или пиковое отношение сигнал-шум, между двумя изображениями (оригиналом и полученным изображением). Вычисляется данная характеристика по формуле:

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{R^2}{MSE} \right) \quad (3)$$

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации МК-5980.2016.9.

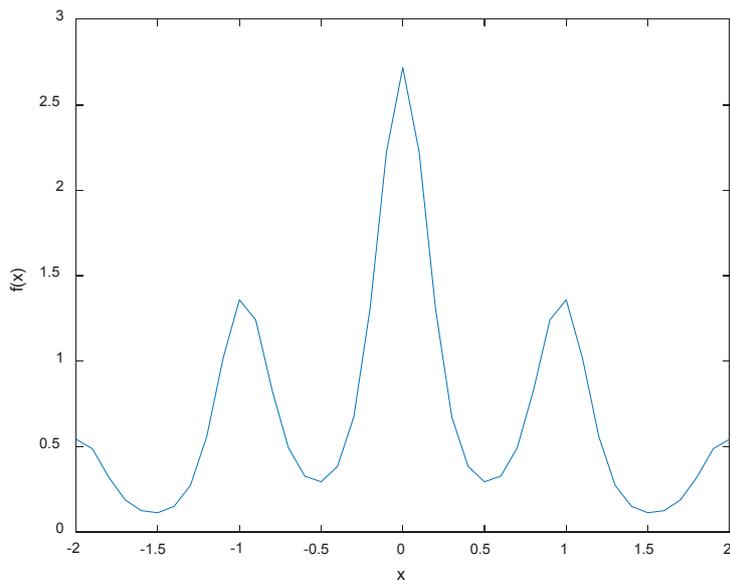


Рис. 1. График предложенной функции



Рис. 2. Исходное изображение

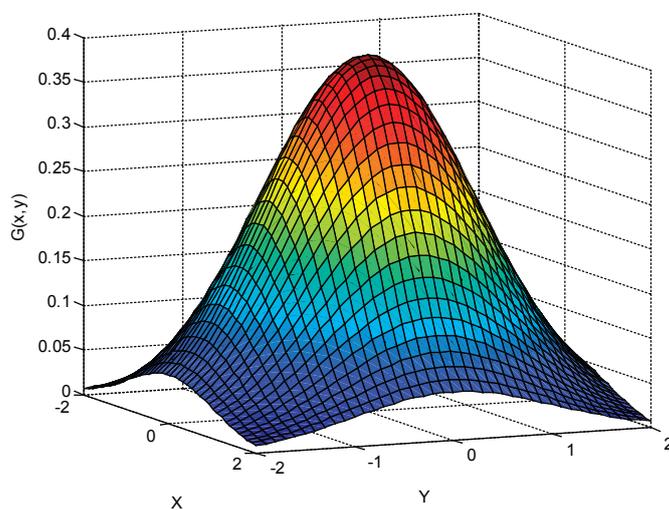


Рис. 3. График двумерной функции фильтра Гаусса

где $MSE = \frac{\sum_{M,N} [I_1(m,n) - I_2(m,n)]^2}{M \cdot N}$ — среднеквадратическая ошибка сравнения качества восстановленного изображения;

R — максимальное колебание входного сигнала изображения. Так как величина $PSNR$ имеет логарифмическую природу, единицей ее измерения является децибел (Дб). Чем больше величина $PSNR$, тем лучше качество восстановленного изображения, для тождественно равных изображений $PSNR = \infty$. При исследовании алгоритмов сжатия и очистки от шума изображений в оттенках серого практически пригодной считается величина $PSNR$, изменяющаяся в пределах от 20 Дб до 50 Дб [12, 13].

Пример восстановления искаженного изображения с помощью фильтра показан на Рисунке 4. На рисунках

4а — 4в представлены зашумленные изображения, а на рисунках 4г — 4и восстановленные.

Результаты эксперимента представлены в Таблице 2.

Из Таблицы 2 видно, что предложенный нами фильтр не уступает фильтру Гаусса, наоборот даже дает лучший результат при очистке изображений от шума.

Заключение

В работе исследован вопрос о применении сглаживающих фильтров для очистки от шума изображений в оттенках серого. Предложена новая функция, порождающая маску сглаживающего фильтра. Результаты моделирования показали, что предложенный фильтр дает хороший результат очистки изображений от шума, вычислительно проще и удобней в использовании.

Таблица 1. **Использованные сглаживающие фильтры**

№ фильтра	Название	Размерность	Вид
1	Предложенный фильтр	3×3	$\begin{bmatrix} 0,0162 & 0,1559 & 0,0162 \\ 0,1559 & 0,3117 & 0,1559 \\ 0,0162 & 0,1559 & 0,0162 \end{bmatrix}$
2		5×5	$\begin{bmatrix} 0,0136 & 0,1392 & 0,0416 & 0,1392 & 0,0136 \\ 0,1392 & 0,0108 & 0,1041 & 0,0108 & 0,1392 \\ 0,0416 & 0,1041 & 0,2081 & 0,1041 & 0,0416 \\ 0,1392 & 0,0108 & 0,1041 & 0,0108 & 0,1392 \\ 0,0136 & 0,1392 & 0,0416 & 0,1392 & 0,0136 \end{bmatrix}$
3		7×7	$\begin{bmatrix} 0,0035 & 0,0021 & 0,0097 & 0,0171 & 0,0097 & 0,0021 & 0,0035 \\ 0,0021 & 0,0112 & 0,0115 & 0,0342 & 0,0115 & 0,0112 & 0,0021 \\ 0,0097 & 0,0115 & 0,0089 & 0,0857 & 0,0089 & 0,0115 & 0,0097 \\ 0,0171 & 0,0342 & 0,0857 & 0,1714 & 0,0857 & 0,0342 & 0,0171 \\ 0,0097 & 0,0115 & 0,0089 & 0,0857 & 0,0089 & 0,0115 & 0,0097 \\ 0,0021 & 0,0112 & 0,0115 & 0,0342 & 0,0115 & 0,0112 & 0,0021 \\ 0,0035 & 0,0021 & 0,0097 & 0,0171 & 0,0097 & 0,0021 & 0,0035 \end{bmatrix}$
4	Гауссов фильтр	3×3	$\frac{1}{15} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$
5		5×5	$\frac{1}{351} \begin{bmatrix} 1 & 5 & 8 & 5 & 1 \\ 5 & 21 & 34 & 21 & 5 \\ 8 & 34 & 55 & 34 & 8 \\ 5 & 21 & 34 & 21 & 5 \\ 1 & 5 & 8 & 5 & 1 \end{bmatrix}$
6		7×7	$\frac{1}{50912} \begin{bmatrix} 1 & 13 & 55 & 91 & 55 & 13 & 1 \\ 13 & 149 & 666 & 1097 & 666 & 149 & 13 \\ 55 & 666 & 2981 & 4915 & 2981 & 666 & 55 \\ 91 & 1097 & 4915 & 8104 & 4915 & 1097 & 91 \\ 55 & 666 & 2981 & 4915 & 2981 & 666 & 55 \\ 13 & 149 & 666 & 1097 & 666 & 149 & 13 \\ 1 & 13 & 55 & 91 & 55 & 13 & 1 \end{bmatrix}$

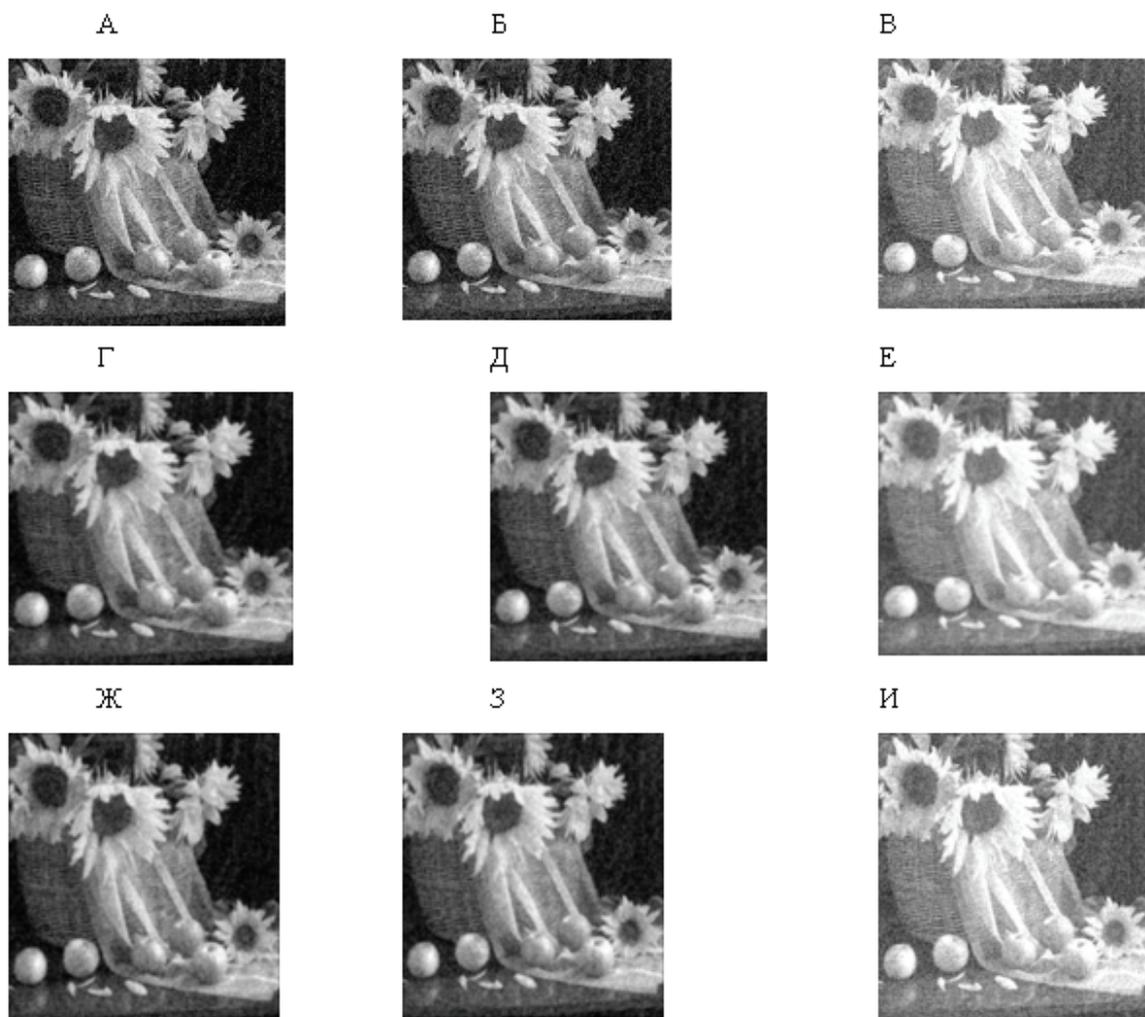


Рис. 4. Пример очистки изображения от шума с помощью предложенного фильтра и Гауссова фильтра размерностью 5×5 . Зашумленные изображения: а) с дисперсией $\sigma_1^2 = 0,01$; б) с дисперсией $\sigma_2^2 = 0,05$; в) с дисперсией $\sigma_3^2 = 0,25$. Очищенные от шума предложенным фильтром изображения: г) с дисперсией $\sigma_1^2 = 0,01$; д) с дисперсией $\sigma_2^2 = 0,05$; е) с дисперсией $\sigma_3^2 = 0,25$. Очищенные от шума Гауссовым фильтром изображения: ж) с дисперсией $\sigma_1^2 = 0,01$; з) с дисперсией $\sigma_1^2 = 0,05$; и) с дисперсией $\sigma_1^2 = 0,25$

Таблица 2. Сравнение качества восстановленных изображений PSNR, Дб

Дисперсия	№ фильтра					
	1	2	3	4	5	6
0.01	24.79	24.39	23.85	24.59	24.24	24.25
0.05	22.39	22.22	21.91	22.31	22.13	22.13
0.25	12.09	12.10	12.09	12.10	12.09	12.09

Интересным направлением дальнейших исследований является изучение вопроса об очистке изображений от шума в конкретных областях: медицинской диагностике,

биологии, обработка спутниковых снимков, археологические исследования и т.д.

Литература:

1. Дороничева А. В. Методы распознавания медицинских изображений для задач компьютерной автоматизированной диагностики // Современные проблемы науки и образования [Электронный ресурс] / А. В. Дороничева, С. З. Савин. — М.: science-education.ru, 2015. — Режим доступа: <http://www.science-education.ru/118-14414>

2. Применение радарной интерферометрии при изучении подработанных территорий / Ж.З. Толеубекова, Д.В. Мозер, А.К. Омарова, А.С. Туякбай // ИНТЕРЭКСПО ГЕО-Сибирь. — 2012. — том 1.
3. Быков А.Л. Применение материалов аэрофотосъемки с беспилотного летательного аппарата для картографического обеспечения археологических работ / А.Л. Быков, Костюк А.С., Быков В.Л. // ИНТЕРЭКСПО ГЕО-Сибирь. — 2013. — № 1, том 4.
4. Jain Ramesh, Kasturi Rangachar, Brian G. Schunck. Machine vision. — Published by McGraw-Hill, Inc., 1995, 549 p.
5. Shih Frank Y. Image processing and pattern recognition: fundamentals and techniques. — NY: WILEY, 2010, 537 p.
6. Яне Б. Цифровая обработка изображений / Яне Б. — М: Техносфера, 2007. — 584 с.
7. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB / Р. Гонсалес, Р. Вудс, С. Эддинс — Москва: Техносфера, 2006. — 616 с.
8. Bovik A.I. Handbook of image and video processing. — Texas: Elsevier, 2005, 1372 p.
9. Карташев В.Г. Основы теории дискретных сигналов и цифровых фильтров / В.Г. Карташев. — М.: Высш. шк., 1982.
10. Прэтт У. Цифровая обработка изображений / У. Прэтт — М.: Мир, 1982. — 790 с.
11. Хемминг Р.В. Цифровые фильтры / Р.В. Хемминг: Пер. с англ. / Под ред. А.М. Трахтмана. — М.: Сов. радио, 1980.
12. Salomon D. Data Compression. — Springer-Verlag London, 2007, 1092 P.
13. Huynh-Thu Q., Ghanbari M. Scope of validity of PSNR in image/video quality assessment // Electronics Letters, Vol. 44, № 13, 2008, pp. 800–801.

Современные инновационные технологии в жилищном строительстве

Маковская Юлия Сергеевна, магистрант

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Как показывает статистика порядка 30% всех строительных материалов в России соответствуют стандартам по экологии, которые могут использоваться без причинения вреда для здоровья человека. Большинство специалистов в области строительства считает, что уже в ближайшие годы соответствующие проекты для США, Европы и России, а также экологический девелопмент станет самым прогрессивным направлением развития в строительной отрасли.

Основным конструкционным материалом малоэтажного домостроения является кирпич — 53% и каменные материалы — 15%, деревянные конструкции — 22%, 10% домов строится из других материалов, в т.ч. с использованием пенополистирола.

Наиболее широко используемые строительные технологии являются, в то же время, и наиболее затратными. В частности, наиболее дорогостоящее кирпичное и каменное домостроение в структуре малоэтажного строительства составляет 68%. Одним из способов снижения себестоимости строительства является применение древесины и материалов ее переработки.

Также наблюдается немалое использование новых технологий, которые позволяют вести работы в любое время года. К ним относится использование материалов из ячеистого бетона, технологий термоструктурных панелей, модернизированных технологий крупнопанельного домостроения с применением элементов несъемной опалубки из пенополистирола. Необходимо отметить, что затраты

на производство, транспортировку, монтаж несущих и ограждающих конструкций и их последующую эксплуатацию более низкие по сравнению с технологиями строительства с использованием традиционных материалов.

В Советском Союзе приоритетным и перспективным считалось быстровозводимое многоэтажное крупнопанельное жилье, что привело к сокращению использования дерева как строительного материала, в том числе во многом из-за существовавших правил пожарной безопасности. Древесине свойственны технологические сложности использования как строительного материала, которые связаны со сложностями сушки и обработки деревянных конструкций, а также усадки построенного дома. В итоге в России в значительной степени были утрачены технологии работы с деревом и направления индивидуального деревянного домостроения. Древесина является традиционным строительным материалом — абсолютно экологичным, долговечным, пожароустойчивым, легко утилизируемым и возобновляемым. То, что дерево — полностью возобновляемый ресурс, является в современных условиях все более значимым фактором.

С эксплуатационной точки зрения важно, что в деревянном доме обеспечивается оптимальный микроклимат благодаря способности древесины абсорбировать запахи и регулировать влажность внутренних помещений. Кроме того, дом из древесины ароматизируется эфирными маслами и обладающими антисептическим действием смолами, находящимися в деревянных конструкциях. Ос-

новными организационно-технологическими типами деревянного малоэтажного домостроения являются:

1. Технологии строительства деревянных домов из рубленого бревна. Деревянный рубленый дом из бревен конструктивно составлен из «венцов» бревен, уложенных друг на друга горизонтально. Бревна сруба обтесываются вручную, толщина бревен меняется. Традиционно деревянные дома строили из древесины естественной влажности, что вызывает усадку конструкций при эксплуатации. В естественных природных условиях процесс сушки древесины продолжается до полутора лет, это удлиняло срок возведения деревянного здания, так как сруб должен был «выстояться».

2. Технологии строительства деревянных домов из оцилиндрованного бревна. Технология оцилиндровки брёвен включает в себя съём фрезами верхнего слоя древесины с обычных брёвен, после чего бревна обрезают форму идеального цилиндра. Далее обрабатываются торцы бревен и вырезаются чаши под сруб. В результате данной технологии снижается время строительства сруба на площадке и обеспечивается более низкая стоимость монтажа дома по сравнению с домами из бревен традиционной ручной рубки. Необходима обработка оцилиндрованных бревен с целью предотвращения появления трещин, скручивания, избыточной влажности в первые годы эксплуатации конструкций.

3. Технологии строительства деревянных домов из клееного бруса. Для производства клееного бруса используется воспроизводимая древесина хвойных пород, технологический процесс которого включает в себя следующие технологические процессы: бревно с естественным содержанием влаги распиливается на доски небольшого сечения, которые предварительно просушиваются до уровня 10–12% влажности; на следующем этапе доски простругиваются с четырех сторон до получения заданных параметров; далее доски склеиваются специальным экологически чистым клеем под прессом. Направление древесных волокон в ламелях при склеивании в единый брус задается в противоположные стороны, за счет чего клееный брус показывает более высокие показатели прочности по сравнению с обычным брусом, а, кроме того, при изменении влажности он не изменяет геометрической формы. Ламели, склеенные в единый и неделимый брус, в дальнейшем профилируются на четырехсторонних станках. После придания клееному брусу профиля он торцуется в размер. Последним этапом изготовления является «зарезание» в клееном брусе на специальных чашкорезных станках венцовых чашек и сверление отверстий под нагели. Строительная технология клееного бруса позволяет возводить дома в течение круглого года, при этом возведение конструкций стен на готовом фундаменте составляет от 3-х до 4-х недель. Деревянные дома из клееного бруса значительно легче каменных или кирпичных (вес 600–900 кг/куб. м), поэтому не требуют возведения глубоких и тяжелых фундаментов. Можно выделить следующие основные преимущества конструкций из клееного бруса:

сохранение формы в течение срока эксплуатации; большая прочность и меньшая теплопроводность конструкций в сравнении с обычной древесиной; минимальные усадки по высоте; отсутствие трещин; высокое качество лицевых поверхностей, которые не требуют дополнительной отделки; конструкции пазов и гребней по длине клееного стенового бруса плотно фиксируют брус в стене и не пропускают влагу; конструктивно стена из клееного бруса выглядит монолитной.

4. Строительство деревянных домов из профилированного бруса. Организационно-технологическим преимуществом технологий строительства из профилированного бруса является высокая технологичность возведения. Трудоемкость строительства дома из него сравнительно низкая, поскольку все изделия изготовлены с высокой точностью и качеством в условиях заводского производства. Как результат — дома из профилированного бруса возводятся значительно быстрее и имеют высокие потребительские качества.

5. Строительство деревянных домов из каркасно-щитовых панелей. В современном загородном строительстве в России технологии каркасного и каркасно-панельного домостроения считаются одними из наиболее перспективных и интенсивно развивающихся направлений. Технология каркасного домостроения базируется на использовании деревянного каркаса здания, представляя собой жесткую и прочную конструкцию с большим сроком эксплуатации (до 150 лет), которая собирается по сотовому принципу из пиломатериалов. В качестве основных преимуществ каркасного и каркасно-панельного домостроения следует выделить высокие теплоизоляционные свойства панелей и сжатые сроки строительства (стены здания могут быть смонтированы за три-четыре дня, а весь дом полностью — за два месяца). Каркасные дома не требуют специальных массивных фундаментов; отделочные работы могут быть начаты сразу после монтажа несущего каркаса, поскольку в данной технологии обработки древесины отсутствуют усадки. Наружные стены каркасных домов конструктивно состоят из нескольких слоев (технология «сэндвич»), в том числе: влагостойкие ориентированно-стружечные плиты OSP, утеплитель между ними и слой гидро-, ветро- и пароизоляции. Ориентированно-стружечные плиты на 9/10-х состоят из древесины, которая производится при санитарной рубке леса, как связующие элементы используются синтетические смолы и парафиновая эмульсия. Применяются также технологии с использованием цементно-стружечных плит и других материалов. Основным организационно-технологическим преимуществом сэндвич-панелей является их высокая технологичность: поставка всех комплектующих, необходимых для монтажа панелей (уголков, крепежа, герметиков) снижает трудоемкость сборки здания и практически сводит к минимуму работу на стройплощадке.

6. Модульное деревянное домостроение. Модульным этот тип домов называется потому, что они строятся в виде секций или модулей. Например, дом площадью 105 кв.

метров состоит из двух модулей, а дом площадью 209 кв. метров из 4-х модулей. Основное преимущество этой технологии заключается в том, что высококачественные дома строятся на заводе, а не на стройплощадке. Модули деревянного дома собираются в заводских условиях, что выгодно отличает эту технологию от сборки из комплектующих на стройплощадке.

7. Технология малоэтажного домостроения из поризованных керамических камней. Использование поризованного керамического камня позволяет возводить стены соответствующие толщине в два с половиной кирпича, которые полностью соответствуют современным требованиям по теплозащите. На отопление расходуется до 90% тепловой энергии, потребляемой строителями и эксплуатационниками в течение жизненного цикла здания. С учетом этого новые нормативы по теплозащите зданий предусматривают сокращение теплопотерь в 1,5–3,5 раза и увеличение показателей сопротивления теплопередаче конструкций стен. Соблюсти эти требования, используя традиционный кирпич, можно лишь при возведении стены толщиной более 1 м, поэтому предприятия конструктивно усложняют решения путем использования различных утеплителей. Керамический поризованный камень производится введением в шихту опилок, которые выгорают при обжиге и оставляют в камне поры. Достоинством поризованного камня является его низкий коэффициент теплопроводности, равный 0,29 Вт/м°C (у обыкновенного кирпича расчетный коэффициент — 0,39–0,42 Вт/м°C). Это позволяет проектировать и возводить стены толщиной 64 см, внутренняя часть которых состоит из поризованного камня, а наружный слой — из облицовочного кирпича. Использование конструкций из поризованного керамического камня совершенствует технологические процессы: снижается расход раствора, сокращается время возведения стен, сокращаются трудозатраты. Как следствие — удешевляется строительство в целом.

8. Технологии инновационного скоростного домостроения «Теплоскор». Данная технология включает в себя методику создания дома нового поколения, технологию скоростного домостроения, инновационный строительный материал — теплоэффективный блок и технологическую линию по автоматизированному производству теплоэффективных стеновых блоков. Технология «Теплостен» позволяет возвести надземные конструкции здания до трех этажей менее чем за два месяца при относительно низкой себестоимости, при высоких эксплуатационных качествах здания, таких как огнестойкость, долговечность, архитектурная выразительность и низкая теплопроводность. В основе данной технологии инновационного скоростного домостроения лежит новый строительный материал — трехслойные теплоэффективные стеновые блоки «Теплостен».

9. Технология несъемной пенополистирольной опалубки. В качестве опалубки для монолитных стен используются несъемные блоки из пенополистирольного утеплителя. С помощью пенополистирола обеспечивается

теплоэффективность здания и экономия времени возведения: при использовании обычной опалубки значительное время затрачивается на ее установку, демонтаж, чистку и т.д. При несъемной опалубке эти работы не требуются, поэтому на монтаж здания по технологии несъемной опалубки обычно затрачивается 2,5–3 месяца. Конструкция опалубки представляет собой две пластины из строительного пенополистирола, скрепленные перемычками. Она изготавливается в заводских условиях в виде блоков очень небольшого веса, что обеспечивает высокую технологичность строительных работ. Внутренние полости блоков опалубки в процессе монтажа армируются и бетонизируются. Верхняя и нижняя плоскости блоков опалубки имеют замки специальной формы, что дает возможность отказаться от применения временных подпорных элементов, выдерживать геометрию и размеры стен, обеспечивать герметичность соединений и блокировать вытекание бетона. Основными преимуществами технологии несъемной пенополистирольной опалубки являются: быстрота монтажа зданий (в среднем 2,5–3 месяца), невысокая стоимость фундаментов за счет небольшого веса конструкций здания и невысокая стоимость стен (до полутора раз ниже стоимости стены из кирпича), высокие прочностные и тепловые качества здания, высокая технологичность строительства в целом.

10. Технология несъемной железобетонной опалубки. Последовательность выполнения работ по данной технологии следующая. После разметки осей и разработки грунта на стройплощадке устанавливается опалубка, арматура и гидроизоляция, производят разводку под отопление и теплые полы. Затем происходит бетонирование плиты. Современная несъемная опалубка EUROBAU — это прогрессивная технология строительства домов, созданная в Германии. Данная технология позволяет существенно сократить сроки строительства, так как дома из несъемной опалубки требуют меньше трудоемких процессов. Уникальность несъемной опалубки в том, что она превосходно зарекомендовала себя при возведении объектов различного назначения. Работы можно вести в любое время года, и они не будут зависеть от погоды. К тому же система EUROBAU обеспечивает стопроцентную гидроизоляцию. Несъемная опалубка позволяет построить цокольный этаж дома всего за несколько дней, существенно сократить трудозатраты за счет выполнения большинства операций в заводских условиях, не требует сложного технического обеспечения строительства. Сборно-монолитная технология сразу предполагает возведение идеально ровных стен, готовых под отделку. Такие строения выдерживают высокие нагрузки и устойчивы к различным физическим воздействиям. Так как цикл строительства осуществляется круглый год, то несъемная опалубка сокращает сроки возведения зданий в 3 раза.

В результате проведенного анализа современной структуры инновационных технологий в малоэтажном жилищном строительстве, можно выделить следующую классификацию групп проектов по технологии и себе-

стоимости: каменные дома, каркасные дома, деревянные дома.

Наиболее индустриальным домостроением при реализации ИПЭУС являются следующие инновационные технологии: дома из рубленого дерева; дома из цилиндрированного бруса; дома из каркасно-щитовых панелей; модульное деревянное домостроение; домостроение из поризованных керамических камней; скоростное домостроение «Теплоскор»; технология несъемной пенополистирольной опалубки; технология несъемной железобетонной опалубки.

Как показали проведенные в России исследования, наиболее эффективными инновационно-технологическими решениями в развитии объектов малоэтажной жилищной эконедвижимости является использование сборно-каркасных технологий с применением сэндвич-панелей, которые имеют оптимальное сочетание трех показателей: конструкционную, паро-теплозащитную и декоративную. Применение технологий возведения зданий и сооружений из сэндвич-панелей существенно снижает общие затраты на капитальное строительство и эксплуатацию объектов недвижимости в целом.

Литература:

1. Баронин С. А., Грабовый П. Г. (2011). Главные тенденции и современные особенности развития малоэтажного жилищного строительства в России. Известия Юго-Западного государственного университета, 5–2, 48а-58.
2. Вирцев М. Ю. (2014). Развитие территорий на основе развития малоэтажного жилья. Российское предпринимательство, 18, 100–108.
3. Гареев И. Ф., Рожков В. Л., Зарипова Н. М. (2014). Концепция застройки социальных поселков для взрослого населения. Российское предпринимательство, 23, 187–197.
4. Гимадиева Л. Ш. (2014). «Зеленые стандарты» на практике (на примере Республики Татарстан). Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета, 101, 2337–2348.
5. Загидуллина Г. М., Клещева О. А. (2011). Развитие инновационной инфраструктуры инвестиционно-строительного комплекса. Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета, 2, 271–277.
6. Мухаррамова Э. Р., Липатов Д. В. (2013). Формирование преимущественных направлений социально-экономического развития региона с использованием кластерного подхода. Российское предпринимательство, 22, 114–120.
7. Орлов В. Я., Гареев И. Ф. (2014). Опыт реализации социально значимого проекта некоммерческой жилищной организацией. Российское предпринимательство, 16, 110–121.
8. Орлов В. Я., Гареев И. Ф. (2011). Формирование социальных стандартов государственных услуг на рынке жилья. Российское предпринимательство, 10–1, 175–180.
9. Погодина Т. В., Задорова Т. В., Твердохлеб А. Ю. (2014). Оценка уровня и динамики инвестиций в основной капитал в Российской Федерации. Вектор науки Тольяттинского государственного университета. Серия: Экономика и управление, 1, 63–65.
10. Сайфуллина Ф. М., Бадрутдинова А. Р. (2015). Современные инновационные технологии в малоэтажном жилищном строительстве. Российское предпринимательство, 16(19), 3167–3174.
11. Сиразетдинов Р. М., Мавлютова А. Р., Низамова И. Р. (2013). Внедрение инновационных ресурсосберегающих технологий в строительном комплексе. Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета, 4, 316–325.
12. Хуснуллин М. Ш., Сиразетдинов Р. М., Зайнуллина Д. Р. (2010). Инновационное развитие региона на основе активизации рынка загородной недвижимости. Региональная экономика: теория и практика, 8, 32–40.

Оптимизация использования материальных ресурсов литейного производства Узбекистана

Маматкаримов Жасур Рахматулло огли, магистрант;
 Абдукулов Ильезбек Баходирович, магистрант;
 Каюмов Баходир Хасанбой огли, магистрант;
 Расулов Саидаббос Асаметдинович, профессор;
 Саидходжаева Шохиста Нуритдиновна, ассистент

Ташкентский государственный технический университет Ислама Каримова (Узбекистан)

На современном этапе развития литейного производства первостепенной задачей является улучшение

качества литья, рост производительности труда, экономия трудовых и материальных ресурсов. Известно, что

литейное производство является материалоемким производством, где используются сотни наименований различных материалов, а увеличение выпуска литья требует все большего количества связующих, формовочных песков, глин, топлива, модификаторов, флюсов и шихтовых материалов.

В структуре затрат на производства машиностроительной продукции 75...80% приходится на сырьё и материалы. Род и количество материалов в литейном производстве определяется видом отливок и способом их изготовления. Достаточно подчеркнуть, что на изготовление 1 т годного литья расходуется до 6–7 т различных материалов.

Наибольшая часть в литейном производстве приходится на чугунные отливки, выпуск которых в настоящее время составляет 65–70% от общего выпуска литья. Поэтому введение в шихту для изготовления чугуна более дешевых и менее дефицитных материалов позволит получить значительную экономию. Для получения 1 т годного литья расходуется до 8–10 м³ формовочных и стержневых смесей, 1,4 т металлошихты и много других материалов.

На величину материалоемкости отливок влияет много факторов (табл. 1.) как конструкционные, технологические и организационно — экономические.

Конструкционное направление — это совершенствование конструкции машин и узлов, использование ЭВМ в расчетах, увеличение удельного веса деталей, подвер-

гаемых инженерным расчетам на жесткость, прочность, снижение удельной массы машин, повышение и качества.

Анализ работы чугунолитейных цехов, технологических процессов показывает, что имеется достаточно резервов в повышении ее эффективности с точки зрения ресурсосберегающей и малоотходной технологии.

Литейные цехи страны неудовлетворительно обеспечиваются формовочными материалами.

В тоже время на одну тонну производимых отливок в отвал выбрасывается 1 т отходов, причем основную его часть составляет горелый формовочный песок. Расход свежих песков можно сократить, применяя регенерацию отработанных смесей, в настоящее время регенерации подвергается не более 3% от общего количества вывозимых в отвал смесей.

Важное народнохозяйственной задачей по экономии материальных ресурсов, снижению металлоемкости деталей и отливок являются максимальное приближение веса и размеров отливок к весу и размерам годовой детали, снижение припусков на механическую обработку, выбор для изготовления деталей машин литейных сплавов с высокими эксплуатационными свойствами, как у высокопрочного чугуна (ВЧ). Широкое внедрение высокопрочного чугуна позволяет снизить массу заготовок на 10...15%, повысить долговечность деталей, уменьшить трудоемкость финишной обработки литья. Опыт использования чугуна и стали накоплен на ГАЗе, КамАЗе и ряде

Таблица 1. Материалоемкость литейного производства

Конструкционные		Технологические		Организационно-экономические	
Прогрессивность конструкции	Рациональный выбор марки металла	Внедрение прогрессивных процессов плавки	Методы внешнего воздействия на жидкий и кристаллизирующийся металл	Разработка прогрессивных нормативов	Метрологическое обеспечение
Увеличение мощности агрегата	Замена дефицитных и дорогих металлов. Применение ВЧ	Внедрение прогрессивных процессов формовки	Внедрение точных методов литья, непрерывно-литых отливок	Планирование и стимулирование снижения массы отливок и расхода металла	Внедрение АСУТП
Применение прогрессивных методов расчетов деталей	Применение сварнолитых деталей	Типизация технологических процессов	Совершенствование технологии подготовки шихтовых и формовочных материалов	Учет и анализ брака	Совершенствование информационной базы
Выбор рациональной геометрии деталей	Увеличение удельного веса поверхностей, не требующих мех обработки	Обработка на технологичность	Снижение потерь металла на угар, литники и прибыли	Аттестация качества отливок, сдача Госприемке	Повышение уровня специализации, внедрение хозрасчета
Повышение уровня унификации и стандартизации деталей машин	Замена сложных конфигураций деталей геометрически простыми			Повышение квалификации работников, организация соревнования за экономию и бережливость	

других заводов. Внедрение в производство отливок из ВЧ является одной из первоочередных задач литейного производства Узбекистан.

В Узбекистане отсутствует железная руда и заводы республики ощущают острый недостаток первичных и вторичных ресурсов черных металлов. В связи с этим не на полную мощность работает и Бекабадский металлургический комбинат.

Как известно, при специальных способах коэффициент использования металла, высок и наибольшая экономия металла в следствие максимального приближения отливки к готовой детали.

Выбор оптимального способа изготовления отливок, расширение масштабов внедрения специальных способов литья позволяет снизить массу отливок от 1,3 до 2 и более раз по сравнению с обычным способом изготовления их

в песчаных формах; экономия металла при этом составляет до 300 кг на одну тонну отливок. Кроме того, снижается трудоемкость механической обработки, повышается точность и чистота поверхности отливок. Для расширения масштабов производства отливок специальными способами необходимо пересмотреть номенклатуру отливок, особенно в автомобильной промышленности, тракторо-сельхозмашиностроении, изготовление деталей для железнодорожного транспорта, химической и других отраслей как известно, при индукционном способе плавки расширяется использование вторичных ресурсов лома, стружки и других легковесных отходов.

Сравнение среднего состава шихты для электроиндукционных печей и вагранок (табл. 2) показывает, что расход литейных чугунов при электроплавке снижается с 25,1% до 8,5%; перепельных чугунов с 25,5% до 12,4% [1].

Таблица 2

Шихтовые материалы	Общий	Средний состав металлошихты, % при плавления	
		В электропечах	в вагранках
Литейный доменный чугун	23,8	8,5	25,1
Перепельный доменный чугун	24,4	12,4	25,5
Стальной лом	11,2	12,4	25,5
Чугунной лом и возврат собственного производства	39,2	37,8	39,0
Чугунная стружка	0,7	0,7	0,7
Стальная стружка	0,2	0,2	0,1

Литература:

1. Rasulov S. A., Grachev V.A. Quymakorlik metallurgiyasi, Toshkent, «O'qituvchi», 2004, 319s.
2. Трухов А.Р. Маляров А.И. Технология литейного производства, технология литейной формы. М.: Академа, 2005, 514 с.

Анализ условий устойчивости стационарного движения редуктора

Манглиева Журагул Хамракуловна, кандидат физико-математических наук, доцент
Навоийский государственный горный институт (Узбекистан)

Сидиков Мансур Носирович, кандидат физико-математических наук, доцент
Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека (г. Ташкент)

Кодирова Гузаль Жаббаровна, студент
Навоийский государственный горный институт (Узбекистан)

На основе модели качения упругого колеса М. В. Келдыша рассмотрены вопросы влияния упругости промежуточного колеса на стационарное движение вариатора и на программное движение экипажа по плоскости. При такой постановке задач параметры деформаций колеса рассматриваются как дополнительные возмущения. Анализ условий устойчивости стационарного движения редуктора с промежуточным колесом с упругой периферией оказываются совсем другими, чем в случае твердого промежуточного колеса. Также рассмотрен вопрос отклонения от кругового программного движения экипажа с ведущим упругим колесом. Численный анализ уравнений движения экипажа показывает, что при больших значениях угловой скорости собственного вращения колеса, отклонения центра колеса, от программного увеличивается существенно.

Как известно, для исследования систем, содержащих упругие колеса, из-за сложности аналитических выкладок предложены дискретные модели качения, которые с достаточной степенью точности описывают динамику систем с каче-

нием. К таким моделям относятся модели И. Рокара, Грайдануса, М. В. Келдыша и другие, где деформируемость колеса учитывается конечным числом параметров, силы реакций предполагаются пропорциональными параметрами, массой деформируемой части пренебрегают [1]. Ниже с помощью модели качения М. В. Келдыша [2] исследуется динамика классического фрикционного редуктора с промежуточным колесом рассмотренного в работе И. Лурье [3], и задача отклонения от программного движения экипажа с ведущим колесом по горизонтальной плоскости. Предполагается, что колесо представляет собой диск с упругой периферией. Оно расположено на оси симметрии пластинки и движется без проскальзывания. Два остальных колеса роляльные. Они не ограничивают движение пластинки по плоскости.

Рассмотрим вопрос влияния упругости промежуточного колеса на устойчивость стационарных движений редуктора скорости. При указанных предположениях [3] исследование системы можно проводить в рамках динамики негोलомных систем с идеальными связями, так как сумма элементарных работ сил реакций на виртуальных перемещениях системы равна нулю. Так как массой деформируемой части пренебрегаем, то энергия ускорений вариатора будет такой же, как в твердом случае [3].

$$S = \frac{1}{2} \dot{\omega}_1 [J_2 \frac{r_1^2}{(x-c)^2} + J_1 + J \frac{r_1^2}{r^2} + \frac{1}{2} m g r (4l^2 - x^2)] - \dot{\omega}_1 \omega_1 \dot{X} (\frac{J_2 r_1^2}{(x-c)^3} + m g r x) + \frac{1}{2} x \dot{x}^2 (m + \frac{2 m g r l^2}{4l^2 - x^2}) + m g r x \dot{x} (\frac{1}{2} \dot{\omega}^2 + \frac{2 l^2 x^2}{4l^2 - x^2})$$

Здесь введены следующие обозначения: J1, J2, J — соответственно моменты инерции барабана, диска и промежуточного колеса; r — расстояние от оси второго диска до точки контакта; c1, c2 — жесткости пружин; mгр — масса груза. Будем предполагать, что проскальзывание площадки контакта в продольном и поперечном направлениях отсутствует, то есть имеем случай качения без проскальзывания. Уравнения связей с учетом поперечной деформации и поворота оси площадки контакта примут следующий вид [2]: $\dot{X} - \lambda = r_1 \Psi \omega_1$, $r_1 \omega_1 = r \omega_2$, $\Psi = (\alpha \lambda + \beta \Psi) R \omega_1$

В соотношениях (2) первые два уравнения представляют собой условия отсутствия проскальзывания центра контакта в продольном и поперечном направлениях, а третье уравнение связывает радиус кривизны линии качения с параметрами деформации λ и Ψ (модель качения упругого колеса М. В. Келдыша), где λ — поперечная составляющая смещения центра контакта колеса, Ψ — угол между касательной к линии качения и плоскостью промежуточного колеса. Уравнения движения в форме Аппеля принимает следующий вид:

$$\theta(x) \dot{\omega}_1 - F(x) \dot{X} \dot{\omega}_1 = M_1 + \frac{r_1}{x-c} M_2 + \frac{b\Psi}{x-c} + r_1 a \Psi \lambda + b \Psi r_1 (\alpha \lambda + \beta \Psi),$$

$$m(x) \dot{x} + \frac{1}{2} m g r x \omega_1^2 \frac{2l^2 x}{(4l^2 - x^2)} m g r \dot{X}^2 = -(c_1 + c_2)(x - x_0) - c_1 \delta_1 + c_2 \delta_2 + a \lambda,$$

$$\dot{X} - \lambda = r_1 \omega_1 \Psi, \Psi = (\alpha \lambda + \beta \Psi) r_1 \omega_1.$$

где: $\theta(x) = [J_2 \frac{r_1^2}{(x-c)^2} + J_1 + J \frac{r_1^2}{r^2} + \frac{1}{2} m g r (4l^2 - x^2)]$, $m(x) = m + \frac{2 m g r l^2}{4l^2 - x^2}$,

$$F(x) = (\frac{J_2^* r_1^2}{(x-c)^2} + m g r x)$$

a, b, α, β — коэффициенты пропорциональности, δ_1, δ_2 — начальные натяжения пружин. Частное решение дифференциальных уравнений вариатора получим, полагая

$$\omega_1 = \omega_{10}, x = x_0, \lambda = \Psi = 0.$$

Подставляя (5) в уравнения движения (4), получим

$$M_1 + \frac{R}{x_0 - c} M_2 = 0, \frac{1}{2} m g r x_0 (\omega_{10})^2 = -c_1 \delta_1 + c_2 \delta_2.$$

Соотношения (3) представляют собой условия осуществимости частного решения (4). Уравнения движения (3) можно трактовать как уравнения движения в окрестности частного решения (4) с учетом упругости промежуточного колеса. При этом уравнения первого приближения имеют вид:

$$\theta(x) \dot{\omega}_1' - F(x_0) \dot{X}' \omega_{10} + \frac{r_1}{(x_0 - c)} M_2 x' - \frac{b\Psi}{x_0 - c} = 0$$

$$m(x_0) \ddot{x}' + \frac{1}{2} m g r x' (\omega_{10})^2 + m g r x_0 \omega_{10} \omega_1' + (c_1 + c_2) x' + a \lambda = 0,$$

$$\dot{X}' - \lambda - r_1 \omega_{10} \Psi = 0, \Psi - r_1 \omega_{10} \alpha \lambda - r_1 \omega_{10} \beta \Psi = 0.$$

Характер движения в окрестности частного движения определяется корнями характеристического уравнения линейного приближения. Движение экипажа по плоскости с упругим ведущим колесом реализация программных движений с помощью сил реакций условных связей и параметров управлений в механических системах в настоящее время является актуальной задачей. Рассмотрим программное движение экипажа с ведущим колесом по горизонтальной плоскости, предполагая, что ведущее колесо расположено на оси симметрии пластинки и движется без проскальзывания, а два остальных колеса роляльные, то есть не ограничивают движение пластинки по плоскости. Для

определения положения системы введем следующие обобщенные координаты: x, y — координаты центра масс пластинки, θ — угол между осью симметрии пластинки и координатной осью Ox , θ_1 — угол между линией пересечения плоскости ведущего колеса и плоскостью движения с координатной линией Ox , ω_1 — собственная угловая скорость колеса. Рассмотрим отклонение механической системы с ведущим деформируемым колесом относительно программного движения. При этом параметры деформаций будем трактовать как возмущающие факторы. Пусть система движется под действием параметров управления определяемыми в случае, когда ведущее колесо является абсолютно твердым телом. Исследуем отклонение системы от программного движения за счет упругости ведущего колеса.

В рассматриваемой задаче первое условие, отсутствие проскальзывание центра контакта $(r\omega_1 + \xi)t = vk = \omega_1 \cdot r \cdot j_1$ полностью сохраняется. А второе условие, как нам известно, имеет место при малых отклонениях от прямолинейного движения. Если разложить коэффициент кривизны линии качения колеса в окрестности $1/R_0$, сохраняя при этом первое приближение по отношению к параметрам деформаций получим:

$$\frac{1}{R} = \frac{d(\Psi + \theta_1)}{r \cdot d\omega_1} = \frac{1}{R_0} + \alpha\xi - \beta\Psi,$$

где $\frac{1}{R_0}$ — это кривизна программного движения твердого ведущего колеса, α, β — коэффициенты

пропорциональности. На основании теории М. В. Келдыша система сил реакций плоскости эквивалента продольной силе R_{x1} , направленной вдоль оси $O1x_1$, поперечной силе $R_{y1} = k \cdot \xi$, пропорциональной боковой деформации колеса ξ и направленной вдоль оси $O1y_1$, и моменту $M\Psi = k_1 \cdot \Psi$. Уравнения движения в форме уравнений Лагранжа 1-рода примут вид.

$$\frac{d}{dt}((mn + mk) \cdot \dot{x} - a \cdot mk(\sin\theta) \cdot \theta'' + \theta'^2 \cos\theta) = \lambda_1 = R_{x1} \sin\theta_1 + R_{y1} \cos\theta_1,$$

$$\frac{d}{dt}((mn + mk) \cdot \dot{y} + a \cdot mk(-\cos\theta) \cdot \theta'' + \theta'^2 \sin\theta) = \lambda_2 = -R_{x1} \cos\theta_1 + R_{y1} \sin\theta_1, \quad (8)$$

$$Jz_1 \cdot \theta'' = u_{10} + M\Psi, \quad Jx_1 \cdot \omega_1' = -R_{y1} \cdot r + u_{20},$$

$$J'n \cdot \theta'' + mk \cdot a(\ddot{y} \cdot \cos\theta - \dot{y} \cdot \sin\theta) = -(\lambda_1 \cdot \sin\theta - \lambda_2 \cdot \cos\theta) + u_{30}.$$

Где u_{10}, u_{20}, u_{30} , параметры управления, которые реализуют программное движение с твердым колесом.

Присоединив к этим уравнениям кинематические связи

$$\dot{X} = a \sin\theta \cdot \theta' - (\xi \sin\theta_1)'t + \omega_1 r \cos(\Psi + \theta_1) = a \sin\theta \cdot \theta' - \xi' t + \omega_1 r \cos(\Psi + \theta_1),$$

$$\dot{y} = -a \cos\theta \cdot \theta' + (\xi \cos\theta_1)'t + \omega_1 r \sin(\Psi + \theta_1) = -a \cos\theta \cdot \theta' + \xi' t + \omega_1 r \sin(\Psi + \theta_1),$$

$$\frac{1}{R} = \frac{d(\Psi + \theta_1)}{dS} = \frac{\Psi' + \theta_1'}{\omega_1 r} = \frac{1}{R_0} + \alpha\xi - \beta\Psi, \quad (9)$$

получим замкнутую систему обыкновенных дифференциальных уравнений относительно переменных $\theta, \theta_1, \omega_1, x, y, R_{y1}, \xi$. Таким образом, при постановке задачи качения колеса с упругой периферией условия устойчивости стационарного движения регулятора оказываются совсем другими, чем в случае твердого промежуточного колеса. При этом параметры деформации колеса можно представить как дополнительные возмущения. Анализ характеристического уравнения первого приближения движения редуктора в окрестности стационарного движения показывает, что возможны случаи самовозбуждения промежуточного колеса, которое приводит к неустойчивости движения. Численный анализ уравнений движения экипажа с упругим промежуточным колесом показывает, что при больших значениях угловой скорости собственного вращения колеса, отклонения центра колеса, от программного увеличивается существенно.

Литература:

1. Тураев Х. Т., Фуфаев Н.А, Мусарский Р.А. Теория движения систем с качением. — Ташкент: Фан, 1987. — 158с.
2. Келдыш М.В. Шими переднего колеса трехколесного шасси. Труды ЦАГИ. 1945 № 584.С. 1—33.
3. Лурье А.И. Аналитическая механика. — М.: Гостехиздат, 1961. — 824 с.

Этапы и методы автоматического извлечения ключевых слов

Недильченко Ольга Сергеевна, студент

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Рассмотрим общий подход к автоматическому выделению ключевых слов из текстов. Современные алгоритмы извлечения ключевых слов обычно включают в себя 3 последовательных этапа [1]:

- 1) нахождение кандидатов в ключевые слова;
- 2) выделение признаков;
- 3) ранжирование и отсеивание.

На этапе нахождения кандидатов в ключевые слова решаются две задачи.

Первая из них — предварительная обработка слов, включающая в себя такие процедуры, как стемминг, лемматизация, выделение коллокаций, устранение неоднозначностей. Стеммингом называется усечение слова до его образующей основы путем отбрасывания суффиксов, приставок и т.д., а лемматизацией — приведение слова к его нормальной форме. Отличие этих двух процедур может проиллюстрировать следующий пример. Слово-сочетание «*ключевые слова извлеклись*» после процедуры стемминга будут преобразованы в словосочетание «*ключев слов извле*». Аналогичное сочетание после процедуры лемматизации будет преобразовано к «*ключевое слово извлекаться*». Обе эти операции над словами являются языкозависимыми, поскольку требуют знаний о морфологических особенностях языка.

Выделение коллокаций необходимо для того, чтобы алгоритм поиска ключевых слов не разделял семантически связанные устойчивые словосочетания на отдельные составляющие. Задача поиска коллокаций в тексте может быть как языкозависимой (при использовании различных словарей), так и языконезависимой (при использовании статистических методов). Вариант использования различных лингвистических ресурсов исключает возможность неправильного распознавания коллокаций, но обладает следующими проблемами. Составление словарей коллокаций является трудоемкой задачей, требующей найма профессиональных лингвистов. Кроме того, подобные сборники необходимо регулярно обновлять в связи с появлением новых устойчивых словосочетаний. Довольно часто для поиска коллокаций применяют статистические методы, которые в общем случае требуют следующие входные данные:

- 1) большой неразмеченный корпус текста на требуемом языке;
- 2) максимальная длина возможной коллокации;
- 3) минимальная частота совместного появления слов в корпусе при которой их можно считать устойчивым словосочетанием.

Устранение неоднозначностей необходимо в том случае, когда задача подразумевает возможность появления омонимов и необходимость их различия.

Второй частью этапа нахождения кандидатов в ключевые слова является непосредственное разделение текста на отдельные слова и словосочетания для их последующей проверки. Для решения этой подзадачи используют несколько основных подходов. Самый простой из них — процедура токенизации, с помощью которой весь текст разбивается на отдельные слова (в общем случае без выделения словосочетаний). Более сложный способ, который зачастую используется алгоритмами, учитывающими лексический контекст встречающихся рядом слов, называется «скользящим окном». В нем словосочетания образуются из стоящих рядом слов, попадающих в окно заданной ширины (например, 3 слова). Такой способ порождает большое количество кандидатов в ключевые слова, на что необходимо обращать внимание при выборе алгоритма извлечения ключевых слов. Еще один метод генерации словосочетаний связан с разделением предложений по стоп-словам (малозначимым словам, которые часто являются союзами, предлогами и пр.) и пунктуации. Такой способ позволяет наиболее быстро выделить кандидатов в ключевые словосочетания, но без предварительного этапа объединения коллокаций может срабатывать неправильно. Например, словосочетание «*Маша и медведь*» будет разбито по стоп-слову «и» на отдельные слова. Кроме того, этот способ является языкозависимым.

На втором этапе для каждого найденного кандидата в ключевые слова выделяются признаки, по которым можно будет оценить степень его важности. Выделяемые признаки можно разбить на 3 категории [2]: синтаксические признаки, статистические признаки, структурные признаки. К синтаксическим признакам относят признак части речи, получаемый с помощью POS-разметки (part-of-speech tagging) и признаки, полученные с помощью различных онтологий и словарей. Извлечение этих признаков является языкозависимым.

К статистическим признакам относят вычисление частоты встречаемости слова в документе и в корпусе документов, длину слова или словосочетания, их схожесть с другими кандидатами. Очевидно, что чем чаще встречается слово внутри документа, тем оно более важно для его описания. С другой стороны, чем чаще слово встречается в других документах, тем менее оно важно для текущего документа. Метрика, учитывающая оба эти условия, называется TF-IDF (Term Frequency — Inverse Document Frequency) и вычисляется следующим образом [3]:

$$tf_{t,d} = \frac{n_{t,d}}{n_d},$$

где $n_{t,d}$ — количество вхождений термина t в документе d , n_d — общее количество слов в документе d .

$$idf_{i,D} = \log \frac{|D|}{|\{d_i \in D | t \in d_i\}|},$$

где D — корпус документов, $|D|$ — количество документов в корпусе, $|\{d_i \in D | t \in d_i\}|$ — количество документов, в которые входит термин t .

$$tf_idf_{i,d} = tf_{i,d} \times idf_{i,D}$$

Основание логарифма при вычислении $idf_{i,D}$ не имеет значения, потому что метрика TF-IDF является относительной. Кроме того, вычисление $idf_{i,D}$ можно осуществлять заранее в offline-режиме, так как эта метрика не зависит от конкретного документа, а является характеристикой термина. Часто для больших корпусов используют распределенное вычисление TF-IDF.

Применение структурных признаков обусловлено тем, что важность термина для данного документа зависит от его местоположения. Отмечают, что чаще всего ключевые слова находятся в заголовке и первом параграфе тела документа. В качестве численного структурного признака можно использовать нормализованное расстояние между словом и началом документа (отношение длины цепочки слов от начала документа до текущего слова, деленное на количество слов в документе).

Третьим этапом извлечения ключевых слов является ранжирование и отсеивание. На данном этапе с помощью полученных признаков кандидатов в ключевые слова осуществляется их отбор. Обычно применяют один из двух подходов — или использование каких-либо эвристических формул, которые позволяют определить, является ли

слово ключевым, или использование методов машинного обучения. Стоит отметить, что для машинного обучения с учителем необходим предварительно размеченный корпус документов с выделенными ключевыми словами. Изначально применение машинного обучения для выделения ключевых слов сводилось к решению задачи бинарной классификации путем различных подходов к обучению классификатора [2]. Использовались наивные байесовские классификаторы, деревья принятия решений, бустинг. Однако такой подход не позволял сравнивать найденные ключевые слова друг с другом и выбирать лучшие из них. Поэтому, впоследствии стали применяться алгоритмы, позволяющие ранжировать ключевые слова попарно (например, алгоритм KEA).

Позднее методы извлечения ключевых слов стали разрабатываться на базе алгоритмов ранжирования из других областей. В качестве примера можно привести графовый алгоритм извлечения ключевых слов TextRank, разработанный как продолжение алгоритма PageRank для ранжирования веб-страниц [5].

Описанные выше этапы работы алгоритмов выделения ключевых слов приведены на рисунке.

Качество работы алгоритмов извлечения ключевых слов часто оценивается с помощью F-меры (F1). На эту метрику влияют два параметра — точность и полнота. В контексте задачи извлечения ключевых слов точность (precision) является отношением правильно найденных ключевых слов ко всем найденным ключевым словам. Полнота (recall) является отношением правильно найденных ключевых слов ко всем ключевым словам, ко-

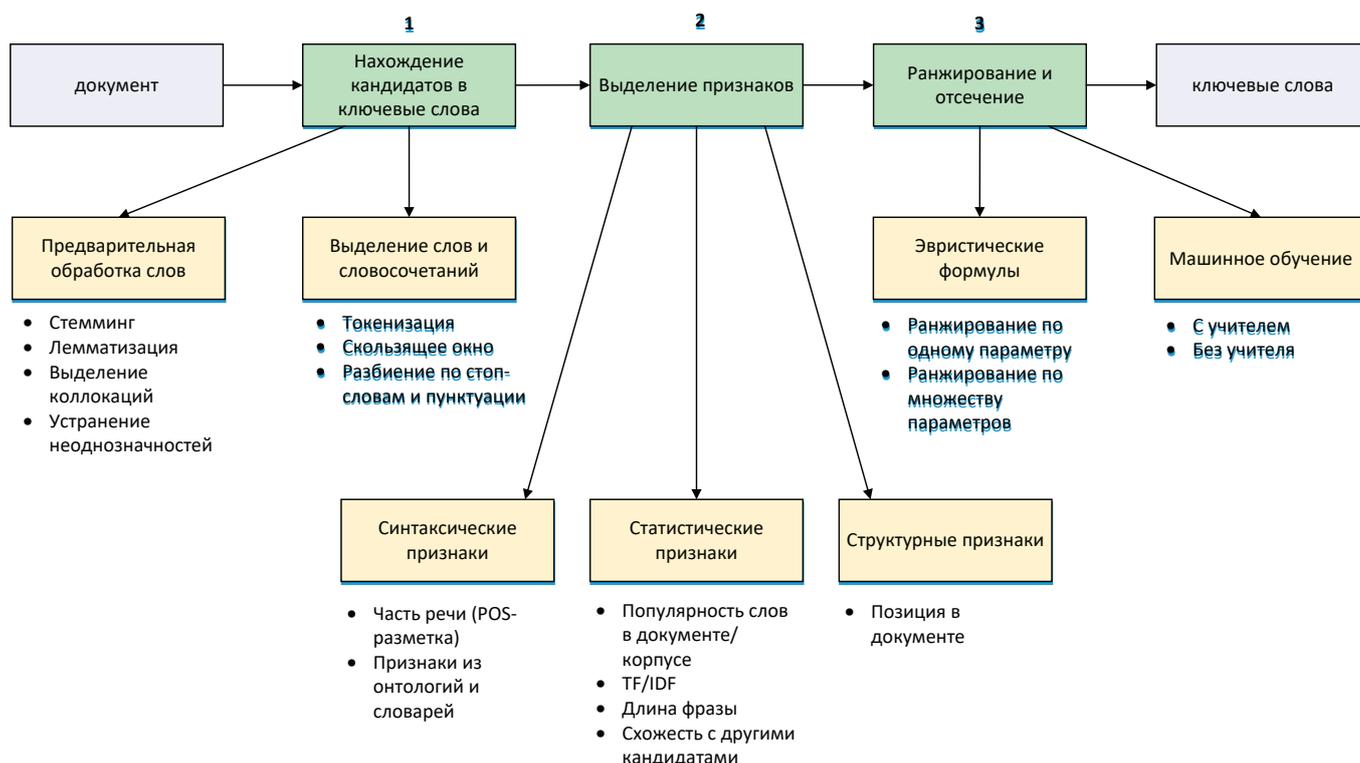


Рис. 1. Этапы извлечения ключевых слов

торые должны были быть найдены. F-мера объединяет эти две метрики в одну:

$$P = \frac{TP}{TP + FP},$$

$$R = \frac{TP}{TP + FN},$$

$$F1 = (\beta^2 + 1) \frac{P \times R}{\beta^2 P + R},$$

где P – точность, R – полнота, $F1$ – F-мера, TP – количество верно распознанных ключевых слов (True Positive), FP – количество неверно распознанных ключевых слов (False Positive), FN – количество нераспознанных ключевых слов (False Negative), β – параметр приоритета точности или полноты.

Если параметр β находится в диапазоне $0 < \beta < 1$, то приоритет при вычислении F-меры отдается точности, при $\beta > 1$ приоритет отдается полноте. Таким образом, F-мера позволяет избежать проблем с оценкой качества,

когда какая-то одна метрика является очень высокой, а вторая очень низкой. Например, если алгоритм нашел лишь одно слово, которое действительно является ключевым, то точность алгоритма будет составлять 100 %, тогда как полнота будет весьма низкой. В этом случае F-мера так же будет низкой.

Таким образом, большинство алгоритмов извлечения ключевых слов состоят из трех последовательных этапов, включающих в себя предварительную обработку данных и выявление кандидатов в ключевые слова, выделение признаков и ранжирование найденных ключевых слов. На выбор алгоритма извлечения ключевых слов должны влиять следующие параметры: доступность размеченных корпусов данных, словарей и онтологий, объемы данных и требующиеся вычислительные ресурсы, наличие специфических особенностей языка. При этом, алгоритм извлечения ключевых слов необходимо оценивать как со стороны точности, так и со стороны полноты, в чем может помочь использование метрики F1.

Литература:

1. NLP keyword extraction tutorial with RAKE and Maui // Airpair. URL: <https://www.airpair.com/nlp/keyword-extraction-tutorial> (дата обращения: 30.05.2017).
2. Kazi Saidul Hasan, Vincent Ng. Automatic Keyphrase Extraction: A Survey of the State of the Art. University of Texas at Dallas, Human Language Technology Research Institute. URL: <http://acl2014.org/acl2014/P14-1/pdf/P14-1119.pdf> (дата обращения 30.05.2017).
3. Christopher D. Manning, Prabhakar Raghavan, Hinrich Sch tze. Introduction to Information Retrieval, Cambridge University Press. 2008.
4. Ванюшкин А. С., Гращенко Л. А. Методы и алгоритмы извлечения ключевых слов. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/metody-i-algoritmy-izvlecheniya-klyuchevykh-slov> (дата обращения 30.05.2017).
5. Rada Mihalcea, Paul Tarau. TextRank: Bringing Order into Texts, University of North Texas, 2004. URL: <http://www.aclweb.org/anthology/W04-3252> (дата обращения 30.05.2017).

Организация перевозок тяжеловесных грузов по автодорожным мостам Северо-Западного региона России

Паненко Анастасия Дмитриевна, студент;
Корныльев Евгений Николаевич, кандидат технических наук, доцент
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Ключевые слова: автомобильная дорога, мост, тяжеловесная нагрузка, перевозка, транспортное средство

Автомобильные дороги Северо-Западного региона представляют собой разветвленную сеть. От Санкт-Петербургского транспортного узла отходят пять автомагистралей федерального значения: в юго-восточном направлении — на Новгород — Москву, южном — на Псков — Невель — Витебск-Киев, западном — на Ивангород — Нарву — Таллинн-Ригу-Калининград, северном — на Выборг и в восточном направлении — на Новую Ладугу и алее Петрозаводск-Мурманск; а также

федеральные автодороги: вдоль побережья Финского залива на запад до Ивангорода и северо-запад — на Приозерск (далее в Карелию) и Светогорск.

Так же две автомобильные дороги федерального значения отходят от Новой Ладуги на Кириши и на Тихвин — Пикалёво — Череповец-Вологду.

Протяженность автомобильных дорог Северо-Запада составляет более 109,5 тыс. км (рис. 1), а мостов на этих дорогах почти 5,5 тыс. шт.



Рис. 1. Транспортный комплекс Северо-Запада России

Мосты Северо-Западного региона построены в разные годы, а значит, были рассчитаны на разные нагрузки. Параметры нагрузок в зависимости от года действия того или

иного нормативного документа на проектирование представлены в таблице 1, необходимо отметить, что изменялись они в сторону увеличения.

Таблица 1

Годы	1944–1953	1953–1962	1962–1984	1984–2011	2011 по н.в.
Нормативный документ	ГОСТ 2775–44	Н 106–53	СН 200–62	СНиП 2.05.03–84*	СП 35.13330.2011
Нормативные нагрузки для расчета	Н-13, Н-10, Н-8	Н-18, Н-13, Н-10, Н-8 НК-80, НГ-60, НГ-30	Н-30 НК-80	А11 НК-80	А14 Н14

Тяжеловесной нагрузкой стоит считать ситуацию, когда масса транспортного средства (автопоезда) с грузом или без превышает несущую способность дорожных одежд, фактическую грузоподъемность искусственных дорожных сооружений, расположенных по маршруту транспортного средства, осуществляющего перевозку тяжеловесного груза. Сверхнормативная тяжеловесная нагрузка в зависимости от массы и размеров подразделяется на две категории. При движении по мостовым сооружениям па-

раметры автотранспортного средства (например, полная масса), при которых оно относится к категории 1, зависят от расстояния между крайними осями.

Большой интерес представляет нагрузка категории 2. При движении автотранспортных средств по мостовым сооружениям с массами и нагрузками на ось, указанными в таблице 2, они относятся к категории 2.

В настоящее время нормативными проектными нагрузками являются нагрузки А14, а также Н14, общая

Таблица 2

Проектная нормативная нагрузка на мостовое сооружение	Параметры АТС		
	Общая масса, т	Нагрузка на ось, т	База, м
АК-11, Н-30, НК-80	более 80	более 20,0	менее 3,6
Н-18 и НК-80	более 80	более 20,0	менее 3,6
АК-8, Н-13, НГ-60	более 60	более 16,0	менее 5,0
Н-10 и НГ-60	более 60	более 9,5* более 12,0*	менее 5,0
Н-8 и НГ-30	более 30	более 7,6*	менее 4,0*

* Значение осевой нагрузки относится к случаям движения по деревянным мостам

масса которого превышает 100 т, следовательно, а нагрузка на ось — 25 т.

Для проведения тяжеловесной нагрузки по маршруту необходимо получить специальное разрешение. Для получения разрешения необходимо выбрать маршрут и рассмотреть все искусственные сооружения, расположенные на нем. Необходимо узнать на какую нагрузку были рассчитаны мосты во время проектирования, произвести обследования на наличие дефектов, влияющих на грузоподъемность, и оценить фактическую грузоподъемность сооружения. Должна быть оценена необходимость принятия иных мер по обеспечению безопасности движения на маршруте перевозки, в необходимых случаях возможность перевозки тяжеловесного груза по дорогам может определяться специальным проектом, предусматривающим проведение специальных мероприятий по усилению инженерных сооружений и обеспечению мер безопасности перевозок.

Так же необходимо установить каким транспортным средством будет осуществляться перевозка, предоставить

схему автопоезда с изображением на ней всех участвующих в перевозке транспортных средств, количества осей и колес на них, взаимного расположения колес и осей, распределения нагрузки по осям и на отдельные колеса с учетом возможного неравномерного распределения нагрузки по длине оси.

Для транспортировки сверхтяжелых грузов с равномерным распределением нагрузки на все оси могут быть использованы, например, двойные колесные модули с различным количеством осей и связующим рычажно-подъемным ложем грузоподъемностью до 500 т (рис. 2).

Максимальная грузоподъемность 500 т достигается при использовании 11-ти, 12-ти и 14-тиосных колесных модулей. С увеличением числа осей модулей максимальная грузоподъемность ложа снижается. При применении 16-тиосных колесных модулей максимальная грузоподъемность ложа составляет 460 т. При использовании 18-тиосных колесных модулей — 400 т.

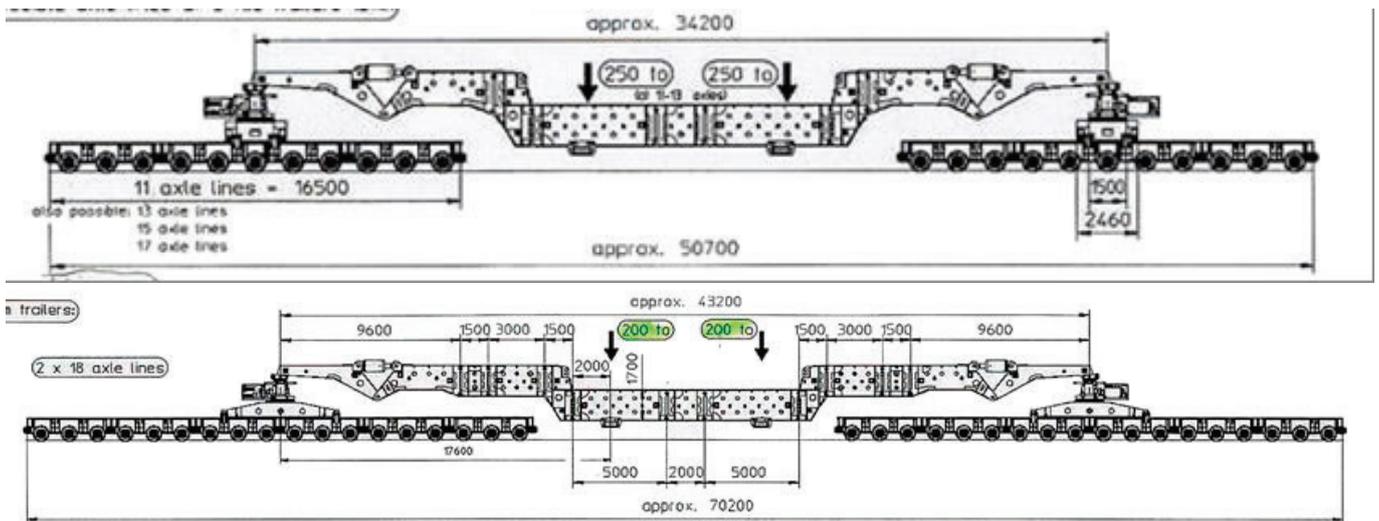


Рис. 2. Одинадцатиосные и восемнадцатисосные колесные модули

Для прохождения автопоезда с тяжелым грузом над транспортным сооружением, несущая способность которого недостаточна для пропуска нагрузки, может использоваться надмостовая модульная транспортная система (рис. 3), которая обеспечивает равномерное распределение осевых нагрузок транспортного сред-

ства и опирание только на устои моста пролетом до 26 м.

В настоящее время представляется возможным создания единых баз данных, которые помогут существенно ускорить подбор маршрута перевозки и транспортного средства для пропуска сверхнормативной тяжеловесной

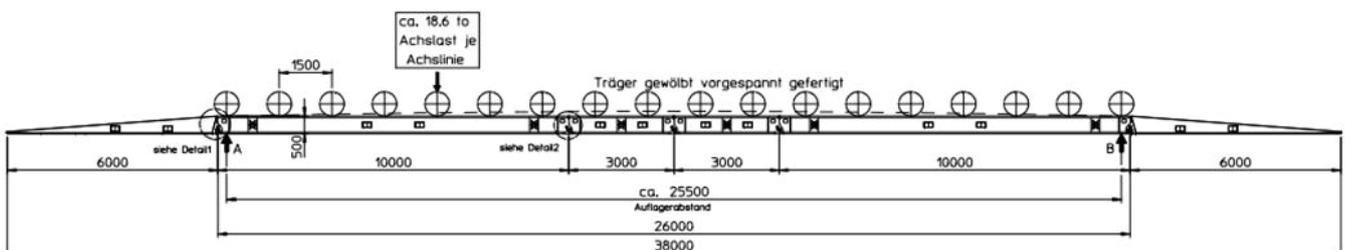


Рис. 3. Надмостовая модульная транспортная система

нагрузки, а соответственно ускорить и облегчить получение разрешения. Для этого необходимо пересчитать мосты на маршрутах следования на их проектную нагрузку с учетом выявленных в процессе специального осмотра дефектов, влияющих на грузоподъемность, после чего каждое сооружение рассчитать под определенные типы автопоезда без учета груза. Это позволит ответить

на вопросы каким маршрутом, каким транспортным средством, а главное, какой массы груз можно провезти из пункта А в пункт Б исходя из резервов грузоподъемности транспортных сооружений, расположенных на пути следования, или исключить возможность пропуска тяжелой нагрузки без предварительного усиления этих сооружений.

Литература:

1. Инструкция по перевозке крупногабаритных и тяжеловесных грузов автомобильным транспортом по дорогам Российской Федерации. Москва 1996 г.
2. ГОСТ 2775–44. Нагрузки временные вертикальные для расчета искусственных сооружений на автомобильных дорогах.
3. Н-106–53. Нормы подвижных вертикальных нагрузок для расчета искусственных сооружений на автомобильных дорогах.
4. СН 200–62. Технические условия проектирования железнодорожных автодорожных и городских мостов и труб.
5. СНиП 2.05.03–84*. Мосты и трубы.
6. СП 35.13330.2011. Мосты и трубы.

Автоматизация процесса снятия амплитудно-частотных характеристик электронных устройств

Петросьянц Виктор Владимирович, кандидат технических наук, профессор;
Бурындина Анна Дмитриевна, магистр
Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток)

Ключевые слова: измерительно-вычислительная система, режекторные фильтры, амплитудно-частотные характеристики, передаточные характеристики, аппаратно-программный комплекс, модель, автоматизация измерений

Для современного рынка электронных устройств характерны высокие требования к качеству структурных элементов схем электронных приборов, предназначенных как для исследовательских целей, так и для построения рабочих систем в области инфокоммуникационных технологий. В современных условиях серийного выпуска схемообразующих деталей существует потребность в налаженном последовательном тестировании приборов, в процессе которого происходит сбор, структурирование и инициализация выходных данных. Для выполнения функций тестирования необходимо построение строго иерархичных измерительных систем с высоким уровнем автоматизации, которые включают в себя оптимальное сочетание условия выполнения определенного спектра задач, а также возможность универсализации, высокую масштабируемость и степень интеграции с другими техническими решениями и приборами. Также высоки требования к степени организации средств управления на иерархическом уровне пользовательского интерфейса. Широкий объем производства электронных устройств обуславливает необходимость у разработанных систем тестирования выходных характеристик высокого уровня автоматизации сбора и обработки массивов данных в системах. Наиболее оправданным способом представления (визуализации) данных для пользователя ИВС является использование компьютерных и программных средств с высоким уровнем кастомизации для адаптации систем для конкретных задач. Таким образом, с использованием виртуальных инструментов существует огромное количество вариантов построения измерительных систем.

Для поэтапной проработки разрабатываемого измерительного комплекса была спроектирована иерархическая структура (рис. 2). Ввиду требований, выдвинутых к задаче реализации измерительной системы, основным из которых является построение универсальной платформы для автоматизации измерений средствами как программными, так и аппаратными, для реализации существующей модели автоматизированного процесса снятия выходных характеристик было решено использовать программные средства NI LabVIEW [1].

Принцип работы аппаратно-программного комплекса заключается в считывании информации, задаваемой пользователем средствами интерфейса: задается частота режекции и параметры осей графика. Модельная схема, пред-

ставленная в виде блок-диаграммы (рис. 1) Включает в себя три основных модуля: входных данных, функциональных элементов и визуализации. С модуля входных данных поступает информация для расчета частоты режекции фильтра. Входные данные поступают на блок визуализации, характеристики амплитуды и частоты сигнала на котором передаются в массив и инициализируются на пользовательском интерфейсе программными средствами в виде графика амплитудно-частотных характеристик фильтра (рис. 3). Блок функциональных элементов представляет собой реализацию режекторного фильтра существующими программными средствами на основе блоков: рекурсивный фильтр (IIR Filter), Impulse Pattern (в качестве примитива для отсечки режектируемой полосы на графике), оконный фильтр с конечной импульсной характеристикой и блок АЧХ. Последний необходим для записи расчетных коэффициентов фильтрации, необходимых для задания графика. Для реализации виртуального блока АЧХ (рис. 1) был произведен расчет коэффициентов передачи k_1 и k_2 , выводимых из уравнения передаточной характеристики [2]:

$$H(z) = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{k_2 + k_1(1+k_2)z^{-1} + z^{-2}}{1 + k_1(1+k_2)z^{-1} + k_2z^{-2}} \right) = \frac{(1+k_2)(1+2k_1z^{-1} + z^{-2})}{2 + 2k_1(1+k_2)z^{-1} + 2k_2z^{-2}}$$

Которое записывается в комплексном виде, как:

$$H(e^{j\omega}) = \frac{(1+k_2)(1+2k_1e^{-j\omega} + e^{-2j\omega})}{2 + 2k_1(1+k_2)e^{-j\omega} + 2k_2e^{-2j\omega}}$$

При этом k_1 при частоте режекции $\nu = 8900 \text{ Гц} = \omega_0 = 17800\pi$ принимает значение:

$$k_1 = -\frac{1 + e^{-2j\omega_0}}{2e^{-j\omega_0}} = -\frac{e^{j\omega_0} + e^{-j\omega_0}}{2} = -\cos\omega_0 = -\cos 55920,35\pi,$$

$$\cos\omega_0 = -0,453990499.$$

Коэффициент k_2 берется равным за 0,4365.

Одной из ведущих задач при разработке принципиальной схемы измерений являлось построение структуры таким образом, чтобы сохранялась ее масштабируемость [3] — возможность нескольких вариантов реализаций. Для обеспечения необходимого уровня точности измерений было решено остановиться на двух способах реализации: на основе виртуальных приборов (в качестве эталонной схемы) и на основе синтеза физических и виртуальных приборов. Первый способ предполагает реализацию всех блоков разработанной схемы (рис. 2) в качестве виртуальных приборов программными средствами NI LabVIEW. В дальнейшем, на основе полученной принципиальной схемы планируется реализация измерительной системы на основе как программных средств, так и аппаратных. Масштабируемая структура реализации измерительной системы также пригодна для включения в реализацию сторонних приборов измерения ам-

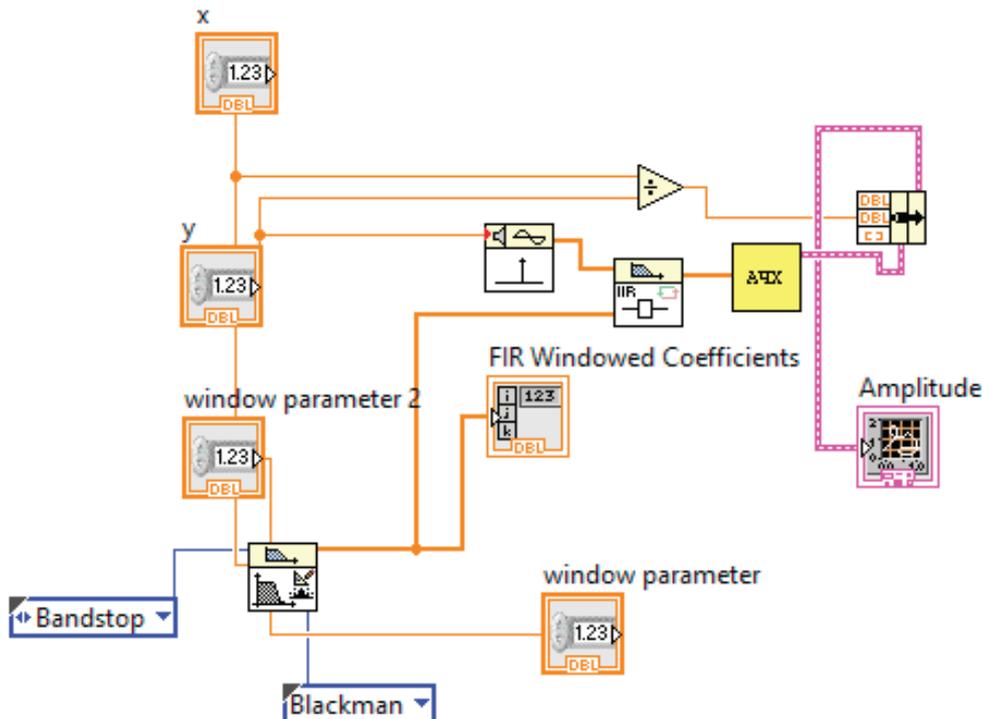


Рис. 1. Блок-Диаграмма снятия амплитудно-частотных характеристик фильтров

плитудно-частотных характеристик, цифрового вольтметра, а также генератора. При данном подходе блоки измерений на основе виртуальных приборов заменяются физическими измерительными приборами.

Данная схема ИВС не требует высоких вычислительных мощностей, поэтому подходит для реализации на базе персонального компьютера с установленным на нем программным комплексом NI LabVIEW, а в качестве устройства представления данных в блоке визуализации используется монитор компьютера.

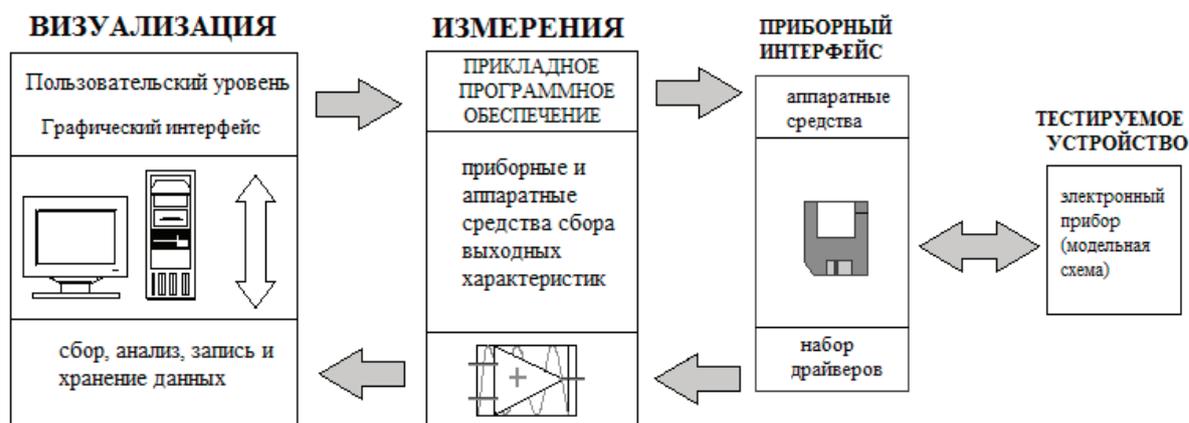


Рис. 2. Принципиальная схема измерений выходных характеристик электронных устройств

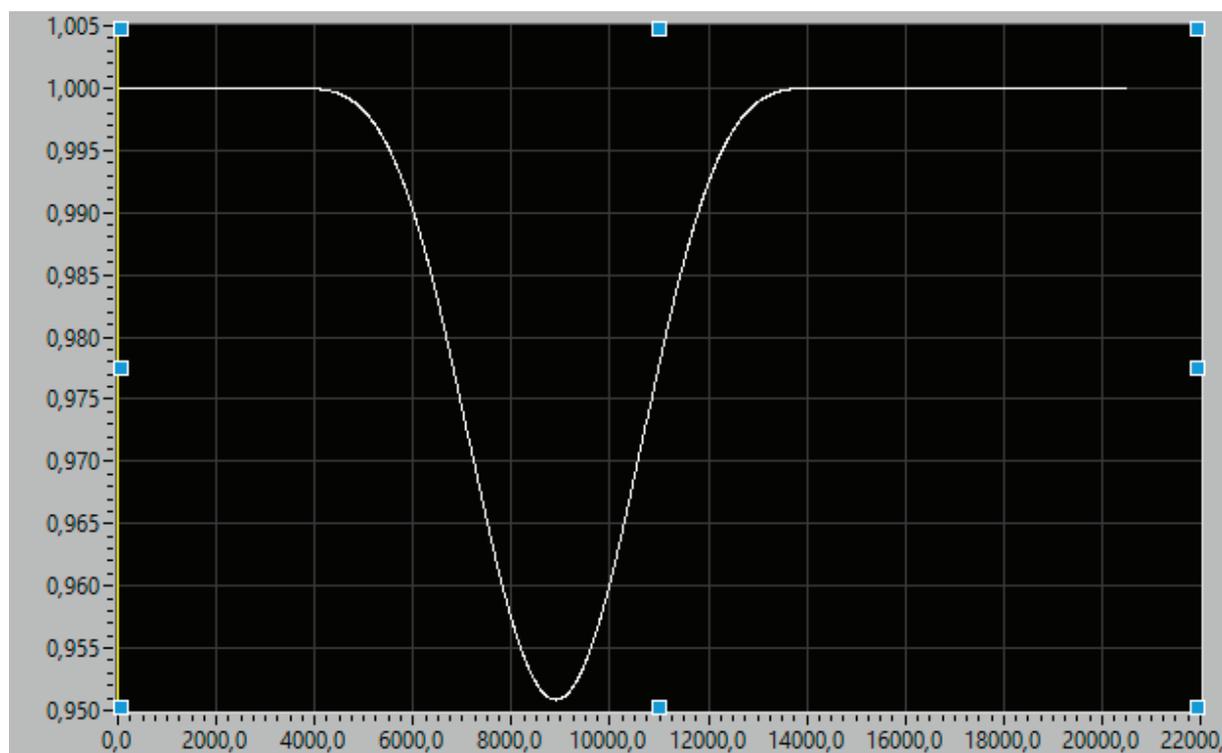


Рис. 3. Амплитудно-частотные характеристики тестируемого прибора

Таким образом, модель, полученная в результате разработки принципиальной схемы, адаптированной для двух и более вариантов реализации системы измерения и графического представления выходных данных электронных устройств удовлетворяет требованиям масштабируемости и гибкости для использования системы для широкого круга задач. В результате описанного в данной статье исследования было принято решение отказаться от методов построения вычислительной системы с использованием методов моделирования тестируемого устройства, проводящее к возможным потерям точности сформированной эталонной схемы, пригодной для исследования метрологических характеристик качества измерения [4], однако благоприятствующее адаптации измерительной системы для тестирования более широкого спектра

электронных устройств, что было выделено как одна из важнейших задач в проектировании измерительно-вычислительной системы. Данная система подходит в качестве основы для реализации исследовательской задачи по определению метрологических характеристик измерительной системы и нахождению на основе полученных результатов наиболее оптимального способа реализации измерений на основе синтеза физических и виртуальных приборов.

Литература:

1. Бутырин П.А. Автоматизация физических исследований эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы // М.: ДМК Пресс. — 2005.
2. Бобровников Л.З. Электроника: Учебник для вузов. 5-е издание, переработанное и дополненное // СПб.: ПИТЕР. — 2004.
3. Мироновский Л.А. Моделирование линейных систем: учебное пособие // СПб.: ГУАП. — 2009.
4. Шевчук В.П. Моделирование метрологических характеристик интеллектуальных измерительных приборов и систем // М.: Физматлит. — 2011.

Дистанционные методы обследования линий электропередач

Полюянова Мария Сергеевна, студент;
Соколов Дмитрий Сергеевич, студент;
Боева Лилия Викторовна, студент;
Киселёв Глеб Юрьевич, студент
Омский государственный технический университет

На данный момент осмотры, проводимые силами персонала электросетевых компаний, являются основным источником получения информации о техническом состоянии линий электропередачи. Этот метод в течение длительного времени применяется в электросетевом комплексе РФ и регламентирован нормативно-техническими документами. Основными недостатками данного метода является влияние человеческого фактора на этапе сбора, обработки, хранения информации о техническом состоянии ЛЭП, а также высокая трудоёмкость, большие временные затраты и сложность обследования труднодоступных участков трасс ЛЭП.

Помимо традиционных осмотров для получения информации о техническом состоянии ЛЭП в электросетевом комплексе используются также и результаты обследований с применением различных технологий дистанционного зондирования Земли. Данные методы обладают высокой производительностью сбора информации, представляют точные пространственные данные о параметрах состояния ЛЭП в электронном виде, позволяют исключить субъективность на этапе сбора и передачи данных. Однако, каждый из них имеет свои преимущества и недостатки, поэтому при выборе технологии дистанционного обследования целесообразно учитывать наиболее эффективную область ее применения. [1]

Дистанционные способы получения информации о техническом состоянии ЛЭП:

- Лазерное сканирование (воздушное и наземное)
- Аэрофотосъемка и стереофотограмметрия
- Спутниковый мониторинг

Преимущества дистанционных способов получения информации:

1. Объективность методов получения данных о техническом состоянии ЛЭП
 2. Обеспечение контроля за соблюдением технических нормативов и объективное расследование причин аварий на ЛЭП с возможностью моделирования различных режимов работы ЛЭП на полученной графической 3D модели (гололедно-ветровые и токовые нагрузки и т.п.)
 3. Получение информации о состоянии просек ЛЭП (заужение, наличие угрожающих падением деревьев, зарастание древесно-кустарниковой растительностью) и об объектах, расположенных в охранных зонах ЛЭП
 4. Высокая производительность сбора информации
- Технологии дистанционного обследования линий электропередачи также имеют недостатки. Эти технологии не позволяют производить в полном объеме проверку всех конструктивных элементов. Так, например, не может быть оценено состояние фундаментов и заземляющих устройств. Однако исчерпывающий объем информации о геометрических параметрах ЛЭП, полученный, например, при лазерном сканировании, позволяет сконцентрировать усилия линейного персонала на контроль состояния тех элементов ЛЭП, которые данным методом обследованы быть не могут. [1]

Лазерное аэросканирование

Технология получения пространственной информации о координатах объектов при помощи лазерных сканеров

называется лазерным сканированием. Первичным результатом является массив лазерных точек («облако точек»), каждая из которых имеет конкретные значения атрибутов (координаты X, Y, Z, время поступления отклика, интенсивность), тем самым при обследовании собираются данные о форме и местоположении объектов, находящихся в коридоре съемки. В результате обработки данных лазерного сканирования с применением специализированного программного обеспечения определяются геометрические параметры технического состояния ЛЭП, а также может быть построена электронная модель ЛЭП. Технология лазерного аэросканирования дает наиболее полную информацию о геометрических параметрах технического состояния надземной части линии электропередачи. Точность измерения геометрических параметров ЛЭП при обследовании с применением лазерного аэросканирования составляет около 15 см и обеспечивается технологией съемки с применением соответствующего навигационного оборудования, установленного на борту. Одновременно с лазерным сканирующим комплексом на борту устанавливается цифровая фотокамера, обеспечивающая высокодетальные снимки коридора ЛЭП. Также при воздушном обследовании могут быть использованы тепловизор и ультрафиолетовый дефектоскоп, позволяющие выявить дефекты элементов ЛЭП. [2]

Данная технология позволяет создать трёхмерные электронные модели ЛЭП, растительности, земли и объектов, расположенных в охранной зоне ЛЭП и в непосредственной близости от неё.

Электронная модель линии электропередачи позволяет решать следующие задачи: достоверное отображение актуального состояния ЛЭП, визуализация состояния ЛЭП, возможность моделирования различных режимов работы ЛЭП, прогнозирование состояния ЛЭП при нормируемых режимах. Для вводимых в эксплуатацию электросетевых объектов электронная модель ЛЭП позволяет произвести контроль соответствия проектным решениям, а для линий электропередачи, эксплуатируемых в течение длительного времени — обновление или восстановление исполнительной документации. По полученным данным могут быть спланированы работы по расчистке и расширению просеки, выявлены потенциально опасные деревья, растущие за пределами охранной зоны. Также электронная модель ЛЭП позволяет в процессе эксплуатации создавать и рассчитывать варианты переустройства ЛЭП, замены опор, быстро создавать планы и профили трассы, рассчитывать длину провода/троса для замены на поврежденном участке, может успешно применяться для проектирования сложных участков: заходы на подстанции, участки параллельного следования ЛЭП и т.д. На практике электронная модель ЛЭП позволяет решать и иные сложные задачи, например, определять «слабые места» линии электропередачи (потенциальное место аварии) при токовых нагрузках, близких к максимальным, моделирование может помочь при определении причины повреждения элементов ЛЭП в процессе расследования аварий. [1]

По результатам анализа электронной модели ЛЭП может быть получена информация о следующих параметрах: расстояния от проводов ЛЭП до поверхности земли, между проводами или проводами и тросами пересекающихся ЛЭП, от проводов ЛЭП до пересекаемых объектов; отклонения опор от вертикальной оси вдоль и поперек ЛЭП, отклонения (уклон и разворот) траверс опор относительно стоек опор, отклонения опор поперек оси ЛЭП (выход из створа), отклонения поддерживающих гирлянд изоляторов относительно вертикальной оси. Может быть также заполнена (уточнена) поопорная ведомость, определено состояние грозозащитных тросов ЛЭП (защита ЛЭП от грозовых перенапряжений), наличие зданий и сооружений и ДКР в охранной зоне ЛЭП, наличие потенциально опасных деревьев за пределами охранной зоны ВЛ.

Аэрофотосъёмка

Метод заключается в фотографировании местности с самолета, вертолета, других летательных аппаратов при помощи специального фотоаппарата. Кроме того, в современный аэрофотосъёмочный комплекс входит электроника регистрации и гиросtabilizированная платформа для устранения угловых отклонений и ветрового сноса.

Полученные изображения обрабатываются с помощью специальных компьютерных комплексов. При этом выполняется корректировка перспективы, дисторсии, цветовая коррекция снимков, сшивка «ортофотомозаики» в единое изображение. Обработка фотографий позволяет определить геометрические свойства объектов на поверхности земли в охранной зоне ЛЭП.

Дальнейшая обработка результатов аэрофотосъёмки при проведении обследования воздушных линий электропередачи производится стереофотограмметрическими методами. Принцип стереоскопического эффекта, основанный на получении двух изображений одного и того же пространства с двух точек, смещённых на некоторое расстояние, позволяет получить с помощью фотографии объёмное, стереоскопическое изображение. Для этого объект фотографируется дважды, с двух точек зрения, отстоящих друг от друга на некоторое расстояние. Два снимка, содержащих один и тот же участок ЛЭП, образуют стереопару. По результатам съемки ЛЭП, земной поверхности или других объектов производятся измерения (обработка) стереопар фотоснимков этих объектов. [2]

Основные процессы стереофотограмметрических методов — аэрофотосъёмка местности, определение координат опорных точек (то есть точек или объектов, одновременно присутствующих на обоих снимках каждой стереопары), фотограмметрическое сгущение этой сети точек до необходимой плотности и составление модели рельефа и местности.

Технология аэрофотосъёмки даёт, как правило, меньший объём информации о техническом состоянии линии электропередачи по сравнению с лазерным аэ-

росканированием, но следует учесть, что это зависит во многом от оборудования, которое используется для обследования и от технологии проведения съёмки и обработки. В случаях плотной травянистой и древесно-кустарниковой растительности в охранной зоне определенные сложности может представлять определение точек земной поверхности, необходимых для определения габаритов до земли.

Для технологии аэрофотосъёмки не всегда представляется возможным определить координаты точек, расположенных на одиночных проводах и грозозащитных тросах, из-за их небольшого физического размера. В таком случае нет возможности смоделировать в электронной модели ЛЭП кривые провисания проводов фазы и троса в полете. То же самое можно сказать об определении габаритов над пересекаемыми ЛЭП: пространственные данные о положении проводов, тросов и опор пересекаемых ЛЭП зачастую не определяются в результате обследования с помощью аэрофотосъёмки.

На сегодняшний день технология аэрофотосъёмки и последующей обработки полученных стереопар методами стереофотограмметрии не получила широкого распространения при проведении обследования ЛЭП 110 кВ и выше по ряду объективных и субъективных причин.

Однако необходимо отметить, что данная технология обследования позволяет оценивать площади растительности, подлежащей расчистке в охранной зоне ЛЭП. При этом растительность можно ранжировать по высоте в соответствии со сложившимися требованиями электросетевых компаний, осуществлять поиск потенциально

опасных деревьев, произрастающих за пределами охранной зоны ЛЭП. Также обследование с помощью аэрофотосъёмки позволяет обнаружить и идентифицировать объекты в охранной зоне ЛЭП.

При сравнении различных технологий дистанционного обследования можно сделать следующие выводы:

1. Наиболее полная информация о техническом состоянии ЛЭП может быть получена с применением технологии лазерного аэросканирования.

2. Основным ограничением использования аэрофотосъёмки является технология съёмки, позволяющая получить высококачественные снимки, при обработке которых возможно определить координаты точек на элементах ЛЭП, объектах в охранной зоне, земной поверхности.

3. Область применения спутникового мониторинга — контроль состояния охранной зоны ЛЭП. Требования к снимкам: отсутствие облачности, четкость и контрастность.

Таким образом, наилучший результат достигается, когда результаты, полученные в ходе дистанционного обследования ЛЭП, дополнены данными наземных осмотров, обследований и измерений. Такой подход обеспечит комплексную информацию о техническом состоянии ЛЭП, что позволит повысить качество планирования ремонтных работ, снизит объём работ для обслуживающего ЛЭП персонала, определив участки трассы, где дистанционное обследование обнаружило конкретные, наиболее критические дефекты (покосившаяся опора, негабарит до земли и т.д.)

Литература:

1. Применение различных методов дистанционного обследования [Электронный ресурс] URL: <http://www.ti-ees.ru>
2. Применение дистанционных методов при обследовании воздушных линий электропередач [Электронный ресурс] URL: <http://www.ti-ees.ru>

Обоснование схемы построения и методики расчета основных параметров системы обеспыливания при разгрузке самосвалов в приемный бункер

Самохин Дмитрий Сергеевич, магистрант

Магнитогорский государственный технический университет имени Г. И. Носова

Требования к качеству воздушной среды, в том числе к чистоте воздуха, постоянно возрастают. В связи с этим необходимо целенаправленно разрабатывать и внедрять новые методы и более совершенное оборудование для очистки воздушных выбросов.

При разгрузке минеральных материалов в силосы выделяется много пыли, которую целесообразно отсасывать в верхней части силосных складов. При просушивании и нагревании песка и щебня выделяется большое количество пыли и несоразмерных частиц жидкого топлива. Ос-

новными местами интенсивного пылевыведения является дымовая труба, загрузочная и разгрузочная коробки сушильного барабана, а также места загрузки, разгрузки, грохотания сухих минеральных материалов.

Комплексное решение указанных задач на предприятиях строительной индустрии, в горнорудной промышленности, в угледобывающей промышленности (при добыче угля открытым или закрытым (шахтным) методом) позволит обеспечить высокую эффективность очистки воздуха и защиту атмосферы от загрязнений пылью. Эффек-

тивность работы пылеулавливающих установок зависит от конструктивной схемы, взаимосвязи параметров, режима работы и основных характеристик и физико-механических свойств улавливаемых частиц пыли.

При загрузке накопительных бункеров самосвалами выделяется пыль от различных материалов, чтобы избежать превышения ПДК в прилегающей территории необходимо проводить обеспыливание при загрузке.

Рассмотрев возможные технические решения, основываясь на существующих конструкциях и выводах патентного обзора, мною разработана схема разгрузки самосвалов в бункер, совмещенная с системой обеспыливания, порядок и методика расчетов параметров системы для данной схемы.

Данная задача должна решаться в отношении следующих показателей:

1. устойчивый эффект обеспыливания;
2. минимальный аспирационный воздухообмен;
3. минимальный унос мелких фракций материала в аспирационную сеть;
4. компактность и малая металлоемкость.

Наибольшая эффективность работы аспирации достигается в том случае, когда пыль удаляется в месте образования. При этом аспирационный отсос должен устанавливаться в таком месте, чтобы в укрытии обеспечивалось равномерное разрежение.

Для предотвращения выбивания пыли из укрытий в них необходимо поддерживать разрежение. При проектировании аспирационных установок для удаления пыли, образующейся при падении порошкообразных и сыпучих грузов, важно иметь возможность предварительно рассчитать количество вытесняющегося объема пыли. Это необходимо для оценки технологического процесса по пылевому фактору и разработки мер по снижению пылеобразования.

Образование пыли происходит за счет вытеснения материалом и сопутствующим им воздухом масс воздуха находящегося в бункере поток воздуха выходящий из бункера проходя через массу материала захватывает мелкую фракцию за счет чего и образуется выброс пыли. Для предотвращения выброса пыли из бункера необходимо не позволять выходить этому потоку воздуха за пределы бункера. Конструктивное решение обеспыливания открытого бункера находится в тесной взаимосвязи с потребным аспирационным воздухообменом: чем ближе отсос к источнику, тем меньше расход удаляемого воздуха, и тем меньше габариты отсоса, что весьма важно. Поэтому для решения задачи в целом необходимо, знать расход воздуха, вовлекаемого в процесс динамического взаимодействия падающего сыпучего материала и воздуха. Эффективная локализация пылевыведений возможна лишь в том случае, если при конструировании локализирующих устройств учитывается динамика формирования и развития запыленных потоков. Введение специальных конструктивных элементов в укрытия и отсосы дает возможность изменять структуру и направление

воздушных потоков с целью облегчения решения задачи, повышать устойчивость происходящих в укрытиях процессов, уменьшать затраты на обеспыливание технологических узлов.

Рассматривая перегрузочный узел как участок аспирационной сети, следует определить круг задач, решением которых достигаются оптимальные показатели работы локализирующих устройств.

Для этого необходимо удалить из бункера такой же объем воздуха, какой поступает вместе с материалом. Направив поток воздуха с пылью под козырек к вытяжному зонту, мы локализуем пылевыведение в пределах бункера, уменьшив количество аспирируемого воздуха и габариты конструкции. Удаление воздуха происходит за счет разрежения воздуха под навесом, вследствие чего поток пыли вместе с воздухом удаляется из бункера, не выходя за его пределы. Благодаря скругленной приемной стенке бункера, поток воздуха и пыли направляется под козырек к аспирационному зонту. Под козырьком постоянно создается разрежение при выгрузке, и весь поток пыли направляется по стенке и за счет давления к нему. Для исключения выхода пыли за пределы бункера так же помогает навес.

Достоинства: простота конструкции, возможность быстрой разгрузки, подходит для любого автомобиля, прочна, малая металлоёмкость.

Конструкция состоит из бункера с загнутой стенкой 3 для более эффективного направления воздуха под платформу, качающейся платформы 8, противовеса 7, шарира 6, тягудовного устройства 2 и циклона 1.

При разгрузке материала из самосвала 5 происходит пылевыведение в окружающую среду, для уменьшения концентрации пыли, разработана следующая схема. Бункер с округлой стенкой для направления струи воздуха и пыли под платформу, туда же он стремится за счет разрежения под платформой, которое создано благодаря движению платформы вверх во время высыпания груза, аспирируемый воздух скапливается в полости под платформой огражденной резиновыми брезентами 4, далее воздух отсасывается тягудовным устройством 2.

Все это дает минимальную металлоёмкость, компактность, устойчивый эффект обеспыливания, пыль с воздухом не выходит за пределы бункера; минимальный аспирационный воздухообмен за счет нахождения вытяжки в самом бункере.

Для построения системы необходимо рассчитать объем аспирируемого воздуха, размеры воздухопроводов, тягудовное устройство и очистные устройства сухого типа. Так как отсутствует методика расчета параметров всей системы аспирации для данной схемы.

Методика расчета расхода аспирируемого воздуха.

При выгрузке автосамосвалов, вагонеток и железнодорожных вагонов сыпучий материал падает в бункер, стенки которого не оказывают влияния на подсос воздуха в струю материала. Поэтому поток материала в данных условиях можно рассматривать как свободный. В этом

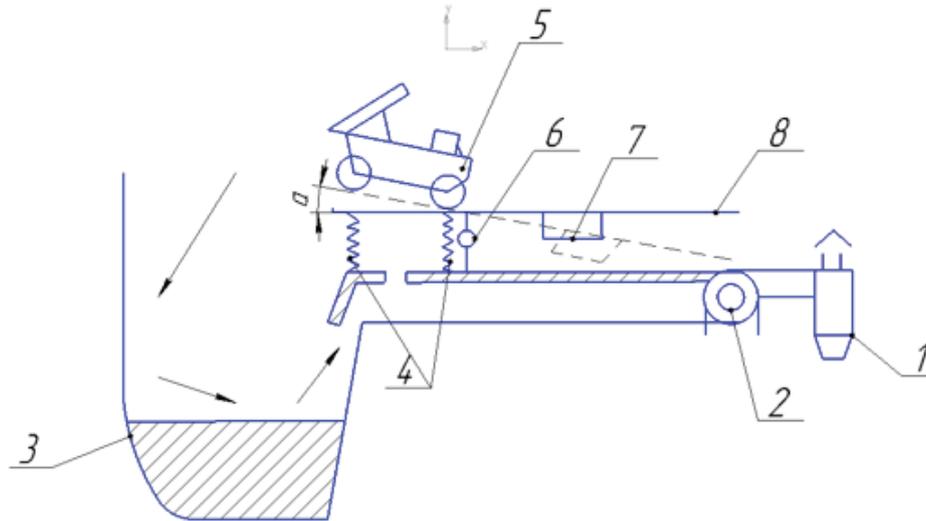


Рис. 1. Концепция схемы обеспыливания

случае расход аспирационного воздуха L определяют по выражению

$$L = L_{\text{з}} + L_{\text{м}},$$

Расход воздуха, увлекаемого падающим материалом, находится из выражения:

$$L_{\text{з}} = v_{\text{в}} F \cdot 3600,$$

где $v_{\text{в}}$ — скорость движения воздуха, м/с; F — площадь сечения падающего материала, м².

Методика расчёта качающейся платформы.

Для качающейся платформы найдём объём аспирируемого воздуха через расход. Для этого умножаем нахождения габаритов расход воздуха на время высыпания материала из кузова.

$$V = (L_{\text{м}} + L_{\text{м}}) \cdot t$$

Где v — объём аспирируемого воздуха; t — время высыпания материала из кузова, с.

Переходим от объёма к площади:

$$V = a \cdot S$$

Где a — ширина платформы, м.

S — площадь сектора, м² ($S = \frac{\pi l^2 \alpha}{360}$)

Зная объём и площадь сектора находим длину платформы от края до точки качения.

$$l = \sqrt{\frac{V \cdot 360^\circ}{a \pi \alpha}}$$

Расчёт противовеса.

Для расчёта массы контргруза составляем уравнение равновесия. Находим сумму всех сил относительно точки O .

$$\sum M_o = G_{\text{ц.т.п.}} \cdot L - m_{\text{н.р.}} \cdot N$$

Где $G_{\text{ц.т.п.}}$ — масса порожнего самосвала, L — расстояние от центра тяжести машины до шарнира, $m_{\text{н.р.}}$ — масса противовеса, N — расстояние от противовеса до шарнира.

Приравниваем уравнение к нулю.

$$G_{\text{ц.т.п.}} \cdot L - m_{\text{н.р.}} \cdot N = 0$$

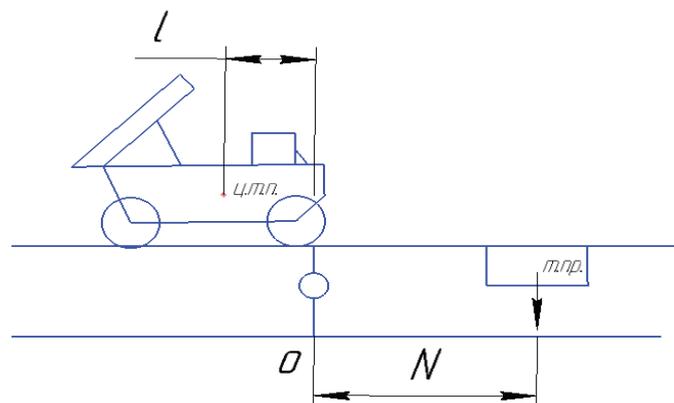


Рис. 2

Из получившегося уравнения выражаем массу противовеса.

$$m_{н.р.} = G_{ц.м.п.} \cdot \frac{L}{N}$$

На основе теоретических исследований с применением комплексного подхода к решению проблемы разработана

основа создания высокоэффективной, надёжной и экономичной системы обеспыливания загрузки бункера при разгрузке самосвалов, предназначенная для защиты воздушной среды производственных помещений и промплощадок от выбросов пыли на участках погрузки-выгрузки сыпучих материалов.

Литература:

1. Бобровников Н. А. Охрана воздушной среды от пыли на предприятиях строительной индустрии / Н. А. Бобровников. М.: Стройиздат, 1981. 99 с.
2. Бобровников Н. А. Защита воздушной среды от пыли при выгрузке сыпучих материалов / Н. А. Бобровников // Водоснабжение и санитарная техника, 1977, № 7.
3. Алиев Г. М. — А. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов: справочник / Г.М. — А. Алиев. М.: Металлургия, 1986. 544 с.
4. Расчёт и выбор пылеулавливающего оборудования: учебн. пособие / В. А. Горемыкин [и др.]; под ред. Ю. В. Красовицкого. Воронеж: Воронеж. гос. арх. — строит. акад., 2000. 326 с.
5. Временные указания по расчету объёмов аспирационного воздуха от укрытий мест перегрузок при транспортировании пылящих материалов. АЗ—611. М.: Сантехпроект. 1973.
6. Справочник по пыле- и золоулавливанию / под. ред. А. А. Русанова. М.: Энергоатомиздат, 1983. 312 с.
7. Нейков О. Д. Аспирация при производстве порошковых материалов / О. Д. Нейков, И. Н. Логачёв. М.: Металлургия, 1973.

Предложение по включению дополнительных требований к качеству при разработке конкурсной документации на поставку оборудования для объектов государственного заказа в строительстве

Семенова Светлана Владимировна, кандидат экономических наук, доцент;

Миролюбов Александр Сергеевич, студент

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Рассмотрены предложения по внесению в конкурсную документацию дополнительных требований к качеству оборудования при поставке на объекты строительства в рамках государственного заказа. Предложены примеры оформления спецификации со ссылкой на требуемые нормативные документы.

Ключевые слова: строительство, государственный заказ, оборудование, технические регламенты, сертификация, декларация соответствия

Key words: construction, public procurement, equipment, technical regulations, certification, Declaration of conformity

На данный момент в государственных структурах вся закупочная деятельность осуществляется через проведение конкурсных процедур. В зависимости от организационно-правовой формы предприятия закупочная деятельность может осуществляться по Федеральному закону № 44-ФЗ от 05.04.2013 «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» и Федеральному закону № 223-ФЗ от 23.11.2011 «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц» [1, 2]. За-

купка товаров, работ, услуг через проведение конкурсных процедур обязательна во всех государственных организациях, но так же в последнее время эту практику перенимают крупные частные строительные организации, потому что данный способ закупки материалов и оборудования помогает значительно снизить стоимость закупаемой продукции.

Очень часто строительной организации приходится строить объекты «под ключ» При строительстве объектов «под ключ» неизбежным является поставка оборудования на объект.

Оборудование подразделяется на технологическое оборудование (машины, аппараты, механизмы, грузоподъёмные и другие технические средства, обеспечивающие соответствующий процесс), а также инженерное оборудование зданий и сооружений, обеспечивающее безопасные и благоприятные условия для жизнедеятельности людей. [4].

В проектно-сметной документации оборудование выделяется отдельным разделом. Его выделяют отдельно в спецификации к проекту, в сметной документации оборудование выделяется отдельной строкой затрат.

Основной целью проведения конкурсной процедуры в строительстве является максимальное снижение цены без потери качества. Поставка оборудования не исключение. Основной целью конкурсной процедуры на поставку оборудования является снижение цены.

Согласно российскому законодательству при проведении конкурсной процедуры организатор в конкурсной документации не имеет права указывать конкретную марку оборудования. Он должен расписать все основные характеристики оборудования или указать конкретную марку, но при этом добавить «или эквивалент». Например «Насос Grundfos UPS32–80 180 или эквивалент».

При таких требованиях участник конкурентной процедуры может предложить любой эквивалент данного оборудования с требуемыми техническими характеристиками по более низкой цене. Но как очень часто бывает, предлагаемое оборудование соответствует всем характеристикам, но при этом очень сильно проигрывает в качестве. Но заказчику-организатору торгов необходимо поставить оборудования определенного качества, которое соответствует требованиям условий эксплуатации на объекте, на который оно поставляется.

Обычно организатором торгов требования к качеству в конкурсной документации описываются общими фразами, такими как «Качество выполненных работ должно соответствовать всем требованиям действующих ГОСТов, ТУ, СН, СП и действующему законодательству в строительстве на территории Российской Федерации», но при поставке оборудования такие фразы могут быть недостаточны, потому что для каждого конкретного типа оборудования предъявляются особые требования.

В настоящее время оборудование должно подтверждаться документами о качестве. Обычно эти документы являются сертификатами соответствия и декларацией соответствия. Начиная с 2010 года, после вступления Российской Федерации в Таможенный союз ЕАЭС начали действовать новые правила сертификации и декларирования выпускаемой продукции. Если до этого времени продукция продаваемая на территории Российской Федерации должна была соответствовать конкретным ГОСТ, то после вступления в Таможенный союз ЕАЭС вся продукция должна соответствовать техническим регламентам Таможенного союза. На сайте Федерального

агентства по техническому регулированию и метрологии (www.gost.ru) можно найти и ознакомиться с техническими регламентами на которые необходимо ссылаться при поставке оборудования, это: Технический регламент Таможенного союза «О безопасности низковольтного оборудования» (ТР ТС — 004–2011); Технический регламент Таможенного союза «О безопасности машин и оборудования» (ТР ТС — 010–2011); Технический регламент Таможенного союза «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах» (ТР ТС — 012–2011); Технический регламент Таможенного союза «О безопасности мебельной продукции» (ТР ТС — 025–2012); Технический регламент Таможенного союза «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением» (ТР ТС — 032–2013); Технический регламент «О безопасности низковольтного оборудования»; Технический регламент «О безопасности лифтов» и др. [3]

При составлении конкурсной документации на поставку оборудования, необходимо обязательно ссылаться на конкретный технический регламент Таможенного союза для конкретного вида оборудования. Так же необходимо обязательное требование документов, подтверждающих качество поставляемого оборудования, а именно: сертификатов соответствия таможенного союза, которые подтверждают соответствие требованиям технических регламентов, либо декларации соответствия Таможенного союза в которой руководитель предприятия заявляет о соответствии своей продукции требованиям качества Таможенного союза. На момент проведения конкурсной процедуры сертификаты соответствия и декларация о соответствии должны быть не просроченными и не аннулированными. Проверить приложенные участником сертификаты соответствия и декларации соответствия можно на официальном сайте Федеральной службы по аккредитации (<http://isa.gov.ru/>) в разделе «РЕЕСТРЫ». [5]

Запрашивая документы качества на стадии определения победителей, можно заранее выявить недобросовестных поставщиков, которые пытаются предложить некачественную продукцию, предоставив просроченные или аннулированные сертификаты и декларации соответствия — тем самым не допустить поставку некачественного оборудования на строительный объект.

Но в том случае, если поставщик предложивший какой-либо эквивалент требуемого оборудования за более низкую цену и при этом предоставил все документы о качестве, то организатор торгов обязан выбрать данного поставщика победителем и в дальнейшем заключить с ним договор на предложенное оборудование.

Мной предложены примеры оформления спецификации поставляемого оборудования для приложения к конкурсной документации.

Пример 1. Спецификация грузоподъёмного оборудования.

Таблица 1. Спецификация поставляемого оборудования

Наименование и технические характеристики оборудования	Тип, марка, Обозначение документа, опросного листа	Завод-изготовитель	Ед. измерения	Количество	Примечание
Кран подвесной однобалочный пожаробезопасный электрический с двухскоростными механизмами передвижения и подъёма. Консольный стационарный настенный с механическим поворотом консоли Грузоподъёмность — 5,0 т. Длина — 12,0+0,9х2=13,8 м. Высота подъёма — 12,0 м. Скорости: передвижения крана — 20/5 м/мин; передвижения тали — 20/5 м/мин; подъёма груза — 8/2 м/мин; Режим работа — А3 Управление с пола. Кран предназначен для работы в пожароопасном / взрывоопасном помещении класса П-IIА./В-1 Мощность единицы оборудования — 5,0 кВт. Кран изготавливается в соответствие с опросным листом № XXX-ОЛ1 и габаритным чертежом № УУУ-КМП	Опросный лист № XXX1-ОЛ1, габаритный чертёж № XXX1-КМП Соответствие (сертификат) ТР/ТС 010–2011 «О безопасности машин и оборудования» (При требовании пожаробезопасности должен соответствовать «Техническому регламенту о требованиях пожарной безопасности» ФЗ№ 123 от 22.07.2008г; При требованиях взрывобезопасности должен соответствовать техническому регламенту «О работе оборудования во взрывоопасных средах»)	ОАО «Технорос»	шт.	1	Крепление кранов осуществлять анкерными болтами типа НВА(-Е) (5.8) М24 фирмы «HILTI» или Эквивалент

Пример 2. Спецификация запорного оборудования.

Таблица 2. Спецификация поставляемого оборудования

Наименование и технические характеристики оборудования	Тип, марка, Обозначение документа, опросного листа	Завод-изготовитель	Ед. измерения	Количество	Примечание
Задвижка стальная клиноватая литая с подвижным шпинделем, фланцевая, DN100, PN1,6 Мпа, класс герметичности А по ГОСТ 9544–2005, исполнения У1 по ГОСТ 15150–69 с электроприводом AUMA Matic или эквивалент. Рабочая среда — обезвоженная нефть	ОЛ на привод № XXX-ОЛ1; Соответствие ТР/ТС-010–2011 «О безопасности машин и оборудования»; ТР/ТС-032–2011 «О безопасности оборудования работающего под избыточным давлением»	ГУСАР	шт.	1	

Таким образом можно сделать вывод, что при включении дополнительных требований качества в конкурсную документацию, можно на стадии определения победителей выявить недобросовестных поставщиков, которые

не могут предоставить подтверждающие документы качества предлагаемого оборудования — тем самым предлагая продукцию не соответствующую требованиям качества действующих на территории Российской Федерации.

Литература:

1. Федеральный закон от 05.04.2013 № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» (ред. от 05.04.2016). Дата обращения 23.05.2017.

2. Федеральный закон от 18.11.2013 № 223-ФЗ «Закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц». (Дата обращения 23.05.2017).
3. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии // <http://gost.ru/>. Электронный ресурс. (Дата обращения 25.05.2017).
4. ГОСТ Р 21.1101—2013 Система проектной документации для строительства (СПДС). Основные требования к проектной и рабочей документации (с Поправкой). (Дата обращения 24.05.2017).
5. Официальный сайт Федеральной службы по аккредитации. // <http://fsa.gov.ru/>. Электронный ресурс. (Дата обращения 24.05.2017).

Инновации в электроэнергетике

Соколов Дмитрий Сергеевич, студент;

Полюянова Мария Сергеевна, студент;

Киселёв Глеб Юрьевич, студент

Омский государственный технический университет

Энергетический комплекс России находится в ужасном состоянии. Оборудование на предприятиях подходит к своим срокам эксплуатации, а в некоторых случаях эксплуатируется и после этого срока. Сбои в энергоснабжении происходят все чаще, достаточно вспомнить длительные по времени и огромные по масштабу отключения электричества в Казани и Санкт-Петербурге в августе 2010 года.

Российская электроэнергетика сейчас подошла вплотную к той границе, когда нужно сделать выбор: либо продолжать развитие на основе старых и давно испытанных технологиях, привнося в них небольшие модернизационные изменения, либо совершить инновационный прорыв. Сделать это стоит только потому, что новых технологий как таковых не появлялось многие годы. Именно поэтому государство выступает с инициативами по законодательному закреплению расходов на НИОКР, а энергокомпании активно обсуждают свои программы инновационного развития.

Разумной идеей и вектором развития могут стать ВИЭ — возобновляемые источники энергии. В целом, территория РФ пригодна для использования ВИЭ, таких как ветроэнергетика.

Ветроэнергетика

Энергетические ветровые зоны в нашей стране расположены, в основном, на побережье и островах Северного Ледовитого океана от Кольского полуострова до Камчатки, в районах Нижней/Средней Волги и Каспийского моря, на побережье Охотского, Баренцева, Балтийского, Черного и Азовского морей. Отдельные ветровые зоны расположены в Карелии, на Алтае, в Туве, на Байкале.

Максимальная средняя скорость ветра в этих районах сконцентрирована в осенне-зимний период — период наибольшей потребности в электроэнергии и тепле у потребителей. Около 30% экономического потенциала

ветроэнергетики содержится в районе Дальнего Востока, 14% — в Северном экономическом районе, около 16% — в Западной и Восточной Сибири.

По оценкам российских и иностранных аналитиков, валовой ветровой потенциал РФ составляет $80 \cdot 10^{15}$ кВт.ч/год, экономический ветровой потенциал — $40 \cdot 10^9$ кВт.ч/год, технический ветровой потенциал — $6,2 \cdot 10^{15}$ кВт.ч/год,

70% территории России, на которой проживает 10% населения всей страны, находятся в зонах децентрализованного энергоснабжения. Эти зоны практически совпадают с зонами потенциально реализуемого потенциала энергии ветра (Камчатка, Чукотка, Магаданская область, Сахалин, Якутия, Таймыр и др.). Таким образом, использование ветряных энергетических установок для обеспечения электроэнергией потребителей становится довольно актуальной проблемой для реализации.

Запасы исчерпаемых природных топливных ресурсов, таких как нефть, природный газ, каменный уголь, резко сокращаются, а также использование их в энергетике приносит огромный урон природе. По расчетам аналитиков, при нынешнем потреблении и использовании нефти и газа в качестве топлива, их хватит приблизительно на 100 лет, а угля около 400—500 лет. Ввиду этого, человечеству необходимо освоить регенеративные источники энергии для снижения использования исчерпаемых топливных ресурсов.

В настоящее время разработана ветроэнергетическая установка с концентратором ветровой энергии, способная эффективно работать в регионах с относительно низким уровнем ветровой энергии.

В Омской области средняя скорость ветра не превышает 3—4 м/с, поэтому все существующие ВЭУ, которые разработаны для 10 м/с, способны вырабатывать максимум 10—15% от своей заявленной мощности. В новой ВЭУ работа ускоряется в 2—2,5 раза, что позволяет применять ее в Омске, Новосибирске и практически по всей центральной территории России, где скорость ветра недостаточна для работы зарубежных ВЭУ.

В настоящее время построены и действуют на немцком и датском оборудовании Маркинская ВЭС (АО «Ростовэнерго»), ВЭС на о. Беринга (АО «Камчатэнерго») и Куликовская ВЭС (АО «Янтарьэнерго»).

Таблица 1

Название	Мощность (МВт)
Воркутинская ВЭС	1,5
Калмыцкая ВЭС	1
Маркинская ВЭС	0,3
Куликовская ВЭС	5,4
ВЭС на о. Беринга	1,2
Башкирская ВЭС	2,2
Анадырская ВЭС	2,5

В странах с достаточно развитой ветроэнергетикой принят ряд мер, стимулирующих работы в этом направлении. В Германии, США, Дании, Испании введена обязательность покупки для энергосистемы энергии ВЭС в режиме естественного ветра. В Германии, США, Испании, Индии, Нидерландах, Англии существуют налоговые льготы на производство

оборудования и создание ВЭС, государственные и региональные инвестиции в создание новых типов оборудования и создание ВЭС, государственные гарантии для инвесторов. В РФ же такого опыта пока не наблюдается. [1]

Использование энергии солнца

В настоящее время различают 2 наиболее популярный способа преобразования солнечной энергии: фотовольтаика и гелиотермальная энергетика. Фотовольтаическая

система уникальный вид получения электричества, посредством попадания дневного света на панели.

Принцип выработки электричества основан на Фотовольтаическом эффекте. То есть, при пробивание светом поверхность вещества, электроды начинают перемещаться между анодом и катодом внутри панели. Как правило, панели состоят из нескольких слоёв полупроводниковых материалов. Чем больше концентрация света, тем больше выработка электричества. Данный вид выработки электричества применяется в автономной системе энергоснабжения на основании солнечных батарей. [2]

Из новых разработок в области солнечной энергетики можно выделить производство солнечных батарей на основе полупроводниковых гетероструктурах. Их производство началось в 2016 году. Разработчики обещают, что КПД таких панелей будет в два раза выше существующих, а стоимость — в два раза меньше среднестатистических

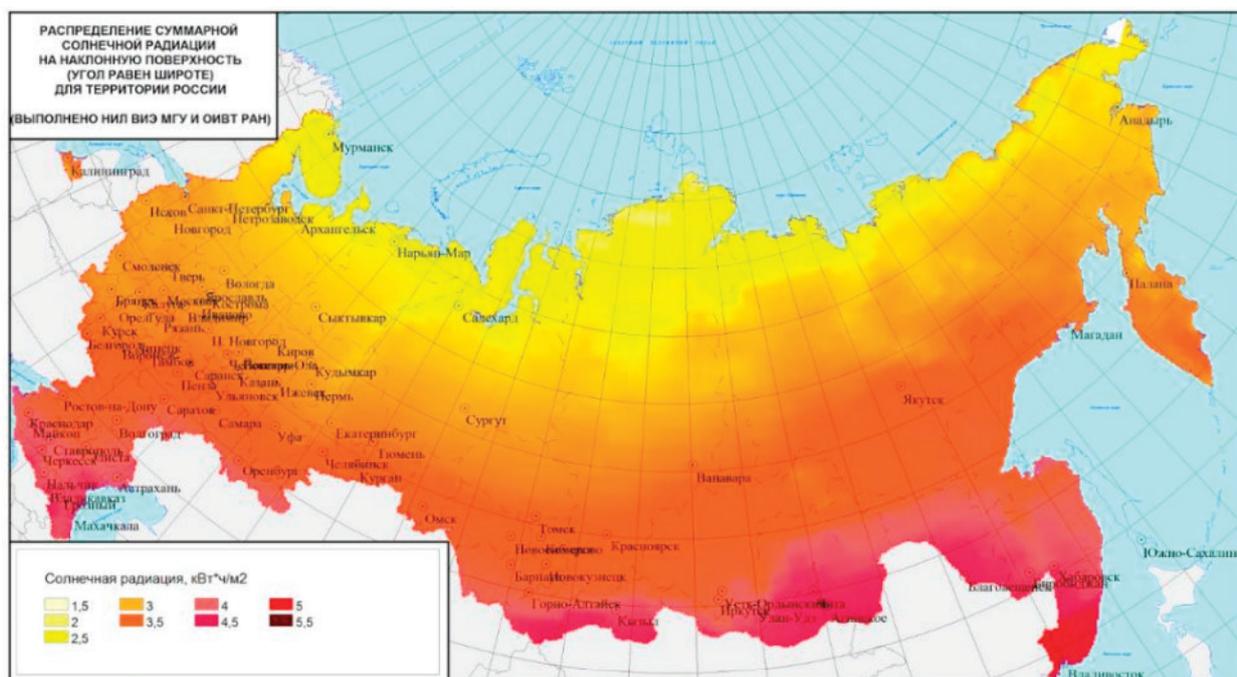


Рис. 1. Распределение суммарной солнечной радиации в России

батарей на рынке. В разработке концепции принимал участие Жорес Иванович Алфёров, российский лауреат Нобелевской премии по физике, полученной за разработку полупроводниковых гетероструктур.

Заведующий лабораторией физико-химических свойств полупроводников Физико-технического института им. А. Ф. Иоффе (ФТИ РАН), Евгений Теруков, рассказал, что данное изобретение станет основой второго поколения научно-исследовательских опытно-конструк-

торских работ для массового производства российских солнечных батарей.

Снижение цены на стоимость данных солнечных батарей связано с тем, что Китай обвалил рынок кремния, тем самым снизив его цену с 200 до 20 долларов. Цена кремния стала равна цене стекла, а это является огромным плюсом для производства, так как кремний является основным компонентом для данных солнечных батарей на основе полупроводниковых гетероструктур.



Рис. 2. Демонстрация солнечной панели

По словам того же Терукова, при текущих технологиях изготовления солнечных панелей тонкий слой кремния наносится на стеклянную подложку. КПД получающейся солнечной панели будет около 10–12%, и при сроке службы в 20–25 лет и гарантии в 20 лет она окупается за 10–12 лет. Если заменить стекло на кристаллический кремний с применением полупроводниковых гетероструктур, разработанных Алфёровым, то стоимость изготовления панели уменьшается в два раза, а КПД — вдвое увеличивается. В итоге экономическая эффективность панели возрастает практически в 4 раза.

Помимо отечественных разработок сейчас набирает оборот разработка главы компаний Tesla Motors и SpaceX Илона Маска. Он представил солнечные батареи, которые интегрированы в крышу дома. Выглядит это следующим образом: высокоэффективная солнечная панель покрывается специальной пленкой, маскирующей солнечную панель под цвет черепицы крыши дома, которая в свою очередь покрывается защитным закаленным стеклом, не мешающим попаданию солнечных лучей на солнечную панель, расположенную ниже под слоем маскирующей пленки. Также было представлено четыре различных варианта внешнего вида этих солнечных панелей.



Рис. 3. Вариации солнечных батарей

Стоимость такой «солнечной крыши» равна или даже меньше стоимости обыкновенной кровли для крыши. Начало установки данных панелей планируется на лето 2017 года, а заказчиков данного вида «черепицы» исчисляется тысячами.

Всю эту конструкцию можно подключать напрямую к сети дома. Но разработчики предлагают следующую альтернативу — «домашняя батарея» PowerWall.

Принципиально данная батарея схожа с теми батареями, что находятся в автомобилях от Tesla Motors. Эта батарея можно спокойно пополнять свою энергию от сети, либо от «солнечной черепицы». По заявлению разработчиков, использовать ее можно как непосредственно вместо центральной электросети, так и в виде источника энергии на случай перебоев в электросети, неожиданного отключения и прочих обстоятельств.



Рис. 4. Внешний вид домашней батареи PowerWall

Характеристики батареи PowerWall:

- Размеры: 1300 мм*860 мм*180 мм;
- Тип монтажа: настенный;
- Инверторы: совместимость с большим количеством систем;
- Мощность: 7 кВт*ч или 10 кВт*ч
- Значения мощности, среднее/пиковое: 2 кВт/3квт;
- Напряжение: 350–450 В;
- Ток: номинальный 5 А, пиковое значение 8.5 А;
- Рабочие температуры: от минус 20 до плюс 43;
- Гарантия: 10 лет;

— Вес: 100 кг.

Можно сделать следующие выводы. Новая «домашняя батарея» Powerwall, которую можно использовать как для частных нужд, так и в коммерческих целях, является отличным проектом Илона Маска. Это настенная литий-ионная батарея, внешний вид которой более чем приемлем, чем у большинства аналогичных устройств других компаний. Реальная цель создания этой батареи заключается в том, чтобы раскрыть людям перспективы отказа от ископаемых ресурсов, требуемых для получения топлива.

Литература:

1. Инновации в энергетике [Электронный ресурс] URL: <http://www.chekltd.com>
2. Бубенчиков А. А., Нурахмет Е. Е., Молодых В. О., Руденок А. И. Солнечная энергия как источник электрической энергии. Международный научно-исследовательский журнал. 2016, № 5(47), 59–62.
3. SolarCity & Tesla [Электронный ресурс] URL: <https://www.tesla.com>

Разработка трехкоординатного станка с числовым программным управлением для раскроя газонаполненных пластмасс

Стожик Вадим Романович, педагог дополнительного образования;
 Лесков Олег Михайлович, педагог дополнительного образования
 МОУ ДО Детский технопарк «Кванториум» (г. Комсомольск-на-Амуре)

Первым этапом была разработана модель станка с уже определенными элементами механики. Этот шаг дал уже точно понять какие размеры будут у станка, где можно купить направляющие, подшипники и так далее.

На рис. 1 представлена функциональная модель сборки станка. Стенки, дно и крышка будут выполнены из акри-

лового стекла, возможно изготовление в различной цветовой гамме. Добавление кнопок и usb разъема на корпус станка ещё не решено, так как ещё нет полной уверенности, на какой плате будет базироваться данный станок.

Также представляю чертеж с габаритными размерами станка (рис. 1).

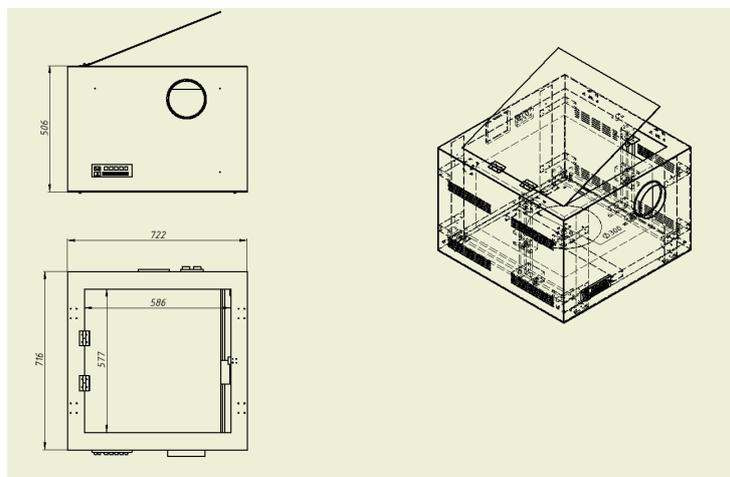


Рис. 1. Габаритные размеры

Из рисунков видно, что корпус станка будет неразъемный, заготовка будет помещаться через верхнюю крышку, которая будет раскрываться на 180 градусов.

Основной проблемой разработки данного станка была разработка программного обеспечения, которое позволит без особой сложности генерировать управляющий код. Сложность заключалась в том, что обычная генерация кода

под 3d принтер или фрезерный станок не подходит. Поэтому было принято решение разработать собственную программу, которая будет являться узко направленной, специально для данного оборудования. Работать данная программа будет только с файлами STL формата ASCII. Данный формат один из самых распространённых, и присутствует во всех программах, которые позволяют проектировать 3d модели.

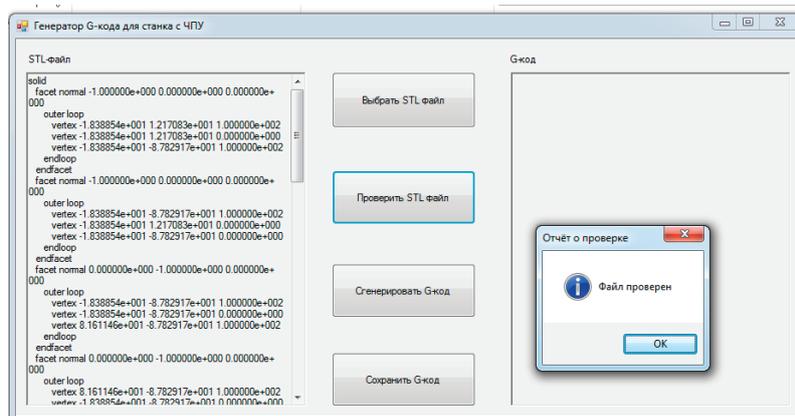


Рис. 2. Проверка STL

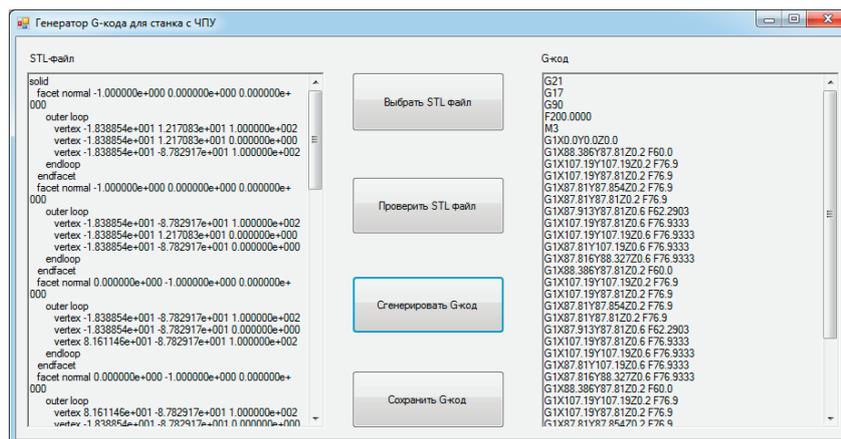


Рис. 3. Генерация g-code

На рис. 2 представлена проверка STL файла, данное окошко показывает, что файл исправен и из него можно сгенерировать код.

На рис. 3 представлена генерация управляющего кода по stl модели. Пока модель в данной программе пред-

ставлена в виде набора координат точек, располагается слева. Справа у нас выдается сам код, в котором у нас ось z служит как координата поворота.

После проверки модели и генерации кода нам остается нажать на кнопку сохранить код.

Литература:

1. Аверьянов И. Н., Болотеин А. Н., Прокофьев М. А., Проектирование и расчет станочных и контрольно-измерительных приспособлений / И. Н. Аверьянов, А. Н. Болотеин, М. А. Прокофьев // Рыбинск: — РГАТА 2010—220 с.
2. Гурин В. В., Замятин В. М., Попов А. М., Детали машин и основы конструирования / В. В. Гурин, В. М. Замятин, А. М. Попов. // Томск: — ТПУ, 2010—427 с.
3. Пупков К. А., Егупов Н. Д. Методы классической и современной теории автоматического управления. Учебник в 5-и тт.; 2-е изд., перераб. и доп. / Под ред. К. А. Пупкова, Н. Д. Егупова.— М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. — 656 с

Исследование работы полигональной фермы бескаркасных зданий HONCO на примере крытого ледового катка в г. Химки Московской области

Стронов Артём Викторович, студент;
 Смирнов Евгений Александрович, кандидат технических наук, профессор
 Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых

В статье рассматривается работа полигональной фермы каркасных зданий фирмы HONCO.

Ключевые слова: исследование, полигональная ферма, перемещение, анализ

Strengthening of reinforced concrete arched frame

Stronov A. V.;
 Smirnov E. A.

The article discusses the work of the polygonal frame farm buildings of the company HONCO.

Keywords: the study, polygon, farm, travel, analysis

Компания HONCO была образована в 1974 г. в Канаде. Основная деятельность кампани составляет безрамные стальные здания. Их продукция достаточно уникальная, рифленая стальная структурная секция, ко-

торая обеспечивает несущую способность конструкции формирует прочную и долговечную наружную оболочку. Преимущество продукции заключается в ее низкой металлоемкости, которая составляет порядка 30% по сравнению с другими стальными конструкциями. Простой и быстрый монтаж позволяет экономично монтировать здание как в жарких, так и в холодных регионах, в районах с повышенной сейсмической активностью. Следуя из выше сказанного здания HONCO можно признать надежной конструкцией. Бескаркасные здания HONCO широко используются для проектов авиационных ангаров, спортивных центров, заводов, складских комплексов. В России построено более 30 объектов, большинство спортивного назначения.

Монтирование зданий с широкими пролетами стало возможно с помощью использования стальных структурных секций, выполненных из специальных рифлёных стальных листов. Стены таких зданий выполнены исключительно из стальных структурных несущих секций, ко-

торые равномерно распределяют вес здания и нагрузки по фундаменту. Кровля безрамного здания значительно отличается от обычного здания она состоит из кровельных и потолочных секций соединенная с распорками и поперечными распределителями с помощью болтов образуя жесткую кровельную ферму. Кровельные и потолочные секции выполнены из гофрированных листов разной толщины. Панель имеет по меньшей мере одну крупную волну. Каждая из таких крупных волн имеет продольно расположено небольшие гофры, наложенные друг на друга на каждой основной волны, а также в соответствии с общей волнообразностью панели. В продольном направлении незначительные гофры образованы множеством отстоящих друг от друга прерывистой, проходящие в продольном направлении ребер жесткости наложенного на ней. Ребра жесткости следуют общей основную гофрированную структуру панели. Пространство между ребрами жесткости включают сплюснутые части, общей основной волнообразной панели, но в предпочтительном

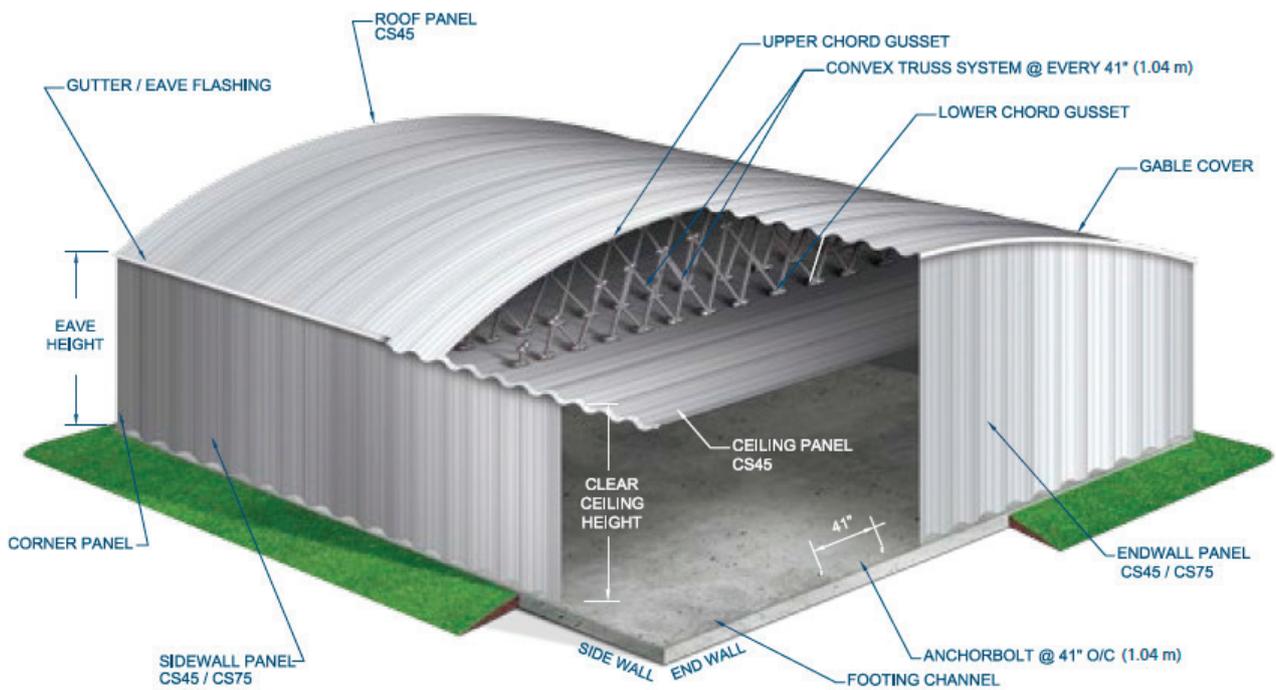


Рис. 1. Принцип безрамного стального здания фирмы HONCO

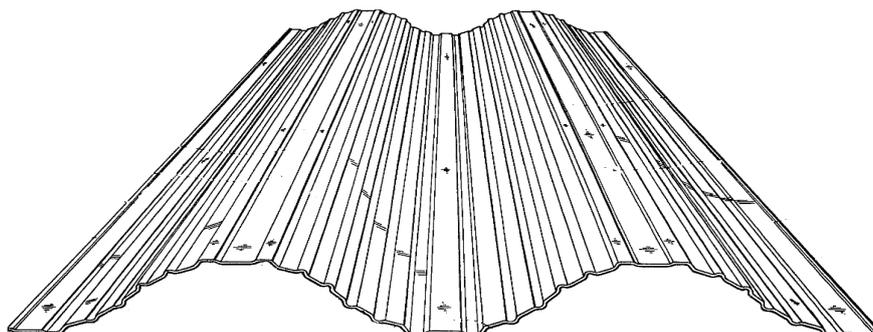


Рис. 2. Гофрированный лист фирмы HONCO

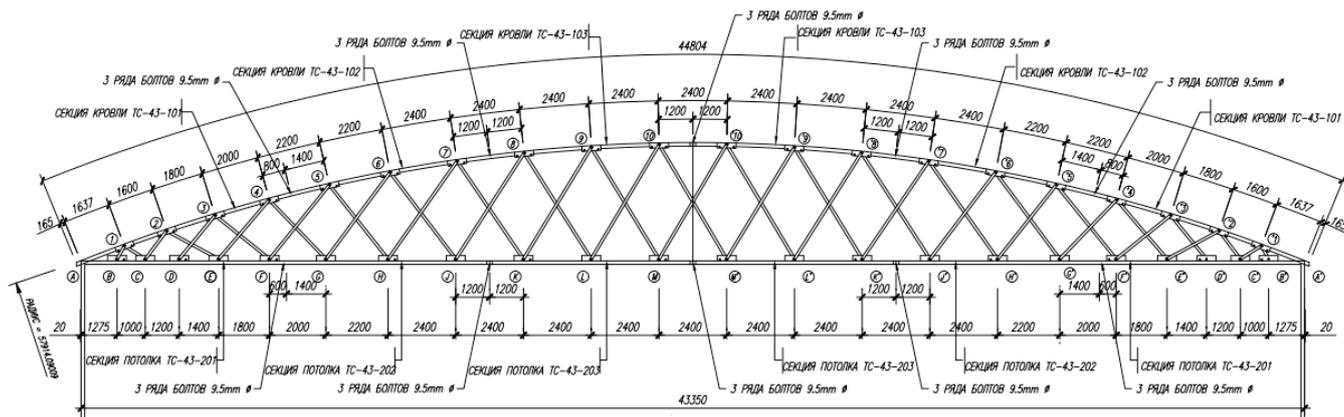


Рис. 3. Полигональная ферма фирмы HONCO использованная при строительстве ледового катка в г. Химки

варианте, также включают в себя некоторые рифленые части, вкрапленные между уплощенными участками. Кроме того, ребра жесткости, которые распределены по большой волне всегда выступают из внешней кривизны основной волны. Из-за такой формы панели, локальный коэффициент продольного изгиба улучшается, а момент сопротивления поперечного сечения увеличивается, со степенью улучшения фактора локального продольного изгиба и момент сопротивления поперечного сечения оптимизируют путем выбора конкретной конфигурации из ряда альтернативных конфигураций. Таким образом, прочность и жесткость гофрированной панели увеличивается.

Основная особенность работы тонколистового проката заключается в том, что в процессе его нагружения может произойти местная потеря устойчивости отдельных участков полки и стенки сечения, которые выключаются из дальнейшей работы. При этом разрушения структур-

ного элемента в целом не происходит, и он может воспринимать дальнейшее увеличение нагрузки. Основное рифление обеспечивает общую стабильности элемента при сжатии, сгибании или сдвиге. Меньшее, второстепенное рифление, обеспечивает местную стабильность каждой секции. Распорки выполняются рядами вдоль основных пролетов установленные под углом относительно друг друга и закреплены между собой и с деталями потолка и покрытия с помощью болтов и фасонки. Поперечными связями соединены фасонки и дополнительно некоторые раскосы соседних решеток. Распорки выполнены из профиля повышенной жесткости из листовой стали класса С255-С550, толщиной 0,6–6,0 мм. С помощью такого конструктивного решения фирмой HONCO реализована ферма пролетом 68 м.

При моделировании в программном комплексе SCAD Office 21.1 полигональных ферм были заданы климатиче-

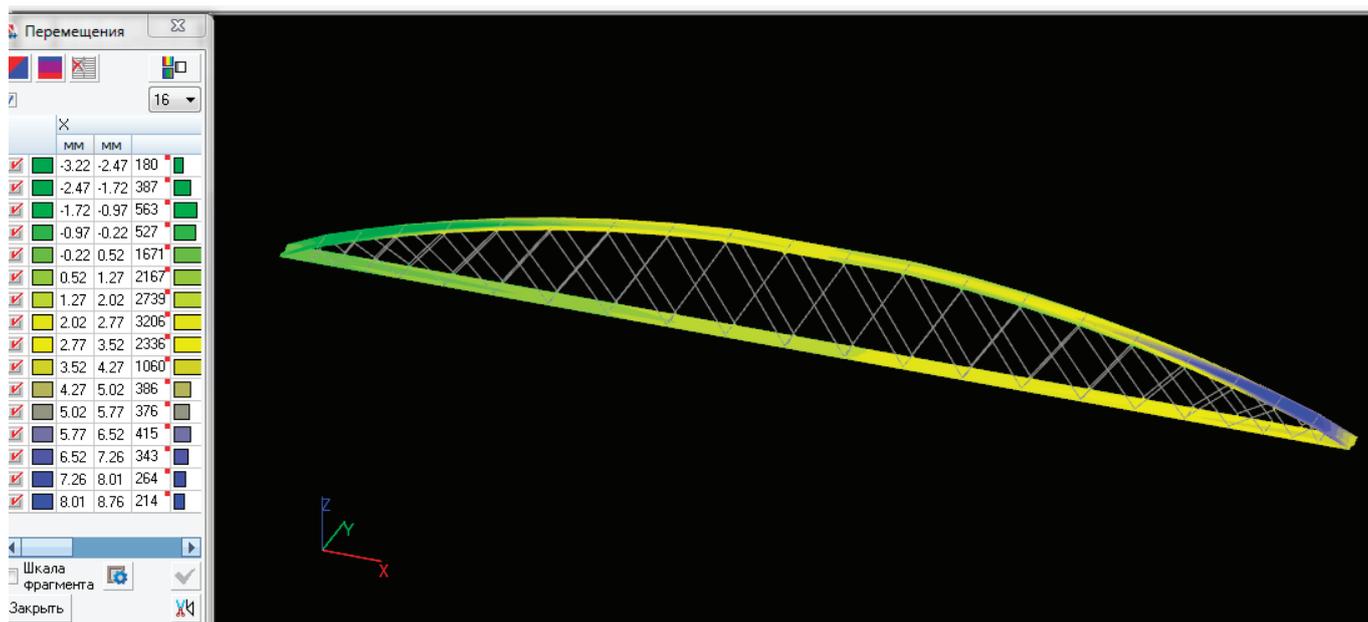


Рис. 4. Перемещение фермы при максимальных воздействиях

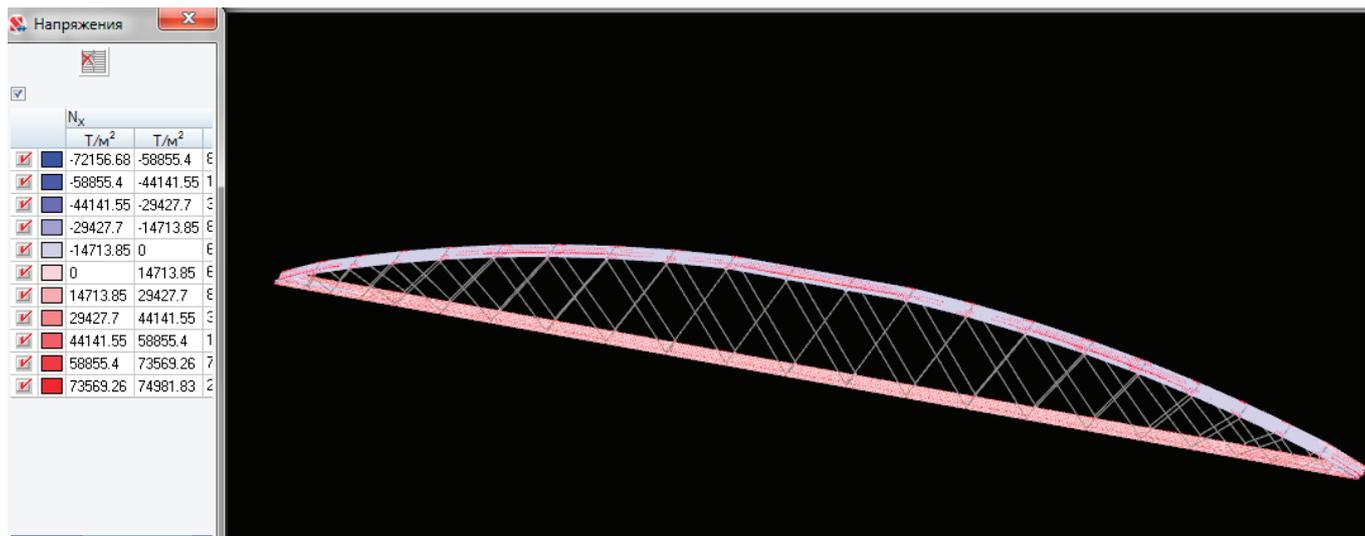


Рис. 5. Поля напряжения при максимальных воздействиях

ские условия соответствующие г. Химки в результате чего было выявлены хорошие показатели пригодности строительства из облегченных стальных конструкций. Эко-

номия стали до 30% по сравнению со стальными конструкциями зданиями применяемых для перекрытия больших пролетов.

Литература:

1. HONCO // Официальный сайт HONCO. URL: <http://honco.ca/ru> (дата обращения: 1.06.2017).
2. Бескаркасное здание // google patents. URL: <https://patents.google.com/patent/RU2403357C1/ru> (дата обращения: 1.06.2017).
3. A corrugated metal building panel // google patents. URL: <https://patents.google.com/patent/EP0033813A2/en> (дата обращения: 1.06.2017).
4. Покрытие бескаркасного здания // google patents. URL: <https://patents.google.com/patent/RU164515U1/ru> (дата обращения: 1.06.2017).

Расчет топлива и его использование в котельных с использованием языка программирования C++

Ташматова Шахноза Сабировна, старший преподаватель
Ташкентский государственный университет имени Ислама Каримова (Узбекистан)

Энергетика является ведущей отраслью народного хозяйства. Промышленность, транспорт, сельское хозяйство, быт потребляют электрическую и тепловую энергию.

Развитие промышленной энергетики Узбекистана идет по пути централизации как потребителей энергии (тепловой и электрической), так и энергоисточников тепловых электростанций, промышленных котельных. В зависимости от характера тепловых нагрузок и назначения котельные установки принято разделять на следующие типы:

- производственные;
- производственно-отопительные;
- отопительные

Производственные, называемые также паровыми, оборудуются только паровыми котлами и в основном предназначаются для обеспечения паром технологических потребителей промпредприятий. Отпуск тепла системам отопления, вентиляции и горячего водоснабжения производится в небольших количествах, только для нужд предприятий.

Производственно-отопительные, называемые также смешанными, оборудуются паровыми и водогрейными котлами и предназначаются для отпуски тепла как в виде пара промышленным предприятиям, так и в виде воды для отопительно-вентиляционных потребителей предприятий и жилищно-коммунального сектора. В смешанных котельных мощности паровых и водогрейных котлов определяются соотношением тепловых нагрузок по теплоносителям «пар»

и «горячая вода» и выбираются на основании соответствующих технико-экономических расчетов. Все паровые котлы барабанные с естественной циркуляцией и экранированными топочными камерами.

Отопительные, называемых также водогрейными, оборудуются водогрейными котлами и предназначается для отпуса тепла для нужд отопления, вентиляции и горячего водоснабжения жилых, общественных, промышленных зданий и сооружений.

Водогрейные котельные, для которых мазут служит основным или резервным топливом, подаваемым железнодорожным транспортом в цистернах, в своем составе должны иметь вспомогательные паровые котлы небольшой пар производительности в основном для обеспечения паром мазутного хозяйства.

При наличии в котельных таких источников пара рекомендуется использование их для других собственных нужд котельной — деаэрации питательной воды, подогрева сырой и химочищенной воды и т.п.

Тепловой баланс котельного агрегата и определение расхода топлива. Соотношение, связывающее приход и расход тепла в котельном агрегате, представляет собой его тепловой баланс. Тепловой баланс составляется для определения КПД котлоагрегата и расхода топлива при установившемся режиме.

Уравнение теплового баланса котлоагрегата имеет вид

$$Q_p^p = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6, \tag{1}$$

где Q_p^p располагаемое тепло, кДж/кг (кДж/м³); Q_1 теплота, полезно воспринятая в котлоагрегате, кДж/кг (кДж/м³); Q^2, Q^3, Q^4, Q^5, Q^6 потери тепла соответственно с уходящими газами, от химической неполноты сгорания, от механического недожога, в окружающую среду и с физическим теплом шлаков, кДж/кг (кДж/м³).

При расчетах обычно полагают $Q_p^p = Q_H^p$ Приняв располагаемое тепло Q_p^p за 100%, выражение (1) можно записать в таком виде:

$$100 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 \tag{2}$$

Если известны потери тепла в котлоагрегате, его КПД брутто (%) может быть определен как

$$\eta_{ка}^{бр} = q_1 = 100 - \sum q_i \tag{3}$$

Потери тепла с уходящими газами определяются по формуле

$$q_2 = \frac{(J_g - \alpha \cdot J_{хв}^0) \cdot (100 - q_1)}{Q_H^p} \%, \tag{4}$$

где $J_{хв}^0$ — энтальпия холодного воздуха, кДж/кг; J_g — энтальпия уходящих газов, кДж/кг.

$$J_{хв}^0 = C_v \cdot t_{хв} \cdot V_0 \text{ кДж/кг}, \tag{5}$$

где $t_{хв}$ — температура холодного воздуха в котельной, обычно $t_{хв} = 30^\circ\text{C}$; C_v — удельная теплоемкость воздуха при тхв. Можно принять $C_v = 1,3 \text{ кДж/м}^3 \cdot \text{K}$.

Потери тепла от химической неполноты сгорания q_3 принимаются в зависимости от вида топлива и способа сжигания согласно характеристикам топочных устройств. Потеря тепла от механической неполноты сгорания q_4 вызывается провалом, уносом и недожогом топлива в шлаках. При тепловых расчетах значение потерь тепла q_4 можно принять по таблицам.

Потеря тепла котлоагрегатом в окружающую среду q_5 может быть найдена для стационарных котлоагрегатов с экономайзером и без экономайзера по графику, приведенному на рис. 1.

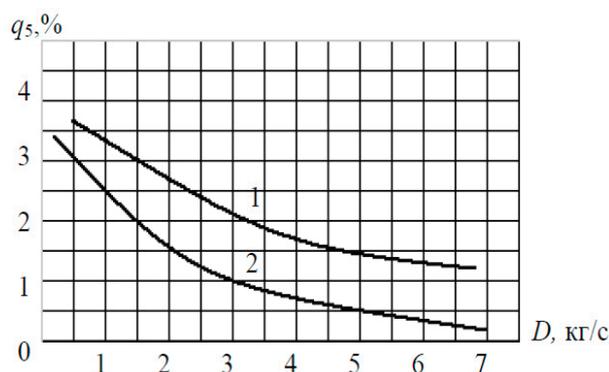


Рис. 1. Зависимость потерь тепла в окружающую среду от производительности котлоагрегата: 1 — с экономайзером; 2 — без экономайзера

Физическими потерями тепла шлаков обычно пренебрегают. После нахождения всех потерь по формуле (3.3) можно определить КПД брутто котлоагрегата, а затем расход топлива по уравнению

$$B = \frac{D_{ка} \cdot \left[(i_1^x - i_{не}) + \frac{d_{np}}{100} \cdot (i_1^i - i_{не}) \right]}{Q_H^P \cdot \eta_{ка}^{бр}} \text{ кг/с.} \quad (6)$$

где $\eta_{ка}^{бр}$ — КПД котлоагрегата брутто в относительных долях. С учетом потери q_4 расчетный расход полностью сгоревшего топлива в топке составит

$$B_P = B \cdot \frac{100 - q_4}{100} \text{ кг/с.} \quad (7)$$

Программа расчета котельных систем на языке программирования C++

Алгоритм программы

```
P1 = Input.GetText(«Input1»);
Dtex = Input.GetText(«Input2»);
Трк = Input.GetText(«Input3»);
X1 = Input.GetText(«Input4»);
P2 = Input.GetText(«Input5»);
Qc = Input.GetText(«Input6»);
dut = Input.GetText(«Input7»);
dpr = Input.GetText(«Input8»);
igor = Input.GetText(«Input9»);
iob = Input.GetText(«Input10»);
Tk = Input.GetText(«Input11»);
m1 = Input.GetText(«Input12»);
Трв = Input.GetText(«Input13»);
m2 = Input.GetText(«Input14»);
m3 = Input.GetText(«Input15»);
t3 = Input.GetText(«Input16»);
t1 = Input.GetText(«Input17»);
t2 = Input.GetText(«Input18»);
Тwsv = Input.GetText(«Input19»);
ip = Input.GetText(«Input20»);
Тр = Input.GetText(«Input21»);
Хр = Input.GetText(«Input22»);
Тsv = Input.GetText(«Input23»);
Тde = Input.GetText(«Input24»);
dc = Input.GetText(«Input41»);
— -cons— -
iww2 = Input.GetText(«Input25»);
r = Input.GetText(«Input29»);
iww1 = Input.GetText(«Input28»);
rp = Input.GetText(«Input37»);
iw1 = Input.GetText(«Input36»);
ipk = Трк * 4.19;
Db = Qc / (iww2 - ipk);
Dbr = Math.Round(Db, 2); — round
Wc = Qc / (igor - iob);
Wcr = Math.Round(Wc, 2); — round
ix1 = iww1 - (1 - X1) * r;
Qtex = Dtex * (ix1 - 4.19 * (m1 * t1 + m2 * t2 + m3 * t3));
Qtexr = Math.Round(Qtex, 2); — round
Q = Qtexr + Qc;
```

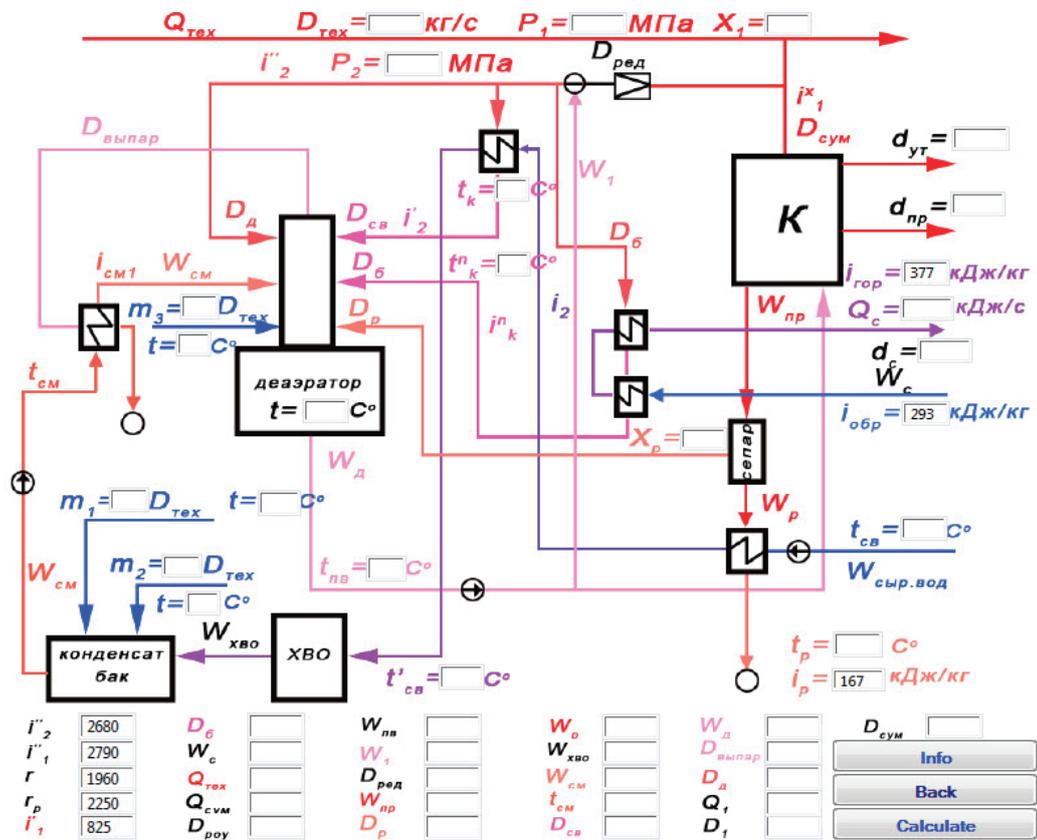
```

D=Q/(ix1-4.19*TpV);
Dr = Math.Round(D, 2);—round
Input.SetText(«Input53», Dr);
Drou=Dr+0.09*Dr-Dtex;—Drou
Drou = Math.Round(Drou, 2);—round
—rasx—
Wpv=Dr*(1+(0.01*dpr)+(0.01*dut));
Wpvr = Math.Round(Wpv, 2);—round
—ras ROU—
W1=Drou*(ix1-iww2)/(iww2-4.19*TpV)
W1r = Math.Round(W1, 2);—round
Dred=Drou+W1r;
—rasseparator—
Wpr=0.01*dpr*Dr;
Wpr = Math.Round(Wpr, 2);—round
ixp=iww2-(1-Xp)*rp;
Input.SetText(«Input54», ixp);
Dp=Wpr*(iw1-436)/(ixp-436);
Dpr = Math.Round(Dp, 3);—round
Wp=Wpr-Dpr;
Wpround = Math.Round(Wp, 3);—round
—ras XVO
W2=Dtex*(1-m1-m2-m3);
Input.SetText(«Input57», W2);—-----
Dc=dc*Wcr*0.01;
Input.SetText(«Input58», Dc);—-----
Dut=dut*Dr*0.01;
Input.SetText(«Input59», Dut);—-----
Wxvo=W2+Wp+Dc+Dut;
Wxvor = Math.Round(Wxvo, 2);—round
—ras konden
Wcm=(m1+m2)*Dtex+Wxvor;
Tcm=((m1*t1+m2*t2)*Dtex+Wxvo*Twsv)/Wcm;
Tcmr = Math.Round(Tcm, 2);—round
—ras podogrevatel
i2=4.19*TsV+Wp*(436-ip)/Wxvo;
Input.SetText(«Input55», i2);
i2r = Math.Round(i2, 2);—round
Dcv=Wxvo*(4.19*Twsv-i2r)/(iww2-Tk*4.19);
Dcvr = Math.Round(Dcv, 3);—round
Wd=Dcvr+Wcm+m3*Dtex+Dpr+Dbr;
Dvip=0.003*Wd;
— Dvipr = Math.Round(Divp, 3);—round
icm1=4.19*Tcmr+Dvip*(iww2-436)/Wcm;
Input.SetText(«Input56», icm1);
—ras deaerator
Dd=(Wd*4.19*TpV+Dvip*iww2-m3*Dtex*t3-Wcm*icm1-Dcvr*4.19*Tk-Dbr*ipk
— Dpr*ixp)/iww2;
Ddr = Math.Round(Dd, 2);—round
Q1=Qc+(Ddr+Dcvr)*(iww2-4.19*TpV)
Q1r = Math.Round(Q1, 2);—round
D1=Q1/(ixp-4.19*TpV);
D1r = Math.Round(D1, 2);—round
Dsumma=D1r+Dtex+Dr*dut*0.01;
Dsummar = Math.Round(Dsumma, 2);—round
—otveti

```

```

abc=ggg
Input.SetText(«Input26», Dbr);
Input.SetText(«Input27», Wcr);
Input.SetText(«Input30», Qtexr);
Input.SetText(«Input31», Q);
Input.SetText(«Input32», Drou);
Input.SetText(«Input33», Wpvr);
Input.SetText(«Input34», W1r);
Input.SetText(«Input35», Dred);
Input.SetText(«Input38», Wpr);
Input.SetText(«Input39», Dpr);
Input.SetText(«Input40», Wprou);
Input.SetText(«Input42», Wxvor);
Input.SetText(«Input43», Wcm);
Input.SetText(«Input44», Tcmr);
Input.SetText(«Input45», Devr);
Input.SetText(«Input46», Wd);
Input.SetText(«Input47», Dvip);
Input.SetText(«Input48», Ddr);
Input.SetText(«Input49», Q1r);
Input.SetText(«Input50», D1r);
Input.SetText(«Input51», Dsummar);
— Dialog.Message(«Value», c);
    
```



Литература:

1. Теплотехническое оборудование и теплоснабжение промышленных предприятий / Б.Н. Голубков, О.Л. Данилов, Л.В. Зосимовский и др.; ред.Б. Н. Голубков. — М.: Энергия, 1979.
2. Бузников Е.Ф. Производственные и отопительные котельные/ Е. Ф. Бузников, К.Ф. Роддатис, Э.Я. Берзиньш. — М.: Энергия, 1974.

3. Шубин Е.П. Проектирование теплоподготовительных установок ТЭЦ и котельных / Е.П. Шубин, Б.И. Левин. — М.: Энергия, 1970.
4. Соловьев Ю.П. Проектирование крупных центральных котельных для комплекса тепловых потребителей / Ю.П. Соловьев. — М.: Энергия, 1976.
5. СНиП П-А.6—72. Строительная климатология и геофизика. — М.: Изд-во литературы по строительству, 1973.
6. Рихтер Л.А. Тепловые электрические станции и защита атмосферы / Л.А. Рихтер. — М.: Энергия, 1975.
7. СНиП 350—66. Указания по проектированию котельных установок. — М.: Госстройиздат, 1967.
8. Тепловой расчет котельных агрегатов: нормативный метод / ред.: Н.В. Кузнецов, В.В. Митор, И.Е. Дубовицкий и др. — М.: Энергия, 1973.

Принципы энергоемкости при проектировании подъемных механизмов лифтовых сооружений

Хайруллин Ирек Ханифович, доктор технических наук, доцент;
Шакиров Тимур Ильдарович, аспирант
Уфимский государственный авиационный технический университет

В работе рассматриваются актуальные вопросы энергосбережения и энергоэффективности силовых подъемных механизмов с частотно-регулируемым электрическим приводом. Описаны проблемы экономии электроэнергии лифтовыми механизмами в многоэтажных зданиях и представлен способ рекуперации энергии в различных режимах работы подъемного механизма. Представлен метод ускоренной аккумуляции электроэнергии с помощью суперконденсаторов.

Ключевые слова: рекуперация, энергосбережение, лифт, подъемник, устройство

На сегодняшний день тема энергосбережения актуальна во всем мире. Внедрение энергосберегающих технологий происходит во всех сферах деятельности человека [3]. На энергосбережение в отрасли лифтов еще не обращали такого пристального внимания, хотя потребление электроэнергии лифтом по общим показателям среднестатистического здания занимает значительную долю (до 15%) Сохранение, накопление и повторное использование этой электроэнергии является важной научно-технической задачей как в рамках одного лифта, так и в пределах всей страны [5].

Рекуперация — возвращение части энергии для повторного использования в том же технологическом процессе. В нашем случае — преобразование электрической энергии сети в кинетическую энергию лифта и наоборот, при определенных условиях генерирования электрической энергии во время движения лифта с большим дисбалансом кабины относительно противовеса. Обычно лифтовая система состоит из кабины, лебедки, противовеса и станции управления [2]. Противовес необходим для балансировки веса частично нагруженной кабины [1]. В результате этого противовес тяжелее, чем пустая или частично заполненная людьми кабина, но легче, чем полностью нагруженная кабина. Энергия сети тратится, когда полностью нагруженная кабина движется вверх, или, когда слегка нагруженная кабина движется вниз [4]. Схематическая модель данных процессов представлена на рис. 1.

Когда мало нагруженная кабина движется вверх или сильно нагруженная кабина движется вниз, двигатель начинает работать в роли электрогенератора (рис. 2). В случае потребления электроэнергии 3-фазный ток идет через частотный преобразователь и в управляемом режиме подается на электродвигатель. В приводе, который не использует регенерацию энергии, ее излишки, производимые преобразователем частоты, рассеивается на тормозном резисторе.

Применение тормозных резисторов имеет ряд недостатков:

1. большие габариты;
2. разогрев их поверхности до высоких температур — выше 100°C;
3. обязательная защита от попадания пыли, влаги и т.д.;
4. необходимость системы отвода тепла.

Экономичность и энергоэффективность безредукторных лебедок достигается, прежде всего, за счет изъятия одного из основных звеньев — редуктора и уменьшения объемов кинетической энергии, которую запасает при пуске тихоходный приводной двигатель. В установленном режиме, рекуперация энергии возможна, если мощность активных сил превышает суммарные потери мощности. Например, в режимах спуска нагруженной кабины или подъема пустой кабины. Здесь нужно учитывать реактивный характер всех сил и потери энергии. Рекуперация может выполняться только в том случае, если

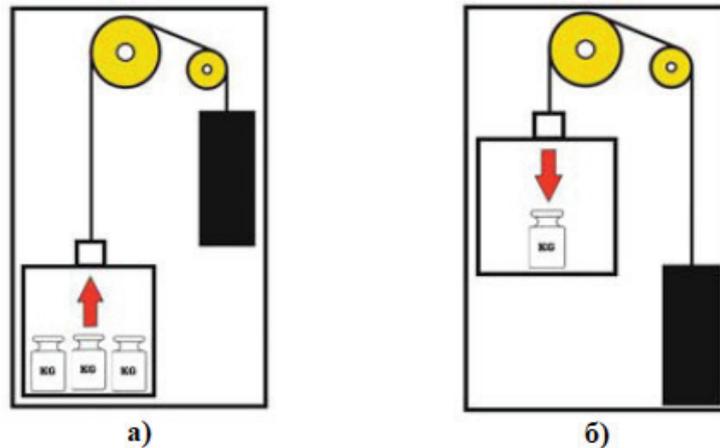


Рис. 1. Схематическая модель работы лифтового механизма в режиме потребления электроэнергии: а) полностью загруженная кабина движется вверх; б) слегка загруженная кабина движется вниз

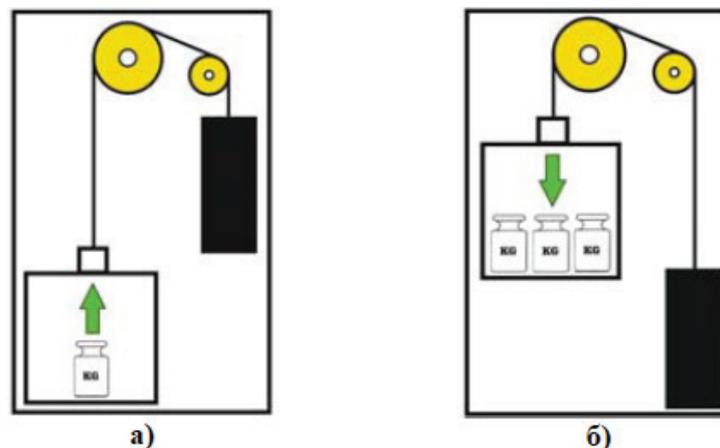


Рис. 2. Схематическая модель работы лифтового механизма в режиме генерации электроэнергии: а) мало загруженная кабина движется вверх; б) сильно загружена кабина движется вниз

сумма составляющих активной силы притяжения будет превышать сумму потерь, вызванных реактивными силами, то есть когда появляется избыточная энергия. При применении регулируемой системы управления синхронным двигателем безредукторной лебедки, рекуперация возможна при небольшом дисбалансе кабины относительно противовеса.

В большинстве случаев, при количественном анализе реальной энергетической эффективности новых типов лебедок отсутствует информация об основных базовых показателях. Наиболее точную оценку энергоэффективности электропривода могут дать длительные наблюдения за энергопотреблением на разных типах лифтов. Возрастающее внимание к энергетическим показателям лифтового оборудования заставляет использовать методы, позволяющие с минимальными временными потерями. Применение таких методов в каждом конкретном случае является достаточно тяжелым. На сегодняшний день отсутствуют, утвержденные законодательно, отечественные методы исследования энергоэффективности электропривода в лифтах. В Европе разработаны две методики, пред-

ставленные в следующих документах: ISO / DIS25745—1 (2015 год) и VDI 4707 (2009 год). В этих методах предлагается определять энергетические показатели лифта в режимах движения и ожидания. В режиме ожидания производится измерение потребляемой мощности после 10 минут простоя лифта. За это время станция управления перейдет в режим простоя, произойдет отключение второстепенных потребителей. В режиме движения согласно этим методикам, оценка энергоэффективности лифтовой установки проводится путем измерения потребляемой энергии, которая расходуется в определенном контрольном цикле. Контрольный цикл — это перемещения пустой кабины лифта на высоту шахты 2 раза (в любом начальном и обратном ему направлении). Такой цикл применяется ввиду простоты его реализации (отсутствует необходимость в использовании тарированных грузов).

В частотно-регулируемом электроприводе наибольшее распространение на сегодняшний день получили преобразователи частоты с промежуточным звеном постоянного тока и неуправляемым выпрямителем на входе. Форма тока, потребляемая из сети данным типом устройств, яв-

ляется несинусоидальной. Такой тип преобразователей частоты используется в составе безредукторного электропривода.

Согласно рис. 2, была запущена малогабаритная кабина на подъем в шахте длиной 50 м. Осциллограммы выбросов регенерированной энергии представлены на

рис. 3. В результате эксперимента было установлено, что, когда лифт переходит на большую скорость, почти по всей траектории движения наблюдалась присутствие выбросов регенерированной энергии размахом до 2000 В. Данный эксперимент был проведен на редукторном двигателе грузоподъемностью 1000 кг.

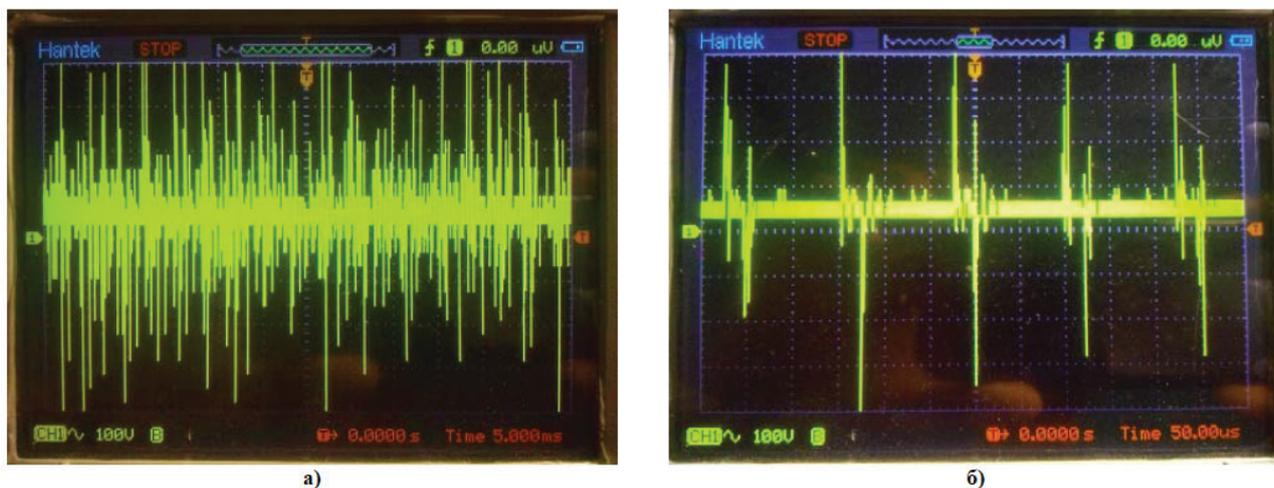


Рис. 3. Осциллограммы размаха выбросов импульсов регенерированной энергии с двигателя на тормозной резистор сопротивлением 50 Ом: а) $t=5$ мс, 100 В/дел.; б) $t=50$ мс, 100 В/дел.

Существует прямая зависимость эффективности рекуперации энергии от типа привода (асинхронный двигатель с червячным редуктором), или же безредукторный синхронный двигатель. Известно, что синхронные безредукторные лебедки имеют КПД намного выше относительно асинхронных редукторных лебедок. Таким образом, количество экономии энергии зависит от многих факторов, таких как: загрузка кабины, скорости движения лифта, типа применяемой лебедки, высоты подъема и т.д.

Энергетическая эффективность пассажирского лифта экспериментально определена и приведена на рис. 4.

Для лифта грузоподъемностью 1000 кг потребляемая мощность электродвигателя будет равна: для редукторной лебедки с асинхронным двигателем 11 кВт, для безредукторной лебедки с синхронным двигателем — 6,9 кВт и для безредукторной лебедки с синхронным двигателем в паре с блоком рекуперации — 4,14 кВт.

Использование энергии, поступающей от электродвигателя лифта в генераторном режиме во время движения кабины лифта с большим дисбалансом кабины относительно противовеса, осуществляется следующим образом (рис. 5). Вход трехфазного напряжения (L1, L2, L3) организован

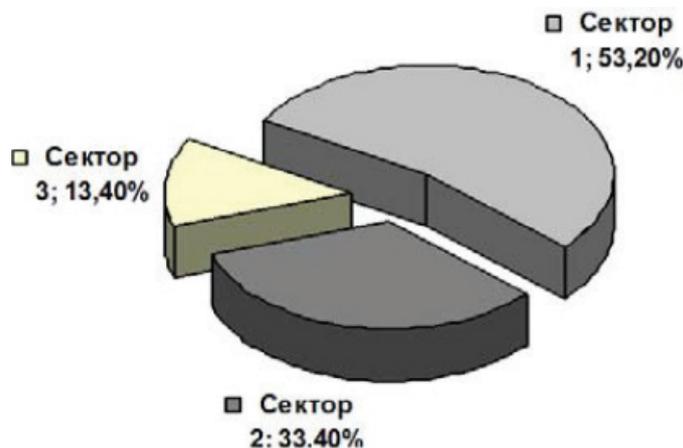


Рис. 4. Энергетическая эффективность лифтовых подъемных механизмов: сектор 1 — затраты электроэнергии редукторной лебедки; сектор 2 — затраты электроэнергии безредукторной лебедки; сектор 3 — затраты электроэнергии безредукторной лебедки в паре с устройством рекуперации



Рис. 5. Блок-схема предлагаемого устройства рекуперации энергии

через вводное устройство на частотный преобразователь, который, в свою очередь, питает электродвигатель.

Специфика работы частотных преобразователей такова, что он содержит трехфазный выпрямитель и круг постоянного тока (DC шина), к которой подключается тормозной резистор. Предлагается вместо тормозного резистора установить блок накопления энергии, который состоит из суперконденсаторов и аккумуляторов. Тормозной резистор можно исключить из системы полностью, или же оставить, как элемент дополнительной защиты, подключив через защитное устройство. Если блок накопления энергии будет полностью заполнен рекуперированной энергией и она в это время будет потребляться менее интенсивнее, устройство защиты перенаправит поток рекуперированной энергии на тормозной резистор.

Актуальность вопроса энергосбережения требует детального рассмотрения как с научной, так и с технической точек зрения. Энергетическая эффективность устройства рекуперации подтверждена рядом экспериментов и составляет 20–40% в зависимости от ряда факторов: типа лебедки, высоты подъема, загруженности кабины лифта и тому подобное. В данной статье предлагается устройство рекуперации энергии, который использует блок накопления энергии в виде сочетания суперконденсаторов и аккумуляторов. Это позволяет максимально быстро аккумулировать энергию, которая рекуперруется, повышает срок эксплуатации аккумуляторных батарей, позволяет адаптировать данную систему в любую современную станцию управления лифтом и значительно снижает себестоимость потребляемой электроэнергии.

Литература:

1. Афонин В. И., Кругликов О. В., Родионов Р. В. Волновые процессы в обмотках электродвигателей для безредукторного привода лифта // Электротехника. 2015. № 3. С. 35–38.
2. Коваль А. С., Шваяков А. В., Ефименко Е. В. К вопросу реализации наблюдающих устройств для механической подсистемы в системах регулируемого привода лифтов // Вестник Белорусско-Российского университета. 2014. № 3 (44). С. 123–129.
3. Колесник Д. А., Илаев К. А., Шарапов Р. Р. Грузоподъемные лифты, приводы и безопасная эксплуатация // В сборнике: новые решения в области упрочняющих технологий: взгляд молодых специалистов: сборник научных статей материалы международной научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. 2016. С. 58–61.
4. Крылов К. Ю., Грачева Е. В., Алферов С. В. Методика определения энергетической эффективности лифтов // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 7–5. С. 42–45.
5. Морозов А. В. Разработка частотного преобразователя для основного привода лифта // В книге: Выставка инноваций — 2015 (весенняя сессия) Электронное научное издание: сборник тезисов докладов XIX Республиканской выставки-сессии студенческих инновационных проектов. 2015. С. 99–100.

Опыт применения бесполимерного самоотклоняющегося кислотного состава в карбонатных коллекторах Башкортостана

Хужин Расул Димович, магистрант;
Лысенков Алексей Владимирович, кандидат технических наук, доцент
Уфимский государственный нефтяной технический университет

При разработке продуктивных карбонатных коллекторов наиболее эффективным методом увеличения добычи нефти является проведение различного вида соляно-кислотных обработок скважин, сущность которых заключается в увеличении проницаемости призабойной зоны пласта. В силу вертикальной неоднородности многих эксплуатируемых карбонатных коллекторов традиционные соляно-кислотные обработки теряют свою эффективность, и актуальность приобретают исследования механизма отклонения кислоты от трещиноватых водонасыщенных интервалов в менее проницаемые нефтенасыщенные пропластки.

Ключевые слова: карбонатный коллектор, кислотное воздействие, самоотклоняющийся кислотный состав, дополнительная добыча нефти

Experience of application of non-polymer self-deflecting acid composition in carbonate collectors of Bashkortostan

Khuzhin R. D., Master Student
Lysenkov A. V., Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor
Ufa State Petroleum Technological University,

When developing productive carbonate reservoirs, the most effective method for increasing oil production is to conduct a different type of hydrochloric acid treatments of wells, the essence of which is to increase the permeability of the bottomhole formation zone. Due to the vertical heterogeneity of many exploited carbonate reservoirs, traditional hydrochloric acid treatments lose their effectiveness and research into the mechanism of acid deviation from fractured water-saturated intervals into less permeable oil-saturated interlayers acquires urgency.

Key words: carbonate collector, acidic effect, self-deflecting acid composition, additional oil recovery

В настоящее время по месторождениям республики Башкортостан 60% извлекаемых запасов нефти сосредоточены в залежах, приуроченных к карбонатным коллекторам. Разработка месторождений, приуроченных к карбонатным коллекторам, характеризуется низкими темпами отбора, невысокими значениями коэффициента извлечения нефти (КИН). Средний по месторождениям республики Башкортостан КИН равен 45%, в то время как в карбонатных коллекторах этот параметр не превышает 25%. Большая доля карбонатных коллекторов в объеме запасов нефти и газа и их относительно низкая выработка, делает эту группу коллекторов особенно перспективной с точки зрения применения новых технологий интенсификации добычи [1].

Существует большое количество методов воздействия на призабойную зону скважин в карбонатных коллекторах. Наибольшее распространение на промыслах получили солянокислотные технологии и их модификации. Последние играют огромную роль в интенсификации добычи нефти. Объемы их использования настолько велики, что по суммарному эффекту дополнительно добытой нефти из залежи их приравнивают к методам повышения нефтеотдачи пластов [2].

Эффективность солянокислотных обработок (СКО) зависит в первую очередь от глубины проникновения кислоты в пласт и от полноты растворения в кислотном растворе коллектора. В процессе обработки призабойной зоны пласта чистой соляной кислотой максимальное ее воздействие на породу происходит в прискважинной зоне. В удаленной же зоне пласта реакция кислоты с породой идет менее интенсивно ввиду потери части ее активности. В результате этого прискважинная зона будет обрабатываться более интенсивно с формированием максимального числа каналов растворения (в тех. литературе — «промоины, червоточины») в ущерб интенсивности формирования последних в удаленной зоне пласта. Кроме того, кислота проникает преимущественно в водонасыщенные зоны и зоны с большей проницаемостью, поэтому эффективность СКО быстро снижается с ростом повторных обработок, проведенных на одной скважине. Отсюда очевидна необходимость отклонения кислоты от более проницаемых зон. Для этого на практике широко применяются так называемые «химические отклонители» соляной кислоты [3].

Традиционно, основной принцип химического отклонения заключается в том, что закачиваемая специальная

вязкая жидкость, которая преимущественно поступает в наиболее проницаемые участки обрабатываемой зоны, временно закупоривает их, и потоки кислоты для последующих стадий процесса обработки направляются в менее проницаемые участки. Эффективность данного метода в значительной степени зависит от химического состава применяемых жидкостей. Большинство существующих технологий основано на использовании в качестве отклонителя полимерных жидкостей, главным недостатком которых является тот факт, что после обработки полимерный осадок не разлагается полностью и остается в пласте, являясь причиной дополнительного загрязнения и существенно снижая эффективность кислотной обработки [4].

По технологии двух компаний ООО «Группа компаний »Интехпромсервис« и ЗАО »НТЦ ГЕОТЕХНОКИН« предложен кислотный метод воздействия с применением бесполимерного самоотклоняющегося кислотного состава (БСКС). БСКС — это отклонитель на основе ПАВ и органической кислоты. При закачке в скважину БСКС имеет вязкость сопоставимую с вязкостью воды (1–3 мПа·с). В пласте, по мере реагирования породы с органической кислотой, входящей в состав этого кислотного отклонителя, происходит набор вязкости до 200–250 мПа·с и временная закупорка созданных каналов. Таким образом, следующая порция кислоты направляется в другие, ранее не затронутые обработкой участки. В табл. 1 описана краткая характеристика реагента БСКС.

Таблица 1. Краткая характеристика реагента БСКС

Наименование показателя	Ориентировочные значения
Внешний вид	Бесцветная, прозрачная, подвижная однородная жидкость без мех. примесей
Плотность кг/м ³ при 20 °С	1034
Динамическая вязкость мПа·с, 20°С	1,9
Кислотность по хлороводороду, %	8,3
Тест на стабильность в присутствии (Fe ³⁺) 2000 ppm	Выдерживает
Кратность увеличения вязкости при контакте 1:1 с пластовой водой минерал. 130 г/л, кол-во раз, не менее	10
Динамическая вязкость системы 100 см ³ БСКС + 11,17 г СаСО ₃ , мПа·с при скорости 511 с ⁻¹	200
Время полной нейтрализации БСКС при контакте с мрамором; час, не менее	20

В отделе экспериментальных исследований ООО «БашНИПИнефть» проведены исследования реагента БСКС на образование осадка при смешении композиции с пластовой водой месторождений Башкортостана, а также определена возможность выпадения вторичного осадка при нейтрализации карбонатом кальция.

Для испытания взаимодействия с пластовой водой использованы пробы воды, отобранные со Знаменского месторождения (плотность 1175 кг/м³) и Абдуловского месторождения (плотность 1180 кг/м³). Соотношение кислоты и пластовой воды составило 1:1, время выдержки — 3 ч. В табл. 2 приведены результаты контакта БСКС и проб пластовой воды, из которых следует, что при контакте состава с пластовой водой месторождений Башкортостана вторичные осадки не образуются, но происходит увеличение вязкости смеси в 14–15,4 раз.

В качестве образцов карбоната кальция были использованы мраморные пластинки. Растворение мрамора в композиции проводили при 20°С до прекращения выделения углекислого газа, образующегося в процессе нейтрализации. По окончании опыта контролировали наличие осадка, мути или взвеси.

Нейтрализация состава заняла 24 ч. Остаточная кислотность по хлороводороду составила 1%. Динамическая вязкость отработанного состава составила 2185 мПа·с.

В результате эксперимента выявлено, что нейтрализация БСКС сопровождается выпадением вторичного осадка (рисунок 1), количество которого составило 9,7 г/л (превышение нормы в 194 раза). Согласно нормативам РП-17–04–01, содержание вторичного осадка не должно превышать 0,5 г/л.

Таблица 2. Результаты взаимодействия БСКС и проб пластовой воды

Исследуемый состав	Динамическая вязкость, мПа·с	Наличие осадка
БСКС	1,9	-
Смесь БСКС и пластовой воды Знаменского м-я	33,9	нет
Смесь БСКС и пластовой воды Абдуловского м-я	28,8	нет



Рис. 1. Осаждение вторичного осадка при нейтрализации БСКС (слева пластинка до нейтрализации, справа — пластинка после нейтрализации)

Следующий вид исследования заключался в определении вероятности образования нефтекислотных эмульсий при контакте состава с пластовой жидкостью Знаменского месторождения.

Риски образования эмульсий и выпадения тяжелых компонентов нефти проверены на пробе пластовой жид-

кости, отобранной с Знаменского месторождения. Плотность пробы составляет 850 кг/м^3 , обводенность — 3%. Рассмотрено поведение смеси в различных соотношениях нефти и БСКС, в течение 30 минут при пластовой температуре (27°C). Результаты экспериментов представлены в табл. 3

Таблица 3. Результаты образования НКЭ

Соотношение нефти и БСКС	Разделение нефтекислотной эмульсии, %			Наличие кольматанта на сите
	Через 5 мин	Через 10 мин	Через 30 мин	
3:1	80	100	100	нет
1:1	60	63	79	нет
1:3	68	76	100	нет

Таким образом, БСКС с пробами нефти, отобранных с объектов проведения опытно-промышленных испытаний (ОПИ), нефтекислотных эмульсий и органического осадка не образует.

Также было проведено тестирование замедляющей способности реагента.

Замедляющие свойства состава контролировали гравиметрическим методом по растворению карбонатного материала при комнатной температуре. В качестве карбоната кальция использованы мраморные пластинки. Соотношение объема кислотного состава к площади пластин 3мл: 1см. Результаты экспериментов представлены в виде кривых растворимости мрамора и изменения динамической вязкости (рисунок 2).

Замедляющие свойства определены по отношению к кривой растворимости 8%-го раствора ингибированной соляной кислоты «СНПХ-НСli» без добавок. Как видно из графика, БСКС обладает замедляющими свойствами, время растворения карбоната кальция увеличивается, причем растворение мрамора происходит лишь на 40% за 8 ч реакции.

Динамическая вязкость состава увеличивается от $1,9 \text{ мПа} \cdot \text{с}$ до $386 \text{ мПа} \cdot \text{с}$ (в 203 раза).

На Знаменском месторождении ОАО АНК «Башнефть» были проведены ОПИ по ОПЗ с применением БСКС на трех скважинах.

Скважина № 1 вступила в эксплуатацию 30.06.1989 по объекту СТур (интервал перфорации 1676.4–1685.6). Дата появления воды 03.07.1989. Дебит жидкости до обработки составлял $6 \text{ м}^3/\text{сут}$, дебит нефти — 3 т/сут , продуктивность — $0.09 \text{ м}^3/\text{сут} \cdot \text{атм}$, обводенность — 42%. Проведена кислотная ОПЗ с применением БСКС. Дебит жидкости после обработки составил — $23.8 \text{ м}^3/\text{сут}$, дебит нефти — 10.7 т/сут , продуктивность — $0.38 \text{ м}^3/\text{сут} \cdot \text{атм}$, обводенность — 49.2%. Таким образом продуктивность пласта возросла на $0.29 \text{ м}^3/\text{сут} \cdot \text{атм}$, а прирост дебита нефти равен 7.7 т/сут . Период эффективности ОПЗ на данный момент не закончен и составляет уже более 250 суток, дополнительная добыча нефти составляет 952 тонны.

Скважина № 2 вступила в эксплуатацию 19.01.1987 по объекту СТур (интервал перфорации 1626.8–1637). Начальный дебит жидкости составил $2.8 \text{ м}^3/\text{сут}$, дебит нефти — 2.5 т/сут . Дата появления воды 01.02.1996. Дебит жидкости до обработки составлял $8 \text{ м}^3/\text{сут}$, дебит нефти — 6 т/сут , продуктивность — $0.27 \text{ м}^3/\text{сут} \cdot \text{атм}$, об-

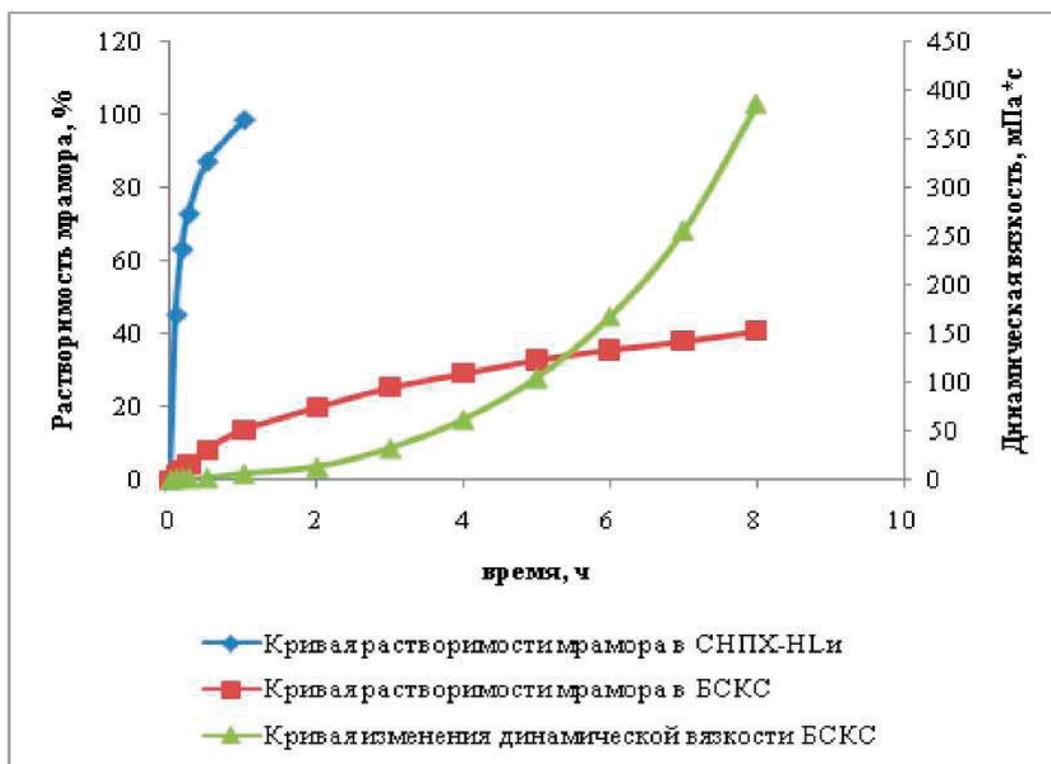


Рис. 2. Кривые изменения динамической вязкости и растворимости мрамора в БСКС

воденность — 13%. Проведена кислотная ОПЗ с применением БСКС. Дебит жидкости после обработки составил $16.8 \text{ м}^3/\text{сут}$, дебит нефти — $10.7 \text{ т}/\text{сут}$, продуктивность — $0.46 \text{ м}^3/\text{сут} \cdot \text{атм}$, обводенность — 20.3%. Таким образом продуктивность пласта возросла на $0.19 \text{ м}^3/\text{сут} \cdot \text{атм}$, а прирост дебита нефти равен $4.7 \text{ т}/\text{сут}$. Период эффективности ОПЗ на данный момент не закончен и составляет уже более 250 суток, дополнительная добыча нефти составляет 944 тонны.

Скважина № 3 вступила в эксплуатацию 26.02.1993 по объекту СТур (интервал перфорации 1563–1572). Дата появления воды 09.03.1993. Дебит жидкости до обработки составлял $3 \text{ м}^3/\text{сут}$, дебит нефти — $2 \text{ т}/\text{сут}$, продуктивность — $0.06 \text{ м}^3/\text{сут} \cdot \text{атм}$, обводенность — 30%. Проведена кислотная ОПЗ с применением БСКС. Дебит жидкости после обработки составил $6.7 \text{ м}^3/\text{сут}$, дебит нефти — $4.2 \text{ т}/\text{сут}$, продуктивность — $0.12 \text{ м}^3/\text{сут} \cdot \text{атм}$, обводенность — 29.8%. Таким образом продуктивность пласта возросла на $0.06 \text{ м}^3/\text{сут} \cdot \text{атм}$, а прирост дебита нефти равен $2.2 \text{ т}/\text{сут}$. Период эффективности ОПЗ на

данный момент закончен, дополнительная добыча нефти составляет 216 тонн.

В таблицу 4 сведены данные по всем обработкам по технологии кислотной ОПЗ с потокоотклонителем на основе бесполимерного самоотклоняющегося кислотного состава.

На рисунке 3 представлены показатели эффективности кислотных обработок с применением БСКС.

Как видно из рисунка 10, максимальный эффект получен на скважине № 1, прирост дебита нефти составил $7,7 \text{ т}/\text{сут}$, кратность прироста коэффициента продуктивности составила 4,7.

Выводы по технологии БСКС

1. Приготовленный состав БСКС представляет собой однородную бесцветную жидкость с плотностью $1034 \text{ кг}/\text{м}^3$ и динамической вязкостью $1,9 \text{ мПа} \cdot \text{с}$.

2. При контакте состава с пластовой водой Абдуловского и Знаменского месторождений Башкортостана вторичные осадки не образуются.

Таблица 4. Показатели эффективности кислотных обработок с применением БСКС на скважинах Знаменского месторождения турнейского яруса

Скв	Прирост дебита нефти, т/сут	Кратность прироста $K_{пр}$	Обводенность до, %	Обводенность после, %
№ 1	7,7	4,22	42	49,2
№ 2	4,7	1,7	13	20,3
№ 3	2,2	2	30	29,8

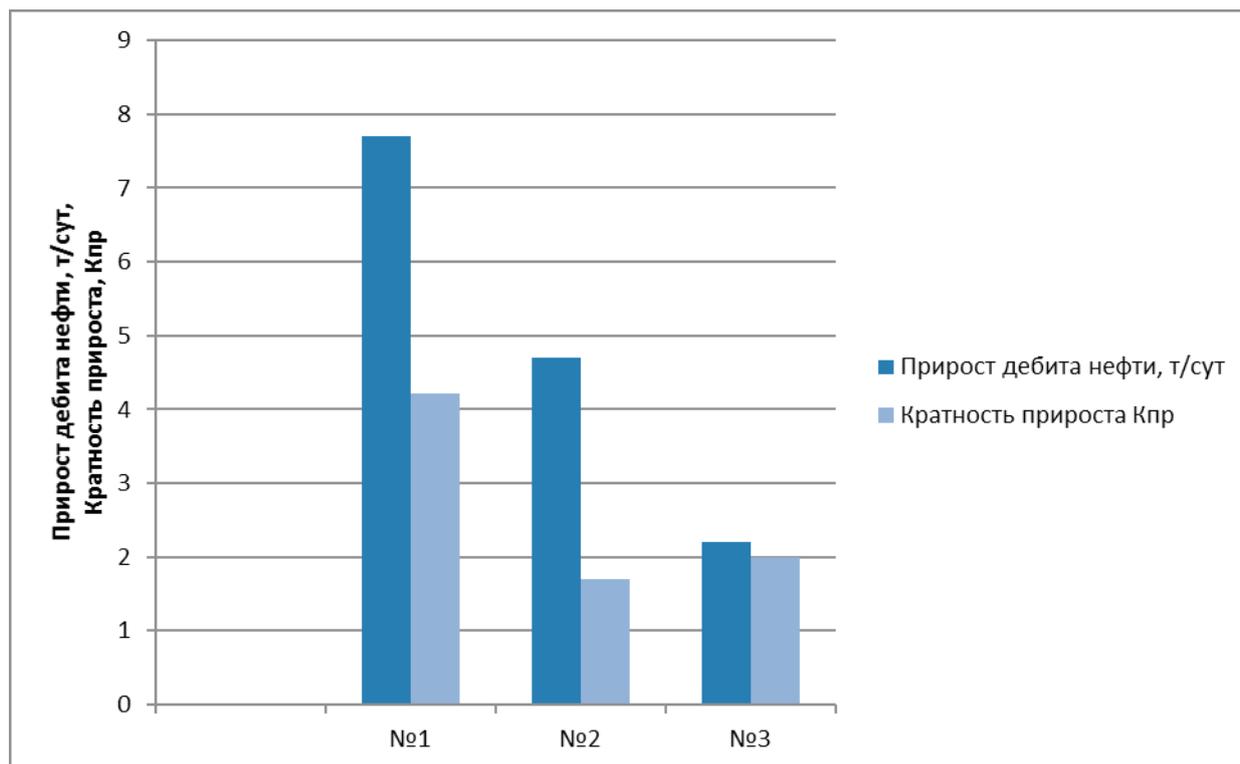


Рис. 3. Показатели эффективности кислотных обработок с применением БСКС

3. БСКС с пробами нефти, отобранных с объектов Знаменского месторождения проведения ОПИ, нефтекислотных эмульсий и органического осадка не образует.

4. Проведены ОПИ по ОПЗ с применением БСКС на 3 скважинах, по всем скважинам получен прирост дебита нефти, который составил 7.7, 4.7, 2.2 т/сут.

Таким образом, следует признать проведение ОПИ по ОПЗ с применением бесполимерного самоотклоняющего кислотного состава ЗАО «НТЦ Геотехнокин» эффективным. Технология рекомендуется к промышленному внедрению на месторождениях республики Башкортостан.

Литература:

1. Карпов А. А., Повышение эффективности кислотных обработок высокообводненных скважин в трещиновато-поровых карбонатных коллекторах. 2005. С. 28–32.
2. Комплексный подход к увеличению эффективности кислотных обработок скважин в карбонатных коллекторах / Телин А. Г. и др. // Нефтяное хозяйство. 2001. № 8. С. 26–74.
3. Андреев А. В., Совершенствование технологий кислотных обработок скважин в сложнопостроенных карбонатных коллекторах. 2009. С. 12–17.
4. Пестриков А. В., Политов М. Е. Самоотклоняющиеся кислотные системы на основе вязкоупругих ПАВ: эксперимент и модель // Нефтегазовое дело: электронный научный журнал. 2013. № 4, с. 529–562.
5. Новые кислотные составы для селективной обработки карбонатных порово-трещиноватых коллекторов / Шипилов А. И. и др. // Нефтяное хозяйство. № 2. 2012. С. 80–83.
6. Лысенков А. В. Современные представления об интенсификации добычи нефти из неоднородных обводненных карбонатных коллекторов / А. В. Лысенков, Ю. В. Антипин, Р. Н. Якубов, А. В. Чеботарев // Сервисные услуги в добыче нефти: материалы науч.—техн. конф./ ООО «Башнефть-Сервисные Активы»; УГНТУ.— Уфа: РИЦ УГНТУ, 2014.— С. 92–96
7. Лысенков А. В. Особенности и перспективы разработки карбонатных коллекторов / А. В. Лысенков, Е. А. Максимова, А. К. Сахибгареев, Р. Н. Якубов // Сервисные услуги в добыче нефти: материалы науч.—техн. конф./ ООО «Башнефть-Сервисные Активы»; УГНТУ.— Уфа: РИЦ УГНТУ, 2014.— С. 97–102

Исследование методической погрешности метода квазиэквивалентного укрупнения состояний марковских моделей

Черкасов Артём Владимирович, студент
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

В предыдущей статье «Принцип квазиэквивалентного укрупнения состояний марковских моделей» мы выяснили, что при квазиэквивалентном укрупнении выходные характеристики N_{cp} (среднее число заявок в системе «процессоры-каналы») и $M[t_p]$ (среднее время реакции системы t_p) системы ведут себя закономерно — увеличиваются с ростом λ (интенсивность поступления заявок) и уменьшаются с ростом μ (интенсивность обслуживания). Следовательно, метод квазиэквивалентного укрупнения заслуживает более детального изучения, в особенности его методической погрешности и её влияния на итоговый результат работы АИС.

Для нахождения точного решения СЛАУ, описывающих состояния вероятностного графа, изображённого на рис. 1, прибегнем к методу итераций. Для этого сначала составим уравнения Колмогорова для всех состояний этого графа.

$$\begin{aligned}
 P_{00}(2\alpha + N\lambda) &= P_{01}\mu + P_{10}\beta \\
 P_{01}(\mu + 2\alpha + (N-1)\lambda) &= P_{02}2\mu + P_{11}\beta + P_{00}N\lambda \\
 P_{02}(2\mu + 2\alpha + (N-2)\lambda) &= P_{03}2\mu + P_{12}\beta + P_{01}(N-1)\lambda \\
 &\dots \\
 P_{0N}(2\mu + 2\alpha) &= P_{1N}\beta + P_{0N-1}\lambda \\
 &\dots \\
 \sum P_{ij} &= 1
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Преобразуем (1).

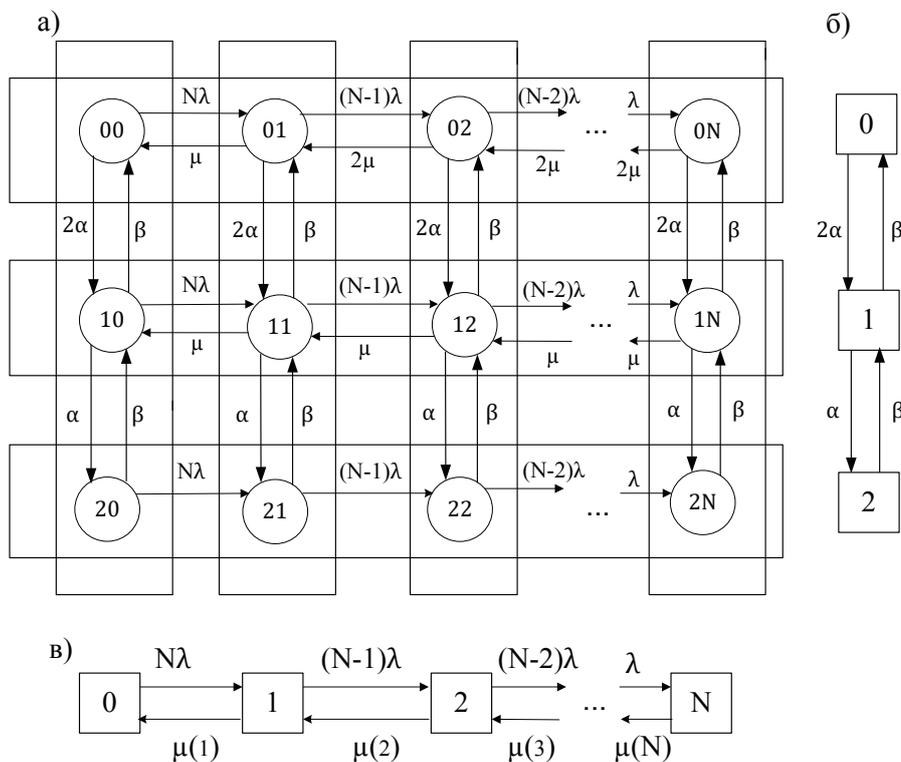


Рис. 1. Графы переходов для двухпроцессорной системы:
 а) граф исходного процесса; б) граф процесса с эквивалентным укрупнением состояний;
 в) граф процесса с квазиэквивалентным укрупнением состояний

$$\begin{aligned}
 P_{00} &= \frac{P_{01}\mu + P_{10}\beta}{2\alpha + N\lambda} \\
 P_{01} &= \frac{P_{02}2\mu + P_{11}\beta + P_{00}N\lambda}{\mu + 2\alpha + (N-1)\lambda} \\
 P_{02} &= \frac{P_{03}2\mu + P_{12}\beta + P_{01}(N-1)\lambda}{2\mu + 2\alpha + (N-2)\lambda} \\
 &\dots \\
 P_{0N} &= \frac{P_{1N}\beta + P_{0N-1}\lambda}{2\mu + 2\alpha} \\
 &\dots \\
 P_{2N} &= 1 - \sum_{\substack{0 \leq i \leq 2 \\ 0 \leq j \leq N \\ ij \neq 2N}} P_{ij} \tag{2}
 \end{aligned}$$

За нулевое приближение примем значения вероятностей, вычисляемых согласно допущению $P_{ij} = \pi_i \Pi_j$, где $\pi_i = \sum_{j=0}^N P_{ij}$, $\Pi_j = \sum_{i=0}^2 P_{ij}$. Следовательно, первое приближение будет иметь следующий вид:

Второе и последующие приближения будет выглядеть аналогично (3). В общем виде уравнения будут выглядеть так:

$$\begin{aligned}
 P_{00}^{(1)} &= \frac{P_{01}^{(0)}\mu + P_{10}^{(0)}\beta}{2\alpha + 5\lambda} \\
 P_{01}^{(1)} &= \frac{P_{02}^{(0)}2\mu + P_{11}^{(0)}\beta + P_{00}^{(0)}5\lambda}{\mu + 2\alpha + 4\lambda} \\
 &\dots \\
 P_{25}^{(1)} &= 1 - \sum_{\substack{0 \leq i \leq 2 \\ 0 \leq j \leq 5 \\ ij \neq 25}} P_{ij}^{(1)} \tag{3}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{ij}^{(k)} &= \frac{P_{i-1j}^{(k-1)} * \alpha_{i-1} + P_{i+1j}^{(k-1)} * \beta_{i+1} + P_{ij-1}^{(k-1)} * \lambda_{j-1} + P_{ij+1}^{(k-1)} * \mu_{ij+1}}{\alpha_i + \beta_i + \lambda_j + \mu_{ij}}, 0 \leq i \leq M, \\
 &0 \leq j \leq N, ij \neq MN \\
 P_{MN}^{(k)} &= 1 - \sum_{\substack{0 \leq i \leq M \\ 0 \leq j \leq N \\ ij \neq MN}} P_{ij}^{(k)} \tag{4}
 \end{aligned}$$

где $\alpha_i = (M-i)*\alpha$, $\beta_i = \begin{cases} 0, i = 0 \\ \beta, 0 < i \leq M \end{cases}$, $\lambda_j = (N-j)*\lambda$, $\mu_{[i,j]} = \begin{cases} (M-i) * \mu, j > (M-i) \\ j * \mu, j \leq (M-i) \end{cases}$

Во время выполнения каждой итерации будем подсчитывать разности значений $\Delta_{ij}^{(k)} = |P_{ij}^{(k)} - P_{ij}^{(k-1)}|$ и вычислять максимум $\max_k \Delta_{ij}^{(k)}$ из них. Кроме того, будем анализировать погрешность выходных значений N_{cp} , $M[t_p]$, M_{cp} , вычисленных при помощи метода квазиэквивалентного укрупнения (нулевая итерация) и точным методом (финальная итерация). Возьмём $T_{отк} = 100$, $T_{восст} = 10$, $T_{обд} = 10$, $T_{реш} = 5$. Построим график зависимости $\max_k \Delta_{ij}^{(k)}(k)$ для системы с заданными характеристиками:

Как видим, при заданных входных параметрах динамика значений максимальных разностей $\max_k \Delta_{ij}^{(k)}$ меняется крайне скачкообразно на начальных итерациях. Значения N_{cp} , $M[t_p]$ и M_{cp} для метода квазиэквивалентного укрупнения соответственно равны 2,143, 7,503, 1,803, для точного метода — 2,173, 7,686, 1,808. Погрешности их значений составляют 1,38%, 2,44% и 0,28% соответственно. Но что будет, если увеличить количество итераций до 100?

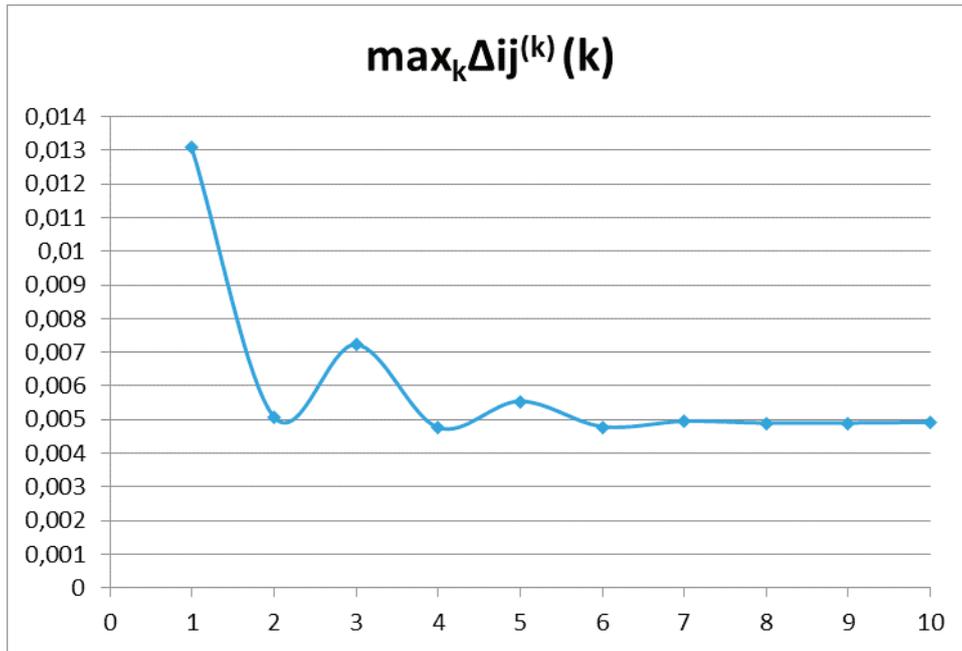


Рис. 2. График зависимости $\max_k \Delta_{ij}^{(k)}$ (k) при N=5, M=2 и 10 итерациях

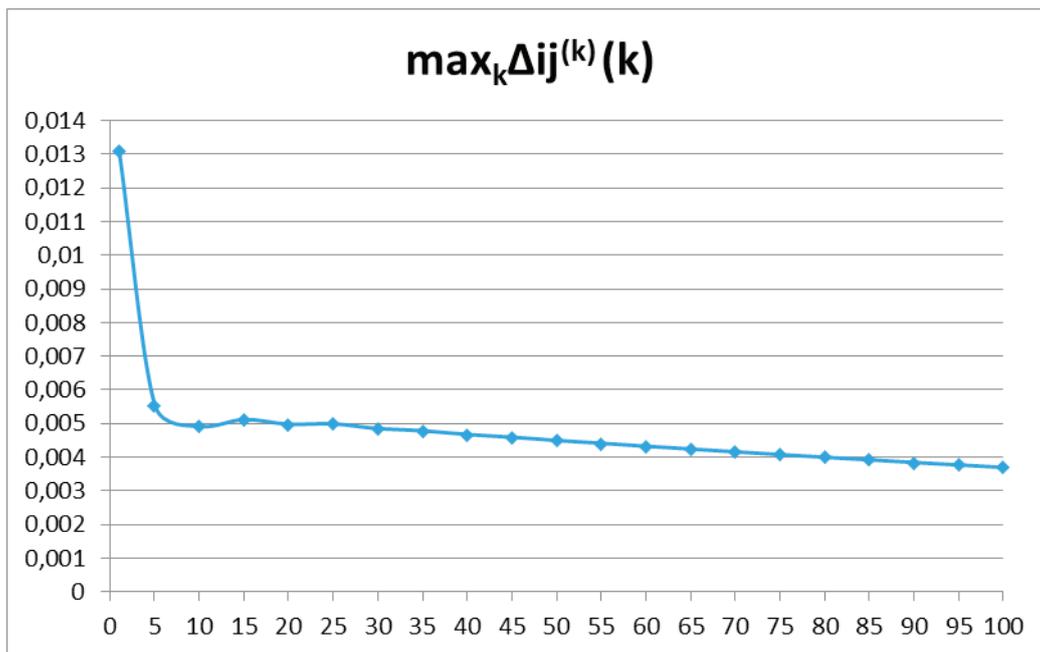


Рис. 3. График зависимости $\max_k \Delta_{ij}^{(k)}$ (k) при N=5, M=2 и 100 итерациях

Ситуация улучшилась — значения $\max_k \Delta_{ij}^{(k)}$ на последующих итерациях стали плавно уменьшаться. Значения N_{cp} , $M[t_p]$ и M_{cp} для точного метода при 100 итерациях соответственно равны 2,19, 7,796, 1,803, а их погрешности — 2,2%, 3,91% и 0,02%. Проверим состояние графика при 1000 итераций.

На 1000 итераций значения выходных характеристик для точного метода составляют 2,19, 7,794, 1,803, а их погрешности — 2,18%, 3,88% и 0%. При дальнейшем увеличении числа итераций N_{cp} , $M[t_p]$ и M_{cp} для точного метода сохраняют данные значения. Так или иначе, для рассматриваемой системы метод квазиэквивалентного укрупнения однозначно сходится.

Рассмотрим более обширную систему. Возьмём $N=30$, $M=5$. Значения $T_{откр}$, $T_{восст}$, $T_{обд}$ и $T_{реш}$ оставим прежними. Число итераций сразу поставим равным 1000.

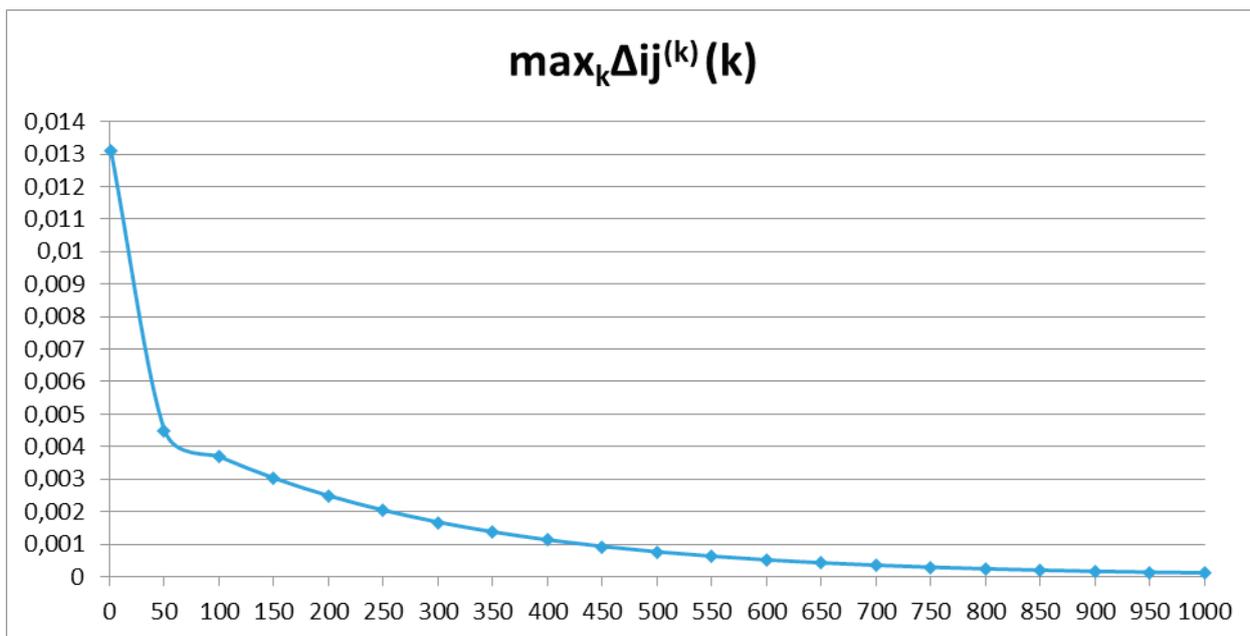


Рис. 4. График зависимости $\max_k \Delta_{ij}^{(k)}$ (k) при N=5, M=2 и 1000 итераций

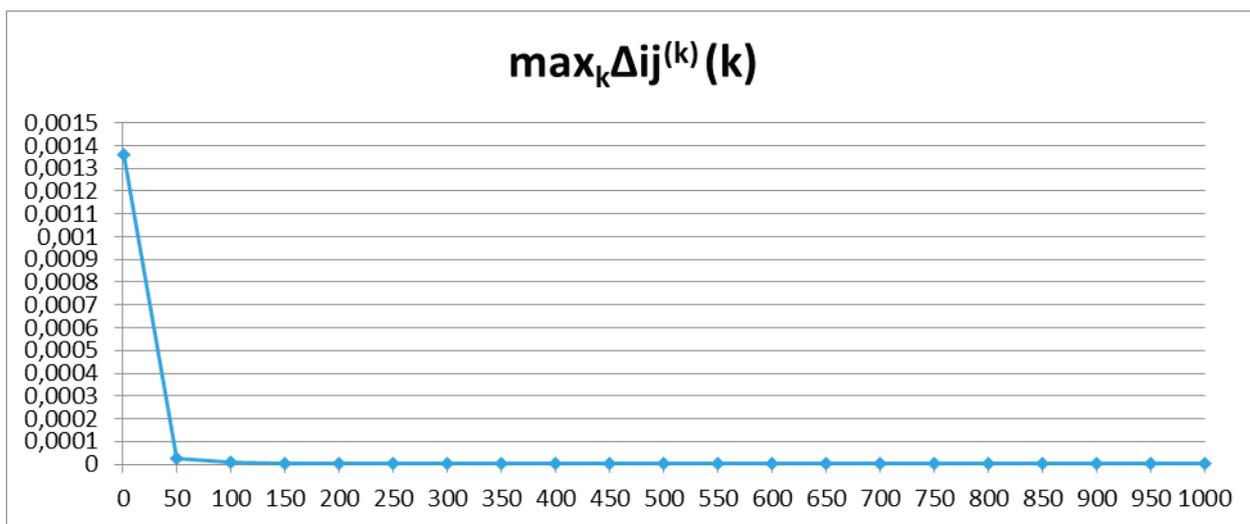


Рис. 5. График зависимости $\max_k \Delta_{ij}^{(k)}$ (k) при N=30, M=5 и 1000 итерациях

Метод сходится гораздо быстрее, чем для системы с меньшим числом терминалов и процессоров, а значения N_{cp} , $M[t_p]$ и M_{cp} для точного и квазиэквивалентного метода совпадают: 21,279, 24,4 и 4,36.

Увеличим число терминалов до 50, а число процессоров — до 10. Все остальные значения оставим прежними.

При расширении системы график приближается к оси абсцисс ещё быстрее. Однако, значения выходных характеристик для 2-х методов на 1000-й итерации всё ещё различаются: для квазиэквивалентного метода $N_{cp} = 34,292$, $M[t_p] = 21,83$ и $M_{cp} = 7,854$, для точного метода — 34,302, 21,85, 7,85. Погрешности данных значений составляют 0,03%, 0,09% и 0,05% соответственно. Если увеличить число итераций до 2000, значения выходных характеристик для обоих методов станут равными.

Сравним на трёх вышеописанных системах поведение выходных характеристик N_{cp} и $M[t_p]$ при изменении входных параметров для квазиэквивалентного и точного методов. Для начала зафиксируем значения $T_{восст} = 10$, $T_{обд} = 10$, $T_{реш} = 5$ и исследуем зависимость $N_{cp}(\alpha)$, где $\alpha = 1/T_{отк}$ (рис. 7). Количество итераций возьмём равным 2000.

Как видим, для систем большой размерности (рис 7б и 7в) графики для обоих методов совпадают. Максимальная погрешность для системы с 5-ю терминалами и 2-мя процессорами (рис 7а) составила не более 4,5%.

Теперь зафиксируем $T_{отк} = 100$ и исследуем зависимость $N_{cp}(\beta)$, где $\beta = 1/T_{восст}$ (рис. 8). Остальные параметры оставим прежними.

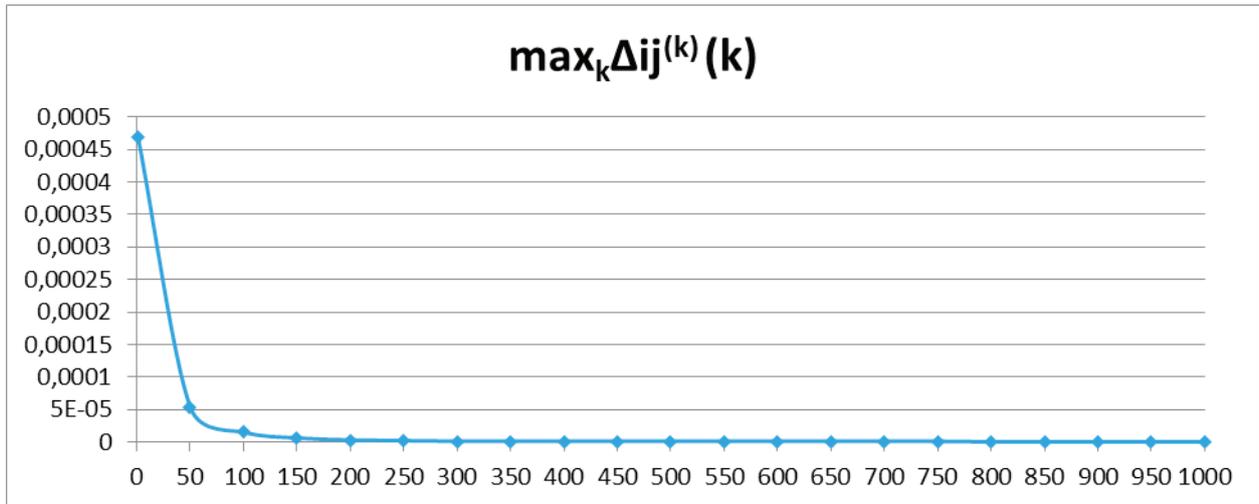


Рис. 6. График зависимости $\max_k \Delta_{ij}^{(k)}(k)$ при $N=50$, $M=10$ и 1000 итерациях

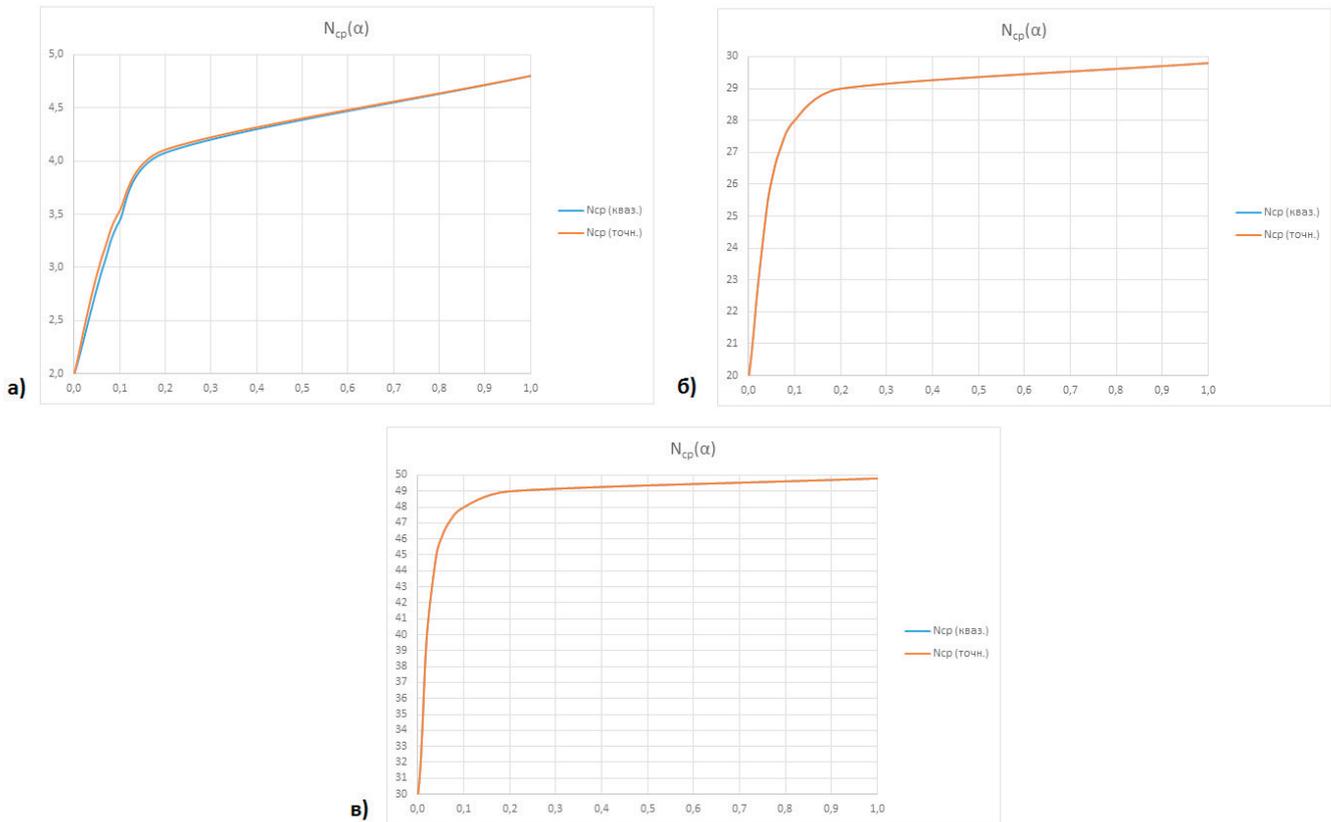


Рис. 7. Графики зависимости $N_{cp}(\alpha)$: а) для $N=5$, $M=2$; б) для $N=30$, $M=5$; в) для $N=50$, $M=10$

Равно как и в предыдущем случае, графики для систем большей размерности (рис. 8б и 8в) совпадают. Максимальная погрешность для системы с 5-ю терминалами и 2-мя процессорами (рис 8а) составила не более 6,4%.

Исследуем зависимость $M[t_p](\lambda)$, где $\lambda = 1/T_{обд}$ (рис. 9), с ранее зафиксированными значениями $T_{отк}$, $T_{восст}$ и $T_{реш}$.

Для 3-х рассмотренных систем графики сходятся по мере увеличения интенсивности обдумывания. Т. е. чем меньше $T_{обд}$, тем меньше выходная погрешность времени реакции. В среднем расхождение между значениями $M[t_p](\lambda)$ для квазиэквивалентного и точного методов не превысило 3%.

Рассмотрим финальную зависимость $M[t_p](\mu)$, где $\mu = 1/T_{реш}$ (рис. 10).

Ситуация прямо противоположная зависимости $M[t_p](\lambda)$ — чем больше $T_{реш}$, тем меньше выходная погрешность $M[t_p]$. Для исследованных систем расхождение между значениями $M[t_p](\mu)$ варьируется в пределах 1–2%.

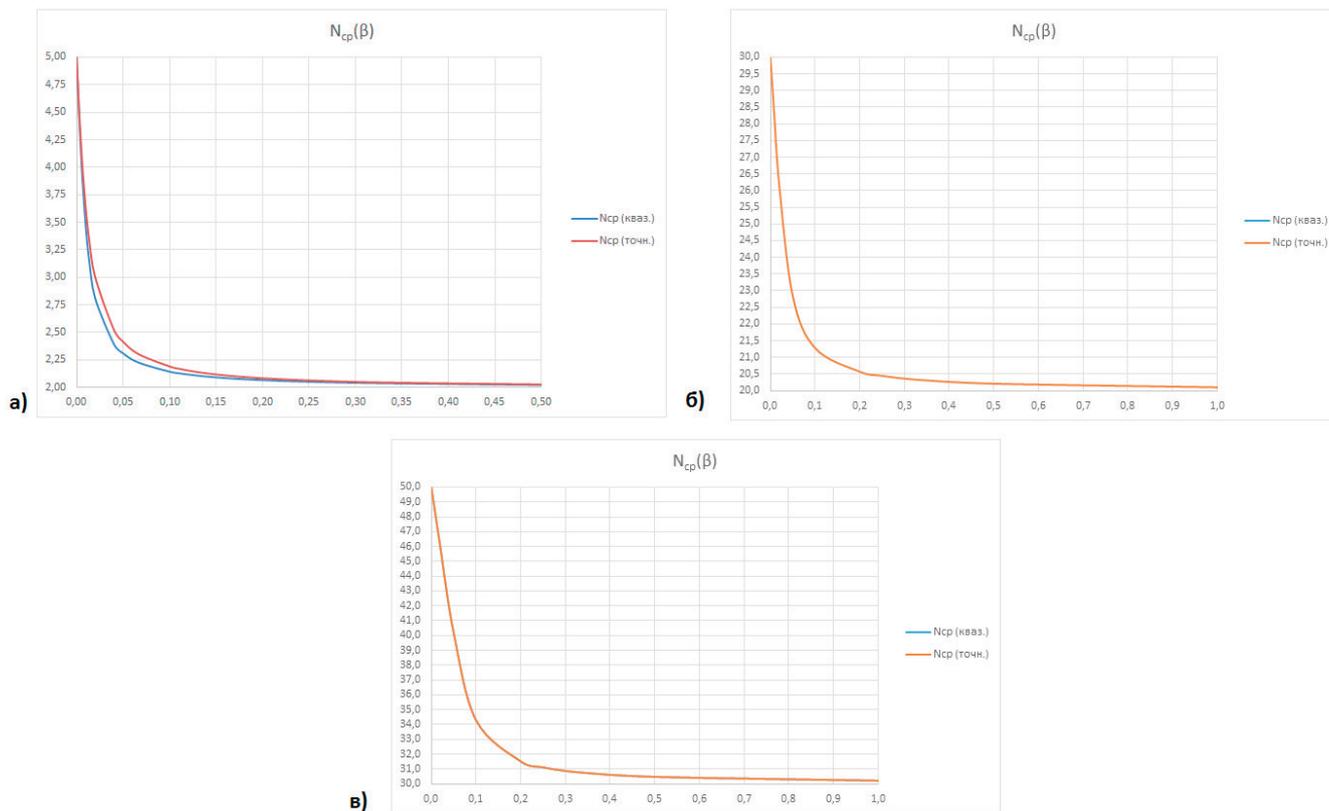


Рис. 8. Графики зависимости $N_{cp}(\beta)$: а) для $N=5, M=2$; б) для $N=30, M=5$; в) для $N=50, M=10$

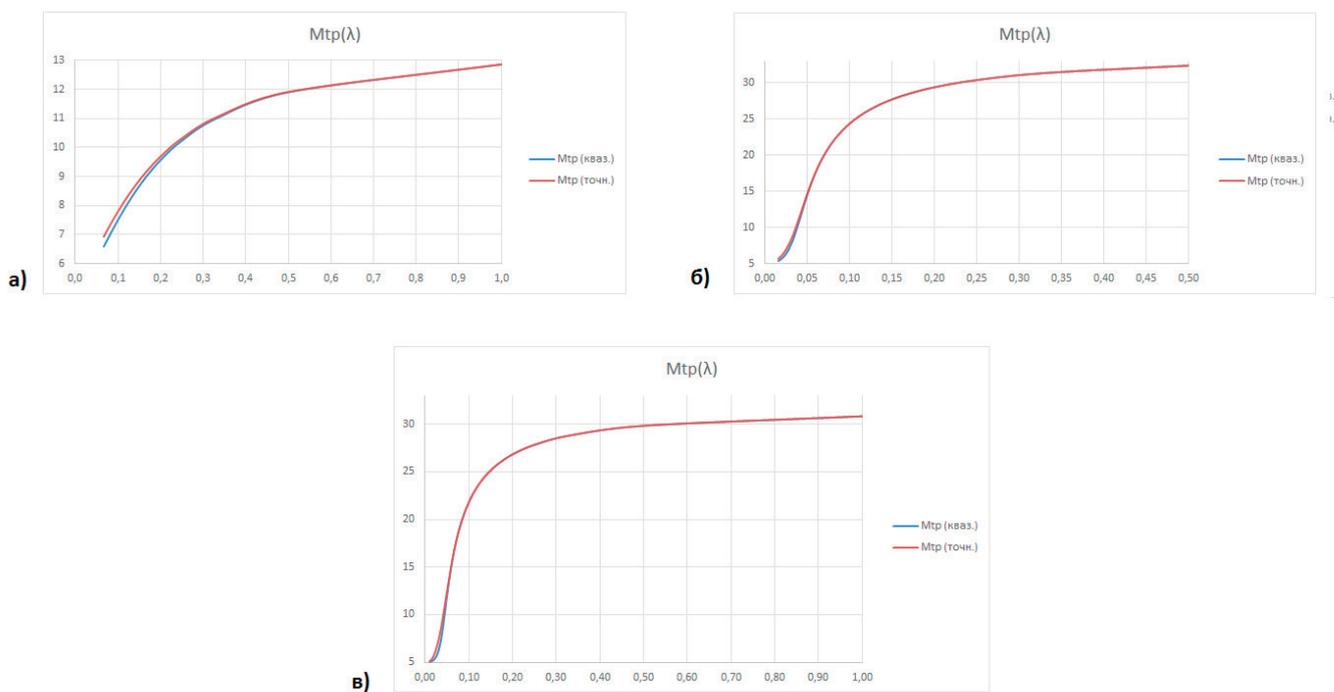


Рис. 9. Графики зависимости $M [t_p](\lambda)$: а) для $N=5, M=2$; б) для $N=30, M=5$; в) для $N=50, M=10$

Из проведённых экспериментов можно сделать следующий вывод: по мере увеличения числа проводимых итераций уменьшается разность в значениях вероятностей состояний системы, а следовательно — и погрешность в значениях выходных параметров. И чем больше размерность рассматриваемой системы, тем меньше методическая погрешность

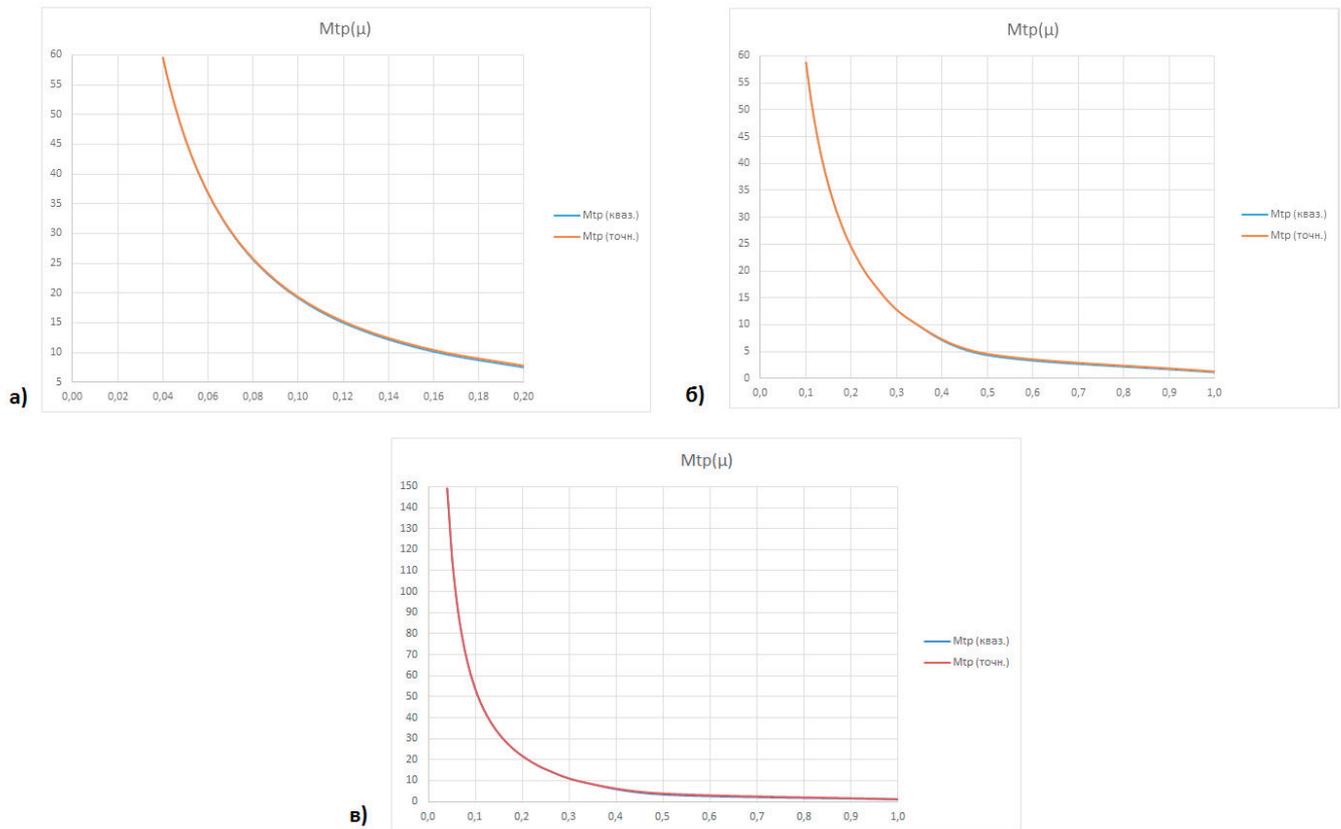


Рис. 10. Графики зависимости $M [t_p] (\mu)$: а) для $N=5, M=2$; б) для $N=30, M=5$; в) для $N=50, M=10$

метода квазиэквивалентного укрупнения. Иными словами, метод квазиэквивалентного укрупнения состояний вполне пригоден для анализа характеристик сложных систем.

Литература:

1. Шкатов П. Н. Стохастические модели в анализе информационно-вычислительных систем. Учебное пособие

Компьютерное моделирование гидравлических систем

Шорников Юрий Владимирович, доктор технических наук, профессор;
Мяндин Сергей Александрович, магистрант
Новосибирский государственный технический университет

Построена математическая модель типовой гидравлической системы, Построение и исследование программных моделей выполнено с использованием Matlab/ Simulink r2015b и его расширения — SimScape/SimHydraulics. Разработан графический интерфейс в Matlab для проведения экспериментов с моделью. Получены результаты экспериментов, не противоречащие известным законам физики.

Ключевые слова: гидравлическая система, моделирование, движение жидкости

Введение

Создание нового технического объекта — сложный и длительный процесс, в котором стадия проектирования имеет решающее значение в осуществлении замысла

и достижении высокого технического уровня. Моделирование является одним из важнейших этапов проектирования любого технического объекта, в том числе и современных гидравлических систем, позволяя заменить или значительно сократить этапы наладки и натурных испы-

таний [1]. Роль моделирования особенно высока, когда натурные испытания слишком дороги или опасны, как, например, при работе с космическими аппаратами, химическими и ядерными реакторами и другими объектами [2].

Моделирование гидросистемы может быть выполнено в двух режимах [3]:

1. В стационарном режиме движения жидкости.
2. В нестационарном, то есть динамическом режиме движения жидкости.

Стационарный режим — это режим, при котором система находится в состоянии покоя вследствие того, что все внешние воздействия и параметры самой системы не меняются во времени.

Динамический стационарный режим — это режим, возникающий тогда, когда приложенные к системе внешние воздействия изменяются по какому-либо установившемуся закону, в результате чего система приходит в режим установившегося вынужденного движения.

Развитие гидравлической техники создало условия для нового качественного скачка в функциональных возможностях технических систем, связанных с движением механических устройств, что привело к возникновению новой науки — гидравлики [4].

Гидравлика — прикладная наука о равновесии и движении жидкостей и о способах их практического применения.

1. Характеристика гидравлических систем

К гидравлическим системам относятся технологические схемы трубопроводов, для которых принимаются следующие допущения [5]:

- во всех трубах протекает однофазный поток жидкости,
- температура жидкости одинакова на всех участках;
- все трубы располагаются на одном уровне,
- в системе нет обратных потоков (рециклов),
- не учитываются местные сопротивления и перепады давлений в трубах,
- рассматриваются, короткие трубопроводы;
- системы включают только: клапаны (вентили) с постоянными неизменяющимися коэффициентами пропускной способности; закрытые емкости (аккумуляторы), давление газа в которых подчиняется идеальным законам.

2. Среда Matlab

Программа Simulink [6] является приложением к пакету Matlab [7] и тесно связана с ним. Simulink — самостоятельный инструмент Matlab и при работе с ним не требуется знание самого Matlab и остальных его приложений. С другой стороны, доступ к функциям Matlab и другим его инструментам остается открытым и их можно использовать в Simulink [8]. Часть входящих в состав пакетов имеет инструменты, встраиваемые в Simulink (например, LTI-Viewer приложения Control System Toolbox — па-

кета для разработки систем управления). Имеются также дополнительные библиотеки блоков для разных областей применения (например, Power System Blockset — моделирование электротехнических устройств, Digital Signal Processing Blockset — набор блоков для разработки цифровых устройств и т.д.).

2.1. SimHydraulics в Simulink

Simulink включает много проблемно-ориентированных библиотек, таких как SimHydraulics, SimMechanics и пр., с помощью которых можно создать модель и провести моделирование.

Для моделирования гидравлического привода можно использовать SimHydraulics — набор моделирования для инженерного проектирования и имитации гидравлических систем в Simulink и Matlab. Он содержит полную библиотеку гидравлических блоков, которая является расширением Simscape-библиотек базовых гидравлических, электрических и механических вспомогательных блоков. SimHydraulics выполняет анализ переходных процессов в гидромеханических системах. Можно использовать блоки высокоуровневых библиотек или сконструировать приводы, не входящие в эти библиотеки. SimHydraulics разработан специально, чтобы охватить сценарии моделирования с гидравлическими приводами, являющимися частью системы управления. Он также подходит для систем, которые допускают сосредоточенные параметры.

К достоинствам моделирования гидравлических систем при помощи SimHydraulics в Simulink могут быть отнесены простота создания моделей, наглядность и высокая скорость вычислений при моделировании систем с большим числом элементов.

В отличие от большинства других блоков Simulink, которые выполняют математические действия или обрабатывают сигналы, блоки SimHydraulics представляют собой непосредственно элементы гидросистем или связи между ними. При этом набор стандартных блоков достаточно широк и позволяет моделировать практически любые гидравлические системы.

В современном машиностроении используются гидросистемы двух типов:

1. гидросистемы для подачи жидкости;
2. гидравлические приводы.

Для гидросистем, обеспечивающих подачу жидкости к потребителям, характерно отсутствие в них устройств, преобразующих энергию движения жидкости в механическую работу. К этим системам относятся: системы жидкостного охлаждения, системы пожаротушения, системы подачи топлива, смазки и другие. Такие гидросистемы, как правило, принадлежат к классу разомкнутых гидросистем, в которых движение жидкости обеспечивается за счет работы насоса.

Гидравлическим приводом называется совокупность устройств, предназначенная для передачи механической энергии и (или) преобразования движения посредством

рабочей жидкости. Такие гидросистемы обычно относятся к классу замкнутых гидросистем.

В литературе также встречается термин «гидропередача», под которым понимается силовая часть гидропривода, включающая насос, гидродвигатель и соединительные трубопроводы с рабочей жидкостью.

Как правило, даже самый простейший гидравлический привод включает в себя:

- гидробак для хранения и охлаждения рабочей жидкости;
- насос для подачи рабочей жидкости из бака и создания давления в системе;
- различные клапаны (предохранительные, переливные, редукционные, обратные, гидрозамки и другие);
- исполнительный механизм (гидродвигатель, поворотный гидродвигатель или гидромотор);
- фильтр для очистки рабочей жидкости от твердых частиц;
- гидролинии, соединяющие элементы гидросистемы между собой.

Функции гидроприводов непрерывно расширяются, повышаются требования к их рабочим характеристикам, а следовательно, усложняются и конструкции, что вызывает увеличение сроков проектирования, экспериментальных исследований и доводочных испытаний.

2.2. Пример моделирования гидравлических систем в Matlab

Рассмотрим примеры моделирования гидравлической системы в Matlab в стационарном режиме и динамическом.

На рисунке 1 представлена схема моделируемой гидросистемы с двумя закрытыми ёмкостями. Модель в Matlab включает 11 переменных для стационарного и динамического движения жидкости на основании входных данных. Для каждой из 11 переменных можно построить график изменения для заданного диапазона изменения и входных параметров.

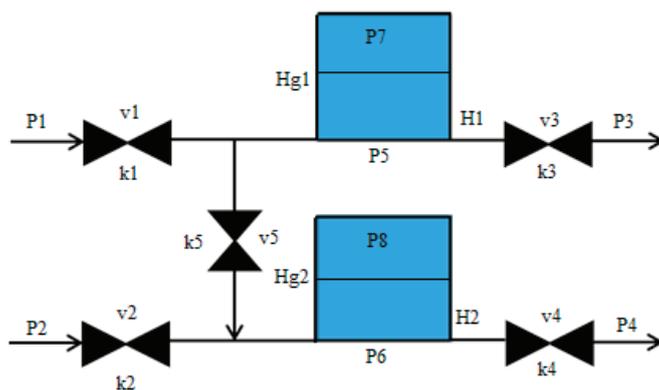


Рис. 1. Схема гидравлической системы с двумя закрытыми ёмкостями

Математическая модель гидросистемы

Система в стационарном режиме может быть описана следующим образом. Скорости потоков жидкости определяются состояниями клапанов как [9]:

$$\begin{aligned} v_1 &= k_1(P_1 - P_5)/2; \\ v_2 &= k_2(P_2 - P_6)/2; \\ v_3 &= k_3(P_5 - P_3)/2; \\ v_4 &= k_4(P_6 - P_4)/2; \\ v_5 &= k_5(P_5 - P_6)/2, \end{aligned}$$

где k_1 - k_5 — коэффициенты пропускной способности клапанов, P_1 - P_4 — давления жидкости на входе в систему и на выходе из нее соответственно, P_5 - P_8 — давления жидкости в ёмкостях, v_1 - v_5 — расходы жидкости через клапаны.

Уравнения баланса принимают следующий вид:

$$\begin{aligned} v_1 - v_3 - v_5 &= 0; \\ v_2 + v_5 + v_4 &= 0. \end{aligned}$$

Давления жидкости и газа в закрытых ёмкостях представляются как:

$$\begin{aligned} P_5 &= P_7 + \rho g H_1; \\ P_7 &= P_N \frac{H_1^G}{H_1^G - H_1}; \\ P_6 &= P_8 + \rho g H_2; \\ P_8 &= P_N \frac{H_2^G}{H_2^G - H_2}, \end{aligned}$$

где ρ — плотность жидкости, H_1^G, H_2^G - геометрические высоты ёмкостей, P_N — давление газа в пустой ёмкости, H_1 и H_2 — уровни жидкости в ёмкостях.

Нестационарный режим моделируется обыкновенными дифференциальными уравнениями [10]:

$$\begin{aligned} \frac{dV_1^R}{dt} &= v_1 + v_3 - v_5; \\ \frac{dV_2^R}{dt} &= v_2 + v_5 + v_4, \end{aligned}$$

где V_1^R и V_2^R — объемы жидкости в верхней и нижней емкостях.

Стационарный режим движения жидкости может быть рассчитан в разработанном редакторе модели. На рисунке 2 изображено главное окно редактора, в котором могут

быть заданы все параметры гидросистемы, а на рисунке 3 представлены средства построения графиков по результатам моделирования. На рисунке 4 показаны результаты расчёта стационарного режима — зависимость уровня жидкости во второй ёмкости от плотности жидкости.

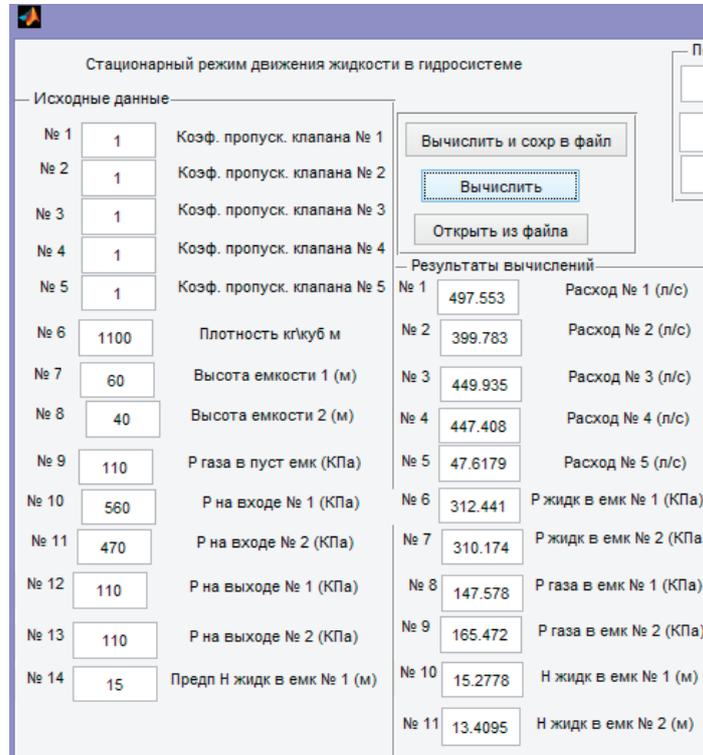


Рис. 2. Главное окно редактора модели

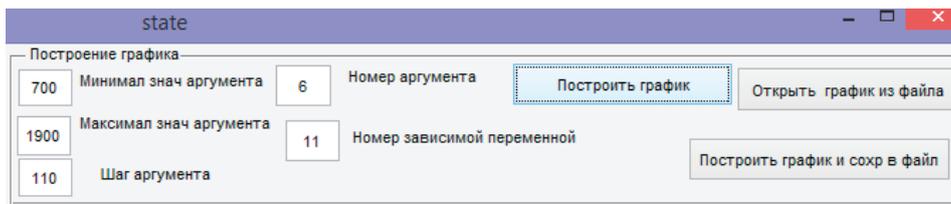


Рис. 3. Построение графика в редакторе модели

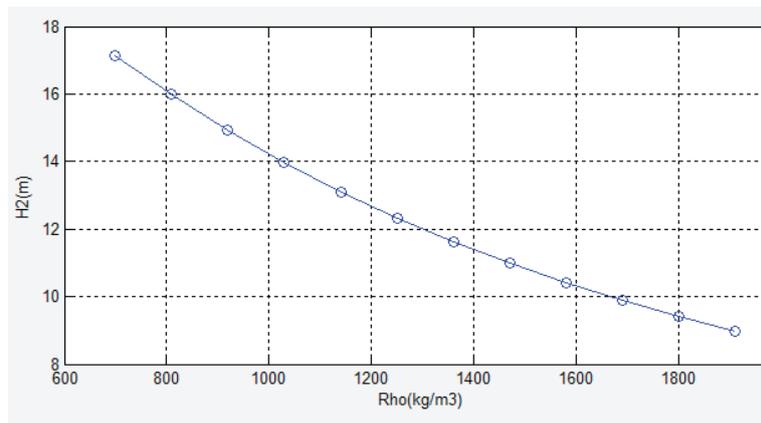


Рис. 4. Зависимости уровня жидкости во второй емкости от плотности жидкости

Для расчёта нестационарного режима используется интерфейс аналогичный изображённому на рисунке 2.

2.3 Моделирование в Simulink

Построенная модель гидравлического привода в пакете Simulink с помощью SimScare представлена на рисунке 5. Результат эксперимента представлен на рисунке 6.

На рисунке 7 изображена модель гидросистемы с рисунка 1, выполненная с применением типовых звеньев теории автоматического управления в Simulink [11]. На рисунке 8 представлен результат моделирования системы — возрастающий уровень жидкости в ёмкости с течением времени.

Заключение

Рассмотрена типовая гидросистема с двумя закрытыми ёмкостями и гидропривод. Разработана программная графическая модель гидравлического привода и проведён вычислительный эксперимент в SimScare. Построена модель гидравлической системы в Simulink, получены результаты эксперимента, не противоречащие теоретическим ожиданиям. В Matlab создан графический интерфейс, в котором можно проводить эксперименты с моделью гидросистемы в стационарном и динамическом режиме движения жидкости.

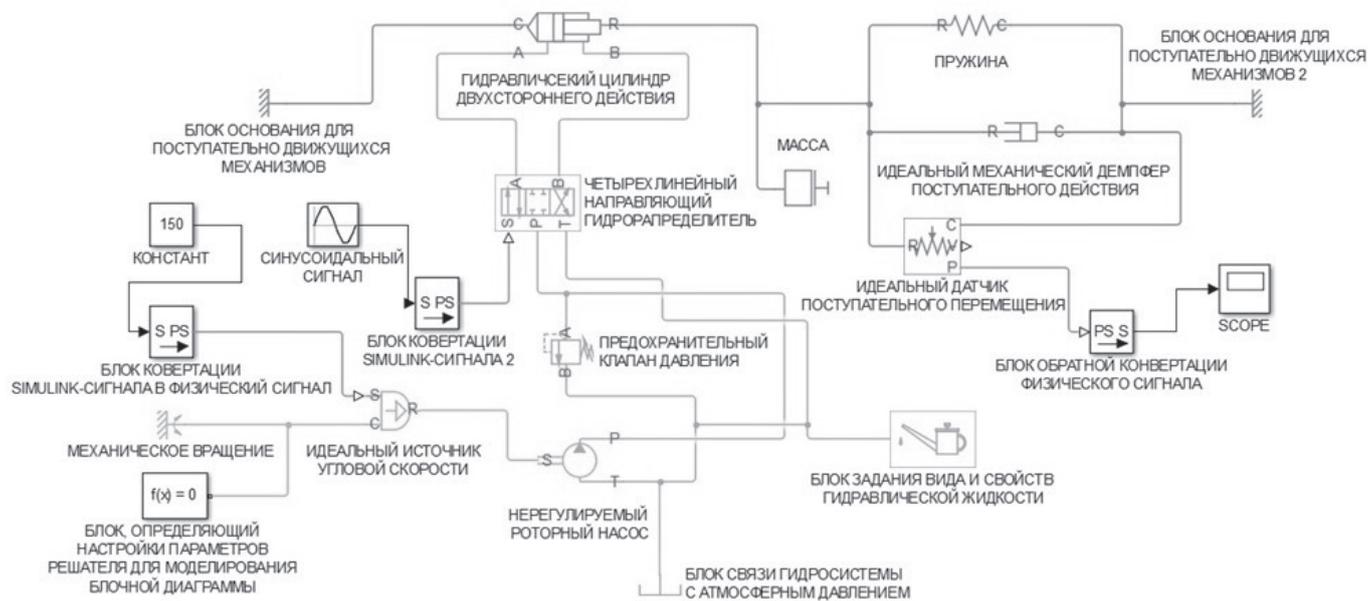


Рис. 5. Модель гидравлического привода в SimScare

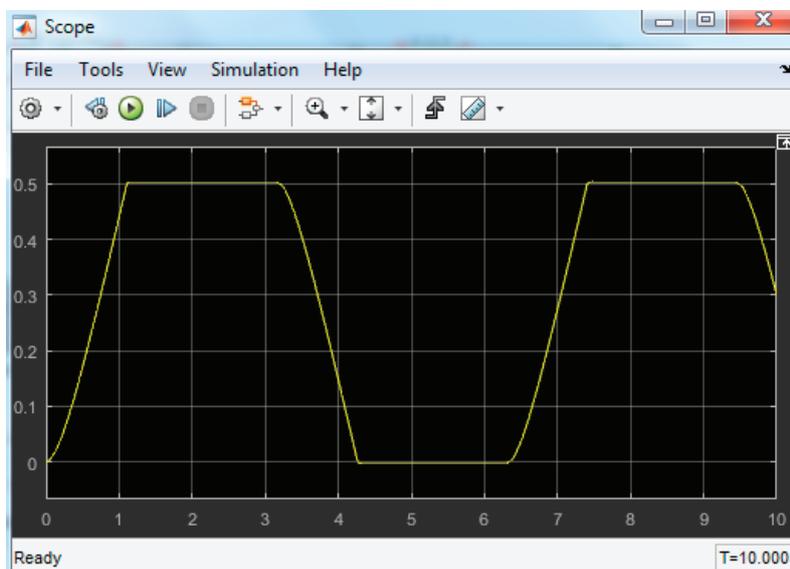


Рис. 6. Результат моделирования гидравлического привода

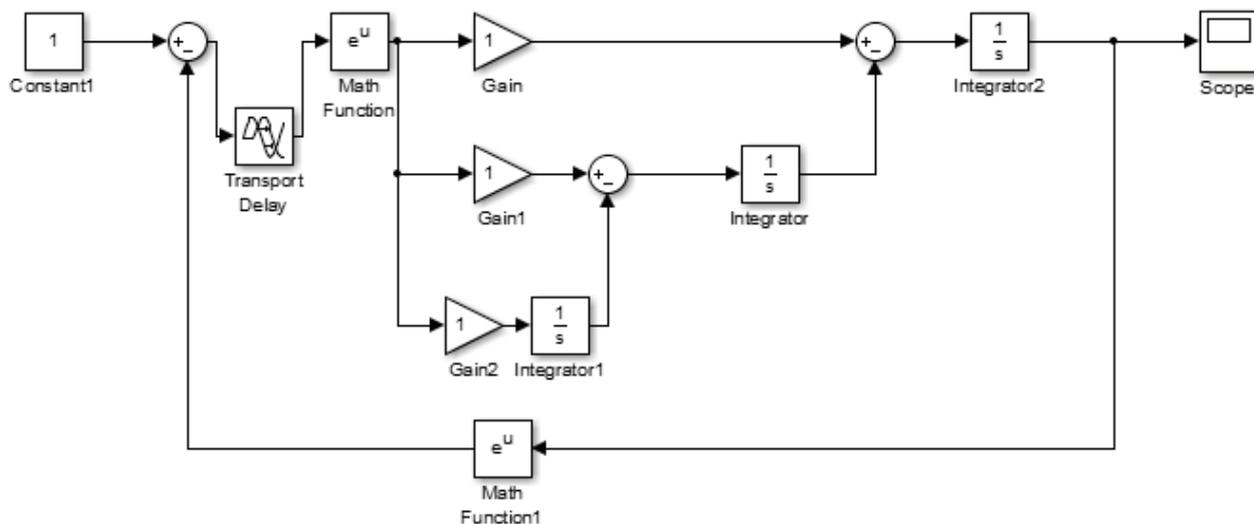


Рис. 7. Модель гидросистемы с рисунка 1 в Simulink

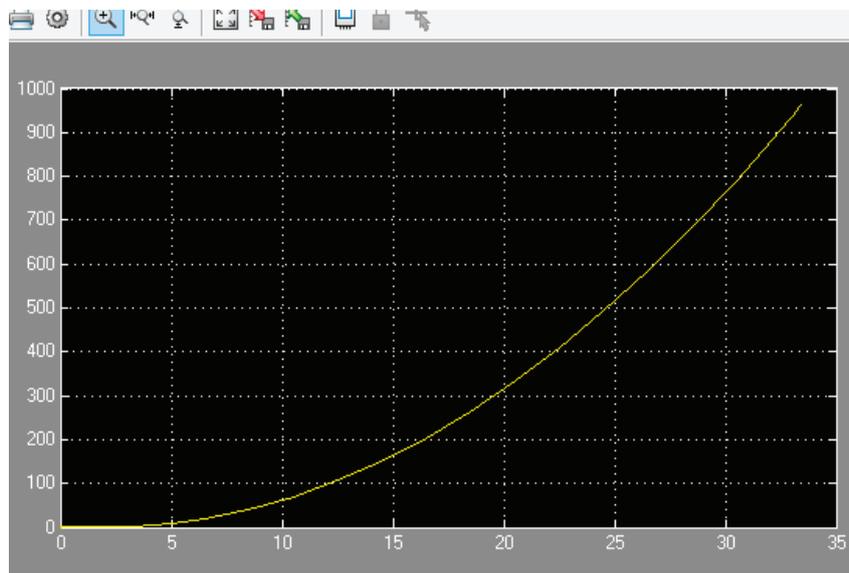


Рис. 8. Результат моделирования гидросистемы в Simulink

Литература:

1. Воронин А. В. Моделирование мехатронных систем. Учебное пособие. Издательство Томского политехнического университета. 2008—137 с.
2. Оборудование водопроводно-канализационных сооружений / Под ред. Москвитина А. С.— М.: Стройиздат, 1979.
3. Кроу К. и др. Математическое моделирование химических производств. — М.: Мир, 1973.
4. Абрамов Н. Н. Водоснабжение. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1982.
5. Кафаров В. В., Мешалкин В. М. Принципы математического моделирования химико-технологических систем. — М.: Химия, 1974.
6. Дьяконов В. П. Simulink 4. — М.: Солон-ПРЕСС, 2004.
7. Дьяконов В. П. MatLab 6/6.1/6.5 + Simulink 4/5. Основы применения. — М.: Солон-ПРЕСС, 2004.
8. Герман-Галкин С. Г. Matlab и Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК. Санкт-Петербург. КОРОНА-Век. 2008.
9. Шевелёв Ф. А., Шевелёв А. Ф. Таблицы для гидравлического расчёта водопроводных труб: Справ. пособие. — 6-е изд., доп. и перераб. — М.: Стройиздат, 1984.

10. Проектирование водозаборных сооружений из поверхностных источников / Сост.: Быкова П.Г., Гальперин Е.М., Осипова Т.В.; Самарск. гос. арх.—строит. акад. Самара, 1999.
11. Воронов А.А. Основы теории автоматического регулирования и управления. Учебное пособие для вузов Москва, «Высшая школа», 1977—519с.

Усиление железобетонной монолитной сводчатой рамы

Щетников Кирилл Валерьевич, магистрант;
Смирнов Евгений Александрович, кандидат технических наук, профессор, научный руководитель
Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых

В статье рассматривается усиление железобетонной монолитной сводчатой рамы промышленного здания.

Ключевые слова: исследование, железобетон, рама, усиление, карнизный узел, перемещение, анализ

Strengthening of reinforced concrete arched frame

Shchetnikov K. V.;
Smirnov E. A.

The article discusses the strengthening of reinforced concrete monolithic the vaulted frame of an industrial building.

Keywords: study, reinforced concrete, frame, reinforcement, curtain knot, move, analysis

Исследование показало, что железобетонная монолитная сводчатая рама имеет слабые места. Для дальнейшей безопасной эксплуатации конструкции необходимо произвести ее усиление. В данной статье рассмотрены два варианта усиления карнизных узлов рамы. На рисунке 2 показаны горизонтальные перемещения в карнизных узлах рамы по результатам исследования (максимальные — 8,68 мм).

В первом способе усиления использованы раскосы. Каждый раскос состоит из двух уголков сечением 75 50 6 мм (Рисунок 3).

Крепление раскосов к раме осуществляется при помощи хомутов (Рисунок 4).

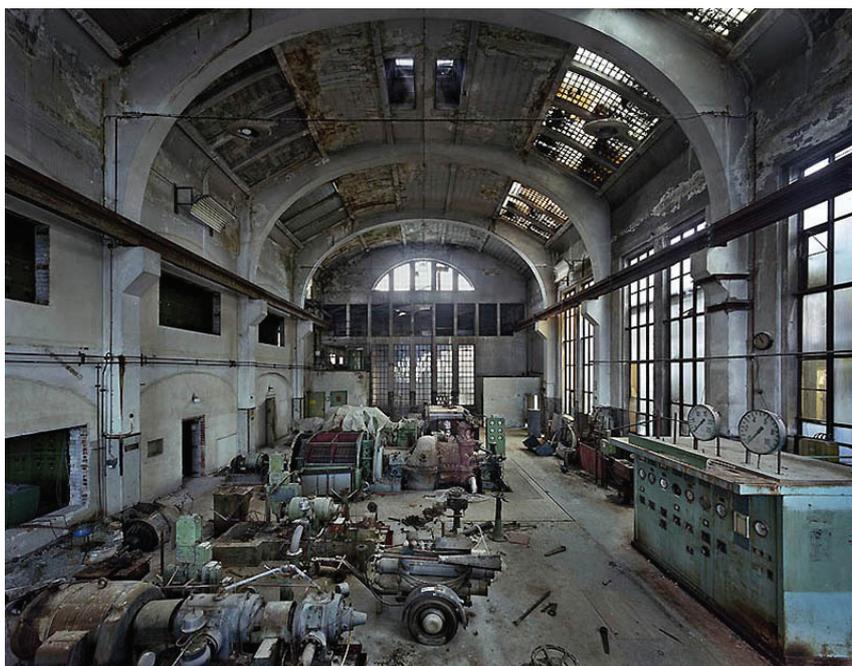


Рис. 1. Фото железобетонной монолитной сводчатой рамы

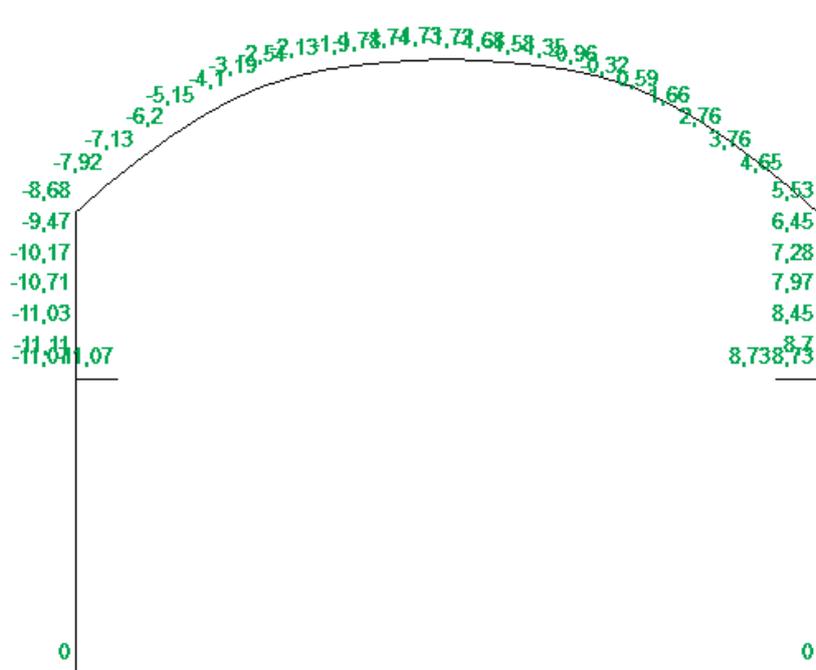


Рис. 2. Горизонтальные перемещения в карнизных узлах рамы

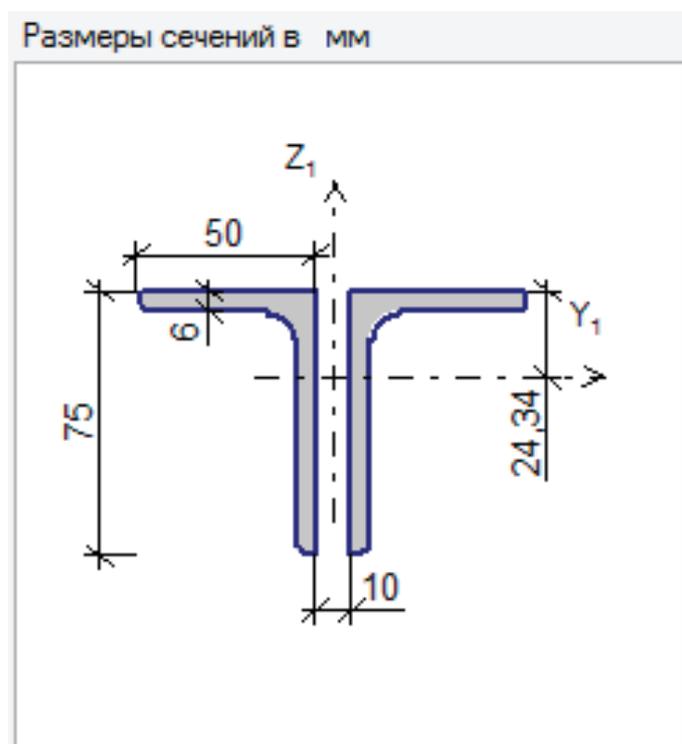


Рис. 3. Сечение раскосов

Горизонтальные перемещения в карнизных узлах рамы при усилении раскосами показаны на рисунке 5 (максимальные — 7,47 мм).

Второй способ усиления основан на приклеивании металлической пластины к бетону. Для склейки металла и бетона используют смеси на основе эпоксидной смолы ЭД-20. Помимо нее, в состав клеевой смеси входит еще несколько компонентов. Их массовые части показаны на рисунке 6.

Узел крепления металлической пластины к карнизному узлу рамы показан на рисунке 7.

Горизонтальные перемещения в карнизных узлах рамы при усилении вторым способом показаны на рисунке 8 (максимальные — 7,66 мм).

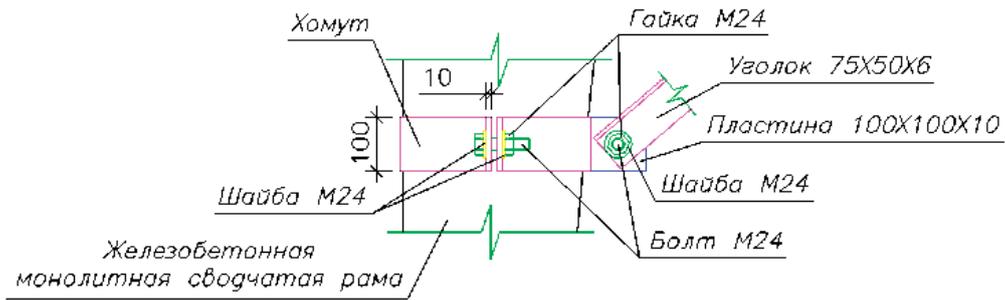


Рис. 4. Узел крепления раскосов к раме

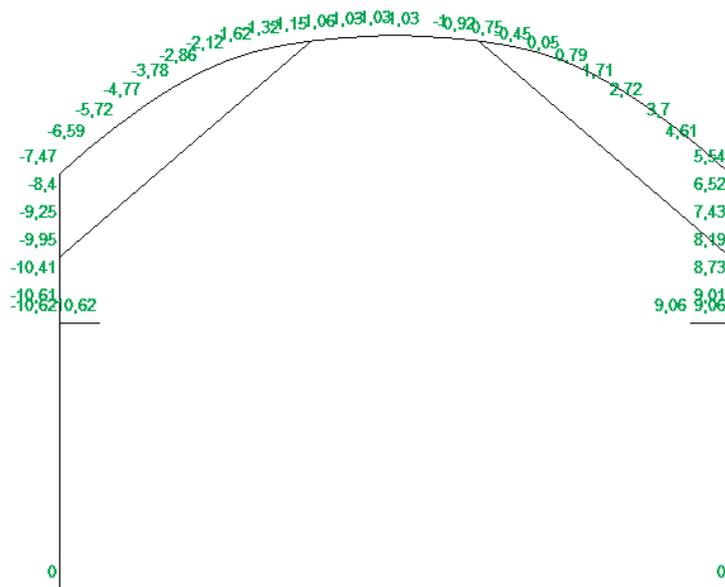


Рис. 5. Горизонтальные перемещения в карнизных узлах рамы

Вид компонента	Массовая часть компонента
Эпоксидная смола_ЭД-20	100
Пластификатор_(дибутилфталат)	20
Отвердитель_(УП-0633М)	16-50
Наполнитель_(цемент)	150...250
Тиксотропная_добавка	0-20

Рис. 6. Массовые части компонентов клеевой смеси

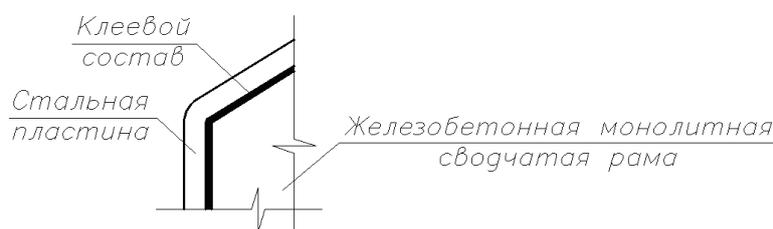


Рис. 7. Узел крепления металлической пластины к раме

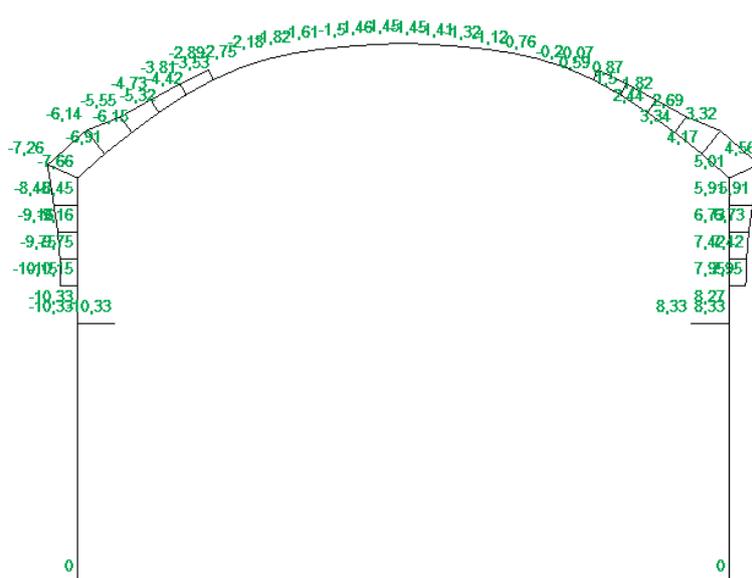


Рис. 8. Горизонтальные перемещения в карнизных узлах рамы

Анализируя перемещения в карнизных узлах рамы, полученные в результате усиления двумя разными способами, видно, что первый способ с применением раскосов наиболее эффективен.

Литература:

1. DIN EN1991–1–3 Еврокод 1: Воздействия на строительные конструкции — Часть 1–3: Общие воздействия, снеговые нагрузки. Поправка к DIN EN1991–1–3: 2003+AC:2009.
2. СП 20.13330.2011. СНиП 2.01.07–85 Нагрузки и воздействия. С картами. (Актуализированная редакция).
3. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52–01–2003 (с Изменениями № 1, 2).
4. Зброшенне промислових будинки Східної Німеччини. Ел. ресурс: <http://bigpicture.ru/?p=124512> Дата звернення: 25.05.17.
5. Н. М. Леванов, Д. Г. Суворкин. «Железобетонные конструкции»: — М.: Высшая школа.

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

Международный научный журнал
Выходит еженедельно

№ 22 (156) / 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.
Курпаянниди 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*)
Гайнич Т. (*Сербия*)
Данатаров А. (*Туркменистан*)
Данилов А. М. (*Россия*)
Демидов А. А. (*Россия*)
Досманбетова З. Р. (*Казахстан*)
Ешнев 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*)
Курпаянниди 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*)
Шуклина З. Н. (*Россия*)

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; http://www.moluch.ru/

Учредитель и издатель:

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2072-0297

Подписано в печать 14.06.2017. Тираж 500 экз.

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