

МОЛОДОЙ

ISSN 2072-0297

УЧЁНЫЙ

международный научный журнал

16+

М. Маслов

3
2016
Часть I

ISSN 2072-0297

Молодой учёный

Международный научный журнал

Выходит два раза в месяц

№ 3 (107) / 2016

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

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

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

Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук

Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук

Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических 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

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

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

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

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

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый».

Тираж 500 экз. Дата выхода в свет: 1.03.2016. Цена свободная.

Материалы публикуются в авторской редакции. Все права защищены.

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

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

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

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

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

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)*

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 Бекмурадович, *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)*

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, *кандидат технических наук, доцент (Узбекистан)*

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

Хоссейни Амир, *доктор филологических наук (Иран)*

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

Руководитель редакционного отдела: Кайнова Галина Анатольевна

Ответственный редактор: Осянина Екатерина Игоревна

Художник: Шишков Евгений Анатольевич

Верстка: Бурьянов Павел Яковлевич, Голубцов Максим Владимирович

На обложке изображен Николай Николаевич Миклухо-Маклай (1846—1888) — русский этнограф, антрополог, биолог и путешественник.

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.

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

- Быкова В. В., Монгуш Ч. М.**
Формирование контекста для исследования корпуса тувинского героического эпоса на основе анализа формальных понятий1
- Илларионов Р. Е.**
Двухфазный алгоритм решения задачи о клике для разреженных графов большой размерности 4
- Медведева Я. С.**
Применение булевых функций к релейно-контактным схемам 8
- Мухтаров Я., Турсунов Ф. Р., Шодиев Д. С.**
Качественное исследование двумерной системы 11

ФИЗИКА

- Емельянов А. А., Бесклеткин В. В., Авдеев А. С., Чернов М. В., Киряков Г. А., Габзалилов Э. Ф., Прокопьев К. В., Ситенков А. А., Косарев С. В., Коркин А. А., Щипицын К. Д.**
Моделирование системы АИН ШИМ — АД с переменными $\psi_r - I_s$ во вращающейся системе координат на основе интегрирующих звеньев..18
- Емельянов А. А., Бесклеткин В. В., Авдеев А. С., Чернов М. В., Киряков Г. А., Габзалилов Э. Ф., Прокопьев К. В., Ситенков А. А.**
Математическое моделирование САР скорости системы «АИН ШИМ — АД» с переменными $\psi_r - i_s$ на основе апериодических звеньев в Script-Simulink 30

ИНФОРМАТИКА

- Демин А. В.**
Адаптивное управление модульным хоботовидным манипулятором 47

- Полевщиков И. С.**
Типовые задания при изучении студентами тестирования программного обеспечения по принципу «белого ящика»52
- Полевщиков И. С.**
Особенности составления заданий для контроля знаний студентов по дисциплине «Тестирование программного обеспечения»54
- Полевщиков И. С.**
Особенности тестирования программного обеспечения с использованием диаграмм причин — следствий56
- Полевщиков И. С.**
Методика выбора элементов пользовательского интерфейса программы с применением метода анализа иерархий (часть 1)59
- Полевщиков И. С.**
Методика выбора элементов пользовательского интерфейса программы с применением метода анализа иерархий (часть 2) 61
- Рахимов Б. К.**
Оптимальный алгоритм взаимодействия информационного ресурса с мобильными приложениями..... 64
- Степанов П. П.**
Шифрование и криптоанализ.....66
- Трунова А. А.**
Анализ каналов утечки конфиденциальной информации в информационных системах предприятий69

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Аликулов Д. Е., Шеров А. К., Шеров К. Т., Кенжегул А.

Контроль параметров двухосного вала в конструкциях гидравлических машин с двухосным соединением72

Аллахвердян Н. Л.

Open data in civil engineering.....74

Ахмедов Б. И., Пардаев О. Р., Набиходжаева Н. Т., Джураев О. А., Исмагуллаев С. У.

Сравнительный анализ элементного состава зерен импортируемых и местных сортов пшеницы с применением инструментального нейтронного активационного анализа 80

Бакико Е. В., Брацук А. А.

О приоритетных компетенциях специалистов служб по охране труда82

Васенин А. С., Шумков А. Г.

Роботизация поста технического обслуживания и ремонта автомобилей.....85

Вылцан С. С., Буллер В. П., Губин К. И.

Особенности обследования и оценки технического состояния тепловых сетей.....87

Дунгбоев Ш. И., Нормухамедова З. А., Саидов Н. К.

Моделирование асинхронных турбогенераторов со статорным возбуждением при исследовании крутильных колебаний валопровода со сосредоточенными массами.....89

Ермакова Е. В.

Методика проведения аудита информационной безопасности информационных систем персональных данных в негосударственных пенсионных фондах92

Жуков Е. М., Кропотов Ю. И., Лугинин И. А., Полошков С. И.

Обоснование актуальности выполнения сейсмических работ для прогнозирования аномальных зон в углепородном массиве при детальной разведке угольных месторождений.....95

Зарипов Г. Б., Гайбуллаев С. А.

Выбор режима работы процесса низкотемпературной сепарации углеводородных сырьевых ресурсов.....98

Зуева А. В.

Быстровозводимые здания и модульное строительство..... 100

Иванов Н. К., Шаякбаров И. Э.

Влияние площади контакта и сечения провода на величину стартерного тока..... 103

Игамбердиев Х. Х., Эгамназаров Г. Г., Гаппаров Б. Н., Набиходжаева Н. Т., Игамбердиев Д. Х.

Канафоуборочный комбайн с очёсывающим аппаратом 107

Исаев И. А.

Проблемы и пути развития систем автоматического массогабаритного контроля большегрузных транспортных средств 109

Какимов А. К., Есимбеков Ж. С., Какимова Ж. Х., Бепеева А. Е.

Функциональная роль пробиотиков и пребиотиков в технологии мясных продуктов 111

Каримов А. А., Мукольянц А. А.

Математическое описание движения частиц твёрдого тела и газа в интенсифицированном кипящем слое 114

Каскина Д. К., Казагачев В. Н., Куржембаев А. К., Жалгас А. О.

Становление направленности студентов на безопасность профессиональной деятельности..... 117

Каскина Д. К., Куржембаев А. К., Жалгас А. О.

Повышение уровня безопасности жизнедеятельности человека..... 120

МАТЕМАТИКА

Формирование контекста для исследования корпуса тувинского героического эпоса на основе анализа формальных понятий

Быкова Валентина Владимировна, доктор физико-математических наук, доцент;

Монгуш Чодураа Михайловна, магистрант

Сибирский федеральный университет

В настоящей работе предлагается релевантный набор признаков текстов тувинского героического эпоса, позволяющий формировать контекст и применять в исследовании корпуса тувинского языка математический аппарат теории распознавания образов и теории решеток (в частности, анализ формальных понятий).

Ключевые слова: компьютерная лингвистика, корпус, тувинский героический эпос, контекст, анализ формальных понятий.

Корпус — это информационно-справочная система, основанная на собрании текстов на некотором языке в электронной форме [3]. Национальный корпус представляет данный язык на определенном этапе его существования и во всем многообразии жанров, стилей, территориальных и социальных вариантов. Корпус включает в себя различные типы письменных и устных текстов (художественные и публицистические произведения, учебные, научные, деловые, религиозные, бытовые и диалектные тексты), представленные в данном языке, а также информацию о свойствах входящих в него текстов — разметку. Разметка — главная характеристика корпуса. Разметка отличает корпус от простых коллекций (или библиотек) текстов.

Большинство крупных языков мира уже имеет свои национальные корпуса, различающиеся по полноте и уровню научной обработки текстов. Национальный корпус русского языка создается лингвистами, специалистами по корпусной лингвистике. На сегодняшний день он включает в себя более 500 миллионов слов. Для многих языков народов Российской Федерации, в том числе для тюркских языков (шорского, башкирского, казахского, хакасского, тувинского), ведутся работы по созданию национальных корпусов.

Работа над созданием Национального корпуса тувинского языка была начата сотрудниками Научно-образовательного центра «Тюркология» и преподавателями филологического факультета Тувинского государственного университета при поддержке Российского гуманитарного фонда в 2011 г. [9]. На сегодняшний день в Национальном корпусе тувинского языка содержатся тексты

тувинской художественной литературы (прозы, поэзии, драматургии, фольклора), официально-деловых документов [6-8]. В корпус также входят частотный словарь по художественным произведениям на тувинском языке, тувинско-русский электронный словарь «ТывЛин», словарь диалектных слов алтайского диалекта тувинского языка, морфемно-орфографический словарь тувинского языка, составленный М.В. Бавуу-Сюрюн и С.М. Далаа. В корпусе предусмотрен поиск слов и морфем в заданном тексте. Работы по расширению информационного содержания Национального корпуса и углублению уровня обработки текстов продолжаются. Особый интерес представляют исследования произведений тувинского героического эпоса, как важной составляющей этнокультурного наследия Республики Тыва [5, 8].

Всякий корпус, как информационная лингвистическая система, включает в себя информационные и программные составляющие. Создание корпуса предполагает выполнение следующих работ [3]: определение перечня хранимых текстов, оцифровка текстов, выверка и корректировка текстов, выбор типов разметки, разметка текстов (вручную или автоматически), определение и реализация поискового аппарата — множества возможных запросов к данным, разработка программных средств обеспечения доступа к корпусу.

Существенной частью поискового аппарата корпуса является метаразметка. Под метаразметкой понимается приписывание тексту атрибутов — параметров, характеризующих текст в целом. Совокупность этих параметров называют паспортом текста [5]. Паспорт произведения тувинского героического эпоса содержит следующие па-

раметры: сведения о сказителе, библиографические сведения, жанровые и стилевые особенности текстов, а также сведения относительно тематики произведений.

Информация, отражающая метаразмётку, как правило, хорошо структурирована и допускает представление ее в виде матрицы «объект-признак», называемой контекстом. В настоящей работе предлагается релевантный набор признаков текстов тувинского героического эпоса, позволяющий формировать контекст и применять в исследовании корпуса тувинского языка математический аппарат теории распознавания образов и теории решеток (в частности, анализ формальных понятий) для решения филологических задач, сводимых к задаче классификации по положительным и отрицательным прецедентам. В частности, можно решать следующие важные филологические задачи в корпусе тувинского героического эпоса: задачи классификации по заданным признакам, например, принадлежности определенному жанру, тематике и пространственно-временному периоду, атрибуция текста — исследование текста с целью установления сказителя или получения каких-либо сведений о сказителе и условиях создания текстового документа.

АФП — современный метод анализа данных. АФП и его методы предоставляют математический аппарат для исследования и представления иерархий данных, отражающих их объектно-признаковые зависимости [1]. В обычной жизни, используя слово «понятие», мы подразумеваем некоторое высказывание, выделяющее и обобщающее предметы некоторого класса по их общим и характерным для них признакам. На основе этой идеи АФП формализует термин «понятие», что позволяет строго описывать, с помощью решеток формальных понятий, теоретико-порядковые отношения и зависимости между объектами и признаками. Основные идеи АФП были сформулированы Рудольфом Вилле в его работе [10], а наиболее полной монографией по АФП является книга Гантера и Вилле [11]. Данный метод нашел широкое применение в различных областях машинного обучения, таких как информационный поиск, обработка документов и текстов, распознавание образов [1, 4]. Преимуществом метода АФП является наглядное и удобное для изучения представления результатов в виде решеток. С помощью АФП и методов на его основе можно выделять наборы понятий и решать задачи бинарной классификации по положительным и отрицательным прецедентам, возникающие при исследовании корпусов естественных корпусов.

Формальный контекст в терминах АФП — тройка $K = (G, M, I)$, где G и M — непустые конечные множества, называемые соответственно множествами объектов и признаков, а I — соответствие между G и M , называемое отношением инцидентности. Для записи этого соответствия принята инфиксная форма записи: запись gIm означает, что объект $g \in G$ обладает признаком $m \in M$. Соответствие I однозначно определяется $(0, 1)$ — матрицей T . Для произвольных подмножеств A и B , где $A \subseteq G, B \subseteq M$, введем два отображения $\varphi: 2^G \rightarrow 2^M$ и $\psi: 2^M \rightarrow 2^G$ такие, что

$$\varphi(A) = \{m \in M \mid \forall g \in A(gIm)\},$$

$$\psi(B) = \{g \in G \mid \forall m \in B(gIm)\},$$

где 2^G — всевозможные подмножества множества G , 2^M — всевозможные подмножества множества M . Пусть $A' = \varphi(A)$ и $B' = \psi(B)$. Таким образом, A' — множество признаков, которыми обладают все объекты из множества A , B' — множество объектов, которые обладают всеми признаками из множества B . Пара множеств (A, B) , $A \subseteq G, B \subseteq M$, таких, что $A' = B$ и $B' = A$, называется формальным понятием контекста K . При этом A называется объемом, а B — содержанием формального понятия (A, B) . Если контекст $K = (G, M, I)$ представлен в виде $(0, 1)$ — матрицы T , то формальному понятию (A, B) соответствует максимальная подматрица матрицы T , заполненная единицами. Это означает, что подмножество объектов A обладает всеми признаками из B , и наоборот, все признаки из B характерны для всех объектов из A [7].

Формальные понятия могут быть рассмотрены как бикластеры, в которых отношение сходства объектов отражается в признаковой компоненте бикластера, т.е. в содержании. Таким образом, всякий бикластер — это набор текстов и совокупность, характерных для них признаков. Метод АФП позволяет для заданного набора текстов выявлять бикластеры, связывать их в решетку, выполнять классификацию по положительным и отрицательным прецедентам.

Применительно к тувинскому героическому эпосу для решения выше перечисленных задач были определены следующие релевантные наборы признаков:

- 1) род, вид, сюжет, мотив, клише, форма, герой, зачин. Этот набор ориентирован на задачи определения принадлежности к жанру, тематике;
- 2) жанр, тема, ареал, годы жизни, место жительства, клише, характерные термины. Предназначен для задачи атрибуции или получения каких-либо сведений о сказителе и условиях создания текстового документа;
- 3) сказитель, периоды (ранний, зрелый и поздний) творчества, сюжет, тема. Для задач, связанных с выявлением пространственно-временного периода сказителя.

Данные наборы признаков были согласованы с экспертом — профессором ТувГУ, канд. филол. наук, руководителем научно-образовательного центра «Тюркология» М.В. Бавуу-Сюрюн. Список релевантных признаков текстов героического эпоса можно расширять. С помощью выявленных наборов признаков можно составлять различные контексты K в зависимости от поставленной задачи.

В таблице 1 представлен объектно-признаковый контекст из 8 произведений тувинского фольклора.

Выполним операцию шкалирования этого контекста — переход к $(0, 1)$ — матрице T . Ее результат представлен в таблице 2. Имена объектов здесь заменены их порядковыми номерами, а признаки означают: s_1 — сказитель Кашкак, s_2 — сказитель Хертек, s_3 — сказитель Ооржак, s_4 — другой сказитель или народ, a_1 — горный ареал, a_2 — не горный ареал, g_1 — богатырь, g_2 — не богатырь, c_1 —

Таблица 1. Объектно-признаковая таблица произведений тувинского фольклора

№	Название	Сказитель	Ареал (горный/ не горный)	Богатырь (есть/нет)	Сюжет
1	Арзылаң-Кара аъттыг Хунан-Кара	Ооржак Ч. Ч.	горный	есть: Хунан-Кара	сватовство
2	Мөрүн-Хүлүк	Кашкак Д. С.	не горный	есть: Мөрүн-Хүлүк	сватовство
3	Өлээдей-Мерген	Хертек Ш. Ч.	горный	есть: Өлээ- дей-Мерген	сестра добывает брату суженую
4	Элестей ашак	Ооржак Ч. Ч	горный	есть	сестра добывает брату суженую
5	Бокту-Кириш, бо- ра-Шээлей	Хертек С. С.	горный	есть	сестра добывает брату суженую
6	Чечен-Маанай и Тенек-Тулун	народ	не горный	нет	другой
7	Караты-хан биле Алдын-кыс	народ	горный	есть	сватовство
8	Кыс-Халыыр	народ	горный	нет	другой

Таблица 2. Контекст К произведений тувинского фольклора

ID	Сказитель s_1	Сказитель s_2	Сказитель s_3	Сказитель s_4	Ареал a_1	Ареал a_2	Герой g_1	Герой g_2	Сюжет c_1	Сюжет c_2	Сюжет c_3
1			+		+		+		+		
2	+					+	+		+		
3		+			+		+			+	
4			+		+		+			+	
5		+			+		+			+	
6				+		+		+			+
7				+	+		+		+		
8				+		+		+			+

сюжет сватовство, c_2 — сюжет сестра добывает брату суженую, c_3 — другой сюжет. Признаки: сказитель, сюжет, зачин — номинальные, а остальные — дихотомические.

Данный контекст K произведений тувинского фольклора используется для исследования корпуса тувинского героического эпоса с целью выявления понятий (бикластеров) и связей между ними, решения задачи бинарной классификации по положительным и отрицательным при-

мерам. Существует различные алгоритмы решения этих задач, обзор данных алгоритмов представлен в работе [4].

Таким образом, для исследования корпуса текстов тувинского героического эпоса необходимо сначала сформировать контекст в зависимости от поставленной задачи. Потом разработать алгоритмы и программы на основе АФП для решения задачи, и внедрение этих средств в корпус тувинского языка.

Литература:

1. Гуров, С.И. Классификация на основе АФП и бикластеризации: возможности подхода/С.И. Гуров, А.А. Онищенко // Прикладная математика и информатика: Труды факультета Вычислительной математики и кибернетики. — 2011. — Т. 38. — с. 77–87.
2. Гуров, С.И. Упорядоченные множества и универсальная алгебра (вводный курс)/С.И. Гуров. — М.: Издат. отд. ф-та ВМиК МГУ, 2004. — 100 с.
3. Захаров, В.П. Корпусная лингвистика: учебно-методическое пособие/В. П Захаров. — СПб.: БВХ-Петербург, 2005. — 48 с.
4. Игнатов, Д.И. О поиске сходства Интернет-документов с помощью частых замкнутых множеств признаков/Д.И. Игнатов С. О. Кузнецов // Труды 10-й национальной конференции по искусственному интеллекту с международным участием. — 2006. — Т. 2. — с. 249–258.

5. Курбатский, Г.Н. Тувинцы в своем фольклоре: историко-этнографические аспекты тувинского фольклора/Г.Н. Курбатский. — Кызыл: Тувинское книжное изд-во, 2001. — 464 с.
6. Салчак, А. Я. Электронный корпус текстов тувинского языка // Тюрко-монгольские народы Центральной Азии: язык, этническая история и фольклор. — 2012. — № 1. — с. 72–74.
7. Салчак, А. Я. Электронный корпус тувинского языка: состояние, проблемы/А. Я. Салчак, А. В. Байыр-оол// Мир науки, культуры, образование. — 2013. — № 6. — с. 408–409.
8. Орус-оол, С. М. Тувинские героические сказания/С. М. Орус-оол. — Новосибирск: «Наука», 1997. — 584 с.
9. Электронный корпус тувинского языка. — Режим доступа: <http://www.tuvancorpus.ru>.
10. Ganter, B. Formal Concept Analyses: Mathematical Foundations. Springer/B. Ganter, R. Wille., 1999.
11. Wille, R. Restructuring Lattices Theory: an Approach Based on Hierarchies of Concepts, In: Order Sets (I. Rival, ed.), Reidel, Dordrecht-Boston, 445 — 470, 1982.

Двухфазный алгоритм решения задачи о клике для разреженных графов большой размерности

Илларионов Роман Евгеньевич, студент
Сибирский федеральный университет

Рассматривается NP-трудная задача нахождения наибольшей клики графа (Maximum Clique Problem, MCP). Предлагается двухфазный алгоритм нахождения точного решения MCP для разреженного графа. Первая фаза алгоритма — преобразование входного графа путем разложения его на атомы, а вторая фаза — применение к каждому атому классического алгоритма Уилфа и формирование решения для графа в целом. Уровень разреженности графа задается в виде ограничения на его древовидную ширину. Показано, что время выполнения предлагаемого алгоритма полиномиально зависит от числа вершин и экспоненциально от древовидной ширины графа. Это позволяет применять данный алгоритм к графам большой размерности и малой древовидной ширины.

Ключевые слова: разреженные графы, декомпозиция графа, атом графа, преобразование, двухфазные алгоритмы, древовидная ширина.

Задача о наибольшей клике (англ. вариант — *Maximum Clique Problem*, или коротко MCP) является одной из известных NP-трудных задач дискретной математики и теории сложности вычислений. Эта задача имеет разнообразные приложения. В современных приложениях, таких как структурный анализ химических соединений и геномных баз данных, автоматизация проектирования сложных технических изделий и систем, кластеризация данных, поиск наибольших клик приходится осуществлять в разреженных графах очень большой размерности [1, 2, 8]. Исследуемые графы могут содержать до миллиона вершин. Вследствие этого востребованы эффективные алгоритмы, позволяющие находить точное решение MCP за приемлемое время в классе таких графов.

В данной работе предлагается двухфазный алгоритм нахождения точного решения MCP, первая фаза которого — преобразование входного графа путем разложения его на атомы, а вторая фаза — применение к каждому атому классического алгоритма Уилфа [14] и формирование решения для графа в целом. Уровень разреженности входного графа задается в виде ограничения на его древовидную ширину и предположения о наличии в графе кликовых минимальных сепараторов. В работе пока-

зано, что время выполнения предлагаемого алгоритма полиномиально зависит от числа вершин и экспоненциально от древовидной ширины входного графа, что позволяет его применять для обработки графов большой размерности с малой древовидной шириной. В работе используются основные понятия и обозначения, принятые в [10]. Для простоты изложения рассматриваются только связные обыкновенные графы, т. е. конечные, неориентированные без петель и кратных ребер графы, состоящие из одной компоненты связности.

1. Формулировка задачи

Рассмотрим связный обыкновенный граф $G = (V, E)$ с множеством вершин V и множеством ребер E , при этом $n = |V| \geq 2$, $|E| \geq 1$. Множество всех вершин графа G , смежных с некоторой вершиной $v \in V$, образует в графе G окрестность $N(v)$ этой вершины, а множество $N[v] = N(v) \cup \{v\}$ — замкнутую окрестность. Граф $G' = (V', E')$ называется подграфом графа $G = (V, E)$ при условии, что $V' \subseteq V$, $E' \subseteq E$. Если множество вершин подграфа G' есть V' , а множество ребер E' совпадает с множеством всех ребер графа G , оба конца которых принадлежат V' ,

то $G' = (V', E')$ называется подграфом, порожденным множеством V' , и обозначается через $\bar{G}(V')$.

Множество вершин $V' \subseteq V$ образует клику графа $G = (V, E)$, когда любые две входящие в него вершины смежны в G , т.е. подграф $G(V')$ полный. Клика называется максимальной, если она не содержится в клике с большим количеством вершин, и наибольшей, если число вершин в ней наибольшее среди всех клик. Размер наибольшей клики графа G обозначается $j(G)$ и называется кликовым числом графа G . Множество вершин $V' \subseteq V$ независимое в G , если любые две входящие в него вершины не смежны, т.е. подграф $G(V')$ безреберный. Независимое множество называется максимальным, если оно не является собственным подмножеством некоторого другого независимого множества. Наибольшее по мощности независимое множество называется наибольшим. Мощность наибольшего независимого множества вершин графа G называется числом независимости и обозначается через $a_0(G)$.

Понятия клики и независимого множества являются антиподами в том смысле, что всякая клика (максимальная, наибольшая) графа G является независимым множеством (максимальным, наибольшим) в дополнительном графе \bar{G} и, следовательно, $j(G) = a_0(\bar{G})$.

Распознавательный вариант МСР традиционно формулируется следующим образом.

УСЛОВИЕ. Заданы граф $G = (V, E)$ и целое число $0 \leq L \leq n$.

ВОПРОС. Существует ли в G клика размера не менее L ?

Аналогичным образом формулируется распознавательный вариант задачи о наибольшем независимом множестве (англ. вариант — *Maximum Independent Set Problem*, или коротко MISP). Заметим, что для графа G всегда $G = \bar{\bar{H}}$, где $H = \bar{G}$, и переход к дополнению n -вершинного графа осуществим за время $O(n^2)$. Таким образом, задачи МСР и MISP полиномиально сводимы друг к другу и в этом смысле эквивалентны. Как известно, обе эти задачи в распознавательной формулировке являются NP-полными и для них пока не найдено полиномиальных по времени разрешающих алгоритмов [9]. Далее в статье рассматриваются оптимизационные варианты данных задач, в которых требуется для заданного связанного обыкновенного графа найти наибольшую клику (наибольшее независимое множество).

2. Основные классические алгоритмы решения

Для нахождения точного решения задач МСР и MISP существует большое число алгоритмов, время выполнения которых экспоненциально зависит от числа вершин и ребер входного графа. Наиболее известными из них являются алгоритм Брона-Кербоша и алгоритм Уилфа. Алгоритм Брона-Кербоша является рекурсивной процедурой, которая последовательно наращивает кандидатскую клику [3]. Время работы алгоритма Брона-Кербоша составляет

$$O(\text{poly}(n) \cdot 3^{n/3}) = O(\text{poly}(n) \cdot 1,4422^n), \quad (1)$$

где $\text{poly}(n)$ — некоторый полином от числа вершин входного графа. Поскольку граф с n вершинами может содержать до $3^{n/3}$ максимальных клик [10], то алгоритм Брона-Кербоша сопоставим по трудоемкости с процедурой полного перебора. Известны различные модификации данного алгоритма [12]. Самая быстрая из них находит точное решение МСР за время

$$O(\text{poly}(n) \cdot 2^{0,249n}) = O(\text{poly}(n) \cdot 1,1888^n).$$

В отличие от алгоритма Брона-Кербоша рекурсивный алгоритм Уилфа [14] предназначен для нахождения точного решения задачи MISP. Суть его состоит в следующем. Для любой произвольно выбранной вершины $v \in V$ графа $G = (V, E)$ существуют два вида независимых множеств: те, которые включают вершину v и те, которые не включают данную вершину. Исходя из этого, исходную задачу можно расщепить на две подзадачи (как уменьшенные копии исходной) соответственно двум случаям:

- формируемое независимое множество содержит выбранную вершину v . В данной ситуации все вершины из $N(v)$ уже не могут входить в это независимое множество, и дальнейшее его наращивание надо осуществлять в графе $G(V \setminus N[v]) = G - N[v]$;

- формируемое независимое множество не содержит вершину v . Дальнейшее наращивание этого множества следует продолжать в графе $G(V \setminus \{v\}) = G - v$.

Обозначим через $\text{maxset}(G)$ функцию, которая возвращает мощность наибольшего независимого множества n -вершинного графа G , а через $T(n)$ время ее выполнения. Тогда общая схема рекурсивного алгоритма расщепления для нахождения решения MISP описывается равенством

$$\text{maxset}(G) = \max\{\text{maxset}(G - v), 1 + \text{maxset}(G - N[v])\},$$

а оценка времени его работы вычисляется из неоднородного линейного рекуррентного соотношения с постоянными коэффициентами

$$T(n) = T(n - 1) + T(n - 2) + f(n), \quad (2)$$

где $f(n)$ — некоторая функция полиномиального порядка роста. Соотношение (2) справедливо, поскольку граф $G - v$ содержит в точности $n - 1$ вершин, а граф $G - N[v]$ может иметь до $n - 2$ вершин (исключается сама вершина v и хотя бы одна из смежных с ней вершин). Применение к (2) техники Кульмана-Люкхардта [7] приводит к оценке

$$T(n) = O(\text{poly}(n) \cdot 1,619^n),$$

которая несколько хуже оценки (1). Однако если усовершенствовать правило выбора вершины v , по которой выполняется расщепление в $\text{maxset}(G)$, например, выбрать вершину степени 3, то приходим к рекуррентному соотношению

$$T(n) = T(n - 1) + T(n - 4) + \text{poly}(n)$$

и оценке

$$T(n) = O(\text{poly}(n) \cdot 1,39^n), \quad (3)$$

которая уже лучше (1).

Далее предлагается модификация классического алгоритма Уилфа в виде двухфазной процедуры, основанной

на декомпозиционном подходе к решению оптимизационных задач на разреженных графах, а именно, на предварительном разбиении исходного графа на атомы с сохранением всех его клик.

3. Декомпозиция, сохраняющая клики графа

Вначале введем необходимые понятия. Пусть $G = (V, E)$, $n = |V| \geq 2$, $|E| \geq 1$ — связный обыкновенный граф. Под атомом графа $G = (V, E)$ понимается его максимальный относительно включения связный подграф, не имеющий кликовых минимальных сепараторов. Говорят, что множество вершин $S \subseteq V$ разделяет две несмежные вершины x и y графа G , если в подграфе $G(V \setminus S)$ вершины x и y принадлежат различным компонентам связности. Множество S при этом называется (x, y) — сепаратором и минимальным (x, y) — сепаратором, если никакое его собственное подмножество не является (x, y) — сепаратором. Сепаратор S считается минимальным, если в графе G существует хотя бы одна такая пара вершин x и y , что S — минимальный (x, y) — сепаратор. Минимальный сепаратор S называется кликовым, если S образует клику в G .

Идея разложение графа на атомы была предложена Тарьяном [13] еще в 1985 г. как средство реализации подхода «разделяй и властвуй» для решения оптимизационных задач. Тарьяном было установлено, что атомарное разложение не разрушает клики графа и не порождает новых клик. Позднее в работе [11] было доказано, что атомарное разложение уникально для всякого графа, если его осуществлять только кликовыми минимальными сепараторами. В настоящее время атомарное разложение особенно востребовано современными приложениями, базирующимися на теоретико-графовых моделях большой размерности. Поэтому актуально создание новых и усовершенствование известных полиномиальных алгоритмов, осуществляющих такое разложение.

Разложение графа G на атомы сводится к многократному его разделению на части одним из найденных кликовых минимальных сепараторов S , выделением компонент связности графа $G(V \setminus S)$ и копированием S в эти компоненты. Этот процесс продолжается до тех пор, пока в полученных частях не окажется кликовых минимальных сепараторов. Алгоритм атомарного разложения представлен в работе [6]. Данный алгоритм позволяет за время $O(n^3)$ найти для графа $G = (V, E)$ множество его кликовых минимальных сепараторов $D(G)$ и множество атомов $W(G)$. Важно отметить, что пара $W(G), D(G)$ — это компактное описание всякого графа большой размерности с сохранением его внутренней структуры. Это описание может быть предварительно создано и хранится во внешней памяти компьютера, а необходимые для обработки атомы последовательно загружаются в оперативную память. Возможна организация параллельных и распределенных вычислений путем одновременной обработки нескольких атомов.

Установлены важные свойства атомарного разложения [11, 13]:

1) всякий атом из $\Omega(G)$ является порожденным подграфом графа G ;

2) множество $\Omega(G)$ всегда сохраняет все клики графа G , т.е. всякая клика графа G становится кликой одного из его атомов, и новых клик при разложении не возникает;

3) $1 \leq |\Omega(G)| \leq n$, т.е. количество атомов в $\Omega(G)$ не превосходит числа вершин графа G ;

4) для разреженного графа G — графа с ограниченной (значением k) древовидной шириной — число вершин каждого атома ограничено сверху некоторой положительной целой константой $k < n$.

Предлагаемый двухфазный алгоритм опирается на указанные свойства атомов и исходит из того, что входной граф является разреженным (или неплотным).

4. Характеризация разреженных графов

Известно несколько формальных определений разреженного графа. Связный граф $G = (V, E)$, $n = |V| \geq 2$, $|E| \geq 1$, называют (реберно) разреженным, если число его ребер удовлетворяет условию

$$|E| \leq an^b, \quad (4)$$

где $a > 0$, $1 \leq b < 2$ — положительные вещественные константы и $n = |V|$. Считают, чем меньше значение b , тем более разреженным является граф G . Для сравнения, в каждом дереве число ребер равно $n - 1$, т.е. $b = 1$, что отвечает нижней границе значения b , а для любого полного n -вершинного графа всегда $|E| = n(n - 1)/2$, т.е. $b = 2$, что соответствует верхней границе значения b .

Существует другое определение разреженного графа, которое выражается через числовой параметр $tw(G)$, называемый древовидной шириной графа [4]. Для $tw(G)$ верны границы: $1 \leq tw(G) \leq n - 1$. Так, всякое n -вершинное дерево ($n \geq 2$) имеет единичную древовидную ширину, что отвечает нижней границе для $tw(G)$, а полному n -вершинному графу свойственна древовидная ширина, равная $n - 1$, что соответствует верхней границе для $tw(G)$. Пусть k есть некоторая заданная положительная целая константа. Если $tw(G) \leq k$, то говорят, что граф $G = (V, E)$ обладает ограниченной (значением k) древовидной шириной. Считается, чем меньше значение k , тем более разреженным является граф G . Известно [4], что если $tw(G) \leq k$, то для числа ребер графа $G = (V, E)$ справедливо неравенство

$$|E| \leq kn - k(k + 1)/2. \quad (5)$$

При $k = 1$ и $k = n - 1$ соотношение (5) приводит к неравенствам (4), отвечающим деревьям и полным графам. Следовательно, ограничение $tw(G) \leq k$ не противоречит (4) и задает естественную меру разреженности графа G . Учитывая, что всегда $\phi(G) - 1 \leq tw(G)$, можно говорить о том, что значение $tw(G)$ ограничивает также размеры клик графа G .

5. Описание двухфазного алгоритма и оценка его вычислительной сложности

Нахождение точного решения МСР применительно к разреженному связному графу $G = (V, E)$, $n = |V| \geq 2$, $|E| \geq 1$, для которого $tw(G) \leq k$, сводится к выполнению двух фаз.

Фаза 1. Для графа G построить атомарное представление $\Omega(G)$.

Фаза 2. Применить последовательно алгоритм *maxset* ко всем атомам из множества $\Omega(G)$. Предварительно для каждого атома выполнить переход к его дополнению. Сформировать решение для графа G на основе полученных результатов: наибольшую клику определить как наибольшую по мощности среди всех найденных в атомах максимальных клик. В качестве результата выдать наибольшую клику графа G и ее мощность.

Время выполнения фазы 1 составляет $O(n^3)$. Принимая во внимание свойства атомов, приведенные выше, и оценку (3) получаем, что время решения задачи, применительно к отдельному атому, составляет

$$O(\text{poly}(k) \times 1,39^k),$$

а для графа G в целом

$$O(n \times \text{poly}(k) \times 1,39^k). \quad (6)$$

Из оценки (6) следует, что время работы двухфазного алгоритма полиномиально зависит от n и экспоненциально от k . Следовательно, чем более разреженным является входной граф, тем быстрее работает данный алгоритм. Алгоритмы с оценками вида (6) принято называть FPT (*Fixed Parameter Tractable*) — алгоритмами [5]. Существование такого алгоритма для МСР и MISР свидетельствует о том, что эти задачи FPT-разрешимы относительно древовидной ширины графа.

Заключение

Предложенный в работе декомпозиционный подход к решению МСР на основе алгоритма Уилфа, может быть также применен и к другим алгоритмам решения этой задачи, в частности, к алгоритму Брона-Кербоша и его многочисленным версиям. Данный подход позволяет создавать полиномиальные алгоритмы решения отдельных NP-трудных задач на разреженных графах большой размерности. Основной недостаток предложенного подхода: не все графы имеют кликовые минимальные сепараторы. Однако в современных приложениях такие графы встречаются достаточно редко.

Литература:

1. Boginski, V., Butenko S. and Pardalos P.M. Mining market data: a network approach // Computers & Operations Research. 2006. 33. P. 3171–3184.
2. Broder, A., Kumar R., Maghoul F., Raghavan P., Rajagopalan S., Stata R., Tomkins A. and Wiener J. Graph structure in the Web // J. Computer Networks. 2000. 33. P. 309–320.
3. Bron, C. and Kerbosch J. Algorithm 457: finding all cliques of an undirected graph // J. Communications of the ACM. 1973. 16 (9). P. 575–577.
4. Bykova, V.V. Computational aspects of treewidth for graph // J. Applied Discrete Math. 2011. 3 (13). P. 65–79 (in Russian)
5. Bykova, V.V. FPT-algorithms on graphs of limited treewidth. // J. Applied Discrete Math. 2012. 2 (16). P. 65–78 (in Russian)
6. Bykova, V.V. The Clique Minimal Separator Decomposition of a Hypergraph // J. of Siberian Federal University. Mathematics & Physics. 2012. 1 (5). P. 36–45 (in Russian)
7. Bykova, V.V. On the asymptotic solution of the recurrence relations of special type and the technology Kullmann-Luckhardt // J. Applied Discrete Math. 2013. 4 (22). P. 56–66 (in Russian)
8. Gardiner, E., Willett P., Artymiuk P. and Gardiner E. Graph-theoretic techniques for macromolecular docking // J. Chem. Inf. Comput. 2000. 40. P. 273–279.
9. Garey, M. and Johnson D. Computers and intractability: A guide to the theory of NP-completeness. W.H. Freeman and Company, New York, 1979.
10. Emelichev, V.A. et al. Lectures on the theory of graphs. Moscow. Book House Librokom, 2012 (in Russian)
11. Leimer, H.G. Optimal decomposition by clique separators // J. Discrete Math. 1993. 113. P. 99–123.
12. Robson, J.M. Algorithms for maximum independent sets // J. Algorithms. 1986. 7 (3). P. 425–440.
13. Tarjan, R.E. Decomposition by clique separators // J. Discrete Math. 1985. 55. P. 221–232.
14. Wilf, H.S. Algorithms and complexity. NJ. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, 1986.

Применение булевых функций к релейно-контактным схемам

Медведева Яна Сергеевна, студент

Арзамасский филиал Нижегородского государственного университета имени Н. И. Лобачевского

На данный момент наиболее актуальна проблема анализа и синтеза релейно-контактных схем при проектировании различных электронных приборов, в системе водоснабжения. Из этого можно сделать вывод, что методы логического анализа и синтеза релейно-контактных схем находят широкое применение в разных бытовых жизненных ситуациях.

Целью данной статьи является — исследовать применение релейно-контактных схем при решении профессиональных и жизненных ситуаций с помощью обращения к булевым функциям.

Релейно-контактной схемой называется устройство из проводников и двухпозиционных контактов, через которые полюсы источника тока связаны с некоторым потребителем. Контакты могут быть замыкающими и размыкающими. Каждый контакт подключен к некоторому реле (переключателю). Когда реле находится под током, все подключенные к нему замыкающие контакты замкнуты, а размыкающие контакты разомкнуты; в противном случае — наоборот. Каждому реле ставится в соответствие своя пропозициональная переменная x . Она принимает значение 1, если через реле проходит ток, и 0 в противном случае. На чертежах все замыкающие контакты, подключенные к реле x , обозначаются символом x , а размыкающие — символом \bar{x} . Это означает, что при срабатывании реле x все его размыкающие контакты \bar{x} не проводят ток и им сопоставляется 0. При отключении реле создается противоположная ситуация. Всей схеме также ставится в соответствие булева переменная y , которая равна 1, если схема проводит ток, и 0 в противном случае. Переменная y , соответствующая схеме, очевидно, является булевой функцией от переменных x_1, x_2, \dots, x_n , соответствующих реле. Эта функция называется функцией проводимости схемы, а ее таблица — условиями работы схемы [1].

В теории релейно-контактных схем важнейшим являются следующие задачи:

- задача синтеза релейно-контактных схем — это составление релейно-контактных схем с заданными условиями работы, которые зависят от функций, которые эта схема должна выполнять;
- задача анализа релейно-контактных схем — это получение наиболее простой схемы, реализующей данную формулу [2].

Теперь перейдем непосредственно к решению практических задач на применение булевых функций к релейно-контактным схемам.

Задача № 1. Составить схему, позволяющую включать и выключать свет в вашей комнате любым из трех различных выключателей. Выключатели расположены у входа в комнату, над постелью и у письменного стола [3].

Используя условия, которым должна удовлетворять искомая схема, составим сначала таблицу значений функции проводимости F этой схемы. В нее войдут три неизвестных x, y, z , которые будут соответствовать трем выключателям. В последнем столбце таблицы будем указывать 1, если свет горит и 0, если света нет. Рассмотрим набор переменных $(0,0,0)$ (все выключатели в положении «выключен»), свет в этот момент также не горит — значение функции проводимости F будет равно 0. При наборе переменных $(1,1,1)$ (все выключатели в положении «включен»), свет в этот момент горит — значение функции проводимости F будет равно 1. По условию задачи, при изменении положения любого из выключателей должен загореться свет, то есть на наборах $(1,0,0)$, $(0,1,0)$ и $(0,0,1)$ функция F равна 1. При следующем изменении положения любого из выключателей свет должен выключиться, то есть на наборах $(1,1,0)$, $(1,0,1)$ и $(0,1,1)$ функция F равна 0 (табл. 1).

Таблица 1

x	y	z	F
1	1	1	1
1	1	0	0
1	0	1	0
1	0	0	1
0	1	1	0
0	1	0	1
0	0	1	1
0	0	0	0

Зная теперь все наборы значений аргумента, на которых функция F обращается в 1, запишем выражение для нее, используя алгоритм приведения функции к совершенной дизъюнктивной нормальной форме по таблице истинности [2], а уже затем упростим его:

$$xyz \vee x\bar{y}\bar{z} \vee \bar{x}y\bar{z} \vee \bar{x}\bar{y}z \cong x(yz \vee \bar{y}\bar{z}) \vee \bar{x}(y\bar{z} \vee \bar{y}z)$$

Изображаем релейно-контактную схему, обладающую найденной функцией проводимости (рис. 1). Любую схему можно задать формулой алгебры логики, при этом конъюнкции двух высказываний соответствует последовательное соединение двух переключателей, а дизъюнкции двух высказываний — параллельное соединение двух переключателей. При этом ток будет проходить через данные схемы тогда и только тогда, когда истинностное значение соответствующей формулы — «истина» [2].

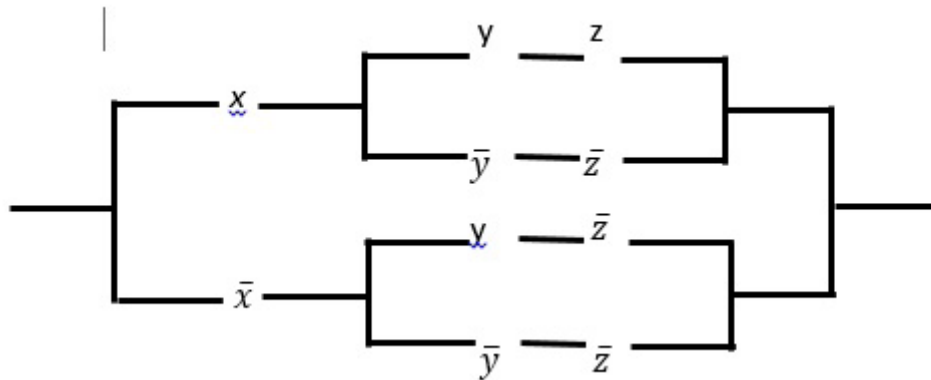


Рис. 1.

Задача № 2.

В спортивном комитете, например заводском, собралось 5 судей. Каждый из них должен голосовать за принятие различных решений. Решение принимается большинством голосов, но только при том дополнительном условии, что за него голосует председатель комитета. Судьи голосуют путем нажатия кнопки, замыкающей переключатель, расположенный под столом, за которым они сидят. Замыкая переключатель, они голосуют «за», размыкая «против». Начертите наиболее простую схему, позволяющую автоматически видеть результаты голосования. В простейшем случае просто с помощью лампочки, — зажглась — решение принято, не зажглась, — нет [3].

Решение.

Используя условия, которым должна удовлетворять искомая схема, составим сначала таблицу значений функции проводимости F этой схемы. В нее войдут пять неизвестных x, y, z, u, t, так как переключатели замыкают пять судей, где x — председатель, его выделяем особо в виду условий задачи. В последнем столбце таблицы указано условие, при котором свет не горит — 0, 1 — свет включится (табл. 2).

Таблица 2

x	y	z	u	t	F
1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	0	1
1	1	1	0	1	1
1	1	0	1	1	1
1	0	1	1	1	1
1	1	0	1	0	1
1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0
1	0	0	1	1	1
1	0	1	0	0	0
1	1	1	0	0	1
1	0	1	0	1	1
1	1	0	0	1	1

1	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	1
1	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	1	0
0	0	1	1	1	0
0	1	1	1	1	0
0	1	1	0	0	0
0	1	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0
0	0	0	1	0	0
0	0	1	1	0	0
0	1	0	1	1	0
0	1	0	1	0	0
0	1	0	0	1	0
0	1	1	0	1	0
0	0	1	0	1	0

Зная теперь все наборы значений аргумента, на которых функция F обращается в 1, запишем выражение для нее, используя совершенную дизъюнктивную нормальную форму, а уже затем упростим его:

$$\begin{aligned}
 &xyzut \vee xyzu\bar{t} \vee xyz\bar{t}\bar{u} \vee xy\bar{z}ut \vee xz\bar{u}t\bar{y} \vee xy\bar{u}z\bar{t} \vee xytz\bar{u} \vee x\bar{u}t\bar{y}\bar{z} \vee xz\bar{t}\bar{y}\bar{u} \vee x\bar{y}u\bar{z}\bar{t} \vee xz\bar{u}\bar{y}\bar{t} \\
 &\cong xyu(zt \vee \bar{t}\bar{z}) \vee xyz\bar{t} \vee xyt((z \vee u)(\bar{z} \vee \bar{u})) \vee xt\bar{z}((u \vee y)(\bar{u} \vee \bar{y})) \vee xz\bar{y}((u \vee t)(\bar{u} \vee \bar{t})) \vee xz\bar{u}\bar{t}\bar{y} \\
 &\cong x[y(u(zt \vee \bar{t}\bar{z}) \vee z\bar{t} \vee t((z \vee u)(\bar{z} \vee \bar{u})) \vee \bar{z}\bar{t}((u \vee y)(\bar{u} \vee \bar{y})) \vee \bar{y}(z(u \vee t)(\bar{u} \vee \bar{t})) \vee z\bar{u}\bar{t})]
 \end{aligned}$$

В результате получаем искомую схему (рис. 2).

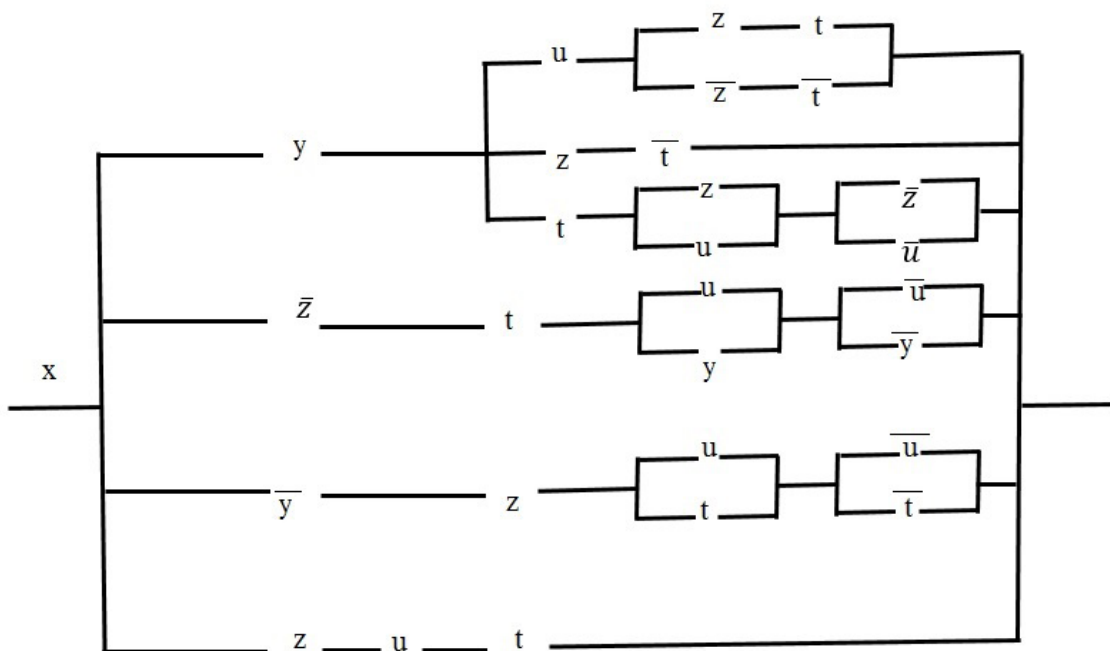


Рис. 2.

Литература:

1. Игошин, В.И. Задачи и упражнения по математической логике и теории алгоритмов: учеб. пособие для студ. высш. учебн. заведений/В.И. Игошин. — 3-е изд., стер. — М.: Издательский центр «Академия», 2007. — 304 с.
2. Сангалова, М.Е. Курс лекций по математической логике: учеб. пособие/М.Е. Сангалова; ГОУ ВПО, «Арзамас. гос. пед. ин-т им. А.П. Гайдара». Арзамас, 2006. 98 с.
3. <http://elektrik.info/main/fakty/229-buleva-algebra-chast-1-nemnogo-istorii.html>

Качественное исследование двумерной системы

Мухтаров Яхъё, кандидат физико-математических наук, доцент;
 Турсунов Фарход Рузикулович, соискатель;
 Шодиев Дилшод Сирожиддинович, соискатель
 Самаркандский государственный университет имени Алишера Навои (Узбекистан)

A qualities investigation of one group of two-dimensional systems of differential equation was realized in the study. For this system stability conditions of singular point, disposed to the point of origin and distribution of other its singular points were achieved.

Рассмотрим систему дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = y^k + P_1^m(x, y) = P(x, y) \\ \frac{dy}{dt} = Q^m(x, y) = Q(x, y) \end{cases} \quad (1)$$

где $P^m(x, y) = \sum_{i=0}^m a_i y^i x^{m-i}$, $Q^m(x, y) = \sum_{i=0}^m b_i y^i x^{m-i}$, $k < m$, $(P, Q) = 1$

a_i, b_i — вещественные числа.

Система (1) исследована в работе [2] при условии $P^m(x, y) = y^k P^{m-1}(x, y)$, а также в работе [3] при $k = 1$. Система (1) обладает следующими свойствами.

Свойство 1. Система (1) линейным невырожденным преобразованием приводится к виду

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = y^k + yP^{m-1}(x, y) \\ \frac{dy}{dt} = Q^m(x, y) \end{cases} \quad (2)$$

где $P^{m-1}(x, y)$ форма степени $(m - 1)$ с вещественными коэффициентами.

Свойство 2. При нечетном k и m система (1) инвариантна при замене x и y на $-x$ и $-y$.

Свойство 3. Особая точка $O(0, 0)$ системы (1) есть четырехсепаратрисное седло, если $b_0 > 0$; фокус или центр, если $b_0 < 0$

Свойство 4. Если форма

$Z^{m-1}(x, y) = [(m - a_0 + b_1)]x^{m-1}y + \dots + [a_{m-1} + mb_m]y^{m-1}$ знакопостоянна, то у системы (1) в плоскости (x, y) нет замкнутых траекторий.

Свойство 5. На каждом луче $y = kx$ может лежать по две диаметрально противоположны особенны точек (кроме начала координат) системы (1), где k — вещественный корень алгебраического уравнения

$$Q^m(1, k) = 0$$

Свойство 6. При m -четное, если форма

$$Z^m(x, y) = b_0x^m + (ma_0 + 2b_1)x^{m-1}y + \dots + [a_m + (m+1)b_m]y^m$$

знакопостоянна, то у системы (1) нет замкнутых траекторий в плоскости (x, y) .

1. Устойчивость нулевого решения

Теорема 1. Пусть k, m нечетные числа и $b_0 < 0, a_0 < 0, b_m < 0$, или $b_0 > 0, a_0 > 0, b_m > 0$, тогда нулевое решение системы (1) асимптотически устойчиво.

Доказательство. Применим второй метод Ляпунова. Пусть функция Ляпунова имеет вид

$$V(x, y) = -\frac{b_0}{m+1}x^{m+1} + \frac{1}{k+1}y^{k+1}.$$

Тогда \dot{V} в силу системы (1) примет вид

$$\dot{V}|_{(1)} = -b_0a_0x^{2m} + b_my^{m+1} + xyf(x, y)$$

где $f(x, y)$ многочлен. Знак функции $\dot{V}|_{(1)}$ при малых значениях x, y определяется знаком выражения $-b_0a_0x^{2m} + b_my^{m+1}$ которое при $b_0 < 0, a_0 < 0, b_m < 0$ является определенно отрицательной и нулевое решение асимптотически устойчиво.

Если $a_0 = 0, b_0 < 0, b_m < 0$ или $b_m = 0, a_0 < 0, b_0 < 0$, то на основании теорема 5.2 [1] следует асимптотическая устойчивость нулевого решения.

Если же $b_0 < 0, a_0 > 0, b_m > 0$, то нулевое решение неустойчиво в силу свойства 3, особая точка $O(0, 0)$ — неустойчивый фокус.

Неустойчивость будет также иметь место в силу теорема 6.3 [1] и в том случае, когда $a_0 = 0, b_m > 0$ или $b_m = 0, a_0 > 0$

Пусть в системе (1) $b_0 = 0$. Тогда имеем

$$\frac{dy}{dx} = \frac{y(b_1x^{m-1} + \dots + b_my^{m-1})}{y^k + a_0x^m + \dots + a_my^m} \tag{3}$$

$y = 0$ является решением. Чтобы определить тип особой точки и её устойчивость, применим метод Фромера. Введем подстановку

$$y = ux^\lambda, u = u(x), \lambda - \text{параметр},$$

Тогда имеем

$$\frac{dy}{dx} = \frac{ux^\lambda(b_1x^{m-1} + \dots + b_mu^{m-1}x^{(m-1)\lambda}) - \lambda ux^{\lambda-1}(u^kx^{k\lambda} + a_0x^m + \dots + a_mu^mx^{m\lambda})}{x^\lambda(au^kx^{k\lambda} + a_0x^m + \dots + a_mu^mx^{m\lambda})} \tag{4}$$

Обозначим степени x числителя уравнения (4) через

$$\ell_1 = \lambda + m - 1, \dots, \ell_m = m\lambda, \ell_{m+1} = (k+1)\lambda - 1$$

$$\ell_{m+2} = \ell_1, \dots, \ell_{2(m+1)} = (m+1)\lambda - 1$$

и построим на плоскости $\lambda o \ell$ эти прямые, и находим $\lambda = \frac{m}{k}$.

При этом значении λ уравнение (6) примет вид

$$\frac{dy}{dx} = \frac{F(u) + x^\varepsilon f(x,u)}{x(u^k + a_0 x^\delta g(x,u))} \quad (5)$$

где $\varepsilon > 0$, $\delta > 0$, $f(x,u)$, $g(x,u)$ — квазимногочлены,

$$F(u) = u \left[b_1 - \frac{m}{k} a_0 - \frac{m}{k} u^k \right].$$

Особым точкам $(0,0)$ и $\left(0, \left[\frac{k}{m} \left(b_1 - \frac{m}{k} a_0 \right) \right]^{\frac{1}{k}} \right)$ дифференциального уравнения (5) соответствуют исключительные

направления $y = 0$ (ось ox) и $y = \left(0, \left[\frac{k}{m} \left(b_1 - \frac{m}{k} a_0 \right) \right]^{\frac{1}{k}} \right)^{\frac{m}{k}}$ дифференциального уравнения (3). Сначала исследуем

особой точки уравнения (5), определяемые из системы

$$x = 0, \quad F(u) = 0.$$

$(0,0)$ может быть узел и седло, причем здесь если $a_0 \left(b_1 - \frac{m}{k} a_0 \right) > 0$, то $(0,0)$ -узел, а если $a_0 \left(b_1 - \frac{m}{k} a_0 \right) < 0$, то $(0,0)$ — седло.

Аналогично, если $b_1 \left(b_1 - \frac{m}{k} a_0 \right) < 0$, то $(0, u_0)$ -узел, если $b_1 \left(b_1 - \frac{m}{k} a_0 \right) > 0$, то $(0, u_0)$ -узел, где

$$u_0 = \left[\frac{k}{m} \left(b_1 - \frac{m}{k} a_0 \right) \right]^{\frac{1}{k}}.$$

Возможны следующие неравенства

$$1). a_0 > 0, \quad b_1 > \frac{m}{k} a_0, \quad \Rightarrow b_1 > 0,$$

$$2). a_0 < 0, \quad b_1 - \frac{m}{k} a_0 < 0, \quad \Rightarrow b_1 < 0,$$

$$3). a_0 > 0, \quad b_1 - \frac{m}{k} a_0 < 0, \quad \Rightarrow b_1 > 0,$$

$$4). a_0 > 0, \quad b_1 - \frac{m}{k} a_0 < 0, \quad \Rightarrow b_1 < 0,$$

$$5). a_0 < 0, \quad b_1 - \frac{m}{k} a_0 < 0, \quad \Rightarrow b_1 > 0,$$

$$6). a_0 < 0, \quad b_1 - \frac{m}{k} a_0 < 0, \quad \Rightarrow b_1 < 0.$$

При выполнении 1), 2) исключительное направление $y = 0$ будет 1-го, и исключительное направление $y = u_0 x^{\frac{m}{k}}$ 2-го типа;

при 3), 6) — наоборот: $y = 0$ 2-го, а $y = u_0 x^{\frac{m}{k}}$ 1-го типа; при 4) и 5) оба исключительные направления 2-го типа.

Отсюда следует, что в случае $a_0 b_1 > 0$ начало координат для дифференциального уравнения (5) является узлом, в случае $a_0 b_1 < 0$ седлом, причем при $a_0 < 0$, $b_0 < 0$ узел устойчивый, а при $a_0 > 0$, $b_0 > 0$ неустойчивый. Т. о. имеет место:

Теорема 2. Пусть $b_0 = 0$, k -нечетное число. Тогда нулевое решение $x = y = 0$ системы (1) при $a_0 < 0$, $b_0 < 0$ асимптотически устойчиво.

Пусть в системе (1) $b_0 = 0$, и k -четное число, тогда дифференциальное уравнение (5) имеет три изолированы особы точек $(0,0)$, $\left(0, \pm \left[\frac{k}{m} \left(b_1 - \frac{m}{k} a_0 \right) \right]^{\frac{1}{k}} \right)$ если $b_1 - \frac{m}{k} a_0 > 0$, и только одну $(0,0)$, если $b_1 - \frac{m}{k} a_0 < 0$.

В силу свойства 2 особые точки $(0, \pm u_0)$ будут одного типа. В данном случае, если:

1). $a_0 > 0$, $b_1 - \frac{m}{k} a_0 > 0$, то $(0,0)$ — узел, $(0, \pm u_0)$ седло.

2). $a_0 < 0$, $b_1 - \frac{m}{k} a_0 > 0$, то $(0,0)$ — седло, $(0, \pm u_0)$ при $b_1 < 0$ — узлы, а при $b_1 > 0$ — седла.

3). $a_0 < 0$, $b_1 - \frac{m}{k} a_0 < 0$, то $(0,0)$ — узел.

4). $a_0 > 0$, $b_1 - \frac{m}{k} a_0 < 0$ $(0,0)$ — седло.

При переходе в плоскости (x, y) следует отметить, что особым точкам $(0, \pm u_0)$ соответствуют исключительные направления состоящих из полупарабол, т. е. двум особым точкам $(0, \pm u_0)$ соответствует одна парабола с осью симметрии $y = 0$.

Т. о. имеет место:

Теорема 3. Пусть k четное, $b_0 = 0$, то особая точки $(0,0)$ системы (1) является:

при $a_0 > 0$, $b_1 - \frac{m}{k} a_0 > 0$ или при $a_0 < 0$, $b_1 < 0$, $b_1 - \frac{m}{k} a_0 > 0$ закрытый седло-узел с одной эллиптической и одной гиперболической областью;

при $a_0 < 0$, $b_1 < 0$, $b_1 - \frac{m}{k} a_0 > 0$ четырёхсепаратрисное седло;

при $a_0 < 0$, $b_1 - \frac{m}{k} a_0 < 0$ закрытый узлом с двумя эллиптическими областями;

При $a_0 > 0$, $b_1 - \frac{m}{k} a_0 < 0$ вырожденное седло.

2. Распределение изолированных особых точек

Изучим распределение изолированных особых точек системы (1).

Форма $Q^m(x, y)$ разлагается на множители

$$Q^m(x, y) = b_m \prod_{i=1}^m (y - \tau_i x),$$

где $\tau_i, (i = 1, 2, \dots, m)$ корни уравнения

$$Q^m(1, \tau) = b_m \tau^m + b_{m-1} \tau^{m-1} + \dots + b_0 = 0. \tag{6}$$

Отметим, что для того, чтобы все $\tau_i, (i = 1, 2, \dots, m)$ различных корней уравнения (6) были вещественными необходимо и достаточно, чтобы её матрица Δ_{2m-1}^1 была иннерно-положительной [4]. Количество особых точек зависит от четности чисел m и k в системе (1).

а) $(m - k)$ — четное:

Каждая изоклина $y = \tau_i x$ пересекается с изоклиной бесконечности

$$y^k + P^m(x, y) = 0 \tag{7}$$

в двух взаимно симметричных относительно начала точках и система может иметь $2m + 1$ изолированных особых точек.

б) $(m - k)$ — нечетное, то количество особых точек не более $m + 1$, так как каждая изоклина нуля $y = \tau_i x$ пересекается с изоклиной бесконечности (7) только один раз.

Т. о. в силу свойств 1–6 имеет место:

Теорема 4.а). Пусть k, m - нечетные числа, матрица Δ_{2m-1}^1 иннерно-положительна и $\tau_i^k P_m(1, \tau_i) < 0, (i = 1, 2, \dots, m)$. Тогда система (1) имеет $2m + 1$ изолированных особых точек, причем $m + 1$ из них будут антиседлами, другие m - седлами и наоборот: $m + 1$ - седлами, m - антиседлами.

Если k — нечетное, m — четное, имеет место

в) Пусть k — нечетное, m - четное, матрица Δ_{2m-1}^1 иннерно положительна и $P_m^k(1, \tau_i) \neq 0 (i = 1, 2, \dots, m)$. Тогда система (1) имеет $m + 1$ -изолированных особых точек, причем возможны случаи

1) $\frac{m}{2}$ — антиседел, $\frac{m}{2}$ — седел.

2) $\frac{m}{2} - 1$ -антиседел, $\frac{m}{2} + 1$ — седло или наоборот особая точка $O(0, 0)$ — вырожденное седло.

2.3. k — четное, m нечетное. Имеет место

с) Пусть k -четное, m — нечетное, матрица Δ_{2m-1}^1 иннерно-положительна и $P_m(1, \tau_i) \neq 0 (i = 1, 2, \dots, m)$. Тогда

система (1) имеет $m + 1$ изолированных особых точек, причем $\frac{m + 1}{2}$ из них антиседел и $\frac{m - 1}{2}$ других седел или наоборот. $O(0, 0)$ — вырожденное седло.

2.4. k -четное. Имеет место

е) Пусть k -четное, матрица Δ_{2m-1}^1 иннерно положительна и $\tau_i^k P_m(1, \tau_i) < 0, (i = 1, 2, \dots, m)$. Тогда система (1) имеет $2m + 1$ изолированных особых точек, причём m из них седла, а другие m -антиседла, $O(0, 0)$ — вырожденное седло.

3. Распределение особых точек дифференциального уравнения (5).

Форма $Q_{m-1}(x, y) = b_1 x^{m-1} + \dots + b_m y^{m-1}$ разлагается на множители $Q_{m-1}(x, y) = b_m \prod_{i=1}^{m-1} (y - \tau_i x)$, где $\tau_i, (i = 1, 2, \dots, m - 1)$ корни уравнения

$$Q_{m-1}(1, \tau) = b_m \tau^{m-1} + \dots + b_0 = 0. \tag{8}$$

Здесь для того, чтобы все τ_i различные корни уравнения (8) были вещественными, необходимо и достаточно, чтобы её матрица Δ_{2m-3}^1 была иннерно-положительной.

Количество особых точек зависит от четности чисел m и k в уравнении (5).

Исследуем дифференциальное уравнение (5) в условиях.

3.1. k, m — нечетные. Имеет место:

Теорема 5. Пусть матрица Δ_{2m-3}^1 иннерно-положительна и $\tau_i^k P_m(1, \tau_i) < 0$, ($i = 1, 2, \dots, m$), тогда уравнение (5) имеет $2m - 1$ изолированных особых точек, причем если $b_1 > 0$ m из них будут антиседлами, другие $m - 1$ седлами и наоборот m — седлами, другие $m - 1$ -антиседлами, если $a_0 b_1 < 0$.

3.2. k -нечетное, m -четное. Имеет место:

Теорема 6. Пусть матрица Δ_{2m-3}^1 иннерно — положительна и $P_m(1, \tau_i) \neq 0$ ($i = 1, 2, \dots, m - 1$). Тогда дифференциальное уравнение (5) имеет m -изолированных особых точек, причем возможны случаи:

- 1) $\frac{m}{2} + 1$ -антиседла, $\frac{m}{2} - 1$ седла;
- 2) $\frac{m}{2} - 1$ -антиседла, $\frac{m}{2} + 1$ седла;
- 3) $\frac{m}{2}$ — антиседла, $\frac{m}{2}$ -седла, где $O(0, 0)$ — узел в случае $a_0 b_1 > 0$ и седло, если $a_0 b_1 < 0$.

3.3. k — четное, m -нечетное. Имеет место:

Теорема 7. Пусть матрица Δ_{2m-3}^1 иннерно положительна и $P_m(1, \tau_i) \neq 0$ ($i = 1, 2, \dots, m - 1$). Тогда дифференциальное уравнение (5) имеет m -изолированных особых точек, причем возможны случаи $\frac{m-1}{2} + 1$ -антиседла и $\frac{m-1}{2}$ седел или наоборот. $O(0, 0)$ — может быть закрытый седло узел, седло, закрытый узел. Вырожденное седло (см. Теорема 3).

3.4. k, m -четные. Имеет место:

Теорема 8. Пусть матрица Δ_{2m-3}^1 иннерно положительна и $\tau_i^k P_m(1, \tau_i) < 0$, ($i = 1, 2, \dots, m - 1$). Тогда дифференциальное уравнение (5) имеет $2m - 1$ изолированных особых точек, причем $m - 1$ из них седла, а другие $m - 1$ -антиседла. $O(0, 0)$ в силу теорема 3 может быть закрытый седло-узел, закрытый узел, седло или вырожденное седло.

Система (1) и дифференциальное уравнение (5) исследованы при отсутствии замкнутых траекторий (см. свойство 4 и 6).

Пример. В качестве примера рассмотрим систему

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = y^2 + \left[x^2 + \frac{40}{36} x^3 y + \frac{1650}{36^2} x^2 y^2 - \frac{43240}{36^3} xy^3 + \frac{1771201}{36^4} y^4 \right] \\ \frac{dy}{dt} = 36x^4 - 4x^3 y - \frac{462}{36} x^2 y^2 + \frac{932}{36^2} xy^3 + \frac{46189}{36^3} y^4 \end{cases}$$

Применяя к системе преобразование $x = \bar{x} + \frac{1}{36} \bar{y}$, $y = \bar{y}$, получим:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = y^2 + y(-x^3 - x^2 y - xy^2 - y^3) \\ \frac{dy}{dt} = 36x^4 - 13x^2 y^2 + y^4 \equiv P_2^4(x, y) \end{cases}$$

Матрица Δ_7 уравнения изоклины нуля $P_2^4(x, y) = 0$ иннерно положительно и функция $P_2^4(x, y)$ распадается на четыре линейных множителя. Кривая Шаля

$$F(x, y) = y + (-x^3 - x^2y - xy^2 - y^3) = 0$$

имеет одну действительную, два мнимых осимпты и три действительных точек перебега. Данная система имеет девять особых точек: $O(0, 0)$ — вырожденное седло, 4 — антиседла, 4 — седла.

Литература:

1. Барбашин, Е. А. Введение в теорию устойчивости. Москва. Наука. 1967 г.
2. Мухтаров, Я. Распределение особых точек двумерной системы специального вида. Вопросы теории дифференциальных уравнений и их приложений. Самарканд, 1989 г., ст. 22–25.
3. Шарипов, Ш. Р. Исследование характеристик в целом. Известия ВУЗов «Математика» № 1, 1965 г.
4. Джюри, Э. Инноры и устойчивость динамических систем. Москва, Наука, 1979 г.

ФИЗИКА

Моделирование системы АИН ШИМ — АД с переменными $\psi_r - I_s$ во вращающейся системе координат на основе интегрирующих звеньев

Емельянов Александр Александрович, доцент;
 Бесклеткин Виктор Викторович, ассистент;
 Авдеев Александр Сергеевич, студент;
 Чернов Михаил Владимирович, студент;
 Киряков Георгий Анатольевич, студент;
 Габзалилов Эльвир Фиргатович, студент;
 Прокопьев Константин Васильевич, студент;
 Ситенков Александр Александрович, студент;
 Косарев Сергей Валерьевич, студент;
 Коркин Алексей Александрович, студент;
 Щипицын Константин Дмитриевич, студент

Российский государственный профессионально-педагогический университет

Данная работа является модификацией работы [1], в которой математическая модель асинхронного двигателя рассматривалась в Script. В этой работе модель двигателя дается в Simulink.

Так как работа адресована студентам и представляла бы законченный модуль, в этой работе будут повторены некоторые фрагменты предыдущей статьи. Функциональная схема системы трехфазный автономный инвертор с ШИМ — асинхронный двигатель приведен на рис. 1.

В этой схеме приняты следующие обозначения:

— u_a^* , u_b^* , u_c^* — задающие гармонические воздействия:

$$\begin{cases} u_a^* = U_M \cdot \sin(\omega t); \\ u_b^* = U_M \cdot \sin(\omega t - 2\pi/3); \\ u_c^* = U_M \cdot \sin(\omega t - 4\pi/3). \end{cases} \quad (1)$$

— $u_{оп}$ — опорное напряжение, представляющее собой пилообразное, двухстороннее, симметричное напряжение с частотой модуляции значительно превышающей частоту напряжения задания. Математическая модель генератора пилообразного напряжения и его выходные сигналы даны на рис. 2 и 3;

— HO_a , HO_b и HO_c — нуль-органы, обеспечивающие сравнение сигналов задания с опорным сигналом. Если $u_{a,b,c}^* > u_{оп}$, то выходные сигналы нуль-органов $f_{a,b,c}^* > 0$, иначе $f_{a,b,c}^* < 0$;

— Φ_{1a} и Φ_{2a} , Φ_{1b} и Φ_{2b} , Φ_{1c} и Φ_{2c} — формирователи сигналов управления силовыми ключами. Формирователи сигналов управления имеют взаимно инверсные релейные характеристики [2] и сепарируют сигнал нуль-органа НО по двум каналам управления ключами инвертора. Кроме того, предусматривают небольшие временные задержки включения ключей. Это необходимо для предотвращения коротких замыканий источника постоянного напряжения u_n через силовые ключи инвертора;

— f_{1a}^* и f_{2a}^* , f_{1b}^* и f_{2b}^* , f_{1c}^* и f_{2c}^* — дискретные выходные сигналы с формирователей, управляющих включением силовыми ключами;

1А и 2А, 1В и 2В, 1С и 2С — силовые ключи, попеременно подключающие обмотки фаз двигателя к разноименным полюсам источника постоянного напряжения u_n .

В каждом из состояний инвертора две фазы двигателя с помощью ключей соединены параллельно и подключены к источнику питания последовательно с третьей фазой. Поэтому напряжение источника питания распределяется между фазами нагрузки (в случае их симметрии) следующим образом: одна треть величины напряжения приходится на каждую из параллельно включенных фаз и две трети — на последовательно включенную фазу [2].

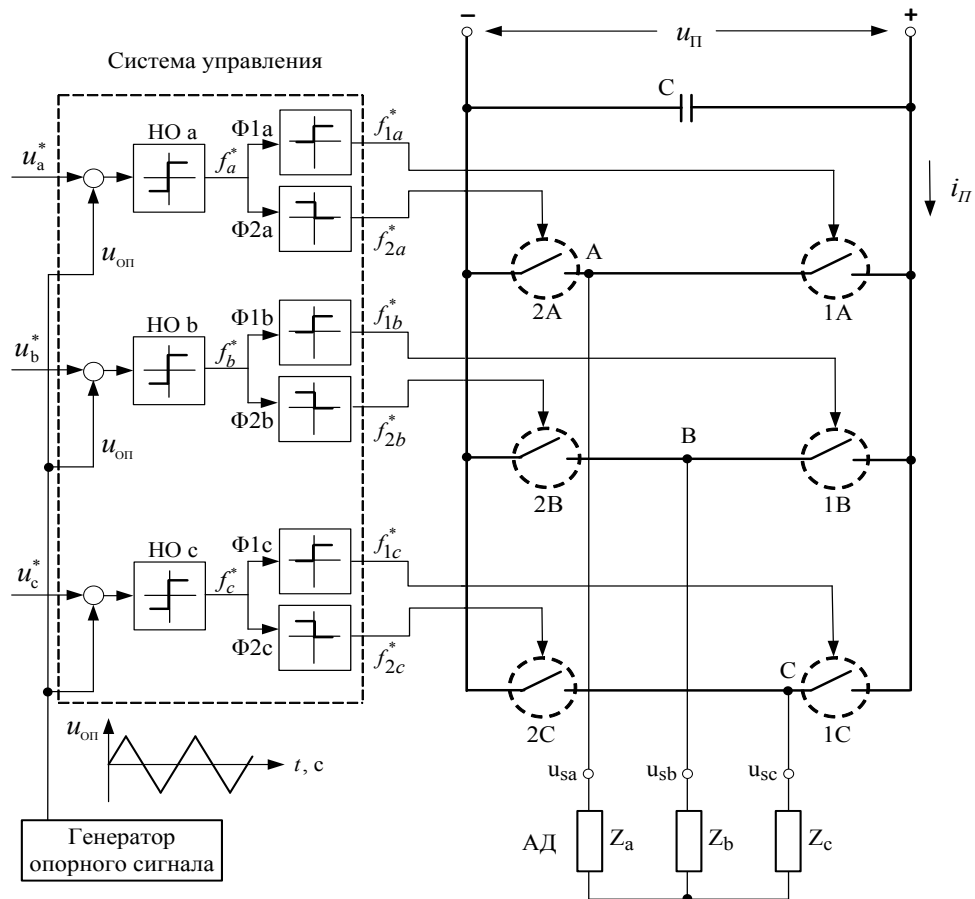


Рис. 1. Функциональная схема системы «АИН ШИМ — АД»

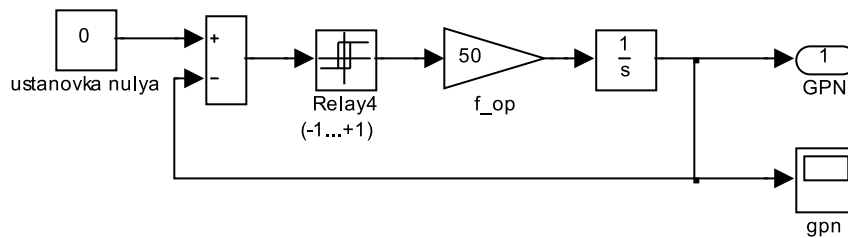


Рис. 2. Генератор пилообразного напряжения

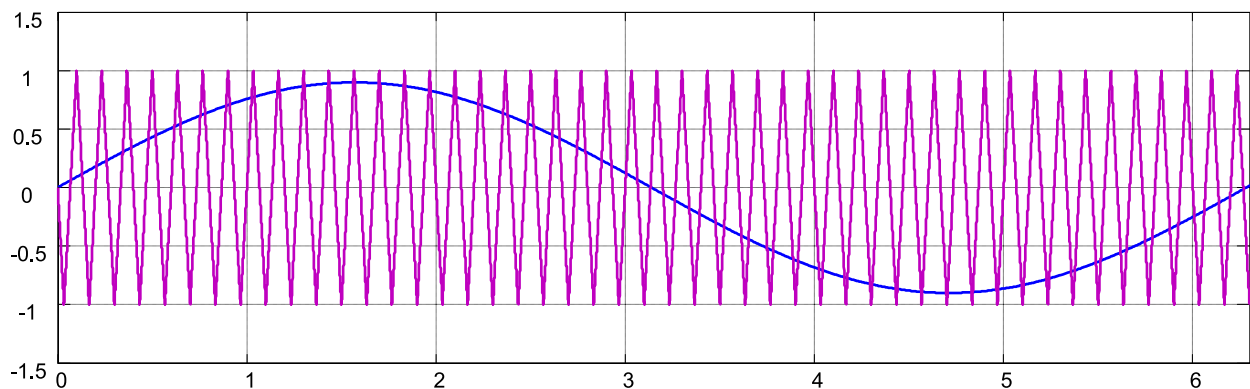


Рис. 3. Сравнение выходного сигнала генератора пилообразного напряжения с задающим гармоническим воздействием u_a^*

Формирователи сигналов управления силовыми ключами (Φ_{1a} и Φ_{2a} , Φ_{1b} и Φ_{2b} , Φ_{1c} и Φ_{2c}) задают программу подключения фаз обмоток двигателя к источнику постоянного напряжения u_{π} .

Фазное напряжение в обмотке двигателя представляет собой пятиуровневую импульсную функцию [2] со значениями:

$$+\frac{2}{3}u_{\pi}, +\frac{1}{3}u_{\pi}, 0, -\frac{1}{3}u_{\pi}, -\frac{2}{3}u_{\pi}.$$

Импульсные напряжения, подаваемые на двигатель $u_{a\text{ шим}}$, $u_{b\text{ шим}}$ и $u_{c\text{ шим}}$, связаны с постоянным напряжением u_{π} и выходными сигналами нуль-органов НО_{a,b,c} f_a^* , f_b^* и f_c^* (рис. 4) по следующей зависимости [2]:

$$\begin{cases} u_{a\text{ шим}} = u_{\pi} \cdot \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{2}{3}f_a^* - \frac{1}{3}f_b^* - \frac{1}{3}f_c^* \right); \\ u_{b\text{ шим}} = u_{\pi} \cdot \frac{1}{2} \cdot \left(-\frac{1}{3}f_a^* + \frac{2}{3}f_b^* - \frac{1}{3}f_c^* \right); \\ u_{c\text{ шим}} = u_{\pi} \cdot \frac{1}{2} \cdot \left(-\frac{1}{3}f_a^* - \frac{1}{3}f_b^* + \frac{2}{3}f_c^* \right). \end{cases} \quad (2)$$

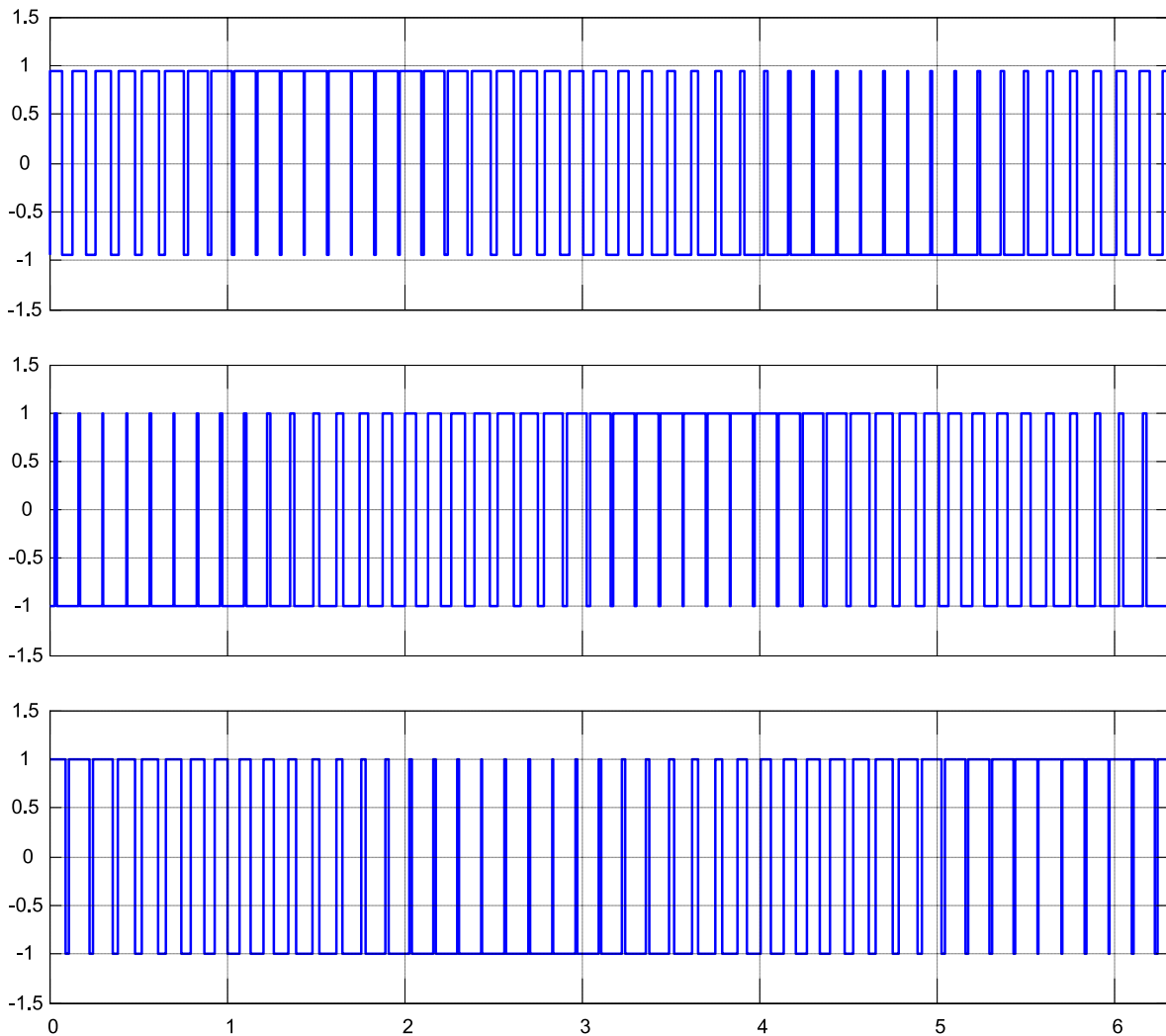


Рис. 4. Сигналы f_a^* , f_b^* и f_c^* на выходе нуль-органов НО_{a,b,c}

Реализация импульсных напряжений $u_{a,b,c\text{ шим}}$ в неподвижной трехфазной системе координат **abc** представлена в Simulink-Matlab на рис. 5. Результаты моделирования напряжений $u_{a,b,c\text{ шим}}$ даны на рис. 6.

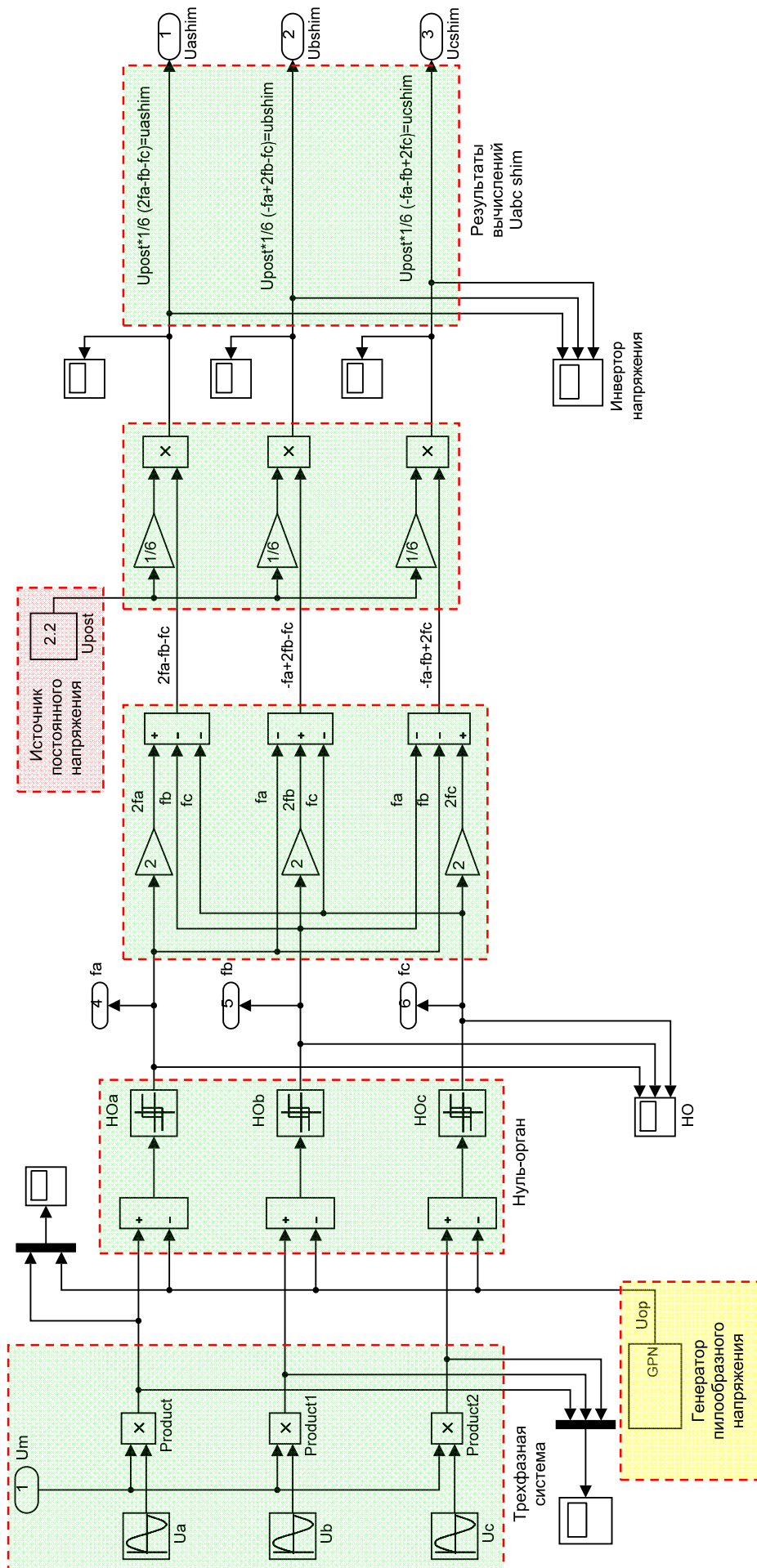


Рис. 5. Математическая модель реализации зависимости (2) в Matlab

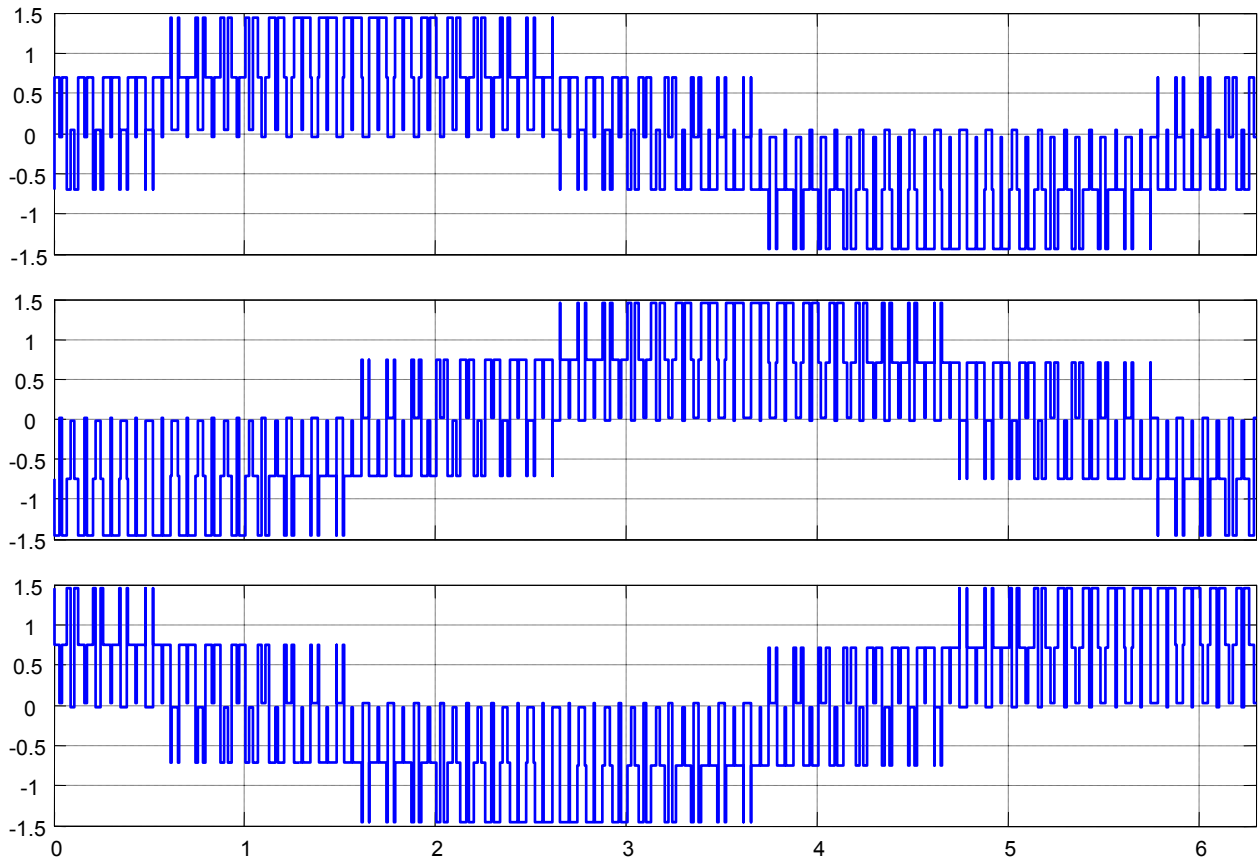


Рис. 6. Напряжения $u_{a \text{ шим}}$, $u_{b \text{ шим}}$ и $u_{c \text{ шим}}$ на входе первой ступени прямого преобразования координат

Далее эти напряжения из трехфазной системы преобразуются в импульсные двухфазные напряжения в неподвижной декартовой системе координат $\alpha\beta$ по следующим формулам [2]:

$$\begin{cases} u_{s\alpha} = \frac{1}{3} \cdot (2 \cdot u_{sa \text{ шим}} - u_{sb \text{ шим}} - u_{sc \text{ шим}}); \\ u_{s\beta} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot (u_{sb \text{ шим}} - u_{sc \text{ шим}}). \end{cases} \quad (3)$$

Математическая модель этих уравнений в Simulink-Matlab дана на рис. 7.

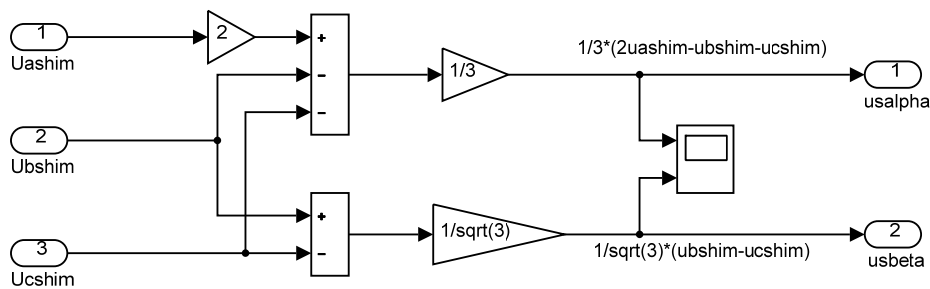


Рис. 7. Первая ступень прямого преобразования координат «abc → αβ»

Выходные сигналы этого преобразователя даны на рис. 8.

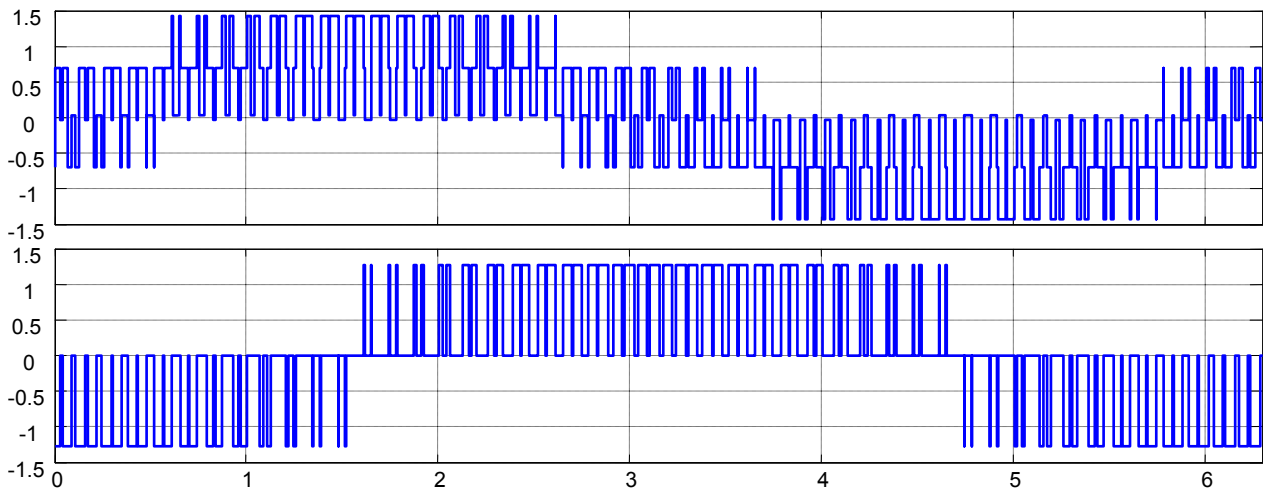


Рис. 8. Напряжения $u_{s\alpha}$ и $u_{s\beta}$ на выходе первой ступени прямого преобразования координат

Вторая ступень прямого преобразования ($u_{s\alpha}, u_{s\beta} \rightarrow u_{sx}, u_{sy}$) при моделировании в Simulink реализуется на основе следующих уравнений [3]:

$$\begin{cases} u_{sx} = \rho_x \cdot u_{s\alpha} + \rho_y \cdot u_{s\beta}; \\ u_{sy} = -\rho_y \cdot u_{s\alpha} + \rho_x \cdot u_{s\beta}; \end{cases} \quad (4)$$

где $\rho_x = \cos \theta_k$; $\rho_y = \sin \theta_k$.

Математическая модель второй ступени дана на рис. 9.

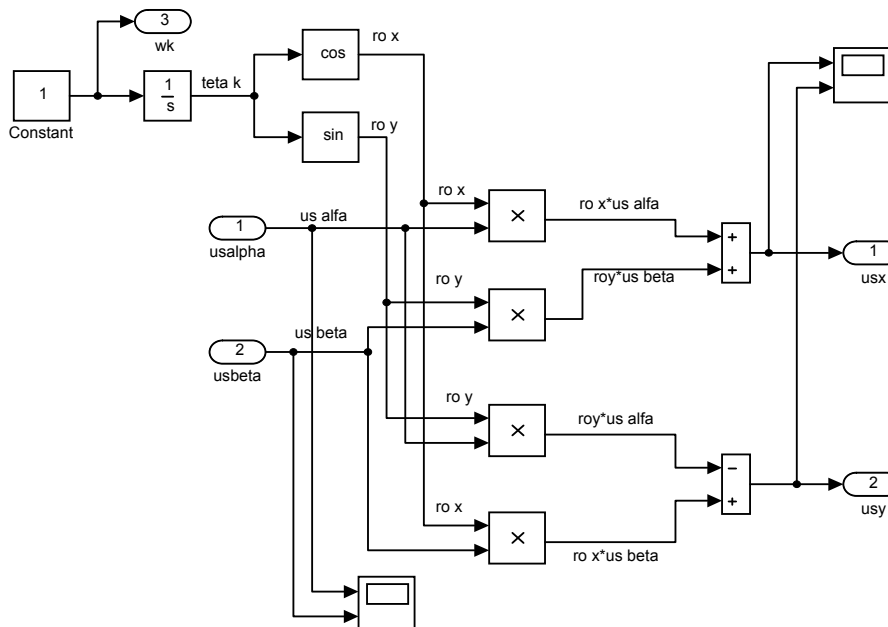


Рис. 9. Математическая модель второй ступени прямого преобразователя координат из неподвижной системы во вращающуюся систему координат ($\alpha, \beta \rightarrow x, y$)

Сигналы u_{sx} и u_{sy} в дальнейшем поступают в математическую модель оболочки асинхронного двигателя (рис. 10).

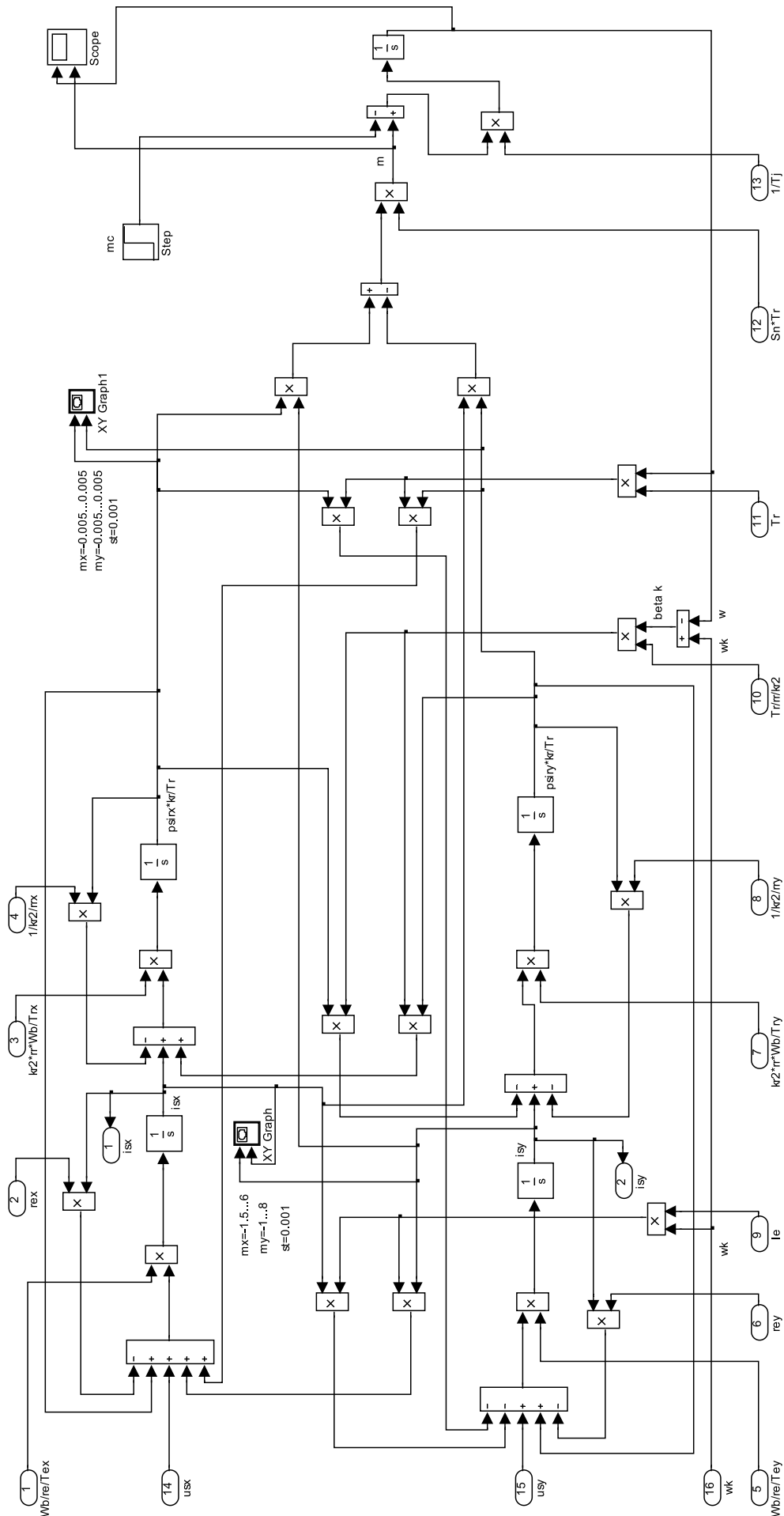


Рис. 10. Модель оболочки АД с переменными $\psi_r - I_s$ в Simulink-Matlab на основе интегрирующих звеньев

Расчет параметров двигателя в Simulink представлен на рис. 11, которые должны соответствовать числовым дан-ным, приведенным в [2].

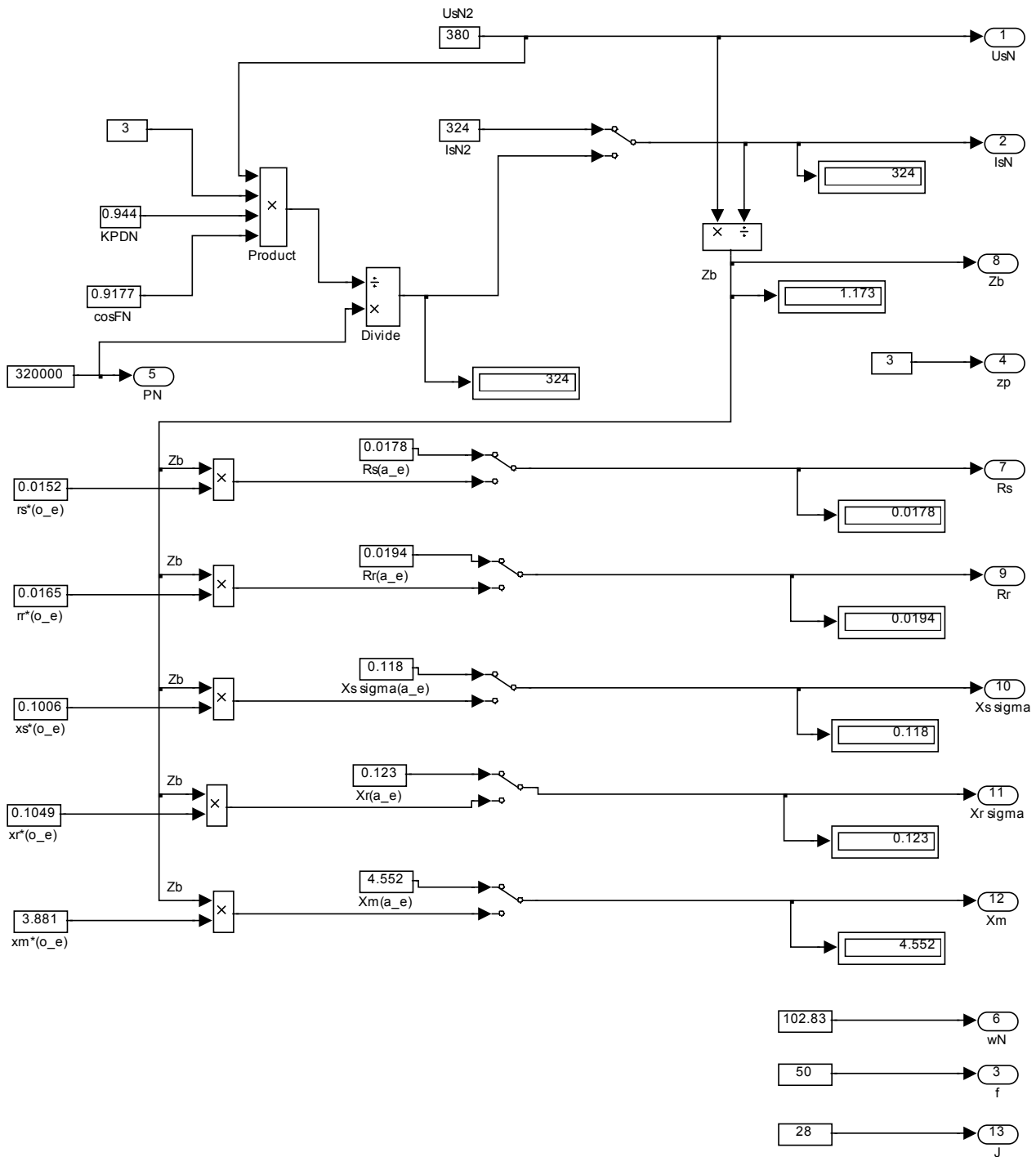


Рис. 11. Расчет коэффициентов по паспортным (справочным) данным

Определение коэффициентов оболочки двигателя дано на рис. 12.

Далее выходные сигналы с двигателя (i_{sx} , i_{sy}) пройдут снова двухэтапное обратное преобразование. Реакции i_{sx} и i_{sy} , являющиеся результатом воздействия u_{sx} и u_{sy} на математическую модель двигателя, в дальнейшем поступают в первый блок обратного преобразования. Этот блок реализуется на основе уравнений [3]:

$$\begin{cases} i_{s\alpha} = \rho_x \cdot i_{sx} - \rho_y \cdot i_{sy}; \\ i_{s\beta} = \rho_y \cdot i_{sx} + \rho_x \cdot i_{sy}. \end{cases} \quad (5)$$

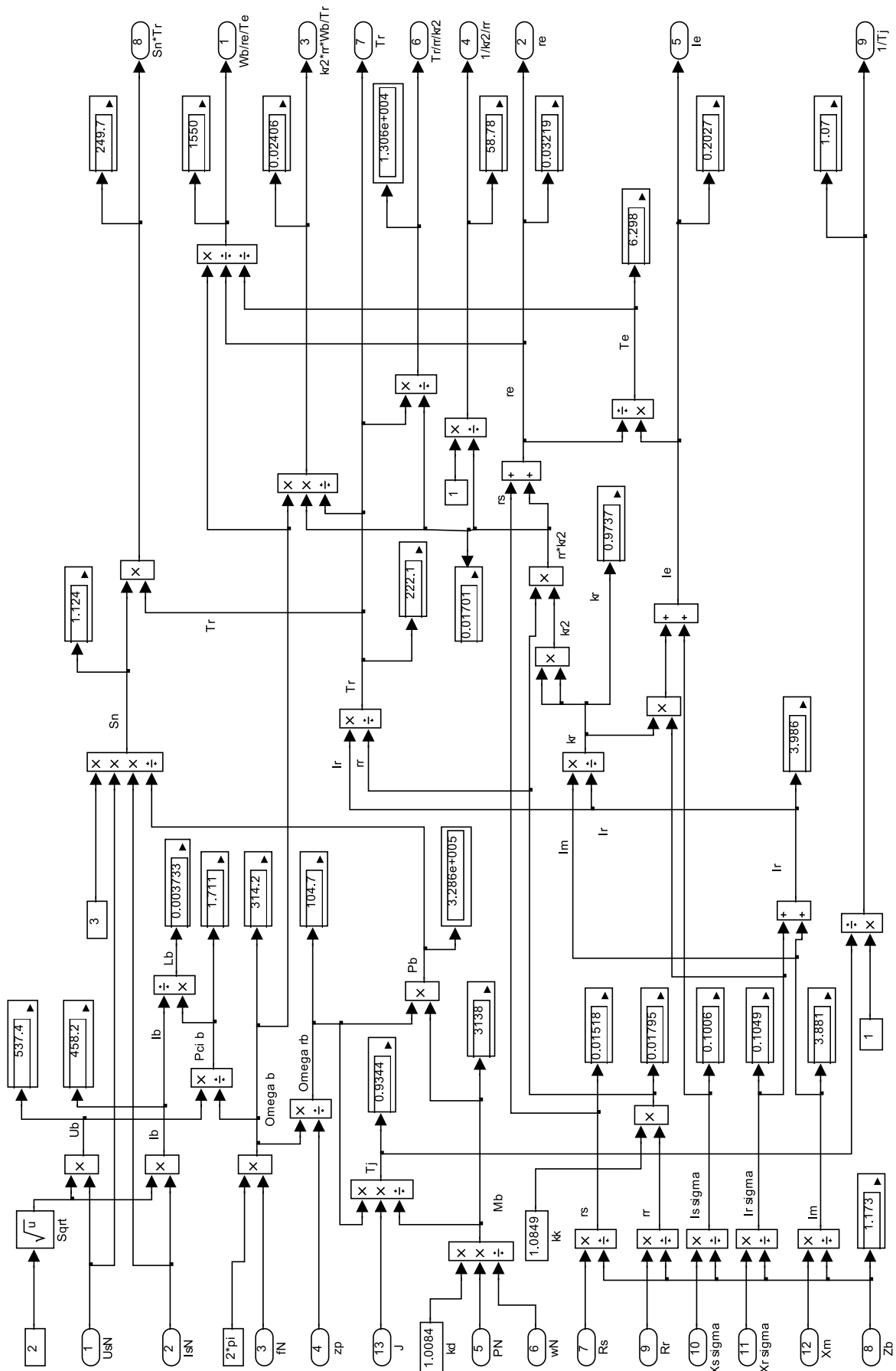


Рис. 12. Определение коэффициентов оболочки АД в Simulink-Matlab

Математическая модель в Simulink дана на рис. 13. Результаты моделирования токов $i_{s\alpha}$ и $i_{s\beta}$ даны на рис. 14.

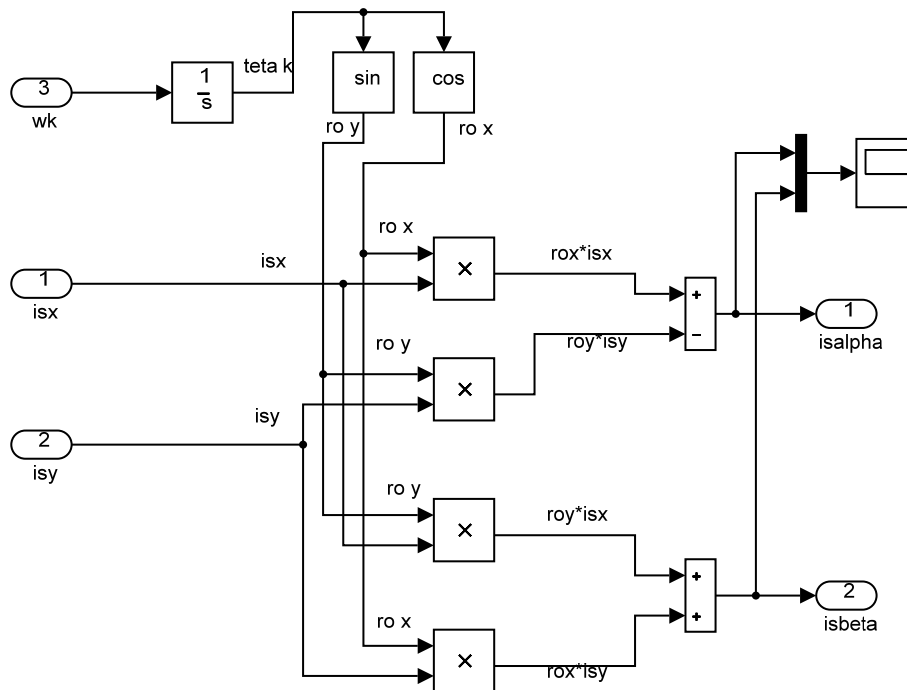


Рис. 13. Первая ступень обратного преобразования статорных токов ($i_{sx}, i_{sy} \rightarrow i_{s\alpha}, i_{s\beta}$)

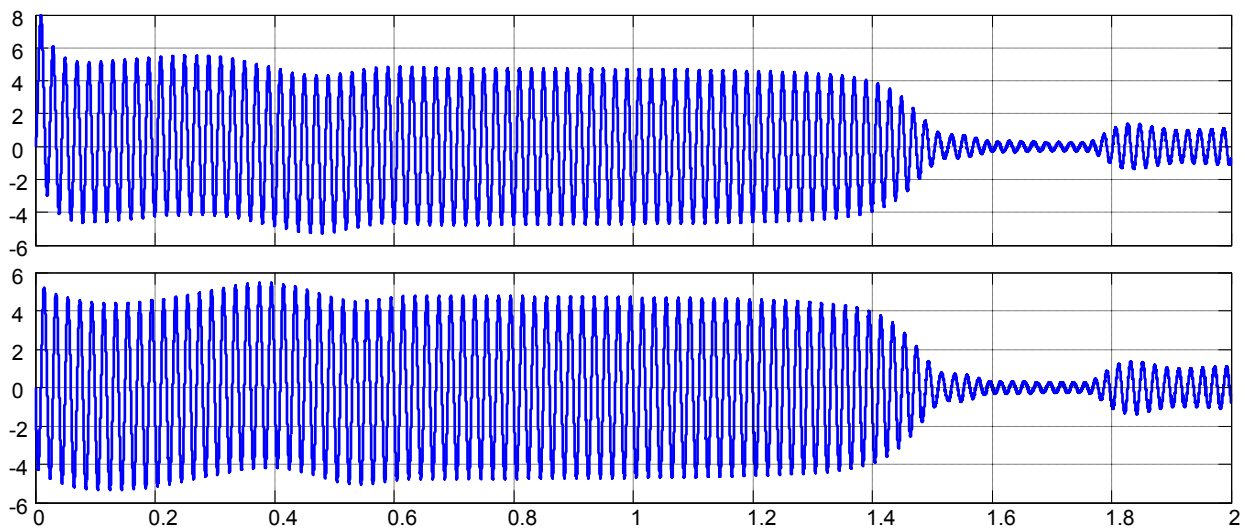


Рис. 14. Сигналы $i_{s\alpha}$ и $i_{s\beta}$ на выходе первой ступени обратного преобразователя координат ($i_{sx}, i_{sy} \rightarrow i_{s\alpha}, i_{s\beta}$)

Вторая ступень обратного преобразования реализуется в Simulink на основе уравнений [3]:

$$\begin{cases} i_{sa} = i_{s\alpha}; \\ i_{sb} = -\frac{1}{2} \cdot i_{s\alpha} + \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot i_{s\beta}; \\ i_{sc} = -\frac{1}{2} \cdot i_{s\alpha} - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot i_{s\beta}. \end{cases} \quad (6)$$

Математическая модель второй ступени обратного преобразования и результаты i_{sa} , i_{sb} и i_{sc} даны на рис. 15 и 16.

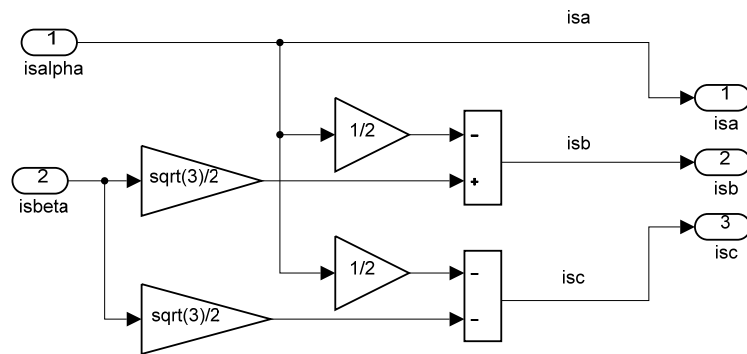


Рис. 15. Математическая модель второй ступени обратного преобразования токов в неподвижной системе координат « $\alpha\beta \rightarrow abc$ »

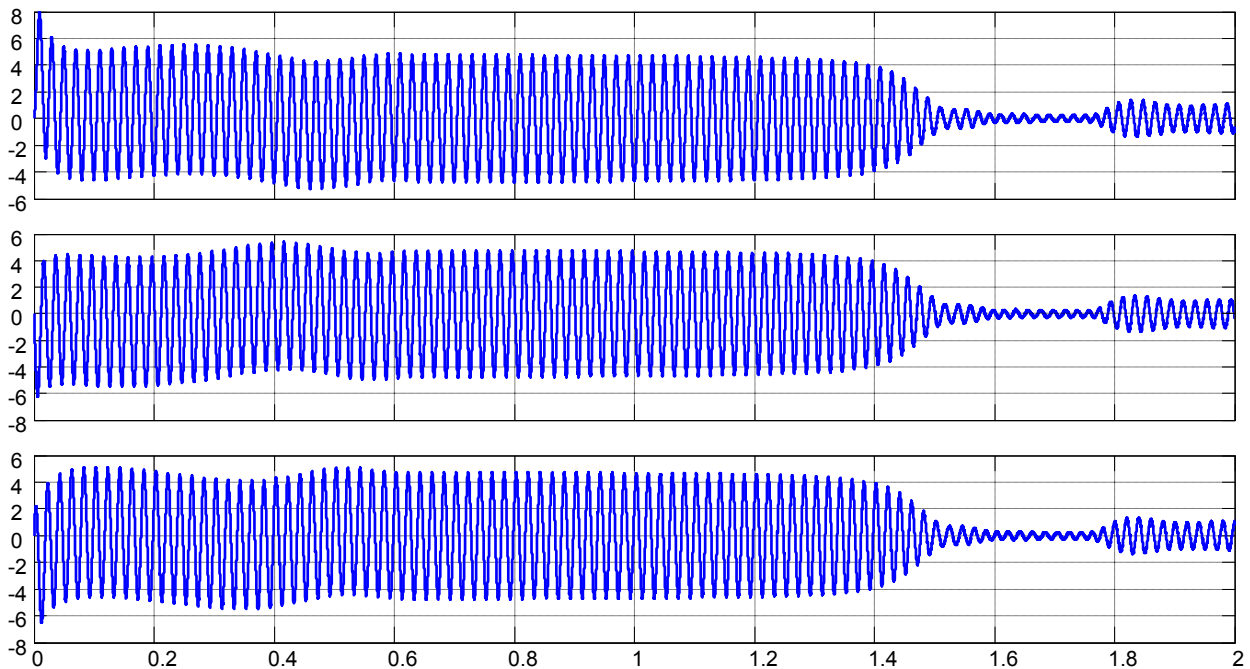


Рис. 16. Результаты моделирования i_{sa} , i_{sb} и i_{sc} на выходе второй ступени обратного преобразования в неподвижной трехфазной системе координат a, b и c

Полная схема математической модели приведена на рис. 17.

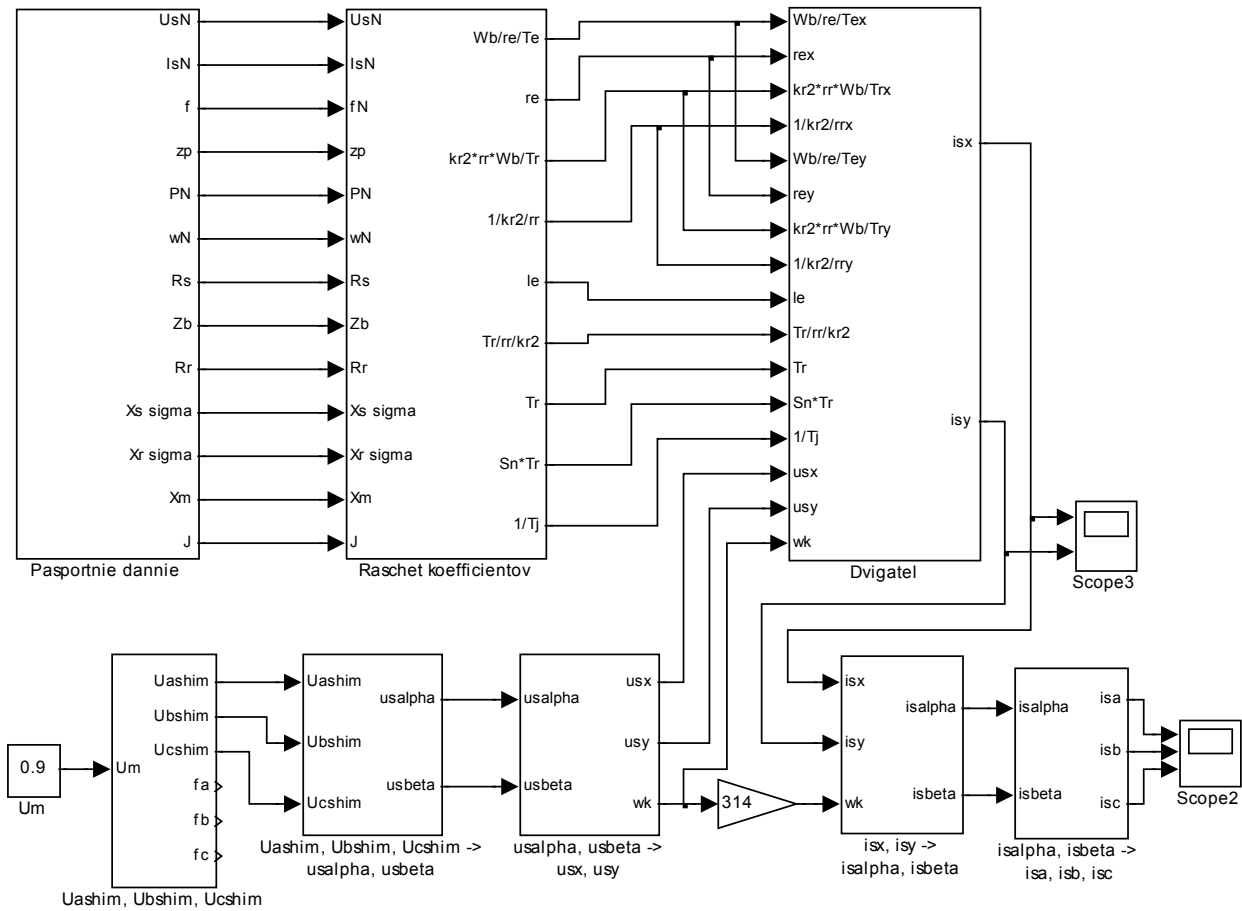


Рис. 17. Полная схема системы АИН ШИМ-АД

Результаты моделирования ω и $M_{эм}$ даны на рис. 18.

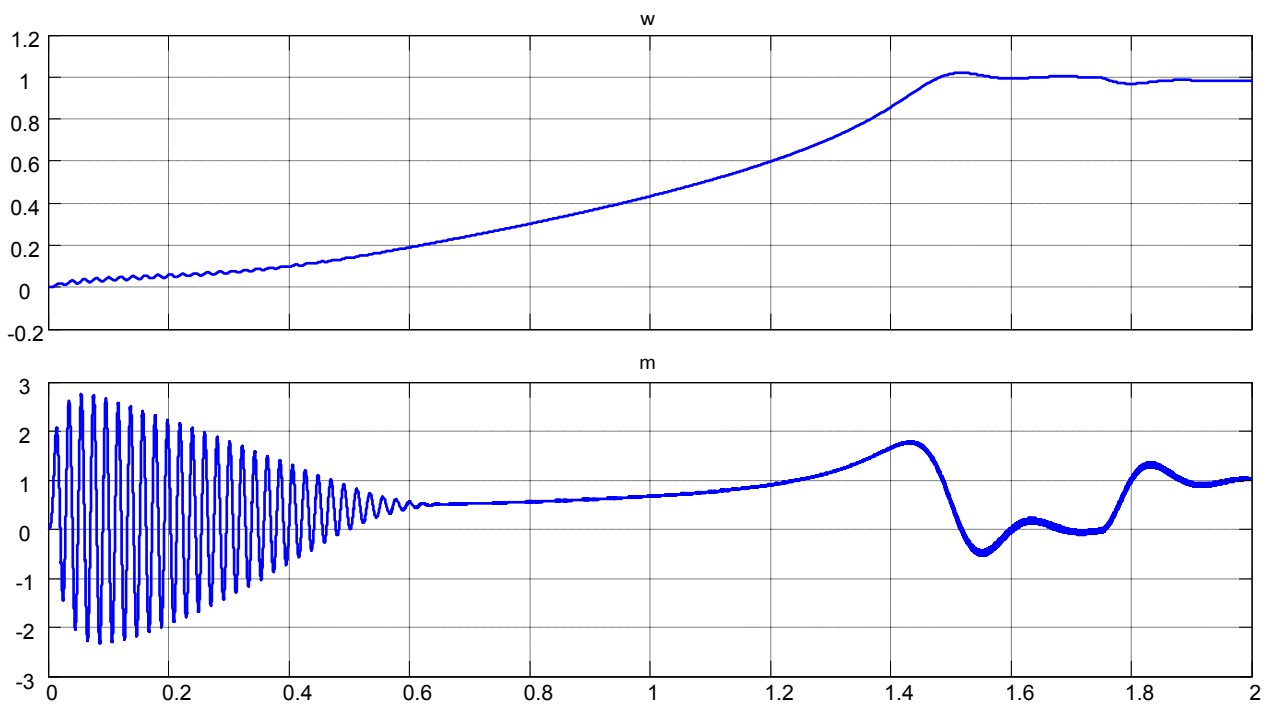


Рис. 18. Момент и скорость двигателя при питании от АИН ШИМ

Литература:

1. Емельянов, А. А., Бесклеткин В. В., Авдеев А. С., Чернов М. В., Киряков Г. А., Габзалилов Э. Ф. Моделирование системы АИН ШИМ — асинхронный двигатель с переменными $\psi_r - I_s$ во вращающейся системе координат // Молодой ученый. — 2015. — № 21. — с. 9–23.
2. Шрейнер, Р.Т. Электромеханические и тепловые режимы асинхронных двигателей в системах частотного управления: учеб. пособие/Р.Т. Шрейнер, А.В. Костылев, В.К. Кривовяз, С.И. Шилин. Под ред. проф. д. т. н. Р.Т. Шрейнера. — Екатеринбург: ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2008. — 361 с.
3. Шрейнер, Р.Т. Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты. — Екатеринбург УРО РАН, 2000. — 654 с.

Математическое моделирование САР скорости системы «АИН ШИМ — АД» с переменными $\psi_r - i_s$ на основе апериодических звеньев в Script-Simulink

Емельянов Александр Александрович, доцент;

Бесклеткин Виктор Викторович, ассистент;

Авдеев Александр Сергеевич, студент;

Чернов Михаил Владимирович, студент;

Киряков Георгий Анатольевич, студент;

Габзалилов Эльвир Фиргатович, студент;

Прокопьев Константин Васильевич, студент;

Ситенков Александр Александрович, студент

Российский государственный профессионально-педагогический университет

Эта работа необходима для методических указаний к выполнению студентами лабораторных и практических работ по дисциплине «Системы управления электроприводов» в разделе «Векторное управление асинхронными двигателями». Эта статья является продолжением работы [1]. Кроме того, для лучшего понимания логики изложения материала необходимо рассмотреть все наши статьи за 2015 год.

Развернутая схема САР скорости «АИН ШИМ — АД» дана на рис. 2. Задание на скорость ω^* формируется в Signal Builder (рис. 1).

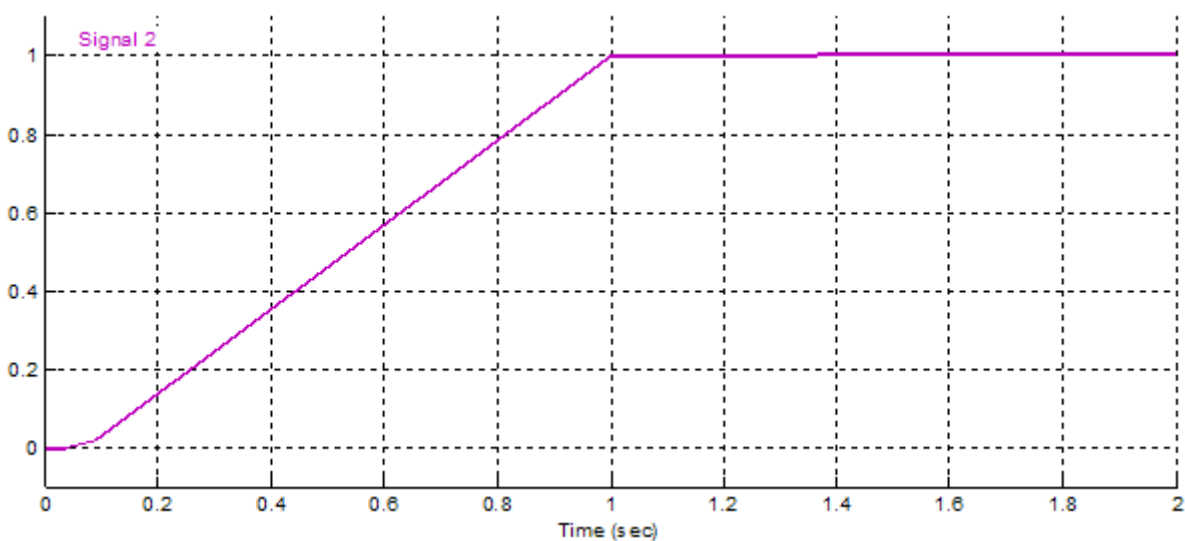


Рис. 1. Задание на скорость ω^*

Под каждым элементом развернутой схемы САР скорости указаны его номер и название. С целью уменьшения объема статьи произведем группировку некоторых элементов.

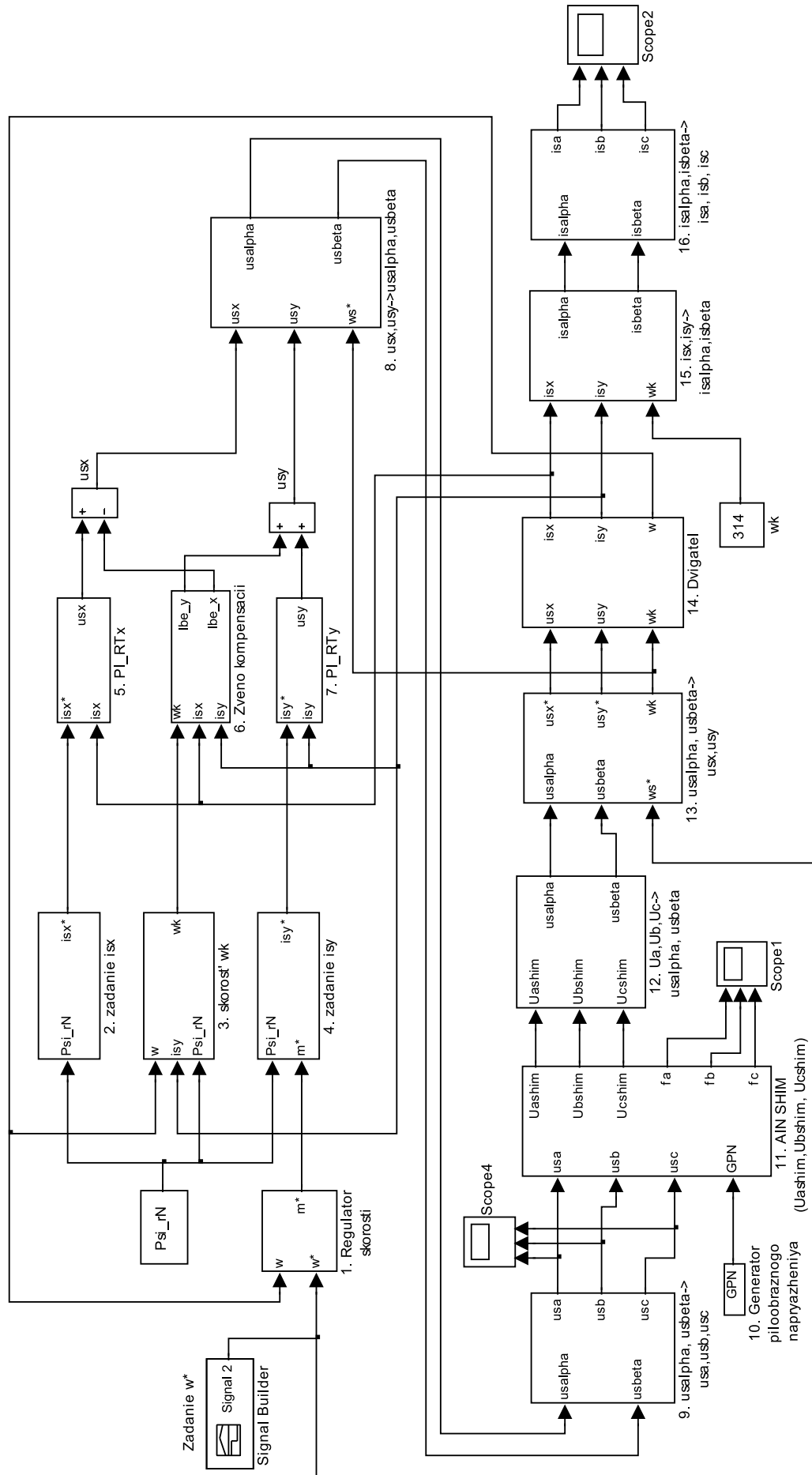


Рис. 2. Развернутая математическая модель САР скорости системы «АИН ШИМ – АД»

Математические модели регулятора скорости (номер 1), задание на проекции статорного тока по оси x (номер 2) и y (номер 4) и угловую скорость координатной системы ω_k (номер 3) даны на рис. 3, 4, 5, 6 [1], [2], [3], [4], [5].

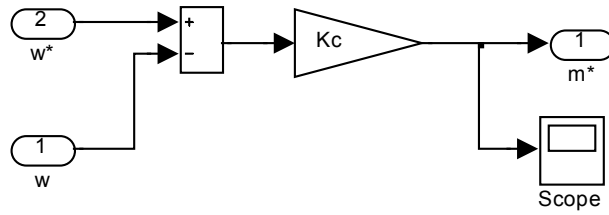


Рис. 3. Регулятор скорости

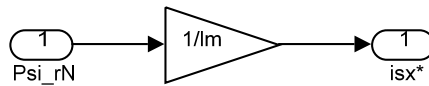


Рис. 4. Задание i_{sx}^*

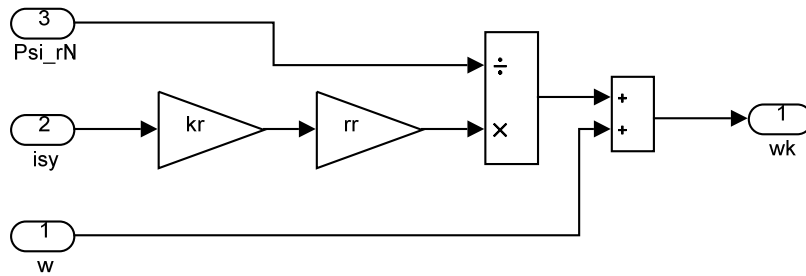


Рис. 5. Задание скорости координатной системой

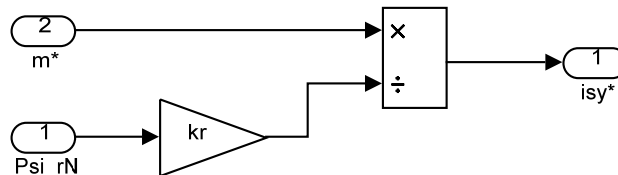


Рис. 6. Задание i_{sy}^*

Регуляторы тока по проекциям x и y даны на рис. 7 и 9 [1], [2], [3], [4]. Звено компенсации внутренних перекрестных связей [5] дано на рис. 8.

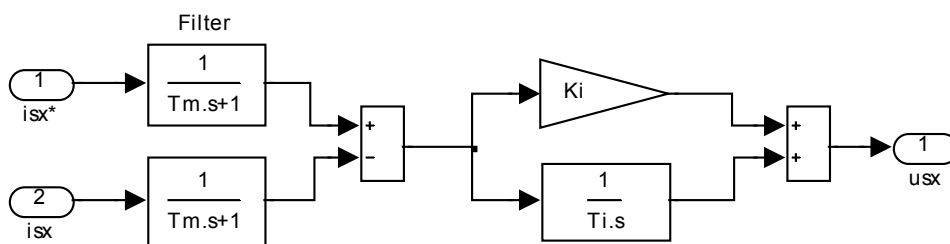


Рис. 7. Регулятор статорного тока по проекции x : ПИ-РТх

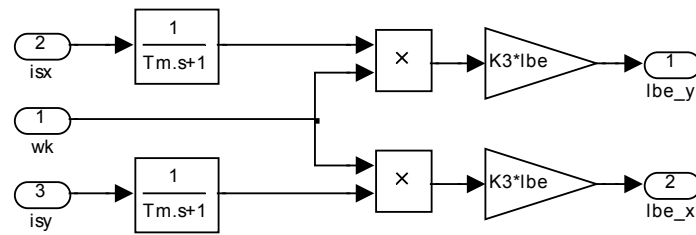


Рис. 8. Звено компенсации внутренних перекрестных связей

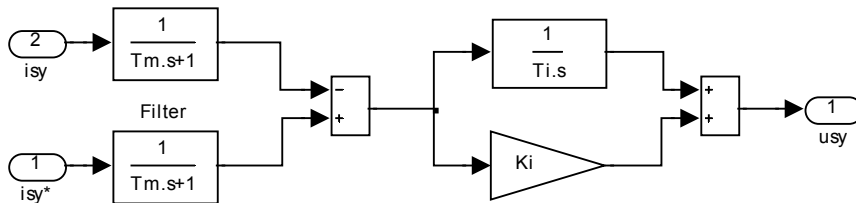


Рис. 9. Регулятор тока по проекции у: ПИ-РТу

Преобразователи координат на развернутой схеме САР скорости даны под номерами 8 и 9 ($x, y \rightarrow \alpha, \beta$ и $\alpha, \beta \rightarrow a, b, c$) приведены на рис. 10 и 11 [4].

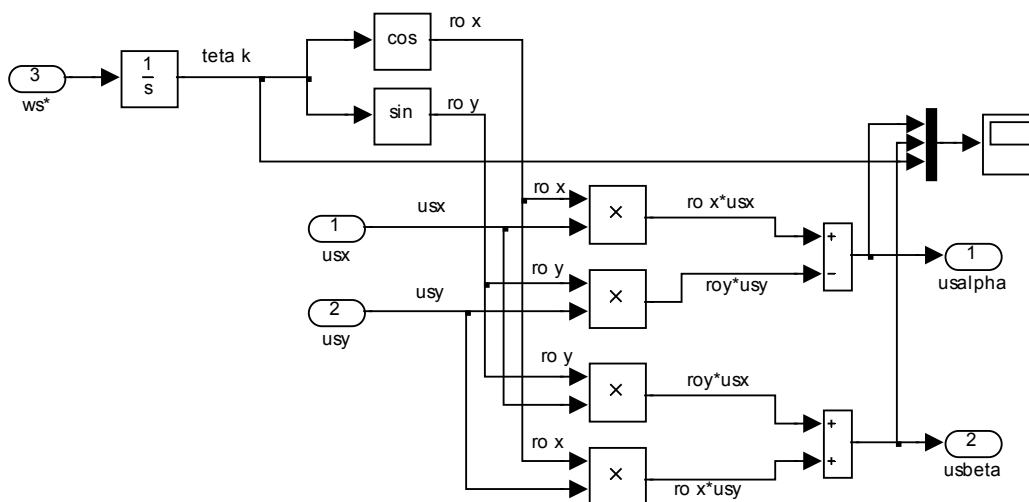


Рис. 10. Преобразователь координат: $x, y \rightarrow \alpha, \beta$

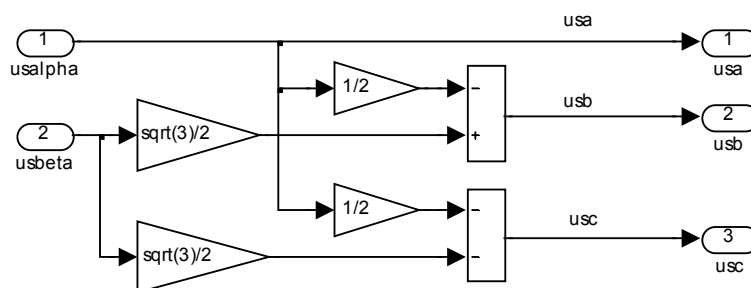


Рис. 11. Преобразователь координат: $\alpha, \beta \rightarrow a, b, c$

Математическая модель АИН ШИМ (номер 11) вместе с генератором пилообразного напряжения GPN (номер 10) даны на рис. 12 и 13.

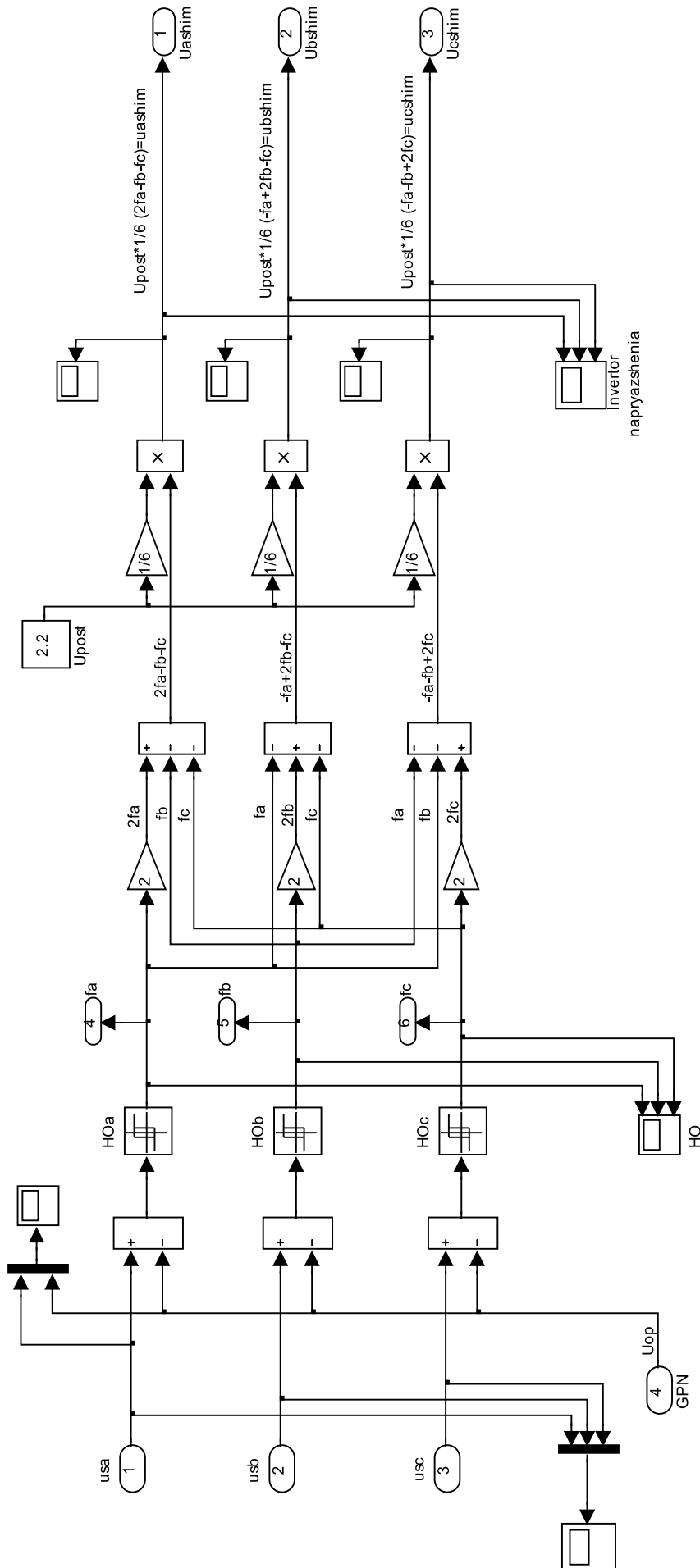


Рис. 12. Математическая модель АИН ШИМ

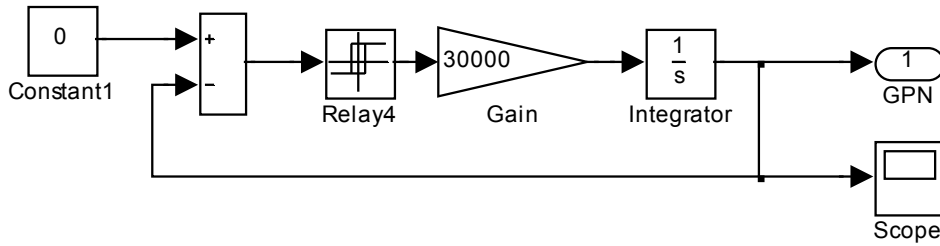


Рис. 13. Генератор пилообразного напряжения (GPN)

Преобразователи координат под номерами 12 и 13 ($u_{a\text{ шим}}, u_{b\text{ шим}}, u_{c\text{ шим}} \rightarrow u_{s\alpha}, u_{s\beta}$ и $u_{s\alpha}, u_{s\beta} \rightarrow u_{sx}, u_{sy}$) даны на рис. 14 и 15.

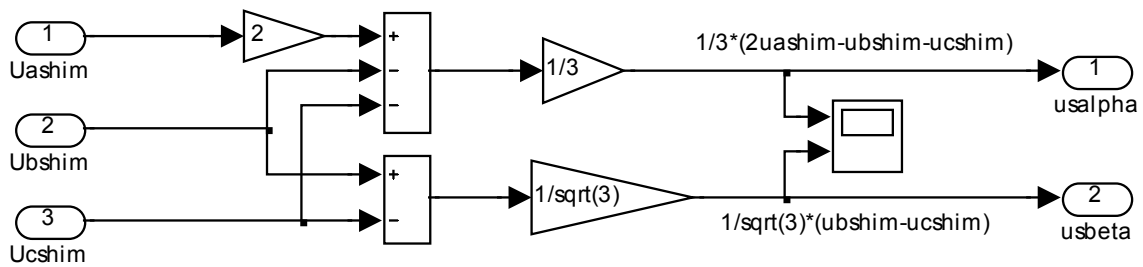


Рис. 14. Преобразователь координат: $u_{a\text{ шим}}, u_{b\text{ шим}}, u_{c\text{ шим}} \rightarrow u_{s\alpha}, u_{s\beta}$

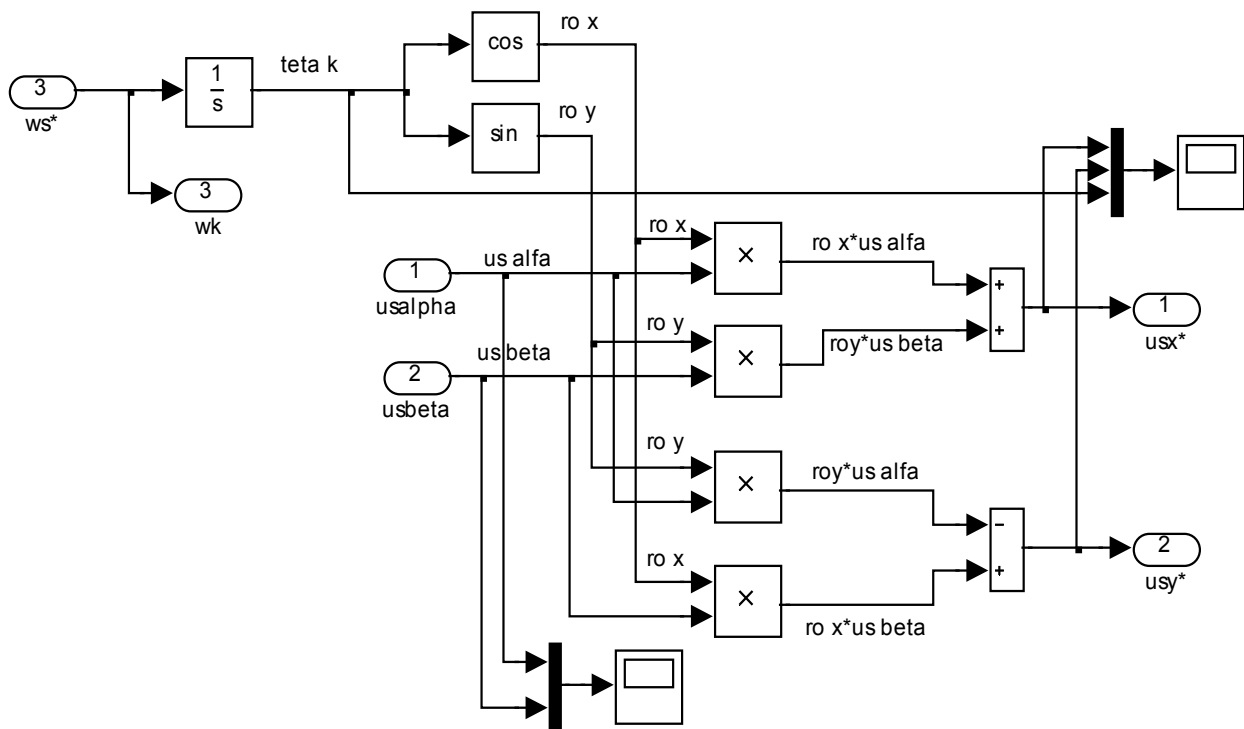


Рис. 15. Преобразователь координат: $u_{s\alpha}, u_{s\beta} \rightarrow u_{sx}, u_{sy}$

Математическая модель двигателя (номер 14) дана на рис. 16.

Обратные преобразователи координат по статорным токам с номерами 15 и 16 на развернутой схеме САР скорости приведены на рис. 17 и 18 [4].

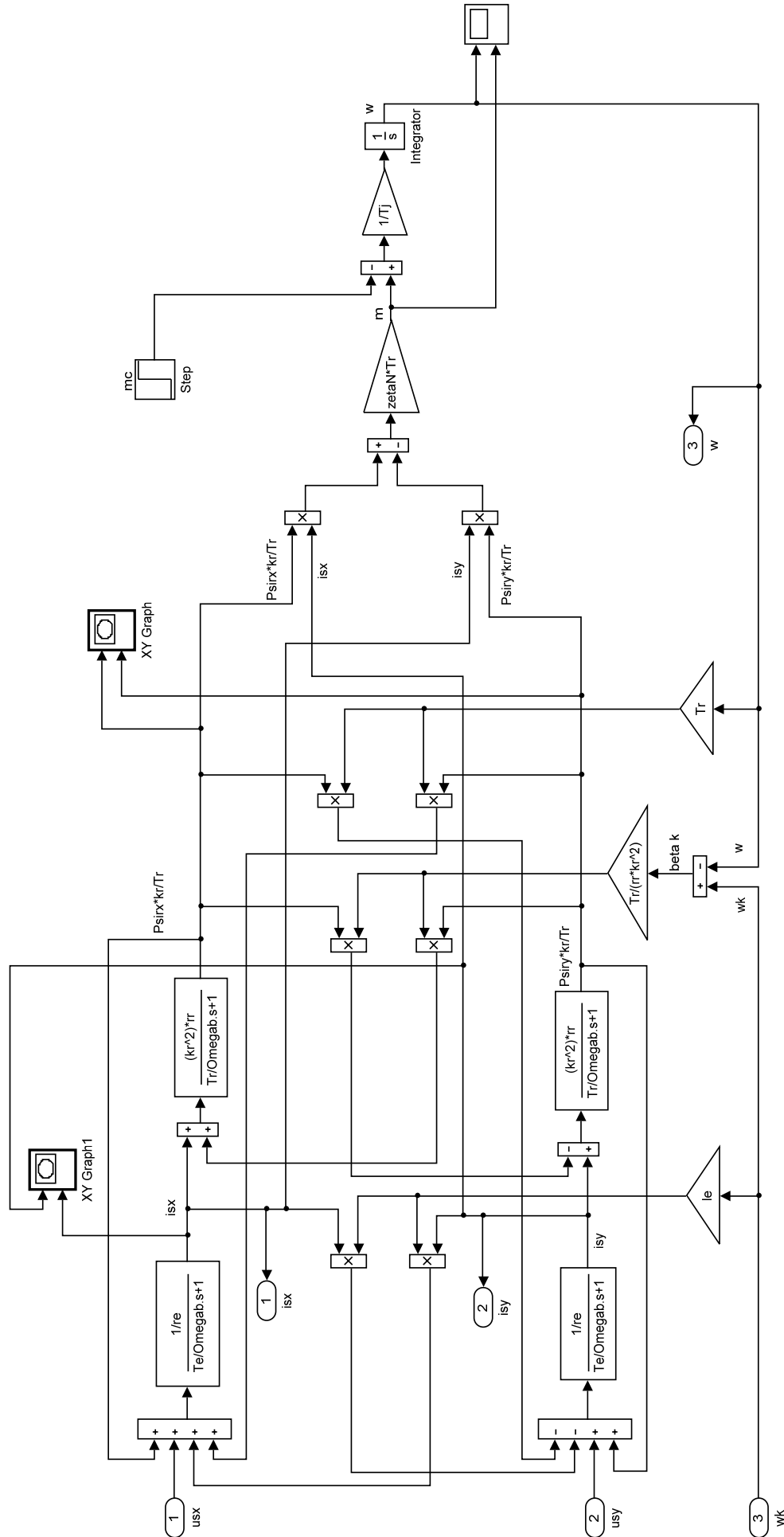


Рис. 16. Математическая модель АД с переменными $\psi_r - i_s$ на основе аperiodических звеньев

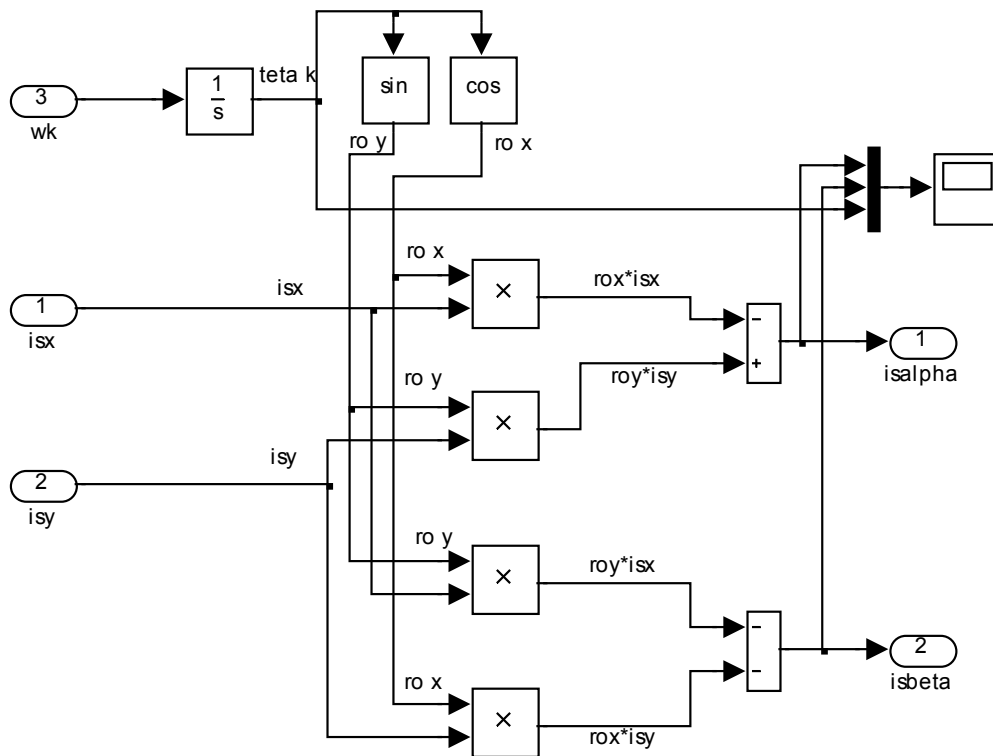


Рис. 17. Обратное преобразование (1-я ступень): $x, y \rightarrow \alpha, \beta$

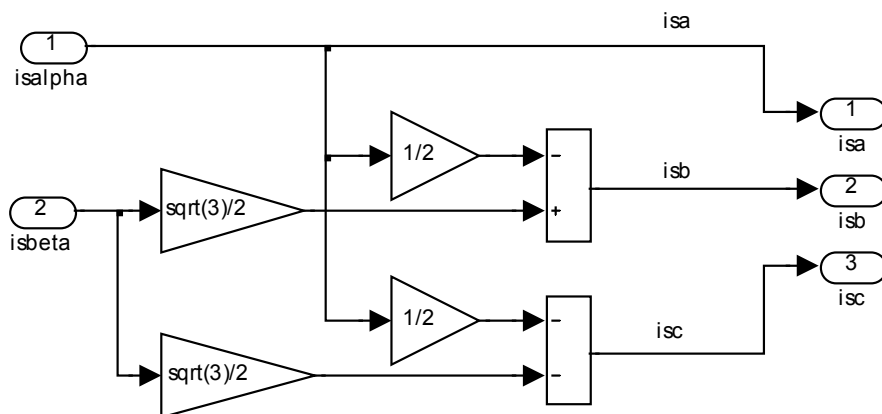


Рис. 18. Преобразователь координат (2-я ступень): $\alpha, \beta \rightarrow a, b, c$

Примечания:

1. К пониманию преобразователей координат.

Наиболее важной частью в САР скорости системы «АИН ШИМ – АД» являются преобразования координат. Технология преобразования состоит в следующем: переход из неподвижной трехфазной системы координат (a, b, c) в неподвижную прямоугольную систему (α, β) , далее переход во вращающуюся систему (x, y) и, наоборот, обратное преобразование координат.

Для лучшего понимания студентами процесса перехода из одной системы координат в другую дадим проекции одного и того же вектора \vec{U}_s в двух системах координат a, b, c и α, β (рис. 19).

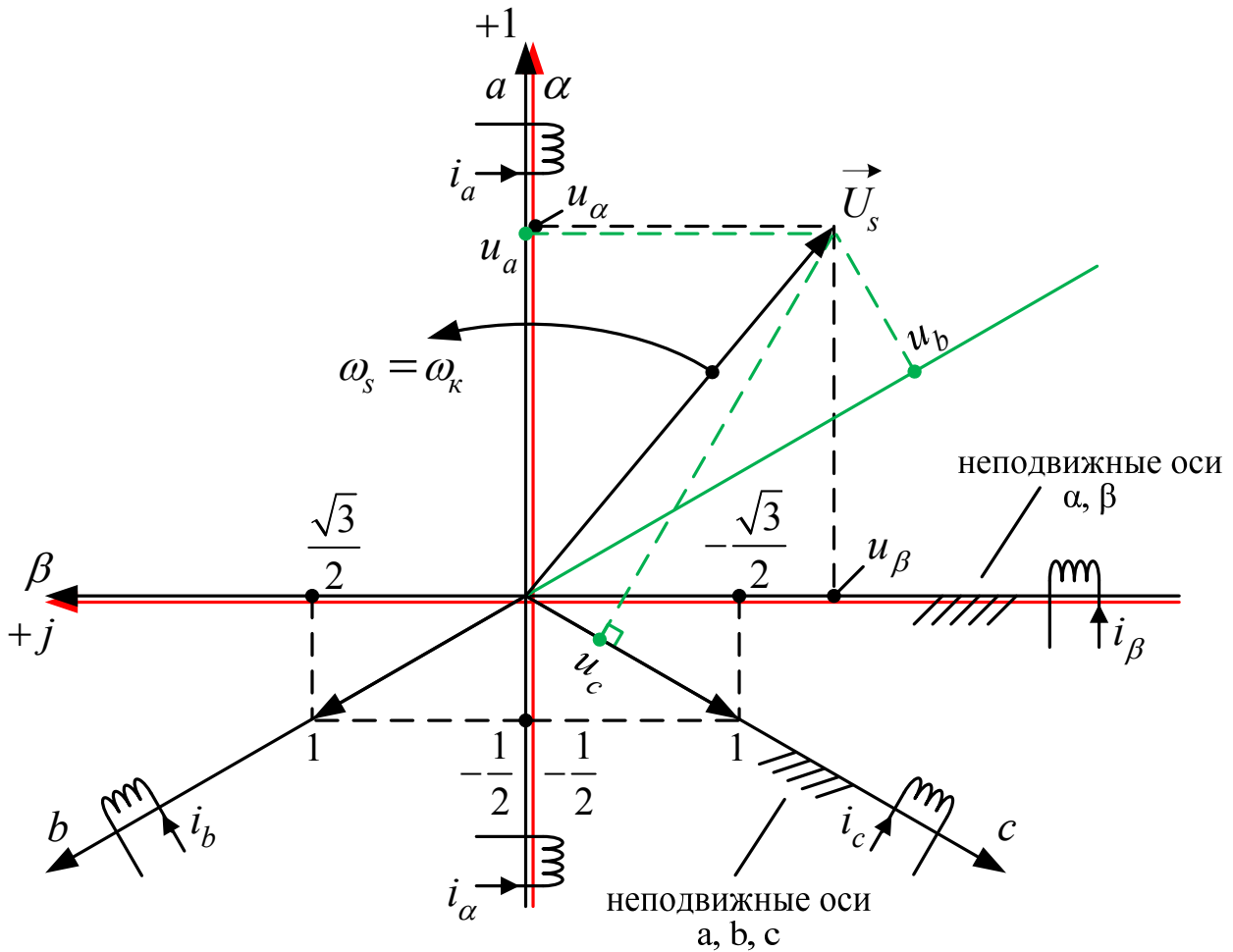


Рис. 19. Проекция вектора \vec{U}_s в системах координат a, b, c и α, β

А) Переход из трехфазной системы в двухфазную: $a, b, c \rightarrow \alpha, \beta$.

Пространственный вектор \vec{U}_s в системе координат a, b, c определяется по следующей зависимости:

$$\vec{U}_s = \frac{2}{3} \cdot (u_a \cdot \vec{a}_1 + u_b \cdot \vec{a}_2 + u_c \cdot \vec{a}_3). \tag{1}$$

где \vec{a}_1, \vec{a}_2 и \vec{a}_3 - единичные пространственные векторы, определяемые:

$$\vec{a}_1 = 1e^{j0}; \quad \vec{a}_2 = -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}; \quad \vec{a}_3 = -\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}. \tag{2}$$

Подставим (2) в уравнение (1):

$$\begin{aligned} \vec{U}_s &= \frac{2}{3} \cdot \left(u_a \cdot 1 + u_b \cdot \left(-\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2} \right) + u_c \cdot \left(-\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2} \right) \right) = \\ &= \frac{2}{3} \cdot \left(u_a - \frac{1}{2} \cdot u_b + j\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot u_b - \frac{1}{2} \cdot u_c - j\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot u_c \right) = \\ &= \underbrace{\left(\frac{2}{3} \cdot u_a - \frac{1}{3} \cdot u_b - \frac{1}{3} \cdot u_c \right)}_{Re} + j \underbrace{\left(\frac{1}{\sqrt{3}} \cdot u_b - \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot u_c \right)}_{Im}. \end{aligned}$$

С другой стороны, этот же пространственный вектор \vec{U}_s (рис. 19) можно определить в прямоугольной системе координат α, β :

$$\bar{U}_s = \underbrace{u_\alpha}_{Re} + j \underbrace{u_\beta}_{Im}.$$

Приравнявая действительные и мнимые части, получим:

$$\begin{cases} u_\alpha = \frac{2}{3} \cdot u_a - \frac{1}{3} \cdot u_b - \frac{1}{3} \cdot u_c; \\ u_\beta = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot u_b - \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot u_c. \end{cases} \quad (3)$$

С помощью уравнения (3) производится переход из одной системы координат в другую: $a, b, c \rightarrow \alpha, \beta$.

В матричной форме система уравнений (3) примет следующий вид:

$$\begin{pmatrix} u_\alpha \\ u_\beta \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{2}{3} & -\frac{1}{3} & -\frac{1}{3} \\ 0 & \frac{1}{\sqrt{3}} & -\frac{1}{\sqrt{3}} \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} u_a \\ u_b \\ u_c \end{pmatrix} \quad (3')$$

Б) Переход из двухфазной системы в трехфазную: $\alpha, \beta \rightarrow a, b, c$.

Из системы уравнений (3):

$$\begin{cases} u_\alpha = \frac{2}{3} \cdot u_a - \frac{1}{3} \cdot u_b - \frac{1}{3} \cdot u_c; \\ u_\beta = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot u_b - \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot u_c. \end{cases}$$

Примем $u_a = u_\alpha$, тогда первое уравнение примет следующий вид:

$$\begin{aligned} u_\alpha &= \frac{2}{3} \cdot u_a - \frac{1}{3} \cdot u_b - \frac{1}{3} \cdot u_c; \\ \left(1 - \frac{2}{3}\right) \cdot u_\alpha &= -\frac{1}{3} \cdot u_b - \frac{1}{3} \cdot u_c; \\ u_\alpha &= -u_b - u_c. \end{aligned}$$

Система уравнений (3) преобразуется к виду:

$$\begin{cases} u_\alpha = -u_b - u_c; \\ u_\beta = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot u_b - \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot u_c. \end{cases} \quad (4)$$

Обе части первого уравнения умножим на $\frac{1}{\sqrt{3}}$ и сложим со вторым:

$$\begin{aligned} &+ \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot u_\alpha = -\frac{1}{\sqrt{3}} \cdot u_b - \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot u_c; \\ u_\beta = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot u_b - \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot u_c. \end{cases} \\ u_\beta + \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot u_\alpha &= -\frac{2}{\sqrt{3}} \cdot u_c. \end{aligned}$$

Отсюда:

$$u_c = -\frac{1}{2} \cdot u_\alpha - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot u_\beta. \quad (5)$$

Подставим (5) в первое уравнение (4):

$$u_\alpha = -u_\beta + \frac{1}{2} \cdot u_\alpha + \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot u_\beta;$$

$$u_\beta = -u_\alpha + \frac{1}{2} \cdot u_\alpha + \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot u_\beta = -\frac{1}{2} \cdot u_\alpha + \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot u_\beta.$$

Итак, если имеются проекции вектора в системе координат α, β , то можно перейти к проекциям этого же вектора в системе координат a, b, c :

$$\begin{cases} u_a = u_\alpha; \\ u_b = -\frac{1}{2} \cdot u_\alpha + \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot u_\beta; \\ u_c = -\frac{1}{2} \cdot u_\alpha - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot u_\beta. \end{cases} \tag{6}$$

В матричной форме:

$$\begin{pmatrix} u_a \\ u_b \\ u_c \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{1}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} \\ 0 & -\frac{1}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} u_{s\alpha} \\ u_{s\beta} \\ u_{s\gamma} \end{pmatrix} \tag{6'}$$

В) Переход из неподвижной системы координат (α, β) во вращающуюся систему (x, y) : $\alpha, \beta \rightarrow x, y$.

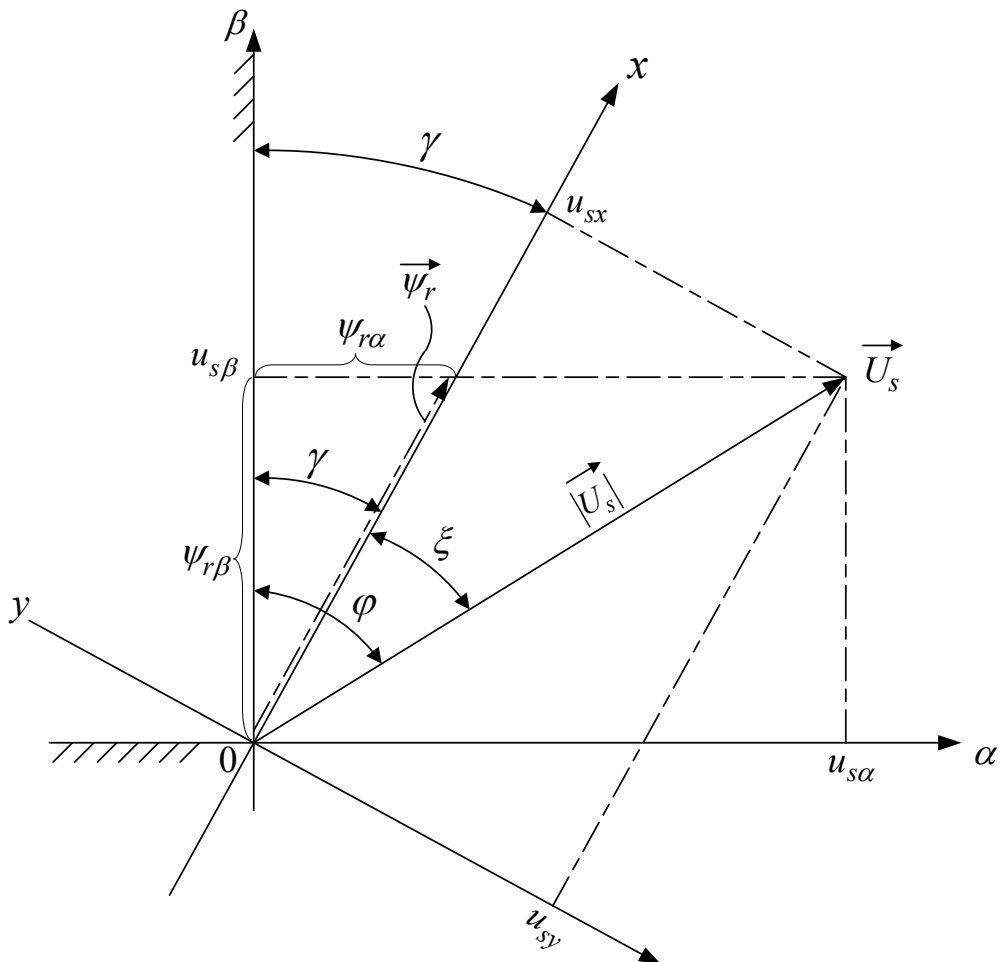


Рис. 20. Пересчет проекций вектора \vec{U}_s при переходе из одной системы координат в другую

Для пояснения этого перехода рассмотрим формулы пересчета:

$$\vec{U}_s = |U_s| \cdot e^{-j\varphi}.$$

$\varphi = \gamma + \xi$ - угол поворота вектора \vec{U}_s по отношению к $O\beta$ в системе координат $O\alpha\beta$.

$$|\vec{U}_s| = \sqrt{u_{s\alpha}^2 + u_{s\beta}^2} - \text{модуль вектора } \vec{U}_s.$$

$\vec{U}_s = |U_s| \cdot e^{-j\xi}$ - этот же вектор в системе координат Oxy .

$u_{s\alpha}, u_{s\beta}$ - проекции вектора \vec{U}_s на оси $O\alpha$ и $O\beta$ в системе координат $O\alpha\beta$.

u_{sx}, u_{sy} - проекции вектора \vec{U}_s на оси Ox и Oy в системе координат Oxy .

γ - угол поворота между осями.

Пусть новая система координат Oxy ориентирована по вектору потокоцепления обмотки ротора $\vec{\psi}_r$, тогда координатные функции поворота (ρ_x и ρ_y) определяются по следующим зависимостям:

$$\rho_y = \sin \gamma = \frac{\psi_{r\alpha}}{|\vec{\psi}_r|} \text{ и } \rho_x = \cos \gamma = \frac{\psi_{r\beta}}{|\vec{\psi}_r|},$$

где $|\vec{\psi}_r| = \sqrt{\psi_{rx}^2 + \psi_{ry}^2}$.

$$\begin{cases} u_{sx} = |\vec{U}_s| \cdot \cos(\varphi - \gamma) = \underbrace{|\vec{U}_s| \cdot \cos \varphi}_{u_{s\beta}} \cdot \underbrace{\cos \gamma}_{\rho_x} + \underbrace{|\vec{U}_s| \cdot \sin \varphi}_{u_{s\alpha}} \cdot \underbrace{\sin \gamma}_{\rho_y} = \rho_x \cdot u_{s\beta} + \rho_y \cdot u_{s\alpha}; \\ u_{sy} = |\vec{U}_s| \cdot \sin(\varphi - \gamma) = \underbrace{|\vec{U}_s| \cdot \sin \varphi}_{u_{s\alpha}} \cdot \underbrace{\cos \gamma}_{\rho_x} - \underbrace{|\vec{U}_s| \cdot \cos \varphi}_{u_{s\beta}} \cdot \underbrace{\sin \gamma}_{\rho_y} = -\rho_y \cdot u_{s\beta} + \rho_x \cdot u_{s\alpha}. \end{cases}$$

Для системы, вращающейся со скоростью ω_k , полученные выражения можно записать в следующем виде:

$$\omega_k = \frac{d\theta_k}{dt} \rightarrow \frac{d}{dt} = s \rightarrow \omega_k = s \cdot \theta_k \rightarrow \boxed{\theta_k = \frac{1}{s} \cdot \omega_k}.$$

Обозначим $\cos \theta_k = \rho_x$; $\sin \theta_k = \rho_y$, тогда [4, с. 552]:

$$\begin{cases} u_{sx} = \rho_x \cdot u_{s\alpha} + \rho_y \cdot u_{s\beta}; \\ u_{sy} = -\rho_y \cdot u_{s\alpha} + \rho_x \cdot u_{s\beta}. \end{cases}$$

2. К расчету параметров асинхронного двигателя.

В работе [3] в главе 6 «Примеры» дан образец расчета параметров асинхронного двигателя. В наших дальнейших работах направленных на подготовку студентов к исследовательской работе, глава 6 окажет неоценимую помощь. Можно было бы по аналогии рассмотреть паспортные данные любого другого двигателя, но для проверки правильности выводов уравнений сделанных исследовательской группой самостоятельно, необходимо постоянно выходить на многие полученные результаты в работе [4]. Поэтому, этот пример расчета окажется очень полезным.

Номинальные данные:

Номинальный режим работы

S1;

Номинальная мощность

$P_N = 320 \text{ кВт};$

Номинальное фазное напряжение

$U_{s.N} = 380 \text{ В};$

Номинальный фазный ток

$I_{s.N} = 324 \text{ А};$

Номинальная частота

$f_N = 50 \text{ Гц};$

Номинальная синхронная скорость

$\Omega_{0N} = 104,7 \text{ рад/с};$

Номинальная скорость ротора	$\Omega_N = 102,83 \text{ рад/с};$
Номинальный КПД	$\eta_N = 0,944;$
Номинальный коэффициент мощности	$\cos \varphi_N = 0,92;$
Число пар полюсов	$z_p = 3.$

Параметры T-образной схемы замещения при номинальной частоте:

Активное сопротивление обмотки статора	$R_s = 0,0178 \text{ Ом};$
Индуктивное сопротивление рассеяния обмотки статора	$X_{s\sigma} = 0,118 \text{ Ом};$
Активное сопротивление обмотки ротора, приведенное к статору	$R_r = 0,0194 \text{ Ом};$
Индуктивное сопротивление рассеяния обмотки ротора, приведенное к статору	$X_{r\sigma} = 0,123 \text{ Ом};$
Главное индуктивное сопротивление	$X_m = 4,552 \text{ Ом};$
Суммарный момент инерции двигателя и механизма	$J_\Sigma = 28 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$

Базисные величины системы относительных единиц:

Напряжение	$U_{\bar{o}} = \sqrt{2}U_{s,N} = \sqrt{2} \cdot 380 = 537,4 \text{ В};$
Ток	$I_{\bar{o}} = \sqrt{2}I_{s,N} = \sqrt{2} \cdot 324 = 458,2 \text{ А};$
Частота	$\Omega_{\bar{o}} = \Omega_{s,N} = 2\pi f_N = 2 \cdot \pi \cdot 50 = 314,16 \text{ рад/с};$
Скорость ротора	$\Omega_{r,\bar{o}} = \frac{\Omega_{\bar{o}}}{z_p} = \frac{314,16}{3} = 104,72 \text{ рад/с};$
Сопротивление	$Z_{\bar{o}} = \frac{U_{\bar{o}}}{I_{\bar{o}}} = \frac{537,4}{458,2} = 1,1728 \text{ Ом};$
Потокоцепление	$\Psi_{\bar{o}} = \frac{U_{\bar{o}}}{\Omega_{\bar{o}}} = \frac{537,4}{314,16} = 1,711 \text{ В} \cdot \text{с};$
Индуктивность	$L_{\bar{o}} = \frac{\Psi_{\bar{o}}}{I_{\bar{o}}} = \frac{1,711}{458,2} = 3,733 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}.$

Используя номинальные данные двигателя, определяем:

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

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

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

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

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

Относительные значения параметров схемы замещения двигателя:

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

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

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

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

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

Механическая постоянная времени:

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

Номинальное значение скольжения:

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

Относительное значение номинальной скорости ротора:

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

Нормирующий энергетический коэффициент:

$$\zeta_N = \frac{S_{sN}}{P_{\text{элм.}N}} = \frac{3 \cdot U_{sN} \cdot I_{sN}}{P_{\sigma}} = \frac{3 \cdot 380 \cdot 324}{328620} = 1,124;$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\alpha_r = k_r \cdot \frac{r_{rk}}{l_m} = 0,9737 \cdot \frac{0,0179}{3,881} = 0,00451;$$

$$l_{\sigma} = k_r \cdot l_{r\sigma} + l_{s\sigma} = 0,9737 \cdot 0,1049 + 0,1006 = 0,20274;$$

$$l_{\sigma} = k_r \cdot l_{\sigma\sigma} = 0,9737 \cdot 0,2082 = 0,20274;$$

$$r_{\sigma} = r_s + k_r^2 \cdot r_{rk} = 0,0152 + 0,9737^2 \cdot 0,0179 = 0,032171;$$

$$T_{\sigma} = \frac{l_{\sigma}}{r_{\sigma}} = \frac{0,20274}{0,032171} = 6,302;$$

$$k_r^2 \cdot r_{rk} = 0,9737^2 \cdot 0,0179 = 0,017;$$

$$\frac{1}{r_{\sigma}} = \frac{1}{0,032171} = 31,084;$$

$$T_{r\sigma} = \frac{l_{r\sigma} + k_s \cdot l_{s\sigma}}{r_{rk}} = \frac{0,1049 + 0,9749 \cdot 0,1006}{0,0179} = 11,339;$$

$$T_{s\sigma} = \frac{l_{s\sigma} + k_s \cdot l_{r\sigma}}{r_s} = \frac{0,1006 + 0,9737 \cdot 0,1049}{0,0152} = 13,338;$$

$$\frac{T_r}{k_r^2 \cdot r_{rk}} = \frac{222,676}{0,9737^2 \cdot 0,0179} = 13098,587;$$

$$\frac{k_r}{T_{s\sigma}} = \frac{0,9737}{13,338} = 0,073;$$

$$\frac{T_{s\sigma}}{k_r} = \frac{13,338}{0,9737} = 13,698;$$

$$\frac{T_{r\sigma} \cdot T_{s\sigma}}{k_r \cdot k_s} = \frac{11,339 \cdot 13,338}{0,9737 \cdot 0,9749} = 159,324;$$

$$k_r \cdot k_s \cdot T_{s\sigma}^{-1} = \frac{k_r \cdot k_s}{T_{s\sigma}} = 0,073 \cdot 0,9749 = 0,0712;$$

$$\frac{T_{r\sigma}}{\Omega_{\delta}} = \frac{11,339}{314,16} = 0,036;$$

$$\frac{T_{s\sigma}}{\Omega_{\delta}} = \frac{13,338}{314,16} = 0,0425;$$

$$\frac{T_{\sigma}}{\Omega_{\delta}} = \frac{6,302}{314,16} = 0,02006;$$

$$\frac{T_r}{\Omega_{\delta}} = \frac{222,676}{314,16} = 0,7088;$$

$$\frac{\zeta_N}{l_{\sigma\sigma}} = \frac{1,124}{0,2082} = 5,3987;$$

$$\zeta_N \cdot T_r = 1,124 \cdot 222,676 = 250,29;$$

$$\frac{\Omega_{\delta}}{r_{\sigma} \cdot T_{\sigma}} = \frac{314,16}{0,032171 \cdot 6,302} = 1549,558;$$

$$\frac{k_r}{T_r} = \frac{0,9737}{222,676} = 0,00437;$$

$$\frac{1}{r_{rk} \cdot k_r^2} = \frac{1}{0,0179 \cdot 0,9737^2} = 58,824;$$

$$\frac{r_{rk} \cdot k_r^2 \cdot \Omega_{\delta}}{T_r} = \frac{0,0179 \cdot 0,9737^2 \cdot 314,16}{222,676} = 0,024.$$

Расчет этих коэффициентов производим в Script:

%Номинальные данные

PN=320000;

UsN=380;

IsN=324;

iN=50;

Omega0N=104.7;

OmegaN=102.83;

nN=0.944;

cos_phiN=0.92;

```

zp=3;
%Параметры Т-образной схемы замещения при номинальной частоте
Rs=0.0178;
Xs=0.118;
Rr=0.0194;
Xr=0.123;
Xm=4.552;
J=28;
%Базисные величины системы относительных единиц
Ub=sqrt(2)*UsN;
Ib=sqrt(2)*IsN;
OmegasN=2*pi*fN;
Omegab=OmegasN;
Omegarb=Omegab/zp;
Zb=Ub/Ib;
Psib=Ub/Omegab;
Lb=Psib/Ib;
kd=1.0084;
Mb=kd*PN/OmegaN;
Pb=Mb*Omegarb;
rs=Rs/Zb;
ls=Xs/Zb;
lr=Xr/Zb;
lm=Xm/Zb;
Tj=J*Omegarb/Mb;
betaN=(Omega0N-OmegaN)/Omega0N;
wN=(1-betaN);
SsN=3*UsN*IsN;
zetaN=SsN/Pb;
ks=lm/(lm+ls);
kr=lm/(lm+lr);
lbe=ls+lr+ls*lr*lm^(-1);
roN=0.9962;
rr=roN*betaN;
alphar=kr*rr/lm;
le=kr*lbe;
re=rs+(kr^2)*rr;
Te=le/re;
Tr=(lm+lr)/rr;
Psi_rN=0.942;
Tm=0.005;
K1=1.5;
K2=1.5;
K3=0.1;
K4=0.65;
Ki=0.87*K1;
Ti=0.41/K2;
Kc=100*K4;

```

Результаты расчетов скорости ω и электромагнитного момента m при $K_1 \cdot K_i = 1,305$; $\frac{1}{K_2 \cdot T_i \cdot s} = \frac{1}{0,273 \cdot s}$;

$K_3 \cdot I_{\sigma_3} = 0,0208$; $K_4 \cdot K_c = 65$ приведены на рис. 21.

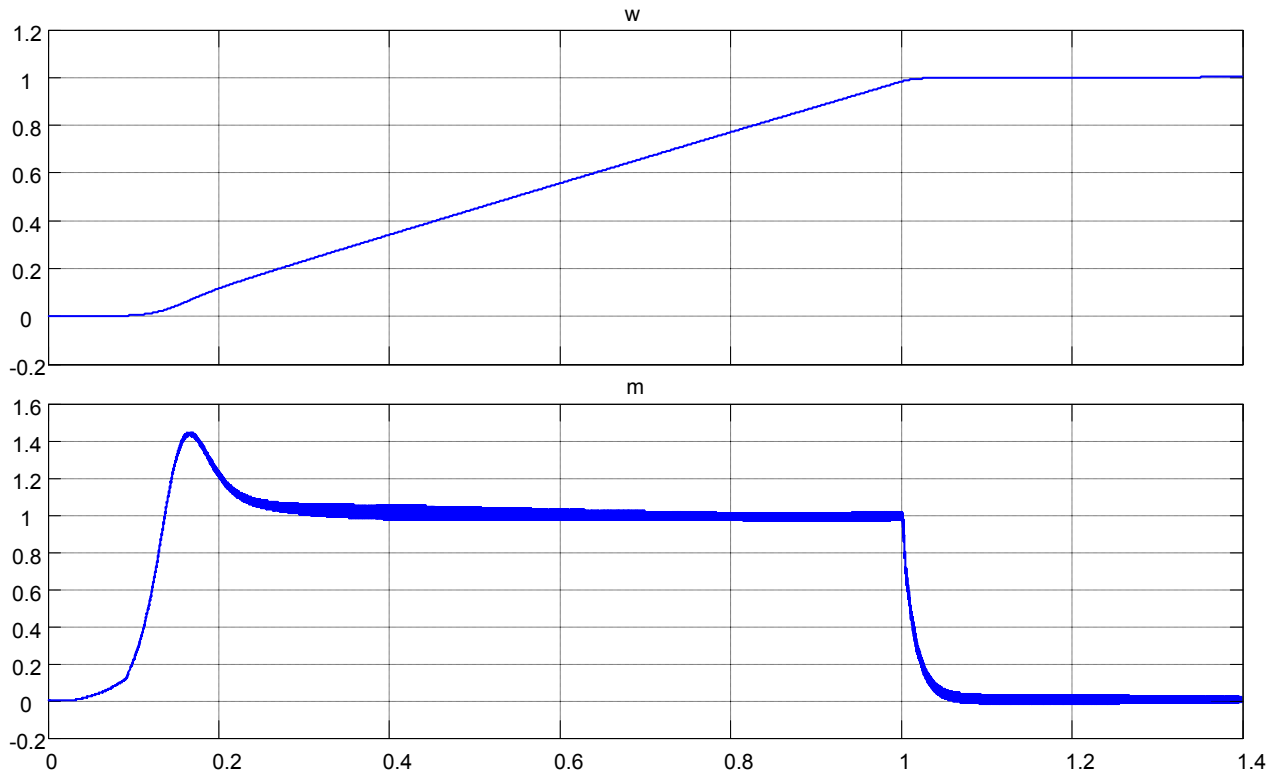


Рис. 21. Графики скорости и момента

Литература:

1. Емельянов, А. А., Бесклеткин В. В., Авдеев А. С., Чернов М. В., Киряков Г. А., Габзалилов Э. Ф. Моделирование САР скорости асинхронного двигателя с переменными $\psi_r - I_s$ на основе аperiодических звеньев в Script-Simulink // Молодой ученый. — 2015. — № 23. — с. 24–34.
2. Шрейнер, Р. Т. Системы подчиненного регулирования электроприводов: учеб. пособие/Р. Т. Шрейнер. — Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2008. — 279 с.
3. Шрейнер, Р. Т. Электромеханические и тепловые режимы асинхронных двигателей в системах частотного управления: учеб. пособие/Р. Т. Шрейнер, А. В. Костылев, В. К. Кривовяз, С. И. Шилин. Под ред. проф. д. т. н. Р. Т. Шрейнера. — Екатеринбург: ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2008. — 361 с.
4. Шрейнер, Р. Т. Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты. — Екатеринбург: УРО РАН, 2000. — 654 с.
5. Шрейнер, Р. Т. Электроприводы переменного тока на базе непосредственных преобразователей частоты с ШИМ: монография/Р. Т. Шрейнер, А. И. Калыгин, В. К. Кривовяз; под. ред. Р. Т. Шрейнера. — Екатеринбург: ФГАОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2012. — 223 с.

ИНФОРМАТИКА

Адаптивное управление модульным хоботовидным манипулятором

Демин Александр Викторович, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник
Институт систем информатики имени А. П. Ершова СО РАН

В настоящее время активно развивается новое направление в робототехнике под названием «модульные роботы» [1,2]. Основная идея данного подхода — конструирование роботов из множества простых однотипных модулей, которые сами по себе обладают небольшой подвижностью, но, соединяясь друг с другом, способны образовывать сложные механические системы с большим числом степеней свободы.

Подобные роботы обладают целым рядом интересных возможностей, превосходящих способности традиционных роботов. Во-первых, это возможность создания различных конструкций из одних и тех же модулей, что позволяет решать различные задачи, используя один и тот же набор модулей. Это намного выгоднее и удобнее, чем создавать множество специализированных роботов под каждую конкретную задачу. Более того, появляется возможность создания роботов-трансформеров, самостоятельно меняющих конструкцию в зависимости от задач и условий окружающей среды. Во-вторых, модульная структура и наличие большого количества степеней свободы (гиперизбыточность) позволяет создавать отказоустойчивые модели. Выход из строя отдельных модулей такого робота не является критичным для работы всей системы и вызывает минимальное ухудшение рабочих характеристик. В третьих, производство и использование подобных роботов экономически выгодно, поскольку однотипные модули проще и дешевле в изготовлении и ремонте.

Однако широкие возможности модульных роботов имеют и обратную сторону — значительную сложность в управлении, связанную с гиперизбыточностью подобных систем. В то время как для обычных роботов традиционным подходом к созданию систем управления является ручное программирование человеком-разработчиком, для модульных роботов подобный подход оказывается малоэффективным. Из-за наличия большого количества степеней свободы разработчику крайне трудно заранее предусмотреть и запрограммировать все воз-

можные формы поведения, и в особенности — учесть возможность адаптации. Кроме того, любое изменение в конструкции робота приводит к необходимости вмешательства разработчика для внесения соответствующих изменений в систему управления этим роботом или даже разработки новой системы.

Для управления модульными системами требуются более универсальные подходы, которые, в идеале, должны позволять порождать систему управления для любой заданной конструкции робота, ориентируясь только на конечную задачу, которую он должен выполнять. Подобные подходы могут быть основаны только на моделях обучения [3–6]. Однако существующие методы на основе обучения с подкреплением (Reinforcement Learning) не эффективны для систем с большим числом степеней свободы. А эволюционные методы имеют серьезные ограничения, связанные с необходимостью наличия популяции роботов, что не позволяет проводить обучение и адаптацию в режиме реальной работы [7].

Данная работа является продолжением работ [8,9], в которых был предложен новый подход к созданию обучающихся систем управления модульными роботами и описано его применение для обучения способам передвижения виртуальных моделей змеевидного и многоного роботов, имеющих модульную конструкцию. Предложенный подход основан на использовании свойств функциональной схожести модулей и логико-вероятностного алгоритма направленного поиска правил. Основными преимуществами подхода является высокая скорость обучения и возможность обучения в режиме реальной работы, основываясь только на опыте взаимодействия системы с окружающей средой.

В настоящей работе описывается применение данного подхода для задачи управления многосекционным хоботовидным манипулятором, состоящим из идентичных последовательно соединенных модулей. Подобные манипуляторы являются типичными представителями модульных

гиперизбыточных систем, что влечет характерные для данного класса сложности в управлении и делает актуальной задачу разработки обучающейся системы управления такими манипуляторами. Цель данной работы состоит в том, чтобы оценить применимость предложенного подхода для управления модульным манипулятором.

Модель обучающейся системы управления

Для создания системы управления модульными роботами предлагается использовать нейронные сети, состоящие из обучаемых логических нейронов, каждый из которых управляет отдельным модулем робота.

Логические нейроны функционируют в дискретном времени $t = 0, 1, 2, \dots$. Каждый нейрон содержит некоторый набор входов $input_1, \dots, input_k$, принимающих действительные значения, и один выход $output$, принимающий значения из заранее заданного набора $\{y_1, \dots, y_m\}$. В каждый момент времени t на входы нейрона подается входящая информация путем присвоения входам некоторых действительных значений $input_1 = x_1, \dots, input_k = x_k$, $x_1, \dots, x_k \in \mathbb{R}$. Результатом работы нейрона является выходной сигнал $output = y$, $y \in \{y_1, \dots, y_m\}$, принимающий одно из возможных значений $\{y_1, \dots, y_m\}$.

После того, как отработают все нейроны сети, от внешней среды поступает награда. Функция награды задается в зависимости от конечной цели и служит оценкой качества управления. Задачей системы управления является обнаружение таких закономерностей функционирования нейронов, которые бы обеспечивали получение максимальной награды.

Множество закономерностей, определяющих работу нейронов, предлагается искать в виде логических закономерностей с оценками, имеющих следующий вид:

$$\forall i(P(i), X_1(i), \dots, X_m(i), Y(i) \rightarrow r) \quad (1)$$

где $i = 1, \dots, n$ — переменная по объектам — индексам нейронов.

$X_j(i) \in \mathbb{X}$ — предикаты из заданного множества входных предикатов \mathbb{X} , описывающих входы j нейронов N_i ($i = 1, \dots, n$). К примеру, в простейшем случае данные предикаты могут быть заданы как $X_j(i) = (input_k(i) = x_r)$, где x_r — некоторые константы из области значения входящих сигналов, которые могут быть заданы, к примеру, путем квантования диапазона возможных значений соответствующих входов нейронов.

$Y_j(i) \in \mathbb{Y}$ — предикаты из заданного множества выходных предикатов \mathbb{Y} , описывающих выходы нейронов N_i ($i = 1, \dots, n$) и имеющих вид $Y_j(i) = (output(i) = y_r)$, где y_r — некоторые константы из набора значений выходных сигналов.

$P(i) \in \mathbb{P}$ — предикаты из множества предикатов \mathbb{P} , имеющих вид $(i = j)$, где $j = 1, \dots, n$, смысл которых — сужать область применения правил вида до конкретных нейронов.

r — награда, максимизация которой является постоянной задачей нейрона.

Данные закономерности предсказывают, что если на вход нейрона N_i , $i = 1, \dots, n$ будут поданы сигналы, удовлетворяющие входным предикатам $X_1(i), \dots, X_m(i)$ из посылки правила, и нейрон подаст на свой выход сигнал, указанный в выходном предикате $Y(i)$, то математическое ожидание награды будет равно некоторой величине r .

Отдельно отметим, что если какой-либо нейрон N_j имеет вход, специфичный только для этого нейрона, то предполагаем, что предикат $X(i)$, описывающий этот вход, будет принимать значение «0» для всех $i \neq j$, т. е. для всех других нейронов. Аналогично, если выход какого-либо нейрона N_j может принимать некоторое значение y , характерное только для этого нейрона, то соответствующий выходной предикат $(output(i) = y)$ также будет принимать значение «0» для всех $i \neq j$.

Поясним необходимость введения множества предикатов \mathbb{P} . В том случае, если правила не содержат предикатов из \mathbb{P} , то они будут иметь вид $\forall i(X_1(i), \dots, X_m(i), Y(i) \rightarrow r)$ и будут описывать закономерности, общие для всех нейронов N_i , $i = 1, \dots, n$. Добавление в посылку правила предиката из \mathbb{P} автоматически суживает область применения правила до конкретного нейрона. Таким образом, правила, содержащие предикаты из \mathbb{P} , описывают закономерности, специфичные для конкретных нейронов. Также следует отметить, что сужение области применимости правил может происходить не только за счет предикатов из \mathbb{P} , но также за счет входных либо выходных предикатов из \mathbb{X} и \mathbb{Y} , описывающих специфичные входы либо выходы конкретных нейронов.

Для нахождения закономерностей вида предлагается использовать алгоритм, основанный на идеях семантического вероятностного вывода, описанного в работах [10,11]. При помощи данного алгоритма анализируется множества данных, хранящих статистику работы нейронной сети (вход-выход нейронов и полученная награда) и извлекаются все статистически значимые закономерности вида.

Рассмотрим алгоритм поиска закономерностей подробнее.

Для простоты в дальнейшем будем записывать правила в упрощенном виде:

$$P, X_1, \dots, X_m, Y \rightarrow r. \quad (2)$$

Введем ряд формальных определений.

Перепишем правило в виде $A, Y \rightarrow r$, где A обозначает множество предикатов из множеств \mathbb{P} или \mathbb{X} , входящих в посылку правила, т. е. $A = \{P, X_1, \dots, X_m\}$.

Определение 1. Подправилом правила $R_1 = A_1, Y \rightarrow r$, $A_1 \neq \emptyset$ будем называть любое правило $R_2 = A_2, Y \rightarrow r$, для которого выполнено условие $A_2 \subset A_1$.

Определение 2. Закономерностью будем называть правило вида, удовлетворяющее следующим условиям:

1) Математическое ожидание награды r для правила определено.

2) Математическое ожидание награды r правила строго больше математических ожиданий награды для каждого из его подправил.

Определение 3. Правило $R_2 = A_2, Y \rightarrow r$ будем называть уточнением правила $R_1 = A_1, Y \rightarrow r$, если для него выполняется одно из условий

- 1) $A_2 = A_1 \cup X$, где $X \in \mathbb{X}$ и $X \notin A_1$, либо
- 2) $A_2 = A_1 \cup P$, где $P \in \mathbb{P}$ и A_1 содержит только предикаты из \mathbb{X} .

Т. е. R_2 будет являться уточнением R_1 , если оно получено либо добавлением в посылку R_1 нового входящего предиката из \mathbb{X} , либо добавлением любого предиката из \mathbb{P} , если в R_1 нет предикатов данного вида. Таким образом, суть операции уточнения состоит в конкретизации области применения правила либо путем добавления новых входных признаков либо путем сужения применимости правила до конкретного нейрона.

Суть алгоритма обнаружения закономерностей заключается в последовательном уточнении правил, начиная с правил единичной длины, путем добавления в посылку правил новых предикатов с последующей проверкой уточненных правил на принадлежность к вероятностным закономерностям. По существу реализуется направленный перебор правил, позволяющий существенно сократить пространство поиска. Сокращение перебора достигается за счет использования эвристики, которая заключается в том, что, начиная с момента, когда длина посылки правил достигает некоторой заданной величины, называемой глубиной базового перебора, начинается последовательное уточнение только тех правил, которые являются вероятностными закономерностями.

Перейдем к описанию алгоритма, реализующего поиск множества закономерностей, определяющих работу нейронов. Обозначим через $Spec(RUL)$ — множество всех возможных уточнений всех правил из RUL , где RUL — произвольное множество правил вида. Входным параметром алгоритма также является глубина базового перебора d , где $d \geq 1$ — натуральное число.

1. На первом шаге генерируем множество RUL_1 всех правил единичной длины, имеющих следующий вид $Y \rightarrow r$, $Y \in \{Y_1, \dots, Y_k\}$. Все правила RUL_1 проходят проверку на выполнение условий принадлежности к закономерностям. Правила, прошедшие проверку, будут являться закономерностями. Обозначим через REG_1 множество всех закономерностей, обнаруженных на первом шаге.

2. На шаге $k \leq d$ генерируется множество $RUL_k = Spec(RUL_{k-1})$ всех уточнений правил, сгенерированных на предыдущем шаге. Все правила из RUL_k проходят проверку на выполнение условий принадлежности к закономерностям. Обозначим через REG_k полученное множество закономерностей.

3. На шаге $l > d$ генерируется множество $RUL_l = Spec(REG_{l-1})$ уточнений всех закономерностей, обнаруженных на предыдущем шаге. Все правила из RUL_l проходят проверку на выполнение условий принад-

лежности к закономерностям. Обозначим REG_l — множество всех закономерностей, обнаруженных на данном шаге.

4. Алгоритм останавливается на шаге $m > d$, когда не обнаружено новых закономерностей $REG_m = \emptyset$.

5. Результирующее множество закономерностей является объединение всех множеств обнаруженных закономерностей REG_i .

Шаги алгоритма $k \leq d$ соответствуют базовому перебору, а шаги $k > d$ — дополнительному перебору.

Оценка математического ожидания награды для правил осуществляется по множеству данных, хранящих статистику работы системы (вход-выход нейронов и полученная награда), следующим образом: $r = \sum r_i / |I|$, где I — множество событий, когда правило может быть применено, r_i — награда нейрона для i -го события, $i \in I$.

Преимущество использования семантического вероятностного вывода и правил вида состоит в организации поиска правил таким образом, что сначала будут обнаруживаться правила, общие для всех нейронов, а только затем — более сложные, включающие специфичные для конкретных нейронов правила. В результате, в задачах управления модульными роботами, если хотя бы часть модулей имеет схожие функции, которые можно описать общими правилами, предложенный подход позволяет существенно сократить время поиска решения.

Функционирование нейронной сети в целом происходит следующим образом. На каждом такте работы сети на входы нейронов поступают входящие сигналы. После чего последовательно для каждого нейрона запускается процедура принятия решения, в процессе которой из множества правил, описывающих работу нейронов, выбираются те, которые применимы к текущему нейрону на текущих входных сигналах. Затем среди отобранных правил выбирается одно правило, прогнозирующее максимальное значение математического ожидания награды r . Далее на выход нейрона подается выходной сигнал $output = y$, указанный в правиле. В начальной стадии функционирования сети, когда множество правил, описывающих работу нейронов, еще пусто, либо когда нет правил, применимых к текущему набору входящих сигналов, выход нейрона определяется случайным образом. После того, как все нейроны сгенерируют свои выходные сигналы, от внешней среды поступает награда и осуществляется обучение, в процессе которого ищутся новые и корректируются текущие правила работы в соответствии с предложенным алгоритмом поиска закономерностей.

Симулятор хоботовидного манипулятора

Для проведения экспериментов с предложенной моделью управления был разработан интерактивный 3D-симулятор с графическим интерфейсом. Основное назначение программы — проведение экспериментов по управлению роботами в среде, приближенной к реальному миру. Программа обладает возможностями ви-

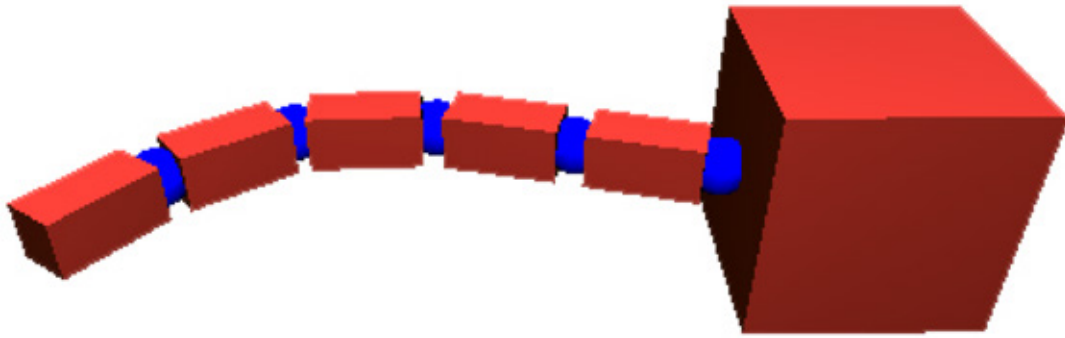


Рис. 1. Модель хоботовидного манипулятора

зуализации виртуальной среды и записью экспериментов в видео-файл. В качестве физического движка в симуляторе используется библиотека Open Dynamic Library (ODE) [12], которая позволяет моделировать динамику твердых тел с различными видами сочленений. Преимуществом данной библиотеки является скорость, высокая стабильность интегрирования, а также встроенное обнаружение столкновений.

Модель хоботовидного манипулятора представлена в симуляторе в виде многосекционного «хобота», соединенного универсальным сочленением с массивной неподвижной платформой, реализованной в виде куба (рис. 1). Сам хобот представлен как последовательность пяти одинаковых прямоугольных блоков, связанных универсальными сочленениями с угловыми двигателями. Размеры блоков и позиции сочленений были подобраны таким образом, чтобы обеспечить достаточную для проведения экспериментов гибкость системы и область достижимости.

Система управления хоботовидным манипулятором

В данном эксперименте перед манипулятором была поставлена задача захватить цель, которая появляется в случайной позиции в пределах области достижимости хобота.

В качестве цели выступает сфера радиусом равным длине одного сегмента хобота. Цель считается захваченной, если конец хобота (последний сегмент) окажется внутри сферы. После захвата сфера-цель исчезает и появляется в новой случайной позиции. Таким образом, эксперимент может продолжаться непрерывно неограниченное время. Задачей системы управления является обнаружение таких правил управления движением хобота, которые бы обеспечивали захват цели в любой доступной для манипулятора позиции.

Для решения данной задачи была выбрана схема управления из пяти нейронов N_i , $i = 1, \dots, 5$, каждый из которых контролирует один сегмент хобота (рис. 2). Нейроны подают активирующие сигналы на угловые двигатели, вызывая тем самым изгиб хобота в соответствующих сочленениях. Поскольку в данной задаче цель может располагаться только на одном уровне, то все движения ограничены только горизонтальной плоскостью, что упрощает задачу.

Первый нейрон N_1 получает на свой вход бинарную информацию о том, по какую сторону относительно хобота располагается цель: справа или слева. Остальные нейроны N_i , $i = 2, \dots, 5$ получают на свой вход следующие сигналы: (1) информацию об угле сгиба между контроли-

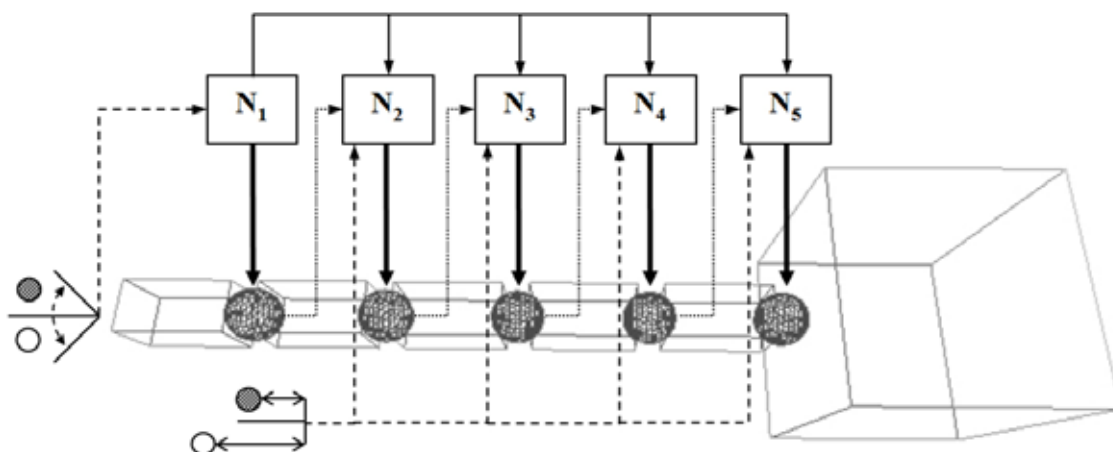


Рис. 2. Схема нейронного контура управления хоботовидным манипулятором

руемым и предыдущим сегментом; (2) сигнал от выхода предыдущего нейрона N_{i-1} в предшествующий момент времени; (3) бинарную информацию о положении цели по отношению к концу хобота и точки его крепления — результат сравнения расстояний от крепления до цели и от крепления до конца манипулятора. Таким образом, в данном эксперименте манипулятор фактически «слеп», т. е. не видит точное положение цели, а только «ощущает» ее: справа-слева и ближе-дальше.

Награда для системы управления рассчитывается по факту захвата цели манипулятором следующим образом. Пусть цель появилась в новой позиции в момент времени t_0 , а манипулятор захватил ее в момент времени t_1 . Тогда все действия с момента времени t_0 по момент времени t_1 получают награду в размере $r = 1 / (1 + (t_1 - t))$, где t — момент времени, для которого рассчитывается награда. Таким образом, наибольшую награду получают самые последние действия, приведшие к достижению цели, и чем глубже в прошлом от момента захвата произошло действие, тем меньшую награду оно получает.

При помощи 3D-симулятора были проведены эксперименты по обучению системы управления манипулятором захвату целей в любой позиции в пределах зоны досягаемости. Как показали результаты экспериментов, системе управления удается обнаружить эффективные правила, обеспечивающие стопроцентный захват целей в указанной зоне. На рисунке 3 приведены примеры траек-

торий движения уже обученного хобота при захвате цели. Примеры со второго по четвертый показывают, что система управления научилась делать специальные подготовительные движения, чтобы выйти на захват. В указанных примерах стартовый изгиб хобота направлен в сторону, противоположную цели, и для того, чтобы достичь цель, манипулятор делает волнообразное движение в другом направлении, в результате которого меняет изгиб тела на противоположное и затем успешно захватывает цель. Приведенные примеры являются демонстрацией того, что обнаруженные системой правила управления порождают достаточно сложное поведение, направленное на достижение цели.

Заключение

В данной работе описан подход к адаптивному управлению модульными системами с большим числом степеней свободы, основанный на совместном обучении управляющих модулей. Основными преимуществами предложенного подхода являются способность обучения в режиме реальной работы, основываясь только на опыте взаимодействия с окружающей средой, и высокая скорость обучения, которая достигается за счет эффективного использования свойств функциональной схожести модулей и алгоритма направленного поиска правил. Кроме того, предложенный подход достаточно хорошо масштабиру-

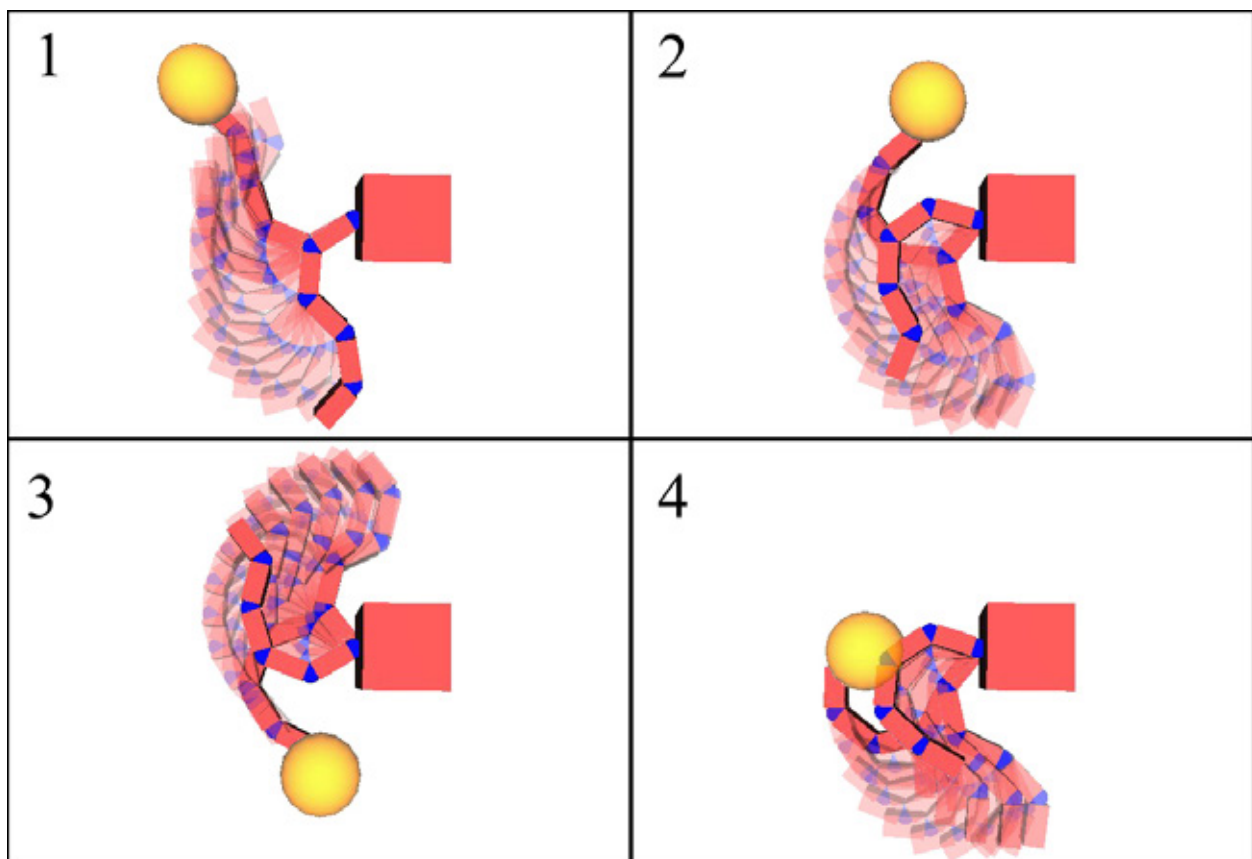


Рис. 3. Примеры траекторий движения манипулятора при захвате целей

ется относительно увеличения числа модулей. В частности, добавление новых звеньев в конструкцию манипулятора в проведенных экспериментах слабо влияет на эффективность обучения, поскольку не изменяет количество общих для модулей правил. Однако следует отметить, что эффективность подхода во многом зависит от количества схожих по функциям модулей в схеме робота. С уменьшением

доли схожих модулей преимущества от использования общих правил теряются.

Проведенные эксперименты с манипулятором подтвердили эффективность подхода и показали, что используя предложенные методы можно обучить систему управления выполнять поставленную задачу, задав только конечную цель и обучаясь методом проб и ошибок.

Литература:

1. Yim, M. H., Duff D. G., Roufas K. D. Modular reconfigurable robots, an approach to urban search and rescue // 1st International Workshop on Human Welfare Robotics Systems (HWRS2000). — 2000. — pp. 19–20.
2. Stoy, K., Brandt D., Christensen D. J. Self-Reconfigurable robots: an introduction // Intelligent robotics and autonomous agents series. — MIT Press, 2010. — 216 p.
3. Kamimura, A., Kurokawa H., Yoshida E., Tomita K., Murata S., Kokaji S. Automatic locomotion pattern generation for modular robots // Proceedings of 2003 IEEE International Conference on Robotics and Automation. — 2003. — pp. 714–720.
4. Ito, K., Matsuno F. Control of hyper-redundant robot using QDSEGA // Proceedings of the 41st SICE Annual Conference (2002). — 2002. — V. 3. — pp. 1499–1504.
5. Marbach, D., Ijspeert A. J. Co-evolution of configuration and control for homogenous modular robots // Proceedings of the eighth conference on Intelligent Autonomous Systems (IAS8). — IOS Press, 2004. — pp. 712–719.
6. Valsalam, V. K. Miikkulainen R. Modular neuroevolution for multilegged locomotion // In Proceedings of GECCO. — 2008. — pp. 265–272.
7. Mataric, M., Cliff D. Challenges in evolving controllers for physical robots // Robotics and Autonomous Systems. — October 1996. — 19 (1). — pp. 67–83.
8. Демин, А. В. Обучающаяся система управления движением для 3D модели многоногого робота // Молодой ученый. — 2015. — № 19 (99). — с. 74–78.
9. Демин, А. В. Обучение способам передвижения виртуальной модели змеевидного робота // Молодой ученый. — 2014. — № 19 (78) — с. 147–150.
10. Демин, А. В., Витяев Е. Е. Логическая модель адаптивной системы управления // Нейроинформатика. — 2008. — Т. 3. — № 1. — с. 79–107.
11. Витяев, Е. Е. Извлечение знаний из данных. Компьютерное познание. Модели когнитивных процессов. — Новосибирск: НГУ, 2006. — 293 с.
12. Smith, R. Open Dynamics Engine. — URL: <http://ode.org/>.

Типовые задания при изучении студентами тестирования программного обеспечения по принципу «белого ящика»

Полевщиков Иван Сергеевич, аспирант, ассистент
Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Одной из дисциплин, изучаемых студентами бакалавриата, обучающимися по направлению «Программная инженерия», является «Тестирование программного обеспечения». Актуальность этой дисциплины обусловлена тем, что тестирование представляет собой важнейшую составляющую поддержки качества программного обеспечения [1, 2].

В ходе выполнения ряда лабораторных работ студент должен научиться производить тестирование программного обеспечения различными способами, основанными на принципе «белого ящика». Следует отметить,

что при использовании «белого ящика» как одного из принципов тестирования, известна внутренняя структура программы, а исследуются внутренние элементы программы и связи между ними [1].

Приведем типовые задачи этих лабораторных работ, составленные на основе [1, 3].

В ходе выполнения лабораторной работы на тему «Тестирование базового пути» студент должен сначала написать два консольных приложения (по вариантам) на любом языке программирования (Pascal, Delphi, C++, C#, Java и т. п.) в соответствии с постановкой задач. Далее необ-

ходимо провести тестирование каждого консольного приложения способом тестирования базового пути согласно следующим шагам [1, 4]:

- 1) На основе текста программы формируется потоковый граф.
- 2) Определяется цикломатическая сложность потокового графа.
- 3) Определяется базовое множество независимых линейных путей.
- 4) Подготавливаются тестовые варианты, инициирующие выполнение каждого пути.
- 5) Реальные результаты каждого тестового варианта сравниваются с ожидаемыми результатами.

Примеры задач:

- 1) Даны две точки $A(x_1, y_1)$ и $B(x_2, y_2)$. Определить, какая из них находится ближе к началу координат. Учесть случай, что точки могут находиться одинаково близко к началу координат.
- 2) Даны два угла треугольника (в градусах). Определить, существует ли такой треугольник. Если да, то будет ли он прямоугольным.
- 3) Даны действительные числа x и y . Меньшее из этих двух чисел заменить их полусуммой, а большее — их удвоенным произведением. В случае, если числа равны, то производить замену не требуется.
- 4) Определить, делителем каких из чисел m , n , p является число a .
- 5) Даны три числа a , b , c . Проверить, будут ли они сторонами треугольника. Если да, то вычислить площадь этого треугольника.
- 6) Вычислить значение функции:

$$f(x) = \begin{cases} -6 & \text{при } x \leq 0 \\ x^3 & \text{при } 0 < x < 1 \\ -3x^2 & \text{при } x \geq 1 \end{cases}$$

- 7) Дано действительное число x и целое число n . Вычислить (учесть случай деления на 0, а также случай, когда введено $n \leq 0$):

$$\frac{(x-1)(x-3)(x-7)\dots(x-2^n+1)}{(x-2)(x-4)(x-8)\dots(x-2^n)}$$

- 8) Составить программу вычисления значений функции

$$f(x) = \cos\left(\frac{3}{x}\right) - 8 \text{ на отрезке } [-5; 4] \text{ с шагом } h.$$

Результат представить в виде таблицы, первый столбец которой — значения аргумента, второй — соответствующие значения функции. При вводе значения h проверить, чтобы данное значение было положительным (иначе вычисления не производить и выдать соответствующее сообщение). Учесть случай деления на 0.

- 9) Дана строка. Подсчитать в ней количество вхождений букв 'r', 'k' и 't'.

В ходе выполнения лабораторной работы на тему «Тестирование условий» студент должен сначала написать

консольное приложение (в соответствии с вариантом) на любом языке программирования (Pascal, Delphi, C++, C#, Java и т.п.) согласно постановке задачи. Далее необходимо провести тестирование консольного приложения способом тестирования ветвей и операций отношений согласно следующим шагам [1, 5, 6]:

- 1) Строится ограничение для каждого условия.
- 2) Выявляются ограничения результата по каждому простому условию.
- 3) Строится ограничивающее множество для каждого условия (с применением константных формул).
- 4) Для каждого элемента ограничивающих множеств разрабатывается тестовый вариант.
- 5) Реальные результаты каждого тестового варианта сравниваются с ожидаемыми результатами.

Примеры задач:

- 1) Пользователь вводит два числа, a и b . Необходимо вычислить и вывести на экран значение c по следующему принципу:
 - а) Если одновременно $a > 50$ и $b \geq 35$, тогда c вычисляется как $\sqrt{a^2 + b^2}$.
 - б) Иначе, если $a \geq 50$, то c вычисляется как произведение a и b .
 - в) Иначе c вычисляется как $a^2 - b^2$.
- 2) Пользователь вводит два числа, a и b . Необходимо вычислить и вывести на экран значение c по следующему принципу:
 - а) Если одновременно $a = 75$ и $b < 20$, тогда c вычисляется как среднее геометрическое модулей a и b .
 - б) Иначе, если $a \leq 75$, то c вычисляется как сумма a и b .
 - в) Иначе c вычисляется как $(a + b)^{\frac{1}{3}}$.

В ходе выполнения лабораторной работы на тему «Тестирование циклов» требуется написать для каждой из двух задач консольное приложение (в соответствии с вариантом) на любом языке программирования (Pascal, Delphi, C++, C#, Java и т.п.) согласно постановке задачи. Далее необходимо провести тестирование каждого консольного приложения способом тестирования циклов [1]:

- 1) Проанализировать конструкцию циклов и определиться с методикой тестирования.
- 2) Разработать тестовые варианты.
- 3) Реальные результаты каждого тестового варианта необходимо сравнить с ожидаемыми результатами.

Массив в каждой задаче должен быть организован как псевдодинамический, т.е. реализуемый следующим образом:

- 1) объявляется массив, состоящий из 5 элементов;
- 2) пользователь вводит реальное количество элементов массива;
- 3) дальнейшая работа с массивом ограничивается заданной пользователем размерностью (элементы массива генерируются случайным образом).

Примеры задач:

1) Вычислить и вывести на экран сумму и число положительных элементов прямоугольной матрицы, у которых индекс строки больше или равен индексу столбца.

2) Упорядочить по возрастанию элементы каждой строки прямоугольной матрицы. Измененную матрицу вывести на экран.

3) Дана прямоугольная матрица. Определить и вывести на экран количество элементов данной матрицы, которые больше суммы остальных элементов в своем столбце.

4) Найти наибольший и наименьший элементы прямоугольной матрицы и поменять их местами. Измененную матрицу вывести на экран.

5) Дана прямоугольная матрица. Найти в каждой строке матрицы максимальный и минимальный элементы и поменять их с первым и последним элементом строки соответственно. Измененную матрицу вывести на экран.

Решение студентом задач, аналогичных рассмотренным выше, помогает освоить алгоритмы тестирования программного обеспечения, основанные на принципе «белого ящика».

Литература:

1. Орлов, С. А., Цилькер Б. Я. Технологии разработки программного обеспечения: Учебник для вузов. 4-е изд. Стандарт третьего поколения. СПб.: Питер, 2012. 608 с.
2. Темичев, А. А., Файзрахманов Р. А. Аналитический обзор средств автоматизации тестирования производительности применительно к системам мониторинга // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. 2015. № 3 (15). с. 117–133.
3. Семакин, И. Г., Шестаков А. П. Лекции по программированию: Учебное пособие. Изд. 2-е, доп. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1998. 279 с.
4. Полевщиков, И. С. Разработка методического пособия на тему «Тестирование базового пути» (для студентов бакалавриата направления «Программная инженерия») // Педагогика и современность. 2013. № 4. с. 83–85.
5. Полевщиков, И. С., Байков В. С., Швецов М. Д. Разработка методического пособия на тему «Тестирование условий» (для студентов и магистрантов направления «Информатика и вычислительная техника») // Педагогика и современность. 2012. № 2. с. 84–90.
6. Селуков, Д. А., Полевщиков И. С. Автоматизация процесса тестирования программного обеспечения при использовании тестирования условий // Молодой ученый. 2015. № 23 (103). с. 63–67.

Особенности составления заданий для контроля знаний студентов по дисциплине «Тестирование программного обеспечения»

Полевщиков Иван Сергеевич, аспирант, ассистент
Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Задача, связанная с поиском подходов, обеспечивающих качественный контроль знаний студентов технического вуза в рамках освоения профессиональных компетенций, является весьма актуальной [1]. Рассмотрим особенности решения этой задачи на примере дисциплины «Тестирование программного обеспечения», изучаемой студентами направления «Программная инженерия».

По каждой лабораторной работе в соответствующем методическом пособии предусмотрен перечень заданий для самоконтроля. При проведении контрольных работ по соответствующим темам студентам будут предоставлены аналогичные задания. Приведем основные формы и примеры разработанных заданий для самоконтроля.

В *тестовых заданиях закрытой формы* студенты выбирают один наиболее правильный и полный вариант ответа из четырех предложенных. Преимуществами по-

добных заданий являются быстрота тестирования, простота подсчета итоговых баллов обучаемых, близость заданий данной формы к ежедневно решаемой человеком проблеме выбора [1–3].

Примеры заданий закрытой формы по теме «Тестирование базового пути» [4, 5]:

1) Тестирование базового пути основано на принципе, при котором ...

А. известна внутренняя структура программы, а исследуются внутренние элементы программы и связи между ними

Б. известна внутренняя структура программы, а исследуется работа каждой функции программы на всей области определения

В. известны функции программы, а исследуется работа каждой функции на всей области определения

Г. известны функции программы, а исследуются внутренние элементы программы и связи между ними

2) Составное условие программы отображается ...

- А. в несколько операторных узлов потокового графа
- Б. в несколько предикатных узлов потокового графа
- В. в один операторный узел потокового графа
- Г. в один предикатный узел потокового графа

3) Верхняя оценка количества тестов, которые гарантируют однократное выполнение всех операторов, равна ...

- А. количеству дуг потокового графа
- Б. цикломатической сложности потокового графа
- В. количеству предикатных узлов потокового графа
- Г. количеству операторных узлов потокового графа

Примеры заданий закрытой формы по теме «Тестирование условий» [4, 6]:

1) Тестирование ветвей и операций отношений — это способ тестирования, который основан на принципе ...

- А. «синего ящика»
- Б. «черного ящика»
- В. «желтого ящика»
- Г. «белого ящика»

2) Если a и b — булевы переменные, а E_1 и E_2 — арифметические выражения, то примером простого условия (с точки зрения терминологии, используемой при тестировании условий) является ...

- А. $(E_1 = E_2) \text{ or } (E_1 < E_2)$
- Б. $E_1 > E_2$
- В. $a \text{ and } b$
- Г. $a \text{ and } (E_1 = E_2)$

3) Если a и b — булевы переменные, а E_1 и E_2 — арифметические выражения, то примером выражения отношения (с точки зрения терминологии, используемой при тестировании условий) является ...

- А. a
- Б. $a \text{ and } b$
- В. $E_1 \geq E_2$
- Г. $(E_1 < E_2) \text{ or } (E_1 = E_2)$

4) Для условия типа $C_{\text{or}} = a \text{ or } b$ ограничивающее множество имеет вид ...

- А. $OM_{\text{or}} = \{(false, false), (false, true), (true, false)\}$
- Б. $OM_{\text{or}} = \{(false, true), (true, false), (true, true)\}$
- В. $OM_{\text{or}} = \{(false, false), (true, true)\}$
- Г. $OM_{\text{or}} = \{(false, true), (true, false)\}$

Примеры заданий закрытой формы по теме «Разбиение по эквивалентности и анализ граничных значений» [4, 7]:

1) Разбиение по эквивалентности — это способ тестирования, который основан на принципе ...

- А. «сиреневого ящика»

Литература:

1. Полевщиков, И.С. Методика контроля знаний студентов бакалавриата по дисциплине «Тестирование программного обеспечения» // Молодой ученый. 2015. № 18 (98). с. 18–20.

Б. «черного ящика»

В. «красного ящика»

Г. «белого ящика»

2) Если условие ввода задает диапазон 5...15, то допустимым классом эквивалентности является ...

- А. $\{x | x < 5\}$
- Б. $\{5...15\}$
- В. $\{y | y > 15\}$
- Г. $\{z | z \neq 5\}$

3) Если условие ввода задает конкретное значение 75, то недопустимым классом эквивалентности является ...

- А. $\{75\}$
- Б. $\{x | x < 75\}$
- В. $\{y | y \geq 75\}$
- Г. $\{z | z \leq 75\}$

Тестовые задания открытой формы требуют от обучаемого самостоятельно сформулировать ответ. Варианты ответа в таких заданиях не предусмотрены. По данной дисциплине используются только задачи, в которых ответом является какое-либо число, что исключает неоднозначность и облегчает компьютерную обработку [1].

Примеры заданий открытой формы по теме «Тестирование базового пути»:

1) Количество дуг, выходящих из предикатного узла потокового графа, равно ...

2) Количество узлов в потоковом графе равно 14, а количество дуг равно 15. Цикломатическая сложность потокового графа равна ...

3) Количество регионов потокового графа равно 6. Цикломатическая сложность потокового графа равна ...

4) Количество предикатных узлов в потоковом графе равно 7. Цикломатическая сложность потокового графа равна ...

Также могут быть предусмотрены задания, требующие развернутого решения. Примеры подобных заданий по теме «Тестирование условий» приведены в [1]. Важной задачей является увеличение количества заданий такой формы по всем темам.

Таким образом, были рассмотрены примеры различных видов заданий, предусмотренных при проведении контрольных работ по дисциплине «Тестирование программного обеспечения». По мере накопления опыта преподавания данной дисциплины методика контроля знаний будет совершенствоваться.

2. Файзрахманов, Р.А., Полевщиков И.С. Особенности моделирования и автоматизации процесса управления формированием знаний оператора перегрузочной машины в ходе обучения на тренажерном комплексе // Молодежь и XXI век — 2015: материалы V Международной молодежной научной конференции (26–27 февраля 2015 года), в 3-х томах, Том 2, Юго-Зап. гос. ун-т., ЗАО «Университетская книга», Курск, 2015, с. 140–144.
3. Файзрахманов, Р.А., Полевщиков И.С. Модели и алгоритмы автоматизированного управления формированием профессиональных знаний оператора перегрузочной машины // Фундаментальные исследования. 2015. № 6. с. 73–78.
4. Орлов, С.А., Цилькер Б.Я. Технологии разработки программного обеспечения: Учебник для вузов. 4-е изд. Стандарт третьего поколения. СПб.: Питер, 2012. 608 с.
5. Полевщиков, И.С. Разработка методического пособия на тему «Тестирование базового пути» (для студентов бакалавриата направления «Программная инженерия») // Педагогика и современность. 2013. № 4. с. 83–85.
6. Полевщиков, И.С., Байков В.С., Швецов М.Д. Разработка методического пособия на тему «Тестирование условий» (для студентов и магистрантов направления «Информатика и вычислительная техника») // Педагогика и современность. 2012. № 2. с. 84–90.
7. Полевщиков, И.С. Особенности разработки методического пособия на тему «Разбиение по эквивалентности и анализ граничных значений» (для студентов направлений «Информатика и вычислительная техника» и «Программная инженерия») // «Инновации в науке»: материалы XVIII международной заочной научно-практической конференции. Часть I. (25 марта 2013 г.); Новосибирск: Изд. «СибАК», 2013. с. 64–68.
- 8.

Особенности тестирования программного обеспечения с использованием диаграмм причин — следствий

Полевщиков Иван Сергеевич, аспирант, ассистент
Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Дисциплина «Тестирование программного обеспечения», изучаемая студентами бакалавриата по направлению «Программная инженерия», весьма актуальна, поскольку тестирование является важнейшей составляющей поддержки качества программного обеспечения [1–7].

В ходе одной из лабораторных работ в рамках этой дисциплины студент должен научиться производить тестирование программного обеспечения методом, основанным на построении диаграмм причин-следствий. Такие диаграммы используются для проектирования тестовых вариантов и обеспечивают формальную запись логических условий и соответствующих действий [1, 8].

Рассмотрим некоторые особенности разработанного методического пособия по данной теме. В разделе «Краткие теоретические сведения» методического пособия сначала представлена необходимая теория, посвященная данному способу тестирования.

Изначально разобраны основные шаги этого метода тестирования. Информация основана главным образом на работе [1], однако принципы подачи материала несколько усовершенствованы: изменена структура материала, а именно по каждому из шагов детально разобрана вся необходимая информация; использована единая система обозначений для записи базовых символов графов

причин и следствий. Далее приведем этот фрагмент методического пособия.

Диаграммы причинно-следственных связей используются для проектирования тестовых вариантов и обеспечивают формальную запись логических условий и соответствующих действий [1]. Данный способ является разновидностью тестирования «черного ящика». Используется автоматный подход к решению задачи.

На *первом шаге* способа тестирования, основанного на построении диаграмм причинно-следственных связей, для тестируемой программы (или отдельного тестируемого модуля) перечисляются **причины** (условия ввода или классы эквивалентности условий ввода) и **следствия** (действия или условия вывода). Каждой причине и следствию присваивается свой идентификатор.

На *втором шаге* данного способа тестирования разрабатывается **граф причинно-следственных связей**.

Изобразим базовые символы для записи графов причин и следствий [1]. Причины будем обозначать символами c_i , а следствия — символами e_j . Каждый узел графа может находиться в состоянии 0 (состояние отсутствует) или 1 (состояние присутствует).

Функция «**тождество**» (рис. 1) устанавливает, что если значение c_1 есть 1, то и значение e_1 есть 1. В противном случае значение e_1 есть 0.

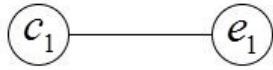


Рис. 1. Функция «тождество»

Функция «не» (рис. 2) устанавливает, что если значение c_1 есть 1, то значение e_1 есть 0. В противном случае значение e_1 есть 1.

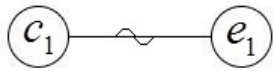


Рис. 2. Функция «не»

Функция «или» (рис. 3) устанавливает, что если c_1 или c_2 есть 1, то e_1 есть 1. В противном случае e_1 есть 0.

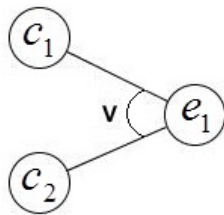


Рис. 3. Функция «или»

Функция «и» (рис. 4) устанавливает, что если и c_1 , и c_2 есть 1, то e_1 есть 1. В противном случае e_1 есть 0.

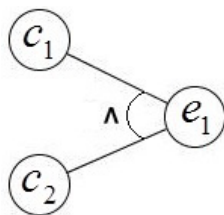


Рис. 4. Функция «и»

Часто определенные комбинации причин невозможны из-за синтаксических или внешних ограничений. Используются перечисленные ниже обозначения ограничений.

Ограничение «исключает» («Exclusive»), показанное на рис. 5, устанавливает, что E должно быть истинным, если причины нулевые, или только одна из причин — c_1 или c_2 — принимает значение 1 (c_1 и c_2 не могут принимать значение 1 одновременно).

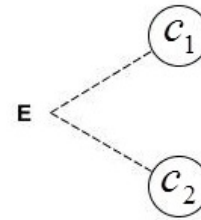


Рис. 5. Ограничение «исключает» («Exclusive»)

Ограничение «включает» («Inclusive»), показанное на рис. 6, устанавливает, что по крайней мере одна из величин c_1 , c_2 или c_3 всегда должна быть равной 1 (c_1 , c_2 и c_3 не могут принимать значение 0 одновременно).

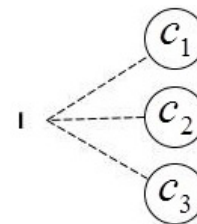


Рис. 6. Ограничение «включает» («Inclusive»)

Ограничение «одно и только одно» («Only one»), показанное на рис. 7, устанавливает, что одна и только одна из величин c_1 или c_2 должна быть равна 1.

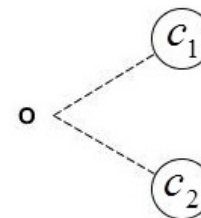


Рис. 7. Ограничение «одно и только одно» («Only one»)

Ограничение «требует» («Requires»), показанное на рис. 8, устанавливает, что если c_1 принимает значение 1, то и c_2 должна принимать значение 1 (нельзя, чтобы c_1 было равно 1, и при этом c_2 было равно 0).

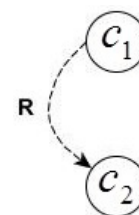


Рис. 8. Ограничение «требует» («Requires»)

Часто возникает необходимость в ограничениях для следствий.

Ограничение **«скрывает»** («Masks»), показанное рис. 9, устанавливает, что если следствие e_1 имеет значение 1, то следствие e_2 должно принять значение 0.

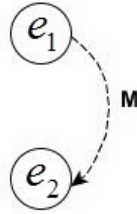


Рис. 9. Ограничение «скрывает» («Masks»)

На *третьем шаге* рассматриваемого способа тестирования граф преобразуется в **таблицу решений**.

Порядок генерации таблицы решений [1]:

- 1) Выбирается некоторое следствие, которое должно быть в состоянии «1».
- 2) Находятся все комбинации причин (с учетом ограничений), которые устанавливают это следствие в состо-

яние «1». Для этого из следствия прокладывается обратная трасса через граф.

3) Для каждой комбинации причин, приводящих следствие в состояние «1», строится один столбец.

4) Для каждой комбинации причин доопределяются состояния всех других следствий. Они помещаются в тот же столбец таблицы решений.

5) Действия 1–4 повторяются для всех следствий графа.

На *четвертом шаге* данного способа тестирования столбцы таблицы решений преобразуются в тестовые варианты.

Далее, для иллюстрации способа тестирования, в «Кратких теоретических сведениях» рассмотрен пример программы, выполняющей расчет оплаты за Интернет.

Таким образом, в разработанном методическом пособии в компактном виде изложена теория, посвященная основным понятиям и шагам тестирования программного обеспечения методом, основанным на построении диаграмм причин-следствий, снабженная достаточным количеством примеров. Изучив «Краткие теоретические сведения» методического пособия, студенты приступают к самостоятельному решению подобных задач.

Литература:

1. Орлов, С. А., Цилькер Б. Я. Технологии разработки программного обеспечения: Учебник для вузов. 4-е изд. Стандарт третьего поколения. СПб.: Питер, 2012. 608 с.
2. Файзрахманов, Р. А., Мурзакаев Р. Т., Брюханова А. А. Командная разработка и непрерывная интеграция в системах автоматизированного проектирования фигурного раскроя // Научное обозрение. 2015. № 1. с. 95–101.
3. Темичев, А. А., Файзрахманов Р. А. Аналитический обзор средств автоматизации тестирования производительности применительно к системам мониторинга // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. 2015. № 3 (15). с. 117–133.
4. Полевщиков, И. С., Байков В. С., Швецов М. Д. Разработка методического пособия на тему «Тестирование условий» (для студентов и магистрантов направления «Информатика и вычислительная техника») // Педагогика и современность. 2012. № 2. с. 84–90.
5. Полевщиков, И. С. Разработка методического пособия на тему «Тестирование базового пути» (для студентов бакалавриата направления «Программная инженерия») // Педагогика и современность. 2013. № 4. с. 83–85.
6. Селуков, Д. А., Полевщиков И. С. Автоматизация процесса тестирования программного обеспечения при использовании тестирования базового пути // Молодой ученый. 2015. № 23. с. 60–63.
7. Селуков, Д. А., Полевщиков И. С. Автоматизация процесса тестирования программного обеспечения при использовании тестирования условий // Молодой ученый. 2015. № 23. с. 63–67.
8. Полевщиков, И. С., Кондратович М. А., Селиванова О. И. Разработка методического пособия на тему «Способ диаграмм причин-следствий» (для студентов и магистрантов направления «Информатика и вычислительная техника») // Педагогика и современность. 2012. № 2. с. 79–84.

Методика выбора элементов пользовательского интерфейса программы с применением метода анализа иерархий (часть 1)

Полевщиков Иван Сергеевич, аспирант, ассистент
Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Метод анализа иерархий (МАИ) представляет собой математический инструмент в области принятия решений [1]. Данный метод нашел широкое применение благодаря такому отличительному преимуществу, как наличие простых и хорошо обоснованных правил в ходе принятия решения [2–4].

Алгоритм МАИ [4] можно представить в форме диаграммы деятельности языка UML (рис. 1).



Рис. 1. Алгоритм МАИ

Рассмотрим на примере предлагаемую методику выбора элементов пользовательского интерфейса программы с применением МАИ. Необходимо определить, какой из элементов управления для навигации наиболее удобен для пользователей и программистов веб-приложения ASP.NET [5].

Требуется произвести выбор из трех элементов управления:

Элемент управления SiteMapPath (рис. 2) — представляет собой панель, которая показывает путь от главной страницы к текущей.

Главная : Л.Н. Толстой : Война и мир

Рис. 2. Элемент управления SiteMapPath

Элемент управления TreeView (рис. 3) — показывает данные в виде дерева.

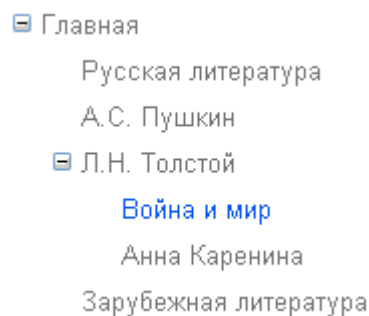


Рис. 3. Элемент управления TreeView

3) Элемент управления Menu (рис. 4) — используется для создания выпадающего меню.

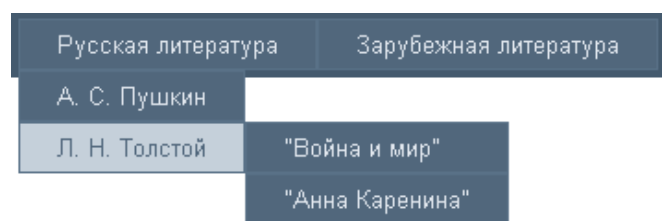


Рис. 4. Элемент управления Menu

На *первом этапе* использования метода осуществляется представление проблемы в виде иерархии.

Имеются три элемента управления:

- A_1 — элемент управления SiteMapPath;
- A_2 — элемент управления TreeView;
- A_3 — элемент управления Menu.

Они составляют третий — низший уровень иерархии.

Целями, по отношению к которым оцениваются элементы управления, являются:

- K_1 — удобный поиск информации на сайте;
- K_2 — понятная структура сайта;
- K_3 — простое создание элемента управления;
- K_4 — понятный и красивый внешний вид;
- K_5 — удобное программирование элемента управления.

Цели составляют второй уровень иерархии.

Построенная иерархия представлена на рис. 5.

На *втором этапе* устанавливаются приоритеты критериев и производится оценка каждой из альтернатив по критериям.

Составим матрицу для попарного сравнения критериев на втором уровне по отношению к общей цели, расположенной на первом уровне (табл. 1) и матрицы для парных сравнений каждой альтернативы на третьем уровне по отношению к критериям второго уровня (табл. 2–6).

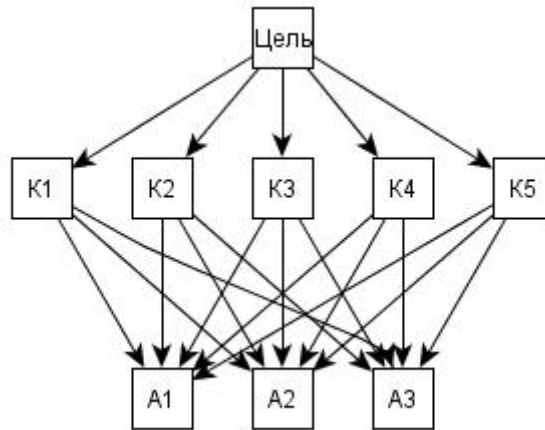


Рис. 5. Построенная иерархия

Таблица 1. Матрица попарного сравнения критериев

Цель	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5
K_1	1	3	5	5	7
K_2	1/3	1	5	5	7
K_3	1/5	1/5	1	1/3	3
K_4	1/5	1/5	3	1	7
K_5	1/7	1/7	1/3	1/7	1

Таблица 2. Матрица попарного сравнения альтернатив по отношению к K_1

K_1	A_1	A_2	A_3
A_1	1	1/5	1/7
A_2	5	1	1/3
A_3	7	3	1

Таблица 4. Матрица попарного сравнения альтернатив по отношению к K_3

K_3	A_1	A_2	A_3
A_1	1	1/3	1/3
A_2	3	1	1
A_3	3	1	1

Таблица 3. Матрица попарного сравнения альтернатив по отношению к K_2

K_2	A_1	A_2	A_3
A_1	1	3	3
A_2	1/3	1	1
A_3	1/3	1	1

Таблица 5. Матрица попарного сравнения альтернатив по отношению к K_4

K_4	A_1	A_2	A_3
A_1	1	1/3	1/5
A_2	3	1	1/3
A_3	5	3	1

Таблица 6. Матрица попарного сравнения альтернатив по отношению к K_5

K_5	A_1	A_2	A_3
A_1	1	1/3	1
A_2	3	1	3
A_3	1	1/3	1

Продолжение данного исследования будет рассмотрено в следующей статье.

Литература:

1. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий: пер. с англ. М.: Радио и связь, 1993. 278 с.
2. Борисов, Е. С., Полевщиков И. С. Методика анализа и выбора технологии построения подсистемы как части сложной автоматизированной системы (на примере SAP ERP) // Инженерный вестник Дона. 2015. № 3. URL: ivdon.ru/gu/magazine/archive/n3y2015/3251.
3. Файзрахманов, Р. А., Мехоношин А. С., Бакунов Р. Р., Федоров А. Б., Бикметов Р. Р. Особенности разработки и реализации мобильных пультов тренажерного комплекса оператора портального крана // Инженерный вестник Дона. 2012. № 4–1. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4t1y2012/1267.
4. Файзрахманов, Р. А., Полевщиков И. С., Модышева А. С. Особенности комплексной автоматической оценки качества выполнения упражнений на компьютерном тренажере оператора производственно-технологической системы // Инженерный вестник Дона. 2014. № 4. URL: ivdon.ru/gu/magazine/archive/n4y2014/2707.
5. Полевщиков, И. С., Файзрахманов Р. А., Ноткин А. М. Особенности навигации в веб-приложениях ASP. NET // Актуальные проблемы науки: сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. 30 мая 2011 г.: в 4 частях. Часть 3; М-во обр. и науки РФ. Тамбов: ТРОО «Бизнес-Наука-Общество», 2011. с. 109–111.

Методика выбора элементов пользовательского интерфейса программы с применением метода анализа иерархий (часть 2)

Полевщиков Иван Сергеевич, аспирант, ассистент
Пермский национальный исследовательский политехнический университет

В предыдущей части исследования было начато рассмотрение предлагаемой методики выбора элементов пользовательского интерфейса программы с применением метода анализа иерархий (МАИ) [1–3] на примере веб-приложения ASP. NET [4, 5]. Продолжим рассмотрение следующих этапов МАИ.

На *третьем этапе* выполняется синтез приоритетов.

Для матрицы попарного сравнения критериев размерность равна $n = 5$.

Находим геометрическое среднее каждой строки матрицы:

$$\omega_1 = \sqrt[5]{a_{11} \cdot a_{12} \cdot a_{13} \cdot a_{14} \cdot a_{15}} = \sqrt[5]{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 7} = \sqrt[5]{525} \approx 3,5$$

$$\omega_2 = \sqrt[5]{a_{21} \cdot a_{22} \cdot a_{23} \cdot a_{24} \cdot a_{25}} = \sqrt[5]{\frac{1}{3} \cdot 1 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 7} = \sqrt[5]{58,333} \approx 2,255$$

$$\omega_3 = \sqrt[5]{a_{31} \cdot a_{32} \cdot a_{33} \cdot a_{34} \cdot a_{35}} = \sqrt[5]{\frac{1}{5} \cdot \frac{1}{5} \cdot 1 \cdot \frac{1}{3} \cdot 3} = \sqrt[5]{0,04} \approx 0,525$$

$$\omega_4 = \sqrt[5]{a_{41} \cdot a_{42} \cdot a_{43} \cdot a_{44} \cdot a_{45}} = \sqrt[5]{\frac{1}{5} \cdot \frac{1}{5} \cdot 3 \cdot 1 \cdot 7} = \sqrt[5]{0,84} \approx 0,966$$

$$\omega_5 = \sqrt[5]{a_{51} \cdot a_{52} \cdot a_{53} \cdot a_{54} \cdot a_{55}} = \sqrt[5]{\frac{1}{7} \cdot \frac{1}{7} \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{7} \cdot 1} = \sqrt[5]{0,0009719} \approx 0,25$$

Нормирующий коэффициент равен:

$$r = \omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \omega_4 + \omega_5 = 3,5 + 2,255 + 0,525 + 0,966 + 0,25 = 7,496$$

А вектор приоритетов:

$$q_{21} = \frac{\omega_1}{r} = \frac{3,5}{7,496} \approx 0,467$$

$$q_{22} = \frac{\omega_2}{r} = \frac{2,255}{7,496} \approx 0,301$$

для критерия K_2 : ОС = 0;

$$q_{23} = \frac{\omega_3}{r} = \frac{0,525}{7,496} \approx 0,07$$

$$q_{24} = \frac{\omega_4}{r} = \frac{0,966}{7,496} \approx 0,129$$

$$q_{25} = \frac{\omega_5}{r} = \frac{0,25}{7,496} \approx 0,033$$

Добавим получившийся вектор в таблицу, соответствующую матрице попарного сравнения критериев. Результат представлен в табл. 1.

Таблица 1. Матрица попарного сравнения критериев

Цель	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	q_2
K_1	1	3	5	5	7	0,467
K_2	1/3	1	5	5	7	0,301
K_3	1/5	1/5	1	1/3	3	0,07
K_4	1/5	1/5	3	1	7	0,129
K_5	1/7	1/7	1/3	1/7	1	0,033

Подобную процедуру проделываем для всех остальных матриц парных сравнений. Результат представлен в табл. 2–6.

Таблица 2. Матрица попарного сравнения альтернатив по отношению к K_1

K_1	A_1	A_2	A_3	q_{31}
A_1	1	1/5	1/7	0,072
A_2	5	1	1/3	0,279
A_3	7	3	1	0,649

Таблица 3. Матрица попарного сравнения альтернатив по отношению к K_2

K_2	A_1	A_2	A_3	q_{32}
A_1	1	3	3	0,6
A_2	1/3	1	1	0,2
A_3	1/3	1	1	0,2

Таблица 4. Матрица попарного сравнения альтернатив по отношению к K_3

K_3	A_1	A_2	A_3	q_{33}
A_1	1	1/3	1/3	0,142
A_2	3	1	1	0,429
A_3	3	1	1	0,429

Таблица 5. Матрица попарного сравнения альтернатив по отношению к K_4

K_4	A_1	A_2	A_3	q_{34}
A_1	1	1/3	1/5	0,105
A_2	3	1	1/3	0,258
A_3	5	3	1	0,637

Таблица 6. Матрица попарного сравнения альтернатив по отношению к K_5

K_5	A_1	A_2	A_3	q_{35}
A_1	1	1/3	1	0,2
A_2	3	1	3	0,6
A_3	1	1/3	1	0,2

На четвертом этапе определяется согласованность локальных приоритетов.

Вычислим отношение согласованности ОС для табл. 1.

Определяется сумма каждого j -го столбца матрицы:

$$s_1 = 1 + 1/3 + 1/5 + 1/5 + 1/7 = 1,876;$$

$$s_2 = 3 + 1 + 1/5 + 1/5 + 1/7 = 4,543;$$

$$s_3 = 5 + 5 + 1 + 3 + 1/3 = 14,333;$$

$$s_4 = 5 + 5 + 1/3 + 1 + 1/7 = 11,476;$$

$$s_5 = 7 + 7 + 3 + 7 + 1 = 25.$$

Затем полученный результат умножается на j -ю компоненту нормализованного вектора приоритетов q_2 :

$$p_1 = s_1 \cdot q_{21} = 1,876 \cdot 0,467 = 0,876;$$

$$p_2 = s_2 \cdot q_{22} = 4,543 \cdot 0,301 = 1,367;$$

$$p_3 = s_3 \cdot q_{23} = 14,333 \cdot 0,07 = 1,003;$$

$$p_4 = s_4 \cdot q_{24} = 11,476 \cdot 0,129 = 1,48;$$

$$p_5 = s_5 \cdot q_{25} = 25 \cdot 0,033 = 0,825.$$

Сумма чисел p_j отражает пропорциональность предпочтений, чем ближе эта величина к n (числу объектов и видов действия в матрице парных сравнений), тем более согласованы суждения:

$$\lambda_{max} = p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 = 0,876 + 1,367 + 1,003 + 1,48 + 0,825 = 5,551.$$

Отклонение от согласованности выражается индексом согласованности:

$$ИС = (\lambda_{max} - n) / (n - 1) = (5,551 - 5) / (5 - 1) = 0,138.$$

Отношение индекса согласованности ИС к среднему значению случайного индекса согласованности СИ называется отношением согласованности ОС:

$$ОС = ИС / СИ = 0,138 / 1,12 = 0,12.$$

Аналогично, вычислим отношение согласованности для табл. 2–6. Результат:

– для критерия K_1 : $ОС = 0,056$;

– для критерия K_2 : $ОС = 0$;

– для критерия K_3 : $ОС = 0$;

– для критерия K_4 : $ОС = 0,033$;

– для критерия K_5 : $ОС = 0$.

Значение ОС меньше или равное 0,10 считается приемлемым. Для матрицы попарного сравнения критериев значение ОС лишь немного больше приемлемого, а для матриц попарного сравнения альтернатив является приемлемым.

На пятом этапе, называемом синтезом альтернатив, вычисляются приоритеты альтернатив:

$$q_1 = q_{311} \cdot q_{21} + q_{321} \cdot q_{22} + q_{331} \cdot q_{23} + q_{341} \cdot q_{24} + q_{351} \cdot q_{25} = 0,072 \cdot 0,467 + 0,6 \cdot 0,301 + 0,142 \cdot 0,07 + 0,105 \cdot 0,129 + 0,2 \cdot 0,033 = 0,244;$$

$$q_2 = q_{312} \cdot q_{21} + q_{322} \cdot q_{22} + q_{332} \cdot q_{23} + q_{342} \cdot q_{24} + q_{352} \cdot q_{25} = 0,279 \cdot 0,467 + 0,2 \cdot 0,301 + 0,429 \cdot 0,07 + 0,258 \cdot 0,129 + 0,6 \cdot 0,033 = 0,274;$$

$$q_3 = q_{313} \cdot q_{21} + q_{323} \cdot q_{22} + q_{333} \cdot q_{23} + q_{343} \cdot q_{24} + q_{353} \cdot q_{25} = 0,649 \cdot 0,467 + 0,2 \cdot 0,301 + 0,429 \cdot 0,07 + 0,637 \cdot 0,129 + 0,2 \cdot 0,033 = 0,482.$$

Таким образом, приоритет альтернативы A_3 наибольший, поэтому элемент управления Мени наиболее удобен для пользователей и программистов применительно к рассматриваемому примеру.

Показанный простой пример отражает лишь основные принципы применения методики выбора элементов пользовательского интерфейса на основе МАИ. При выполнении реальных проектов выбор альтернатив, критериев, а также значения матриц попарного сравнения зависят от постановки решаемой задачи, опыта программиста и т. п.

Литература:

1. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий: пер. с англ. М.: Радио и связь, 1993. 278 с.

2. Борисов, Е. С., Полевщиков И. С. Методика анализа и выбора технологии построения подсистемы как части сложной автоматизированной системы (на примере SAP ERP) // Инженерный вестник Дона. 2015. № 3. URL: ivdon.ru/gu/magazine/archive/n3y2015/3251.
3. Файзрахманов, Р. А., Полевщиков И. С., Модышева А. С. Особенности комплексной автоматической оценки качества выполнения упражнений на компьютерном тренажере оператора производственно-технологической системы // Инженерный вестник Дона. 2014. № 4. URL: ivdon.ru/gu/magazine/archive/n4y2014/2707.
4. Полевщиков, И. С., Ноткин А. М. Применение технологии ASP. NET в веб-программировании // Автоматизированные системы управления и информационные технологии. Материалы краевой научно-технической конференции (г. Пермь, 13 мая 2010 г.). Пермь: Издательство Пермского государственного технического университета, 2010. с. 251–256.
5. Полевщиков, И. С., Ноткин А. М. Работа с базами данных в технологии ASP. NET // Инновационные технологии: теория, инструменты, практика (Innotech 2010). Материалы II Международной интернет-конференции молодых ученых, аспирантов, студентов (1 ноября — 1 декабря 2010 г.). Пермь: Издательство Пермского государственного технического университета, 2011. с. 81–88.

Оптимальный алгоритм взаимодействия информационного ресурса с мобильными приложениями

Рахимов Бобур Камолович, магистрант

Ташкентский университет информационных технологий, Самаркандский филиал (Узбекистан)

В статье рассматривается алгоритм взаимодействия информационного ресурса с мобильными приложениями и делается вывод о том, что внедрение и развитие информационных технологий позволят эффективно использовать финансовые, человеческие и материальные ресурсы предприятий.

Ключевые слова: информационные технологии, мобильные приложения

Современную жизнь невозможно представить без интернета. Как справедливо отмечает Веревченко А. П., «не один бизнес не может эффективно осуществлять деятельность вне интернета» [1, с. 56].

Однако перед предпринимателями встает вопрос: каким должно быть их присутствие в сети? Можно ли обойтись web-сайтом или же создать продвинутое web-приложение? Сделать ли свой ресурс мобильным, то есть адаптировать его для просмотра на мобильном устройстве? Или же пойти еще дальше и разработать полноценное мобильное приложение для многочисленных пользователей планшетов и смартфонов? От ответов на эти вопросы во многом зависят охват аудитории и эффективность финансовых вложений компании в интернет разработку.

Под web-сайтом будем понимать ресурс, работающий исключительно с помощью браузера, установленном на компьютере.

Под мобильным web-сайтом понимается тот же веб-сайт, только адаптированный для просмотра на смартфонах и планшетах, и других мобильных устройствах.

Как указывает Попов В., «если интернет ресурс исключительно информативный, и связь между его страницами осуществляется только через гиперссылки, то речь идет об обычном веб-сайте. Если сайт подразумевает активное взаимодействие с пользователем через интерак-

тивные компоненты с использованием JavaScript и HTML 5, тогда речь идет о web-приложении» [2, с. 89].

Мобильное приложение существенно отличается от описанных выше видов web-разработки, так как функционирует независимо от браузера. Такая программа специально разрабатывается для работы на различных платформах (IOS, Android, Windows Phone). В некоторых случаях мобильное приложение связывается с браузером, который в основном используется для показа содержимого интернет страницы.

Информационный ресурс (интернет), существенно уступает мобильному приложению с точки зрения быстродействия. Браузеры мобильных устройств пока не могут порадовать высокой производительностью, кроме того, web-разработчики используют не самые оптимизированные версии библиотек (плохая реализация этих библиотек никак не сказывается на «больших» браузерах, поэтому с этим там можно смириться). Однако и приложение не всегда может радовать хорошим быстродействием — излишняя анимация, сложный интерфейс значительно снижают «отклик». Кроме того, для сложной графики и анимации приходится использовать языки более низкого уровня, разрабатывать или покупать отдельные специализированные библиотеки.

В приложении существенно больше возможностей для доступа к устройству. Однако выше упоминался уже

третий вариант, когда компонент браузера внедряется в приложение и в этом случае такая разница нивелируется. Кроме того, постоянно растет уровень предоставления доступа к возможностям устройства из браузера через расширяющийся набор API.

Интернет-ресурс запускается из браузера, поэтому требует постоянного соединения с интернетом. Это не имеет значения, если проект реализуется исключительно как онлайн-овый. Однако даже в этом случае из-за особенностей мобильного доступа в Интернет переход между частями приложения (навигация) связана с неприятными для пользователя задержками. Возможно, использование API для хранения локальных данных решат эту проблему, но пока примеров такого применения найти не удалось. Мобильные приложения могут осуществлять работу без подключения, выполняя кеширование и обновление данных, если требуется, при появлении соединения.

Если говорить о сайтах, то сегодня мало кто отдает предпочтение чисто информационным ресурсам [3, с. 176]. Несмотря на более высокую стоимость, компании заказывают разработку интерактивных сайтов или web-приложений и чаще всего адаптированных под мобильные устройства.

Последнее время, на фоне значительного роста пользователей мобильных устройств, в дополнение к действующим мобильным сайтам, фирмы заказывают разработку мобильных приложений. Мобильные приложения эффективны для кинотеатров и других развлекательных заведений, предприятий общественного питания, салонов красоты и фитнес-центров. Такие программы являются эффективным инструментом управления репутацией компании: позволяют оповещать клиентов о новых продуктах, скидках, выгодных предложениях. Клиентам такие утилиты экономят время, позволяя осуществлять бронирование услуг и оплачивать заказы онлайн.

Для максимального охвата аудитории, рекомендуется разрабатывать кросс-платформенные мобильные приложения. Такие утилиты создаются на одном коде и могут одинаково хорошо работать на IOS и Android устройствах.

Программы, которые написаны специально для операционной системы смартфона или коммуникатора, являются полноценными скомпилированными в двоичный код последовательностями низкоуровневых микропроцессорных команд. А в силу того, что во всех смартфонах и коммуникаторах установлены более мощные процессоры, чем в мобильных телефонах, возможности программиста по созданию таких приложений практически не ограничены.

Как отмечает Герасевич В., «специализированные приложения функциональнее, они более рационально используют ресурсы процессора, чем J2ME-программы, основанные на множестве Java-платформ, предназначенных для работы в устройствах с ограниченными ресурсами (ограниченная вычислительная мощность, ограниченный объем памяти, малый размер дисплея, питание от портативной батареи, а также низкоскоростные и недостаточно

надежные коммуникационные возможности). Поэтому смартфоны пользуются популярностью среди разработчиков программного обеспечения и энтузиастов» [4, с. 121].

Независимо от того, для какого устройства используется та или иная программа, мобильные приложения можно подразделить на платные и бесплатные.

Бесплатные приложения, как правило, представляют собой достаточно простое программное обеспечение с ограниченным набором возможностей. Бесплатный софт зачастую предназначен для решения конкретной задачи (например, просмотр электронной почты). На наш взгляд, бесплатные приложения в большинстве случаев используются владельцами телефонов непродолжительное время. Одна из причин такого поведения пользователей обусловлена тем, что работать сразу с несколькими открытыми приложениями неудобно. Во-первых, это влияет на производительность, а значит и на продолжительность работы аккумулятора устройства. Во-вторых, пользователь просто может раздражать постоянный переход между программами (особенно на аппаратах с сенсорным экраном) и связанная с этим потеря времени.

Что же касается платных мобильных приложений, то они, наоборот, предлагают пользователю расширенные функциональные возможности для каждого отдельного программного продукта. Например, альтернативный пользовательский интерфейс SPB Mobile Shell для коммуникаторов на базе Windows Mobile предлагает пользователю несколько вариантов управления устройством и его программным обеспечением с помощью одного приложения. Кроме того, разработчики платного мобильного софта, как правило, предлагают возможность обновления программного обеспечения.

Все мобильные приложения, на наш взгляд, можно подразделить на развлекательные, коммуникационные, навигационные, справочные и прикладные приложения. К развлекательным приложениям можно отнести проигрыватели аудио- и видеофайлов, игры. Коммуникационные приложения отвечают за общение пользователя по телефону и SMS, его контакты в электронной почте, социальных сетях. К навигационным программам относятся приложения, работающие с системой GPS, электронными картами и географическими координатами. К справочному ПО можно отнести базы данных с возможностью поиска. К прикладным приложениям можно отнести органайзеры, калькулятор, программы для работы с графикой и текстом и т. п.

Развитие мобильного интернета, безусловно, породило и интернет-угрозы [5, с. 187]. Чтобы предотвратить «заражение» мобильными вирусами, необходимо узнать как можно больше информации о том приложении, которое пользователь собирается скачать. Для этого можно воспользоваться интернетом, как правило, на различных специализированных форумах имеется информация о вредоносном программном обеспечении. Кроме того, можно попробовать связаться с представителями той площадки,

откуда планируется скачать программу. В конце концов, можно обратиться к разработчикам антивирусного программного обеспечения.

Кроме независимых интернет-площадок для распространения мобильных приложений, собственные подобные ресурсы создают ведущие производители сотовых телефонов, смартфонов и коммуникаторов. Некоторые из них уже имеют или планируют в ближайшем будущем открыть собственную площадку по продаже мобильных приложений. Такие специализированные порталы по распространению мобильного программного обеспечения уже имеют производитель телефонов iPhone — компания Apple (App Store), компания Nokia Corporation (OVi), производитель смартфонов Blackberry — компания RIM (BlackBerry App World и Application Center), компания Google (Android Market), компания Sony Ericsson (PlayNow arena) и ряд других. Помимо самих приложений, эти онлайн-ресурсы продают также разнообразный мобильный контент (музыку, видео, картинки, электронные книги и т.д.).

Литература:

1. Вереженко, А.П. Информационные ресурсы для принятия решений. — М.: Академический Проект; Екатеринбург: Деловая книга, 2014.
2. Попов, В. Практикум по Интернет-технологиям. — СПб: Питер, 2015.
3. Иванов, И.В. Информационные ресурсы. — М., 2015.
4. Герасевич, В. Интернет-технологии нового поколения. — СПб., 2014.
5. Гаевский, А.Ю. Основы работы в Интернете. — СПб., 2015.

Производители мобильных телефонов, смартфонов и коммуникаторов и создатели операционных систем, а также операторы сотовой связи выпускают программные инструменты для создания мобильных приложений. Они предлагаются на основе как открытого, так и закрытого программного обеспечения и зачастую предназначены для написания приложений для конкретной операционной системы, что часто означает — для конкретной модели мобильного устройства.

Выводы

В качестве вывода отметим следующее, если планируется онлайн работа предприятия, как основной вариант взаимодействия с пользователем — то, безусловно, надо начинать с сайта, который может охватывать не только мобильных клиентов, но и пользователей стационарных компьютеров.

Если же проект предусматривает больше оффлайн работу и нацелен в большинстве случаев на мобильных пользователей, то стоит отдать предпочтение мобильным приложениям.

Шифрование и криптоанализ

Степанов Петр Петрович, студент
Дальневосточный федеральный университет

В статье рассматриваются основные понятия и подходы, связанные с шифрованием данных и криптоанализом. Рассмотрены атаки на криптографические алгоритмы.

Ключевые слова: шифрование, криптоанализ.

1. Атаки.

Перехват и прослушивание передаваемых по сети данных называется пассивной атакой, т.к. атакующий не воздействует на протокол, алгоритм, ключ, само сообщение, какие-либо части системы шифрования. Пассивную атаку очень сложно обнаружить, в большинстве случаев проще попытаться предотвратить ее, чем выявить и остановить.

Активными атаками является изменение сообщений, изменение системных файлов, попытки выдать себя за другого человека. При выполнении активных атак атакующий что-то реально делает, а не просто собирает данные. Пассивные атаки обычно используются для сбора

информации перед проведением активной атаки, которые можно разделить на несколько видов:

1) Атака «Только шифротекст».

При выполнении атаки этого типа, атакующий имеет шифротекст нескольких сообщений. Каждое из сообщений зашифровано одним и тем же алгоритмом. Целью атакующего является вскрытие ключа, использованного в процессе шифрования. Если атакующий сможет вскрыть ключ, он сможет расшифровать все остальные сообщения, зашифрованные на том же ключе.

Атака «только шифротекст» (cipher-only attack) — это самый распространенный тип активных атак, поскольку получить шифротекст достаточно просто, например, прослушивая чей-то сетевой трафик. Однако это сложнейшая

атака, в которой крайне сложно добиться успеха, поскольку атакующий имеет слишком мало информации о процессе шифрования.

2) Атака «Известный открытый текст»

При выполнении атаки типа «известный открытый текст» (known-plaintext attack), у атакующего есть открытый текст и соответствующий ему шифротекст одного или нескольких сообщений. Целью также является вскрытие ключа, использованного при шифровании этих сообщений, чтобы расшифровать и прочесть другие сообщения.

Обычно сообщения начинаются и заканчиваются одним и тем же текстом. Например, атакующий может узнать, что большинство сообщений сотрудников компании начинается с определенного приветствия и заканчивается подписью, в которую входит имя сотрудника, должность и контактная информация. Таким образом, атакующий имеет некоторый объем открытого текста (одинаковые данные в каждом сообщении) и может перехватить зашифрованное сообщение и извлечь из него шифротекст. Это позволит вскрыть несколько частей этой головоломки, а для завершения атаки нужно будет провести обратный инжиниринг, частотный анализ или брутфорс-атаку. Атаки типа «известный открытый текст» использовались США против Германии и Японии во Второй Мировой войне.

3) Атака «Выбранный открытый текст»

При выполнении атаки типа «выбранный открытый текст» (chosen-plaintext attack), у атакующего также есть открытый текст и соответствующий ему шифротекст, но он имеет возможность самостоятельно выбирать открытый текст и получать его в зашифрованном виде. Это дает атакующему дополнительные возможности для более глубокого изучения механизмов работы процесса шифрования, а также для сбора большего объема информации об используемом ключе. Если ему удастся вскрыть ключ, он сможет расшифровать другие сообщения, зашифрованные на этом ключе.

Как это делается? Например, атакующий может подготовить специальное сообщение, которое заставит получателя переслать его кому-то еще. Атакующий отправляет это сообщение пользователю, тот пересылает его своему коллеге, а почтовая программа на его компьютере автоматически зашифровывает сообщение перед отправкой. После этого атакующий перехватывает трафик пользователя и получает копию шифротекста к написанному им самим открытому тексту.

4) Атака «Выбранный шифротекст»

При выполнении атаки типа «выбранный шифротекст» (chosen-ciphertext attack), атакующий может выбирать шифротекст для расшифрования и имеет доступ к получаемому в результате открытому тексту. Целью опять же является вскрытие ключа. Это более сложная атака по сравнению с предыдущей. Для ее реализации атакующему может потребоваться контроль над системой, содержащей криптосистему.

2. Открытые и секретные алгоритмы

В настоящее время в мире в основном используются хорошо известные и понятные криптографические алгоритмы, а не секретные. Криптографы знают, насколько стойким и хорошо спроектированным должен быть алгоритм, представляемый на суд общественности. Тысячи умов лучше, чем пять, и часто это помогает найти в алгоритме проблемы, которые не заметили разработчики. Именно поэтому различные производители и компании устраивают соревнования по взлому их кодов и процессов шифрования. Если кому-то удастся их взломать, разработчики возвращаются к чертежной доске и усиливают ту или иную часть алгоритма.

Однако не все алгоритмы сделаны общедоступными, например, некоторые алгоритмы, разработанные Агентством национальной безопасности США, являются секретными. Поскольку уровень критичности данных, с которыми работают шифры АНБ, настолько велик, они хотят максимально сохранить процесс в секрете. АНБ не проводит публичных тестов и исследований своих алгоритмов, однако это не говорит о слабости алгоритмов АНБ. Эти алгоритмы разрабатываются, исследуются и тестируются лучшими криптографами, имеющими очень высокую квалификацию.

2.1. Дифференциальный криптоанализ

Целью атаки этого типа также является вскрытие ключа, использованного при шифровании. Эта атака анализирует пары шифротекста, созданного при зашифровании пар открытого текста с определенными различиями, и анализирует их воздействие и результат, получаемый в результате этих различий. Первая такая атака была проведена в 1990 году против алгоритма DES. В дальнейшем она эффективно и успешно применялась для взлома DES и других блочных алгоритмов.

Атакующий берет два сообщения в виде открытого текста и следит за изменениями, которые происходят с блоками при их прохождении через различные S-боксы. (Каждое сообщение зашифровывается на одном и том же ключе). Выявленные расхождения в значениях получаемого в результате шифротекста используются в качестве карты вероятных значений для различных возможных значений ключа. Атакующий выполняет этот процесс для максимально возможного набора различных сообщений и определяет вероятные значения ключа. Постепенно ключ проявляется, и это с высокой вероятностью будет именно тот ключ, который использовался в процессе шифрования. Поскольку атакующий для атаки выбирает сообщения в виде открытого текста, это является атакой с «выбранным открытым текстом».

2.2. Линейный криптоанализ

Линейный криптоанализ является другим вариантом атаки, направленной на выявление наиболее вероятного значения ключа, использованного в процессе шифрования блочным алгоритмом. Атакующий выполняет атаку

«известный открытый текст» на несколько различных сообщений, зашифрованных на одном и том же ключе. Чем больше сообщений потенциально может использовать атакующий для этой атаки, тем вероятность нахождения правильного ключа.

Атакующий анализирует входящие и исходящие значения для каждого S-блока. Он анализирует вероятность того, что определенные входящие значения дают в результате определенную комбинацию. Выявление таких результирующих комбинаций позволяет ему оценивать вероятность для различных значений ключа, пока он не найдет повторяющийся шаблон, имеющий высокую вероятность.

3. Атаки с использованием побочных каналов.

Все рассмотренные ранее атаки, основаны в первую очередь на математических аспектах криптографии. Использование открытого текста и шифротекста, а также применение мощных математических инструментов, направлено на вскрытие ключа, использованного в процессе шифрования.

Но существуют и другие методы. Предположим, мы видим какое-то животное, похожее на утку. Оно ходит как утка, издает звуки как утка, плавает в воде, ест жуков и маленьких рыб. Мы можем с уверенностью сделать вывод о том, что это утка. Так же и в криптографии, мы можем увидеть некоторые факты и сделать вывод о значении ключа. Например, мы можем измерить, сколько расходуется электроэнергии при зашифровании и расшифровании (по колебаниям электрического напряжения). Мы можем также перехватить создаваемые при этом излучения и затем рассчитать, сколько времени выполняются процессы. Анализ происходящего вне криптосистемы, измерение различных свойств и характеристик отличается от анализа того, что происходит в самой криптосистеме, но также дает данные, используя которые можно попытаться провести математические расчеты.

Если мне нужно узнать ваши привычки и предпочтения, но я не хочу, чтобы вы знали об этом, я не буду спрашивать вас напрямую. Вместо этого я прослежу, когда вы приходите на работу, когда уходите домой, какую одежду вы носите, что вы делаете, о чем говорите... Это тоже примеры получения информации с помощью побочных каналов (side-channel).

Таким образом, в криптографии сбор «внешней» информации с целью вскрытия ключа шифрования — это просто еще один способ атаки на криптосистемы.

Атакующий измеряет потребляемую энергию, излучения, время обработки определенных данных. Полученную информацию он использует при проведении обратного инжиниринга процесса для вскрытия ключа шифрования или получения критичных данных. Например, атака, при которой анализируется потребляемая энергия, анализирует производимое тепло. Эта атака успешно применяется для взлома смарт-карт и получения с них конфиденциальной информации. В 1995 году закрытый ключ

алгоритма RSA был взломан с помощью измерения относительного времени, которое расходуется на различные криптографические операции.

Идея этого заключается в том, что вместо атаки устройство, мы просто смотрим, как оно работает. В биологии, ученые часто проводят «бесконтактные» эксперименты, в процессе которых они смотрят, как организм питается, спит, спаривается и т.д. Ученые пытаются изучить организм путем анализа его поведения, вместо того, чтобы убить его и заглянуть внутрь.

3.1. Атаки повтора

Большой проблемой в распределенной среде являются атаки повтора (replay attack), при выполнении которых атакующий перехватывает определенные данные, а затем отправляет их снова, надеясь, что получившее их устройство примет их за легитимную информацию. Чаще всего атакующий пытается перехватить и повторно использовать аутентификационные данные, чтобы пройти аутентификацию в системе от имени легитимного пользователя и получить таким образом несанкционированный доступ к ней.

Контрмерами против атаки повтора является использование штампов времени и номеров последовательности. Пакеты могут содержать номера последовательности и каждое получившее их устройство будет проверять эти номера. Если пакет имеет уже использованный ранее номер, это указывает на атаку повтора. Также на пакеты может ставиться штамп времени. При этом на каждом компьютере настраивается пороговое значение, определяющее временной интервал, в рамках которого указанное в пакете время будет считаться корректным. Если в пакете указано время, выходящее за пределы этого интервала, это также может говорить об атаке повтора.

3.2. Алгебраические атаки

При выполнении алгебраической атаки (algebraic attack), атакующий анализирует уязвимости в математических частях алгоритма и использует его внутренние алгебраические структуры. Для примера, атака на версию «текстовой книги» криптосистемы RSA использует такие свойства алгоритма, как факт, что при шифровании 0 получается 0.

3.3. Аналитические атаки

Аналитические атаки (analytics attack) выявляют структурные слабости и недостатки алгоритма, вместо выполнения брутфорс-атаки, при которой просто перебираются все возможные значения, без учета специфических свойств алгоритма. Примерами являются Атака «man in the middle» на Double DES и Атака разложения на множители в RSA.

3.4. Статистические атаки

Статистические атаки (statistical attack) выявляют статистические слабости в структуре алгоритма — например, если удастся выявить статистический шаблон, например, сравнить количество значений «0» с количеством значений «1». Это может быть вызвано, например, использованием некачественного генератора случайных чисел.

Если ключи берутся напрямую из выдачи RNG, распределение ключей может быть предсказуемым. Знания о статистической предсказуемости могут использоваться для снижения времени на поиск ключей.

4. Завершение.

Криптография применяется в том или ином виде на протяжении 4000 лет, а атаки на нее выполняются примерно 3999 лет и 364 дня. Одна группа людей работает над поиском новых способов скрытия и передачи секретов, тогда как другая — занимается поиском уязвимостей в новых идеях и продуктах. Хотя это выглядит нехорошим и деструктивным поведением, в компьютерном мире это способствует созданию все лучших и все более защищенных продуктов и сред.

Криптографические алгоритмы предоставляют низкоуровневые инструменты для большинства протоколов

безопасности, используемых в современных инфраструктурах. Алгоритмы используют математические функции и предоставляют различные функции и уровни безопасности. Большой скачок произошел при переходе шифрования от чисто симметричных ключей к использованию криптографии с открытыми ключами. Это дало пользователям гораздо больше свободы и гибкости при взаимодействии с другими пользователями по всему миру.

Шифрование может выполняться на различных уровнях модели OSI широким спектром приложений, протоколов и механизмов. Сегодня уже не так просто забыть про криптографию или выполнении функций шифрования, поскольку многие операционные системы, приложения и протоколы заботятся об этом самостоятельно в фоновом режиме. Однако администраторам, занимающимся поддержкой таких сред, а также профессионалам по безопасности, которые выбирают и внедряют решения по безопасности, знание криптографии необходимо.

Литература:

1. CISSP All-in-One Exam Guide, 6th Edition 6th Edition By Shon Harris.

Анализ каналов утечки конфиденциальной информации в информационных системах предприятий

Трунова Алёна Александровна, студент

Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»

Конфиденциальная информация, циркулирующая на предприятии, играет важную роль в его функционировании. Под конфиденциальной информацией понимают документированную информацию, доступ к которой ограничен законодательством Российской Федерации. Это могут быть сведения, которые составляют коммерческую тайну предприятия, персональные данные сотрудников или клиентов, служебная информация и др. Соответственно, эти данные могут стать объектом интереса злоумышленников. Поэтому необходимо создавать условия, при которых возможность утечки конфиденциальной информации будет минимизирована.

Утечка — это бесконтрольный выход конфиденциальной информации за пределы организации или круга лиц, которым она была доверена [3]. Утечка информации может осуществляться по различным каналам. Каналом утечки информации называют канал коммуникации, позволяющий процессу передавать информацию путем, нарушающим безопасность системы [3].

Утечка информации может происходить в трёх формах:

- разглашение информации;
- утечка по техническим каналам;
- несанкционированный доступ к информации.

Все каналы проникновения в систему и каналы утечки информации подразделяют на прямые и косвенные. Под косвенными каналами понимают такие каналы, использование которых не требует проникновения в помещения, где расположены компоненты системы (например, потеря носителей информации, дистанционное прослушивание, перехват ПЭМИ). Для использования прямых каналов необходимо проникновение (это могут быть действия инсайдеров, несанкционированное копирование и т. д.).

Рассмотрим, как и откуда возникает канал утечки конфиденциальной информации, с какими угрозами информационной безопасности можно столкнуться, и как с ними бороться.

Утечка конфиденциальной информации может произойти при наличии интереса к ней у организации-конкурента, а также при наличии условий, позволяющих злоумышленнику овладеть информацией. Возникновение таких условий возможно как при случайном стечении обстоятельств, так и при умышленных действиях противника.

Основными источниками конфиденциальной информации являются [2]:

- персонал предприятия, допущенный к конфиденциальной информации;

— материальные носители конфиденциальной информации (документы, изделия);

— технические средства, осуществляющие хранение и обработку конфиденциальной информации;

— средства коммуникации, используемые в целях передачи конфиденциальной информации;

— передаваемые по каналам связи сообщения, содержащие конфиденциальную информацию.

Следовательно, конфиденциальная информация может стать доступна третьим лицам в результате [1]:

— утери или неправильного уничтожения документа на каком-либо носителе, пакета с документами, конфиденциальных записей;

— невыполнения работником требований по защите конфиденциальной информации;

— излишней разговорчивости персонала в местах общего пользования;

— работ с конфиденциальной информацией в присутствии посторонних лиц;

— несанкционированной передачи конфиденциальной информации другому работнику;

— отсутствия грифов секретности на документах, нанесения маркировки на носителях.

В условиях жесткой конкуренции большое внимание организаций-конкурентов конечно же привлекает конфиденциальная информация. Ведь, чем больше информации доступно, тем больше шансов найти уязвимости соперника. Поэтому каналы передачи и обмена конфиденциальной информации в процессе их функционирования могут быть подвергнуты атакам со стороны злоумышленников, что, в свою очередь, может привести к возникновению каналов утечки конфиденциальной информации.

В настоящее время активно используется сеть Интернет. Безусловно, Интернет предоставляет большие возможности и удобства, но он становится еще одной причиной возникновения утечки конфиденциальной информации. В большинстве случаев утечка происходит при неосторожном обращении с конфиденциальной информацией при ее передаче или публикации на сайтах. Большая часть инцидентов приходится на электронную почту. Следующим по опасности каналом утечки конфиденциальной информации являются системы общения (в основном, IM-клиенты и Skype). Также сейчас особую популярность приобрели социальные сети, в которых стало возможно не только обмениваться сообщениями, но и публиковать файлы, которые после этого могут стать достоянием большого количества пользователей. И, конечно, Интернет-канал может быть подвергнут хакерской атаке, что также представляет большую опасность.

Существуют специальные технические средства, которые позволяют получить информацию без непосредственного контакта с персоналом, документами, базами данных. При их использовании возникают технические каналы утечки информации. Под техническим каналом утечки информации принято понимать физический путь от источника конфиденциальной информации к злоумыш-

леннику, посредством которого последний может получить доступ к охраняемым сведениям. Для образования технического канала утечки информации необходимы определенные пространственные, энергетические и временные условия, а также наличие на стороне злоумышленника соответствующей аппаратуры приема, обработки и фиксации информации. Основными техническими каналами утечки информации являются электромагнитный, электрический, акустический, визуально-оптический и др. Такие каналы прогнозируемы и прерываются стандартными средствами противодействия [3].

Теперь перейдем непосредственно к угрозам конфиденциальной информации в информационных системах. К основным угрозам конфиденциальной информации относятся разглашение, утечка, несанкционированный доступ. Под угрозой безопасности конфиденциальной информации понимают совокупность условий и факторов, создающих потенциальную или реально существующую опасность, связанную с утечкой информации и (или) несанкционированными и (или) непреднамеренными воздействиями на нее [2].

Результатом противоправных действий может стать нарушение конфиденциальности, достоверности, полноты информации, что, в свою очередь, может нанести материальный ущерб организации.

Все угрозы конфиденциальной информации по отношению к объекту можно разделить на внутренние и внешние. Внутренними нарушителями могут стать администрация, сотрудники предприятия, имеющие доступ к информационной системе, персонал, обслуживающий здание (электрики, сантехники, уборщицы и т.д.). Источниками внешних угроз являются клиенты, посетители, представители конкурентных организаций, лица, нарушившие пропускной режим предприятия, а также любые лица, находящиеся за пределами контролируемой территории. Статистика показывает, что большинство угроз совершается собственными сотрудниками организации, в то время как доля внешних угроз сравнительно мала (Рисунок 1).

Самыми частыми и опасными по размерам ущерба являются непреднамеренные ошибки пользователей информационных систем. Особую опасность представляют «обиженные сотрудники», действия которых связаны с желанием нанести вред организации. Таковыми могут оказаться как нынешние, так и бывшие сотрудники. Поэтому необходимо следить за тем, чтобы при увольнении сотрудника его доступ к информационным ресурсам прекратился.

Стихийные источники угроз весьма разнообразны и непредсказуемы. Возникновение подобных источников сложно предусмотреть и им тяжело противодействовать. К ним относятся пожары, землетрясения, ураганы, наводнения и другие природные катаклизмы. Наступление таких событий может привести к нарушению функционирования предприятия и, соответственно, к нарушению обеспечения безопасности информации в организации.



Рис. 1. Статистика угроз информационной безопасности

Итак, какие же методы необходимо использовать для предотвращения утечки конфиденциальной информации? Необходимо комплексное использование различных средств защиты, таких как технические, программно-аппаратные, средства физической защиты.

Для защиты информации, хранимой в компьютере, необходимо использовать программные и аппаратные средства защиты. Рекомендуется использовать такие типы программных средств защиты персонального компьютера:

- средства, обеспечивающие защиту от несанкционированного доступа в компьютер;
- средства защиты диска от несанкционированных записи и чтения;
- средства контроля за обращениями к диску;
- средства удаления остатков секретной информации.

Литература:

1. Гаврилов, А.Д., Волосенков В.О. Угрозы информационной безопасности автоматизированной системы обработки данных. //Проблемы безопасности российского общества. — 2013. — № 4. с. 85–92.
2. Грибунин, В.Г. Комплексная система защиты информации на предприятии. — М.: Академия, 2009. — 415 с.
3. Хорев, А.А. Техническая защита информации: учеб. пособие для студентов вузов. В 3-х т. Т. 1. Технические каналы утечки информации. М.: НПЦ «Аналитика», 2010. — 436 с.

Основными мерами по предотвращению НСД к ПК являются физическая защита ПК и носителей информации, аутентификация пользователей, разграничение доступа к защищаемой информации, криптографическая защита, регистрация обращений к защищаемой информации. Так как существует вероятность заражения компьютера вирусами, не стоит забывать оснастить каждый ПК специальными противовирусными программами.

Итак, при обработке конфиденциальной информации в информационных системах предприятий возникает вероятность ее утечки. Утечка конфиденциальной информации может нанести серьезный материальный ущерб. Поэтому необходимо принимать меры по ее предотвращению. Для этого следует проанализировать все возможные источники и угрозы, и в соответствии с этим принимать решение о комплексном применении средств защиты информации.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Контроль параметров двухосного вала в конструкциях гидравлических машин с двухосным соединением

Аликулов Джавлан Ергешович, доктор технических наук, профессор;
Ташкентский государственный технический университет (Узбекистан)

Шеров Айбек Карибекович, доктор PhD, преподаватель;
Шеров Карибек Тагаевич, доктор технических наук, профессор;

Кенжегул Анел, магистрант
Карагандинский государственный технический университет (Казахстан)

Перед машиностроителями стоит задача повышения степени автоматизации не только рабочих процессов в машинах, но и процессов производства самих машин. Совершенствование и автоматизация машин, технологического оборудования, механизмов и агрегатов сопровождается непрерывным уведомлением степени использования в них гидравлических устройств [1,2].

Основными узлами каждой объемной гидropередачи являются насос, контрольно-регулирующая аппаратура, аппаратура управления и силовые исполнительные агрегаты. По сравнению с другими узлами в надежности и долговечности работы гидросистемы надежность и долговечность работы насоса имеет решающее значение. В различных отраслях машиностроения наряду с другими типами гидравлических насосов широко применяются шестеренные насосы (НШ). В значительной мере этому способствует эксплуатационная надежность НШ, невысокая требовательность в отношении ухода за ними, простота реверсирования, компактность, малый вес и небольшая стоимость, что выгодно отличает их от других типов объемных гидронасосов [1, с. 90; 2, с. 213;].

Авторами разработано новое соединение «вал-отверстие». У нового соединения поверхность вала либо отверстия втулки изготавливается в виде пересечения двух цилиндрических поверхностей с различными диаметрами и с параллельными осями, смещёнными на некоторый эксцентриситет. Такое соединение авторами названо двухосным соединением [3,4]. В двухосном соединении в посадках с зазором при одностороннем смещении вала относительно втулки обеспечивается более точное совмещение осей вала и отверстия.

Например, поверхность двухосного вала, по которой осуществляется соединение, имеет посадочный и свободный диаметр. Посадочная поверхность расположена

на дуге окружности с центральным углом $<180^\circ$. Посадочная поверхность вала контактирует с поверхностью отверстия за счет сил силового взаимодействия. Вторая свободная цилиндрическая поверхность вала имеет радиус, обеспечивающий зазор в соединении «вал-отверстие». Соединение может также состоять из цилиндрического вала и двухосного отверстия. Выполненные исследования показывают ряд преимуществ нового соединения по сравнению с традиционными соединениями. Особую актуальность данное соединение приобретает при применении в конструкциях гидравлических машин. Создана конструкция насоса шестеренного с двухосным соединением [5,6].

Для обеспечения контроля при изготовлении деталей с двухосным соединением нами разработаны специальные контрольные приспособления. На рисунке 1 показано конструкция приспособления для контроля параметров двухосных валов.

Приспособление состоит из измерительного стола 11, на котором устанавливается контролируемый двухосный вал 1. Вал устанавливается в сменных центрах 2, расположенных в стойках 3, на одной из которых имеется поворотное устройство 5 с лимбом и маховичком 6 для поворота контролируемого вала на заданный угол. Для осуществления измерений в комплект приспособления входит:

- две пары центров (с центральным углом 60° и 90°);
- измерительная скоба и блок концевых мер 19 с необходимыми верхними пределами измерения диаметра d двухосного вала;
- подвижные измерительные губки 7, установленные в стойках 4;
- измерительная головка 12 с ценой деления 1 мкм и поворотной шкалой.

Измерительный столик 11 установлен на основании 18 измерительной стойки. Измерительная головка 12 уста-

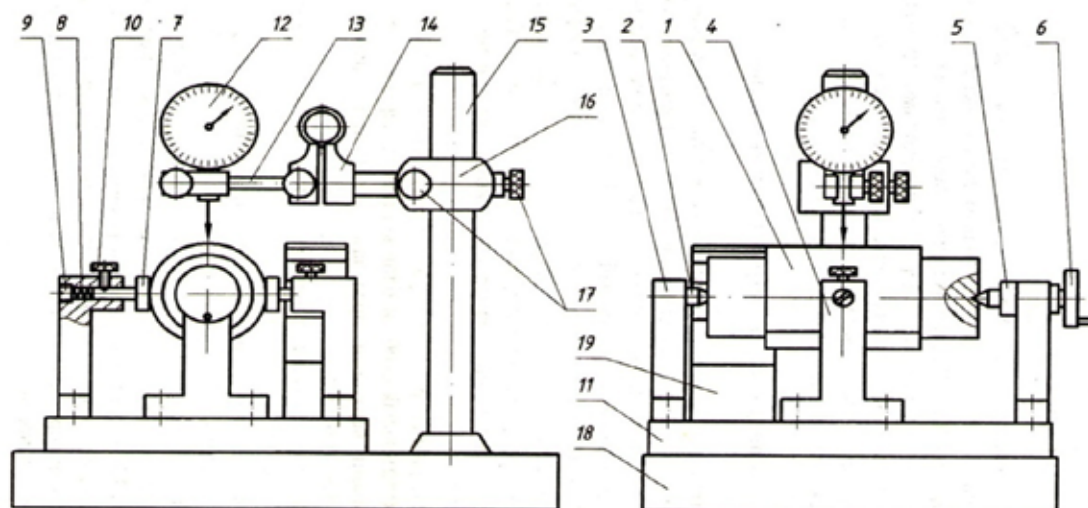


Рис. 1. Приспособление для контроля параметров двухосных валов

новлена в державке 13, закрепляемой на разрезном кронштейне 16 колонки 15 стойки с винтом точной установки 17. Процесс измерения контролируемых параметров выполняют в следующей последовательности:

1. Контролируемый вал устанавливают в центрах с углом конуса 60° с базированием по оси 1–1 цилиндрической поверхности диаметра d .

2. С помощью блока концевых мер 19 устанавливают наконечник измерительной головки с натягом и фиксируют его положение винтом крепления, после чего устанавливают поворотную шкалу прибора на нуль.

3. Измеряемую деталь поворачивают в центрах на несколько оборотов и находят ее угловое положение, соответствующее максимальному отклонению стрелки индикатора от нулевой отметки. Мелом или краской отмечают на поверхности вала данное положение.

4. В заданном положении фиксируют положение подвижных измерительных губок 7 с помощью винтов 10.

5. С помощью измерительной скобы измеряют расстояние между губками 7, которое соответствует величине d двухосного вала: $d_H = d$.

6. Ослабляют винты 10 губок 7 и поворачивают деталь на 90° , после чего также фиксируют положение подвижных губок и измеряют расстояние между ними, которое соответствует размеру $dI_{\min I} = d/2 - e + R$

$$dI_{\min I} = \frac{d_H}{2} - e + R \quad (1)$$

Из выражения (1) получим:

$$R - e = dI_{\min I} - \frac{d_H}{2} \quad (2)$$

где параметры R и e пока неизвестны.

7. Составляют набор концевых мер, соответствующих размеру $dI_{\min I}$.

8. Деталь снимают, устанавливают центр с углом конуса 90° , после чего выставляют индикатор с натягом на

размер $dI_{\min I}$, после чего устанавливают поворотную шкалу прибора на нуль.

9. Вновь устанавливают деталь с базированием по оси 2–2 цилиндрической поверхности радиуса R таким образом, чтобы ее угловая ориентация соответствовала метке.

10. Измеряемую деталь поворачивают в центрах на несколько оборотов и находят ее угловое положение, соответствующее минимальному отклонению стрелки индикатора от нулевой отметки. Показания индикатора $X_{\text{инд}}$ в этом случае будут соответствовать величине эксцентриситета e :

$$e_H = X_{\text{инд}} \quad (3)$$

11. Из выражений (2) и (3) находим:

$$R_H = dI_{\min I} - \frac{d_H}{2} + e_H \quad (4)$$

12. Находим значения углов φ_d и φ_R :

$$\varphi_d = 2 \arctg \frac{X}{Y}, \quad \varphi_R = 2 \arctg \frac{X}{Y + e} \quad (5)$$

где

$$Y = \text{abs} \left(\frac{\frac{d_H^2}{4} - R_H^2 + e_H^2}{2e_H} \right) \quad (6)$$

$$X = \text{abs} \left(\sqrt{r_H^2 - \left(\frac{r_H^2 - R_H^2 + e_H^2}{2e_H} \right)^2} \right) \quad (7)$$

Таким образом, мы рассмотрели последовательность выполнения процесса измерения контролируемых параметров двухосного вала в конструкциях гидравлических машин с двухосным соединением. Такой метод контроля более свойственно в условиях единичного и мелкосерий-

ного производства. При серийном производстве есть возможность, упростит процесс контроля за счет разработки и применения специальной, более автоматизированной конструкции приспособления.

Литература:

1. Лепешкин, А. В., Михайлин А. А., Шейпак А. А. Гидравлика и гидропневмопривод: учебник: Гидравлические машины и гидропневмопривод/Под ред. А. А. Шейпака. — М.: МГИУ, 2003.-Ч. 2. — 352 с.
2. Башта, Т. М., Руднев С. С., Некрасов Б. Б. и др. Гидравлика, гидромашин и гидроприводы: учебник для машиностроительных вузов. — 2-е изд., перераб. — М.: Машиностроение, 1982. — 423 с.
3. Аликулов, Д. Е. Двухосное соединение «вал-отверстие». — Ташкент: Издательство «Молия», 2007. — 132 с.
4. Шеров, А. К., Аликулов Д. Е., Смирнов Ю. М., Шеров К. Т. Технология изготовления насосов шестеренных с двухосным соединением — Караганда: Изд-во КарГТУ, 2015.— 149 с.
5. Шеров, А. К., Аликулов Д. Е., Смирнов Ю. М., Шеров К. Т. Насос шестеренный./Инновационный патент № 27941 РК на изобретение. 15.12.2013 г. Бюл. № 12.
6. Шеров, А. К., Аликулов Д. Е., Смирнов Ю. М., Шеров К. Т. Насос шестеренный с двухосным соединением./Инновационный патент № 29636 РК на изобретение. 16.03.2015 г. Бюл. № 3.

Open data in civil engineering

Аллахвердян Нарина Львовна, магистрант
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Narina Allakhverdian, bachelor of construction engineering
Saint-Petersburg State Polytechnical University, Russian Federation

Open data is information that anyone is free to use and distribute. Only one requirement is valid: to indicate the source of data and distribute it under the same conditions as the original. Open data, in particular the open government data is still a huge untapped resource. This article explains what the open data is, compares databases in different countries and discusses the possibility of using open dataset as an additional source of information about any building. This is also explains how modern database can be used in the aims to simplify, speed up and improve the current approach to data collection process. And at the same time, how the use of open data sources in this case can be successfully applied to the building or construction processes.

Keywords: *Open data, dataset, open source, transparency, innovation, government.*

The current state of development of the society and the economy in the information society operation and development democracy highlights up the issue of openness and accessibility of information. In this regard, there was such a thing as open data, which are widely used by both politicians and the general people. [1–5]

Open data is the concept that reflects the idea that all tax-paid data should be free and accessible to everyone without such limitations as copyright, patent and other control mechanisms. Open data is often focused on non-textual material such as maps, genomes, chemical compounds, mathematical and scientific formulae, medical data and practice, bioscience and biodiversity. Access to data as well as their subsequent use is controlled by public and private organizations. The main required for open data placement is the free and chargeless use for everyone. Including right to spread, copy, publish and combine with other information. [5–12]

The concept and the background

Open data is the concept that reflects the idea that all tax-paid data should be free and accessible to everyone without such limitations as copyright, patent and other control mechanisms. Open data is often focused on non-textual material such as maps, genomes, chemical compounds, mathematical and scientific formulae, medical data and practice, bioscience and biodiversity. Access to data as well as their subsequent use is controlled by public and private organizations. The main requirement for open data placement is the free and chargeless use for everyone, including right to spread, copy, publish and combine with other information.

In principle, open data is not a new phenomenon, it has long existed in various forms. Open source and free licenses were not five, not ten years ago, but much earlier. The first steps towards the public available data were made in the 50s of the last century. Since July 1, 1957 to December 31,

1958, the geophysical observations and studies of a single method were conducted around the globe — this event is conventionally called the International Geophysical Year (IGY). Then the World Data Centre for storing data (resulting from activities carried out in the framework of the International Geophysical Year) was formed by International Council for Science. In 1958, NASA's legislature project was designed to ensure the broad dissemination of information. NASA has a long history of storing huge amounts of scientific data which is laid out in the public domain on the Internet, it is necessary to emphasize that the Agency has accumulated a huge amount of scientific data. But everything went not from the officials and the state, but from people who engaged this much earlier. Gradually, it has acquired such a mass character, that it was no matter if state opens data or not — somehow, it has already been learned to extract. In the United States before the appearance of data.gov, the Sunlight Labs and Knights Foundation were existed, it extracted data from the reports of Congress, converted into PDF-files or excel-files, excel-file is loaded into the database, and then was converted in the CSV.

At its best, open data creates a culture of cooperative approach to work, which is enabled by the social and technological development of the Internet. In addition it would force us to think about how we are going to live in the middle of the web era in the future, and how to utilize the data we produced together. Three ideas of open data are shown in Fig 1.

Open data as a way to the «freedom» of information

The concept of open data means to increase the transparency of authorities, the formation of market for new applications and services, improving investment climate. Over the last decade the issue about implementation of the open data idea, its development, benefits, use and distribution has been widely discussed on the international forums and conferences in Europe. As a result, there was set three different goals to aim: the transparency of democracy and administra-

tion, creation of new innovation and the increase of efficiency within the government. [13,14]

Open data has long been used in almost all existing areas of business, medicine, education, politics, free transport, finance, statistics, geography, federal agencies, meteorology, science.

Let's start with transparency. Through projects such as the Finnish «tax tree» or the British «what are my money», you will know how the government spends your taxes. For example, thanks to open data in Canada it became possible to manage to stop fraud, tax breaks for charity a sum of 3.2 billion dollars. Danish «husetsweb.dk» site help to improve the energy efficiency of your home, perform financial planning and to find builders to do the job. It uses inventory information and information about government subsidies, as well as local companies register. Developers of «Google Translate» improve the quality of service, teaching translation algorithms on a huge volume of documents of the European Union, which are available in all European languages.

Opening the data begins with evaluating the organization's own information resources. This is not a fast process, depending on the size and nature of the organization. However, not everything has to be done immediately. The opening process could proceed step by step, starting from the easier data and gradually moving on to more complex data sets. During the data analysis, organizations may come across data that they had no knowledge about or did not know how to use. The organization can decide on their own how to utilize the information they have. To make it easier to use, after the inventory, all data should be converted into machine-readable format. Nowadays, more and more often, data is applied to the Internet and mobile applications. These applications allow users to access certain information without browsing the Internet. Of course, that way offers extra value.

What is important, organizations, which are offering their own data to be distributed, support the emergence of a truly useful service. Therefore, opening data is not a goal, instead it is a means of achieving the aim, and producing services

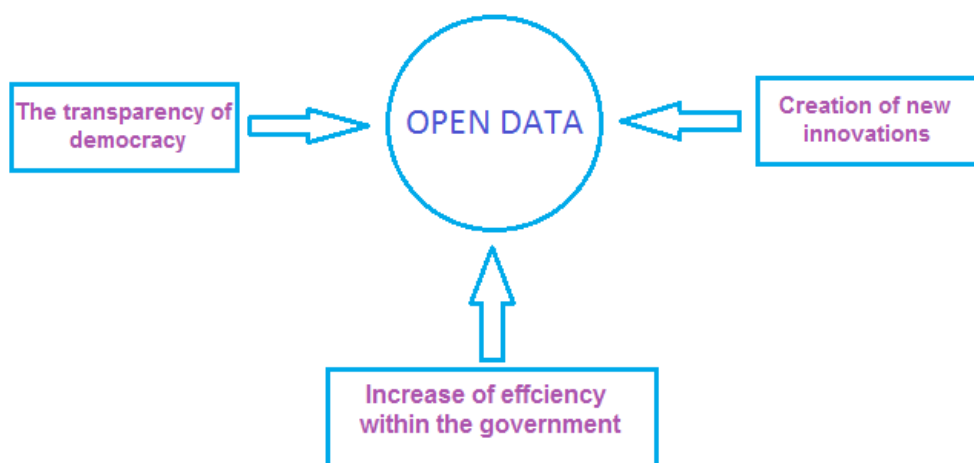


Fig 1. Three ideas of open data

is what is needed to accomplish by opening data. The most common wish is that the process would bring modern, creative and interesting uses of data, services that are usable and satisfy the needs of the public. When creating public data, it is quite essential to make the data as accessible and understandable as possible and to reach the users interested in that particular data. Accessibility can be technically improved by linked data, optimizing the results of search engines and adding the data to the largest data catalogues known to programmers.

Of course, the development of open data is gaining momentum also in the area of construction engineering.

Open data in civil and construction engineering

It is well-known, that construction is the largest industrial sector in the production and economic activity of the state. It includes not only all the organizational, survey, design, construction, installation and commissioning work associated with the creation, alteration or demolition of the object, but also the interaction with the competent authorities in the issue of production of such works. That is why the existence of open data is so important to resolve production issues and processes. [15]

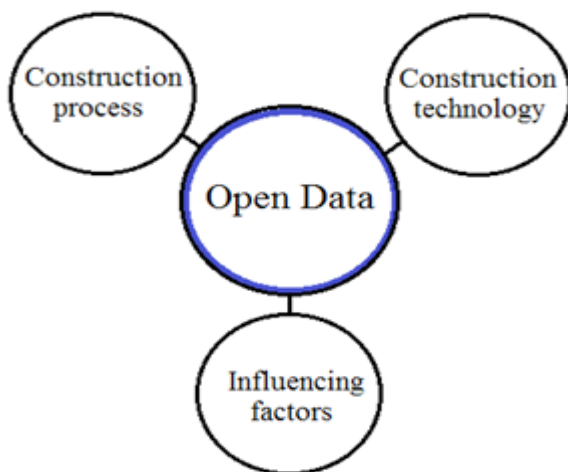


Fig. 1

Fig 2. Three parts of open data about construction process

Conventionally, all data associated with the building in general can be divided into three parts (Fig. 2). Open data in construction process includes information about such inalienable parts as permit, design, investment, stages of building, etc. Construction technology involves data about building or construction equipment, use of new technologies, implementing research data, information about building materials and resources. Influencing factors include everything which connected with weather patterns, meteorology and such natural factors as: hydrology, lay of land, atmospheric temperature, rainfall and water vapor, wind speed and airflow direction, ice, soil conditions and others. [16]

The issue of open data in the construction industry causes a lively interest in the whole world. According to the global ranking, prepared by the Open Knowledge Foundation to the summit of G8 in Northern Ireland, which took place June 17, 2013, the first line is occupied by the United States and United Kingdom. Russia, unfortunately, takes last place among the countries of the «Group of Eight» on the level of disclosure of information in the form of open data. Active development in this direction is in Germany and Finland. [20]

The most popular and common data associated with the construction are the following types of data:

- Hydrology, ecology
- Geodesy and topography
- Certificates and licenses
- Permits and orders for the construction
- Information about the builder and contractor

What is important to note about open data

Nowadays, there are special building and construction commissions which develop and regulate the building industry. One of the main parts of their activities is the development of such policies of providing of open data which would provide complete and accurate information and at the same time does not violate the laws of confidentiality. At the moment, the free information in that area includes:

- a register of licensees and building certifiers
- a register of owner builder permits issued
- a register of Authorized Nominating Authorities and adjudicators, and the results of adjudication decisions

The information and data that may violate privacy laws on commercial confidentiality, integrity and security:

- insurance policy number,
- the owner's name
- the builder's name and license number
- the site address
- the type of work insured
- the value of work and the policy commencement and expiry date

Therefore, the release of such data requires careful preparation, processing and compliance with the law.

Open data in Russian building industry

The largest portal of open data in Russia, data.gov.ru, contains the great resource of open information in civil and construction industry. There can be found the following dataset: information about road construction financing, inspection of developer's plans, information about the developer's fund raising, different quarterly reports, data about major construction work, commissions exercising state monitoring, the inspection result of the estimated cost and also information about vacant real estate. [17]

As an example it is possible to consider Russian open data portal data.gov.ru. It is very easy to use system. All is needed is to select a section and download the required document.

Open data in Europe

European open data portals aims to improve access to and increase the importance of open data, and will be responsible for the entire chain from data collection to the conditions and opportunities for their future use.

Nowadays, the first line in Europe is occupied by the United Kingdom. Finland and Germany have active development in this direction too.

The European Union is interested in creating a truly digital single market will reduce entry barriers to the industry of big data, allowing everyone to easily create versatile solutions for the European Union in the field of information and communication technologies. The European portal for open data was recently launched (<https://open-data.europa.eu/en/data/>). The goal of the portal is show the benefits of open data which the government agencies are providing and facilitate its continued use. European Data Portal developed by the European Commission with the support of Capgemini, INTRASOFT International, Fraunhofer Fokus, Con Terra, Sogeti, Institute of open data, Time. Lex and the University of Southampton.

Next part tells about most popular and good examples of open data portals all around the world. Following countries are the leaders in the field of open data.

Canada

Another example of the graphical representation of the open data in other countries is, for example, an interactive map of the Canadian city of Edmond (Fig 3). On the map there are special boxes by clicking on that it is easy to find out information about road construction in a particular place. For clarity, in the third figure it is possible to see how it works in general. In the pop-up window appear such data as: start year, project location, project limits, construction type, construction supervisor, project status and also phone numbers and some information about construction ward.

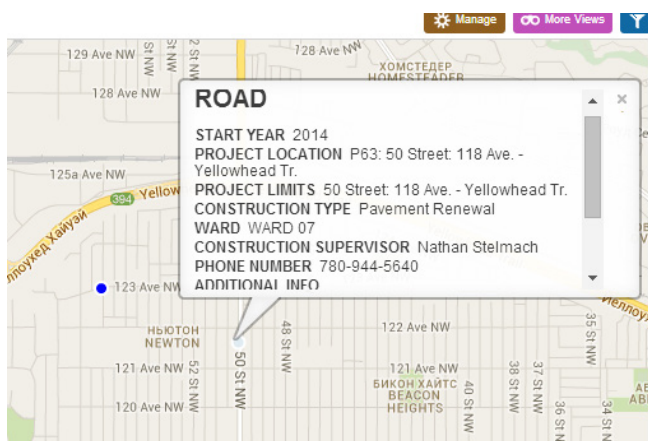


Fig 3. Interactive map of Edmond

United Kingdom

The most frequently used open data portal in UK is the Data.gov.uk (Openning up Government). Website address is <https://data.gov.uk/>. Open Data portal of the United Kingdom was launched in private beta in September, 2009. The official launch of the portal was held in January 2010. Many different kinds of data can be found there. For example, environment, mapping, health etc. Many leading agencies and offices are involved in the process of providing information for placing it in the website. Now there are more than 9 thousands data sets.

Data.gov.uk project success is connected with a direct interest of the highest governing circles in disclosure and reuse of public data.

In June 2012 the Cabinet of Ministers and the Commission on transparency presented Open Data White Paper — it's a great document, which describes the current situation with the development of open data, organizational moments and future plans. The main idea is to create an infrastructure of access, establish the trust relationship with the community to use the data for the benefit of everyone.

The first projects that are based on open data in the United Kingdom:

- Planning Alerts — an application that sends alerts if something is constructed or subjected to redevelopment in the area of residence. The UK is now closed, but it works in Australia. In Britain, a new project on the openness of municipalities is launched — OpenlyLocal
- FillThatHole — «plug this hole», the application and the site to collect complaints about potholes on the UK roads

United States of America

The main USA data portal is Data.gov (<http://www.data.gov/>). This portal was launched in 2009 at the initiative of the Barak Obama administration for the collection and publication of data of various state departments to further use in projects of physical and legal entities. Then President Obama said that the opening of government data is able to spur the development of new start-ups. Currently Data.gov offers more than 70 thousands datasets provided by 174 government departments and agencies. The interface is shown in a Fig 4.

USA also has great data portal «Geoplatform» (<http://www.geoplatform.gov/>) which provides a large amount of useful information about climate, geology and at the same time has an interactive maps. Also, the National Geospatial-Intelligence Agency published the information (including maps) about infrastructure and geographical features of the area, including bridges, roads, railway tunnels, canals and rivers.

BROWSE TOPICS



Fig 4. The interface of the Data. gov

Finland

Over the past few years, the pace of development and implementation of open data in Finland increased significantly. This is connected not only with the active use of Internet and multimedia resources, but also with understanding the need of creating new and innovative solutions to the many social and economic problems. For example, The Ministry of Education and Culture has launched the Open Science and Research Initiative, for the promotion of information availability and open science for years 2014–2017. The Initiative will promote the reliability, openness and societal impact of science and research. The aim is to provide researchers with practical knowledge in how they as individuals can implement open data. The goal is that by 2017, Finland will become a leading country in the openness of science and research.

It is well known, that the good statistical office has always been in Helsinki, and now the city has reached a new level — all the data was published in the open access. Helsinki attracted neighboring towns to the collection and publication of data, as well as set a new competition format for developers. If somebody is interested in some information about Helsinki, the capital of Finland, it is likely, it will not be difficult to find. For more than a century, the city has been collecting data about population, employment, construction, and other things related to the urban environment. Today, thanks to the organization of City of Helsinki Urban Facts, the information is stored online and is available free for everyone. However, there was one problem — Helsinki is the largest city in Finland, but not the only one. Helsinki is the part of so-called metropolitan area, which consists of more than a dozen cities with a total population of almost 1,5 million residents. Therefore, if we have data only about Helsinki, we only have a part of the picture.

To solve this problem, Helsinki merged with three neighboring towns. The initiative is called Helsinki Region Infoshare and aims to become a hub of all these nearby towns. But that is not all. At the same time as data has become regional,

they has become truly «open». In The site Helsinki Region Infoshare all the data is published in formats with which developers, researchers and journalists could work conveniently, analyze them and create useful applications on the basis of that information. For four years of working of that initiative, more than 1000 machine-readable data sets have been published from noise road traffic map and snow plows movement in real-time to a database of corporate taxes. Helsinki became the leader among open cities. The concept is the fact that many good things can come from the collection, standardization and free publication of urban data, brought in the European Commission's prize for innovation in public administration. In addition to creating the transparency in government, the initiative fueled many developers who create applications based on the data.

Another grate portal that has to be mentioned is the «Paikkatietoikkuna». Web address is <http://www.paikkatietoikkuna.fi/web/fi>. It is a public and free geoportal that contains geographic information about Finland and the rest of the world. Firstly, the map could be shown in three different styles: topographic, ortophotos and background map. The point is that the interactive map is divided into levels and layers. The Paikkatietoikkuna maps have hundreds items and elements which can be enabled or disabled. Therefore, it is possible to create your own map with information that will be useful and convenient for the particular user. The Paikkatietoikkuna stores data about such different areas as: buildings, administrative units, hydrography, traffic, transport networks, government services, human health and safety, population, surveying, natural risk zones and many others.

How open data can be used in civil engineering projects

The greatest open data source is Maanmittauslaitos (NLS). In this portal it is possible to download the 3D model of relief and then use it in different 3D modeling softwares. The process is very simple. It is needed follow the interactive

map link, then select the specific area on the map, chose necessary options and send the request. After few minutes the file will be received on e-mail. For example it is possible to get the big special document where the many terrain points will be shown with its coordinates and heights. It lets to import point cloud directly into the information 3D modeling softwares. This is very useful system which allows to make 3D models much faster more precisely.

Conclusion

The advent of open data has allowed to simplify the solution of some problems related to varying human activities.

Regardless of industry, the concept of open data has become one of the most rapidly developing and widely discussed in Europe and in the whole world over the past few years. In this issue, there are still so many niches for research discussions, and most importantly, for the development. This article tried to cover as much information as possible about the development of open data in Europe and in the world, about the importance of the implementation of this global project, also about plans and prospects.

The idea of open data, together with the modern technologies opens a big gate on the way to the Freedom of Information, and this is something what 100 years ago no one could dream of, and it is available to everyone now.

References:

1. Poikola A., Kola P., Hintikka K. A. Public data. (2011) pp. 11–73.
2. Sergeeva I. I., Sergeeva E. P., Smagina I. V. Open data in Russia: results and prospects (2013) *Vestnik orelgiet*, 1 (7), pp. 29a-32.
3. Ministry of Agriculture and Forestry, Location: the Unifying Factor, Finnish National Spatial Data Strategy 2010–2015 (2011), pp. 3–21.
4. Volkov A., Reingold L., Open data: problems and solutions (2014) *Prikladnaya informatika*, 3 (51) pp. 5–12.
5. Kett J., Beyer S., Manecke M., Jahns Y., Svensson L. G. The Deutsche Nationalbibliografie as linked open data: Applications and opportunities (2013) *Bibliografiya. Nauchnyy zhurnal po bibliografovedeniyu i knigovedeniyu*, 3 (384), pp. 125–136.
6. Kamalova G. R. Open source data of state government bodies: the russian and foreign experience (2014), *Voprosy upravleniya*, 1 (7) pp. 179–181.
7. Shilina M. G., Levchenko V. Y., Big Data, Open Data, Linked Data, Metadata in PR: Current Models in the Transformation of Theory and Practice, (2014), *Mediascope*, 1, pp. 3–16.
8. Beck C., Mckechnie J., Stewart Douglas k., Open ended data files: a format for ragged data sets, (1967), *Social sciences information*, 5, pp. 129–131.
9. Erkimbaev A. O., Zitserman V. Y., Kobzev G. A., Serebrjakov V. A., Teymurazov K. B. Publishing scientific data as linked open data, (2013), *Scientific and technical information processing*, 4, pp. 253–263.
10. Anastasia Dimou, Laurens De Vocht, Geert Van Grootel, Leen Van Campe, Jeroen Latour, Erik Mannens, Rik Van de Walle, Visualizing the Information of a Linked Open Data Enabled Research Information System (2014) *Procedia Computer Science*, 33, pp. 245–252.
11. Lausch A., Schmidt A., Tischendorf L. Data mining and linked open data — New perspectives for data analysis in environmental research, (2014), *Ecological Modelling*, pp. 3–15
12. Simón F. R., Rosario A. A., Botezan I., Félix del Valle G., Serrano S. C., Open Data as Universal Service. New perspectives in the Information Profession, (2014) *Procedia — Social and Behavioral Sciences*, 147, pp. 126–132
13. Maxat Kassen. A promising phenomenon of open data: A case study of the Chicago open data project, (2013), *Government Information Quarterly*, 30, pp. 508–513
14. Conradie P., Choenni S. On the barriers for local government releasing open data (2014) *Government Information Quarterly*, 31, pp. s10-s17
15. Willer M., Dunsire G., Publishing datasets as linked open data (2013) *Bibliographic Information Organization in the Semantic Web*, pp. 198–248
16. G. Tamminga, P. Knoppers, J. W. C. van Lint, Open Traffic: A Toolbox for Traffic Research (2014) *Procedia Computer Science*, pp. 788–795
17. Dee Ann Allison, Data repositories, open source and the library, 2013, *The Patron-Driven Library* pp. 237–257
18. P. Lambrix Semantic Web, Ontologies, and Linked Data (2014) *Comprehensive Biomedical Physics*, 6, pp. 67–76
19. Libkin L., Sirangelo C. Data exchange and schema mappings in open and closed worlds (2011) *Journal of Computer and System Sciences*, 7, pp. 542–571
20. Matija König, Jaka Dirnbek, Stankovski V. Architecture of an open knowledge base for sustainable buildings based on Linked Data technologies (2013) *Automation in Construction*, 35, pp. 542–550

Сравнительный анализ элементного состава зерен импортируемых и местных сортов пшеницы с применением инструментального нейтронного активационного анализа

Ахмедов Бурхан Икрамович, старший преподаватель;
Пардаев Обид Рахимбобоевич, ассистент;
Набиходжаева Наргиза Тошпулатовна, ассистент;
Джураев Обид Ашурович, студент;
Исматуллаев Самар Убайдуллаевич, студент
Джизакский политехнический институт (Узбекистан)

Известно, что в растениях, в том числе их зернах, обнаруживается более 70 химических элементов. На долю С, О, Н и N приходится около 95% сухого вещества растений и они называются органогенными. Эти элементы вместе с P, K, Ca, Mg, S, Fe, B, Cu, Mn, Zn, Mo, V, Co, I считаются, «безусловно» необходимыми, а около десяти элементов (Al, Si, F, Li, Ag и некоторые другие) считаются условно необходимыми для растений. Ядерно-физические методы анализа позволяют находить содержания значительной части этих элементов.

Главное преимущество метода инструментального нейтронного активационного анализа (ИНАА) при изучении биологических материалов состоит в том, что на матричных элементах С, Н, N, O образуется очень незначительная активность радионуклидов, излучающих γ -лучи, которые не мешают проведению анализа. Дело в том, что реакция захвата тепловых нейтронов на мало распространенных изотопах углерода и водорода — ^{13}C (n, γ) ^{14}C и ^2H (n, γ) ^3H — образует радионуклиды с очень маленькой активностью и не излучающие гамма — кванты. А на некоторых других изотопах по реакциям ^{18}O (n, γ) ^{19}O и ^{15}N (n, γ) ^{16}N образуются очень короткоживущие радионуклиды — ^{19}O (27 с) и ^{16}N (7,1 с). Все эти реакции имеют чрезвычайно низкие поперечные сечения захвата тепловых нейтронов и поэтому их радиоактивные продукты совершенно не влияют на определение следовых количеств элементов. Поэтому ядерно-физические методы получили широкое применение при исследованиях биомедицинских проблем [1–3]. В институте ядерной физики этот метод широко практиковался для решения многочисленных проблем медицины, биологии и сельского хозяйства [2–6].

Цель данной работы заключается в сравнительном анализе минерального состава зерен одного сорта местной «богарной» и импортируемой из соседнего государства пшеницы по отношению мягкой и твердой пшеницы РФ. Работа выполнена с применением методики ИНАА, разработанной в лаборатории активационного анализа ИЯФ АН РУЗ.

Образцы массой 50 мг упаковывали в маркированные полиэтиленовые пакеты. Подготовленные образцы подвергали ИНАА, и содержание элементов определяли с применением ранее нами опубликованной методики [3,4].

В качестве источника нейтронов с потоком $6 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$ использовали ядерный реактор ВВР-СМ ИЯФ АН РУЗ. Временные режимы облучения ($t_{\text{обл}}$) и «остывания» ($t_{\text{охл}}$), выбранные в зависимости от периодов полураспада ($T_{1/2}$) используемых радионуклидов, были следующими: а) Для короткоживущих ($T_{1/2} < 10$ мин) — $t_{\text{обл}} = 15$ с, $t_{\text{охл}} = 10$ мин; б) Для среднеживущих ($10 \text{ мин} < T_{1/2} < 1$ сутки) — $t_{\text{обл}} = 15$ ч, $t_{\text{охл}} = 10$ суток; в) Для долгоживущих ($1 \text{ сутки} < T_{1/2} < 1$ год — $t_{\text{охл}} = 30$ дней. Для измерения наведенной активности образцов использовали гамма-спектрометр фирмы CANBERRA, оснащенный германиевым детектором с чувствительным объемом $V = 120 \text{ см}^3$ и энергетическим разрешением 1,8 кэВ по гамме — линии ^{60}Co 1330 кэВ.

По этой методике погрешность измерения основных элементов не превышает 20%. Пределы определения большинства элементов намного ниже измеренных содержаний. Нами в образцах найдено содержание 27 химических элементов. В таблице приведены результаты проведенных анализов.

Результаты анализа и сравнение их с литературными данными (RUS). (Здесь: мс — мягкий сорт; тс — твердый сорт).

Сравнительный анализ данных позволяет сделать следующие выводы:

1. Метод ИНАА дополнительно обеспечивает данные по 13 химическим элементам — Ag, Au, Br, Ba, Cr, Sc, Sb, Rb, La, Cs, Hg, Hf, Th, о биологической роли которых литературных данных не достаточно.

2. В перечне сертифицируемых элементов имеются Zr, Ti, Sn, Al, B, V, I, S, которые применяемым нами вариантом ИНАА впрямую не определяются. Для исследуемого объекта необходимо использовать другие варианты ядерно-физических методов.

3. Составы местной и импортируемой пшеницы по химическим элементам Ca, Ag, Fe, Mg, Mn, Mo, Na, Rb, Cl, Cs, Cu, La, Hg в пределах 20% погрешности практически совпадают между собой.

4. Заметная разница (более 20%) в концентрациях обнаружена для таких элементов, как Au, Br, Ba, Co, K, Sb, Sc, Zn, Ni.

5. Результаты по таким элементам, как Ba, Br, Hf, Sr отличаются значительно. Например, хотя результаты

Таблица 1. Результаты проведенных анализов

Элемент	UZB	KAZ	RUS		Элемент	UZB	KAZ	RUS	
			мс	тс				мс	тс
Ag	0.037	0.029			La	0.019	0.025		
Au	0.0034	0.0048			Mg	1320	1260	1080	1140
Ba	2.9	10			Mn	39	47	38	37
Br	0.53	3.6			Mo	0.99	0.79	0,24	0,42
Ca	470	580	540	620	Na	68	68	80	80
Cl	490	450	290	300	Ni	<1.0	3.7	0,428	0,216
Co	0.025	0.042	0,054	0,0054	Rb	1.1	1.4		
Cr	0.27	0.21		0,055	Sb	0.009	0.012		
Cs	<0.005	<0.005			Sc	0.0062	0.0042		
Cu	2.1	2.4	4,7	5,3	Se	0.073	<0.01	0,29	
Fe	63	52	54	53	Sr	15	11	1,93	2,03
Hf	<0.001	0.0049			Th	<0.005	0.0087		
Hg	<0.005	<0.005			Zn	22	31	27,9	28,1
K	4400	3300	3370	3250					

Таблица 2. Результаты химического метода

Кьельдал		ИНАА		Допустимое расхождение		Фактическое расхождение	
Азот, %	Белок, %	Азот, %	Белок, %	Азот, %	Белок, %	Азот, %	Белок, %
2,11	12,02	2,28	13,00	0,46	1,53	0,17	0,98

по местному и импортируемому сортам пшеницы по Sg не входят в пределах погрешности анализа, но от данных по сравниваемым сортам пшеницы они отличаются более, чем на 80%.

Нами разработан методика ИНАА для определения содержания азота, а через него и белка, в сельскохозяйственных культурах (в том числе в пшенице). Для этого применяется другой вариант метода, основанный на использовании ядерной установки — нейтронного генератора НГ-150 [5–7]. Испытание методики осуществлен путём сравнения результатов химического метода Кьельдала (КХМ), принятого во всем мире в качестве стандартного, с данными ААБН. Были проанализированы три местных сорта пшеницы, в том числе того сорта, по которому данные по химическим элементам представляются выше.

Результаты, полученные двумя методами, совпадают между собой с погрешностью не более 5%. Причём ААБН обеспечивает лучшую сходимость с требованиями сертификации (ГОСТ 10846–91).

Методика позволяет определять содержание азота прямо, без дополнительных корректировок на влажность, засоренность. По найденным содержаниям азота с применением стандартных переходных коэффициентов определяется содержание белка. Диапазон измерения содержания азота от 8 до 18% прямолинеен и пропорционален реальным значениям белка в зерне. Погрешность определения содержания азота методом ААБН не превышает погрешности общепринятого в мировой практике химического метода Кьельдала. Методика используется для определения белка в некоторых сортах зерновых и зернобобовых культур

Литература:

1. Франтасьева, М.В. Нейтронный активационный анализ в науках о жизни. — Физика элементарных частиц и атомного ядра, 2011, т. 42, вып. 2, с. 638— 720
2. Kist, A. A.. Use of nuclear physics methods in life sciences in the USSR. — Biological Trace Element Research, 1990, V 26–27, N 1, P. 661 — 670
3. Данилова, Е. А., Кист А. А., Осинская Н. С., Хусниддинова С. Х. Применение нейтронно-активационного анализа для оценки элементного статуса организма человека — Мед. физика, 2008, № 3, с. 73–77
4. Мухаммедов, С., Данилова Е. А., Осинская Н. С., Хушвактов Ж., Акрамов Ф., Сулейманова Д. Н., Кулиев О. Нейтронноактивационный анализ волос детей, больных анемией. Атомная энергия т. 111, вып. 3, с. 171–174

5. Мухаммедов, С., Хайдаров А., Барсукова Е. Г. Определение белка в зернопродуктах методом активационного анализа с применением нейтронного генератора. — Атомная энергия, 2009, т. 106, вып 3, с. 169—173
6. Мухаммедов, Ж. Хушвактов, Е.Г. Барсукова, А. Хайдаров, Ф. Акрамов. Методика активационного анализа на быстрых нейтронах для одновременного определения содержания азота и фосфора в биологических материалах. — Атомная энергия, 2011, т. 111, вып. 8, с. 114—116
7. Mukhammedov, A. Khaydarov, N.S. Osinskaya, E.G. Barsukova. Fast Neutron Activation Analysis of Protein in Wheat. — Uzbek J. Phys., 2009, vol 11 n 1, P. 79—83

О приоритетных компетенциях специалистов служб по охране труда

Бакико Елена Владимировна, доцент;
Брацук Анна Андреевна, студент
Омский государственный технический университет

Эффективность системы управления охраной труда (далее СУОТ) в организации зависит от многих параметров. От деятельности работодателя в области охраны труда, от деятельности специалистов службы охраны труда в организации, от уровня мотивации работников в области безопасности труда и главным образом от финансирования работ по охране труда, а также от других факторов.

Эффективно работающая СУОТ в организации, как известно, не только снижает уровень несчастных случаев и профзаболеваний, но и значительно снижает количество инцидентов, которые возникают при низком уровне работ по охране труда. А это неизбежно влияет на сокращение внеплановых потерь, а значит и на финансовую стабильность организации.

Необходимо отметить, что сегодня средний уровень работ по охране труда в организации продолжает быть низким. Достаточно высокий уровень наблюдается в основном в организациях с иностранными инвесторами. Это связано с тем, что зарубежный опыт показывает однозначную связь уровня безопасности с успешностью компании в целом. Однако и в отечественных организациях тоже встречается серьезное отношение к безопасности. Но все же одной из проблем в области охраны труда является недостаточно эффективная СУОТ в организации, вследствие низкой мотивации работодателей в мероприятиях по улучшению условий и охране труда.

На уровне государственной политики в области охраны труда с 2014 года введен в действие профессиональный стандарт [1], который обозначил необходимые компетенции специалистов по охране труда в организации. Для оценки мнения работодателей по компетенциям в 2014 г. Министерство труда и социальной защиты РФ провело оценку их приоритетности, по мнению 2000 работодателей.

Изучив отчет о проделанной работе [2] можно сделать вывод, что работодатели выделяют почти все компетенции из стандарта, как необходимые для практической работы служб охраны труда. Этот вывод свидетельствует о большой практической значимости стандарта, о необходимости его издания и своевременности.

Также положительным выводом является тот факт, что дополнительных компетенций, не входящих в стандарт, работодателями не отмечается. Это свидетельствует о высокой квалификации разработчиков стандарта, экспертов в этой области, о их понимании актуальных практических проблем в области охраны труда в организациях и их представлении о роли специалистов служб охраны труда в повышении безопасности и формировании политики в области охраны труда. Напрашивается вывод, что это тот случай, когда теория и практика не расходятся с делом и разработчики нормативно-правовых актов (далее НПА) в области охраны труда и работодатели идут по «одной дороге» — повышения эффективности СУОТ в организации.

Мы считаем, что для полного анализа приоритетности компетенций необходимо учитывать мнение трех основных категорий — участников, повышения эффективности СУОТ. Это работодатели, так как они являются «головной» предприятия и от них зависит эффективность СУОТ в организации; это специалисты по охране труда, так как они являются «инструментом» обеспечения безопасности и это эксперты, занятые в науке и образовании, мнения которых учитываются при разработке НПА в области охраны труда. Для того чтобы компетенции реализовывались на практике, на наш взгляд необходимо совпадение интересов всех трех категорий (рис. 1). Область (зона) «совпадения» интересов выделена на рисунке черным цветом.

В данной работе рассмотрим компетенции «входящие» и «не входящие» в зону совпадений интересов. Анализ приоритетов компетенций, позволит расположить их по следующим зонам:

- 1 — зона «совпадений»
- 2 — зона «работодатели — специалисты»
- 3 — зона «работодатели — эксперты»
- 4 — зона «специалисты — эксперты»

Компетенции, попадающие в зону 2, могут быть недостаточно эффективно реализованы, по причине недоработки НПА. Компетенции, попадающие в зону 3, могут

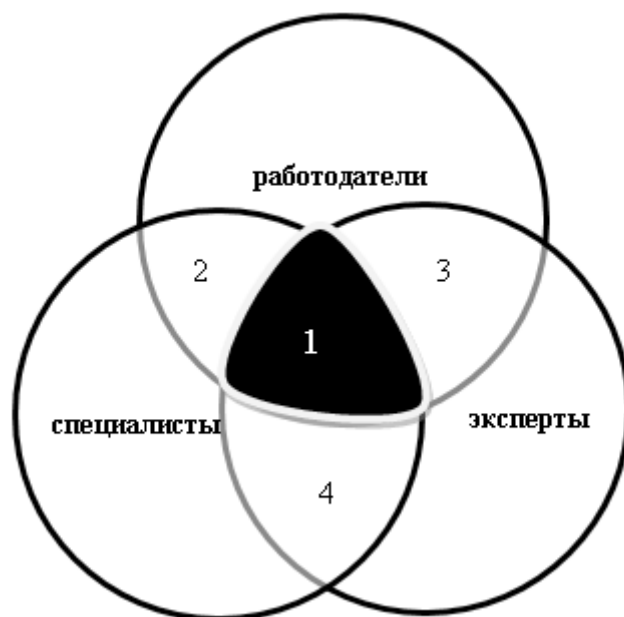


Рис. 1. Зоны интересов в компетенциях

быть не реализованы на практике, а оставаться лишь в планах руководителей или носить формальный характер. Компетенции, попадающие в зону 4, не будут реализованы в ОТ из-за низкой мотивации работодателей по этим компетенциям.

Для определения интересов всех трех категорий и размещения по зонам анализируемых компетенций мы разработали анкету и опросили небольшое количество специалистов служб охраны труда и экспертов в этой области. В данной работе учитывалось мнение экспертов, которые могут влиять на формирование политики в области охраны труда; знания которых влияют на деятельность служб охраны труда в организации в процессе их обучения и повышения их квалификации. Это представители научной среды и обучающих центров, мнение которых учитываются при разработке НПА в области охраны труда.

Участники опроса должны были расставить приоритеты компетенций от 1 до 16, где 1 — наиболее значимое, соответственно 16 — менее значимое. Результаты анкетирования, приведенные на диаграмме (рис. 2), позволили нам выполнить сравнение мнений всех категорий по приоритетности компетенций.

На диаграмме видно, что интересы работодателей, экспертов и специалистов в области охраны труда в основном не попадают в зону 1 (совпадения интересов). Таким образом, очевидно, что пока все компетенции не будут входить в зону совпадения интересов все компетенции не будут реализованы, а СУОТ будет по-прежнему недостаточно эффективна.

Расположим анализируемые компетенции по зонам в результате обработки анкет (рис. 3).

На наш взгляд, с помощью изучения мнений приоритетов компетенций, можно определить те компетенции, которые нуждаются в мотивации одной из сторон. При этом

надо учесть, что для научно обоснованного анализа необходимо увеличить количество респондентов.

Из рис. 2,3 видно, что обучение работников по ОТ и методическая помощь руководителям по вопросам ОТ попадает в зону «совпадений», а значит эти две компетенции адекватно реализуются. Способность мотивировать «ценят руководители» и понимают эту необходимость эксперты, тогда как для специалистов по ОТ это компетенция малозначима. По мнению экспертов и специалистов по ОТ необходимо уделять больше внимания анализу причин травматизма и координации работ по ОТ, однако работодатели считают это не самой актуальной задачей. Самая большая по количеству зона «специалисты-работодатели». В ней такие компетенции, как знание и контроль за соблюдением требований НПА, управление профессиональными рисками, консультирование по вопросам ОТ, специалисты же считают данные компетенции менее значимыми. Также, мы видим, что некоторые компетенции, попадают в зону «полного несовпадения интересов» всех категорий, она включает в себя анализ состояния условий и охраны труда, корректировка СУОТ, знание требований документооборота, контроль за использованием финансовых средств, знание финансово-экономических основ ОТ. Например, работодатели считают выше перечисленные компетенции менее значимыми, по мнению же экспертов этим вопросам следует уделять больше внимания.

Результаты нашего анализа показывают:

— Необходимость проведения подобных исследований с большим количеством респондентов, с целью получения максимально достоверной информации по анализируемым компетенциям.

— Изучение приоритетов компетенций категорий позволит получить представление о пересечении их интересов. А значит можно определить элементы СУОТ в ор-

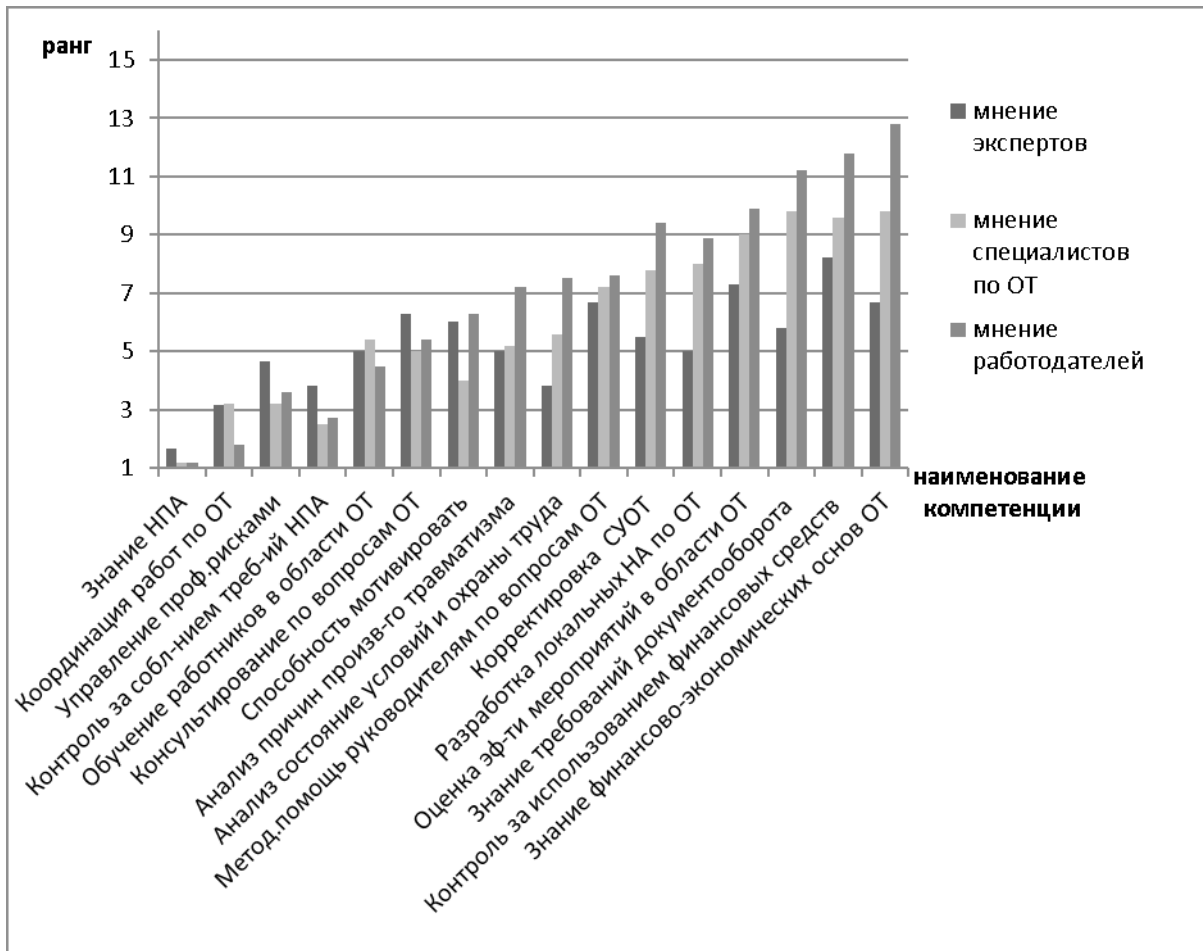


Рис. 2. Сравнение приоритетности компетенций

ганизации, нуждающиеся в дополнительной мотивации той или иной категории.

— Рекомендуемые исследования позволят определить задачи в области охраны труда, которые не будут реали-

зованы, то есть обречены на формальность. Так как компетенции способные решать эти задачи не попадают не только в зону 1, но и в зоны 2, 3, 4.

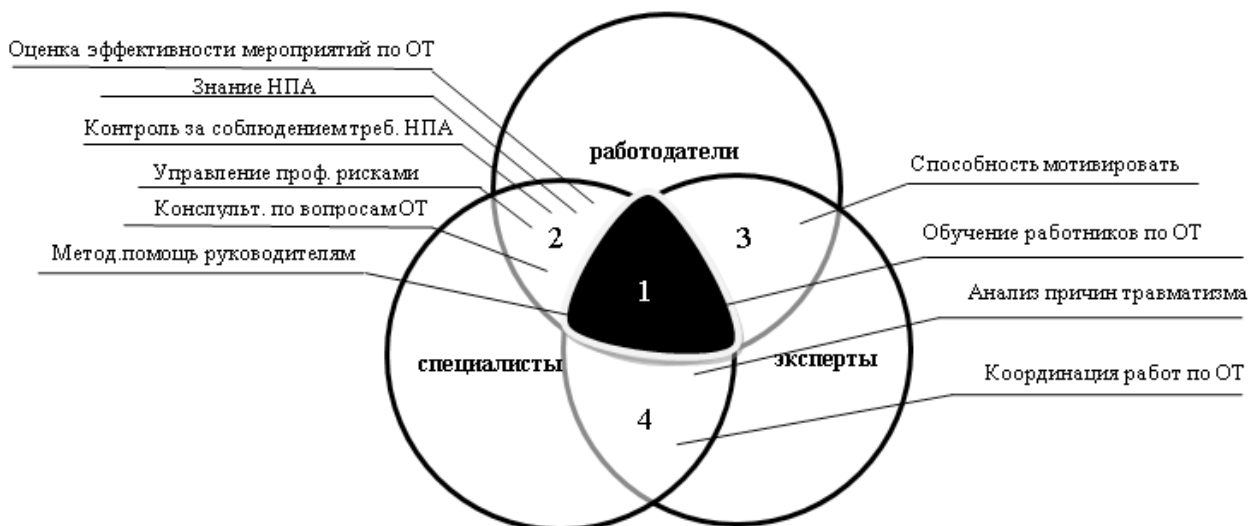


Рис. 3. Фактические зоны интересов в компетенциях всех трех категорий

Литература:

1. Профессиональный стандарт «Специалист в области охраны труда», 2014
2. Отчет работы «Об отдельных организационно-правовых аспектах деятельности обучающих организаций». Рябова В. Е., 2014 г.

Роботизация поста технического обслуживания и ремонта автомобилей

Васенин Александр Сергеевич, студент;

Шумков Арсений Геннадьевич, студент

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

На сегодняшний день технологии помогают существенно упростить трудоемкие процессы на производстве. С этой же целью был спроектирован робот-помощник, позволяющий найти необходимую информацию по обслуживаемому автомобилю и сократить некоторое количество второстепенных операций механика при проведении технического обслуживания или ремонта автотранспортного средства.

Ключевые слова: робот-помощник, техническое обслуживание и ремонт, манипулятор.

Количество автомобилей с каждым годом растет, пропорционально этому растет рынок услуг по ремонту и обслуживанию. Ремонт современного автомобиля достаточно сложный и трудоемкий процесс. Несмотря на то, что существует множество приспособлений, упрощающих работу механика, она по-прежнему отнимает много сил и времени. Для сокращения времени работы и трудоемкости был спроектирован робот-помощник, который позволил бы переложить выполнение на него некоторых операций, тем самым упрощая процесс ремонта и обслуживания автомобиля.

Робот-помощник представляет собой колесную платформу со следующим оснащением: манипулятор, емкости для инструмента, микрофон, видеокамера, синтезатор речи, монитор, а также емкость для некоторых запасных частей. Управление роботом осуществляется голосовыми командами, в течение нескольких секунд команда обрабатывается, а затем робот-помощник начинает выполнять поставленные задачи.

Функциональные возможности робота на основе восприятия голосовой команды:

1. Подача необходимого инструмента
2. Получение запасных частей со склада
3. Поиск и выведение на экран монитора, необходимой для механика, информации по ремонту или обслуживанию автомобилей

Действия манипулятора должны быть точно рассчитаны, иначе точность позиционирования будет существенно снижена, и возможность выполнения манипулятором своих задач уменьшится. Количество сегментов манипулятора и степень свободы самого манипулятора, как и схвата, ограничено его подвижностью. Манипулятор будет иметь три сегмента, а схват сможет вращаться вдоль продольной оси и поворачиваться в вертикальной плоскости. Также выходное звено будет иметь дополнительное движение для зажима детали. Кроме того, манипулятор должен поворачиваться вокруг своей оси. В качестве движущей силы манипулятора мы решили использовать серводвигатели по следующим причинам: точность двигателей весьма высока; робот точно «знает», в какое положение необходимо определить каждое звено манипулятора; аккумулятор сможет обеспечить достаточное количество циклов работы серводвигателей; усилия, создаваемого серводвигателями, будет достаточно для решения повседневных задач робота.

Определение абсолютного положения схвата манипулятора в пространстве решается математическим методом.

Первый поворот в шарнире А на угол φ_1 вокруг единичного вектора \vec{k} . При этом векторы изменяют свое положение и перейдут в векторы $\vec{i}_2^{(1)}, \vec{i}_3^{(1)}$. Эти векторы могут быть найдены по формуле Родриго: $\vec{i}_s^{(1)} = \vec{i}_s \cdot \cos \varphi_1 + (\vec{k} \times \vec{i}_s) \cdot \sin \varphi_1 + (1 - \cos \varphi_1) \cdot (\vec{k} \times \vec{i}_s) \cdot \vec{k}$, где \vec{i}, \vec{k} — единичные векторы (орты) декартовой системы координат; $s = 2; 3$ (число осей единичного вектора).

Произведение трех векторов последнего слагаемого выше приведенного уравнения равно 0, так как векторы коллинеарны между собой и ортогональны вектору \vec{k} ; следовательно, получим:

$$\vec{i}_s^{(1)} = \vec{i}_s \cdot \cos \varphi_1 + (\vec{k} \times \vec{i}_s) \cdot \sin \varphi_1 \tag{1}$$

$$\text{Второй поворот в шарнире В на угол } \varphi_2 \text{ вокруг вектора } \vec{j}_s^{(2)}: \vec{j}_s^{(2)} = \vec{j}_s \cdot \cos \varphi_2 + (\vec{i}_2 \times \vec{j}_s) \cdot \sin \varphi_2, \tag{2}$$

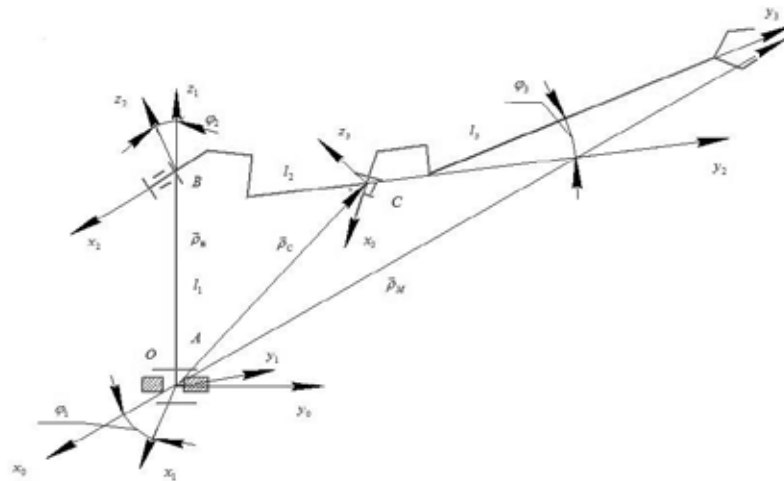


Рис. 1. Схема манипулятора

где \vec{j} — единичный вектор декартовой системы координат; $s = 2; 3$. Подставляем в формулу (2) выражение (1), получим:

$$\vec{j}_s^{(2)} = \vec{j}_s \cdot \cos \phi_2 + [\vec{i}_s \cdot \cos \phi_1 + (\vec{k} \times \vec{i}_s) \cdot \sin \phi_1] \cdot \vec{j}_s \cdot \sin \phi_2 = \vec{j}_s \cdot \cos \phi_2 + \vec{i}_s \times \vec{j}_s \cdot \cos \phi_1 \cdot \sin \phi_2 + \vec{i}_s \cdot \sin \phi_1 \cdot \sin \phi_2 \tag{3}$$

Третий поворот осуществим в шарнире C на угол ϕ_3 вокруг вектора $\vec{j}_s^{(2)}$.

Следует иметь в виду, что два поворота на углы ϕ_2 и ϕ_3 вокруг параллельных осей эквивалентны одному повороту на угол $(\phi_2 + \phi_3)$, поэтому:

$$\vec{j}_s^{(3)} = \vec{j}_s \cdot \cos(\phi_2 + \phi_3) + \vec{i}_3 \times \vec{j}_3 \cdot \sin(\phi_2 + \phi_3) + \vec{i}_3 \cdot \sin \phi_1 \cdot \sin(\phi_2 + \phi_3) \tag{4}$$

После определения векторов, задающих положения векторов и звеньев, легко находятся радиус-векторы точек механизма:

$$\vec{\rho}_B = l_1 \cdot \vec{k}, \vec{\rho}_N = l_1 \cdot \vec{k} + l_2 \cdot \vec{j}_2, \vec{\rho}_M = l_1 \cdot \vec{k} + l_2 \cdot \vec{j}_2 + l_3 \tag{5}$$

Найденные векторы полностью определяют абсолютное положение схвата манипулятора в пространстве.

В заключение можно отметить, робот-помощник существенно сократит время ремонта или технического обслуживания за счет того, что возьмет на себя часть несложных работ. Используя этого робота, механик сможет, не отвлекаясь на вспомогательные операции, качественно выполнить ремонт и техническое обслуживание автомобиля.

Литература:

1. Поезжаева, Е. В. Промышленные роботы: учеб. пособие: в 3ч./Е. В. Поезжаева. — Пермь: Изд-во Перм. гос. тех. ун-та, 2009. — Ч. 2. — 185 с.
2. Проблемы механики современных машин: Материалы V международной конференции. — Улан-Удэ: Изд-во ВСГУТУ, 2012. — Т. 3. — 276 с., ил. — Поезжаева Е. В., «Шагающий робот с контурной системой управления», с. 227.
3. Поезжаева, Е. В., Васенин А. С., Шумков А. Г. Роботизация фермерских хозяйств по обработке растений // Вестник Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления. 2014. № 3. с. 59–62.

Особенности обследования и оценки технического состояния тепловых сетей

Вылцан Станислав Сергеевич, эксперт
ООО «СИБЭО» (г. Прокопьевск)

Буллер Владимир Петрович, эксперт;
Губин Константин Иванович, эксперт
НП «КЦНТО» (г. Кемерово)

Оценка технического состояния трубопроводов тепловой сети. Экспертиза промышленной безопасности тепловой сети.

Ключевые слова: тепловая сеть, трубопроводы, обследование, экспертиза, опасный производственный объект.

Здания предприятий, жилые дома, детские сады, школы и многие другие теплопотребляющие установки подключены к системам теплоснабжения. Подача тепла и горячей воды производится теплоносителем (пар, вода, антифриз) по трубопроводам тепловой сети.

Тепловая сеть предназначена для передачи тепловой энергии (горячей воды или (и) пара) от источников тепловой энергии: котельных, тепловых станций до потребителей.

Тепловая сеть — совокупность устройств (включая центральные тепловые пункты, насосные станции), предназначенных для передачи тепловой энергии, теплоносителя от источников тепловой энергии до теплопотребляющих установок [4].

Тепловая сеть представляет собой линейное сооружение, включающее в себя строительные конструкции, подающий и обратный трубопроводы, опорно-подвесную систему, компенсаторы, арматуру.

Надежность обеспечения потребителей тепловой энергией теплоносителем зависит как от источника тепловой энергии, так и от устройств передачи тепловой энергии, осуществляемой тепловыми сетями.

Надежность тепловых сетей оценивают путем проведения технического диагностирования. Целью технического диагностирования тепловых сетей является обследование и оценка фактического состояния элементов (трубопроводов, арматуры, компенсаторов, дренажных устройств, воздушников, тепловой изоляции, опорных конструкций). При этом выявляются наиболее изношенные или поврежденные элементы, подлежащие ремонту или замене.

В данной статье рассматривается характерный для шахт участок водяной тепловой сети от пароводяных теплообменников, расположенных в здании котельной, до водяных калориферов нагрева воздуха, поступающего в шахту, расположенных в здании вентиляторов. Тепловая сеть находится на территории угольной шахты. Потребитель теплоты по надежности теплоснабжения согласно п. 4.2 [1] относится к первой категории.

По техническим характеристикам рабочая среда (горячая вода) в подающем трубопроводе находится под избыточным давлением более 0,07 МПа с максимальной температурой более 115°C.

В соответствии Прил. 1 п. 2) б) Федерального закона № 116-ФЗ [3] объекты, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением более 0,07 МПа воды при температуре нагрева более 115°C относятся к категории опасных производственных объектов (далее по тексту ОПО). К такому оборудованию относятся трубопроводы и арматура тепловой сети, имеющие такие признаки опасности.

Согласно р. 12 «Требований к ведению государственного реестра опасных производственных объектов в части присвоения наименований опасным производственным объектам для целей регистрации в государственном реестре опасных производственных объектов», утвержденных Приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору N 168 от 07.04.2011 г. наименование объекта (именной код объекта) — «Участок трубопроводов теплосети».

Обязательные требования к проведению экспертизы промышленной безопасности определены п. 2 ст. 7, п. 1 ст. 9, п. 1 ст. 13 Федерального закона [3].

Обязательные требования к эксплуатации, техническому освидетельствованию, техническому диагностированию и экспертизе промышленной безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением и, в нашем случае, трубопроводам теплосети, работающим под избыточным давлением более 0,07 МПа воды при температуре нагрева более 115°C установлены Федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением» [6] и «Правилами технической эксплуатации тепловых энергоустановок» [1].

Кроме того, ОПО в зависимости от уровня потенциальной опасности аварий на них для жизненно важных интересов личности и общества подразделяются в соответствии с критериями, указанными в прил. 2 Федеральному закону [3], на четыре класса опасности. Для трубопроводов тепловых сетей, осуществляющих теплоснабжение населения и социально значимых категорий потребителей в составе ОПО, устанавливается III класс опасности.

К социально значимым категориям потребителей в соответствии п. 96. «Правил организации теплоснабжения в Российской Федерации», утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 08.08.2012 г. N 808 (в ред. Постановления Правительства РФ от 31.12.2015 N 1530) относятся, в том числе, объекты вентиляции, водоотлива и основные подъемные устройства угольных и горнорудных организаций.

Для ОПО «Участок трубопроводов теплосети», на котором эксплуатируются трубопроводы теплосети под избыточным давлением более 0,07 Мегапаскаля воды при температуре нагрева более 115°C для нужд вентиляции шахты устанавливается III класс опасности.

Согласно требований п. 214, п. 216 [6], для постановки на учет оборудования под давлением эксплуатирующая это оборудование организация представляет в территориальный орган Ростехнадзора заявление, содержащее информацию, указанную п. 216. а) [6]; копии акта готовности оборудования под давлением к вводу в эксплуатацию и приказа (распорядительного документа) о вводе его в эксплуатацию п. 216. б) [6] и краткие сведения о подлежащем учету оборудовании, указанные в паспорте п. 216. в) [6].

После вступления в силу [6] у многих организаций и шахт возникла необходимость постановки на учёт тепловых сетей.

Отсутствие паспортов не представляется возможности указать краткие сведения о подлежащем учету оборудовании.

В целях соблюдения требований [1], [3], [6] чаще всего требуется проведение экспертизы промышленной безопасности тепловых сетей.

При обращении предприятий и шахт при проведении экспертизы промышленной безопасности тепловых сетей основными проблемами является сложность идентификации ОПО и в, частности, тепловых сетей и отсутствие технической документации.

При проведении экспертизы промышленной безопасности указываются положения нормативных правовых

актов в области промышленной безопасности, устанавливающие требования к объекту экспертизы, и на соответствие которым проводится оценка соответствия объекта экспертизы. К ним относятся положения «Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок» [1] и Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением» [6].

Фактическое состояние технических устройств и сооружений, т. е. тепловых сетей на опасных производственных объектах оценивается по результатам технического освидетельствования и (или) технического диагностирования при паспортизации или продлении срока службы.

Требования к наличию и составу проектной документации определены п. 6.2.5 [1]. В организации должны составляться и постоянно храниться: план тепловой сети (масштабный); оперативная и эксплуатационная (расчетная) схемы; профили теплотрасс по каждой магистрали с нанесением линии статического давления; перечень газоопасных камер и проходных каналов. План, схемы, профили теплотрасс и перечень газоопасных камер и каналов должны ежегодно корректироваться в соответствии с фактическим состоянием тепловых сетей.

В рамках проведения экспертизы промышленной безопасности в целях паспортизации и установления возможности дальнейшей безопасной эксплуатации трубопроводов проводится специальное техническое обследование и техническое диагностирование трубопроводов тепловой сети.

В процессе проведения такого обследования и диагностирования восстанавливается исполнительная схема трубопроводов тепловой сети.

В выводах заключения экспертизы промышленной безопасности указываются условия дальнейшей безопасной эксплуатации объекта экспертизы и, при необходимости, мероприятия, после проведения которых техническое устройство, здания, сооружения будут соответствовать требованиям промышленной безопасности.

Литература:

1. Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок. Утверждены приказом Минэнерго РФ от 24 марта 2003 г. N115. Зарегистрировано в Минюсте РФ 2 апреля 2003 г. Регистрационный N 4358.
2. Свод правил СП 124.13330.2012 Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41–02–2003. Утверждены приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 30 июня 2012 г. N 280.
3. Федеральный Закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.97 г. № 116-ФЗ (с изменениями). Принят Государственной Думой 20 июня 1997 г.
4. Федеральный закон «О теплоснабжении» от 27.07.2010 г. N 190-ФЗ (с изменениями). Принят Государственной Думой 09.07.2010 г.
5. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности» (с изменениями). Утверждены приказом Ростехнадзора № 538 от 14.01.2014 г. Зарегистрировано в Минюсте России 26.12.2013 г. N 30855.
6. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным

давлением. Утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 25 марта 2014 г. N 116, зарегистрированным в Минюсте России 19 мая 2014 г. N 32326.

Моделирование асинхронных турбогенераторов со статорным возбуждением при исследовании крутильных колебаний валопровода со сосредоточенными массами

Дунгбоев Шухрат Исматович, старший преподаватель;
Нормухамедова Зулхумор Абдурасиловна, магистрант;
Саидов Нодир Кобилжон угли, магистрант

Ташкентский государственный технический университет имени Абу Райхана Беруни (Узбекистан)

В статье приведены описание разработанной математической модели электрической системы содержащего парогазовой установкой ПГУ с асинхронными турбогенераторами со статорным возбуждением для анализа сложных электромеханических переходных процессов примере Талимарджан ЭС, с целью определения максимальных значений скручивающего момента и крутильных колебаний при аномальных режимах систем.

Ключевые слова: математическая модель, электроэнергетика, мощность, парогенераторы, асинхронные турбогенераторы, колебательные процессы, системы регулирования, дифференциальные уравнения.

Современные состояние развития электроэнергетики промышленно развитых стран, в том числе энергосистема Узбекистана характеризуется быстро растущим спросом на электрическую энергию и определенным отставанием ввода новых генерирующей мощностей. Основными причинами увеличения спроса является существенным изменением промышленной активности, масштабное жилищное строительство и существенное увеличение спроса в бытовом секторе.

В мировой практике изменение топливного баланса во всех промышленно развитых странах открывает широкие возможности энергетического использования на ряду с обычными газотурбинными установками (ГТУ) и паросиловыми установками (ПСУ), находят и установки комбинированные, рассчитанные на одновременное использование в качестве рабочих тел как пара, так и продуктов сгорания [1].

Используемые схемы парогазовых установок с высоконапорными парогенераторами и их модификации далеко не исчерпывают возможностей использования комбинированных паровых и газовых циклов в энергетике. Наряду с установками имеющие отдельные контуры потоков рабочих тел и предусматривающими наличие отдельных паровых и газовых турбин, известны установки контактного типа с непосредственным смещением пароводяного рабочего тела с продуктами сгорания.

Основой развития электроэнергетики является объединение электроэнергетических систем (ЭЭС) и использованием в них генераторов большой мощности. Механическая прочность элементов валопроводов мощных агрегатов снижается с ростом единичной мощности, а при некоторых аномальных режимах механические напряжения валопровода могут превысить допустимые. Электромеханические параметры синхронных генераторов традиционном исполнении ухудшены, и обеспечение устойчивости и надежности работы ЭЭС применяется различные системы регулирования, которые могут привести появлению электромеханическим колебаниям [2].

На наш взгляд наиболее эффективным мероприятием могут быть использования крупных асинхронных турбогенераторов со статорным возбуждением в современной электрической системы вызвано необходимостью дальнейшего повышения надежности генерирующего оборудования и эффективности функционирования энергосистем обосновано в [3]. С применением парогазовых установок (ПГУ) возникают вопрос использования асинхронных турбогенераторов со статорным возбуждением в газотурбинных установках.

В работе [4] приводятся результаты анализа сложных колебательным процессам в электрической системы содержащей синхронные турбогенераторы. Однако, моделирование сложных электромеханических переходных процессов, протекающих в асинхронном турбоагрегате не рассмотрены по настоящие время.

В данной работе рассмотрены составление математической модели электрической системы, содержащей ПГУ с асинхронными турбогенераторами со статорным возбуждения на примере Талимарджан ЭС с ПГУ мощностью 450 МВт работающей через ЛЭП с напряжением 500 кВ параллельно с системой.

Для решения поставленной задачи составлено дифференциальные уравнения Парка — Горева элементов системы и дифференциальные уравнения относительного движения валопровода сосредоточенными массами. Уравнения элементов системы к координатной оси жестко связанной с роторам ведущего синхронного генератора.

Уравнения Парка-Горева асинхронного генератора в блоке с трансформатором:

$$\left\{ \begin{aligned} Ud &= \frac{d\Psi_{dA}}{dt} - \omega_r \Psi_{qA} - (r_c + r_k) i_{dA} \\ Uq &= \frac{d\Psi_{qA}}{dt} + \omega_r \Psi_{dA} - (r_c + r_k) i_{qA} \\ 0 &= \frac{d\Psi_{dR}}{dt} - (S_{CT} - S_{AG}) \Psi_{qR} + r_R i_{dR} \\ 0 &= \frac{d\Psi_{qR}}{dt} - (S_{CT} - S_{AG}) \Psi_{dR} + r_R i_{qR} \\ \frac{dS_{AG}}{dt} &= \frac{1}{T_{Jc2}} (P_{TA} - P_{ЭМА}) \end{aligned} \right. \quad (1)$$

Уравнения потокосцеплений АГ

$$\left\{ \begin{aligned} \Psi_{dA} &= X_m i_{dR} - X_S i_{dA} \\ \Psi_{qA} &= X_m i_{qR} - X_S i_{qA} \\ \Psi_{dR} &= X_{dR} i_{dR} - X_m i_{dA} \\ \Psi_{qR} &= X_{qR} i_{qR} - X_m i_{qA} \end{aligned} \right. \quad (2)$$

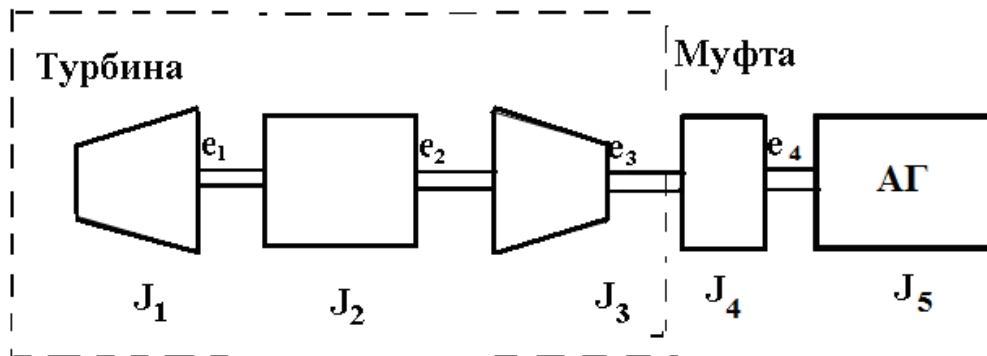


Рис. 1. Схема валопровода турбоагрегата АТГ-с — 330 и К-300–240–ЛМЗ для исследования электромеханических процессов и для анализа крутильных колебаний валопровода

Уравнения относительного движения вращающихся масс валопровода асинхронного турбоагрегата:

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{d^2 \Theta_1}{dt^2} &= -\frac{\Theta_1 - \Theta_2}{J_1 e_1} - \frac{D_1}{J_1} \frac{d\Theta_1}{dt} + \frac{M_1}{J_1} \\ \frac{d^2 \Theta_2}{dt^2} &= -\frac{\Theta_1 - \Theta_2}{J_1 e_1} - \frac{\Theta_2 - \Theta_{2H}}{J_2 e_2} - \frac{D_2}{J_2} \frac{d\Theta_2}{dt} + \frac{M_2}{J_2} \\ \frac{d^2 \Theta_3}{dt^2} &= -\frac{\Theta_2 - \Theta_3}{J_1 e_2} - \frac{\Theta_3 - \Theta_{3H}}{J_3 e_3} - \frac{D_3}{J_3} \frac{d\Theta_3}{dt} + \frac{M_3}{J_3} \\ \frac{d^2 \Theta_4}{dt^2} &= -\frac{\Theta_3 - \Theta_4}{J_1 e_3} - \frac{\Theta_4 - \Theta_{4H}}{J_4 e_4} - \frac{D_4}{J_4} \frac{d\Theta_4}{dt} + \frac{M_4}{J_4} \\ \frac{d^2 \Theta_5}{dt^2} &= -\frac{\Theta_4 - \Theta_5}{J_1 e_4} - \frac{\Theta_5 - \Theta_{5H}}{J_5 e_4} - \frac{D_5}{J_5} \frac{d\Theta_5}{dt} + \frac{M_5}{J_5} \end{aligned} \right. \quad (3)$$

Θ — угол закручивания соответствующего участка вала;

J — полярный момент инерции массы;

e — податливость на кручению участка вала;

D_i — коэффициент демпфирования крутильных колебаний соответствующего участка валопровода;

M_i — вращающей момент, приложенный к соответствующей массе;

Вращающие моменты агрегата

$$M_{n-1} = \frac{M_H}{\cos \varphi_H} M_{AG} \quad (4)$$

$$M_{AG} = \Psi_{dA} i_{qA} - \Psi_{qA} i_{dA} \quad (5)$$

M_H — номинальный вращающей момент генератора;

N — количества масс валопровода;

M_i — вращающей момент, приложенный к соответствующей массе;

M_{AG} — электромагнитный момент асинхронного генератора.

Валопровод турбоагрегата представляет собой упругую систему. Под воздействием периодически изменяющихся сил возникающих в результате аномальных режимов (короткие замыкание, асинхронные режимы, нарушение статической и динамической устойчивости) совершают вынужденные колебания. Эти колебания становится сильными в зоне резонансов возмущающих сил или моментов с собственными колебаниями системы. Вероятность возникновения опасных резонансов возрастает с увеличением быстроходности электрических генераторов, которые могут привести к поломки конструктивных деталей и элементов, и деталей фундамента.

Неравномерность крутящего момента вызывает неравномерность изменения угловой скорости вращения вала, т. е. то ускорение, то замедление вращения. Так как вал обладает упругостью и на нем размещаются массы (ЦВД, ЦСД, ЦНД, ротор генератора, соединительная муфта и возбудитель), то в каждом сечении вала будет своя степень неравномерности. то объясняется тем, что массы в одинаковый промежуток времени проходят разные углы и, следовательно, движутся с разными скоростями. Последние создает переменные закрутки в сечениях вала, что определяет его порочность.

Для расчетов валов на крутильные колебания необходимо кроме действующих моментов, знать жесткости участков каждого вала и значения моментов инерции масс, вращающихся вместе с валом. Из расчета определяются частоты, формы и амплитуды колебаний.

Уменьшение деформации в деталях, подверженных колебательным процессам, может происходить за счет использования асинхронного турбоагрегата как искусственного демпфирования. Задачи исследования в этом случае заключается в теоретическом и экспериментальном определении частот и форм собственных колебаний, анализе вынужденных колебаний и их устойчивости, в установлении возможности уменьшения амплитуд при резонансах, в выборе эффективных мер борьбы с ними в рабочем диапазоне оборотов агрегатов.

Массив бочки ротора асинхронного турбогенератора существенно демпфирует электромеханические колебания генератора в связи ее электрической и магнитной симметрией.

В расчетах синхронных качаний можно исключить из схем замещения турбогенератора контуры с малыми постоянными времени $T_{id(q)0} < 0.1$ (с), что увеличивает сверхпереходные сопротивления турбогенератора.

Литература:

1. Асаинов, Д. Н. Короткие замыкания в электроэнергетической системе с газотурбинными установками малой мощности // Научно — исследовательские проблемы в области энергетики и энергосбережения. Материалы докладов Всероссийская конференция с элементами научной школы для молодежи. Уфа, 2–3 ноябрь 2010 г. Уфа. УГАТУ, 2010.
2. Смолоник, С. В., Кадхем Б. Т., Шхати Х. В. Демпфирование крутильных колебаний валопровода турбоагрегата с помощью АРВ // Научно — технические ведомости СПб ГПУ. 2007. № 4. с. 202–206.
3. Фазылов, Х. Ф., Аллаев К. Р. Асинхронные турбогенераторы со статорным возбуждением и перспективы их применения // Изв. АН СССР. Энергетика и транспорт. 1985. № 2. с. 12–18.
4. Лукашов, Э. С., Калужный А. Х., Лизалек Н. Н., Соколов Ю. В. Моделирование и расчет длительных переходных процессов в сложных энергосистемах при больших небалансах мощности. Электричество. 1981, № 2. С. 7–10.

Методика проведения аудита информационной безопасности информационных систем персональных данных в негосударственных пенсионных фондах

Ермакова Екатерина Вячеславовна, магистрант

Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»

Объектом исследования является информационная система персональных данных негосударственного пенсионного фонда. Предметом исследования является система защиты информационной безопасности информационной системы персональных данных негосударственного пенсионного фонда. Цель работы — разработка типовой методики аудита информационной безопасности информационной системы персональных данных негосударственного пенсионного фонда. Исследование проводилось на основе анализа и изучения нормативных правовых актов и нормативно-методических документов по защите информационной системы персональных данных.

Ключевые слова: *информационная безопасность, аудит, персональные данные, защита персональных данных, информационная система персональных данных.*

Аудит информационной безопасности (ИБ) является одним из важнейших организационных мероприятий в области защиты информации (информационной безопасности) и представляет собой наиболее актуальное и динамично развивающееся направление в области защиты информационных систем (ИС) [1].

Обработка персональных данных (ПДн) включает в себя все действия и операции с персональными данными, в том числе сбор, систематизацию, накопление, хранение, уточнение (обновление, изменение), использование, распространение (передачу), обезличивание, блокировку и уничтожение [2].

Информационная система персональных данных (ИСПДн) — это совокупность ПДн, содержащихся в базах данных, а также информационных технологий, обеспечивающих их обработку, и технических средств [1].

Аудит ИБ ИСПДн — независимое исследование состояния ИСПДн, определения её адекватности существующим рискам, связанным с осуществлением угроз безопасности, соответствия ее требованиям нормативных документов по защите информации, а также выявления существующих уязвимостей в области информационной безопасности и выработки рекомендаций по их устранению.

Данная тема является актуальной в связи с ростом рисков при обработке ПДн, поступающих в негосударственные пенсионные фонды (НПФ) через информационно-телекоммуникационные системы и средства, в результате чего увеличивается вероятность неправомерного доступа к ним, а также с увеличением нормативных правовых актов в области обработки и защиты ПДн, устанавливающих обязательные требования.

Новизна работы заключается в разработке методики аудита ИБ ИСПДн на соответствие требованиям нормативным правовым актам и нормативно методической документации, инициированных Постановлением Правительства, ФСБ и ФСТЭК России.

Работы по проведению аудита ИБ ИСПДн проводятся в порядке и объеме, приведенном на рисунке 1.

Органы государственной власти, уполномоченные осуществлять мероприятия по контролю и надзору в отношении операторов, осуществляющих обработку персональных данных:

1) Федеральная служба по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) — уполномоченный орган по защите прав субъектов персональных данных.

2) Федеральная служба безопасности Российской Федерации (ФСБ России) — федеральный орган, уполномоченный в области обеспечения безопасности.

3) Федеральная служба по техническому и экспортному контролю (ФСТЭК России) — федеральный орган, уполномоченный в области противодействия техническим разведкам и технической защиты информации.

Требования по защите ПДн, предъявляемые к ИСПДн указаны в:

Постановление Правительства Российской Федерации от 01 ноября 2012 г.

№ 1119 «Об утверждении требований к защите персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных»;

— Постановление Правительства Российской Федерации от 15 сентября 2008 г.

— № 687 «Об утверждении Положения об особенностях обработки персональных данных, осуществляемой без использования средств автоматизации»;

— Приказ ФСТЭК России от 18 февраля 2013 № 21 «Об утверждении состава и содержания организационных и технических мер по обеспечению безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных»;

— Методический документ. Утвержден ФСТЭК России 11 февраля 2014 г. «Меры защиты информации в государственных информационных системах»;

— Сборник руководящих документов по защите информации от несанкционированного доступа, Гостехкомиссия России, 1992 г.

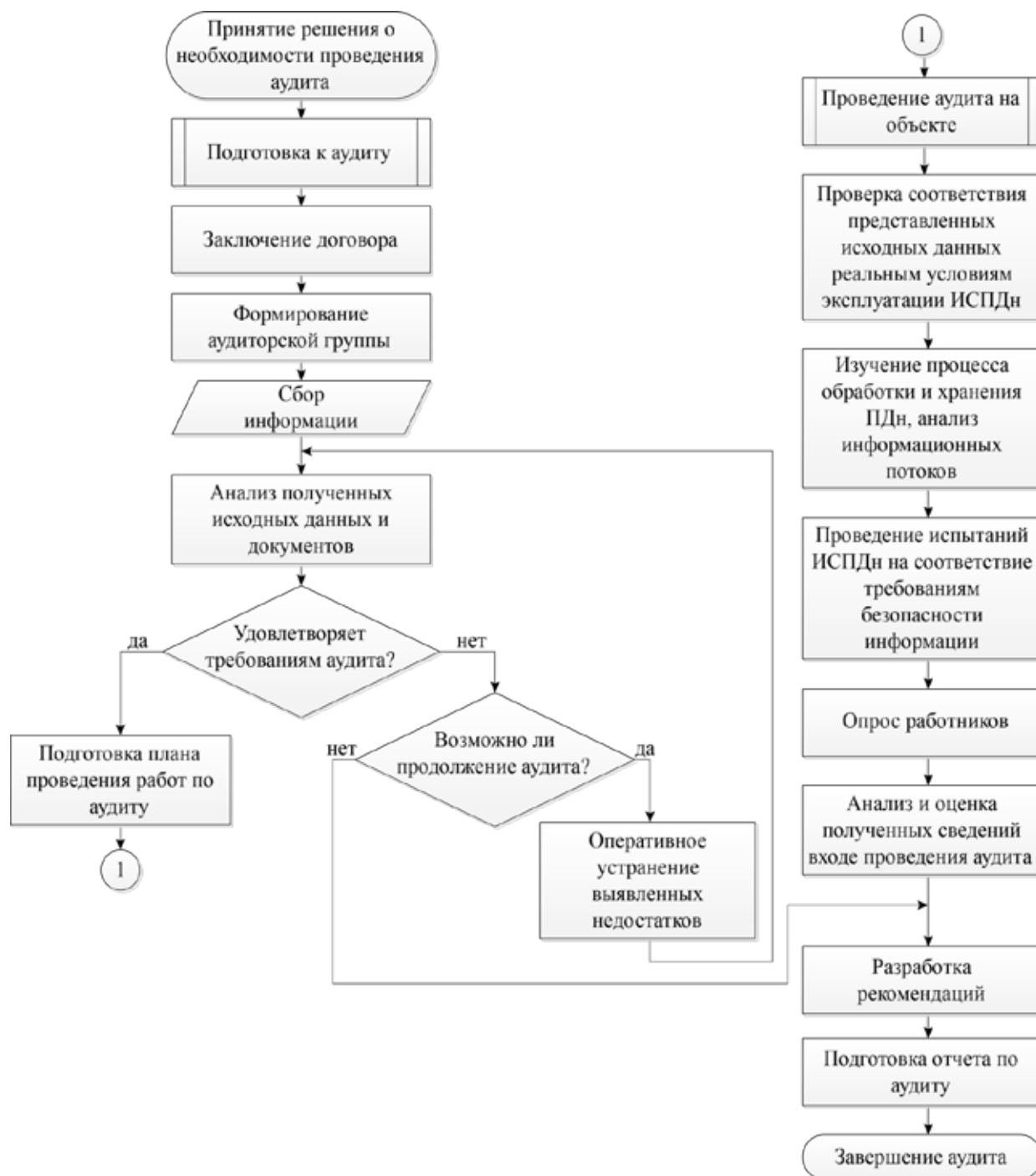


Рис. 1. Схема методики аудита ИБ ИСПДн

Целью проведения аудита ИСПДн является оценка соответствия ИСПДн требованиям перечисленных документов.

Стоит уточнить, что по Постановлению Правительства Российской Федерации от 01 ноября 2012 г. № 1119 негосударственный пенсионный фонд (НПФ) может иметь не выше третьего уровня защищенности [3]. На что стоит опираться при проверке выполнения требований безопасности информации ИСПДн.

Далее перечислим виды и методы проверок испытаний ИБ ИСПДн.

Виды испытаний, входящих в состав работ по аудиту ИБ ИСПДн с указанием методов проверок и испытаний для данного вида испытаний ИБ ИСПДн:

а) Анализ и оценка исходных данных и документации по защите ПДн в ИСПДн пенсионного фонда. Проводятся экспертно-документальным методом.

б) Проверка соответствия представленных Заявителем исходных данных реальным условиям размещения, монтажа и эксплуатации автоматизированной информационной системы (АИС). Проводятся экспертно-документальным методом.

Таблица 1. Перечень рекомендуемых тестирующих средств

№ п/п	Наименование	Тип, изготовитель, страна
1	Средство сбора информации о программном и аппаратном обеспечении	Агент инвентаризации, Россия
2	Программа обеспечение для создания модели разграничения доступа	Ревизор-1 XP, Россия
3	Программа контроля полномочий доступа к информационным ресурсам	Ревизор-2 XP, Россия
4	Программа поиска и гарантированного уничтожения информации на дисках	«TERRIER» (версия 3.0), Россия
5	Программа фиксации и контроля исходного состояния программного комплекса	«ФИКС» (версия 2.0.2)
6	Программный комплекс. Средство анализа защищенности	Сканер-BC
7	СЗИ от НСД (средство контроля — получение сведений о АРМ, управление доступом, сведения о случаях НСД)	SecretNet 6, Россия
8		DallasLock 8.0-K, Россия
9	Гипервизор (в качестве средства контроля за сетями)	VMware vSphere 4

в) Изучение технологического процесса обработки и хранения ПДн, анализ информационных потоков. Проводятся экспертно-документальным методом.

г) Проверка состояния организации работ и выполнения организационно-технических требований по защите ПДн, оценка правильности определения уровня и класса защищенности ИСПДн, а также оценка правильности классификации АИС, категорирования объектов вычислительной техники в составе АИС, оценка полноты и уровня разработки организационно распорядительной, проектной и эксплуатационной документации, оценка уровня подготовки кадров и распределения ответственности за выполнение требований по обеспечению защиты ПДн. Проводятся экспертно-документальным методом.

д) Испытания отдельных технических и программных средств АИС, средств систем защиты ПДн, инженерного оборудования объекта на соответствие требованиям безопасности информации по утвержденным или согласованным методикам испытаний. Проводятся инструментальным методом.

е) Комплексные испытания АИС на соответствие требованиям безопасности информации. Проводятся экспертным, экспертно-документальным, инструментальным методами.

ж) Подготовка отчетной документации с выводами аудиторской группы о соответствии ИСПДн требованиям по безопасности информации. Проводятся экспертно-документальным методом.

В качестве тестирующих (инструментальных) средств для проведения испытаний могут быть выбраны техни-

ческие и программные средства, принятые в установленном порядке для такого рода деятельности. Перечень рекомендуемых тестирующих средств приведен в таблице 1.

Аудит ИБ ИСПДн по разработанной методике рекомендуется проводить не реже одного раза в год, а также перед проверками на защищенность ПДн в организации органами государственного контроля и надзора.

После завершения аудита аудиторской организацией составляется перечень недостатков ИСПДн и рекомендаций по их устранению. Данные рекомендации должны быть выполнены в установленный срок по соглашению Заказчика и руководителя аудиторской группы, после чего рекомендуется повторное проведение аудита по данной методике.

Аудиторский отчет является основным результатом проведения аудита. Его содержательный минимум: описание целей проведения аудита ИСПДн, характеристика исследуемой ИСПДн, указание границ работ по аудиту, методы и инструментальные средства проведения аудита ИСПДн, результаты анализа полученных данных по ИСПДн, выводы, определяющие соответствие требованиям ИСПДн стандартам, и рекомендации аудиторской группы по устранению обнаруженных в ходе проведения аудита недостатков, а также рекомендации по совершенствованию системы защиты [4].

Предложенная в работе методика аудита ИБ систем, участвующих в обработке ПДн, позволяет снизить потенциальные риски и защитить ПДн граждан, обрабатываемых в негосударственных пенсионных фондах.

Литература:

- Новиков, В. К. Организационное и правовое обеспечение информационной безопасности. Часть 2: Организационное обеспечение информационной безопасности: учеб. пособие. — М.: МИЭТ, 2013. — 172 с.
- Российская Федерация. Законы. О персональных данных. — Российская газета, 2006. № 165–22 с.

3. Российская Федерация. Постановление Правительства Российской Федерации. Об утверждении требований к защите персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных. — Российская газета, 2012. № 256—5 с.
4. Аверченков, В. И. Аудит информационной безопасности. 2-е издание: учеб. пособие для вузов — М.: ФЛИНТА, 2011. — 269 с.

Обоснование актуальности выполнения сейсмических работ для прогнозирования аномальных зон в углепородном массиве при детальной разведке угольных месторождений

Жуков Евгений Михайлович, эксперт;
Кропотов Юрий Иванович, эксперт, начальник лаборатории неразрушающего контроля;
Лугинин Игорь Анатольевич, эксперт;
Полошков Сергей Иванович, эксперт;
ООО «ЭО «Экспертпромуголь» (г. Новокузнецк)

Рассмотрены традиционные методы определения степени разведанности запасов угольных месторождений. Обоснована целесообразность внедрения сейсмических исследований углепородных массивов для своевременного прогнозирования тектонических нарушений и локальных геологических неоднородностей.

Ключевые слова: горно-геологические условия, технико-экономическое обоснование, геофизические методы, малоамплитудное нарушение, угольный пласт, сейсмические исследования.

Рентабельность, эффективность и безопасность труда в угледобывающей промышленности, как ни в какой другой отрасли производства, зависят от горно — геологических условий. Принимая во внимание то, что в настоящее время в Кузбассе наиболее удобные с точки зрения угледобычи пласты уже отработаны, достоверный и опережающий прогноз этих условий приобретает важное, первостепенное значение.

Природные скопления полезных ископаемых относятся к месторождениям лишь в том случае, когда они могут быть предметом экономически обоснованного промышленного освоения [1]. Техничко-экономическое обоснование разработки шахтных полей всегда опирается на анализ условий залегания угольных пластов, их тектонической нарушенности и других геологических неоднородностей. К специфическим природным особенностям угольных месторождений, определяющим способ и технологию разработки, производственную мощность предприятия относятся высокая изменчивость морфологии, мощностей и строения угольных пластов, проявление их расщепления, наличие локальных и крупных размывов, пораженность мелкой складчатостью, малоамплитудными разрывами, крайне осложняющими ведение горных работ и выемку запасов угля.

Геологический прогноз составляется на этапе разведки и доразведки угольных месторождений по данным бурения разведочных скважин и уточняется в процессе эксплуатации шахты при отработке угольных пластов. По геологическим особенностям: выдержанности мощности, строения угольных пластов, сложности условий их зале-

гания и горно-геологическим условиям разработки месторождения Кузбасса отнесены ко 2-ой группе (согласно «Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых») с преобладанием мощных и средней мощности пластов, слагающих сложно-складчатые и осложненные разрывными нарушениями структуры [2].

Расположение зон геологических неоднородностей в угольных пластах устанавливается путем создания пространственных моделей строения угленосного массива по сети разведочных скважин. В каждом конкретном случае определяется преимущественное влияние того или иного фактора на геометрию и плотность разведочной сети с учетом предполагаемого способа разработки месторождения. Плотность разведочной сети должна обеспечить однозначную оценку степени сложности геологического строения участка и достоверную количественную характеристику показателей кондиций, но, к сожалению, довольно часто геологический прогноз не подтверждается, особенно при наличии мелкоамплитудных тектонических нарушений и локальных геологических неоднородностей, что значительно усложняет процесс угледобычи. Геофизические исследования в скважинах при поисках и разведке углей включают: каротаж, меж- и околоскважинные исследования массива горных пород, инклино-, каверно-, термо-, резистивности-, расходомерию скважин, газовый каротаж, а также отбор образцов пород из стенок скважин боковыми стреляющими грунтоносами [1]. Различные природные особенности месторождений, физические свойства углей и вмещающих пород определяют

необходимость тщательного выбора рационального комплекса угольной скважинной геофизики. При рационально подобранном комплексе геофизических исследований и качественном их проведении они существенно повышают полноту и достоверность геологической информации по скважинам. Нормативами [1, 2] при проведении детальной разведки угольных месторождений регламентировано:

— обеспечение густоты разведочной сети с расстояниями между разведочными линиями 250–2000 м, между скважинами 150–1000 м в зависимости от группы сложности геологического строения и категории запасов (А, В, С₁) [2];

— выявление крупных и средних разрывных нарушений с вертикальными амплитудами более 10–20 м, в зависимости от группы сложности и крутизны залегания пластов [1].

Согласно вышеуказанным нормативам должна быть охарактеризована возможная степень развития малоамплитудных (т.е. амплитудой 3–10 м) разрывных нарушений, но при детальной разведке нарушения с амплитудой менее 5 м бурением выявляются только при случайном попадании скважиной на сдвоение пласта (при взбросе) или зияние (при сбросе). Соответственно, достоверная разведка разрывных нарушений с амплитудой до 10 м невозможна и не рассматривается.

После проведения разведки проводится утверждение запасов в ФБУ «Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых», затем разрабатывается проект угледобывающего предприятия. Проектировщики опираются на материалы детальной разведки массива и не представляют полной картины аномалий месторождения. В связи с этим инженерные решения при проектировании изначально не могут быть оптимальными — например, планируются к отработке комплексно-механизированные очистные забои (КМЗ) с вынимаемой мощностью пласта 2 м и с вертикальными амплитудами нарушений 8 м. Данные условия, как правило, являются непреодолимыми для отработки КМЗ, подобные аномалии при проведении

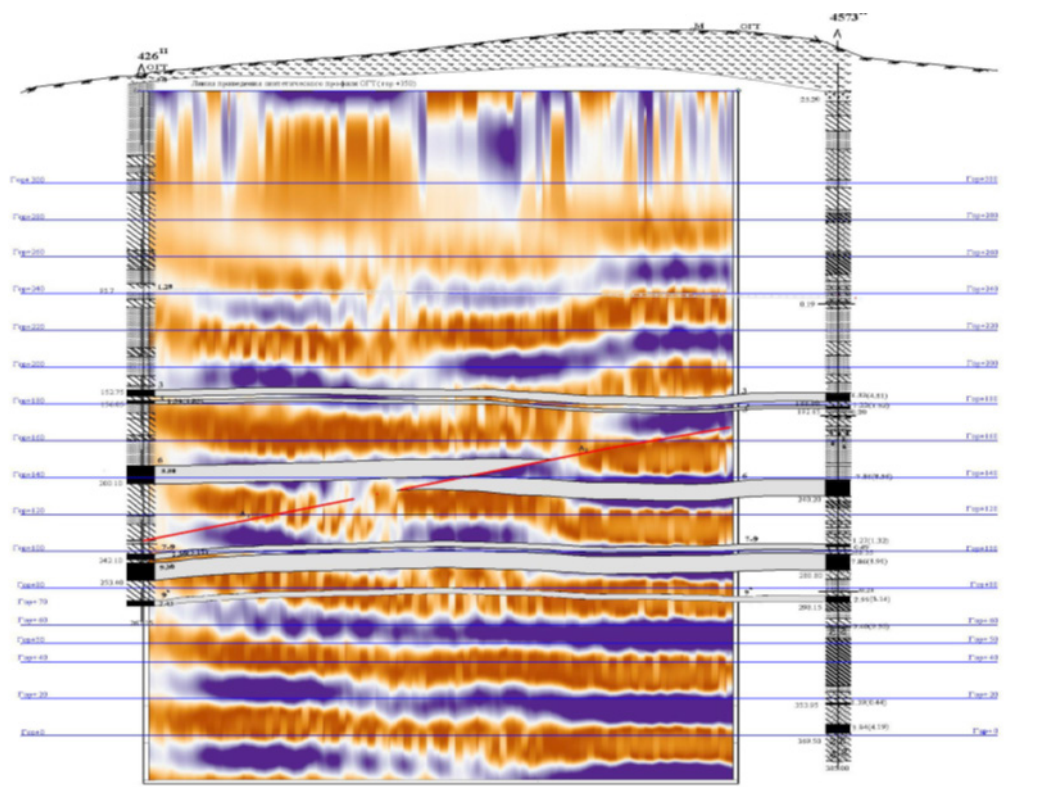
горных выработок встречаются «внезапно» и часто приводят не только к обрушениям кровли, но и к выбросам угля, газа и пород, провоцируют аварийные ситуации. Далее, в соответствии с требованиями Федерального закона № 116-ФЗ от 21.07.97 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (п. 2, ст. 8), любое отклонение от проекта требует внесение изменений в проект и проведения экспертизы промышленной безопасности, следовательно, работа предприятия останавливается на длительный срок.

Избежать подобных инцидентов, получить более полную информацию об аномалиях углепородного массива позволяет внедрение сейсмических методов, способствующих обеспечению, прежде всего, безопасности горных работ, поскольку большая часть аварий на угольных шахтах вызвана отсутствием достоверной информации о тектоническом строении угольного пласта впереди очистного или подготовительного забоя. Следует отметить, что в настоящее время практически весь объем сейсмических исследований в мире связан с разведкой газовых и нефтяных месторождений. Диапазон глубин залежей углеводородов $h = 2000 \text{ м} — 4000 \text{ м}$, скорость продольных упругих волн в покрывающей толще пород $v = 2000–3000 \text{ м/с}$, диапазон частот отраженных волн $f = 20–70 \text{ Гц}$. Это ключевые параметры, которые определяют геометрию сейсмического профиля. При сейсмической разведке угольных массивов ключевые параметры объектов разведки значительно отличаются от параметров нефтегазовых месторождений. Максимальная глубина исследования определяется техническим заданием к проекту проведения геологоразведочных работ и составляет 600–900 м.

Оптимальным методом сейсморазведки с поверхности является *метод общей глубинной точки (ОГТ)* — основной способ сейсморазведки, основанный на многократной регистрации и последующем накапливании сигналов сейсмических волн, отраженных под разными углами от одного и того же локального участка (точки) сейсмической границы в земной коре (рис. 1, рис. 2)



Рис. 1. Метод общей глубинной точки



При просмотре деталей разреза и временных слайсов определяются около 60% разломов со смещением от 3 до 5 м, которые могут быть интерпретированы исходя из данных 3D [3].

Принимая во внимания, с одной стороны, огромные экономические потери, причиной которых являются геологические неопределенности, а с другой — потенциально высокое разрешение, которое могут предоставить сейсмические технологии, напрашивается вывод о целесообразности внедрения сейсмических работ для уточнения и детализации геологических отчетов. Это особенно актуально для шахт Кузнецкого бассейна, где осложняющим фактором ведения горных работ является повышенная сейсмоактивность. С помощью сейсморазведки можно выявлять не только малоамплитудные разломы, колонны обрушения, но и области выработки в шахтах и зоны затопления. Техничко-экономические обоснования, прогнозы, содержащие сейсмическую информацию, более соответствуют реальным геологическим структурами, и, следовательно, значительно надежнее.

Литература:

1. Миронов, К. В. Справочник геолога-угольщика. Изд. 2. М., Недра, 1991, стр. 281.
2. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Угли и горючие сланцы. ФГУ ГКЗ. М., 2007
3. Zhao Pu and Wu Xizun. How seismic has helped to change coal mining in China // First Break. — February — 2005.

Выбор режима работы процесса низкотемпературной сепарации углеводородных сырьевых ресурсов

Зарипов Голиб Баходирович, магистрант;
Гайбуллаев Саиджон Абдусалимович, старший преподаватель
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Современная нефтегазовая промышленность Узбекистана — одна из крупнейших отраслей экономики Республики Узбекистан — важнейшая энергетическая база страны. В годы независимости страны проделана огромная работа по совершенствованию структуры отрасли, её техническому оснащению и перевооружению, наращиванию объемов добычи нефти и газа, углублению технологических процессов переработки углеводородного сырья и выпуска качественной продукции, отвечающей требованиям международных стандартов. Уже с первых дней независимости развитие ускоренными темпами топливно-энергетического комплекса было намечено Президентом страны Исламом Каримовым как одно из приоритетных направлений экономики.

Несколько крупных проектов намечается осуществить в нефтегазовой сфере. В частности, НХК «Узбекнефтегаз» в сотрудничестве с компаниями «Petronas» (Малайзия) и «Sasol» (ЮАР) создала совместное предприятие по производству синтетических жидких топлив

Таким образом, геофизические исследования углеводородного массива с применением сейсмических методов имеют следующие преимущества:

— предоставляют незаменимую информацию для безопасного ведения горных работ, уточняя геологическое строение пласта, выявляя нарушения, выбросоопасные зоны, места ослабленной непосредственной кровли или тяжелой основной кровли;

— определяют точную локализацию геологических нарушений, аномальных зон до начала отработки выемочного столба, что позволяет значительно повысить уровень промышленной безопасности, своевременно приняв меры для предотвращения возникновения аварийных ситуаций;

— позволяют, организовать при необходимости упрочнение (разупрочнение) углеводородного массива;

— способствуют повышению экономической эффективности угольного предприятия, позволяя более детально спланировать ведение горных работ по выемке угля.

по технологии GTL на базе очищенного метана Шуртанского ГХК. Данный завод будет перерабатывать 3,5 миллиардов кубометров газа и производить 672 тыс тонн дизельного топлива, 278 тысяч тонн авиакеросина, 361 тысяча тонн нефти 63 тысяча тонн сжиженного газа. Это значить ежегодно будет производить из добываемого в республике газа порядка высоколиквидной продукции: дизельного топлива, керосина, нефти и сжиженного нефтяного газа стандарта качества Евро-4 и Евро-5, которые поступят на внутренний рынок и на экспорт. Общая стоимость проекта составляет 2,7 млрд. долларов США. Завершение строительства данного предприятия намечено на 2017 год.

Строительство завода по производству синтетического жидкого топлива будет также способствовать дальнейшему укреплению нефтегазовой отрасли Узбекистана в целом и нефтехимической индустрии в частности.

На Устюрте на месторождении газа Сургиль будет введен крупнейший газохимический комплекс, предполага-

ется ежегодно перерабатывать 4,5 миллиарда кубометров природного газа и выпускать 500 тысяч тонн полиэтилена высокой плотности, 100 тысяч тонн полипропилена и около 100 тысяч тонн пиролизного бензина. Ввод в эксплуатацию Устюртского ГХК намечен на 2015 год. Для реализации этого проекта НХК «Узбекнефтегаз» с Консорциумом компаний Южной Кореи во главе с KOGAS и HONAM создано совместное производство «Uz Kor Gas Chemical». Общая стоимость проекта составляет 3,9 миллиардов долларов США.

Проект увеличит экспортные возможности Узбекистана и создаст сырьевую базу для других отраслей. Этот комплекс обеспечит сырьем сотни заводов и поможет развивать таких отраслей как химическая, машиностроение и полупроводников, и других высокотехнологичных отраслей экономики.

В настоящее время в качестве основных источников сырья для предприятий нефтегазовой промышленности используют нефть, газовый конденсат и природный газ.

Низкотемпературная сепарация является наиболее эффективным процессом для выделения и отделения из сырого газа всех высококипящих компонентов. Кроме того, сепарация газа при низкой температуре является отличным средством для дегидратации его, так как под действием сравнительно низких температур содержащиеся в газе пары воды конденсируются в капельную жидкость, переходя затем в кристаллогидраты, которые, как и жидкие углеводороды, в сепараторах отделяются от газа.

При обработке углеводородно сыревых газов наиболее широко распространен в газовой промышленности процесс низкотемпературной конденсации. Промысловые установки, предназначенные для извлечения из газа тяжелых углеводородов процессом НТК, на практике принято называть установками низкотемпературной сепарации (НТС). Процессы НТК и НТС используются также в схемах установок низкотемпературной абсорбции (НТА) как их предварительная стадия.

Упрощенном технологической схемы промысловой установки НТС, при наличии избыточного давления снижение температуры конечной ступени конденсации достигается за счет изоэнтальпийного или изоэнтропийного расширения газа. Энергия газа конечной ступени сепарации рекуперирована с использованием теплообменника.

Литература:

1. Х.Х. Кобиллов, Д.Ф. Гойибова, А.П. Назарова. Низкотемпературная сепарация углеводородов из природного и нефтяного попутных газов. // Молодой ученый. — 2015. - № 7. — с. 153—155.
2. Давлетов, К. М., Глазунов В. Ю., Эльберт И. П., Хафизов А. Р. Анализ пиковых режимов установок комплексной подготовки газа (УКПГ) Бованенковского нефтегазо-конденсатного месторождения (НГКМ) // Нефтегазовое дело: электронный научный журнал. 2013. № 5. с. 170—178.
3. Кубанов, А. Н. Особенности использования процесса НТС для подготовки к транспорту тощих газов месторождений полуострова Ямал: сб. ст. // Материалы научно-технического совета РАО «Газпром» (Саратов, октябрь 1995 г.). М.: ИРЦ Газпром, 1996. с. 94—100.
4. Степанов, А.А. Энергосберегающие турбодетандерные установки. М.: Недр, 1999. 258 с.

В данной случае расширение газа производится с использованием эжектора. Благодаря этому удается «дожимать» низконапорные газы до давления товарного газа без применения компрессорного агрегата.

При недостаточности избыточного давления в схему включается испаритель, где охлаждение газа осуществляется с использованием внешнего хладагента. Другим вариантом получения низкой изотермы может служить предварительное дожатие газа с последующим расширением с применением турбодетандерного агрегата.

Эффективность работы установок НТС или НТК зависит от состава газа, давления и температуры процесса, числа ступеней конденсации, характеристики оборудования и т.д.

Для подготовки к транспорту газа газоконденсатных месторождений предложен ряд технических решений, обеспечивающих преимущества одноступенчатого процесса конденсации. Из них можно указать следующие:

— для первой ступени сепарации выбирается такой режим, чтобы выделить из газа минимальное количество тяжелых углеводородов. Это обеспечит поступление во вторую ступень конденсации более тяжелого газа и тем самым увеличит степень конденсации целевых компонентов. В частности, в период истощения дроссель-эффекта сепаратор первой ступени можно использовать для выделения из газа механических примесей и капельной жидкости. При этом для тонкой очистки газа от ингредиентов можно осуществить его промывку, в том числе антигидратным ингибитором;

— подача нестабильного конденсата первой ступени конденсации или его тяжелой фракции в поток газа перед второй ступенью конденсации.

При подаче всего нестабильного конденсата (после его отделения от водно-ингибиторного раствора) в поток газа состав смеси перед сепаратором второй ступени становится таким же, как и состав первоначальной смеси. Поэтому в итоге установка НТС хотя формально и имеет две ступени, фактически состоит из одного технологического цикла. Подача всего количества нестабильного конденсата позволит уменьшить количество потоков газа дегазации и упростить схему установки. Однако это не связано с увеличением площади поверхности рекуперативного теплообменника и (или) расхода холода на установке.

Быстровозводимые здания и модульное строительство

Зуева Анна Владимировна, магистрант
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Последние годы модульное домостроение быстро наращивает свои объемы, создавая конкуренцию другим видам строительства. В статье рассматривается технология модульного строительства малоэтажных зданий, дано краткое описание основных систем строительства быстровозводимых зданий.

Ключевые слова: быстровозводимые здания, модульные здания, каркасно-щитовой метод, сборно-щитовой метод, ЛСТК, метод несъемной опалубки

В последнее десятилетие Министерством регионального развития была предложена Государственная программа Российской Федерации «Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан Российской Федерации». Государственная программа представляет собой стратегию развития промышленности строительных материалов и индустриального домостроения, которые ведут не только к формированию рынка доступного жилья с обеспечением комфортных и качественных условий проживания гражданам России, а так же для создания условий для развития массового строительства жилья эконом класса [1].

В 2011 г. доля малоэтажного строительства перешагнула 50% рубеж. По оценкам Министерства регионального развития к 2020 г. доля малоэтажного строительства достигнет 81,3%.

Эта актуальная проблема может быть успешно решена путем строительства быстровозводимых зданий.

Обзор литературы

В настоящее время проблема проектирования, строительства и эксплуатации быстровозводимых комплексов чрезвычайно актуальна для России и зарубежных стран также. Данной проблемой активно занимаются многочисленные учебные, научные и проектные учреждения Минстроя, Минобороны, МЧС и других федеральных и территориальных ведомств [2]. Значительный вклад в развитие быстровозводимых конструкций внесли такие ученые как Шнитковский А.Ф., Васильев А.И., Рыбаков В.А., Жмарин Е.Н., Адам Ф.М. и др.

Широкое применение быстровозводимых конструкций в строительстве в России сдерживается отсутствием норм по их расчету и проектированию.

Основные виды быстровозводимых зданий

Быстровозводимые здания и сооружения — объекты, конструкции которых обеспечивают их оперативный монтаж со сроками, значительно меньшими по сравнению с нормативной продолжительностью строительства [2].

К быстровозводимому жилищу относятся дома из специальных, в основном, некапитальных конструкций, которые позволяют построить дом в сроки, значительно меньшие, чем это предусмотрено для сопоставимых капитальных конструкций по нормам продолжительности строительства. Они не рассчитаны на последующие разборки, транспортирование и монтаж, а срок их службы

может быть аналогичен сроку службы капитальных домов [3].

Существуют следующие основные технологии возведения быстровозводимых домов:

- Каркасно-щитовые (каркасно-панельные)
- Бескаркасные панельные (сборно-щитовые)
- Каркасно-рамочные
- Каркасно-монолитные (метод несъемной опалубки)
- Блочно-модульные

Каркасно-щитовая система:

Каркасно-щитовой метод строительства является одним из типов быстровозводимых зданий и сооружений. Конструктивные решения таких домов позволяют создать комфортную внутреннюю среду и обеспечить достаточную долговечность конструкций, технологичность строительства и относительно невысокую стоимость. Основой несущего остова таких зданий могут быть деревянные или стальные элементы, причем, в случае применения древесины используются как обычные доски, так и составные деревянные двутавры, а стальные каркасы, в основном, выполняются из так называемых легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК).

Каркасно-щитовые дома из древесины в большинстве случаев производятся на специализированных предприятиях. Все детали строения изготавливаются в заводских условиях с высокой точностью и поступают на строительную площадку полностью готовые для установки [4]. Суть каркасно-щитового строительства сводится к тому, что стены дома возводятся на заранее просчитанной «хребетно-реберной» конструкции. В традиционной европейской технологии в качестве несущего каркаса выступали деревянные балки, а в качестве стеновых наполнителей использовались самые разнообразные материалы минерального происхождения. Традиционным основанием для отделки из облицовочного кирпича является цементно-стружечная плита (ЦСП), сайдинг или деревянная вагонка, допускают другие варианты [5].

Преимуществами каркасно-щитовых конструкций являются: быстрота возведения (от 4–6 недель благодаря автоматизации и отточенности технологического процесса), лёгкость конструкций, простота монтажа, не требует усадки в отличие от бревенчатых и брусовых домов, высокие теплоизоляционные свойства каркасной конструкции, при относительно низкой толщине стен (25 см).

К недостаткам относят: каркасные дома менее экологичны, чем другие виды, по причине синтетических материалов утеплителя и затрудненный воздухообмен и обмен влагой.

Каркасная система из ЛСТК:

В настоящее время одной из технологий строительства быстровозводимых сооружений является каркасная система из легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК), утеплителя, облицовочных листов и пароизоляционных пленок, которая завоевывает в нашей стране все новых и новых поклонников и активно внедряется на строительном рынке. Основным элементом технологии являются холоднокатаный термопрофиль и легкие балки из тонкого оцинкованного листа, которые могут быть использованы как для сборки цельного каркаса здания, так и для монтажа отдельных элементов:

- наружных и внутренних стен, перегородок,
- междуэтажных перекрытий,
- стропильных конструкций мансард, крыш и других сооружений. [6]

Основными достоинствами способа строительства по технологии ЛСТК являются: быстрота возведения (срок возведения здания из ЛСТК 4–5 месяцев.), лёгкость и простота монтажа (при строительстве требуется 3–4 рабочих.), отсутствие усадки фундамента в период строительства и эксплуатации, всесезонный монтаж, отсутствие тяжёлой техники при строительстве, сейсмостойчивость.

К недостаткам ЛСТК относят: пожароопасность при необходимой отсутствии защиты конструкции, проектирование и монтаж зданий (в особенности, зданий с ферменными конструкциями) из ЛСТК должны проводиться специалистами высокой квалификации (ценой ошибки может быть обрушение конструкций), специфической проблемой для российского рынка ЛСТК является отсутствие норм проектирования зданий [7].

Панельные (сборно-щитовые) дома:

В 30-х годах прошлого века в США впервые было предложено строить дома из сэндвич-панелей. Наибольшего развития канадская технология достигла после изобретения SIP-панели (Structural Insulated Panel) — конструкционной теплоизолирующей панели (СИП-панели), в которой стали применяться современные материалы: в качестве ограждающего и силового элемента — плиты OSP-3, а в качестве теплоизолятора — пенополистирол.

Вначале производятся SIP-панели на специальном оборудовании, а затем, на специальном распиловочном (раскромочном) станке они режутся (раскраиваются) под необходимые размеры в соответствии с рабочим проектом конкретного дома и в них вшивается закладной (калиброванный) брус, который обеспечивает соединение панелей. Набор таких панелей и образуют домокомплект. Технология строительства SIP является бескаркасной. Каркас здания образуют ОСП-плиты и деревянные брусья, применяемые для соединения панелей. А пенополистирол внутри SIP-панели, является утеплителем. На этом основано важное преимущество SIP технологии над дру-

гими каркасно-панельными технологиями — скорость строительства, т.к. нет необходимости вначале возводить каркас дома, а затем его утеплять.

Основным недостатком данного метода является горючесть [8].

Метод несъёмной опалубки:

Технология возведения строительных конструкций с применением несъёмной опалубки более 30 лет благополучно используется в США, Канаде и странах Европы. В России дома из несъёмной опалубки строятся уже около 10 лет, они прекрасно себя зарекомендовали. Основным преимуществом применения технологии несъёмной опалубки является возможность возведения многослойной конструкции с необходимой теплоизоляцией за один технологический цикл. То есть стена получается сразу «теплой» и не требуется дополнительных затрат на работы по утеплению, следовательно строительство получается более экономичным.

Несъёмная опалубка — панели или блоки из различных материалов, которые монтируются в единую опалубочную конструкцию, которая после окончания монтажа заполняется бетоном. Опалубка ускоряет и упрощает строительство за счёт объединения нескольких этапов строительства в одном технологическом цикле (несущая стена с нужным сопротивлением теплопередаче возводится за один технологический этап). Несъёмная опалубка после схватывания в ней бетона становится частью конструкции стены здания. Различают несколько различных видов несъёмной опалубки для создания несущих конструкций: блоки из вспененного полистирола с пустотами, облицовочная несъёмная опалубка, несъёмная опалубка по технологии «PLASTBAU-3», армированные панели (армопанель), дребетонные панели или блоки (арболит) [9].

Преимуществами метода несъёмной опалубки являются: простота монтажа, скорость возведения, малая цена, конструкции являются жесткими и несущими, прекрасная тепло- и звукоизоляция. К недостаткам же относят: низкую шумоизоляцию, не доступность, требуется отделка, сезонные ограничения строительства, высокая влажность, обязательное заземление/зануления дома [10].

Модульные быстровозводимые здания

Мобильное (инвентарное) здание или сооружение — здание или сооружение комплектной заводской поставки, конструкция которого обеспечивает возможность его перемещения [11]. При этом конструктивные решения элементов, узлов и строительные материалы позволяют осуществлять многократные процессы демонтажа, транспортирования и монтажа на новых местах эксплуатации. Модульные быстровозводимые здания могут производиться в перемещаемом или мобильном выполнении. Это универсальные конструкции, состоящие из прочного каркаса, ограждающих элементов и кровли [12].

Сегодня инвесторы серьезно задумались над внедрением 100% модулей в массовое жилищное строительство. Так, совместный проект группы «СВЕЗА» и КНАУФ — ООО «Новый Дом» планирует с 2017 года внедриться



Рис. 1. Вариант модульного быстровозводимого здания DUBLDOM (Россия)

в эту нишу и за несколько лет занять лидирующие позиции в сегменте модульного строительства, ежегодно производя более 1 млн. кв. м. жилья.

Некоторые регионы уже обратили внимание на модульный потенциал — власти Архангельской области планируют построить по модульной технологии несколько сотен тысяч квадратных метров в рамках программ «Жилье для российской семьи» и «Переселение граждан из аварийного и ветхого фонда».

Модульное строительство и серийное производство типовых строительных материалов позволяют возводить жилье по индивидуальным проектам в промышленных масштабах. Таким образом, жилье может внешне отвечать индивидуальным требованиям покупателя, и в то же время — состоять из набора стандартных элементов [13].

В отечественной практике строительного производства существует большое разнообразие мобильных зданий и сооружений (МЗС), отличающихся габаритами, конструктивной схемой и применяемыми материалами [14].

Самыми главными элементами быстровозводимых модульных зданий являются так называемые блок-модули конкретных размеров, которые позволяют выстраивать сооружения с необходимыми размерами. На строительную площадку готовый модульный блок доставляется в состоянии полной либо частичной сборки полностью подготовленных элементов конструкции. На самой площадке требуется только сооружения фундамента. Чаще всего это мелкозаглубленные или незаглубленные типы фундаментов: ленточные, плитные или столбчатые. Модульные здания относятся к временным строениям, могут устанавливаться без фундамента (преимущественно до трёх этажей), могут легко демонтироваться и перевозиться на другое место. Изготавливаются в различном исполнении для любых климатических условий, отвечают всем пожарным и санитарным требованиям, имеют си-

стему отопления и вентиляции, сантехнику и электрооборудование.

Для изготовления модулей используют следующие виды материалов: металл (блок-контейнеры, бытовки, нестандартные конструкции); дерево (блоки из профилированного бруса, оцилиндрованного бревна или древесно-щитовых материалов); бетонные конструкции (армированные бетонные плиты или модульные конструкции из ячеистых бетонов).

Самое главное преимущество модульных зданий — это их мобильность, скорость разворачивания, двухэтажное временное здание может быть собрано в течение нескольких дней, также преимуществом данного метода является: возможность установки в местах, где обычное строительство затруднено или невозможно, высокая степень заводской готовности, применение современных отделочных материалов, высокое качество исполнения, стойкость к сейсмическим и снеговым нагрузкам.

Недостатками у модульных зданий являются: возможность ухудшения теплоизолирующих и прочностных свойств через несколько десятков лет эксплуатации, нежелательность сооружения быстровозводимые конструкции в регионах с повышенной влажностью, а также с очень низкими зимними температурами, сложность монтажа предполагает проведение работ только высокопрофессиональной бригадой [7].

Вывод

Главным достоинством быстровозводимого здания является, конечно же, скорость возведения, не зависящая от времени года, что немаловажно. С появлением на современном строительном рынке новых материалов для внутренней и внешней отделки модулей строительство по модульной технологии постепенно вытесняет устаревшие способы капитального строительства при возведении малоэтажных зданий и сооружений. Эксперты считают, что у мо-

дульной технологии есть будущее, хотя и конкуренция с традиционными методами строительства будет нелёгкой. Строительство в принципе — самая консервативная отрасль народного хозяйства. Как говорится, альтернативному виду строительства понадобится время, чтобы строители и потребители к нему привыкли и приняли.

Литература:

1. Постановление правительства РФ от 15 апреля 2014 г. № 323 Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан Российской Федерации»
2. Асаул, А. Н., Казаков Ю. Н., Быков В. Л., Князев И. П., Ерофеев. Теория и практика использования быстровозводимых зданий — Санкт-Петербург, «Гуманистика», 2004—472 с.
3. Заренков, В. А., Казаков Ю. Н., Шнитковский А. Ф. Индивидуальные жилые дома — Санкт-Петербург. 1999—269 с.
4. Вержбовский, Г. Б., Колесова Е. В. Легкокаркасные металлодеревянные здания // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» № 32012
5. Ларионов, И. И. Каркасно-щитовое строительство // Журнал Каталог Проектов, 2004. № 2 (23)
6. Жмарин, Е. Н., Рыбаков В. А. ЛСТК — инструмент для реализации программы доступное и комфортное жилье... // СтройПРОФИль № 6 (60) 2007
7. Мушинский, А. Н., Зимин С. С. Строительство быстровозводимых зданий и сооружений // Строительство уникальных зданий и сооружений. 4 (31).2015
8. <http://есорп50.ru>
9. Пархоменко, О. И. Системы несъемной опалубки в гражданском строительстве. Диссертация на соискание степени магистра техники и технологии.
10. Вильман, Ю. А. Технология строительных процессов и возведение зданий. Современные прогрессивные методы. — М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2005—336 с.
11. ГОСТ 25957—83. Здания и сооружения мобильные (инвентарные). Классификация. Термины и определения
12. Адам, Ф. М. Совершенствование технологии строительства модульных быстровозводимых малоэтажных зданий. Автореферат на соискание ученой степени кандидата технических наук
13. <http://ardexpert.ru> Модульная архитектура будущего. Начало положено
14. Васильев, А. И. О состоянии проектирования и производства мобильных зданий и сооружений // Материалы научно-практической конференции «Постсоветское градостроительство»./Госстрой Росси ГУП НИИП Градостроительства. СПб, 2001. — 207с.

Влияние площади контакта и сечения провода на величину стартерного тока

Иванов Никита Константинович, студент;

Шаякбаров Ильнур Эльмарович, студент

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

В данной статье рассматривается влияние параметров проводов для прикуривания на величину стартерного тока.

Ключевые слова: ток, аккумуляторная батарея, провода.

This article examines the impact of the parameters of wires for lighting the value of the starter current.

Keywords: current, battery, wires.

Самым сложным периодом эксплуатации автомобиля в наших условиях является зима. В это время на автомобиль влияют низкие температуры воздуха, повышенная влажность, перепады температур. Так как в автомобиле достаточно много составляющих, имеющих в своей структуре воду или жидкости, то влияние этого фактора является существенным. Большое влияние тем-

пература оказывает на масло двигателя и коробки передач из-за загустевшего масла, что затрудняет запуск двигателя. Так же низкая температура влияет на топливную систему автомобилей с дизельными двигателями, заправляющиеся дизельным топливом, имеющим в своем составе парафины, замерзающие при низких температурах и засоряющие топливную систему. [2] Часто выходят из строя

резиновые уплотнители и патрубки, которые трескаются из-за перепада температур. Следующей неисправностью, часто возникающей в зимний период, является неисправность электрооборудования (генератор, стартеры) из-за окисления контактов (из-за скопления конденсата) и замыкания проводов из-за потрескавшейся изоляции проводов. [1]

Наиболее распространенная неисправность автомобиля в зимний период — это разряд аккумуляторной батареи. Завести такой автомобиль можно несколькими способами. Самым простым и распространенным способом является «прикуривание» от исправного аккумулятора. Однако не всегда получается «прикурить», а главным образом это зависит от проводов «для прикуривания». На рынках достаточно большой ассортимент проводов «для прикуривания» с различными сечениями провода, площадями контакта, усилиями пружины (прижимная сила). В статье мы рассматриваем вопрос — какие провода лучше подходят для этого процесса.

Основными параметрами проводов для прикуривания являются площадь контакта «крокодилов» и площадь поперечного сечения проводов. Величина тока в проводах зависит от величин сопротивления в крокодилах и проводах. Общее сопротивление будет равно:

$$R_{\text{общ}} = 2R_{\text{пр}} + 4R_{\text{зж}} \tag{1}$$

где $R_{\text{пр}}$ — сопротивление в проводах (цифра перед ним обозначает количество проводов); $R_{\text{зж}}$ — сопротивление в зажимах (цифра перед ним обозначает количество зажимов).

Провод для прикуривания состоит из двух крокодилов и провода. Если рассмотреть зажим, то мы увидим, что он состоит из нескольких зубчиков (рис. 1).

Предположим, что зуб под действием прижимной силы пружины зуб входит в клемму на высоту h . Тогда площадь контакта одного зуба равна:

$$S = 2 * \left(\frac{1}{2} b * h\right) + 2 * (a * l) \tag{2}$$

Суммарное пятно контакта зажима будет равно:

$$S_{\text{сум}} = z * S,$$

где z — число зубьев.

Так же сечение может иметь иную форму (рис. 2).

При этом поверхность контакта будет иметь вид прямоугольника с длиной b и шириной a . При этом длина b определяется как длина дуги по формуле:

$$b = \frac{\pi * R * \pi}{180} \tag{3}$$

где R — радиус окружности, π — угол дуги в градусах.

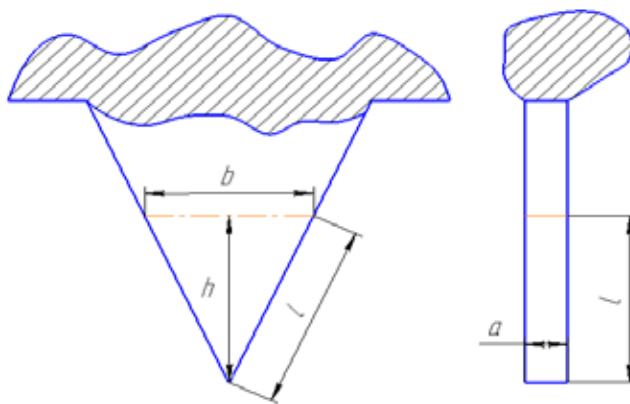


Рис. 1. Схема зажима с зубчиком

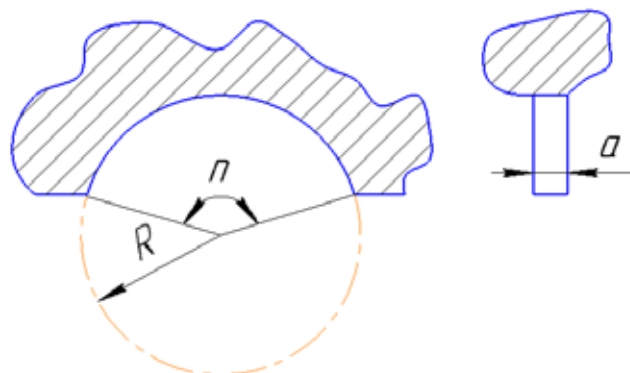


Рис. 2. Схема зажима с прямоугольной поверхностью

Тогда площадь контакта равна:

$$S = \frac{\pi \cdot R \cdot n \cdot a}{180} \quad (4)$$

Суммарная площадь при этом равна:

$$S_{\text{сумм}} = z \cdot S$$

где z — число зубьев.

Увеличение площади позволяет увеличить количество электронов, проходящих через сечение за промежуток времени. Увеличение количества электронов ведет к увеличению плотности тока, которую определяют по формуле:

$$J = qnU \quad (5)$$

где q — одиночный заряд (Кл), n — количество зарядов (шт), U — скорость зарядов (м/с).

Так же на силу тока влияет величина сечения провода для прикуривания. Сечение представляет собой окружность диаметром D . Тогда по формуле площади окружности:

$$S = \frac{\pi D^2}{4} \quad (6)$$

Чтобы понять значение площади сечения провода, обратимся к формуле Ома, которая гласит:

$$I = \frac{U}{R} \quad (7)$$

Теперь обратимся к формуле определения сопротивления R :

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S} \quad (8)$$

где ρ — это удельное сопротивление материала проводника (определена для всех материалов опытным путем),

L — длина проводника, S — площадь поперечного сечения проводника.

Подставляя формулу (6) в формулу (8), получаем

$$R = \frac{4 \cdot \rho \cdot L}{\pi D^2} \quad (9)$$

Подставляя полученную формулу (9) в формулу (7), получаем

$$I = \frac{\pi D^2 U}{4 \cdot \rho \cdot L} \quad (10)$$

Необходимо учитывать прижимную силу пружины, установленной в крокодилах (рис. 3)

Систему пружины можно представить как равенство моментов, то есть каждый усик — это плечо, на конце которого действует сила. Опытным путем было доказано что усилия на концах усиков возрастает с увеличением угла между ними.

Для практической части исследования были проведены испытания трех видов проводов: штатные провода, провода с тонким и толстым сечениями. Параметры этих проводов представлены в таблице 1.

В ходе испытаний была симитирована нагрузка, повторяющая запуск автомобиля. В это время были измерены силы тока и напряжения аккумуляторной батареи и напряжение нагрузки. Результаты испытаний проводов приведены в таблице 2 и на их основе были построены графики зависимостей (рис. 4, 5, 6).

Синие графики — графики, относящиеся к данным по зажимам; красные графики — графики, относящиеся к данным по толстым проводам; зеленые графики — графики, относящиеся к данным по тонким проводам.

На основании графиков и данных из таблицы можно сказать, что лучше всего со своей задачей справились

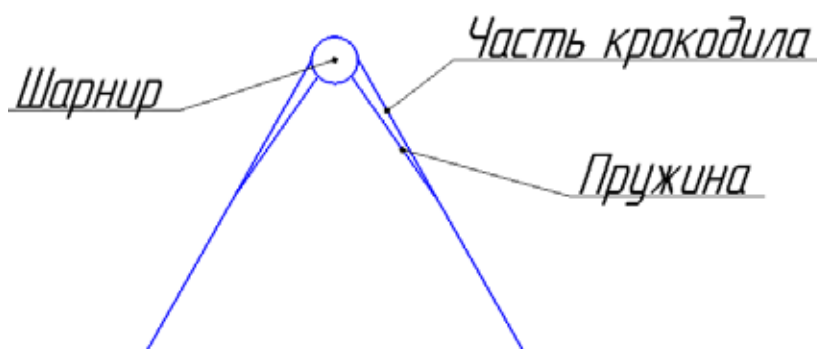


Рис. 3. Схема системы пружины, установленной в крокодилах

Таблица 1. Параметры проводов

Параметры	Стандартные провода	Провода тонкого сечения
Диаметр провода, мм	8	4
Площадь поперечного сечения, мм ²	50	13
Площадь контакта клеммы аккумуляторной батареи с клеммами проводов, мм ²	801	147

Таблица 2. Результаты испытаний проводов

Параметр	Зажимы			Толстый провод			Тонкий провод		
	I, А	U1, В	U2, В	I, А	U1, В	U2, В	I, А	U1, В	U2, В
0	1,3	0	12,22	1,1	0	12,36	1,4	0	12,35
1	12,5	1,434	6,51	129,8	1,1	8,23	143,7	0,8	7,54
2	264,2	5,164	6,89	125,7	2,959	7,69	137,8	2,737	6,91
3	253,5	4,157	6,09	132	2,847	7,49	122,8	2,495	6,25
4	245,7	4,603	5,53	123,6	2,576	6,78	117,6	2,395	5,95
5	230,2	4,456	5,73	116,8	2,437	6,29	113,4	2,315	5,71

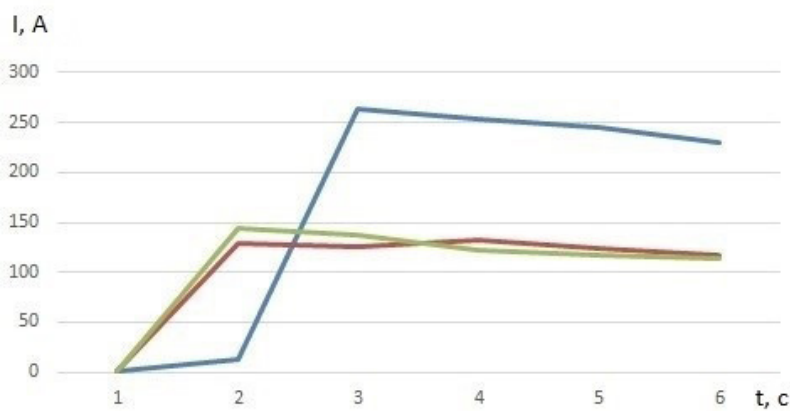


Рис. 4. График сил тока

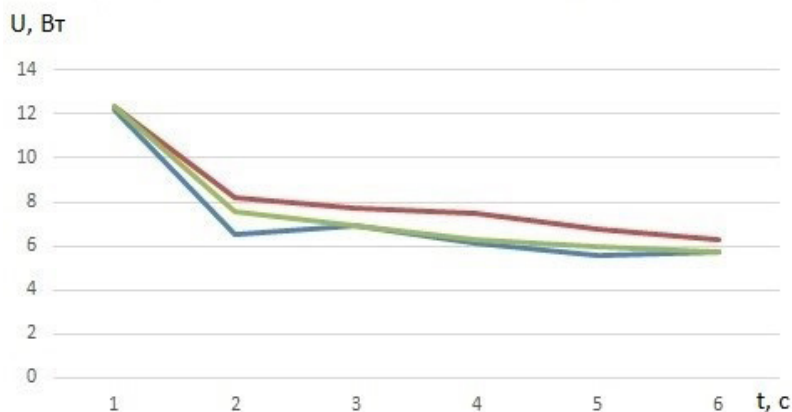


Рис. 5. График напряжений аккумуляторной батареи

стандартные зажимы. Это зависит от нескольких факторов. Во-первых, это хороший контакт между зажимом и клеммой аккумуляторной батареи, что в свою очередь приводит к уменьшению потерь в точке контакта.

Проведены опыты и построены графики по исследованию проводов «для прикуривания». Сделан обзор отказов автомобилей в зимний период, на основе

выполненных исследований решена важная научно-практическая задача влияния зимнего периода эксплуатации на формирование потока неисправностей автомобилей. Установлен перечень факторов, которые необходимо учитывать при выборе проводов для «прикуривания» с научной и технической стороны.

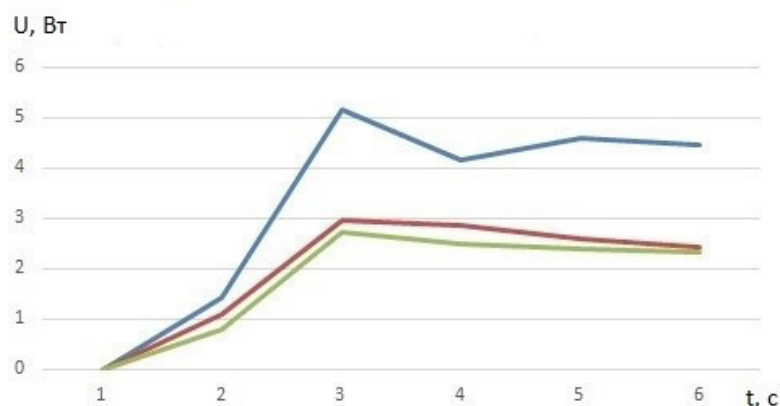


Рис. 6. График напряжений на нагрузке

Литература:

1. Кузнецов, Е. С., Воронов В. П., Болдин А. П. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов 3-е изд., перераб. и доп. — М: Транспорт, 1991. — 413 с.
2. <http://autonewsmonitoring.info>

Канафоуборочный комбайн с очёсывающим аппаратом

Игамбердиев Холмурод Хайдарович, кандидат технических наук, доцент;
 Эгамназаров Гайрат Гайбуллаевич, кандидат технических наук;
 Гаппаров Бехзод Нематиллаевич, ассистент;
 Набиходжаева Наргиза Тошпулатовна, ассистент;
 Игамбердиев Дилшод Холмуродович, ассистент
 Джизакский политехнический институт (Узбекистан)

В статье изложена технологическая уборка кенафа с комбайном приспособлением очёсывающего.

Ключевые слова: кенафоуборочному комбайну, комбайн КУ-0,2, каната, уборке кенафа.

Кенаф выращивают с целью получения волокна. Обладавая высокой гигроскопичностью, волокно кенафа является незаменимым материалом при изготовлении мешков и упаковочной тары для хранения и транспортировки муки, сахара, соли и других продуктов. Кроме того, оно идет на изготовление веревок, каната, брезента, основы ковров и рыболовных снастей.

Остальные компоненты зеленцового кенафа в настоящее время идут в отходы, тогда как они могут с успехом использоваться в народном хозяйстве в качестве: листья и коробочки — корма для животных, костра — сырья в гидролизной промышленности и теплоизоляционного материала в строительстве.

На уборке кенафа применяется комбайн КУ-0,2, который осуществляет скашивание стеблей, выделение луба и порционную укладку его для просушки. Однако комбайн не очёсывает листья и коробочки, и стебли обрабатываются вместе с ними. Из-за этого ухудшается процесс лубо-

отделения и повышается засорённость луба. Повышенная заостренность луба снижает выход и качество волокна. Наличие листьев и коробочек способствует спутыванию стеблей, что приводит к частым нарушениям технологического процесса работы комбайна. Кроме того, луб, уложенный комбайном порциями, просыхает неравномерно и требуется его переворачивать. Кроме того, листья с коробочками по кормовой ценности почти не уступают люцерне. В то же время при переработке кенафа они рассыпаются по полю, а оставшаяся часть их на лубе отделяется на лубазаводах при мочке и переработке, засоряя водоёмы и снижая выход волокна. Поэтому разработано приспособление к кенафоуборочному комбайну для сбора листьев и семенных коробочек.

Приспособление имеет вид очёсывающего аппарата. Скашивание и переработка стеблей комбайном, скобленным таким аппаратом, осуществляется как и в серийной машине: при движении машины стебли попадают

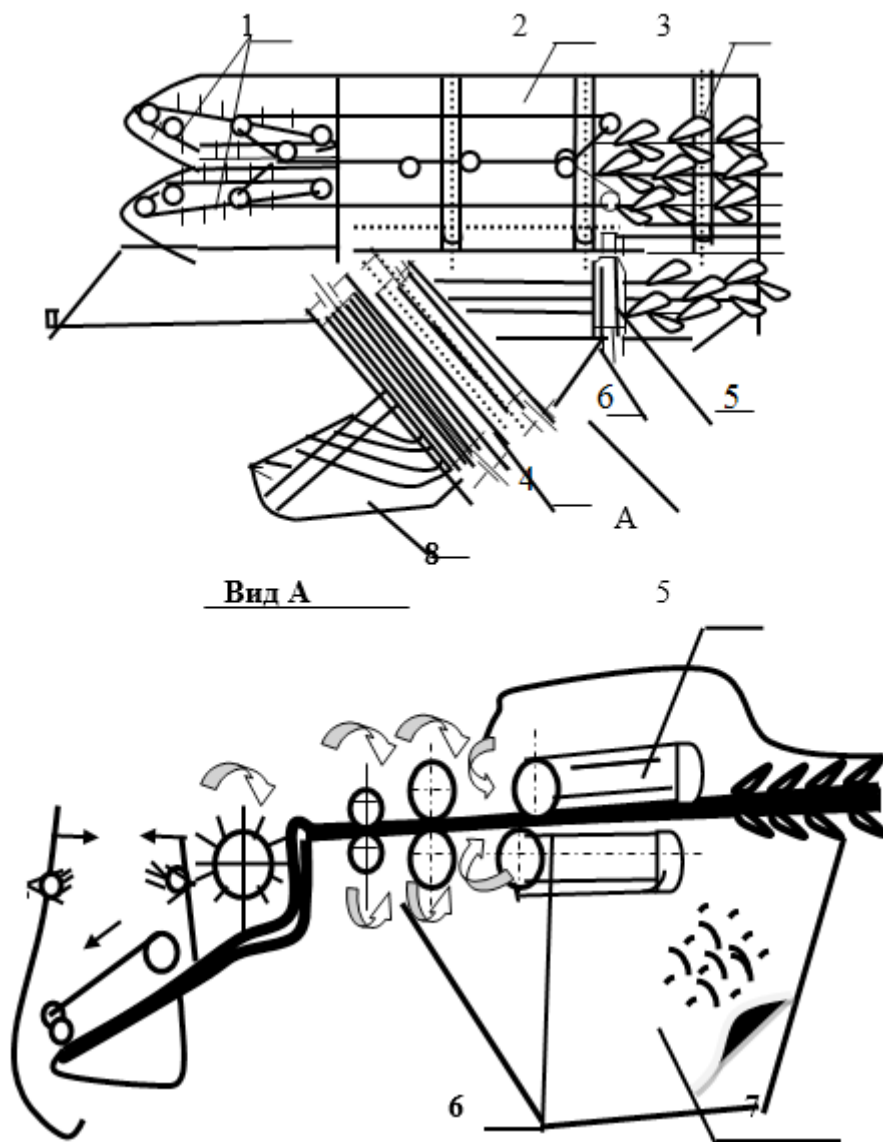


Рис. 1. Технологическая схема кенафуборочного комбайна с очёсывающим аппаратом: 1-жатвенная часть; 2-стол; 3-поперечный транспортёр; 4-лубоотделяющая часть; 5,6-очёсывающие барабаны; 7-бункер; 8-лубоукладчик

в зону действия блока зажимного транспортёра с делителями и стеблеподъёмниками 1 (рис. 1.) после среза режущим аппаратом они укладываются на стол 2 и транспортируются поперечным цепочно-пальцевым транспортёром 3 к лубоотделяющей части 4.

Очёс листьев и коробочек производится в процессе подачи стеблей в обработку. После надёжного их захвата вальцами средняя часть попадает в зону действия очёсывающего аппарата, состоящих из двух лопастных барабанов 5 и 6, оси которых расположены перпендикулярно стеблям, а приёмная часть выполнена в виде усечённого конуса. В процессе движения стеблей в вальцах они, на-

чиная со средней части и до верхушки, подвергаются ударным воздействиям лопастей, вращающихся навстречу друг-другу барабанов. Причём барабаны очёсывают листья и коробочки в направлении противоположным движением стеблей.

Таким образом, стебли перерабатываются на луб без листьев и коробочек, тем самым уменьшается толщина слоя в зоне обработки. Очёсывающие листья попадают в бункер 7, а полученный луб расстилается по полю порциями массой 7–8 кг лубоукладчиком 8. По мере заполнения бункера собранная масса разгружается на разворотных полосах.

Литература:

1. Игамбердиев, Х. Х. К определению взаимодействия очёсывающего барабана с листьями кенафа. В кн.: Вопросы биологии, роста, развития кенафа и основные элементы его агротехники. Труды Узбекской опытной станции лубяных культур, вып. 10. Ташкент. 1981 г. Стр. 80–84

- Канивец, М.А., Абдукадыров А., Тукубаев Т.Б., Мифтахов Ш.Ф., Карнаухов Н.И., Ачилдыев Ш., Игамбердиев Х.Х. Устройство для обработки стеблей лубяных культур. А. с. № 968110. Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки. № 39, 1982 г.

Проблемы и пути развития систем автоматического массогабаритного контроля большегрузных транспортных средств

Исаев Иван Александрович, аспирант
Тюменский государственный нефтегазовый университет

В статье рассмотрены вопросы усовершенствования технологии поосного взвешивания в аспекте преодоления технических ограничений и увеличения точности взвешивания в движении.

Ключевые слова: поосное взвешивание, точность измерения весовых параметров.

Поосное взвешивание автотранспортных средств (ТС) используется с целью оценки соответствия их осевых нагрузок и полной массы установленным нормам [1], [2]. Системы поосного взвешивания большегрузных транспортных средств в движении, установленные на стационарных постах весового контроля федеральных трасс, являются важным инструментом для осуществления мониторинга и фиксации нарушений установленных норм и правил.

На сегодняшний день отмечаются проблемы и недостатки существующих систем последовательного поосного взвешивания транспортных средств в движении. М.В. Сенянский отмечает погрешности измерения полной массы транспортного средства при последовательном измерении осевых нагрузок многоосного транспортного средства [3]. Экспериментально доказана большая точность измерения поосного взвешивания во время движения транспортного средства без остановки. В то же время, при взвешивании на скорости, возникает ряд дополнительных помех, таких как: аэродинамика ТС, влияние дисбаланса и формы колес, кривизна траектории движения ТС в горизонтальной и вертикальной плоскостях и пр. [3], [4].

Рассмотрим пути решения проблем, направленные на преодоление технических ограничений, на точность взвешивания в движении, основанные на доработке и дальнейшем усовершенствовании технологии, указанной в патенте номер SU 1809323 А1.

Новизна технологии заключается в создании приемников давления, основанных на плоских гидравлических цилиндрах мембранного типа и использовании кварцево-резонансного преобразователя давления. Кроме того, предлагается выбор математического метода усреднения для дальнейшей обработки сигналов на компьютерном терминале.

Современные автомобильные весы используют тензOMETрические датчики веса в весоприемных элементах. Принцип работы тензопреобразователей основан на яв-

лении «тензоэффекта» в материалах. В нем чувствительным элементом служит мембрана с тензорезисторами, которые соединены в мостовую схему. Мембрана прогибается под воздействием давления измеряемой среды, и тензорезисторы меняют свое сопротивление, что приводит к разбалансу моста Уитстона. Этот разбаланс линейно зависит от степени деформации резисторов, то есть от приложенного давления.

Принципиальные ограничения КНС преобразователя — существенные гистерезисные эффекты от давления и температуры, и неустраняемая временная нестабильность градуировочной характеристики. Ограничения вызваны жесткой связью мембраны с конструктивными элементами датчика и неоднородностью конструкции.

В резонансных датчиках на кремнии используется резонансный принцип. В основе подобного метода лежат волновые электромагнитные процессы. Это объясняет высокие выходные характеристики прибора и высокую стабильность датчиков. Частный пример — кварцевый резонатор. При прогибе мембраны происходит поляризация и деформация кристалла кварца, который подключен в электрическую схему. Вследствие изменения давления, частота колебаний кристалла меняется. Выбрав параметры резонансного контура, изменяя индуктивность катушки или емкость конденсатора, можно добиться того, что сопротивление кварца упадет до нуля, то есть частоты колебаний электрического сигнала и кристалла совпадут, и наступит резонанс. Преимущества использования подобных резонансных датчиков — стабильность характеристик и высокая точность.

Применение гидравлических приемников давления мембранного типа плоской формы, работающих в замкнутом контуре, позволит минимизировать паразитные эффекты от движущихся транспортных средств за счет большей площади контакта измерительной платформы с датчиком веса и колесом транспортного средства. Отсутствие возможных перекосов и деформаций измерительной

платформы (вследствие ее малых габаритных размеров и особенностей конструкции) позволит повысить стабильность и точность измерения весовых характеристик транспортного средства в движении.

Конструкция гидравлического приемника давления мембранного типа представляет собой гидроцилиндр с мембраной из нержавеющей стали толщиной с концентрическими выштамповками для улучшения геометрических характеристик при деформации. Внутри цилиндра установлено седло для ограничения максимального хода деформации мембраны. Приемник соединен импульсными трубками с преобразователем давления в единый замкнутый контур. Подобное решение позволяет избавиться от проблем геометрических деформаций системы.

Наличие в составе комплекса современного преобразователя давления, работающего на основе кремниевых резонаторов, и поддерживающего современные промышленные протоколы связи (например, HART, FieldBus и др.), позволит довести время отклика менее чем до 90 миллисекунд, а значит, большегрузный транспорт сможет проезжать через пост весового контроля на скорости до 70 км/ч.

М. В. Сенянский указал, что разброс осевых нагрузок может составлять ± 650 килограмм при поочередном взвешивании [3]. Для решения этой проблемы была предложена следующая конструкция: две весовые платформы, расположенные друг за другом на расстоянии не менее 5 метров. Данное решение позволит взвесить каждую ось транспортного средства два раза, и высчитать среднее значение, используя алгоритм усреднения значений.

На вход алгоритма поступают измеренные значения какого-либо объекта, на выходе выдаются сглаженные значения. Подобных механизмов существует много. У каждого из них есть область применения и особый принцип работы. Например, можно взять среднее арифметическое по последним измерениям. В таком случае параметром фильтра будет локальное окно, то есть количество последних измерений, которые участвуют в усреднении для получения текущего значения. Например, четыре:

$$X_t = \frac{x_t + x_{t-1} + x_{t-2} + x_{t-3}}{4}$$

X_t — результат фильтрации на текущий момент времени,

x_t — измеренное значение на текущий момент времени,

x_{t-1} — значение величины, измеренное на предыдущей итерации.

В обобщенном виде:

Литература:

1. Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2011 г. № 272 «Об утверждении Правил перевозок грузов автомобильным транспортом».
2. Технический регламент «О безопасности колесных транспортных средств», утвержденный Постановлением Правительства РФ № 720 от 10.09.2010 г.

$$X_t = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} x_{t-i}}{n}$$

Недостатки такого подхода:

необходимость хранения в памяти вычислительного устройства нескольких последних значений;

все измеренные значения имеют одинаковое влияние на выход фильтра, т. е. влияние более ранних значений измерений такое же, как влияние самого последнего.

К формуле экспоненциального среднего приводят попытки исправить эти два пункта.

Так, к примеру, последнее измеренное значение влияет на $2/3$, а предыдущее влияет только на $1/3$:

$$X_t = \frac{2}{3} \cdot x_t + \frac{1}{3} \cdot x_{t-1}$$

Но возникает вопрос — как быть, если локальное окно нужно увеличить? Усреднение по двум последним измерениям, в большинстве случаев, будет слишком подвержено скачкам из-за случайных погрешностей.

Рассмотрим вариант замены предыдущее измеренное значение на уже «отфильтрованное»:

$$X_t = \frac{2}{3} \cdot x_t + \frac{1}{3} \cdot X_{t-1}$$

Но, самое последнее измеренное значение также сильно влияет на результат: любой случайный выброс приведет к резкому скачку. Ослабление влияния параметров можно учесть по формуле:

$$X_t = \frac{1}{100} \cdot x_t + \frac{99}{100} \cdot X_{t-1}$$

В идеальном варианте — ввести настраиваемый параметр «альфа», который больше нуля, но меньше единицы:

$$X_t = \alpha \cdot x_t + (1 - \alpha) \cdot X_{t-1}$$

Это и есть экспоненциальный фильтр. Чем меньше альфа, тем более гладким будет результат.

Два крайних случая: альфа равно нулю, и альфа равно единице. В первом случае фильтр вообще не зависит от измеренных значений, т. е. он очень-очень гладкий. Во втором случае результат в точности равен последнему измеренному значению, т. е. фильтрация в принципе не происходит. Экспоненциальный фильтр — комбинация этих двух крайностей с настраиваемой пропорцией.

Применение, предлагаемой автором, технологии позволит добиться повышения точности измерения весовых параметров большегрузных транспортных средств, не снижая скорости прохождения через пункт весового контроля, а также увеличить общий ресурс весоизмерительных устройств, повысить общее время наработки на отказ.

3. Сенянский, М.В. Методологические особенности поосного взвешивания автомобилей // Законодательная и прикладная метрология. — 2013. — № 1 (122). — с. 36–45;
4. Годзиковский, В.А., Сенянский М.В. Тенденции развития автомобильных весов // Автомобильные дороги. — 2014. — № 4. — с. 30–35.

Функциональная роль пробиотиков и пребиотиков в технологии мясных продуктов

Какимов Айтбек Калиевич, доктор технических наук, профессор;
Есимбеков Жанибек Серикбекович, PhD-докторант;
Какимова Жайнагуль Хасеновна, кандидат технических наук, доцент;
Бепеева Айгерим Ергалиевна, PhD-докторант
Государственный университет имени Шакарима города Семей (Казахстан)

На сегодняшний день функциональные пищевые продукты, в том числе и мясные, занимают особый статус в рационе питания человека [20]. В состав данных продуктов входят функциональные ингредиенты (пищевые волокна, полиненасыщенные жиры. Витамины, минеральные вещества, пробиотики, пребиотики, антиоксиданты и т.д.), которые положительно влияют на качественные характеристики мясного продукта [1, 14].

Обогащение мясных и мясосодержащих продуктов пробиотиками и пребиотиками представляется инновационным и актуальным направлением в расширении ассортимента продукции функциональной направленности. Согласно принятой ФАО/ВОЗ терминологии «пробиотики — это живые микроорганизмы, которые при применении в адекватных количествах оказывают благотворное влияние на здоровье человека» [2, 21]. Также под понятием «пробиотики» понимают такие препараты, как биологически активные добавки к пище и продукты питания, которые при включении в пищевой рацион обеспечивают организм человека не столько энергетическим и пластическим материалом, сколько контролируют и модулируют (оптимизируют) конкретные физиологические функции, биохимические и поведенческие реакции, способствуют поддержанию здоровья, снижают риск возникновения заболеваний и ускоряют процесс выздоровления [3, 15].

Пребиотики — это пищевые вещества (в основном состоящие из некрахмальных полисахаридов и олигосахаридов, плохо перевариваемых человеческими ферментами), которые питают определенную группу кишечных микроорганизмов [4].

Большинство ученых и специалистов пищевой индустрии разрабатывают новые технологии мясных продуктов (в основном ферментированные колбасные изделия) с использованием пробиотиков и пребиотиков в составе [16–19].

Учитывая этот факт, учеными Сербии разработаны ферментированные колбасы с добавлением пробиотиков *Lactobacillus casei* LC01 и *Lactobacillus plantarum* 564. Колбасы готовились по следующим рецептурам: 1 ва-

риант — говядина 35%, свинина 40%, шпик — 22%, инулин порошок 2%, гороховые волокна 1%; 2 вариант — говядина 35%, свинина 40%, шпик — 20%, инулин суспензия 4%, гороховые волокна 1%. Дополнительно в рецептуру добавляли соль, сахарозу, декстрозу, перец, кардамон. Из каждого варианта рецептуры выработывались по две группы колбасы: в первую группу во время куттерования вводили промышленный пробиотик *Lactobacillus casei* LC01, а во вторую группу — пробиотик *Lactobacillus plantarum* 564, полученный из сыра *Sjenički*. В ходе исследований выявлено, что в конце созревания колбас, уровень pH колбасы с пробиотиком *Lactobacillus plantarum* 564 был ниже (4,62–4,66) чем в колбасах с пробиотиком *Lactobacillus casei* LC01 (4,75–4,79) [5].

В работе [6] разработана технология ферментированных колбас, обогащенные пробиотиками (бактериальный препарат) и пребиотиками (лактоулоза), пчелиным медом (от 0,2 до 0,3% к массе сырья) и препарата хлебопекарных дрожжей (1% к массе сырья). Данный вид колбас предназначен для детского (школьного) питания и питания спецконтингента. Данные продукты сохраняют микробиологическую стабильность в течение длительного времени, отличаются сбалансированным соотношением жира и белка.

Bunte, Hertel и Hammes (2000) в своих исследованиях в ферментированную колбасу добавляли пробиотик *Lactobacillus paracasei*. Клинические испытания показали, что у волонтеров принимавшие данный продукт в течение 4 недель наблюдается повышение уровня иммунных клеток CD4 и клеток фагоцита, которые защищают организм путём поглощения (фагоцитоза) вредных чужеродных частиц, бактерий, а также мёртвых или погибающих клеток [7].

Интересным представляется работа [8] по созданию сырокопченых колбас с пробиотическими микроорганизмами. Применение комбинированного бакконцентрата пропионовокислых и бифидобактерий при производстве сырокопченых колбас способствует накоплению вкусо-ароматических веществ и улучшает органолептические показатели готовых изделий.

Специалистами из Туниса разработаны сырокопченые колбасы на основе мяса кур с добавлением стартовых культур *Lactobacillus sakei* + *Staphylococcus carnosus* or *L. sakei* + *S. carnosus* + *Staphylococcus xylosum*. Рецепт колбасы состоит из мяса курицы (75 %); куриный жир (25 %); соль, паприка, глюкоза, перец и нитрат калия. Стартовые культуры вводили на стадии перемешивания всех компонентов. Далее, полученный колбасный фарш шприцовали в искусственную оболочку и ферментировали в течение 5 дней при температуре 24 °С, влажности 80 %. После 5 дней ферментации температуру в камере снижали до 14 °С и держали в течение 23 дней при влажности в камере 80 %. По результатам микробиологического анализа активность бактерий *L. Sakei* улучшила гигиенические качества колбас, понизив количество энтеробактерий. Добавление стартовых культур не повлияло на органолептические показатели продукта [9].

Окарой А.И. и ее коллегами, предложен способ производства и рецептуры мясосодержащих полуфабрикатов — котлет «Хабаровские с лактулозой», содержащих порошкообразный препарат — БАД «Лактусан» в количестве 2,5 и 3 % (в пересчете на чистую лактулозу). Введение в рецептуру лактулозы способствовало повышению значений рН и влагосвязывающей способности, а также понижению потерь при термической обработке, что положительно сказывается на органолептических характеристиках готовых изделий, в частности, на повышении нежности, сочности и консистенции. На разработанные мясосодержащие полуфабрикаты функционального назначения — котлеты «Хабаровские с лактулозой» разработаны технические условия (ТУ 9214–006–02067994–08), подана заявка на патент № 2009125299/13 [10].

Запатентован способ получения консервов на мясной основе, в состав которых входят следующие компоненты: мясное сырье (жилованная баранина), соевый изолят, лактулоза, аскорбиновоокислый натрий, соль лечебно-профилактическая, сухофрукты, крупяной компонент, вкусовые добавки, каролин 0,1 %, подсолнечное масло, рапсовое масло или концентрат и питьевая вода. Внесение в рецептуру консервов на мясной основе сиропа лактулозы в количестве 0,4–0,5 мас. % способствует повышению уровня лактобацилл, подавлению патогенной и условно-патогенной микрофлоры, положительному влиянию на кишечную функцию, т.е. придают продукту выраженные бифидогенные свойства [11].

В производственных условиях ООО НПФ «Здоровое питание» освоен технологический процесс производства вареных колбас с введением в компоненты колбасного

фарша молочного белково-углеводного препарата «Лактобел ЭД» (ТУ 9229–001–79993300–2006), включающего казеин, сывороточные белки молока, лактозу и лактулозу. Внесение в рецептуру вареных колбас высшего сорта препарата «Лактобел ЭД», в количестве от 3 до 5 мас. %, полностью соответствует требуемым значениям расчетного содержания лактулозы (0,29–0,66 %) в продуктах функциональной направленности [12].

Ярцевой Н.В. и ее коллегами проведены исследования по изучению органолептических и технологических свойств котлет из рыбных фаршей с добавлением лактулозы в виде пребиотика «Лактусан» (сладкий сироп лактулозы — не менее 33 %, лактозы — не более 12 % и галактозы — не более 6 %). Экспериментальные исследования опытных рыбных фаршевых систем показали, что внесение лактулозы до 3 % благоприятно влияет на органолептические и функционально-технологические свойства фарша: происходит стабилизация белковой системы, увеличивается выход, повышается влагоудерживающая и жирудерживающая способность продукта. Готовые котлеты имеют нежный сладковатый вкус, цвет и внешний вид, характерные для продуктов данного типа [13].

Курако У.М. и Быстрова И.С. разработали мясной рулет с пребиотиками с содержанием 5 % инулина и бактерии *Streptococcus cremoris lactis*, которые предотвращают развитие патогенной микрофлоры и увеличения сроков хранения. ВСС фарша, содержащего инулин, увеличивается до 56,04 % (контрольный образец — 44,76 %), что улучшает его физико-химические свойства. Разработанный рулет обладает хорошими органолептическими свойствами и хорошо усваивается организмом [14].

Таким образом, применение пробиотиков и пребиотиков в производстве функциональных мясных продуктов способствует улучшению качественных показателей мясных продуктов, а также благоприятному воздействию на желудочно-кишечную флору человека, предотвращению заболеваний, вызванной вирусами или клеточными организмами (бактерии, грибы). Учитывая достижения науки в области функциональных мясных продуктов, совершенствование ассортимента может быть достигнуто путем подбора и правильного соотношения компонентов, глубокой переработки сырья, применение современных биотехнологических методов и принципов нутрициологии.

Публикация данной статьи осуществлена за счет средств гранта № 1064 МОН РК по теме «Научно-практическое обоснование использования инкапсулированных синбиотических препаратов, обладающих иммуностимулирующей активностью, в производстве молочных продуктов».

Литература:

1. Какимов, А.К., Есимбеков Ж.С., Кабулов Б.Б., Бепеева А.Е. Перспективы создания мясных продуктов функционального назначения. Аналитический обзор. Алматы, МАП. 2016. 53 с.
2. FAO/WHO, 2001. Health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria. Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization, Cordoba, Argentina.

3. Rask, L.T., Ebersbach T., Frøkiær H.. Prebiotics for prevention of gut infections// Trends in Food Science & Technology, 2012. P. 70–82.
4. Vasilev, D., Radulović Z., Mirkovic N., Kekus D., Petrusic M., Cobanovic N. Some characteristics of fermented sausages produced with commercial probiotic *Lactobacillus casei* LC01 and potential probiotic *Lactobacillus plantarum* 564 isolated from Sjenica cheese/International 57th Meat Industry Conference, June 10–12, 2013, Belgrade, Serbia. P. 293–298.
5. Мокрецов, Иван Валериевич. Разработка технологии ферментированных колбас для специализированного питания: диссертация... кандидата технических наук: 05.18.04/Мокрецов Иван Валериевич. Ставрополь, 2013. — 158 с.
6. Bunte, C., Hertel C., Hammes W.P. (2000) Monitoring and survival of *Lactobacillus paracasei* LTH 2579 in food and the human intestinal tract. *Systematic and Applied Microbiology*, 23, 260–266.
7. Никифорова, Л.Л. Разработка технологии сырокопченых колбас с использованием пробиотических микроорганизмов: диссертация... кандидата технических наук: 05.18.07; 05.18.04/Лилия Леонидовна, Никифорова. Улан-Удэ, 2006. — 165 с.
8. El Adab, S., Essid, I. and Hassouna, M. (2015), Microbiological, Biochemical and Textural Characteristics of a Tunisian Dry Fermented Poultry Meat Sausage Inoculated With Selected Starter Cultures. *Journal of Food Safety*, 35: 75–85. doi: 10.1111/jfs. 12164.
9. Окара, А.И. Мясосодержащие полуфабрикаты, обогащенные лактулозой/А.И. Окара, Алешков А.В., Каленик Т.К. // *Мясная индустрия*. 2010. № 10. с. 53–56.
10. Патент № 2236157 Российская Федерация, МПК А23В4, А23L1/31, А23L1/314. Консервы на мясной основе для детей раннего возраста/Устинова А.В., Чеботарева Е.В., Номероцкая Н.Ф., Белякина Н.Е., Тимошенко Н.В., Верхососова А.В.; заявитель и патентообладатель Устинова А.В., Чеботарева Е.В., Номероцкая Н.Ф., Белякина Н.Е., Тимошенко Н.В., Верхососова А.В. — 2002122530/13.; заявл. 22.08.02, опубл. 2009.04.
11. Патент № 2442423 Российская Федерация, МПК А22С11/00, А23L1/317. Способ производства вареных колбас/Барыбина Л.И., Постников С.И., Марченко В.В., Куликов Ю.И., Шипулин В.И., Лукьянченко Н.П., Лайкова Е.П.; заявитель и патентообладатель ООО НПФ «Здоровое питание» — N 2007113424/13; заявл. 10.04.07, опубл. 20.02.12.
12. Ярцева, Н.В. Изучение органолептических и технологических котлет из рыбных фаршей с добавлением лактулозы/Н.В. Ярцева, Н.В. Долганова // *Технология переработки гидробионтов* — 2010. № 4. с. 125–129.
13. Курако, У.М., Быстрова И.С. Особенности производства и свойства некоторых видов колбас с пребиотиками // *Аграрный научный журнал*. 2015. № 5. с. 48–51.
14. Зинина, О.В., Ребезов М.Б., Асенова Б.К. Инновационные технологии переработки сырья животного происхождения. Алматы, 2015. Сер. Продукты питания животного происхождения.
15. Топурия, Г.М., Топурия Л.Ю., Григорьева Е.В., Ребезов М.Б. Влияние пробиотиков на продуктивность цыплят-бройлеров. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2014. № 2. с. 143–145.
16. Соловьева, А.А., Ребезов М.Б., Зинина О.В. Изучение влияния стартовых культур на функционально-технологические свойства и микробиологическую безопасность модельных фаршей. *Актуальная биотехнология*. 2013. № 2 (5). с. 18–22.
17. Зинина, О.В., Тарасова И.В., Ребезов М.Б. Влияние биотехнологической обработки на микроструктуру коллагенсодержащего сырья. *Все о мясе*. 2013. № 3. с. 41–43.
18. Зинина, О.В., Ребезов М.Б. Технологические приемы модификации коллагенсодержащих субпродуктов. *Мясная индустрия*. 2012. № 5. с. 34–36.
19. Зинина, О.В., Ребезов М.Б., Соловьева А.А. Биотехнологическая обработка мясного сырья. *Великий Новгород*, 2013.
20. Бурцева, Т.И., Ребезов М.Б., Асенова Б.К., Стадникова С.В. Развитие технологий функциональных и специализированных продуктов питания животного происхождения. Алматы, 2015. Сер. Продукты питания животного происхождения
21. Красноперова, Е.Ф. Разработка технологии кисломолочного продукта с синбиотическими свойствами: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04/Красноперова Елена Францевна. Павлодар, 2007. 207 с.

Математическое описание движения частиц твёрдого тела и газа в интенсифицированном кипящем слое

Каримов Абдумалик Абдуллаевич, старший преподаватель;
Мукольянц Арсен Артёмович, доцент
Ташкентский государственный технический университет (Узбекистан)

В статье рассматривается математическое описание движения частицы твёрдого тела в интенсифицированном кипящем слое. Показана целесообразность применения модели взаимопроникающей среды с учётом сил сцепления твердых частиц с несущей средой и сил взаимодействия между частицами.

Приводятся уравнения движения и уравнение неразрывности потока. Решения этих замкнутых дифференциальных уравнений даёт возможность точного определения параметров потока, необходимых при рассмотрении процессов горения твердых топлив.

Ключевые слова: кипящий слой, подъемная сила, сжигание ископаемого органического топлива, фонтанирующий и вихревой слой, гидродинамические параметры.

Изучение и анализ литературных источников показывает, что большое количество выбросов в атмосферу вредных газов, в том числе вследствие деятельности человека, приводит к общему изменению климата на планете и увеличению «парникового» эффекта, образованию пыльных бурь и сопутствующих им, является глобальной экологической проблемой. Как известно, более половины всей электроэнергии, получаемой на электростанциях мира, производится за счет сжигания ископаемого органического топлива. В целом на органическом топливе вырабатывается около 62% всей электроэнергии. Причем, больше половины её вырабатывается на электростанциях, работающих на природном газе.

В настоящее время намечается тенденция по устранению сложившейся диспропорции в использовании видов энергоресурсов с повышением эффективности их использования [1]

В перспективе ожидается повышение роли твердого топлива. К 2020 году каждый третий киловатт-час электроэнергии в мире будет выработан на угольной электростанции [2].

В связи с этим ещё более обостряется проблема загрязнения окружающей среды, и особенно почвы, вредными выбросами. Ветер и загрязнённые облака разносят вредные вещества на огромные территории, в том числе и на сельхозгодья, что приводит к снижению урожайности сельхоз культур, а то и вовсе приводит к непригодности угодий.

Проведение фундаментальных исследований и создание математической модели требуемой гидродинамической обстановки позволит в дальнейшем обеспечить эффективное проведение топочных процессов при сжигании твердых топлив в условиях взвешенного состояния, а именно кипящего, фонтанирующего и вихревого слоев, с последующей выдчей расчетных формул для интенсификации процесса горения.

Поэтому, для полного описания движения частиц в интенсифицированном кипящем слое с учетом результатов работ [3,4], целесообразно рассматривать модель взаимопроникающей, взаимодействующей, многофазной, и многокомпонентной среды с учетом подъемных сил Жуковского — Магнуса, сил сцепления твердых частиц и других сил взаимодействия подвижных частиц и потока, а также силы трения [5].

Тогда уравнения движения, описывающие указанные процессы с учетом силы тяжести, подъемной силы Жуковского — Магнуса и силы взаимодействия между частицами будут иметь следующий вид:

$$\begin{aligned} \rho_n \frac{\partial u_n^i}{\partial t} = \sum_{k=1}^2 \rho_n u_n^k \frac{\partial u_n^i}{\partial x_k} = -f_n \frac{\partial p}{\partial x} + \mu_n \sum_{k=1}^2 \left(1 + \frac{\delta_j^k}{3} \right) \cdot \\ \cdot \frac{\partial}{\partial x_k} f_n \frac{\partial u_n^i}{\partial x_k} + \mu_n \sum_{k=1}^2 \left(1 + \frac{5}{3} \delta_j^k \right) \cdot \frac{\partial}{\partial x_k} \left(j_n \frac{\partial u_n^{3-j}}{\partial x_{3-k}} \right) + \\ + K \left(u_{3-n}^j - u_n^j \right) + \rho_n g_n^j - (-1)^n K_1 f_2 \left(u_n^{3-j} - u_{3-n}^j \right) \left(\frac{\partial u_1^j}{\partial x_2} \right)^{1/2}. \end{aligned} \quad (1)$$

Уравнение неразрывности

$$\frac{dp}{dt} + \sum_{k=1}^2 \left(\frac{\partial(\rho_n u_n^k)}{\partial x_k} \right) = 0 \quad (2)$$

$$u, \quad f_1 + f_2 = 1, \quad (n, \quad j = 1, 2), \quad (3)$$

где $u_n^j - j$ -я компонента скорости n -й фазы; K — коэффициент взаимодействия между фазами, p -давления, f_n — объемное содержание n -й фазы; ρ_n, ρ_{ni} — приведенная и истинные плотности n -й фазы соответственно; μ_n — коэффициент динамической вязкости n -й фазы; $g_n^i - j$ -я компонента массовой силы n -й фазы; ν_1 кинематическая вязкость первой фазы (жидкий) δ_j^k — символ Кронекера; $K_1 = 4,85 \frac{\mu_1}{\pi \cdot a \cdot \nu_1^{1/2}}$.

Прежде всего, о подъемной силе в двухфазном потоке. При ламинарном режиме движения смесей по вертикальной трубе миграция частиц в поперечном сечении трубы возникает при наличии радиальной силы, в данном случае — подъемной силы Жуковского-Магнуса.

Как известно, эта сила появляется при обтекании тела градиентным потоком жидкости. Анализ процесса обтекания одиночной частицы потоком вязкой жидкости внутри трубы показывает, что в восходящем потоке, когда $\rho_T > \rho_E$ скорость твердых частиц меньше скорости жидкости, поток жидкости будет обтекать частицу. При этом направление набегающего потока совпадает с направлением общего потока. Градиент скорости при этом обуславливает одновременно два процесса:

- 1) вокруг частицы образуется несимметричное поле скоростей, в результате появляется подъемная сила, направленная к оси трубы;
- 2) вследствие эффекта Магнуса образуется подъемная сила, также направленная к оси трубы.

Р. Сэфман теоретически определил подъемную силу, действующую на сферическую частицу со стороны вязкой жидкости в сдвиговом потоке. Эта сила нормально направлена к направлению потока и при градиенте скорости — χ имеет вид:

$$G = 6,64 \mu_1 (u_1 - u_2) a^2 \chi^{1/2} / \nu_1^{1/2}, \quad (4)$$

где: a — радиус сферической частицы.

Если $\chi < 0$, сила имеет противоположное направление.

Если число частиц в элементарном объеме σ равно n , общая подъемная сила равна nG . После приведения к единичному объему подъемная сила имеет вид nG / σ . Если через σ_2 обозначить объем частиц в элементарном объеме, получим:

$$F_3 = \frac{nG}{\sigma} \cdot \frac{\partial_2}{\sigma} = \frac{nG}{\sigma_2} f_2, \quad (5)$$

где: f_2 — объемное содержание твердых частиц.

При $\sigma_2 = \frac{4}{3} \pi \cdot n \cdot a^3$ имеем

$$F_3 = \frac{3}{4} \frac{f_2}{\pi a^3} G = 4,85 \frac{\mu_1}{\pi a \nu_1^{1/2}} (u_1 - u_2) \left(\frac{\partial u_1}{\partial y} \right)^{1/2}. \quad (6)$$

В уравнения взаимопроникающего движения многофазных сред (6) входят члены, отражающие силовое взаимодействие между фазами, тепловое взаимодействие, фазовые превращения и. т.д.

Сила взаимодействия между фазами, в свою очередь, включает силу, возникающую из-за расширения потока в трубе; силу трения между фазами; силу, возникающую из-за ускоренного движения включений относительно несущей среды; силу дополнительного воздействия на включения за счет градиента поля средних скоростей несущей фазы- сила Жуковского-Магнуса.

Система уравнений (1–3) хотя и написана для многофазных сред, является замкнутой, относительно неизвестных функций от двух независимых переменных. Решение данной системы уравнений, при соответствующих начальных и граничных условиях, можно получить численным и аналитическими методами или методом линеаризации.

1). Рассмотрим движение одиночной частицы в воздушном потоке. Форму частицы считаем шарообразной, плотность частицы ρ - больше плотности воздуха и с числом Рейнольдса:

$$\text{Re} = \frac{r u}{\mu} \ll 1, \quad (7)$$

где: u - скорость набегающего потока. r – радиус частиц. Тогда динамику движения частиц можно описать уравнениями системы (1–3).

В результате получим

$$\frac{2r^2 \rho_1}{3} \frac{du_2}{dt} = 3\mu(u_2 - u_1), \quad (8)$$

где u_2 - искомая скорость движения частиц; $u_1 = \text{const}$ скорость паточка ветра; t - время. Удовлетворяющее условию при $t = 0, u_1 = 0$ решению уравнения (8) будет иметь вид:

$$u_2 = u_1 \left[1 - \exp(-\xi^2 t) \right], \quad (9)$$

где $\xi = \frac{9\mu}{2\rho_1 r^2}$ откуда видно, что с увеличением t значение u_2 монотонно растет от нуля, асимптотически приближаясь к u_1 при $t \rightarrow \infty$

Приводим график изменения скорости фаз и концентрации на основе полученного аналитического решения (рис. 1).

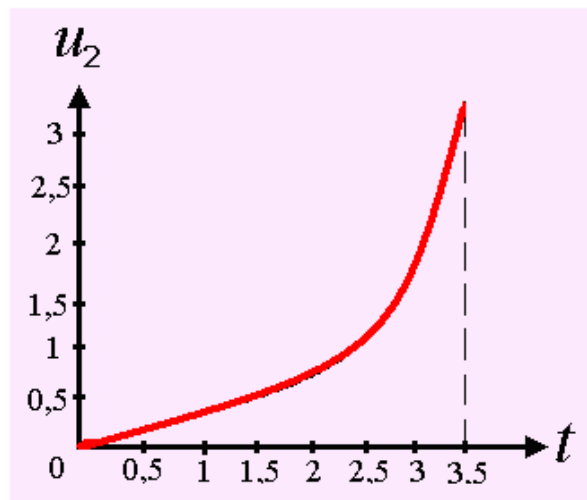


Рис. 1. Зависимость степени изменения скорости твердых частиц от времени, где пунктирная линия есть $u_2 = \text{const}$.

На основе анализа результатов установлено, что на характер движения частиц и газа в вертикальном потоке влияют силы различной природы: силы гравитации, присоединенных масс, поперечные силы Сэфмана. В результате проведенных численных расчетов определены гидродинамические параметры: скорость, давление и концентрация фаз.

Литература:

1. Мухиддинов, Д.Н. Разработка энерготехнологии сжигания Ангреноского бурого угля. //Проблемы энерго-и ресурсосбережения. № 1–2. Ташкент. 2010. с. 90–96.

2. Аллаев, К. Р. Перспективы развития энергетики мира и Узбекистана // Сборник трудов Международной научно-технической конференции «Современное состояние и перспективы развития энергетики». — Ташкент 2011. с. 11–14.
3. Бабаходжаев, Р. П., Каримов А. А., Шакиров А. А., Гидродинамические исследования двухфазного фонтанирующего слоя в коническом аппарате // Вестник ТашГТУ. № 3,4, Ташкент, 2009, с. 79–82.
4. Бабаходжаев, Р. П., Шакиров А. А., Каримов А. А., Пулатова Д. М. Движения твердой частицы в восходящем потоке газа в камере сгорания конической формы. // Проблемы информатики и энергетики. № 1. 2012. Ташкент. с. 45–48.
5. Бабаходжаев, Р. П., Шакиров А. А., Каримов А. А., Пулатова Д. М. Исследование течения газа в слое дисперсного материала в зависимости от скорости газа // «Энерго-и ресурсосбережение в теплоэнергетике и социальной сфере». Международная научно-техническая конференция. Южно-Уральский ГУ.-Челябинск, 2013.

Становление направленности студентов на безопасность профессиональной деятельности

Каскина Дариха Кинжебулатовна, кандидат педагогических наук, старший преподаватель;
Казагачев Виктор Николаевич, старший преподаватель
Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова (Казахстан)

Куржембаев Аманжол Куркутбаевич, доцент;
Жалгас Асылбек Отепбергеноулы, магистрант
Казахско-Русский международный университет

Казахстан — это государство, находящееся на определенном этапе развития в различных его направлениях, будь это политика, экономика, культура или образование. В связи с развитием государства происходит и развитие общества, и новому Казахстану нужно новое поколение людей с инновационным интеллектуально-творческим потенциалом, с новым продуктивным характером, с новым мышлением, конкурентоспособных не только в Республике Казахстан, но и за ее пределами.

С нашей точки зрения становление высококвалифицированного специалиста в условиях индустриально-инновационного развития государств, требует активного привлечения всего потенциала профессиональной подготовки студентов, что сопровождается не только развитием личностных структур, но и специфической интеграцией свойств и качеств студента, формированием его как целостной системы [1].

По мнению авторов научных трудов по данной проблеме в обеспечении интеграции личности обучаемого, ведущую роль играет ее направленность, выступающая в роли «побудительной системы», определяющей избирательность отношений к активности личности.

Впервые понятие направленности в научный оборот ввел С.Л. Рубинштейн, отмечая, что мотивы и цели деятельности как таковой, в отличие от мотивов и целей отдельных действий, носят обобщенный, интегрированный характер, выражая общую направленность личности, которая в ходе деятельности не только проявляется, но и формируется.

В соответствии с таким толкованием данного понятия, ученый рассматривает «направленность» как характер-

ристику основных интересов, потребностей, склонностей и устремлений человека [2].

В справочной психологической литературе под «направленностью» понимается интегральное генерализованное свойство личности, совокупность устойчивых мотивов, ориентирующих деятельность личности, относительно независимых от текущих ситуаций. Она выражается в гармоничности и непротиворечивости знаний, отношений и господствующих мотивов поведения и действий личности [3].

Следует отметить, что под «направленностью личности» ученые понимают совокупность или систему мотивационных образований и явлений. При этом, если у К. К. Платонова это «совокупность влечений, желаний, интересов, склонностей, идеалов, мировоззрений, убеждений» [4], то у Л. И. Божович и Р. С. Немова это совокупность устойчивых и относительно независимых от наличных ситуаций динамических тенденций (тенденций влечения и тенденций должностования), воплощающихся в мотивах, ориентирующих, направляющих деятельность личности [5, 6].

Таким образом, в различных трактовках личности направленность раскрывается по-разному, но все исследователи связывают ее с мотивационно-потребностной сферой личности. Так, по мнению С.Л. Рубинштейна, направленность на соответствующий предмет порождает испытываемая или осознаваемая человеком потребность или заинтересованность. Автор отмечает, что проблема направленности — это, прежде всего, вопрос о динамических тенденциях, которые в качестве мотивов определяют человеческую деятельность, сами, в свою очередь, определяясь ее целями и задачами [2].

Из динамических тенденций ученый выделяет такой особый момент как установка, отмечая, что она заключает в себе избирательное отношение к чему-то значимому для личности. Особую роль он отводит потребностям, интересам и идеалам, которые составляют различные стороны или моменты многообразной и вместе с тем единой направленности личности, выступая в качестве мотивации ее деятельности [2].

А.Г. Асмолов рассматривает установку как фактор, обеспечивающий стабильность деятельности в непрерывно изменяющейся среде, что находит выражение в сохранении ее направленности. Особо отмечая тот факт, что без таких факторов деятельность не могла бы существовать как самостоятельная система, способная сохранять устойчивое направленное движение [7].

Д.Н. Узнадзе трактует установку индивида как специфическое состояние готовности к определенной активности, возникновение которой зависит от наличия потребности, актуально действующей в данном организме, и от объективной ситуации удовлетворения этой потребности. Ученый полагал, что поведение индивида происходит, во-первых, на импульсивном уровне под воздействием актуальной потребности. При наличии условий удовлетворения последней, возникает актуальная установка и происходит неосознанное поведение. Во-вторых, на уровне осознанного поведения: под воздействием актуальной потребности индивид осуществляет акт объективации (отражение в сознании внешней ситуации), «задерживая» в сознании будущее поведение, обосновывая его целесообразность, осознавая свою потребность как мотив действия. Импульсивное и осознанное поведение связаны между собой. Регулятором, механизмом осознанного (мотивированного) поведения служит система фиксированных установок или ценностная ориентация индивида, образуемая из актуальных установок, закрепляющихся благодаря повторению или их значимости для индивида [8].

Л.И. Божович, А. Маслоу и другие исследователи полагают, что наивысшую устойчивость личности обеспечивает определенная иерархия мотивов [9, 10]. При этом мотивы, отвечающие элементарным потребностям, подчиняются высшим социальным и духовным мотивам, так что при определённых условиях человек способен жертвовать материальными благами и даже самой жизнью во имя идеальных побуждений [11].

Современные ученые — педагоги В.А. Сластенин, Г.И. Чижаква подчеркивают, что направленность личности определяет цели, которые ставит перед собой человек; стремления, которые ему свойственны; мотивы, в соответствии с которыми он действует [12].

По мнению Б.Ф. Ломова, направленность — это системообразующее свойство личности, в котором выражаются цели, мотивы и субъективные отношения к различным сторонам действительности. Он подчеркивает, что в свою очередь субъективные отношения базируются на когнитивной и рефлексивной сферах личности.

Таким образом, направленность, как феномен, связана с широким кругом понятий, но базовым понятием являются потребности, определяемые в специальной литературе как состояния нужды человека в определенных условиях жизни и деятельности или материальных объектах [13].

С точки зрения современной психологии, «потребность» определяется, как «исходная форма активности живых существ, как динамическое образование, организующее и направляющее познавательные процессы, воображение, поведение. Благодаря потребностям, жизнь приобретает целенаправленность». В основе целенаправленности лежит удовлетворение потребности или предотвращение неприятного «столкновения» со средой [3].

В своих первичных биологических формах потребность есть состояние организма, выражающее его объективную нужду в дополнении, которое лежит вне его. Потребность активизирует организм, стимулирует его поведение, направленное на поиск того, что требуется. Предметное содержание потребностей — совокупность объектов материальной и духовной культуры, с помощью которых данная потребность может быть удовлетворена. К этим объектам человек относится как к ценностям [11].

Изменение и развитие потребностей происходит через изменение и развитие предметов, которые им отвечают и в которых они «опредмечиваются» и конкретизируются. Наличие потребности составляет необходимую предпосылку любой деятельности, однако потребность сама по себе еще не способна придать деятельности определенную направленность. Предмет потребности — материальный или идеальный, чувственно воспринимаемый или данный только в представлении, в мысленном плане, А.Н. Леонтьев называет мотивом деятельности [11].

Существенной характеристикой потребности является ее предметное содержание, то есть совокупность тех объектов, с помощью которых данная потребность индивида удовлетворяется. Поэтому потребность, которая ощущается в организме, но не направлена на конкретный объект, который может ее удовлетворить, неосознанна, может проявляться в том, что субъект испытывает состояние напряжения, неудовлетворенности. Такое состояние выражается в беспокойстве, поиске, переборе различных предметов. Данный этап заканчивается, когда в ходе поисков происходит встреча потребности со своим предметом. Так рождается мотив потребности. Дальнейшее поведение меняется, поскольку вслед за этим деятельность приобретает направленность [14]. Соответственно, в психологии под «мотивом» понимается побуждение к деятельности, связанное с удовлетворением потребностей субъекта; совокупность внешних и внутренних условий вызывающих активность субъекта и определяющих направленность этой активности [3].

Источниками развития мотивов являются присущие данному обществу ценности, интересы, идеалы. Эти мотивы выполняют функцию смыслообразования, то есть придают любой деятельности личностный, значимый

смысл. Данная функция является определяющей в контроле над общей направленностью личности.

Для понимания феномена направленности личности важно понятие цели — осознаваемого результата, на достижение которого в данный момент направлено действие, связанное с деятельностью, удовлетворяющей актуализированную потребность. Психологически целью есть то мотивационно-побудительное содержание сознания, которое воспринимается человеком как непосредственный и ближайший ожидаемый результат его деятельности [14].

Принято различать цель конкретной деятельности и жизненную цель. Жизненная цель выступает в качестве обобщающего фактора всех частных целей, связанных с отдельными деятельностями. Реализация каждой из целей деятельности есть частичная реализация общей жизненной цели личности. В жизненных целях личности находит выражение осознаваемая ею «концепция собственного будущего». Осознание человеком не только цели, но и реальности ее осуществления рассматривается как перспектива личности [15]. Направленность непосредственно связана с жизненными (обобщенными) целями, которые реализуются через конкретные, в том числе, профессиональные цели.

Многие исследователи мотивационно-потребностной сферы личности отмечают значительную роль в определении направленности деятельности личности потребности личности в безопасности [16]. Потребность в безопасности является одной из базовых потребностей личности и на ее основе вырабатывается система мотивов, определяющих направленность личности на безопасную деятельность, в том числе и профессиональную.

Динамизм современных экономических и демократических преобразований в обществе вызывает потребность в специалистах, умеющих анализировать постоянно меняющиеся социальные тенденции, активно включаться в процессы общественного развития, принимать и реализовывать нестандартные решения.

В своем исследовании мы придерживаемся того, что большое значение в структуре личности специалиста имеет взаимосвязь профессиональных и жизненных целей, которая выражается в направленности на достижение жизненных целей через достижение профессиональных. И, если в числе жизненных целей присутствуют цели обеспечения безопасности, то и профессиональная деятельность будет осуществляться на основе учета безопасных способов работы.

Понятия ценностей и ценностных ориентаций непосредственно связаны с понятием направленности, они открывают причины той или иной направленности личности, являющейся, по существу, ценностной направленностью, т.е. направленностью на определенные ценности. Ценностные ориентации определяются как избирательное отношение человека к материальным и духовным ценностям, система его установок, убеждений, предпочтений, выражающиеся в поведении [15].

Непосредственно с понятием «ценность» связано понятие «ценностные ориентации», которые, согласно точке зрения А.В. Кирьяковой, отражают индивидуальные или групповые представления о системе значимых ценностей, определяющих наиболее общие ориентиры жизнедеятельности людей. Эти представления формируются в процессе социализации путем интериоризации групповых и общекультурных ценностей [17]. При этом каждой личности присуща специфическая иерархия ценностей. Ценности выступают связующим звеном между культурой общества и духовным миром личности, между общественным и индивидуальным бытием. Личностные ценности отражаются в сознании в виде ценностных ориентаций, которые включают в себя также широкий круг социальных ценностей, признаваемых личностью, но не всегда принимаемых ею в качестве собственных целей и принципов. Поэтому возможно как неполное, неадекватное отражение личностных ценностей в сознании, так и ориентация в плане сознания на ценности, не являющиеся реальными мотивами деятельности личности. В структуре зрелой личности ценности определяют перспективные стратегические жизненные цели и мотивы жизнедеятельности.

Развитые ценностные ориентации — признак зрелости личности, показатель меры ее социальности. Устойчивая и непротиворечивая совокупность ценностных ориентаций обуславливает такие качества личности, как цельность, надежность, верность определенным принципам и идеалам, способность к волевым усилиям во имя этих идеалов, активность жизненной позиции. Противоречивость в ценностных ориентациях порождает непоследовательность в поведении. Незрелость ценностных ориентаций — признак духовного инфантилизма, господства внешних стимулов во внутренней структуре личности, непосредственного воздействия объектов стремления на потребности [18].

Поскольку направленность личности является динамичным образованием, изменяющимся под действием внешних и внутренних факторов, то кроме ее мотивационно-потребностных и ценностных компонентов, большое значение для ее развития имеют когнитивные и рефлексивные компоненты. Когнитивные компоненты связаны с процессами познания, ориентировки в окружающем мире, выработке определенной стратегии поведения. Рефлексивные — позволяют личности на основе самоанализа избрать наиболее приемлемые варианты приспособления, реализации и удовлетворения собственных потребностей [11].

Таким образом, резюмируя положения, изложенные выше, можно заключить вслед за С.Л. Рубинштейном, что в основе направленности лежит, во всем своем многообразии, потребностно-мотивационная сфера личности, включающая в себя потребности, интересы, склонности, идеалы, ценностные ориентации, мировоззрение, убеждения и установки и являющаяся одним из основных компонентов в структуре личности, системообразующим свойством личности (Б.Ф. Ломов), тесно связанным с мировоззрением.

Литература:

1. Лешер, О. В., Каскина, Д. К. Тенденции развития личности безопасного типа в системе высшего профессионального образования / О. В. Лешер, Д. К. Каскина. — Вестник ЧГПУ, 2009. — 81 с.
2. Роджерс, К. Р. Становление личности. Взгляд на психотерапию / К. Р. Роджерс / Пер. с англ. М. Злотаик. — М.: Изд-во ЭКСМО-Пресс, 2001. — 416 с.
3. Словарь практического психолога / Сост. С. Ю. Головин. — Минск, 2001. — 800 с.
4. Платонов, К. К. Структура и развитие личности. М.: Наука, 1986. с. 122–141.
5. Божович, Л. И. Устойчивость личности. Процесс и условия ее формирования. — М.: Работник просвещения, 1966. — 35 с.
6. Немов, Р. С. Психология: Словарь-справочник: В 2 ч. / Немов Р. С. — М.: Изд-во ВЛАДОС-ПРЕСС, 2003. — Ч. 2. — 352 с. с. 171–172.
7. Асмолов, А. Г. По ту сторону сознания: методологические проблемы неклассической психологии. М.: «Смысл», 2002. 480 с.
8. Узнадзе, Д. Н. Общее учение об установке // Хрестоматия по психологии: Учебное пособие для студентов пединститутов. / Сост. В. В. Мироненко; Под ред. А. В. Петровского. — М.: Просвещение. — 1978. — с. 101–108.
9. Божович, Л. И. Социальная ситуация и движущие силы развития ребенка / Л. И. Божович // Психология личности в трудах отечественных психологов. СПб., 2002
10. Маслоу, А. Мотивация и личность. / Маслоу А. Г. — М.: Питер, 2003—351
11. Леонтьев, А. Н. Потребности, мотивы и эмоции. / А. Н. Леонтьев — М., 1971. 40 с.
12. Скибицкий, Э. Г. Обобщенная модель процесса обучения / Э. Г. Скибицкий, А. Г. Шабанов // Инновации в образовании. — 2004. — № 1. — с. 61–70.,
13. Общая психодиагностика / под ред. Бодалева А. А., Столина В. В. М., 1987. — 303с
14. Берулава, М. Н. Интеграция естественно-научных и профессионально-технических дисциплин / М. Н. Берулава // Сов. педагогика. — 1987. — № 8. — с. 82.
15. Леонтьев, Д. А. Ценность как междисциплинарное понятие: опыт многомерной реконструкции. / Д. А. Леонтьев // Вопросы психологии, 1996, № 4.
16. Маслоу, А. Мотивация и личность. / Маслоу А. Г. — М.: Питер, 2003—351 с.
17. Кирьякова, А. В. Теория ориентации личности в мире ценностей / А. В. Кирьякова. — Оренбург, 1996. — 188 с.
18. Полат, Е. С. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования: Учеб. пособие для студентов пед. вузов и системы повыш. квалиф. пед. кадров. / Полат Е. С. — М.: Издательский центр «Академия», 2003. — 272 с.

Повышение уровня безопасности жизнедеятельности человека

Каскина Дариха Кинжебулатовна, кандидат педагогических наук, старший преподаватель
Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова (Казахстан)

Куржембаев Аманжол Куркутбаевич, доцент;
Жалгас Асылбек Отепбергеноулы, магистрант
Казахско-Русский международный университет

Социально-экономические изменения в обществе, повлекли за собой в последнее время увеличение количества рабочих мест с не благоприятными условиями труда. В связи с этим особенно актуальной для современной теории и практики высшего профессионального образования становится проблема развития направленности студентов, в частности инженерных специальностей на безопасную профессиональную деятельность, на формирование личности безопасного типа.

В процессе жизнедеятельности человек непрерывно взаимодействует не только с естественной средой и техносферой, но и с людьми, образующими социальную среду. Она формируется и используется человеком для продолжения рода, обмена опытом и знаниями, для удовлет-

ворения своих духовных потребностей и накопления интеллектуальных ценностей.

С конца XIX в., непрерывно развиваются техносфера и социальная среда, о чем свидетельствуют всевозрастающая доля преобразованных человеком территорий

земной поверхности, демографический взрыв и урбанизация населения. Развитие техносферы происходит за счет преобразования природной среды.

В XX веке перед человечеством необратимо встали задачи повышения уровня безопасности своего существования в условиях техносферы. Это привело к необходимости распознавать, оценивать и прогнозировать опасности, действующие на человека, а также обеспечивать безопасные условия его жизни и деятельности, создавая малоопасные компоненты техносферы и применяя защитную технику. Важным этапом в обеспечении безопасности людей является научный анализ и моделирование опасностей, действующих в условиях техносферы. Поэтому целенаправленная подготовка студентов вуза в области безопасности профессиональной деятельности является одной из приоритетных педагогических задач.

Безопасность жизнедеятельности человека согласно точке зрения В. А. Девисилова, Л. А. Михайлова, Л. А. Шершнева — это такое его состояние, которое обеспечивает невозможность причинения ему вреда, как другими, так и им самим, благодаря имеющимся знаниям, умениям и навыкам. В трудах этих же ученых речь идет о том, что безопасность — важная цель жизни человека; средство обеспечения комфортной жизни [1, 2, 3].

В процессе обеспечения безопасности жизнедеятельности человека заложена ориентация на анализ таких вопросов, как отношения между людьми в процессе деятельности по обеспечению безопасности; выявление тенденций и определение адекватности реагирования на формирующиеся и состоявшиеся риски, вызовы, угрозы и опасности; выявление особенностей в динамике функционирования институтов безопасности, как государственных, так и негосударственных, характера взаимодействия и вероятных перспектив их трансформации с учетом изменений внутренней и внешней среды.

Жизненно важные интересы человека — это совокупность потребностей, удовлетворение которых надежно обеспечивает существование и возможности прогрессивного развития личности, общества и государства.

Безопасность жизнедеятельности включает решение трех задач:

1. идентификация опасности, т. е. распознавание опасностей с указанием их количественных характеристик и координат.
2. защита от опасностей на основе сопоставления затрат с выгодами. защита базируется на определенных методах, принципах и средствах.
3. ликвидация отрицательных последствий воздействия экстремальных факторов.

Основными целями безопасности жизнедеятельности человека являются:

- обеспечение нормальных условий жизни человека;
- недопущение аварийной ситуации и обеспечение готовности к действиям в условиях стихийных бедствий или других проявлений природной среды;
- предупреждение травматизма;

- сохранение здоровья;
- сохранение работоспособности человека;
- сохранение качества полезного труда.

Безопасность жизнедеятельности интегрирует в себе достижения охраны труда, гражданской обороны, охраны окружающей среды и таких наук, как психология, право, эргономика, физиология, гигиена и ряд других.

Более узкое понятие — «охрана труда» — система технических, санитарно — гигиенических и правовых мероприятий, непосредственно направленных на обеспечение безопасных для жизни и здоровья человека условий труда. связана, в основном, с комплексной механизацией и автоматизацией производства используемых для облегчения условий работы, ликвидации тяжёлого физического труда. в содержание охраны труда включается предотвращение тех вредных социальных последствий, к которым может привести игнорирование требований техники безопасности; для избегания таких последствий установлены специальные правовые гарантии (технические и санитарные правила включены в законы и иные нормы, установлен повседневный контроль за их исполнением и строжайшая ответственность за их нарушение).

Требования по охране труда конкретизируются в правилах по технике безопасности, в санитарных нормах и правилах. Технические нормы по охране труда определяют меры технического характера по защите работающих от воздействия предметов и средств труда, устройство предприятий, машин, оборудования и инструментов, гарантирующее безопасную работу, содержат требования о снабжении станков и машин конструктивными ограждениями и предохранительными приспособлениями и т. д.

Нормы по производственной санитарии и гигиене труда предписывают устройство специальных производственных и гигиенических бытовых помещений, установку соответствующего оборудования, предусматривают безопасные пределы содержания в воздухе производственных помещений пыли, газов, пара, температуры и влажности воздуха, интенсивности и громкости шума и т. п. [4].

Основная цель науки о безопасности жизнедеятельности (бжд) — защита человека в техносфере от негативных воздействий (опасностей) антропогенного, техногенного и естественного происхождения и достижение комфортных условий жизнедеятельности.

Предметом исследований в науке о безопасности жизнедеятельности являются опасности и их совокупности (поле опасностей), действующие в системах «объект защиты — источник опасности», средства и системы защиты от опасности, а объектом защиты от опасностей — человек [5, 6 и др.].

Безопасность труда — состояние защищенности работника, обеспеченное комплексом мероприятий, исключающих вредное и опасное воздействие на работников в процессе трудовой деятельности [7].

Опасность — негативное свойство живой и неживой материи, способное причинять ущерб самой материи; людям, природной среде, материальным ценностям; негативные воздействия, внезапно возникающие, периодически или постоянно действующие в системе «человек — среда обитания».

Опасности определяют негативный результат опасного и чрезвычайно опасного взаимодействия человека со средой обитания.

Почти всегда взаимодействие человека с окружающей средой сопряжено с процессом борьбы с реальными и мнимыми опасностями и страхом. вместе с тем человек сам формирует те социальные и психологические условия, в которых впоследствии и существует.

В процессе выполнения специалистом своих профессиональных обязанностей он постоянно сталкивается с ситуациями распознавания, оценки опасностей, определением способа избежать негативных воздействий опасностей.

Понятие «защита» характеризует комплекс мер по упреждению, предотвращению или нейтрализации рисков, вызовов, угроз, враждебных действий, опасностей. тем самым в гарантии безопасности помимо силы или угрозы ее применения более широко могут быть использованы гуманитарные факторы, а также морально-этические, научно-технические, экономические, политические и т.д.

В системе высшего профессионального образования сложилась практика обучения студентов охране труда и безопасности жизнедеятельности, основанная преимущественно на нормативном подходе.

В рамках этого подхода изучаются конкретные инструкции по охране труда при выполнении определенных видов работ. При этом обучение осуществляется на репродуктивном уровне, на основе заучивания определенных правил.

Шершнева Л.И. в своем исследовании отмечает, что в последние годы утверждается комплексный, системный подход к безопасности, обеспечивающей устойчивое развитие, условия существования, жизнедеятельности личности, общества, государства, сохранения духовных и материальных ценностей.

По его мнению, представляется недостаточным охранительный подход к безопасности, сложившийся в официальных представлениях и на бытовом уровне, он подчеркивает, что безопасность — это не отрицательное состояние полного отсутствия опасностей, а положительное состояние силы и защищенности жизни. Жизнь, когда в ней есть защитные силы, есть иммунитет.

В этих условиях важным становится отношение человека к опасностям, которое проявляется в направленности личности на безопасную жизнедеятельность. От этого зависит стремление человека распознавать опасности, избегать их воздействия, осуществлять свою деятельность, в частности профессиональную, безопасным способом.

Направленность на безопасность профессиональной деятельности выполняет функции регулятора, опреде-

ляющего выбор целей и стиля профессионального поведения. Кроме того, она выполняет ряд функций: познавательную, направленную на приобретение и обогащение знаний о безопасности профессиональной деятельности; адаптационную, способствующую выполнению профессиональных задач в новой обстановке; деятельностную, определяющую детерминанту поведения и выбор его конкретных форм; побудительную, способствующую выбору безопасных способов достижения целей; развивающую, направленную на становление личности безопасного типа; экологическую, определяющую ответственное отношение к природе и обществу; валеологическую, направленную на сохранение здоровья и создание безопасных условий труда, а также ряд других функций.

Мы придерживаемся мнения большинства педагогов и специалистов, сторонников мировоззренческого подхода к охране труда и безопасности жизнедеятельности, когда у студентов формируется осознание ими своего места в природе, в обществе, в мировом сообществе, своего отношения к окружающему миру. Они считают, что именно такой подход, основанный на мировоззренческой устойчивости, мировоззренческой культуре позволит, в свою очередь, сформировать гражданскую, патриотическую позицию личности по всем вопросам внутренней и внешней политики, в сфере безопасности [8,9,10,11].

Приоритетом образовательной политики сторонников данного подхода, к числу которых можно отнести П.Г. Белова, Т.Ю. Давыдову, В.В. Гафнер, С.А. Лабутину, Э.М. Ребко, А.В. Снегирева и др., является формирование достойного гражданина страны с социально зрелой гражданской позицией, гармонично развитой творческой личности; подготовка молодых людей к самостоятельной работе, непрерывному самообучению и обучению, к гибкой смене специализаций в течение жизни.

Помимо этого, одним из перспективных направлений является формирование личности безопасного типа, способной самостоятельно и автономно осуществлять профессиональную деятельность на безопасном уровне.

Понятие «личность безопасного типа» было введено в научный оборот в 1993 году Л.И. Шершневым. Ученый достаточно убедительно показал, что оно обозначает характерологические особенности личности по разделению человеческой активности на опасные и безопасные способы самореализации [12].

Личность безопасного типа характеризуется способностью минимизировать опасность на двух направлениях: исходящую для самого себя из самого себя и сознательно или неосознанно продуцируемую угрозу для других людей, природы. При этом автором отмечается активная позиция личности безопасного типа, направленная на достижение планируемых результатов, но безопасными способами.

Таким образом, личность безопасного типа — это человек, осознающий самого себя, высокий смысл своей деятельности, свое гуманистическое предназначение, стремящийся жить в гармонии с самим собой, окружающими,

природой, берущий на себя ответственность за все живое и неживое на земле и во всей вселенной. Он уважает историю и традиции общества, в котором живет, сложившуюся в нем систему ценностей, законов, проявляет заботу о жизни, здоровье и безопасности людей, с которыми совместно проживает.

Литература:

1. Девисилов, В. А. Компетенции в области безопасности и преемственность образовательных программ. Сборник материалов всероссийской научно-практической конференции. — М.: ЗАО Издательство «Русский журнал», 2007. — 204 с.
2. Михайлов, Л. А. Концепция организации подготовки учителя безопасности жизнедеятельности в современном педагогическом университете: дис. ... д-ра пед. наук. — Спб, 2003. — 340 с.
3. Шершнева, Л. И. Безопасность человека. — М.: Фонд национальной и международной безопасности, 1994. — 478 с.
4. Большой энциклопедический словарь/Под ред. А. М. Прохорова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Большая рос. энцикл., 1997. — 1456 с.
5. Михайлов, Л. А., Соломин В. П., Михайлов А. Л., Старостенко А. В. и др. Безопасность жизнедеятельности: — спб.: питер, 2006. — 302 с.
6. Щегалев, И. А. Развитие педагогической готовности учителя безопасности жизнедеятельности (на основе использования ситуативно-имитационного моделирования учебной информации): дис. ... канд. пед. наук. — М., 1998. — 178 с.
7. О безопасности и охране труда. закон республики казахстан от 28 февраля 2004 года № 528. Ведомости парламента Республики Казахстан, 2004 г. № 3–4, ст. 17; «Казахстанская правда» от 12 марта 2004 года № 49–50
8. Белов, П. Г. Теоретические основы системной инженерии безопасности. М.: ГНТП «Безопасность», 1996. — 424 с.
9. Виленский, М. Я., Образцов П. И., Уман А. И. Технологии профессионально-ориентированного обучения в высшей школе: — М.: Педагогическое общество россия, 2004. — 192 с.
10. Давыдова, Т. Ю. Педагогические основы управления процессом формирования знаний и умений по безопасности жизнедеятельности: дис. ... канд. пед. наук. — Брянск, 1999. — 208 с.
11. Девисилов, В. А. Тренинг личности и его информационно-психическая безопасность. Основы безопасности жизнедеятельности. — 2003. — № 12. с. 54–57.
12. Шершнева, Л. И. Стратегия развития образовательной области безопасность жизнедеятельности в россия. Сборник материалов всероссийской научно-практической конференции. — М.: ЗАО Издательство «Русский журнал», 2007. — 204 с.

Молодой ученый

Международный научный журнал

Выходит два раза в месяц

№ 3 (107) / 2016

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.
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.
Коварда В. В.
Комогорцев М. Г.
Котляров А. В.
Кузьмина В. М.
Кучерявенко С. А.
Лескова Е. В.
Макеева И. А.
Матроскина Т. В.
Матусевич М. С.
Мусаева У. А.
Насимов М. О.
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)
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)
Ешиев А. М. (Кыргызстан)
Жолдошев С. Т. (Кыргызстан)
Игиснинов Н. С. (Казахстан)
Кадыров К. Б. (Узбекистан)
Кайгородов И. Б. (Бразилия)
Каленский А. В. (Россия)
Козырева О. А. (Россия)
Колпак Е. П. (Россия)
Куташов В. А. (Россия)
Лю Цзюань (Китай)
Малес Л. В. (Украина)
Нагервадзе М. А. (Грузия)
Прокопьев Н. Я. (Россия)
Прокофьева М. А. (Казахстан)
Рахматуллин Р. Ю. (Россия)
Ребезов М. Б. (Россия)
Сорока Ю. Г. (Украина)
Узаков Г. Н. (Узбекистан)
Хоналиев Н. Х. (Таджикистан)
Хоссейни А. (Иран)
Шарипов А. К. (Казахстан)

Руководитель редакционного отдела: Кайнова Г. А.

Ответственный редактор: Осянина Е. И.

Художник: Шишков Е. А.

Верстка: Бурьянов П. Я., Голубцов М. 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 24.02.2016. Тираж 500 экз.

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