

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ**

Материалы всероссийской научно-технической
конференции
(г. Пермь, 8–10 июня 2022 г.)

В двух томах
Том I

Издательство
Пермского национального исследовательского
политехнического университета
2022

УДК 685.325.05

A224

A224 Автоматизированные системы управления и информационные технологии: матер. всерос. науч.-техн. конф.: в 2 т. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2022.

ISBN 978-5-398-02809-6

Т. I. – 391 с. – ISBN 978-5-398-02839-3

Проведение конференции инициировано ученым советом электротехнического факультета Пермского национального исследовательского политехнического университета и ориентировано на публичную апробацию результатов научно-исследовательских работ молодых ученых, аспирантов и студентов по аспектам научных исследований электротехнического профиля.

Конференция проводится по пяти секциям: «Информационные технологии и автоматизированные системы», «Автоматизация технологических процессов и производств», «Электротехника и энергетика», «Телекоммуникации», «Информационная безопасность».

Публикуемые результаты исследований могут быть интересны широкому кругу специалистов в области автоматизации и проектирования современных систем автоматизации и управления, информационных технологий, математического моделирования технологических процессов, систем преобразования и обработки информации.

Редакционная коллегия:

В.В. Черняев, доцент, канд. техн. наук;

Д.К. Елтышев, доцент, канд. техн. наук (отв. редактор);

В.В. Кавалеров, доцент, д-р техн. наук;

А.Б. Петроченков, доцент, канд. техн. наук;

Н.М. Труфанова, профессор, д-р техн. наук;

Р.А. Файзрахманов, профессор, д-р экон. наук;

А.А. Южаков, профессор, д-р техн. наук

Рецензент

заслуженный деятель науки РФ, заслуженный машиностроитель Республики Башкортостан, д-р техн. наук, профессор кафедры автоматизированных систем управления Уфимского государственного авиационного технического университета *Г.Г. Куликов*

УДК 685.325.05

ISBN 978-5-398-02839-3 (Т. I)

ISBN 978-5-398-02809-6 (общ.)

© ПНИПУ, 2022

Секция I

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ**

Д.Б. Кузнецов, М.А. Аксенов

ШАБЛОНИЗАЦИЯ В ВЕБ-РАЗРАБОТКЕ

В статье исследуется шаблонизация в веб-разработке. Изучена сфера веб-разработки и использования шаблонов в верстке страниц. Рассмотрены особенности использования шаблонизатора Blade, его преимущества и возможности

Ключевые слова: веб-разработка, верстка, шаблоны, шаблонизация, шаблонизатор Blade.

D.B. Kuznetsov, M.A. Aksenov

TEMPLATE IN WEB DEVELOPMENT

This article explores templating in web development. Studied the scope of web development and the use of templates in page layout. The features of using the Blade templating engine, its advantages and possibilities are considered.

Keywords: web development, layout, templates, templating, Blade templating engine.

Веб-разработка – это работа, связанная с разработкой веб-сайта для всемирной или частной сети. Верстка – это разработка графического пользовательского интерфейса веб-сайта с использованием HTML, CSS и JavaScript.

Сейчас веб-сайты имеют много страниц, где повторяется большая часть HTML-кода. Страницы содержат такие повторяющиеся элементы, как подключаемые стили, шапка и футер сайта, элементы навигации и другие. Верстальщику приходится копировать изменения общих элементов в каждую страницу, для того чтобы изменения были на всех страницах сайта, что делает процесс разработки менее эффективным по срокам выполнения, трудозатратам человека и качеству конечного продукта. Решить данную проблему можно через использование шаблонов.

Шаблон – это готовая вёрстка страницы или блока, которая состоит только из оформления и не содержит никакого контента [1]. Шаблонизация – это процесс разделения верстки на независимые шаблоны. Лейаут – это шаблон, который содержит HTML-код, общий для всех страниц сайта. Шаблон страницы – это уникальный для одной страницы HTML-код. Блок – это небольшой шаблон, выполняющий конкретную задачу. Шаблонизатор – это функция, которая соединяет шаблоны между собой, встраивает туда данные и генерирует HTML-код.

Существует множество шаблонизаторов для разных языков, некоторые из них представлены в таблице.

Шаблонизаторы

Engine	Languages	License
PHP	PHP	PHP License
Laravel Blade	PHP	MIT
CheetahTemplate	Python	MIT
Django	Python	BSD-like
CodeCharge Studio	C#, VB.NET, PHP, Perl, Java/JSP,	Proprietary
Haml	Ruby, PHP	MIT
Pug	JavaScript	MIT

Шаблонизаторы выбираются в зависимости от задач и используемых в проекте технологий. Многие шаблонизаторы создаются как модуль к определенному фреймворку, что накладывает особенности в языке, внутреннем устройстве и работе.

Blade – это простой, но мощный движок шаблонов, входящий в состав Laravel. В отличие от некоторых шаблонизаторов PHP, Blade не ограничивает вас в использовании обычного «сырого» кода PHP в ваших шаблонах. На самом деле, все шаблоны Blade компилируются в обычный PHP-код и кешируются до тех пор, пока не будут изменены, что означает, что Blade добавляет фактически нулевую нагрузку вашему приложению [2].

Структура файлов home и login без шаблонов показана в листинге 1 и 2.

Листинг 1 – страница home

```
<html>
<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <title>Сайт про проект</title>
</head>
<body>
  <h1>Главная страница проекта</h1>
</body>
</html>
```

Листинг 2 – страница login

```
<html>
<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <title>Сайт про проект</title>
```

```

</head>
<body>
  <h1>Страница входа</h1>
</body>
</html>

```

В листинге 3 и 4 показана структура страниц home и login с использованием Blade.

Листинг 3 – страница home с использованием шаблонов

```

<x-app-layout>
  <h1>Главная страница проекта </h1>
</x-app-layout>

```

Листинг 4 – страница login с использованием шаблонов

```

<x-app-layout>
  <h1>Страница входа</h1>
</x-app-layout>

```

В примере выше продемонстрировано использование шаблона `app-layout`, который содержит шапку и подвал страниц `home` и `login`. Единжды изменяя `app-layout`, изменения будут применяться ко всем страницам сайта. В маршрутах или контролерах `laravel` происходит бизнес логика приложения, и вызываются шаблоны через функцию «`view`». Вызов шаблона и передача в него данных показаны в листинге 5.

Листинг 5 – вызов шаблона «`welcome`» и передача в него данных из контролера

```

Route::get('/', function () {
    return view('welcome', ['name' =>
'Samantha']);
});

```

В результате сборки этого шаблона с продемонстрированными данными получится элемент `h1` с текстом «`Samantha`».

Для указания, какое выражение должно отображаться в браузере, используется символ `@`, тогда движок Blade понимает, что выражение не надо обрабатывать.

В Blade есть директивы, которые позволяют прямо в шаблоне проводить проверку, создавать списки, подключать и наследовать шаблоны, использовать макеты и многое другое. В Blade используются компоненты, которые записываются в шаблонах со строки «`x-`», за которым следует название компонента. Например, для отображения компоненты `alert` в шаблоне записывается `<x-alert/>`.

Для передачи данных в компоненты используются HTML атрибуты. В листинге 6 представлено использование директивы `foreach`, которая создает список элементов, и вызывается компонента `access.text`, в которую передаются ключ и значение элементов словаря.

Листинг 6 – передача данных в компоненту `alert`

```
<div class="mx-8 mt-5">
    @foreach ($attributes as $key => $attribute)
        <x-quick-access.text-field :name="$key"
:value="$attribute" />
    @endforeach
</div>
```

Механизм наследования в Blade реализован через директивы `@section` и `@yield`, которые можно переопределять. Таким образом, создавать из базового шаблона потомков с конкретными данными и свойствами.

Пример наследования шаблона показан в листинге 7 и 8.

Листинг 7 – базовый шаблон, который находится в файле `app.blade.php`

```
<body>
    @section('sidebar')
        App sidebar.
    @endsection
    <div class="container">
        @yield('content')
    </div>
</body>
```

Листинг 8 – дочерний шаблон, который находится в файле `child.blade.php`

```
@extends('layouts.app')
@section('sidebar')
    @parent
    <p>Child sidebar.</p>
@endsection
@section('content')
    <p>This is my body content.</p>
@endsection
```

Шаблон `child` наследовался от шаблона `app` и переопределил некоторый контент. Директивы `@csrf` и `@method` позволяют изменять стандартную форму отправки данных. `@csrf` генерирует токен для безопасности

и валидации запросов с формы. @method позволяет подменить HTTP-метод. В листинге 9 показано использование директив @csrf и @method.

Листинг 9 –директивы @csrf и @method в форме

```
<form action="{{ route('logout') }}">
@csrf
@method('POST')
    <x-responsive-nav-link :href="route('logout') "
        onclick="event.preventDefault();
        this.closest('form').submit();">
        Выйти
    </x-responsive-nav-link>
</form>
```

Шаблонизатор Blade выполняет свои функции очень быстро. Скорость достигается за счет небольшого списка регулярных выражений для замены и кэшированием шаблонов.

Большие проекты, над которыми работают многие люди, имеют множество логистических, социальных и программных трудностей. Шаблонизаторы позволяют решить проблему повторения кода и удобного добавления изменений в большой проект, что положительно скажется на качестве, затраченном времени и финансах компаний.

Библиографический список

1. Учебник по PHP [Электронный ресурс] // Шаблонизация в PHP. – URL: <https://htmlacademy.ru/tutorial/php/templates> (дата обращения: 27.05.2022).

2. Laravel – php-фреймворк нового поколения [Электронный ресурс] // Документация по Laravel. – URL: <https://laravel.ru/docs/8.x/installation> (дата обращения: 27.05.2022).

Сведения об авторах

Кузнецов Денис Борисович – старший преподаватель кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: kdenisb@gmail.com

Аксенов Максим Александрович – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. РИС-18-16, г. Пермь, e-mail: aksenovmaks2001@gmail.com

А.С. Антипова, Л.Ю. Прозорова

ЗНАЧИМОСТЬ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ВУЗА ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ И АБИТУРИЕНТОВ

В статье рассматривается значимость информационной системы вуза для школьников и абитуриентов. Предлагается комплексный подход создания единой информационной системы вуза, которая включала бы в себя информацию обо всех направлениях подготовки и соответствующих им профессиях, а также возможность электронной (дистанционной) подачи документов. Создание такой системы повысит конкурентоспособность вуза и процент осведомленности школьников и абитуриентов, а также упростит процесс подачи документов.

Ключевые слова: информационная система, абитуриент, школьник, адаптация, информационная культура, интерактивные игры.

A.S. Antipova, L.Yu. Prozorova

THE SIGNIFICANCE OF THE INFORMATION SYSTEM OF THE UNIVERSITY FOR SCHOOLCHILDREN AND APPLICANTS

The article considers the significance of the university information system for schoolchildren and applicants. An integrated approach to creating a unified information system of the university is proposed, which would include information about all areas of training and their corresponding professions, as well as the possibility of electronic (remote) submission of documents. The creation of such a system will increase the competitiveness of the university and the percentage of awareness of schoolchildren and applicants, as well as simplify the process of submitting documents.

Keywords: information system, entrant, student, adaptation, information culture, interactive games.

Цифровизация экономики привела к увеличению спроса на ИТ-специалистов во всех областях народного хозяйства. Такие изменения обусловлены протекающей в данный момент четвёртой промышленной революцией Индустрии 4.0, которая предполагает внедрение новых подходов к производству. Массовое внедрение информационных технологий, распространение искусственного интеллекта – это уже необходимость.

Информационные системы оказывают нам помощь как в систематизации, так и удобном использовании хранимой информации. Создание информационной системы вуза, способной помочь абитуриенту

подобрать наиболее подходящее ему направление обучения или специальность, способствует усовершенствованию процесса профориентации школьников и абитуриентов [1, 2].

Данное положение предполагает использование комплексного подхода к привлечению абитуриентов путем создания и использования информационной системы вуза. Сайт вуза это достаточно объемная информационная система, которая подразделяется на другие более, узкие направления. Чем более продуманна и структурирована данная система, тем более она эффективна.

Знакомство с информационной системой вуза абитуриентов начинается, как правило, с поиска нужной информации о приёмной комиссии, направлениях подготовки, сроках, проходных баллах. Не у каждого абитуриента есть возможность и время посетить все рассматриваемые учебные заведения. Например (подсайт «Абитуриентам» кафедры ИТАС, далее подсайт ИТАС [3]), информация о приёмной комиссии расположена в кнопках быстрого перехода на главный сайт вуза ПНИПУ, а также и в таблице (рис. 1, 2).

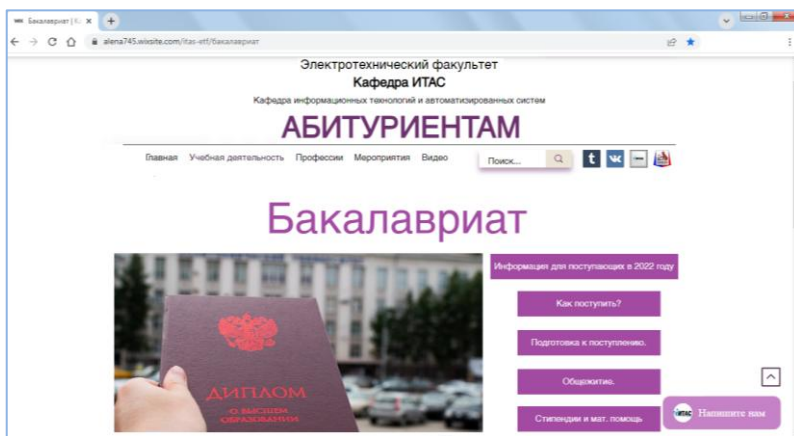


Рис. 1. Страница «Бакалавриат»

В период поступления абитуриенты испытывают огромный стресс, а иногородние студенты испытывают его в двойном размере, они попадают в совершенно чужую среду. Для сглаживания социальной изоляции вуз должен как можно подробнее рассказывать о себе и о том, каким образом построена жизнь внутри вуза, а главным источником данной информации является сайт (информационная система).

Например (подсайт ИТАС), информация о внеучебной деятельности расположена в кнопках быстрого перехода на главный сайт вуза ПНИПУ, а также указаны иконки на социальные сети (рис. 3).

Наименование направления	Профиль	Количество мест	Формы обучения	Вступительные испытания	Срок обучения
09.03.01 Информатика и вычислительная техника (Общий план)	Автоматизированные системы обработки информации и управления	Всего: 50 Декабрь 15	Очная	1. Знатоки (профильный предмет), 39	4 года
09.03.04 Программная инженерия (Общий план)	Компьютерные системы	Прокадай бонус 207 (2020)	Заочная	2. Физика 39 или Информатика и ИТ-44	5 лет (5,5 года*)
15.03.06 Мехатроника и робототехника (Общий план)	Разработка программно-информационных систем	Всего: 10 Декабрь 10	Очная	3. Русский язык-10	4 года
	Службы работы и робототехнические системы	Прокадай бонус 230 (2020)	Заочная		5 лет (5,5 года*)
	Робототехника и автоматизированное производство	Всего: 14 Декабрь 6	Очная		4 года
		Прокадай бонус 169 (2020)			

*направление подготовки высшего образования, по которым утверждены приказы о назначении учебных планов для государственного обучения лиц, имеющих профессиональное образование

Направления подготовки на сайте ПНИПУ

Напишите нам

Рис. 2. Страница «Бакалавриат»

Студенческая жизнь

Студенческий совет | Внеучебная деятельность вуза

Если ты полон амбиций и идей, которые хотелось бы реализовать на нашем факультете, желания работать в дружном и большом коллективе, то мы с нетерпением ждем тебя в нашем Студенческом совете!

#создаемнаправление #ЭТФПНИПУ

Адрес: ул. Профессора Поздеева 7, аудитория 011

Студенческий совет

Электротехнический факультет занял второе место в концертной программе и общем зачёте СТБ 2022!

Напишите нам

Рис. 3. Внеучебная деятельность

Чем больше информации на сайте, тем легче определиться абитуриенту с выбором будущего учебного заведения. Информационная система – это не просто хранилище информации, но и визитная карточка

вуза. Такая система – это демонстрация образовательного уровня не только студентов, но и самого вуза.

В последнее время вузы практикуют не только заполнение формы подачи документов в онлайн-формате, но и сдачу некоторых вступительных экзаменов дистанционно. С 2021 года у абитуриентов появилась возможность подать документы онлайн на единой платформе с доступом ко всем образовательным сервисам. В 2022 году появится, будем надеяться, возможность не только подать документы, но и просмотреть статистику по количеству поступающих, среднему баллу и свой рейтинг.

Использование информационной системы вуза, особенно для иногородних абитуриентов, очень удобно, так как весь процесс подачи документов, прохождение вступительных испытаний и зачисление, может значительно затянуться. В результате чего далеко живущим абитуриентам нужно решить вопросы не только с дорогой, но и с проживанием. Ситуация еще больше усложняется, если документы подавались в вузы разных городов.

Несмотря на все перечисленные достоинства использования информационной системы вуза, существуют и минусы электронного формата. Эти недостатки наглядно продемонстрировала вступительная кампания 2021 года. Возникла ситуация, когда «висели» многие сайты, списки абитуриентов не обновлялись, у поступающих не было возможности контролировать своё положение в списках и рассчитать риски.

Другой стороной комплексного подхода является использование интерактивных игр. Новый формат привлекает внимание и уходит от классического представления информации. Интерактивные игры позволяют формировать информационную культуру абитуриентов. Использование игр позволяет плавно готовиться к использованию более сложных систем в игровой форме. Информация быстро запоминается и усваивается, появляется желание развиваться и расти. Например (подсайт ИТАС), интерактивная игра представлена в виде викторины по предмету «Базы данных» (рис. 4).

Использование рассмотренного выше подхода способствует формированию у школьников и абитуриентов информационной культуры, когда они учатся работать с информацией. Как и где найти, обработать и применить найденную информацию с использованием современных технологий. А для более продуктивной работы нужен подготовленный в этом плане наставник, которым может выступить информационная система вуза.

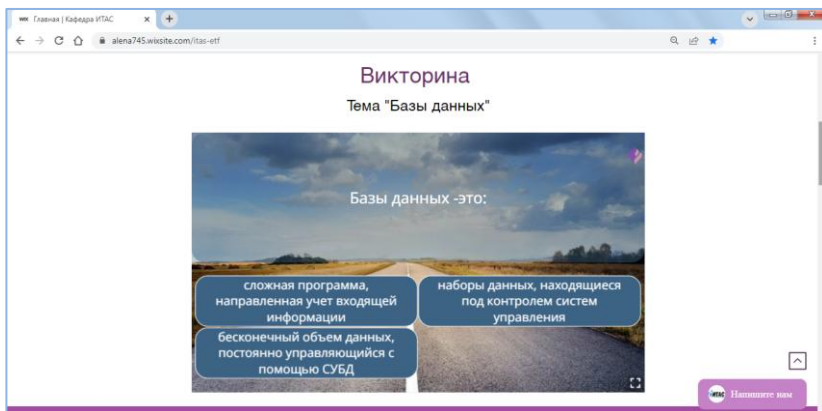


Рис. 4. Викторина

Интерактивные игры на платформе информационной системы вуза, без сомнений, привлекут внимание абитуриентов и школьников. Понятная и доступная форма является основным преимуществом таких игр. А участие самих студентов в создании данной формы позволяет мыслить иначе, объясняя сложные вещи простыми словами, что повышает компетентность и уровень будущего специалиста. Создание и размещение на платформе информационной системы вуза интерактивной игры для абитуриентов является дополнительным стимулом к созданию своего, нового, интересного продукта с демонстрацией на большую аудиторию.

Кроме того, школьников можно привлекать не только к участию в интерактивных играх, но и к их созданию. Вовлекая школьников в процесс разработки и создания игры во время проведения конкурсов, можно увеличить их заинтересованность, что даст возможность раскрыть их потенциал, а демонстрация своего видения и возможность реализации своих задумок будет формировать постоянное желание к развитию.

Большой выбор бесплатных платформ для создания игр способствует развитию данного подхода и позволяет выбирать самые интересные варианты из имеющихся. Можно создавать игры, кроссворды, используя реализацию типа – найти пару, классификация, заполнить пропуски, викторина с выбором правильного ответа, сортировка картинок и т.д.

В заключение можно сказать, что в настоящее время недостаточно иметь просто сайт, нужно иметь дополнительные функции, которые

будут не только демонстрировать возможности вуза, но и быть интересны для школьников и абитуриентов в плане доступности, понятности и возможности их личного участия и дальнейшей реализации, а именно, в начале пути как участника конкурсов и игр, а потом как разработчика в статусе студента вуза.

Библиографический список

1. Хисамутдинова Л.М. Проблемы социализации студентов высших учебных заведений [Электронный ресурс] // Студенческий научный форум: материалы XI Междунар. студент. науч. конф. – URL: <https://scienceforum.ru/2019/article/2018016048> (дата обращения: 01.05.2022).

2. Единый портал государственных услуг и функций Госуслуги. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.gosuslugi.ru/situation/admission_to_the_university (дата обращения: 01.05.2022).

3. Подсайт для ИТАС – Абитуриентам [Электронный ресурс]. – URL: <https://alena745.wixsite.com/itas-etf> (дата обращения: 01.05.2022).

Сведения об авторах

Антипова Алена Сергеевна – магистрант кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АСУ5-20-1м, г. Пермь, e-mail: alena745@bk.ru

Прозорова Любовь Юрьевна – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: ljup@mail.ru

А.Ф. Аптукова, А.В. Тарутин

АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧЕТА ДВИЖЕНИЯ ЗАКАЗОВ В ОБЩЕСТВЕННОМ ПИТАНИИ

В статье проведен анализ модели структуры и деятельности общественного питания, а также выявлены недостатки выбранного бизнес-процесса и пути их устранения. С учетом выявленных недостатков разработана модель для бизнес-процесса, которая сократит временные затраты на обработку данных и распределение заказов.

Ключевые слова: информационная система, база данных, бизнес-процессы, распределение заказов, автоматизация.

A.F. Aptukova, A.V. Tarutin

AUTOMATION OF ORDER MOVEMENT ACCOUNTING IN PUBLIC CATERING

This article analyzes the model of the structure and activities of this catering service, as well as the shortcomings of the selected business process and ways to eliminate them. Taking into account the identified shortcomings, the developed model for the business process will reduce the time spent on data processing and order distribution.

Keywords: information system, database; business processes, distribution of orders, automation.

Следует учесть, что посетителям общепита важно вовремя отдавать заказы. В большинстве случаев при высоком интенсиве работы путают заказы, теряется время на определение позиций приготовления в чеке, также утрачивается время на распределение заданий между сотрудниками.

Актуальность работы заключается в том, что общественное питание развито на рынке достаточно хорошо, но, как правило, проблема лишь в контролировании приема и обработки заказов, особенно при высоком интенсиве работы. Устранение проблемы решается путем разработки и внедрения системы учета движения заказов для каждого сотрудника, которая поможет повысить эффективность бизнеса и уровень сервиса общественного питания [1].

Практическая значимость заключается в исследовании возможности применения спроектированной системы движения заказов в качестве действенного механизма автоматизации заказов в общественном питании.

Система распределения заказов представляет собой систему интерактивную, т.е. обычный планшет, на котором можно получить полную информацию о заказе: каждую позицию, время приготовления, внешний вид каждой позиции в заказе, статус выполнения.

Данная система помогает выстроить правильную последовательность – от принятия заказа до готовности и посредством этого увеличить показатели объема продаж, увеличить производительность труда, улучшать бизнес-процессы предприятия, осуществляет хранение информации о заказах и истории выполнения [2].

Во главе ресторана находится директор. Ему подчиняются такие структурные подразделения, как бухгалтерия, администрация, кухня и зал. В бухгалтерии – бухгалтеры и кассиры. В администрации – заместитель директора и менеджеры. На кухне – повара, включая старшего и шеф-повара, а также посудомойщица. А в зале – менеджер, официанты и уборщик.

Рассмотрена ИТ-инфраструктура ресторана «Сушкоф и Дель Песто». В предприятии существуют такие структурные подразделения, как бухгалтерия, администрация, кухня и зал. На главном сервере передаются и хранятся все данные. Данные передаются на маршрутизаторы по локальной сети, находящиеся в каждом подразделении, и только потом по локальной сети на АРМ. А в зале и на кухне данные получают на все планшеты через Wi-Fi.

Построенная модель даст возможность организовать процесс и на основе этих данных предложить улучшенные варианты.

Работа, выполняемая предприятием, заключается в деятельности ресторана. Входными данными является заказ, выбранный посетителем, поставка продуктов для приготовления блюд и поставка упаковки для выдачи заказа. Выходными являются – выполненный заказ и оплаченный счет. Механизмами данных выступают для учета движения: посетитель, официант, кассир, повар, старший повар. И также управлениями являются – технология приготовления, правила оформления заказа и обслуживание посетителя. Соответственно, от входной информации посетителя до получения на кухню и начала выполнения заказа производятся несколько этапов, т.е. заказ обрабатывается исполнителями предприятия. Следовательно, это может привести к потере или искажению данных, так как увеличивается время его обработки. При анализе процесса «Учета движения заказов в ресторане «Сушкоф и Дель Песто» предприятия ООО «Magic Roll» филиала г. Сургута» можно выделить следующие недостатки, представленные в таблице.

Недостатки процесса «Учета движения заказов в ресторане «Сушкоф и Дель Песто» предприятия ООО «Magic Roll» филиала г. Сургута»

Недостатки процесса	Пути устранения
Чековый вывод заказов на выполнение	Устранение путем создания и внедрения ИС
Большие затраты времени на выполнение заказов	Устранение межличностных контактов, путем создания и внедрения системы контроля производства
Наличие ошибок вследствие влияния человеческого фактора (ошибки работника)	Осуществление хранения информации о заказах и истории выполнения
Снижение эффективности ресторанного бизнеса и уровень сервиса	Способность организовать выполнение заказов в порядке их поступления, облегчить работу сотрудников

Устранение выявленных недостатков приведет к совершенствованию процесса по распределению заказов в ресторане. Цель внедрения данной ИС заключается в повышении производительности и эффективности труда, повышении качества предлагаемых услуг, влияющих на сервис и исключении однообразных трудоемких и монотонных действий. Под внедрением выступает использование экономико-математических методов, программно-технических средств, системы управления, которая снижает нагрузку на выполнение трудоемких операций, таких как сбор, преобразование, передача и использование данных [3].

То есть, использование традиционного метода получения и передачи информации через официанта, которая проходит в несколько этапов и взаимодействует с несколькими исполнителями, затрачивает время ее обработки, так как данные могут быть потеряны или искажены.

Основные изменения после внедрения этой системы заключаются на этапе обработки заказов. В предложенной модели возникшая информация о заказе посетителя, до получения на кухне и начала выполнения заказа, проходит в два этапа: оформление заказа и автоматическая передача заказа на кухню с помощью автоматизированной системы. Поэтому в процессе передачи информации будут участвовать только посетитель и исполнитель заказа, это определяется тем, что информация не потеряется в пути и будет достоверной. Этап обработки заказа между сотрудниками оснащён тем, что каждая задача осуществляется посредством определённого исполнителя. Каждому исполнителю присваивается учётная запись, так как задачи, кроме своей, ему будут

недоступны. Сначала формируется информация о заказе, после выполнения задачи посредством получения от предыдущей информации о заказе со статусом и выполнением по времени. К тому же, если заказ выполнен не в должном образе, исполнитель, принимающий может вернуть предыдущему на выполнение. Уровень сервиса ресторана всё-таки должен быть на первом месте по качеству. Что касается администратора, ему предоставлена возможность отслеживать все заказы со статусом и работоспособность сотрудников. А также возможность отменить заказ с задач, если посетитель решил отказаться.

Библиографический список

1. Влацкая И.В., Заельская Н.А., Надточий Н.С. Проектирование и реализация прикладного программного обеспечения: учеб. пособие / Оренбургский государственный университет. – Оренбург: ОГУ, 2015. – 118 с.
2. Шевчук И.С. Проектирование информационных систем: конспект лекций. – Пермь: Изд-во Пермской ГСХА, 2013. – 59 с.
3. Информационные системы и технологии в экономике и управлении. Проектирование информационных систем: учеб. пособие / Е.В. Акимова [и др.]. – Саратов: Изд-во вузовское образование, 2016. – 178 с.

Сведения об авторах

Аптукова Алина Фанисовна – студентка Пермского национально-го исследовательского политехнического университета, гр. АСУ-17-1бз, г. Пермь, e-mail: alina0202199@yandex.ru

Тарутин Анатолий Владимирович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: itas-pnpu@yandex.ru

И.А. Артемьев, А.И. Посягин, В.А. Цыганцев

**РАЗРАБОТКА ОСНОВНОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО
НЕЙРОНА НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА STM8
ДЛЯ САМОМАРШРУТИЗИРУЮЩЕГОСЯ
АНАЛОГО-ЦИФРОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ**

В статье рассматривается работа самомаршрутизирующегося аналого-цифрового преобразователя на основе нейронной сети. Представлена разработанная аппаратная реализация измерительной компоненты основного нейрона в виде отдельной платы с местным фрагментарным устройством управления на базе микроконтроллера STM8. Сделаны выводы о применимости такого подхода к реализации основного измерительного нейрона и намечены пути дальнейших исследований.

Ключевые слова: самомаршрутизирующийся аналого-цифровой преобразователь, нейронная сеть, матрица R-2R, измерительный компонент, микроконтроллер STM8, местное фрагментарное устройство управления.

I.A. Artemyev, A.I. Posyagin, V.A. Tsyganstsev

**DEVELOPMENT OF THE MAIN MEASURING NEURON BASED
ON THE STM8 MICROCONTROLLER FOR A SELF-ROUTING
ANALOG-TO-DIGITAL CONVERTER**

In the given article the work of self-routing analog-to-digital converter based on neural network is considered. There is presented a developed hardware realisation of the measuring component of the basic neuron in the form of a separate blade with the local fragmentary controlling device on the basis of the microcontroller STM8. Conclusions about implementation of such an approach to the realisation of the basic measuring neuron have been made and the directions of following research have been set.

Keywords: self-routing analog-to-digital converter, neural network, R-2R matrix, measuring component, microcontroller STM8, local fragmentary controlling device.

В работе [1] представлен самомаршрутизирующийся аналого-цифровой преобразователь (АЦП) на основе однослойной нейронной сети (НС), реализованный в программируемой логической интегральной схеме (ПЛИС) с применением аналоговых ключей, так как в настоящее время нет возможности изготовить интегральную схему, в которой были бы и цифровые, и аналоговые компоненты. НС – это аппаратная сеть, состоящая из однотипных элементов (нейронов), которые

представляют собой одноразрядные АЦП для измерения поступающих сигналов. При этом нейроны способны объединяться и образовывать АЦП требуемой разрядности в зависимости от скорости изменения входного сигнала, также между нейронами предусмотрены дополнительные связи, которые позволяют исключать из НС отказавшие элементы, что увеличивает отказоустойчивость всего устройства. Для этого используется мультикольцо (рис. 1), которое представляет собой кольцевую топологию с дополнительными связями между отдельными узлами сети, например через один, через два и т.д.

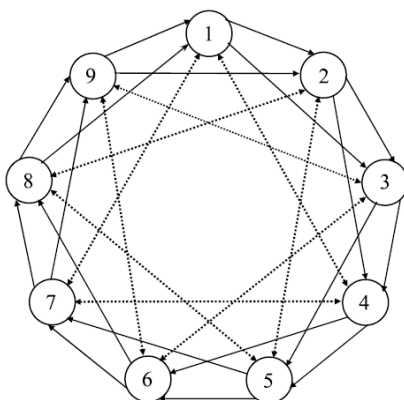


Рис. 1. Двумерное троичное мультикольцо

Каждый основной измерительный нейрон (ОИН) в однослойной НС представляет собой сочетание аналогового измерительного компонента (ИК) с цифровой системой управления измерением и формированием индивидуальных АЦП (ИАЦП) для каждого поступающего входного сигнала (рис. 2) [2].



Рис. 2. Структура ОИН

Для осуществления полноценного управления в однослойной сети необходимо объединить несколько блоков и сформировать местное фрагментарное устройство управления (МФУУ) (рис. 3), которое по-

зволит оброблювати інформацію і генерувати управляючі впливи [1, 3]. Крім того, необхідність об'єднання вузлів мережі для здійснення управління корелює з основним властивістю АЦП НС – об'єднанням ІК для проведення вимірювання. Управління вимірюванням відбувається на базі сформованого ІАЦП з допомогою того ж МФУУ, реалізованого в ПЛІС.



Рис. 3. Структура МФУУ

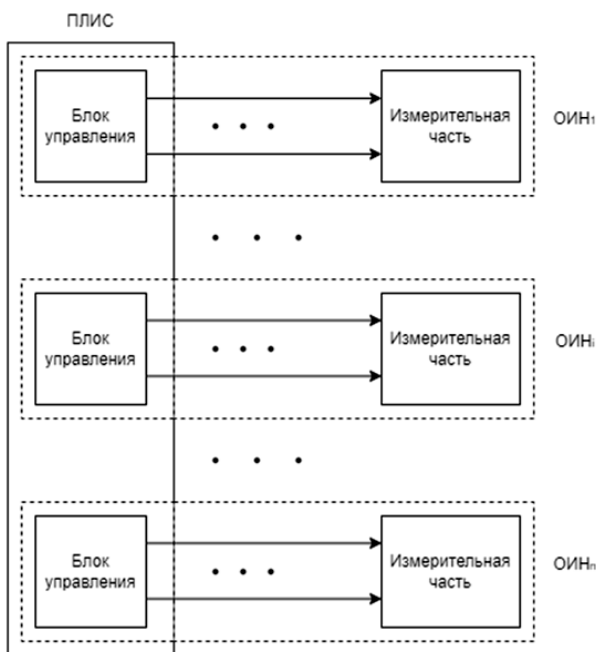


Рис. 4. Реализация управления с помощью ПЛІС измерительной частью каждого ОИН

Одним из недостатков представленного в [3] прототипа самомаршрутизирующегося АЦП НС является ограниченное масштабирование сети, не позволяющее полноценно реализовать многоходовый и высокоотказоустойчивый АЦП НС из-за ограниченного количества выводов ПЛИС, требуемых для управления аналоговыми ключами в ИК, которые реализованы в виде отдельной платы (рис. 4).

При этом количество требуемых линий между ПЛИС и ИК нарастает с увеличением количества дополнительных связей в мультикольце: для односвязного кольца оно составляет 3 на каждый ОИН, для двусвязного – 5, для троичного – 7, и так далее. Рассмотрим ИК для ОИН в двусвязном мультикольце, когда каждый ОИН может подключаться к следующему, а также через один. В матрице R-2R выделен единственный ИК – одно звено матрицы R-2R (рис. 5) [4], которое дополнительно содержит 5 электронных ключей: ключи №1, №2, №4 и №5 отвечают за объединение отдельных ИК в матрицу R-2R, а ключ №3 отвечает за добавление напряжения, которое зависит от положения ИК в матрице R-2R, к общему уравнивающему напряжению. При этом необходимо отметить, что за счет ключа №2 старший ИК в ИАЦП подключается к компаратору, передавая на него уравнивающее напряжение, а ключ №1 в младшем ИК соединяет матрицу с последним сопротивлением R, которое обеспечивает баланс в матрице. Таким образом, каждый ИК может быть и первым, и последним в ИАЦП.

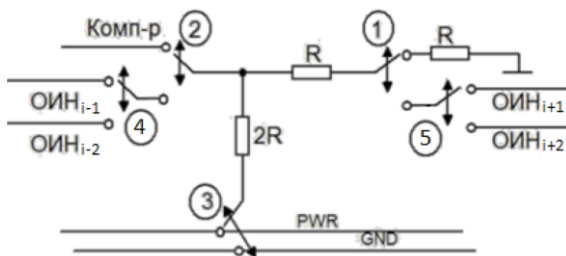


Рис. 5. ИК с возможностью изменения положения в матрице R-2R

Основываясь на представленном ИК, разработана аппаратная реализация измерительной части ОИН. В качестве ключей было выбрано готовое решение КР590КН4 (четырёхканальные аналоговые ключи со схемой управления). Для управления ключами предлагается использовать микроконтроллер STM8s003F3P6 (8-бит, 16 МГц) [5].

Следуя программе, контроллер получает 8 бит информации по последовательному порту UART, далее декодирует их согласно таблице и устанавливает получившиеся сигналы на соответствующих выходах PA1, PA2, PA3, PD4.

Поступающие через UART интерфейс на контроллер биты
для управления подключением ИК в матрице R-2R

Значение бита	Бит №0	Бит №1	Бит №2	Бит №3	Бит №4
«0»	Gnd	Балансное сопротивление	Компаратор	ОИН(i+1)	ОИН(i-1)
«1»	Pwr	ОИН(i++)	ОИН(i--)	ОИН(i+2)	ОИН(i-2)

Например, при передаче последовательности 01101 МК интерпретирует ее в сигналы для ключей. Ключ, отвечающий за переключение Gnd/Pwr, будет подключен к Gnd. ИК будет подключен к следующему ОИН и через один к предыдущему ОИН.

В зависимости от принятого сигнала ключи изменяют своё состояние и, следовательно, звено матрицы R-2R переключается в соответствующий режим работы. Соединив несколько звеньев, можно получить матрицу, которая будет измерять входное напряжение с настраиваемой точностью.

На данный момент проводится разработка схемы для соединения звеньев, объединяя их в матрицу, и управления ими с помощью последовательных портов. Но в дальнейшем планируется сделать параллельное управление ключами, что невозможно в данный момент ввиду высокой стоимости требуемых для этого микроконтроллеров.

На рис. 6 представлен спроектированный тестовый образец в САПР EasyEDA. Достоинства предложенной схемы с применением микроконтроллера для управления ключами в ИК:

- единственная шина связи на каждый ОИН между ПЛИС и измерительной частью ОИН;
- возможность изменения архитектуры НС, не меняя аппаратной измерительной части.

Недостатком данного подключения является пониженная скорость передачи данных из-за ограничений интерфейса UART, встроенного в микроконтроллер. Однако этот недостаток можно устранить за счёт смены на более быстрые аналоги.

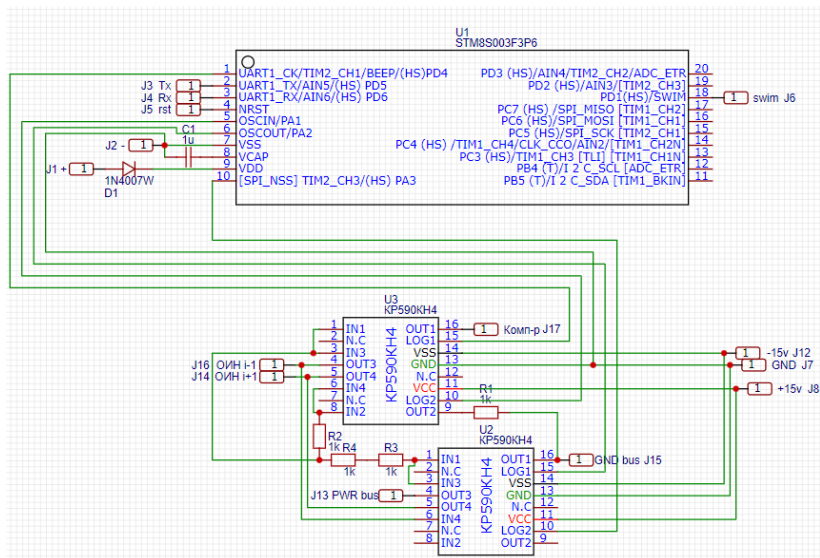


Рис. 6. Принципиальная схема тестового ОИН

В дальнейшем планируется реализовать многовходовой АЦП НС, оценить влияние схемы управления измерительной частью на скорость измерения, а также рассмотреть другие варианты управления с МФУУ в микроконтроллере для увеличения скорости.

Библиографический список

1. Макагонов Н.Г., Посягин А.И., Южаков А.А. Принципы самонастраивания сигналов в аналого-цифровом преобразователе на основе однослойной нейронной сети // Электротехника. – 2016. – № 11. – С. 3–6.
2. Структура основного измерительного нейрона в самонастраивающемся аналого-цифровом преобразователе / А.Ф. Васбиева, Л.М. Онискива, А.И. Посягин, А.А. Южаков // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2015. – Т. 13, № 9. – С. 3–8.
3. Макагонов Н.Г., Посягин А.И. Разработка прототипа нейросетевого аналого-цифрового преобразователя // Наука настоящего и будущего. – 2017. – Т. 1. – С. 217–218.

4. Южаков А.А. Интеллектуальные измерительные преобразователи на основе нейронных технологий. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 1993. – 280 с.

5. Reference manual. STM8S Series and STM8AF Series 8-bit microcontrollers. STMicroelectronics. – 2017.

Сведения об авторах

Артемьев Илья Алексеевич – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АТ-20-1б, г. Пермь, e-mail: ilya.artemjev2017@yandex.ru

Посягин Антон Игоревич – кандидат технических наук, ассистент кафедры «Автоматика и телемеханика» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: posyagin.anton@gmail.com

Цыганцев Вячеслав Александрович – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АТ-20-1б, г. Пермь, e-mail: slava.tsygantsev@yandex.ru

А.А. Ахмаров, А.А. Петренко

**МОДЕЛЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАДАЧИ
«ОПЛАТА ПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕБ-СЕРВИСОМ ОБЪЯВЛЕНИЙ
ОБ АРЕНДЕ СКЛАДСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ»**

В статье рассматриваются этапы разработки системы оплаты для сайта-агрегатора складских помещений. Приведена диаграмма прецедентов, указано ее значение в рамках процесса разработки системы оплаты. Проведено сравнение разных сервисов по приёму электронных денег. Описаны компоненты программной системы и внешние компоненты в виде диаграммы компонентов, выполненной в нотации C4.

Ключевые слова: диаграмма прецедентов, диаграмма компонентов, сервис по приёму электронных денег.

A.A. Ahmarov, A.A. Petrenko

**DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR THE TASK "PAYING
FOR THE USE OF WEB SERVICE OF ANNOUNCEMENTS
ON RENT OF WAREHOUSE SPACES"**

This article discusses the stages of developing a payment system for a warehouse aggregator site. A diagram of precedents is given and its significance is indicated within the framework of the development process of the payment system. A comparison of different services for receiving electronic money was made. The components of the software system and external components are described in the form of a component diagram made in C4 notation.

Keywords: precedent diagram, component diagram, electronic money acceptance service.

Введение. Данная система создавалась для улучшения бизнес-процесса оплаты в веб-сервисе объявлений об аренде складских помещений. Одним из главных этапов в разработке системы является функциональное моделирование бизнес-процесса.

1. Модель программного обеспечения задачи «Оплата пользования веб-сервисом объявлений об аренде складских помещений». Компания ООО «Складоискатель» занимается достаточно уникальным бизнесом, который помогает собственникам складских помещений найти клиентов и наладить связь между ними.

Одним из первых этапов разработки системы оплаты является построение диаграммы прецедентов на основе методики, изложенной в [1]. Построенная диаграмма прецедентов представлена на рис. 1.

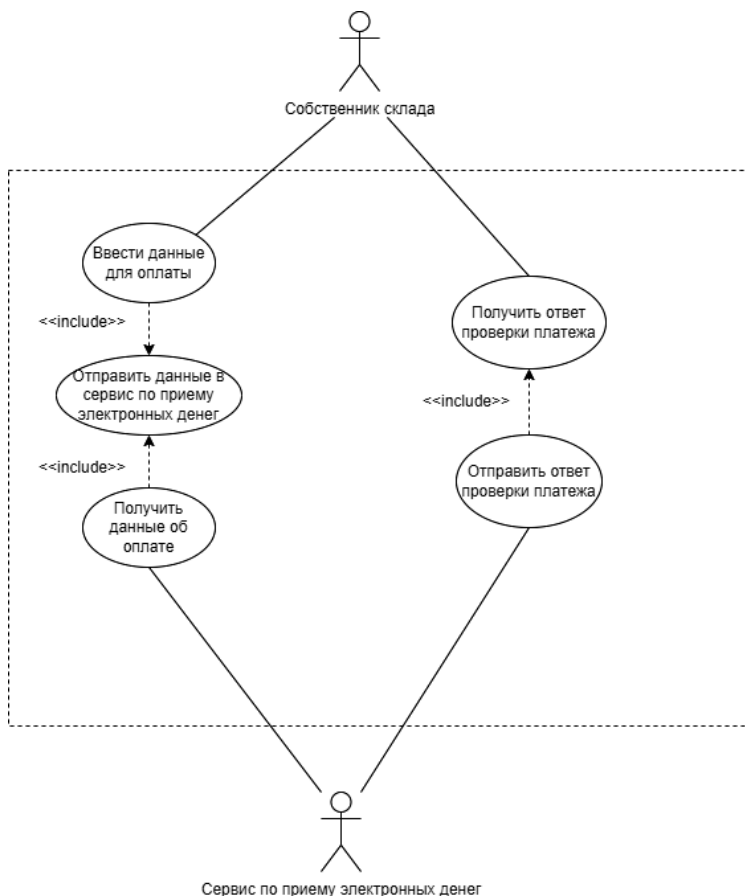


Рис. 1. Диаграмма прецедентов для системы оплаты

Данная диаграмма показывает, как осуществляется оплата собственниками складских помещений услуг через сервис по приёму электронных денег. Собственник вводит данные для расчёта стоимости оплаты, после сумма передаётся в сервис по приёму электронных денег, где осуществляется непосредственно сама оплата. После оплаты в веб-сервис отправляется ответ о статусе платежа.

На основе диаграммы прецедентов можно сделать вывод о том, какие компоненты нужно выстроить в системе и какие будут связи между ними. Тем самым после построения диаграммы прецедентов была построена диаграмма компонентов. Диаграмма компонентов представлена на рис. 2.

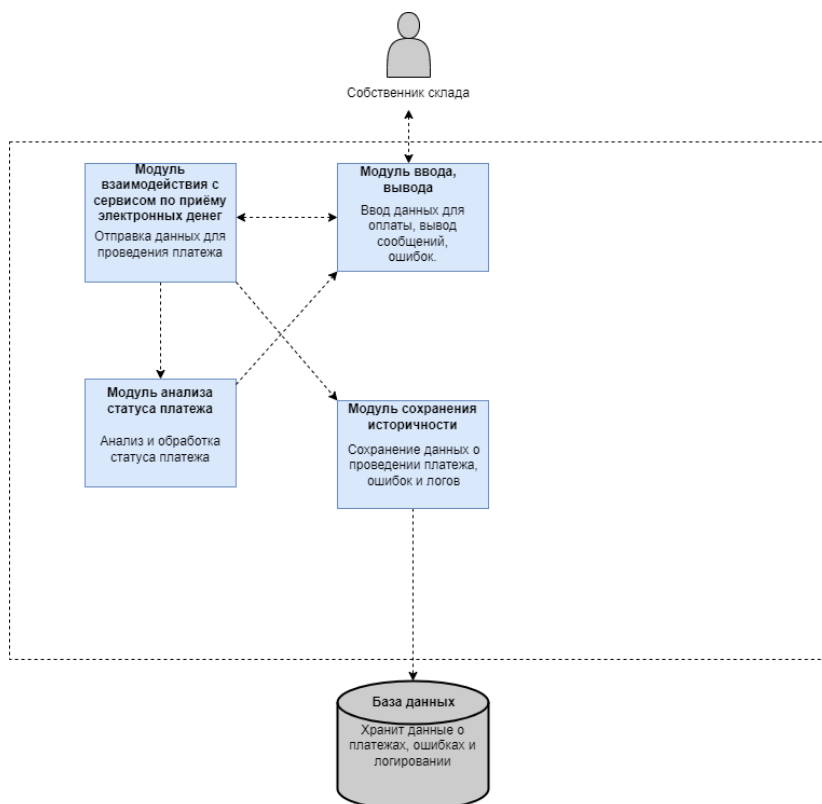


Рис. 2. Диаграмма компонентов для системы оплаты

В диаграмме компонентов описаны 4 модуля, которые потребуются при разработке системы оплаты, и указана связь между этими модулями. Также на диаграмме показаны 2 внешних компонента – собственник складского помещения и база данных, созданная для хранения данных о платежах.

Описание компонентов программной системы представлено в таблице.

Таблица 1

Описание компонентов программной системы

Название	Описание
Модуль ввода, вывода	Программный компонент для организации взаимодействия с пользователем. Предоставляет возможность ввода данных для оплаты, а также вывода: 1. Информационных сообщений и ошибок. 2. Истории проведения платежей
Модуль взаимодействия с сервисом по приёму электронных денег	Программный компонент для взаимодействия с сервисом по приёму электронных денег: 1. Отправка данных для проведения платежа. 2. Получение статуса платежа
Модуль анализа статуса платежа	Программный компонент для анализа полученного ответа от сервиса по приёму электронных денег и вывода информации о платеже клиенту
Модуль сохранения историчности	Программный компонент для сохранения информации о платежах, ошибках и логировании

В табл. 2 представлено описание компонентов, внешних по отношению к разрабатываемой программной системе.

Таблица 2

Описание внешних компонентов

Название	Описание
Собственник	Собственник складского помещения
База данных	База данных, используемая системой для хранения информации о платежах; ошибках; логировании

Таким образом, для качественного построения программного обеспечения задачи «Оплата пользования веб-сервисом объявлений об аренде складских помещений» необходимо провести выбор сервиса по приёму электронных платежей.

2. Выбор сервиса по приёму электронных платежей. Следующий этап разработки – выбор сервиса по приёму электронных денег для обработки платежей. В табл. 3 представлен сравнительный анализ разных сервисов по приёму электронных денег [2].

Таким образом, был выбран сервис по приёму электронных денег PayMaster, так как безопасность и хорошая техническая поддержка – ключевые факторы для сервиса по приёму электронных денег.

Сервисы по приёму электронных денег

Название	Особенности
Pay Master	- безопасность; - низкая комиссия; - хорошая техническая поддержка; - простой интерфейс оплаты; - подключение чат-бота в мессенджере для автоматизации оплаты
PayOnline	- сервис используют более трех тысяч предприятий электронной коммерции; - выставление счетов на оплату по e-mail; - привязка карт покупателей для покупок в один клик; - интеграция с популярными сервисами
Wallet One	- выставление счетов в мессенджере Viber; - опция «Сделка без риска» для сервисов, на которых пользователи совершают P2P-платежи; - есть электронный кошелек для оплаты покупок; - наличие платежных терминалов

Заключение. Программное обеспечение оплаты состоит из 4 модулей. Устанавливаются 2 внешних компонента – собственник складского помещения и база данных, созданная для хранения данных о платежах. Исходя из состава ПО, целесообразнее использовать сервис по приёму электронных денег PayMaster.

На основе построенных диаграмм появляется понимание, какую программную архитектуру нужно выстроить для создания системы оплаты, подходящую под требования пользователей.

Библиографический список

1. Буч Г., Рамбо Д., Якобсон И. Введение в UML от создателей языка. – 2-е изд.: пер. с англ. Н. Мухина. – М.: ДМК-Пресс, 2015. – 496 с.
2. Электронные платежные системы в России» [Электронный ресурс]. – URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Электронные_платежные_системы_в_России (дата обращения: 26.05.2022).

Сведения об авторах

Ахмаров Артур Азатович – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. РИС-18-16, г. Пермь, e-mail: arturperm2000@gmail.com

Петренко Александр Анатольевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, e-mail: hawk321@mail.ru

Н.А. Барышникова, А.В. Тарутин

**ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА
ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА НА ОСНОВЕ
АНАЛИЗА ПАРАМЕТРОВ ПУЛЬСОВОЙ ВОЛНЫ**

В статье приведен анализ параметров пульсовой волны, рассмотрены основные методы исследования характеристик пульсовой волны, а также произведен подбор датчиков для построения системы. Разрабатываемая информационно-измерительная система повысит эффективность и оперативность диагностирования сердечно-сосудистых заболеваний.

Ключевые слова: информационно-измерительная система; пульсовая волна; анализ пульсовой волны; параметры пульсовой волны; диагностирование состояния организма.

N.A. Baryshnikova, A.V. Tarutin

**INFORMATION AND MEASUREMENT SYSTEM
FOR DIAGNOSING THE STATE OF THE BODY BASED
ON THE ANALYSIS OF PULSE WAVE PARAMETERS**

This article provides an analysis of the pulse wave parameters, discusses the main methods for studying the characteristics of the pulse wave, and also selects sensors for building the system. The information and measurement system being developed will increase the efficiency and efficiency of diagnosing cardiovascular diseases.

Keywords: information and measurement system; pulse wave; pulse wave analysis; pulse wave parameters; diagnosis of the state of the body.

Под пульсом принято понимать любые изменения в сосудистой системе, связанные с работой сердца. Он является одним из основных и старейших биомаркеров организма. По характеристикам пульса можно судить о физическом здоровье человека.

Ежегодно миллионы людей по всему миру проходят медицинские осмотры. Созданы всевозможные устройства для диагностики и выявления различных сердечно-сосудистых заболеваний. Но несмотря на все это, по данным ВОЗ, сердечно-сосудистые заболевания – основная причина смерти в современном мире.

Преждевременное выявление и своевременное лечение таких заболеваний – одна из основных задач современной медицины.

Развитие вычислительной техники в мире позволяет разрабатывать компьютерные комплексы для снятия пульсовой волны в реальном времени и отображения пульсограмм на экране дисплея, обработки и анализа полученных данных для получения выводов о состоянии организма человека.

Проект предназначен для разработки информационно-измерительной системы диагностики состояния организма на основе анализа параметров пульсовой волны. Реализация такой информационно-измерительной системы повысит эффективность и оперативность диагностики сердечно-сосудистых заболеваний, что позволит назначать лечение на более ранних стадиях.

1. Существующие в современном мире решения. На сегодняшний день существует множество методов лечения и диагностики сердечно-сосудистых заболеваний, однако по-прежнему особо остро чувствуется различие между уровнем заболеваемости сердечно-сосудистыми заболеваниями и уровнем средств для их диагностики.

В работе «Информационно-измерительная система для оценки состояния сосудов» А.В. Кычкин приводит сравнительный анализ существующих в мире систем и описывает их недостатки [1]. Но не учитывается такой недостаток, как ограниченное количество определяемых характеристик. С учетом этого список недостатков дополнен: высокая стоимость, отсутствие интерфейса для подключения к персональному компьютеру, громоздкое исполнение или отсутствие автономной работы, затрудненные условия снятия сигналов, необходимый уровень квалификации и опыта исследователей, зависимость результатов от прочих параметров, нестандартизированные и необщепринятые измеряемые параметры, ограничение числа каналов снятия сигналов, низкая чувствительность, отсутствие архивов измерений, ограниченное количество определяемых характеристик.

Все недостатки существенно влияют на исследования. Данная статья посвящена разработке информационно-измерительной системы, использование которой позволит устранить один из вышеперечисленных недостатков, а именно – количество определяемых характеристик. Система позволит обеспечить анализ данных, что поспособствует диагностике сердечно-сосудистых заболеваний на более ранних стадиях.

2. Понятие пульсовой волны. Пульсовая волна – волна повышенного давления, распространяющаяся по артериям, она вызвана выбросом крови из левого желудочка сердца в период систолы [2]. Пуль-

совая волна позволяет узнать информацию об эластичности стенок сосудов, работе сердца и многих других показателей.

Исследование параметров пульсовой волны является надежным способом медицинского обследования. С помощью него можно получить информацию как о состоянии сердечно-сосудистой системы, так и о состоянии организма в целом. Анализ пульсовой волны – важный этап в определении диагноза пациента.

3. Методы исследования. В настоящее время для диагностики параметров пульсовой волны известны следующие методы, основанные на использовании специальной аппаратуры:

- сфигмография – неинвазивный механокардиографический метод, направленный на изучение колебаний артериальной стенки, обусловленных выбросом ударного объема крови в артериальное русло. Выполняется с помощью специального аппарата – сфигмоманометра. В результате получается пульсовая кривая – сфигмограмма;

- плетизмография – метод регистрации изменений объема частей тела, связанных с динамикой кровенаполнения сосудов во времени, а также под влиянием физических нагрузок. Выполняется при помощи плетизмографа;

- ультразвуковой доплерографический метод – метод диагностики, при котором используются ультразвуковые волны, для того чтобы получить изображения стенок и просвета сосудов в серой шкале или в режиме цветового доплеровского картирования;

- механокардиография – метод, основанный на одновременной регистрации осциллограммы артерий плеча и сфигмограммы лучевой артерии при постепенном изменении давления в манжете. Применяют только в научных исследованиях.

4. Выбор датчиков для съема данных пульсовой волны. Выбор устройства для снятия показаний пульсовой волны – важный момент при выполнении исследований. Результаты работы информационно-измерительной системы будут напрямую зависеть от точности и устойчивости выбранного датчика к внешним воздействиям.

Наиболее распространенные и доступные датчики будут рассмотрены далее.

4.1. Оптический датчик пульса KY – 039. Датчик предназначен для измерения пульса на пальце или мочке уха. Сенсор реагирует на изменение прозрачности пальца (мочки уха) для инфракрасного излучения от светодиода при колебаниях кровяного давления.

Значительным недостатком данного датчика является то, что для стабильности показаний нужно закрывать фототранзистор от попадания солнечного (искусственного) света.

4.2. Оптический датчик пульса Pulse sensor. Данный датчик применяется при фотоплетизмографии. Он включает в себя источник светового излучения и фотоприемник, напряжение в котором изменяется в зависимости от объема крови. Датчик чувствителен к свету, но при работе с ним это не создает помех, так как его можно обернуть плотным материалом.

4.3 Цифровой датчик пульса и уровня SpO₂ м/с MAX30102. Датчик позволяет измерять пульс и уровень наполнения крови кислородом, также с помощью него можно получить значение температуры окружающей среды. Он состоит из платы с интегрированным сенсорным модулем и встроенным датчиком температуры. Входное напряжение датчика составляет 5В. Плюсом является то, что датчик может работать в температурном режиме от –40 до +85 °С.

С помощью данного датчика можно создать портативный прибор для контроля частоты сердечных сокращений и насыщения крови кислородом.

Микросхема включает в себя светодиоды, фотоприемник, оптические элементы. При измерениях испускаемый красный и инфракрасный свет регулируются с помощью встроенных программных методов за счет изменения интенсивности и длительности свечения. Но при снятии показаний нужно соблюдать степень нажатия на датчик.

4.4. ЭКГ – монитор на м/с AD8232. Основное назначение датчика – обработка электрокардиосигналов и электромиосигналов. Для снятия показаний используются самоклеящиеся электроды с кнопочной фиксацией разъема кабеля. Входное напряжение составляет 3,5 В. Устройство чувствительно к движениям и требует доступа к разным частям тела, что приводит к менее удобному использованию.

На основе описанных выше характеристик каждого из датчиков составлена таблица их сравнения (таблица).

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что наиболее подходящими датчиками для проведения измерений будут датчики: MAX30102 и Pulse sensor.

Однако стоит учесть, что для проектирования информационно-измерительной системы важна компактность датчиков. Так как датчик Pulse sensor имеет меньшие габариты, то выбор сделан в его пользу.

Сравнение датчиков

Название датчика	Критерии оценка					Сумма баллов
	Точность измерений	Компактность	Простота использования	Чувствительность к свету	Чувствительность к движению	
KY – 039	–	+	+	–	–	2
Pulse sensor	+	+	+	+	–	4
MAX30102	+	+	+	+	–	4
ЭКГ модуль	+	–	–	+	–	2

По результатам существующих решений выявлена необходимость в исследованиях и разработке информационно-измерительной системы, применение которой позволит увеличить количество измеряемых параметров, обеспечит оперативную обработку и анализ данных. Все это позволит диагностировать сердечно-сосудистые заболевания на более ранних сроках.

Библиографический список

1. Файзрахманов Р.А., Кычкин А.В. Информационно-измерительная система для оценки состояния сосудов: монография. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 161 с.
2. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика: учебник. – 4-е изд., испр. и перераб. – 2012. – 648 с.

Сведения об авторах

Барышникова Наталья Анатольевна – студентка Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АСУ-18-16, г. Пермь, e-mail: baru5hnikova123@yandex.ru

Тарутин Анатолий Владимирович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: itas-pnpu@yandex.ru

Д.Н. Бахматов, А.В. Тарутин

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА АУТЕНТИФИКАЦИИ, АВТОРИЗАЦИИ И УЧЕТА

В статье исследуется процесс аутентификации, авторизации и учета, выявляются недостатки имеющегося и пути их устранения, а также анализируется возможность реализации и внедрение в процесс второго приложения для исключения недостатков имеющегося.

Ключевые слова: процесс, аутентификация, приложение.

D.N. Bakhmatov, A.V. Tarutin

STUDY OF THE PROCESS OF AUTHENTICATION, AUTHORIZATION AND ACCOUNTING

This article explores the process of authentication, authorization and accounting, identifies the shortcomings of the existing one and ways to eliminate them, and also analyzes the possibility of implementing and introducing a second application into the process to eliminate the shortcomings of the existing one.

Keywords: process, authentication, application.

В связи с ростом количества взломов телекоммуникационных сетей, которые чаще всего приводят к утечке информации, а иногда к краху системы и потере репутации компании, было выдвинуто требование улучшить оборудование при помощи добавления дополнительного приложения AAA в ПО коммуникационного оборудования. Также разработка этой системы поможет приблизиться к решению глобальной проблемы импортозамещения.

Один из важнейших аспектов проблемы обеспечения безопасности АС – определение, анализ и классификация возможных угроз безопасности АС. Перечень значимых угроз, оценка вероятностей их реализации, а также модель нарушителя служат основой для проведения анализа рисков и формулирования требований к системе защиты АС [1].

Протокол аутентификации, внедренной в сетевое оборудование, сделает сеть, при правильной конфигурации, в которой используется данный коммутатор, более защищенной, а значит, вероятность утечки информации будет ближе к 0. Также данная технология сократит расходы компании на использование трудовых ресурсов на раздачу прав и поиски места утечки информации.

Проанализируем имеющийся процесс AAA.

В данный момент проверка устройств, подключенных к коммутатору, происходит при помощи механизма блокировки портов port security. Суть работы заключается в следующем:

- 1) берется mac адрес подключенного устройства;
- 2) сравнивается с имеющимися в памяти mac адресами;
- 3) возвращается результат сравнения.

Прок Коммутатор, при подключении тем же пользователем другого устройства, будет считать устройство как полностью иное;

4) таблица с mac адресами хранится на коммутаторе, что в какой-то момент приведёт к тому, что она будет переполнена;

5) администратору сети каждый раз придется добавлять новые устройства одного пользователя в таблицу разрешённых mac адресов.

В связи с этими проблемами в ПО коммутационного оборудования предлагается добавить приложение блокировки портов по стандарту 802.1x.

Стандарт 802.1x описывает процедуру передачи EAP-сообщений сервером доступа (например коммутатором или беспроводной точкой доступа) в проводных или беспроводных Ethernet-сетях. При этом стандарт 802.1x напрямую упаковывает EAP-сообщения в Ethernet-кадры, не применяя для их передачи протокол PPP [2].

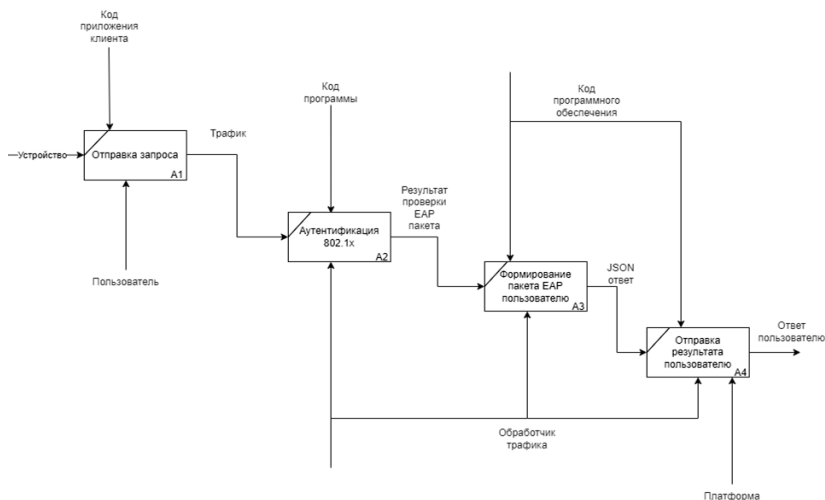


Рис. 1. Процесс аутентификации при помощи 802.1x

Данное приложение будет работать по следующему сценарию:

- 1) пользователь подключает устройство к коммутатору с изначально установленным клиентом 802.1x;
- 2) вводит логин и пароль;
- 3) коммутатор обрабатывает эти данные и перенаправляет на отдельный сервер, где хранятся данные всех профилей;
- 4) сервер присылает ответ коммутатору, а коммутатор отправляет его пользователю.

Данный процесс аутентификации изображён на рис. 1, в табл. 1.

Таблица 1

Описание блоков процесса аутентификации

Обозначение	Процесс	Входная информация	Исполнитель	Выходная информация
A1	Отправка запроса	Подключаемое устройство	Пользователь	Трафик (пользовательский трафик)
A2	Аутентификация 802.1x	Трафик	Обработчик трафика	Результат проверки (EAP пакет)
A3	Формирование EAP пакета пользователю	Результат проверки 802.1x	Обработчик трафика	EAP пакет
A4	Отправка результата пользователю	JSON файл	1. Обработчик трафика 2. Платформа	Отчет о результатах (1 - fail; 0 - true)

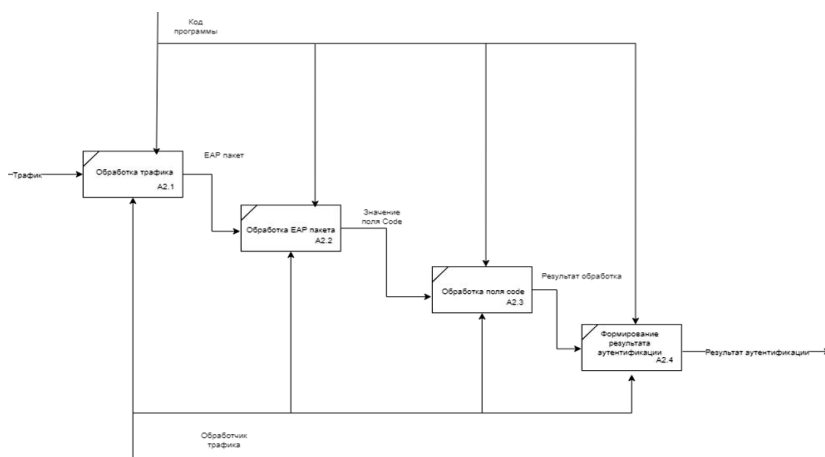


Рис. 2. Декомпозиция аутентификации при помощи 802.1x

Данное приложение реализовано на языке программирования C++ при помощи внутренних библиотек для взаимодействия с имеющимся ПО. Приложение может управлять состоянием авторизации порта с помощью режима, настроенного в порту. Порт поддерживает следующие 2 режима управления доступом:

- обязательный режим авторизации (0: указывает, что порты всегда авторизованы, разрешая пользователю получить доступ к данным без аутентификации;

- автоматический идентификационный режим (1: указывает, что начальный статус порта представляет собой состояние не авторизации) [3]. Для полного понимания также проведем декомпозицию процессов A2. Схема декомпозиции процесса представлена на рис. 2, в табл. 2.

Таблица 2

Описание блоков декомпозиции

Обозначение	Процесс	Входная информация	Исполнитель	Выходная информация
A2.1	Обработка трафика	Трафик	Обработчик трафика	EAP пакет
A2.2	Обработка EAP пакета	EAP пакет	Обработчик трафика	Значение поля «Code»
A2.3	Обработка поля code	Значение поля «Code»	Обработчик трафика	Результат обработки
A2.4	Формирование результата аутентификации	Результат обработки (JSON файл)	Обработчик трафика	Результат аутентификации (0-аут; 1-не аут)

Плюсы данного метода по отношению к предыдущему заключаются в следующем:

1. Теперь один и тот же пользователь с разными устройствами может быть аутентифицирован как один и тот же участник сети.
2. На коммутаторе не хранятся никакие данные, и логику их хранения не нужно описывать.

Библиографический список

1. Бондарев В.В. Введение в информационную безопасность автоматизированных систем: учеб. пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. – 250 с.

2. Аутентификация. Теория и практика обеспечения безопасного доступа к информационным ресурсам: учеб. пособие для вузов / А.А. Афанасьев, Л. Т. Веденьев, А. А. Воронцов [и др.]; под ред. А.А. Шелупанова, С. Л. Груздева, Ю. С. Нахаева. – 2-е изд., стереотип. – М.: Горячая линия–Телеком, 2012. – 550 с.

3. 802.1X Authentication Services Configuration Guide, Cisco IOS XE Release 3SE (Catalyst 3850 Switches) [Электронный ресурс]. – URL: https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc3580https://www.cisco.com/c/en/us/t/docs/ios-xml/ios/sec_usr_8021x/configuration/xe-3se/3850/sec-user-8021x-xe-3se-3850-book/config-ieee-802x-pba.html (дата обращения: 15.04.2022).

Сведения об авторах

Бахматов Дмитрий Николаевич – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АСУ-18-16, г. Пермь, e-mail: dima-baxmatov@mail.ru

Тарутин Анатолий Владимирович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: itas-pnpu@yandex.ru

М.В. Богданов, А.А. Петренко

АЛГОРИТМ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ НА СТОРОНЕ КЛИЕНТА ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ СГЛАЖИВАНИЯ ЗАДЕРЖКИ

В статье определена проблема неточности определения местоположения клиента относительно сервера в момент потери связи с сервером, что приводит к искажению информации в приложении. Показан математический аппарат определения координат объекта. Рассмотрены методы сглаживания на стороне клиента. Приведен алгоритм повышения точности определения местоположения клиента за счет применения метода прогнозирования и интерполяции. Алгоритм описан на псевдоязыке. Приведены экспериментальные показатели применения алгоритма.

Ключевые слова: точность определения, определение местоположения, метод сглаживания задержки, алгоритм повышения точности, программа позиционирования клиентского приложения.

M.V. Bogdanov, A.A. Petrenko

ALGORITHM FOR INCREASING THE ACCURACY OF LOCATION DETERMINATION ON THE CLIENT-SIDE APPLICATION WHICH USES DELAY SMOOTHING METHODS

In this article we identified the problem of inaccuracy of determining the location on the client-side application. This problem occurs when information packets are lost during transmission from the server. We showed a mathematical solution of the problem. We examined methods for smoothing the delay on the client side. We provided an algorithm to improve the accuracy of determining the location of the client, by applying the method of prediction and interpolation. The algorithm is described in a pseudo-language. We also gave experimental indicators of the algorithm application.

Keywords: position accuracy, client-side positioning, delay smoothing methods, accuracy improvement algorithm, client-side application positioning program.

Введение. В современном мире передаче данных о местоположении может препятствовать множество факторов. При передаче местоположения через мобильную сеть данные теряются или пересылаются с большой задержкой из-за слабого сигнала. При передаче через сеть Ethernet пакеты данных могут потеряться из-за сильной нагрузки внутри сети или большого расстояния между адресатом и отправителем, что также вызывает дополнительные задержки.

1. Проблема неточности определения местоположения на стороне клиента. Для пользователя это проявляется тем, что реальные координаты объекта отличаются от координат, которые отображаются на экране. Из-за этого может возникнуть множество негативных ситуаций. Например, при позиционировании местонахождения автобуса на карте будут отображаться устаревшие координаты, а затем при получении актуальных координат окажется, что автобус уже проехал необходимую остановку. Пример подобного отклонения от реальных координат представлен на рис. 1.

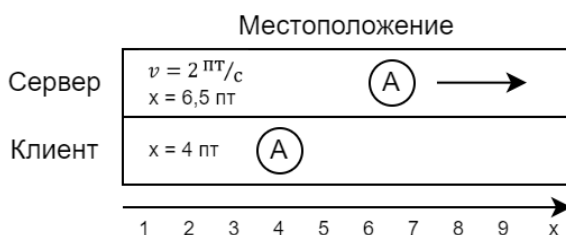


Рис. 1. Разница в местоположении на сервере и клиенте

На клиенте отображается последнее полученное местоположение объекта А, при получении нового местоположения точка перемещается на новые координаты. Однако объект А движется со скоростью $v = 2 \text{ пт/с}$, и в период ожидания данных о новом местоположении клиент фактически не знает, куда перемещается объект А. Это происходит из-за того, что на клиента передаётся информация лишь о последнем местоположении объекта. Это влечёт за собой ситуацию, при которой различие фактических координат и координат на клиенте может быть значительным.

Для решения этой проблемы существуют методы компенсации задержки между переданными пакетами с местоположением. Данные методы основываются на линейной интерполяции и на прогнозировании местоположения.

2. Алгоритм повышения точности определения местоположения на стороне клиента в момент потери связи с сервером за счет применения методов сглаживания задержки. Прогнозирование местоположения основывается на двух последних местоположениях объекта. Исходя из указанного местоположения, вычисляется вектор направления объекта. При этом определение прогнозируемых координат местоположения объекта осуществляется по следующим формулам [1]:

$$x_t = x_2 + \frac{(x_2 - x_1)}{\Delta t} t, \quad (1)$$

$$y_t = y_2 + \frac{(y_2 - y_1)}{\Delta t} t,$$

где (x_2, y_2) – координаты нового местоположения, а (x_1, y_1) – координаты старого местоположения соответственно, Δt – интервал времени, между временем получения новой и старой координаты, t – время, прошедшее с получения последней координаты местоположения.

При использовании данной формулы во время ожидания нового местоположения объект на стороне клиента будет линейно продолжать движение, основываясь на двух предыдущих местоположениях.

Однако прогноз может быть неверным. Например, если сразу после получения новой координаты объект сменит направление движения. Для сглаживания подобных ошибок и плавного перемещения объекта из спрогнозированного местоположения в реальное на стороне клиента используют формулу линейной интерполяции реального и прогнозируемого значения [2]:

$$x_p = x_1 + p(x_2 - x_1), \quad (2)$$

$$y_p = y_1 + p(y_2 - y_1),$$

$$0 \leq p \leq 1,$$

где $p \in [0, 1]$ – коэффициент интерполяции значения.

На основе формул 1 и 2 реализовано представление алгоритма вычисления координат приложения клиента на псевдокоде (листинг 1). Данный алгоритм может быть использован в приложениях на стороне клиента, например в GPS-навигаторах, многопользовательских онлайн-играх, а также в онлайн-картах с отображением автотранспорта.

Листинг 1 – Алгоритм для вычисления координат приложения клиента

```

Алг
Ввод    position, - Текущее местоположение
          new_position, - Новое местоположение
          interpolation_value, - Значение интерполяции (от
0 до 1)
          new_position_delay - Задержка между полученными
местоположениями

```

```
interpolation_step := ((new_position - position) * interpolation_value)
```

Пока Не (position = new_position)

НЦ

```
position := position + interpolation_step
```

Ожидание interpolation_value **секунд**

КЦ

```
move_vector := (new_position - position) /  
new_position_delay
```

```
prediction_time := получить_текущее_время
```

Пока (**Не** поступило_местоположение) **И** (текущее_время - prediction_time < 3)

НЦ

```
position := position + move_vector + interpolation_step
```

КЦ

Кон

Для получения результатов и оценки эффективности внедрения методов сглаживания задержки была разработана многопользовательская двухмерная игра на игровом движке Godot.

В данной игре сервер отправляет координаты персонажа двум клиентам с периодичностью 3 раза в секунду.

На первом клиенте местоположение персонажа выставляется при каждом обновлении со стороны сервера, на втором реализованы линейная интерполяция и прогнозирование. Демонстрация клиентов и сервера представлена на рис. 2.

На рис. 2 рассмотрен вариант прямолинейного движения игрового персонажа, при котором точность координат на клиенте увеличивается до 3 раз.

Однако в реальности объекты зачастую двигаются по произвольной траектории. Для осуществления проверки эффективности компенсации задержек при произвольном пути объекта были собраны статистические данные с сервера и двух клиентов.

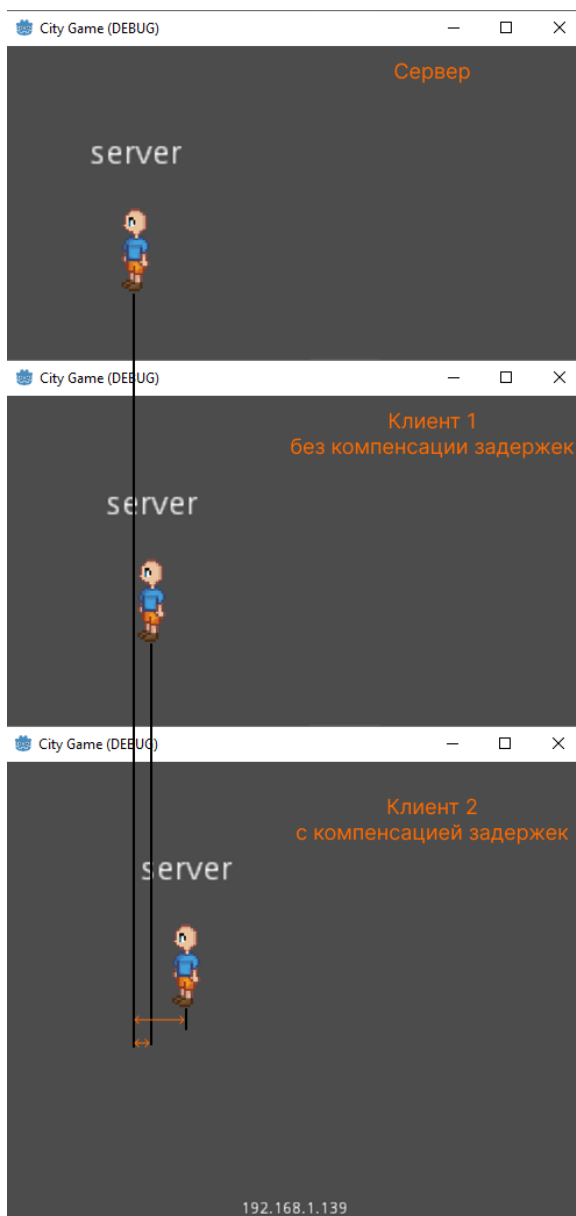


Рис. 2. Визуальное представление компенсации задержек на примере двухмерной игры

Графики сравнения реального и отображаемого на клиентских программах местоположения представлены на рис. 3 и 4.

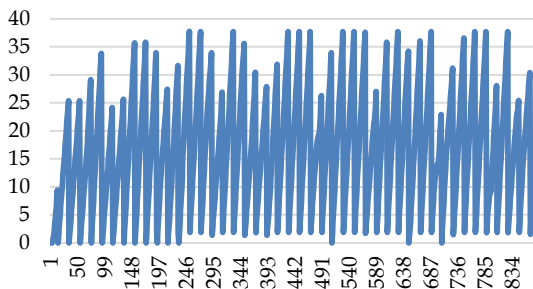


Рис. 3. Отклонение без компенсации задержек

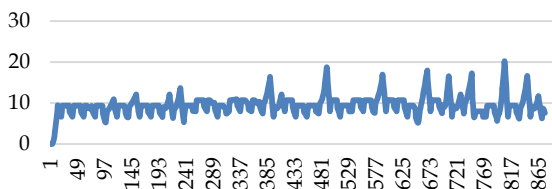


Рис. 4. Отклонение с компенсацией задержек

На рис. 3 видны резкие отклонения, с амплитудой 35–40 пунктов. Это обусловлено тем обстоятельством, что для клиента персонаж резко перемещается из одной координаты в другую без интерполяции.

На рис. 4 представлены результаты с учетом компенсации задержек, и основная амплитуда колебания уже составляет 5–10 пунктов, а резкие отклонения встречаются в 4 раза реже. Однако даже при применении данных методов встречаются отклонения до 20 пунктов. Это обусловлено тем, что встречаются ситуации, когда метод прогнозирования определяет неправильное движение персонажа из-за резких смен направления движения персонажем на противоположное.

Также для обоих графиков было рассчитано среднеквадратичное отклонение от координат на сервере. Для вычисления среднеквадратичного отклонения использовалась формула [3]

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n D_i^2}, \quad (3)$$

где D_i – элементы выборки расстояния между координатами сервера и клиента ($i = 0..n$).

Для графика, указанного на рисунке 3, среднеквадратичное отклонение клиента без методов сглаживания составило 438,35 пунктов, а для графика, указанного на рис. 4, среднеквадратичное отклонение с компенсацией задержек составило 288,53 пункта.

Таким образом, применение методов сглаживания задержки для определения местоположения привело к увеличению средней точности на 35,92 % относительно исходных методов без сглаживания задержек, при минимальных используемых ресурсах на стороне клиента.

Заключение. Проблему задержки определения координат местоположения клиента относительно сервера в момент потери связи возможно решить за счет применения алгоритма, построенного на основе применения методов сглаживания задержек. Применение этого алгоритма может привести к увеличению средней точности на 36 %. Перспективой дальнейших исследований является комбинирование метода сглаживания задержек с другими методами для повышения точности.

Библиографический список

1. Погорелов А.В. Аналитическая геометрия. – 3-е изд. – М.: Наука, 1968. – 176 с.
2. Джозеф Нидхэм. Наука и цивилизация в Китае: т. 3. Математика и науки о небе и Земле. Cambridge University Press.
3. Ивченко Г.И., Медведев Ю.И. Введение в математическую статистику. – М. : Изд-во ЛКИ, 2010. – §2.2. Выборочные моменты: точная и асимптотическая теория. — ISBN 978-5-382-01013-7.

Сведения об авторах

Богданов Матвей Вадимович – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. РИС-18-1б, г. Пермь, e-mail: bgdmatthew@gmail.com

Петренко Александр Анатольевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: hawk321@mail.ru

К.С. Борисов, Е.В. Долгова

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ТОРГОВЛИ ЦЕННЫМИ БУМАГАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ

В статье приведен анализ работы трейдера при принятии инвестиционных решений, рассмотрен метод автоматизации принятия торговых решений и приведен пример работы разрабатываемой автоматизированной системы. Разрабатываемая система позволит снизить влияние человеческого фактора при принятии торговых решений и повысить эффективность инвестиций предприятия.

Ключевые слова: автоматизированная торговля, торговая система, трейдер, торговля ценными бумагами, инвестиции.

K.S. Borisov, E.V. Dolgova

AUTOMATED SYSTEM OF SECURITIES TRADING IN AN ENTERPRISE

This article analyzes the trader's work when making investment decisions, examines how to automate trade decisions and gives an example of developing an automated system. The developed system will reduce the influence of human factor in making trading decisions and increase the effectiveness of investments of the enterprise.

Keywords: automated trading, trading system, trader, securities trading, investment.

При развитии рынка торговли ценными бумагами одну из ключевых ролей играло развитие технологий осуществления торговли. На сегодняшний день наиболее актуальные технологии предполагают использование развитых информационных систем. И если на иностранных рынках технологии сопровождения торговли прошли поэтапно стадии от ручных бумажных заявок и управления голосом при помощи брокера до современных компьютерных систем, то на российском рынке сразу встает задача внедрения информационных систем.

Наиболее актуальной темой среди современной технологий организации торговли являются системы автоматизированной торговли ценными бумагами, или торговые роботы, особенно на российском рынке в связи недостаточным развитием инфраструктуры, в первую очередь в вопросах практических решений.

Как правило, сотрудник, осуществляющий торговлю ценными бумагами, – трейдер, в своей работе обязан сначала провести анализ ситуации на рынке, спланировать торговую стратегию, и выставлять заявки на покупку или продажу инструментов биржи, фиксировать результаты и проводить анализ торговли. Как мы видим, основным недостатком такой работы является зависимость от человеческого фактора при принятии и исполнении решений. Трейдер может совершать ошибки, быть подверженным психологическим факторам, таким как паника, страх, жадность [1, с. 8].

Основная цель автоматизированной системы – уменьшение и исключение человеческого фактора при принятии решений, повышение эффективности и результатов торговли.

1. Существующие платформы. На сегодняшний день на российском рынке представлено несколько торговых платформ. Как правило, все они позволяют просматривать информацию в реальном времени, отправлять заявки и заключать сделки. Сравнительный анализ приведен в таблице. К сожалению, приведенные системы имеют существенный недостаток, используемые встраиваемые языки программирования имеют ограниченные возможности и слабую распространённость, отсутствие развитых встроенных библиотек.

Сравнение платформ

Характеристики системы	SmartX	AlorTrade	QUICK	FinamTrade
Возможность просмотра данных	+	+	+	+
Наличие графического представления данных	+	+	+	+
История заявок	+	+	+	-
Построение технических индикаторов	+	-	-	-
Встроенный язык программирования	+	-	+	-
Техническая поддержка	+	-	+	+

Также существенным недостатком является закрытость программного обеспечения, из-за чего у трейдеров могут возникать вопросы безопасности систем. Поэтому было принято решение о создании

своего решениям при помощи языка программирования Python, с использованием фреймворка Django, система будет представлять собой веб-приложение с возможностью развертывания на локальном сервере.

2. Методы автоматизации. Для построения торговой стратегии системы будет использоваться технический индикатор под названием линии Боллинджера. Технический индикатор представляет собой сочетание 3 линий (полос). Первая линия представляет собой скользящую среднюю, вычисляемую как сумму за 21 день, разделенную на общее число дней [1, с. 29].

Верхняя полоса представляет собой скользящую среднюю, смещенную вверх на 2 стандартных отклонения, формула (1).

$$L1 = M + (D \cdot 2), \quad (1)$$

где $L1$ – верхняя полоса, M – скользящая средняя, D – стандартное отклонение.

Нижняя полоса представляет собой скользящую среднюю, смещенную вниз на 2 стандартных отклонения, формула (2).

$$L2 = M - (D \cdot 2), \quad (2)$$

где $L2$ – нижняя полоса, M – скользящая средняя, D – стандартное отклонение.

Стандартное отклонение может быть вычислено по (3) [1, с. 53].

$$D = \sqrt{\frac{\sum(x_i - M)^2}{N}}, \quad (3)$$

где x_i – точка данных, N – число точек.

Стратегия будет размещать ордер на покупки при пробитии нижней границы и продавать при пробитии верхней границы [2, с. 136].

3. Тестирование системы. Для тестирования были выбраны исторические данные за 2021 год для нескольких акций.

На рис. 1 представлен график исполнения системой торговой стратегии для акций ПАО «Пермэнергосбыт» за 2021 г. Всего было совершено 37 сделок, итоговая прибыль составила 24,95 %.

На рис. 2 представлен график для акций ПАО «Газпром», всего сделок 12, прибыль за год – 16,13 %. И на рис. 3 представлен график для котировок нефти, 10 сделок и прибыль 5,8 %.



Рис. 1. Тестирование системы для акций ПАО «Пермэнергосбыт»

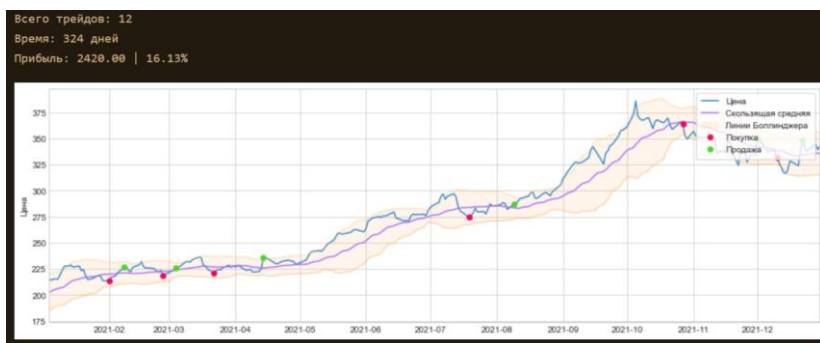


Рис. 2. Тестирование системы для акций ПАО «Газпром»



Рис. 3. Тестирование системы для котировок нефти

По результатам тестирования можно сделать предположение об успешности системы, на данных акциях при работе системы инвестиции принесли бы существенную прибыль.

Таким образом, при реализации системы автоматизированной торговли ценными бумагами будет возможно уменьшение рисков, связанных с человеческим фактором, будут обеспечены реализация успешной инвестиционной стратегии и повышение эффективности торговли.

Основная цель автоматизированной системы – уменьшение и исключение человеческого фактора при принятии решений, повышение эффективности и результатов торговли.

Библиографический список

1. Боллинджер Д. Боллинджер о лентах Боллинджера. – М.: ИК «Аналитика», 2005. – 244 с.
2. Колби Р. Энциклопедия технических индикаторов рынка. – 2-е изд. – М.: Альпина бизнес букс, 2004. – 837 с.

Сведения об авторах

Борисов Константин Сергеевич – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АСУ-17-1бз. г. Пермь, e-mail: ksborisow@gmail.com

Долгова Елена Владимировна – доктор экономических наук, профессор кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: shagrata@mail.ru

А.Л. Погудин, И.А. Вахрушев

**РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ НАСОСНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ
В ПРОИЗВОДСТВЕ СОЖ В ООО «ЛЛК-ИНТЕРНЕШНЛ»**

В статье рассмотрены аспекты разработки автоматизированной системы управления насосным оборудованием. Была разработана модель деятельности «как должно быть», разработан и описан интерфейс оператора. Разработаны и описаны алгоритмы и программное обеспечение.

Ключевые слова: автоматизация, интерфейс пользователя, scada, trace mod, СОЖ.

A.L. Pogudin, I.A. Vakhrushev

**DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED CONTROL SYSTEM
FOR PUMPING EQUIPMENT IN THE PRODUCTION
OF COOLANT IN ООО «LLK- INTERNATIONAL»**

This article discusses aspects of the development of an automated control system for pumping equipment. An activity model “as it should be” was developed, an operator interface was developed and described. Algorithms and software have been developed and described.

Keywords: automation, user interface, scada, trace mod, coolant.

Введение. Отсутствие автоматизации насосного оборудования на предприятии является большой проблемой во время производства. Это существенно замедляет работу товарных операторов.

По мере роста объемов производства в любой сфере закономерным решением становится автоматизация процессов. Этот процесс подразумевает внедрение новых технологий, оборудования, а также соответствующего программного обеспечения. Если ранее практически на всех этапах производство осуществлялось вручную, то теперь многие операции выполняются станками, роботами и с помощью систем автоматизированного проектирования.

Следовательно, внедрение систем автоматизированного производства является одним из важнейших требований по улучшению предприятия.

Цель автоматизации: разработать систему, обеспечивающую контроль и своевременное отключение оборудования.

Описание процесса производства. На текущем состоянии процесс производства проходит следующим образом (рис. 1): оператор получает распоряжение (задание) по приготовлению продукции, в данном случае СОЖ (смазочно-охлаждающей жидкости).

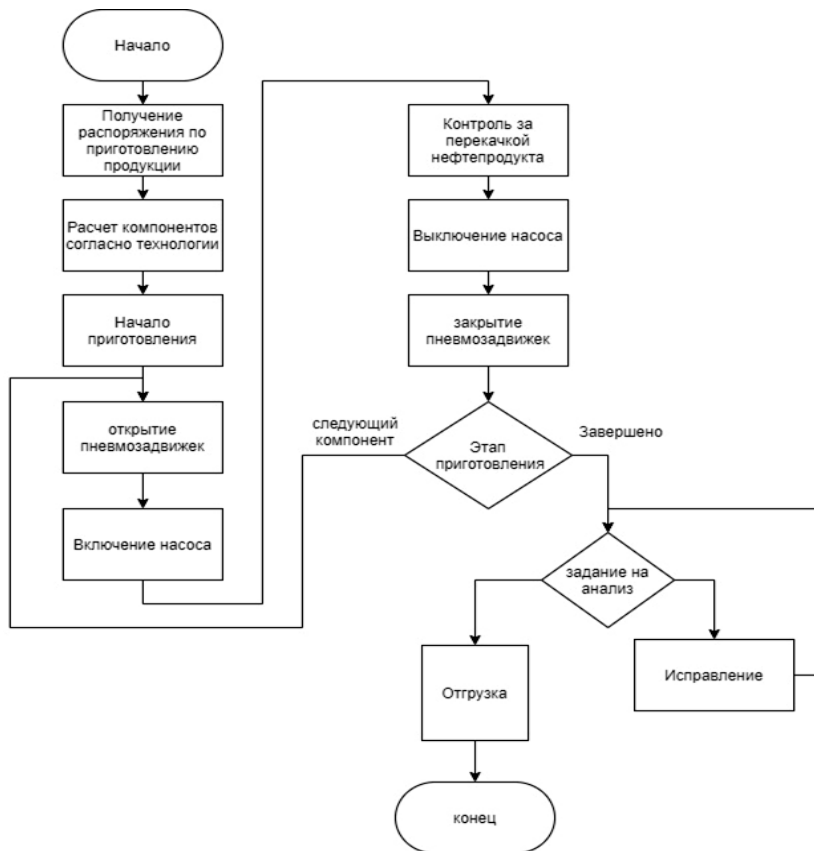


Рис. 1. Модель процесса производства «как есть»

После этого проводит расчет компонентов согласно технологии и объема производства (количество тонн). Когда все готово, оператор начинает приготовление. После приготовления продукция задается на контроль качества. В случае отклонения от нормы продукт уходит на

исправление. Если же все хорошо, продукт отгружается на участок фасовки. Проблемой в данном случае является то, что оператор вынужден следить за убытием присадки из емкости и своевременно отключать насос и закрывать пневмозадвижки. Таким образом, оператор управляет всем процессом – от и до. Это существенно тормозит приготовление сразу нескольких продуктов, так как он не может отвлекаться на другие задачи, иначе рискует перекачать присадку, что в свою очередь может привести к браку продукции.

Производство продукции должно проходить следующим образом (рис. 2): оператор заносит в программу необходимое количество тонн присадки, после чего включает насос и уходит заниматься другими задачами. Когда нужное количество присадки будет закачено в мешалку, насос остановится, а пневмозадвижки закроются. После чего оператор сможет внести данные по следующей присадке и повторить процесс, параллельно занимаясь другими задачами.

Выбор подхода к автоматизации. Для решения задачи по автоматизации было принято решение подключить к системе модуль дискретного ввода ОВЕН МВ110-224.16ДН, модуль дискретного вывода ОВЕН МВ110-224.8К, модуль ввода аналоговых сигналов ОВЕН МВ110-224.8А. Которые будут отвечать за открытие и закрытие задвижек, а также включение и выключение насосов. В качестве управляющей системы выбрана SCADA Trace Mode – это программный комплекс, предназначенный для разработки и запуска в реальном времени распределенных автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) и решения ряда задач управления предприятием (АСУП) [1].

Построение схемы алгоритма программы верхнего уровня. Алгоритм программы действует следующим образом: пользователем вводится необходимое количество присадки, которую нужно откачать из емкости. После чего данные записываются в программу. После активации управляющих элементов на интерфейсе пользователя, программа начинает считать разницу между изначальной массой присадки внутри емкости и текущей. Как только разница будет равна введенному ранее значению, программа подаст сигнал на закрытие задвижки и отключит насос (рис. 3).

Программы для интерфейса оператора (верхний уровень) написана на языке ST. Structured Text (ST) – язык программирования стандарта IEC61131-3. Предназначен для программирования промышленных кон-

троллеров и операторских станций. Широко используется в SCADA/HMI/SoftLogic пакетах. По структуре и синтаксису ближе всего к языку программирования Паскаль [2]. Удобен для написания больших программ и работы с аналоговыми сигналами и числами с плавающей точкой.

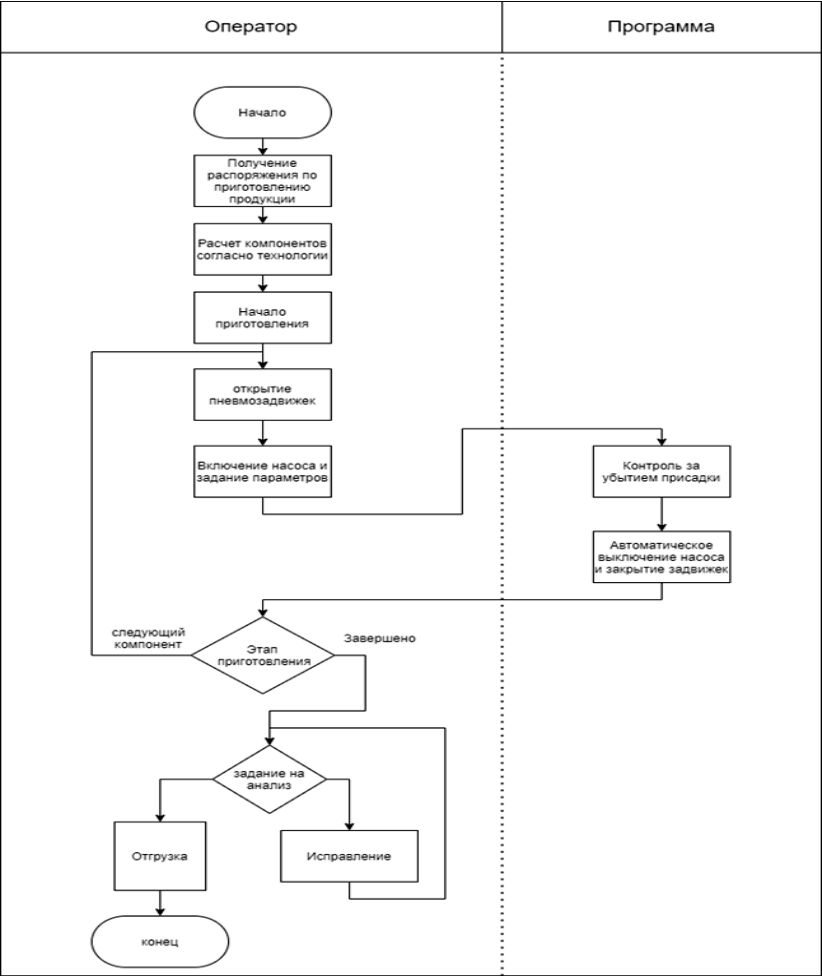


Рис. 2. Модель процесса производства «как должно быть»

Блок-схема программы верхнего уровня (рис. 3).

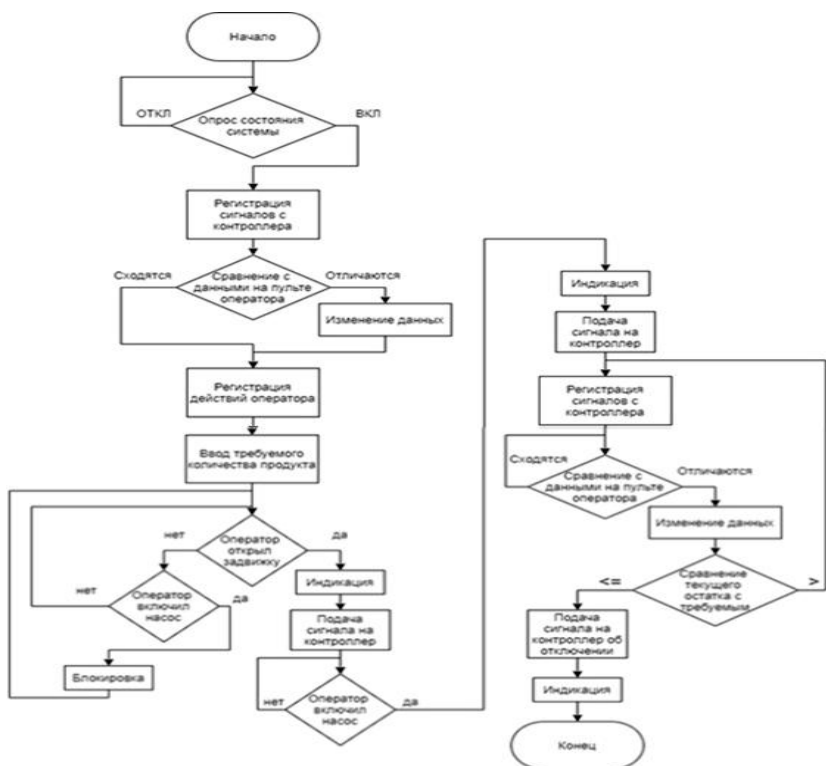


Рис. 3. Схема алгоритма программ верхнего уровня

Плотность при $t=20^{\circ}\text{C}$, т/м^3

Объем, м^3

Масса, т

Взвеш, см

t , $^{\circ}\text{C}$

Введите значение

Н-1

Плотность при $t=20^{\circ}\text{C}$, т/м^3

Объем, м^3

Масса, т

Взвеш, см

t , $^{\circ}\text{C}$

Введите значение

Н-2

Плотность при $t=20^{\circ}\text{C}$, т/м^3

Объем, м^3

Масса, т

Взвеш, см

t , $^{\circ}\text{C}$

Введите значение

Н-3

Плотность при $t=20^{\circ}\text{C}$, т/м^3

Объем, м^3

Масса, т

Взвеш, см

t , $^{\circ}\text{C}$

Введите значение

Н-4

Плотность при $t=20^{\circ}\text{C}$, т/м^3

Объем, м^3

Масса, т

Взвеш, см

t , $^{\circ}\text{C}$

Введите значение

М-1

Плотность при $t=20^{\circ}\text{C}$, т/м^3

Объем, м^3

Масса, т

Взвеш, см

t , $^{\circ}\text{C}$

Введите значение

М-2

Плотность при $t=20^{\circ}\text{C}$, т/м^3

Объем, м^3

Масса, т

Взвеш, см

t , $^{\circ}\text{C}$

Введите значение

М-3

Рис. 4. Интерфейс оператора

Описание интерфейса оператора. На интерфейсе оператора (рис. 4) расположены графические изображения емкостей (Е-12, Е-13, Е-14, Е-21) и мешалок (М-1, М-2, М-3).

Справа от каждой емкости расположены данные с датчиков. Фигурами красного цвета обозначены задвижки на емкостях. Н-1, Н-2, Н-3 – кнопки управления насосами. В белое поле необходимо ввести количество нефтепродукта, которое нужно откачать из емкости в мешалку.

Заключение. В ходе разработки системы была разработана модель деятельности «как должно быть», разработан и описан интерфейс оператора, разработаны и описаны алгоритмы и программное обеспечение. В результате автоматизации оператор больше не вынужден следить за убытием присадки из емкости и своевременно отключать насос и закрывать пневмозадвижки. За него это делает программа. Таким образом, оператор может заниматься другой работой, увеличивая тем самым объем выполненной работы за смену.

Библиографический список

1. Артемов С.П. Курс лекций по дисциплине «Системы реального времени» [Электронный ресурс]. – URL: https://drive.google.com/file/d/1kCK5zmrN3_FlKCRiYRZfnnvzYaJ9mVtO/view (дата обращения: 10.10.2021).
2. Sm1820.github.io [Электронный ресурс]. – URL: https://sm1820.github.io/beremiz/iec_guide/st_guide.html (дата обращения: 30.04.2022).

Сведения об авторах

Погудин Андрей Леонидович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: pogudin_al@mail.ru

Вахрушев Иван Александрович – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АСУ-17-1бз, Пермь, e-mail: dregoz.as@gmail.com

Д.Б. Кузнецов, Р.А. Гилязов

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВОЙ ПОДПИСИ В ЭЛЕКТРОННОМ ДОКУМЕНТООБОРОТЕ

В статье исследуется средство подготовки документов с использованием электронной цифровой подписи. Изучены нормативные документы, которые описывают алгоритмы электронной подписи, изучены возможности использования готовых средств для электронной подписи.

Ключевые слова: электронная подпись, документ, алгоритмы для подписи, Криптопро, программный интерфейс.

D.B. Kuznetsov, R.A. Gilyazov

USE OF DIGITAL SIGNATURE IN ELECTRONIC DOCUMENT MANAGEMENT

This article explores a tool for preparing documents using an electronic digital signature. The regulatory documents that describe the electronic signature algorithms have been studied, the possibilities of using ready-made tools for signing an electronic signature.

Keywords: electronic signature, document, signature algorithms, Cryptopro, software interface.

Электронный документооборот представляет собой форму автоматизации процессов работы с материалами при помощи электронно-вычислительных машин. Одним из автоматизируемых процессов является подпись документов.

Подготовка документа с электронной подписью – получение электронной подписи, которая предоставляет возможность получить информацию о пользователе, который подписал документ. Следовательно, подготовка документа имеет такие свойства, как удостоверение личности подписавшего, подтверждение того, что подписавший документ заверил именно тот документ, то есть без изменения содержания этого документа.

Электронно-цифровая подпись – последовательность бит, которая была получена в результате процесса генерации подписи. ЭЦП предназначена для аутентификации лица, а также предоставляет возможности для обеспечения безопасности от подделки сообщения. Следовательно,

электронно-цифровая подпись покрывает все функции подписи в рамках электронного документооборота. Исходя из нормативной документации, вариант использования данной функции представлен на рис. 1.

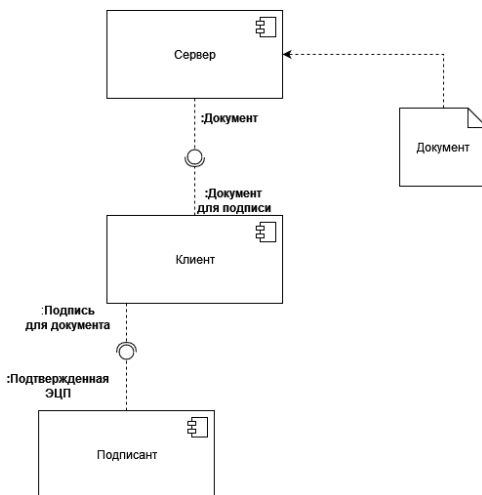


Рис. 1. Компонентная модель постановки электронной подписи

Компонентная диаграмма показывает вариант взаимодействия пользователя, клиентского и серверного приложения. Процесс постановки цифровой подписи проходит в клиентском приложении. На вход подается от пользователя подтвержденная электронная подпись, от сервера – файл документа, который необходимо подписать. Документ предоставляется клиенту в формате, требуемом для подписания.

ЭЦП делятся на простую электронную подпись (далее ЭП) и усиленную ЭП. Усиленная подпись делится на квалифицированную и неквалифицированную ЭП. Разница между этими типами ЭП заключается в том, что квалифицированная обладает, помимо всех признаков неквалифицированной подписи, дополнительными признаками. Для ведения электронного документооборота необходимо использовать усиленную квалифицированную подпись.

Стоит рассмотреть средства криптографической защиты информации (далее СКЗИ). СКЗИ выполняют ряд функций, таких как генерация подписей, проверка срока действия сертификата на подлинность с подтверждением принадлежности владельцу и пр. Одними из таких программ являются криптопровайдеры.

```

let createSign = fileBase64 => {
  return new Promise(function (resolve, reject) {
    cadesplugin.async_spawn(function* (args) {
      var header = ";base64,";
      var sFileData = fileBase64;
      var sBase64Data = sFileData.substr(sFileData.indexOf(header) + header.length);
      try {
        var certificat = document.getElementById('certificates');
        if (certificat.options.selectedIndex == -1) {
          return args[1]("Failed get sign");
        }
        var oStore = yield cadesplugin.CreateObjectAsync("CADESCOM.Store");
        yield oStore.Open(CADESCOM_CURRENT_USER_STORE, CADESCOM_CURRENT_USER_NAME,
          CADESCOM_STORE_OPEN_MAXIMUM_ALLOWED);

        var oStoreCerts = yield oStore.Certificates;
        var oCertificate = yield oStoreCerts.Item(certificat.options.selectedIndex + 1);

        var oSigner = yield cadesplugin.CreateObjectAsync("CADESCOM.CPSigner");
        yield oSigner.propset_Certificate(oCertificate);
        yield oSigner.propset_CheckCertificate(true);

        var oSignedData = yield cadesplugin.CreateObjectAsync("CADESCOM.CadesSignedData");
        yield oSignedData.propset_ContentEncoding(CADESCOM_BASE64_TO_BINARY);
        yield oSignedData.propset_Content(sBase64Data);
      }
    }, resolve, reject);
  });
}

```

Рис. 2. Реализация функции постановки подписи на клиенте

```

try {
  var sSignedMessage = yield oSignedData.SignCades(oSigner, CADESCOM_CADES_BES, true);
} catch (err) {
  return args[1]("Failed to create signature. Error: " + cadesplugin.getLastError(err));
}

var oSignedData2 = yield cadesplugin.CreateObjectAsync("CADESCOM.CadesSignedData");
try {
  yield oSignedData2.propset_ContentEncoding(CADESCOM_BASE64_TO_BINARY);
  yield oSignedData2.propset_Content(sBase64Data);
  yield oSignedData2.VerifyCades(sSignedMessage, CADESCOM_CADES_BES, true);
} catch (err) {
  return args[1]("Failed to verify signature. Error: " + cadesplugin.getLastError(err));
}
yield oStore.Close();

} catch (err) {
  return args[1](err);
}
return args[0](sSignedMessage);
}, resolve, reject);
});
}

```

Рис. 3. Продолжение реализации функции подписания на клиенте

Криптопровайдер – это независимый модуль, позволяющий осуществлять криптографические операции (шифрование, электронную

подпись, и т.д.) в операционной системе. Проще говоря, это посредник между операционной системой и программой или аппаратный комплексом, которые взаимодействуют с пользователем [1].

В рамках криптопровайдеров стоит рассмотреть КриптоПро CSP. Данный криптопровайдер имеет расширения для требуемой ЭЦП – ГОСТ Р 34.10–2012 (ГОСТ 34.10–2018), а также имеется программный интерфейс для языков C/C++, VB .NET [2]. Помимо этого имеется интерфейс для использования в JavaScript за счет возможности встроить в браузер КриптоПро ЭЦП Browser plug-in.

Пример использования данного плагина с использованием языка JavaScript представлен на рис. 2 и 3.

В данном примере представлена функция, входными параметрами которой является представление файла в формате base64. Выходным параметром является объект Promise, который возвращает с resolve представление подписи. Данная функция получает из определенного объекта страницы содержание о подписи, затем устанавливает контент, который необходимо подписать, и после этого возвращает только подпись по заданному контенту.

Библиографический список

1. ГОСТ 34.10–2018. Информационная технология. Криптографическая защита информации. Процессы формирования и проверки электронной цифровой подписи (дата обращения: 29.05.2022);
2. Федеральный закон от 06.04.2011 № 63-ФЗ (ред. от 02.07.2021) «Об электронной подписи».

Сведения об авторах

Кузнецов Денис Борисович – старший преподаватель кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: kdenisb@gmail.com

Гилязов Роман Альбертович – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. РИС-18-16, г. Пермь, e-mail: gilyazov.roman2015@yandex.ru

А.О. Суворов, К.В. Глазырин

АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧЕТА ЛИЧНОГО СОСТАВА СЛУЖБЫ СВЯЗИ

В статье рассмотрен текущий учет личного состава в службе связи, определены существующие недостатки системы учета. Определены основные задачи и требования учета личного состава службы связи. Проведен сравнительный анализ существующего программного обеспечения. Сделан вывод о необходимости автоматизации учета личного состава узла связи.

Ключевые слова: автоматизация, учет, личный состав, служба связи, автоматизированное рабочее место.

A.O. Suvorov, K.V. Glazyrin

AUTOMATION OF RECORDING OF PERSONNEL OF THE COMMUNICATION SERVICE

This article discusses the current accounting of personnel in the communications service, identifies the existing shortcomings of the accounting system. The main tasks and requirements for accounting for the personnel of the communications service are determined. A comparative analysis of existing software has been carried out. The conclusion is made about the need to automate the accounting of the personnel of the communication service.

Keywords: automation, accounting, personnel, communication service, workstation.

Автоматизация любой деятельности направлена, в первую очередь, на облегчение условий труда в процессе производства и оказания услуг. Автоматизация деятельности по учету личного состава службы связи позволит обеспечить эффективность и облегчение деятельности, а также оперативность обработки и представления данных о личном составе. В связи с этим переход на автоматизированный учет личного состава службы связи обеспечит эффективность учета при минимальных затратах человеческого ресурса.

В нашем случае в службе связи ведется персональный и штатно-должностной учет личного состава. Персональный учет ведется на каждого служащего и предназначен для изучения его деловых, мораль-

ных и других качеств, необходимых при определении порядка его перемещения и использования. Штатно-должностной учет ведется в каждом подразделении. Он предназначен для осуществления систематического анализа укомплектованности подразделения и контроля организации движения и служебного перемещения личного состава. Ответственность за организацию и состояние учета личного состава возлагается на командира подразделения [1].

Анализ текущей системы учета личного состава позволил определить взаимосвязи между структурными элементами и их взаимодействие в системе, а также показал документированные и не документированные формы сообщений, что наглядно представлено в диаграмме последовательности (рис. 1).

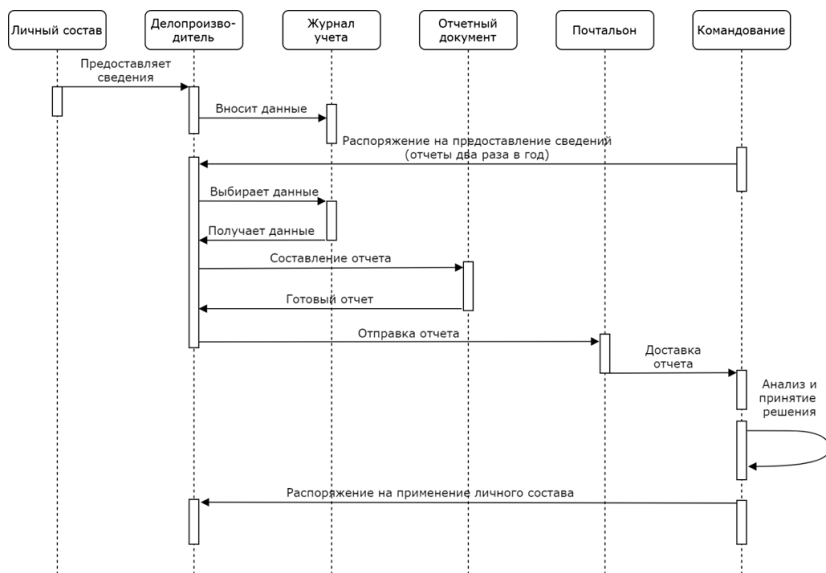


Рис. 1. Диаграмма последовательности действующей системы

Входные данные системы – это данные, подробно характеризующие личный состав. Данные предоставляются делопроизводителю, который вносит их в установленную форму журнала учета личного состава. Данные аккумулируются в журнале учета, и по распоряжению командования, а также два раза в год представляются по установленным формам на бумажном носителе с использованием почтовых служб.

Существующая организация учета личного состава и представления сведений имеет следующие недостатки:

- все сведения о личном составе хранятся в журналах учета;
- журналы заполняются вручную, что приводит к ошибкам;
- ошибки, допущенные при записи в журнал, переносятся в отчеты;
- сложность отбора необходимых сведений о личном составе;
- получение сведений от нижестоящего звена организации только по запросу или при получении отчетных документов;
- большое время представления отчетных данных в связи с передачей сведений с использованием почтовых служб.

Основными задачами по учету личного состава являются:

- документальное отражение сведений о прохождении трудовой деятельности и их образовании;
- обеспечение командиров (начальников) справочными данными, необходимыми для принятия обоснованных решений по служебному использованию личного состава;
- обеспечение командиров (начальников) данными о штатной и списочной численности личного состава для подготовки сведений, расчетов, справок и докладов о состоянии укомплектованности личным составом;
- ведение справочных работ по вопросам прохождения, трудовой деятельности.

Ведение учета личного состава должно соответствовать основным требованиям:

- вестись постоянно в деятельности подразделений;
- своевременно, достоверно, полно и правильно отражать штатную, списочную численность личного состава в подразделениях и происходящие количественные и качественные изменения как по всему личному составу, так и персонально по каждому служащему.

Автоматизация процесса учета личного состава должна обеспечить ввод сведений и хранение их в базе данных, а также предоставление сведений по требованию пользователя системой, оперативность предоставления данных от нижнего звена организаций к вышестоящему, что будет своевременно и в полном объеме информировать о состоянии дел в организации и также позволит своевременно принимать решения по применению личного состава.

Система управления базой данных является пользовательской оболочкой, ориентированной на управление запросами пользователя системы.

База данных учета личного состава создается для информационного обслуживания пользователей системы. База данных должна содержать данные о сотрудниках, их принадлежности к компании, содержать сведения о должности, звании, заключенном контракте, полученном образовании, допускных разрешениях, классности, поощрениях и взысканиях.

Автоматизированная информационная система «Автоматизация учета личного состава службы связи» (АИС «АУЛС-СС») позволит организовать взаимосвязь между структурными элементами и организовать работу по вводу данных и их получению по требованию пользователей, а также автоматизацию сбора и представления отчетных сведений о личном составе, представляемых на бумажных носителях. Работа системы представлена на диаграмме последовательности (рис. 2).

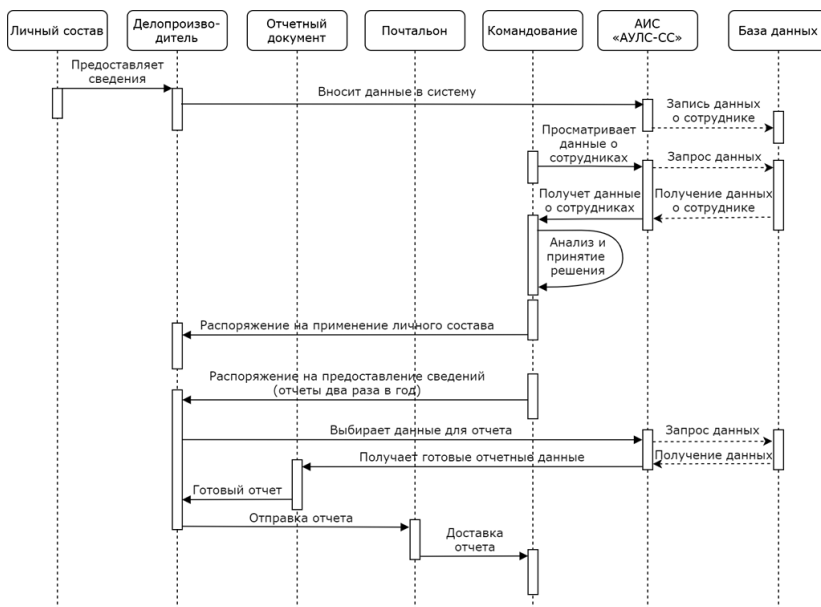


Рис. 2. Диаграмма последовательности автоматизированной системы

Функционал автоматизированной системы должен обеспечить:

- работу под учетной записью всех авторизованных пользователей АРМ;
- доступ к сведениям системы с использованием сетевых служб;
- отображение всех подчиненных организаций для вышестоящих;

- ввод данных и редактирование;
- выбор и сортировку по выбранным критериям;
- ввод информации из базы данных в формализованный файл (для печати).

В результате автоматизации учета личного состава службы связи повышается эффективность представления сведений по личному составу организации за счет обеспечения высокой скорости получения сведений через систему и их актуальности и достоверности, что позволяет принимать решения по применению сотрудников, не дожидаясь получения сведений с использованием почтовых служб, тогда как представление отчетных сведений останется для формирования итоговой работы за определенные периоды времени организации.

Защита информации и доступ к системе АРМ организуется встроенными возможностями, реализованными средствами операционной системы специального назначения Astra Linux Special Edition 1.6, сертифицированная операционная система обеспечена верифицированными средствами защиты информации [2].

Защита информации, передаваемой по открытым каналам связи, обеспечена аппаратно-программный комплексом шифрования «Континент», предназначенным для обеспечения безопасного межсетевого взаимодействия и криптографической защиты информации ограниченного доступа, не содержащей сведения, составляющие государственную тайну.

Все средства защиты информации имеют соответствующие сертификаты ФСБ России о соответствии требованиям по защите информации ограниченного доступа, не содержащей сведения, составляющие государственную тайну.

Детальный обзор ПО, обеспечивающего учет личного состава, показал, что на рынке довольно мал выбор между программными продуктами. Сравнение представлено в таблице.

Сравнение ПО по учету личного состава

Основные параметры	АРМ «Кадровый учет»	БОСС-Кадровик	ИБЦ: Кадры	1С: Зарплата и Управление персоналом
ОС Linux	нет	нет	нет	да
ОС Windows	да	да	да	да
Сложность внедрения	легко	легко	легко	сложно
Бесплатное ПО	нет	нет	нет	нет

Даже при наличии предложений программы ориентированы на организацию всего процесса учета за предприятие. Вместе с тем только единицы программных продуктов поддерживают использование на ОС Linux, что также не позволяет использовать их на предприятии. Рассмотренные варианты распространяются только на платной основе, что в режиме всеобщей экономии и нецелевого расходования средств на предприятии не дает возможности для приобретения программного продукта.

Исходя из проведенного анализа программных продуктов, для организации учета личного состава службы связи с учетом требований к системе в организации стоит выполнить разработку собственной автоматизированной системы с учетом особенностей и порядка учета личного состава в организации.

Рассмотренная организация существующего учета личного состава службы связи показала имеющиеся недостатки в системе учета. Определены основные задачи и требования для автоматизации учета личного состава службы связи, которые обеспечат эффективность учета, минимизацию затрат человеческого ресурса, а также оперативность в предоставлении сведений о личном составе.

Библиографический список

1. Указ Президента РФ от 10.11.2007 г. № 1495 (ред. от 24.12.2021) «Об утверждении общевоинских уставов Вооруженных Сил Российской Федерации» [Электронный ресурс] / Консультант+. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_72806 (дата обращения: 22.05.2022).

2. Операционная система специального назначения «Astra Linux Special Edition». Руководство администратора. Ч. 1 / РусБИТех-Астра – 2020. – 318 с. – РУСБ.10015-01 95 01-1.

Сведения об авторах

Суворов Александр Олегович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: aosuvorov@pstu.ru

Глазырин Константин Валерьевич – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АСУ-17-16з. г. Пермь, e-mail: kott22@mail.ru

О.А. Глухова, Е.С. Малышева, А.И. Тур

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ОПТИМАЛЬНОСТИ КОНСТРУКЦИИ ШАГАЮЩЕЙ ПЛАТФОРМЫ

В статье рассматривается проблема создания шагающей платформы с учетом критерия устойчивости. Существуют различные модели шагающих платформ: двухопорные, многоопорные, с комбинированным колесно-шагающим двигателем. Использовались такие методы исследования, как анализ и моделирование. В ходе исследования определена кинематическая модель шагающей платформы, обладающая оптимальными характеристиками.

Ключевые слова: шагающая платформа, гексапод, оптимальная конструкция.

O.A. Glukhova, E.S. Malyseva, A.I. Tur

DEVELOPMENT OF A MODEL FOR EVALUATING THE OPTIMALITY OF THE WALKING PLATFORM DESIGN

This article discusses the problem of creating a walking platform taking into account the stability criterion. There are various models of walking platforms: two-support, multi-support, with a combined wheel-walking propulsion. Research methods such as analysis and modeling were used. In the course of the study, a kinematic model of a walking platform with optimal characteristics was determined.

Keywords: walking platform, hexapod, optimal design.

Шагающие платформы – один из интенсивно развивающихся классов роботов. За основу перемещения шагающих платформ взяты принципы перемещения живых существ. Они используют шаг и прыжки. Шагающие роботы делятся на несколько классов:

- человекоподобные роботы с невысокими энергозатратами, но трудно сохраняемым равновесием;
- шагающие роботы с разным количеством опор;
- роботы, использующие другие принципы перемещения.

Устойчивость. Цель исследования – определение оптимального количества опор шагающей машины. Один из ключевых факторов – устойчивость. Она бывает двух видов: динамическая и статическая. Статическая устойчивость важна в неподвижном состоянии машины. Динамическая устойчивость важна при движении машины. Динамическая устойчивость машины может быть нарушена при внезапной потере опоры одной из ног.

Система управления движением. Для управления движением необходима бортовая вычислительная сеть, которая просчитывает движения опор шагающего робота. Соответственно, чем больше количество опор и суставов у платформы, тем больше нагружается вычислительная сеть. Поэтому важно найти оптимальное количество опор [1, 2].

Механические характеристики. Рассмотрим механические характеристики шагающих платформ с четырьмя, шестью и восемью опорами. На рис. 1 приведена схема сил, действующих на конструкцию. Рассчитаем нагрузку на опоры. Она равна силе тяжести конструкции, которая рассчитывается по формуле (1)

$$\sum_{k=1}^5 \vec{F}_T = \vec{F}_{T1} + n(\vec{F}_{T2} + \vec{F}_{T3} + \vec{F}_{T4} + \vec{F}_{T5}), \quad (1)$$

где F_{mk} – силы тяжести, действующие на элементы гексапода; n – количество опор. Рассчитаем реакции опор. Будем считать, что сила тяжести распределяется между опорами равномерно. Тогда реакция одной опоры равна

$$R = \frac{\sum_{k=1}^5 F_T}{n}. \quad (2)$$

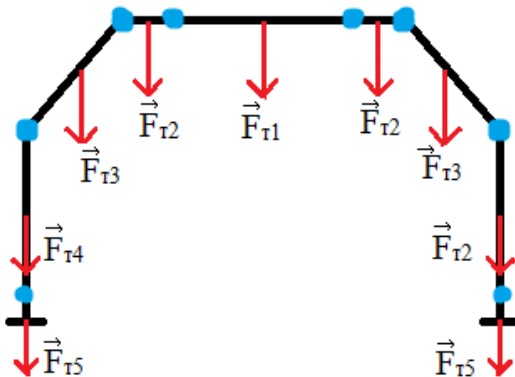


Рис. 1. Схема сил

Возьмем массу деталей по 0,5 кг.

При $n = 4$: $F_T = 83,3$ Н; $R = 20,825$ Н

При $n = 6$: $F_T = 122,5$ Н; $R = 20,417$ Н

При $n = 8$: $F_T = 161,7$ Н, $R = 20,213$ Н

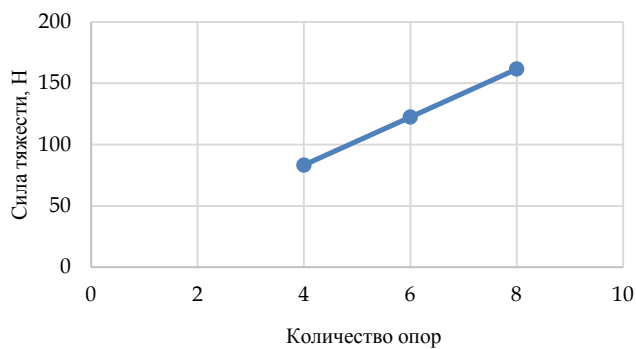


Рис. 2. График зависимости силы тяжести модели от количества опор

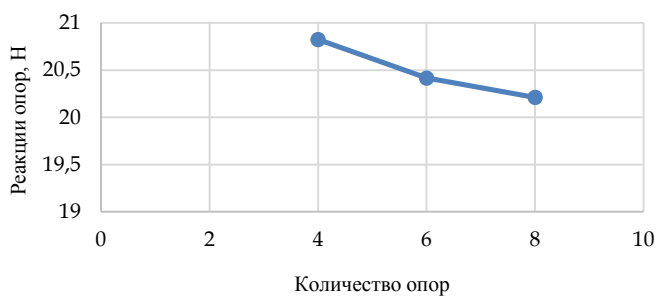


Рис. 3. График зависимости реакций опор от их количества

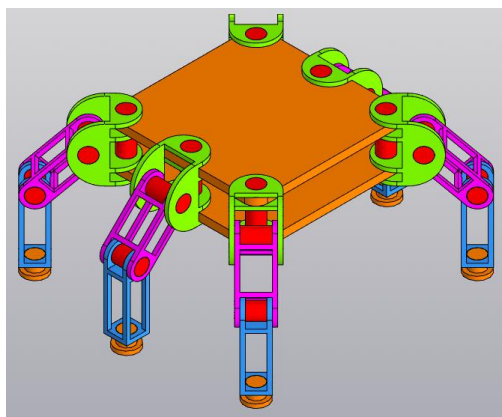


Рис. 4. Модель гексапода в перспективе

Как видно из графиков на рис. 2, 3 и расчетов, количество опор незначительно влияет на реакции опор. Если взять большое количество опор, например 8, то будет создаваться дополнительная нагрузка на контур управления опорами и на контур планирования маневров. Если взять малое количество опор, то будет теряться динамическая устойчивость. Таким образом, оптимальное количество опор – 6.

На рис. 4 приведена кинематическая модель гексапода. Он состоит из квадратной платформы, к которой крепятся шесть ног. Каждая нога имеет 4 сустава. Суставы имеют по одной степени свободы, но в совокупности позволяют роботу перемещаться в любом направлении.

В дальнейшие планы исследования входит проектирование собственной шагающей платформы, программного обеспечения для нее.

Библиографический список

1. Воронин А.А. Шагающая мобильная платформа // XX Международная научно-практическая конференция «Современные техника и технологии». – Томск: Изд-во Томск. политехн. ун-та, 2014.

2. Репин Д.Н. Разработка математической модели управления шагающей мобильной квадропод – платформой // XII Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные информационные технологии», Томск, 12–14 ноября 2014 г. – Томск: Изд-во Томск. политехн. ун-та, 2014.

Сведения об авторах

Глухова Ольга Андреевна – студентка Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. CPPC-20-16, г. Пермь, e-mail: ogluk02@mail.ru

Малышева Елена Сергеевна – студентка Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. CPPC-20-16, г. Пермь, e-mail: elenamalyseva349@gmail.com

Тур Александр Игоревич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматика и телемеханика» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: tur.aleksandr93@mail.ru

А.Б. Диденко, Д.Н. Куций

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ИГРЫ

В статье рассматривается процесс разработки прототипа игры с использованием игрового движка Unity. Рассмотрены этапы проектирования от выбора движка и жанра до рассмотрения архитектуры. Затронута логика построения проекта непосредственно в движке. В качестве результата разработки приведены примеры уже реализованных игровых сцен.

Ключевые слова: игровое приложение, платформер, Unity.

A.B. Didenko, D.N. Kushchiy

MAIN STAGES OF COMPUTER GAME DEVELOPMENT

The article discusses the process of developing a game prototype using the Unity game engine. The stages of design from the choice of engine and genre to the consideration of architecture are considered. The logic of building a project directly in the engine has been affected. As a result of the development, examples of already implemented game scenes are given.

Keywords: game application, platformer, Unity.

На сегодняшний день трудно переоценить влияние видеоигр на сферу информационных технологий. Во многом именно эта ниша является двигателем IT-рынка. На игры ориентируются производители компьютерного железа, изобретая более производительные комплектующие. Развивается и программное обеспечение: создаются новые, более производительные движки, позволяющие разработчикам с большим комфортом работать над проектами, при этом внедряя в них современные технологии.

Стоит отметить, что раньше передовые движки были прерогативой крупных компаний и, зачастую, разрабатывались самой организацией под определённые проекты. Сейчас же существует достаточно много движков с открытой лицензией. Они доступны для скачивания абсолютно любому пользователю и не уступают по возможностям своим менее доступным конкурентам. Это позволяет начинающим разработчикам без труда прикоснуться к созданию видеоигр.

Классификация игр по жанрам довольно условна, и современные игры могут принадлежать, например, к одному или сразу нескольким

жанрам. Тем не менее, определение основного жанра для проекта является обязательным этапом [1].

При отсутствии внушительного бюджета, команды или продвинутых знаний сразу в нескольких важных для создания игр областях – программировании, 2D/3D-моделировании и геймдизайне, не стоит ориентировать на что-то сложное. Список «простых» жанров с описанием особенностей представлен в табл. 1.

Таблица 1

Описание особенностей игровых жанров

№ п/п	Жанр	Особенности
1	Roguelike (Рогалик)	Реиграбельность, автоматическая генерация компонентов игры. Игра построена таким образом, что при новом старте уровня или игры в целом она создает многие компоненты заново и в случайном порядке
2	Platformer (Платформер)	Платформеры можно отнести к самым неприхотливым с точки зрения разработки играм. Все механики этого жанра построены вокруг увеличивающийся сложности уровней и персонажа, который должен через них проходить
3	Tower Defence (Защита башни)	Особенности данного жанра таковы, что у противников и юнитов игрока достаточно простой ИИ, а юниты игрока (башни) не могут перемещаться. Эти факторы во многом упрощают создание игры, однако даже в таких достаточно узких рамках можно создать интересный и затягивающий геймплей
4	Pazle Game (Головоломка)	Особенностью головоломок является поиск игроком оптимального решения для прохождения уровня. А это значит, что при разработке такой игры очень важно до мелочей прорабатывать задачи и следить за сложностью, придерживаясь концепции «от простого к сложному»

Если исходить из вышепредставленной таблицы, то самым интересным и при этом несложным, с точки зрения разработки, жанром является платформер.

Отличительной чертой игр жанра платформер является наличие этих самых платформ, позволяющих персонажам передвигаться по игровому миру. Помимо преодоления препятствий, от игроков нередко требуется уничтожать врагов и собирать предметы. Некоторые из предметов могут наделять персонажа разнообразными способностями: герой на какое-то время, к примеру, прыгает выше, быстрее движется, получает неуязвимость и так далее.

Любая игра должна заканчиваться, и платформер не исключение. Обычно конец наступает, когда игрок проходит все уровни. Но в наказание за неосторожность можно и проиграть, неудачно наткнувшись на препятствие.

Определившись с жанром, имеет смысл выбрать и движок, на котором будет разрабатываться игра. Из всех бесплатных движков объективно наиболее подходящими являются Unreal Engine и Unity3D [2]. Они бесплатны, достаточно просты в освоении и имеют огромный фундамент из документации, которая может пригодиться при изучении. Более точная сравнительная характеристика движков показана в табл. 2.

Таблица 2

Сравнительная характеристика движков

№ п/п	Движок	Достоинства	Недостатки
1	Unity3D	Огромное количество обучающих материалов и внушительная документация. Невысокие системные требования. Удобный и интуитивно понятный интерфейс. Огромное количество плагинов, расширяющих стандартные возможности движка	Низкая оптимизация и медлительность при работе со слишком большим количеством компонентов. Разработка сложных проектов требует значительных знаний программирования. Новые версии не всегда работают стабильно
2	Unreal Engine	Высокая производительность, что даёт без особых усилий работать над сложными проектами. Система визуального программирования, позволяющая создавать прототипы игр без написания кода	Более высокий порог входа. Обучающих материалов не так много, как, например, в Unity. UE очень требователен к ресурсам компьютера. Рассчитан, скорее, на большие AAA проекты, чем на инди-игры

Несмотря на то, что оба рассмотренных движка являются отличным вариантом для разработки игр, Unity выигрывает за счет своей нетребовательности к компьютерным мощностям и огромному количеству обучающей информации, этот движок идеально подойдёт под создание игры жанра платформер [3].

Одним из самых важных этапов разработки игры, помимо выбора жанра и движка, является проектирование.

Проектирование должно содержать в себе таблицы и диаграммы, описывающие логику проекта. На рис. 1 показана функциональная структура проекта, она разъясняет процессы, протекающие в определённых частях игры.

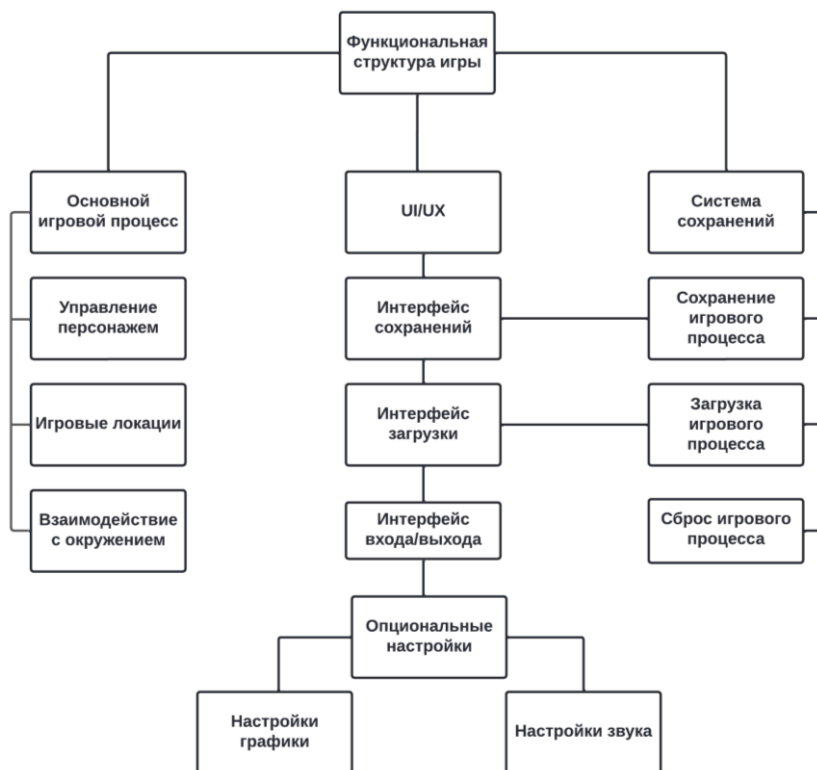


Рис. 1. Прототип функциональной структуры игры

Разумеется, проектирование не ограничивается одной диаграммой. Помимо разнообразных логических структур, обычно рассматривается и архитектура разработки. На этом этапе выделяют основные классы, которые будут использоваться в скриптах, а также их атрибуты и методы (рис. 2).

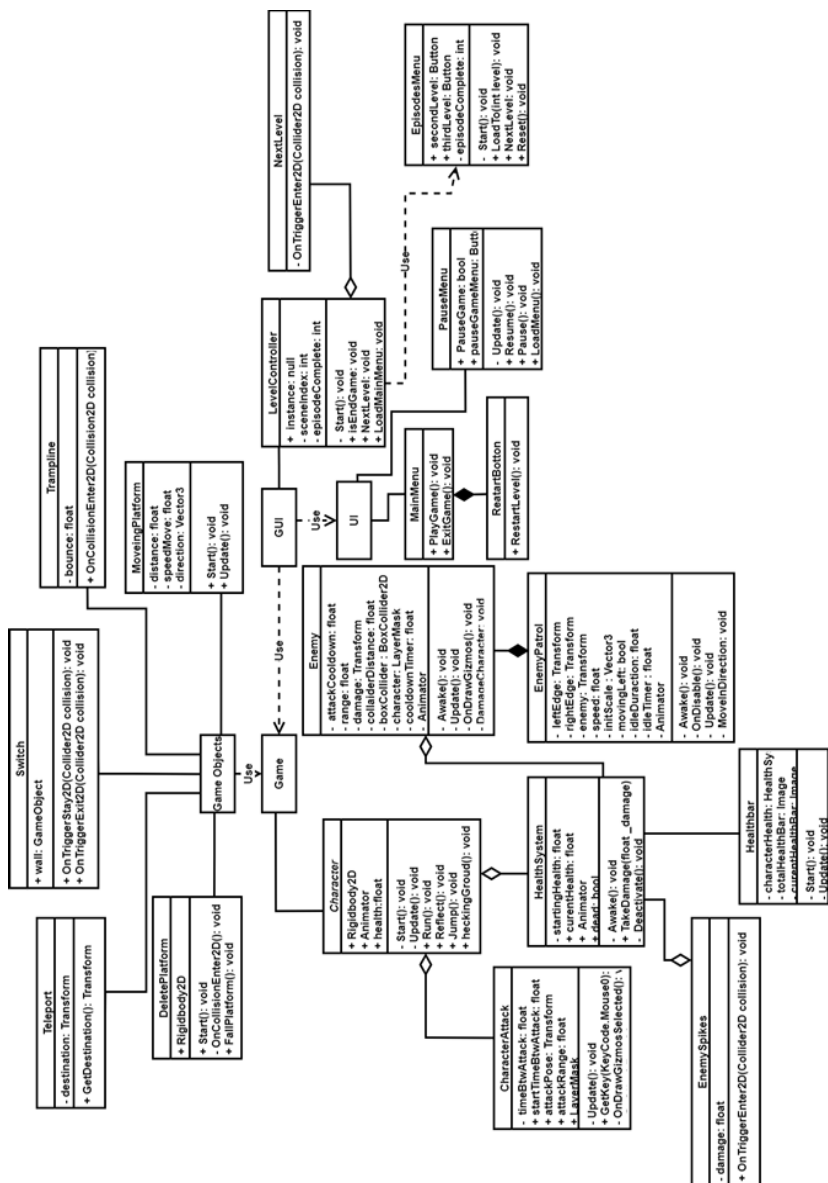


Рис. 2. Прототип диаграммы классов проекта

Самым главным этапом является непосредственная реализация: подготовка различных материалов, проработка визуальной части, написание скриптов и т.д.

Основным преимуществом реализации несложных жанров является получение быстрого результата за небольшой промежуток времени. Собрав из заранее заготовленных графических элементов сцену и написав несколько скриптов, можно получить неплохой прототип (рис. 3) [4–5].

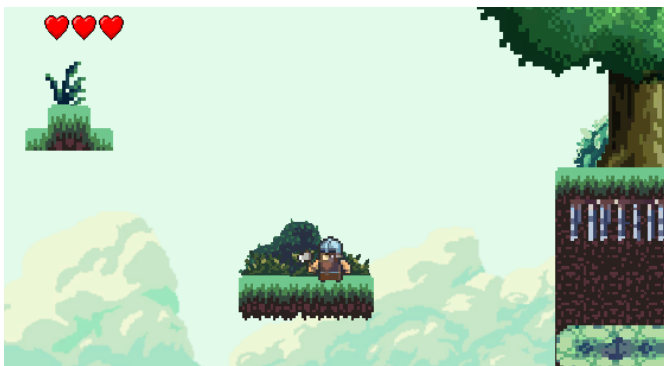


Рис. 3. Прототип построенного в Unity уровня

Разумеется, реализация не ограничивается парой разработанных уровней. Не менее важным элементом является пользовательский интерфейс. Он должен быть удобным и интуитивно понятным, а его оформление должно органично вписываться в общий стиль проекта (рис. 4).



Рис. 4. Прототип пользовательского интерфейса

Не стоит забывать и про наполнение игры, особенно если речь идёт о платформере. Пустые места и отсутствие интерактива не смогут удержать внимание игрока на долгое время. Например, можно экспериментировать с различными препятствиями, ловушками и вражескими персонажами (рис. 5).



Рис. 5. Прототипы интерактивных препятствий в игре

В заключение стоит сказать, что разработка игр – это невероятно обширная область, которая с бешеной скоростью увеличивает своё влияние на общество. А наличие доступных игровых движков делает её с каждым днём всё популярнее. С уверенностью можно сказать: игровая индустрия является двигателем современных технологий, поэтому популяризация данной отрасли положительно скажется и на отечественном IT-рынке.

Библиографический список

1. Рогачев В.А., Шабалина О.А. Разработка компьютерных игр в среде Unity: основные приемы работы и примеры их применения: учеб. пособие. – Волгоград: ВолгГТУ, 2016. – 60 с.
2. Зайнутдинов А.Д. Разработка игрового приложения жанра платформер на движке Unity с использованием языка программирования C#: «LEGENDS OF PLANET Z-ZERRA: BLACK AND WHITE WORLD» // Старт в науке. – 2018. – № 5 (ч. 3). – С. 372–377.
3. Разработка игрового приложения на движке unity / К.М. Власова, А.Ф. Куторова, В.Ю. Лысенко, Ю.Г. Лагунова // Информационные технологии и автоматизация управления: материалы XI Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов, работников образования и промышленности / ОмГТУ. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2020. – С. 47–52.

4. Джозеф Хокинг. Unity в действии. Мультиплатформенная разработка на C#: пер. с англ. И. Рузмайкина. – СПб.: Питер, 2019. – 352 с.

5. Джереми Гибсон Бонд. Unity и C#. Геймдев от идеи до реализации: пер. с англ. А. Киселева. – СПб.: Питер, 2019. – 928 с.

Сведения об авторах

Диденко Александр Борисович – студент Новочеркасского политехнического колледжа Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) имени М.И. Платова, гр. 090203-ПКСв-о19, г. Новочеркасск, e-mail: alexanderdi098@gmail.com

Куший Дарья Николаевна – старший преподаватель кафедры «Программное обеспечение вычислительной техники» Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) имени М.И. Платова, г. Новочеркасск, e-mail: kushchii_dn@npi-tu.ru

К.Е. Домрачев, А.Б. Федоров

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ УМНЫМ ДОМОМ

В статье исследуется разработка ПО верхнего уровня для автоматизированного управления лабораторным стендом «Умный дом». Лабораторный стенд «Умный дом» разработан для приближенной к реальности демонстрации возможностей системы умного дома, а также для проведения лабораторных работ студентов. Связь с контроллером Arduino Mega осуществляется через Bluetooth либо через COM-порт с помощью специальной системы команд, разработанных для взаимодействия пользователя с контроллером умного дома. Для автоматизации процессов, связанных с отправкой команд и получением результата, необходимо разработать систему автоматизированного управления умным домом, которая позволит пользователю удаленно управлять устройствами умного дома, будет автоматически собирать и записывать данные с датчиков и формировать графики, с которыми пользователь должен иметь возможность ознакомиться.

Ключевые слова: умный дом, лабораторный стенд, клиент-серверная архитектура, автоматизированная система.

K.E. Domrachev, A.B. Fedorov

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED SMART HOME CONTROL SYSTEM

In this article, we investigate the development of top-level software for automated control of the Smart Home lab bench. The laboratory bench "Smart House" designed to demonstrate the capabilities of the smart home system, as well as to conduct laboratory work of students, close to reality. Communication with the "Arduino Mega" controller performed via Bluetooth, or via COM-port, using a special system of commands developed for user interaction with the Smart House controller. To automate processes related to sending commands and receiving results it is necessary to develop a system of automated control of the smart house, which will allow the user to remotely control the devices of the smart house, will automatically collect and record data from sensors and form graphs, with which the user should be able to read.

Keywords: smart home, lab bench, client-server architecture, automated system.

Лабораторный стенд «Умный дом» состоит из макета дома с пятью комнатами: гостиная, кухня, санузел, спальня, мансарда. В каждой комнате расположены датчики и исполнительные устройства, все устройства умного дома подключены к контроллеру Arduino Mega, который исполняет роль хаба. Структурная схема подключения устройств к Arduino Mega представлена на рис. 1.

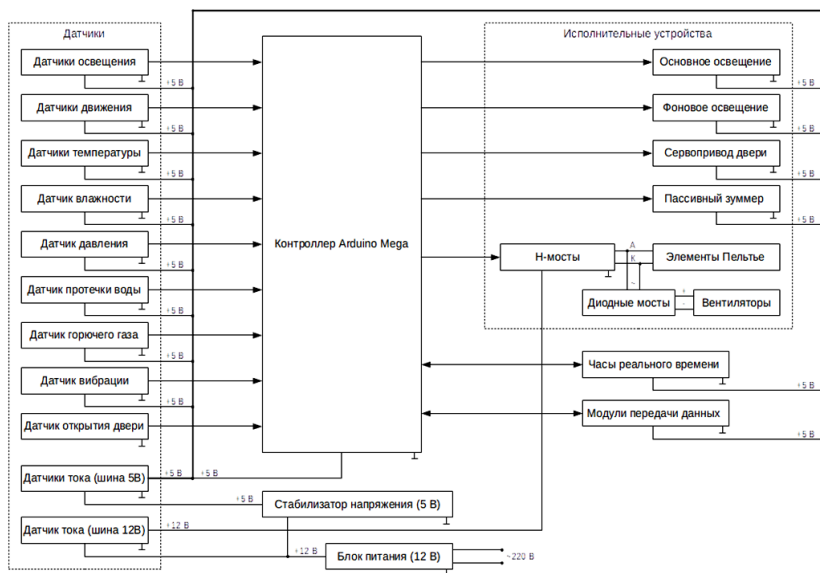


Рис. 1. Структурная электрическая схема умного дома

Для осуществления взаимодействия с контроллером Arduino Mega внешних устройств разработана специальная система команд и ответов. Команда передается контроллеру через Bluetooth или COM-порт, затем контроллер осуществляет управление либо опрашивает датчики и возвращает актуальную информацию отправителю.

Существует несколько типов команд:

- команды опроса датчиков позволяют получить информацию о температуре, влажности, давлении, освещенности помещения;
- команды управления позволяют осуществлять управление устройствами, установленными в лабораторном стенде, в результате чего осуществляется регулирование уровня освещенности в каждой комнате, а также общего освещения, температуры, открытия и закрытия двери в гостиной;
- команды настройки часов реального времени позволяют задавать время на контроллере Arduino Mega.

Обобщенная информация о форматах команд контроллера представлена на рис. 2. Для автоматизированной системы стенда «Умный дом» была разработана клиент-серверная архитектура [1], блок схема которой представлена на рис. 3.

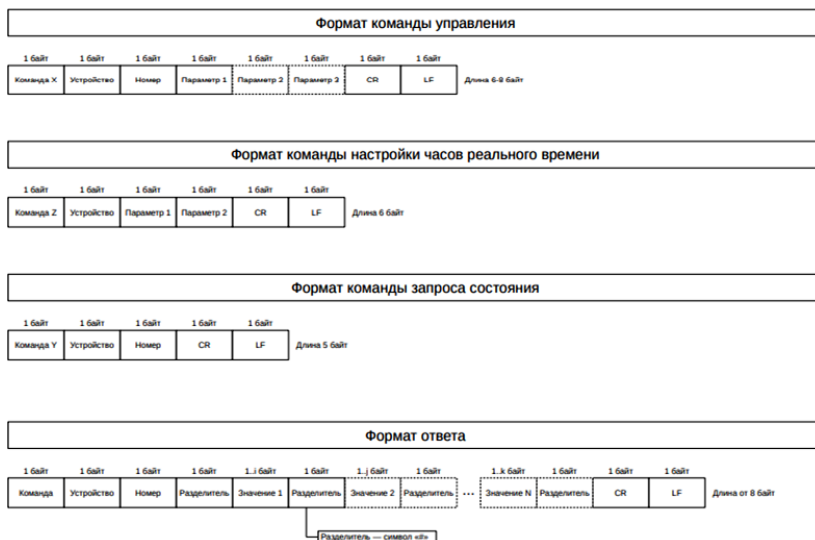


Рис. 2. Формат команд контроллера умного дома

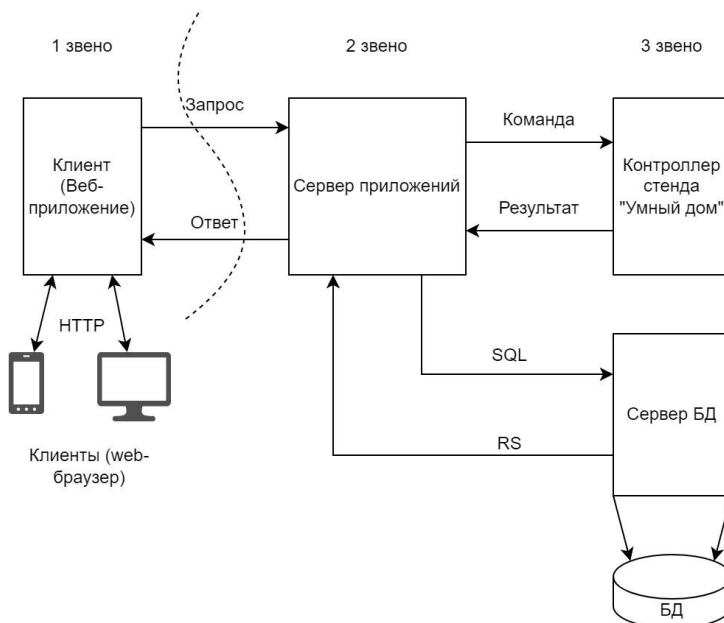


Рис. 3. Архитектура АС «Умный дом»

1-е звено – клиент, является единственной частью системы, с которой непосредственно взаимодействует пользователь через пользовательский интерфейс. Клиент обменивается с сервером второго звена сообщениями в формате JSON. При разработке пользовательского интерфейса использовалась JavaScript библиотека React, используемая для разработки одностраничных веб-приложений. Также используется библиотека React-компонентов, подходящих для повторного использования, которая реализует возможности шаблона Bootstrap – React-Bootstrap.

2-е звено – сервер, который отвечает за взаимодействие с контроллером стенда «Умный дом» и базой данных. Построен по принципу REST API.

Для обмена данными с клиентской частью АС «Умный дом» был разработан веб-сервис на языке программирования Python. Веб-сервисом называют веб-приложения, которые предоставляют свои ресурсы в формате, используемом другими компьютерами. Взаимодействие компьютера (клиента) и веб-сервиса обычно происходит так: компьютер запрашивает ресурс, а веб-сервис отвечает на запрос.

В случае веб-сервисов клиент, делающий запрос на ресурс, и сервер API, предоставляющий ответ, могут использовать любой язык программирования или платформу. Не имеет значения, какие ЯП или платформа будут использоваться, потому что запрос сообщения и ответ сделаны через общий веб-протокол HTTP. Веб-протоколы независимы от языка программирования и поэтому совместимы между различными платформами и системами.

Диаграмма на рис. 4 показывает модель REST API для АС «Умный дом». Как видно на рис. 4, между клиентом и сервером API существует запрос и ответ. Этот шаблон запроса и ответа является принципом работы API REST [2]. REST API не сохраняют свои состояния. Отсутствие состояния означает, что каждый раз, когда клиенты обращаются к ресурсу через конечную точку, API предоставляет один и тот же ответ.

Описание ресурсов REST API. REST фокусируется на ресурсах, доступ к которым осуществляется через URL. Ресурсы, как правило, являются разными типами информации. URL-адреса сопровождаются методом, который указывает, как взаимодействовать с ресурсом.

Общие методы включают GET (чтение), POST (создание), PUT (обновление) и DELETE (удаление).

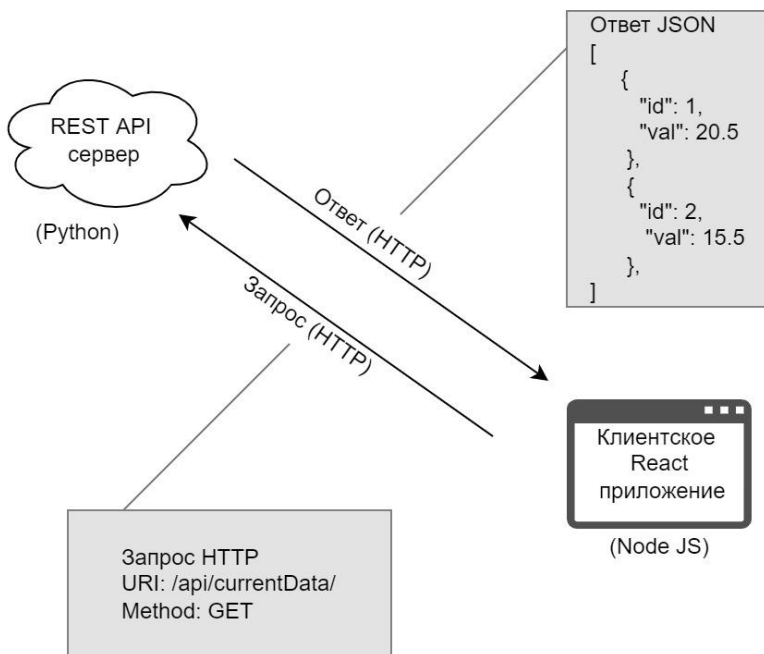


Рис. 4. Модель REST API для АС «Умный дом»

Ниже приведен пример, как может выглядеть конечная точка REST API: “`http://localhost:5000/api/rooms/{room id}`”

Конечная точка показывает весь путь к ресурсу. Однако в документации обычно разделяют этот URL на более конкретные части:

1. Базовый путь (базовый URL или хост) относится к общему пути для API. В приведенном выше примере базовый путь – `http://localhost:5000`.
2. Отношение конечной точки к конечному пути этой точки. В приведенном примере это `/api/rooms`.
3. Последняя часть конечной точки содержит параметры строки запроса для этой точки `{room id}`.

То, что передается обратно с сервера на клиент, называют «представлением» ресурса. Ниже представлена таблица с описанием ресурсов и конечных точек API сервера АС «Умный дом».

Базовый путь для всех конечных точек API, приведенных в таблице, `http://localhost:5000`.

Описание ресурсов API сервера АС «Умный дом»

№ п/п	URL	Метод	Доп. аргументы	Описание
1	/api/rooms	GET	date – принимает дату, данные за которую нужно отобразить в представлении в формате yy-mm-dd	Получить данные с датчиков для построения графиков за число date
2	/api/rooms/{room id}	GET	room id – принимает уникальный идентификатор комнаты	Получить данные с датчиков в комнате с id = room id
3	/api/currentData	GET	–	Получить данные о показаниях датчиков на данный момент
4	/api/devices/	POST	id – идентификатор устройства. Например, “1L” – освещение в гостиной. arg1 – первый аргумент команды от 0 до 9 arg2 – второй аргумент команды от 0 до 9 arg3 – третий аргумент команды от 0 до 9	Позволяет осуществлять управление исполнительными устройствами внутри лабораторного стенда «Умный дом» посредством отправки идентификатора устройства и аргументов для формирования команды. После формирования команды она отправляется через интерфейс Bluetooth контроллеру Arduino Mega внутри стенда «Умный дом»

Связь с контроллером умного дома осуществляется через интерфейс Bluetooth по протоколу RFCOMM, с использованием библиотеки pybluez для python.

Листинг 1 – Код для связи через Bluetooth с контроллером умного дома на языке python.

```
dev_addr = "AB:68:32:57:34:02" #Адрес Bluetooth
умного дома
port = 1
def thread_function(req):
    sock=bluetooth.BluetoothSocket(          blue-
tooth.RFCOMM )
```

```
sock.connect((dev_addr, port))
sock.send(req)
res = sock.recv(1024)
print ("received [%s]" % res)
sock.close()
return res
```

3-е звено – содержит стенд «Умный дом» и сервер базы данных MySQL. Обмен микроконтроллера «Умного дома» со вторым звеном происходит с помощью специальной системы команд, представленной на рисунке 1. Обмен сервера БД со вторым звеном происходит на языке структурированных запросов SQL.

Библиографический список

1. Рыбальченко М.В. Архитектура информационных систем. – М.: Юрайт, 2018. – 91 с.
2. Рындин А.А. Современные стандарты информационного взаимодействия. – Воронеж: ВГТУ, 2021. – 144 с.

Сведения об авторах

Домрачев Кирилл Евгеньевич – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. ЭВТ-18-16, г. Пермь, e-mail: rjornd@yandex.ru

Федоров Андрей Борисович – старший преподаватель кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: pstufab@gmail.com

М.А. Дунина, Л.А. Мыльников

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

В статье исследован процесс определения технического состояния производственного оборудования. Рассмотрены основные применяемые методы определения технического состояния. На основе их анализа рассмотрен статистический анализ данных вибрации, более подробно рассмотрена функция плотности распределений значений вибрации.

Ключевые слова: техническое состояние, виброакустический метод, статистический анализ, плотность распределения вероятностей.

M.A. Dunina, L.A. Mylnikov

RESEARCH OF THE PROCESS OF ENSURING THE CONTROL OF THE CONDITION OF THE EQUIPMENT

The article explores the process of determining the technical condition of production equipment. The main applied methods for determining the technical condition are considered. Based on their analysis, a statistical analysis of vibration data is considered, and the function of the density distribution of vibration values is considered in more detail.

Keywords: technical condition, vibroacoustic method, statistical analysis, probability distribution density.

Количество аварий на производственных предприятиях по причине выхода из строя изношенных машин и установок составляет большую часть из числа всех производственных катастроф. Одна из главных задач диагностирования – определение адекватной оценки состояния оборудования.

Предиктивное техническое поддержание состояния машин является одним из современных и точных методов. Это доказано надёжностью самолётов, оснащённых множеством датчиков, с помощью которых регистрируются и анализируются данные работы системы.

Анализ существующих методов определения технического состояния производственных машин и установок. В результате технического диагностирования эксперты могут устанавливать причины дефектности исследуемого объекта, определять благоприятные и менее благоприятные условия использования, строить прогнозы.

Для определённого типа машин предназначен конкретный метод. Методы диагностики отличаются определяемыми показателями, средствами измерения, способом анализа полученных результатов. Рассмотрим основные методы диагностирования технического состояния машин и устройств.

Органолептический метод [1] – метод, представляющий собой визуальный осмотр диагностируемого объекта для выявления внешних повреждений. Метод не требует вспомогательного оборудования.

Вихревой метод [2] – метод, основанный на анализе поля вихревых токов. Данный способ диагностирования может использоваться только для электропроводимого оборудования.

Тепловой метод [2] – метод, с помощью которого анализируется температурное поле исследуемого объекта. Преимущества метода: повышенная чувствительность; бесконтактность; применим для любых размеров оборудования.

Капиллярный метод [3] – метод, основанный на проникновении определённых растворов внутрь диагностируемого оборудования. Обеспечивает установление местонахождения и величины повреждения за счет оставляемых следов раствора.

Виброакустический метод [3] – метод, в котором проводятся исследования данных вибрации колебаний оборудования, не останавливая его работу. Кроме того, метод позволяет прогнозировать остаточное время работы оборудования.

Основываясь на глубоком анализе вышепредставленных методов, можно сделать вывод, что виброакустический метод является наиболее современным и применим для многих видов оборудования. В связи с этим в дальнейшем будет проводиться более подробный анализ данного метода.

Статистический анализ вибрационных сигналов. Анализируя данные вибрационного сигнала, можно получить много сведений о текущем состоянии исследуемого объекта. Для этого требуется определить свойства, показывающие изменение состояния оборудования. Используя статистический анализ, появляется возможность анализировать данные в целом, строить модели и прогнозы.

Были исследованы данные вибродиагностики исправных подшипников и неисправных. Данные были сняты с помощью акселерометра. При анализе данных были изучены и рассчитаны такие статистические характеристики, как среднее значение, среднеквадратическое отклоне-

ние, максимальное и минимальное значения. Разница между рассчитанными характеристиками действительно есть, но сложность в том, что нет значения переходного состояния.

Плотность распределения вероятностей является одной из ключевых характеристик случайной величины. С помощью плотности распределения можно рассчитать вероятность того, что значение случайной величины окажется в определённом интервале.

По определению [4]:

$$p(x) = F'(x), \quad (1)$$

а также:

$$\int_{-\infty}^{\infty} p(t) dt = 1. \quad (2)$$

На рисунке представлен график плотности распределения вибрации, снятой с исправного подшипника, и плотность распределения вибрации, снятой с неисправного подшипника.

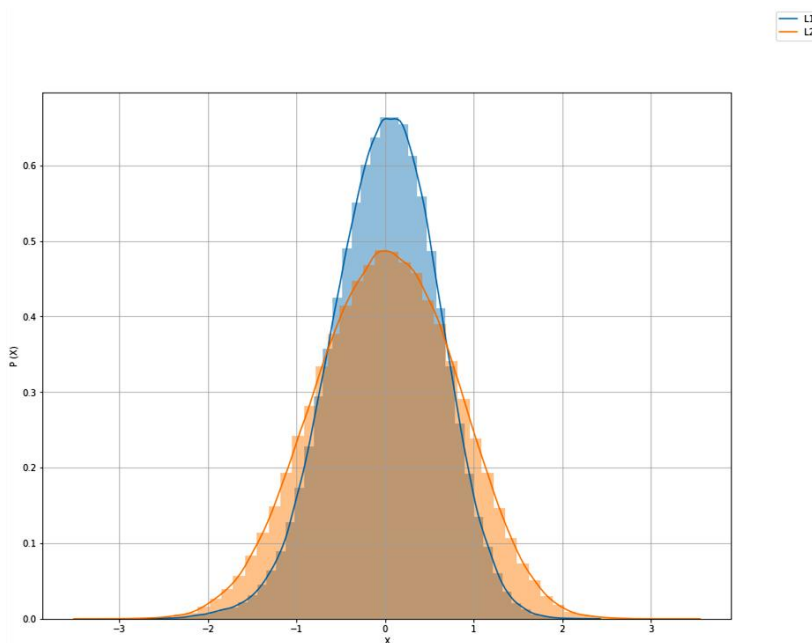


Рис. Плотности распределений значений вибрации исправного подшипника (кривая L1) и неисправного подшипника (кривая L2)

Можно утверждать, что такие различные графики плотности распределений значений вибрации показывают два противоположных режима работы исследуемого оборудования. Следовательно, определять неисправность оборудования возможно при сравнении площадей на определённом интервале двух графиков: графика, построенного на основе текущих данных, и графика, построенного с помощью данных вибрации, полученной при первоначальном запуске нового оборудования. Поэтапное сравнение графиков позволяет отслеживать динамику изнашивания определённого оборудования.

Таким образом, в данной статье был проведён анализ существующих методов определения состояния оборудования. Из всех изученных методов виброакустический метод оказался наиболее подходящим. Также был проведён статистический анализ временных рядов и исследована функция плотности распределения вероятностей. По полученным результатам была выявлена зависимость между изменением графика плотности распределений значений вибрации и изменением технического состояния оборудования.

Библиографический список

1. Науменко А.П. Теория и методы мониторинга и диагностики: материалы лекций. – Омск: ОмГТУ, 2018. – 135 с.
2. Носов В.В. Диагностика машин и оборудования: учеб. пособие. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Лань, 2012. – 384 с.
3. Гаврилин А.Н. Диагностика технологических систем: учеб. пособие. Ч. 2. – Томск: Изд-во Томск. политехн. ун-та, 2014. – 128 с.
4. Шорохова И.С., Кисляк Н.В., Мариев О.С. Статистические методы анализа: учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 300 с.

Сведения об авторах

Дунина Марина Александровна – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АСУ5-21-1м, г. Пермь, e-mail: dunina-marina@bk.ru

Мыльников Леонид Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: leonid.mylnikov@pstu.ru

О.М. Иванникова, Д.Б. Кузнецов

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЁТА ЁМКОСТИ И МОЩНОСТИ ИБП ДЛЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОГО ШКАФА В ДАТА-ЦЕНТРЕ

В статье рассматриваются методы расчёта параметров источников бесперебойного питания (ИБП) для серверного оборудования, устанавливаемого в стойки и шкафы. Для подбора ИБП необходимо правильно рассчитать мощность, потребляемую серверным оборудованием. С этой целью в статье рассмотрены способы нахождения потребляемой оборудованием мощности, их преимущества и недостатки.

Ключевые слова: источник бесперебойного питания, мощность, ёмкость, серверное оборудование.

O.M. Ivannikova, D.B. Kuznetsov

FEATURES OF CALCULATING THE CAPACITY AND POWER OF THE UPS FOR THE RACKS AND CABINET IN THE DATA CENTER

This article discusses methods for calculating the parameters of uninterruptible power supplies (UPS) for server equipment installed in racks and cabinets. It is necessary to correctly calculate the power which consumed by the server equipment to select the UPS. For this purpose, the article considers ways to find the power consumed by the equipment, their advantages and disadvantages.

Keywords: uninterruptible power supply, power, capacity, server equipment.

При проектировании дата-центров немаловажным фактором является подбор источников бесперебойного питания (ИБП). Основными функциями ИБП являются обеспечение защиты серверного оборудования от скачков электроэнергии и гарантия работу оборудования за счёт аккумуляторных батарей при сбоях в сети электропитания.

От расчёта потребляемой оборудованием мощности зависит работоспособность и эффективность работы источников бесперебойного питания. При превышении потребляемой мощности ИБП в лучшем случае выключится из-за превышения максимальной нагрузки, а излишне большая мощность ИБП приводит к лишним тратам. При расчёте мощности ИБП суммируются мощности всех подключаемых устройств. К полученному числу добавляется запас мощности, который рекомендуется брать равным 25–0 %.

Ёмкость аккумуляторной батареи (АКБ) ИБП следует выбирать исходя из мощности нагрузки и желаемого времени автономной работы.

Для расчёта ёмкости АКБ можно воспользоваться формулой (1)

$$C = I_{cp}t, \quad (1)$$

где C – ёмкость АКБ, t – время работы АКБ, I_{cp} – среднее значение тока разряда [1].

С учётом известной мощности, количеством аккумуляторов и затратами на преобразование постоянного тока в переменный получим следующую формулу (2)

$$C = \frac{Pt}{V\eta N}, \quad (2)$$

где P – мощность потребителей, V – напряжение одного аккумулятора, η – КПД инвертора, N – количество батарей.

Данная формула эффективна при длительном разряде, на практике же данные могут сильно различаться. Для получения более точных результатов можно воспользоваться таблицами спецификации АКМ, которые предоставляют производители.

Рассчитать мощность, потребляемую источниками, можно несколькими способами:

- по мощности блоков питания;
- по статистическим данным об энергопотреблении;
- на основе мощности отдельных компонентов;
- опытным путём, на основе специального оборудования.

Далее более подробно будут описаны методики расчётов, а также их преимущества и недостатки.

Расчёт на основе **мощности БП** является одним из самых простых способов, так как всю информацию можно получить из технической документации. Мощность блока питания – максимальная мощность, которую может потребить оборудование, при таком способе расчёта мощность ИБП точно окажется больше потребляемой нагрузки, но есть вероятность большого перерасчёта, так как на практике оборудование потребляет меньше заявленной на БП мощности.

Для сбора **статистических данных об энергопотреблении** существуют различные утилиты. Если оборудование подключено к управляемым PDU, то статистические данные можно снять и с них, что существенно упростит весь процесс. Данный способ покажет, сколько на самом деле потребляет сервер, что позволит не переплачивать за более мощный ИБП. Однако при расчёте не учитывается мощность, потреб-

ляемая при включении, которая может оказаться намного больше, поэтому следует учитывать очерёдность включения оборудования, чтобы не перегружать ИБП. Кроме этого, данный способ не подходит при проектировании, так как учитывает данные уже запущенных серверов.

При расчёте мощности **на основе компонентов оборудования** определяется сумма требуемых мощностей основных потребителей. При использовании данного способа нужно знать точную конфигурацию используемого серверного оборудования, однако, как и первый способ, может применяться на стадии подбора оборудования. Потребляемые мощности можно узнать на сайте производителей или обратиться к онлайн-калькуляторам, которые рассчитают мощность за вас.

Потребляемую мощность можно также рассчитать **на основе данных, полученных от измерительных приборов**. Данный способ предполагает измерение показателей нагрузки с помощью токоизмерительных приборов: мультиметров или токоизмерительных клещей. Нюанс этой методики измерений состоит в том, что нужно разделение провода на токоведущие жилы, так как по законам физики сумма токов от двух проводников равняется нулю [2]. По соображениям техники безопасности работающую аппаратуру необходимо отключать, что означает вмешательство в работу серверной. Кроме этого данный способ применим только к уже работающей системе.

Преимущества и недостатки каждого из методов измерения мощности оборудования представлены в таблице.

Методы измерения мощности серверного оборудования

Метод измерений	Преимущества	Недостатки
По мощности БП	Можно использовать на стадии проектирования Не требует вмешательства в работу серверной Учёт максимальной мощности оборудования	Неточность вычислений Превышение требуемой мощности ИБП
По статистическим данным	Не требует вмешательства в работу серверной Оперирование показаниями реальных мощностей	Применим только к уже работающей системе Не учитывает мощности при запуске оборудования
По данным мощностей компонентов	Можно использовать на стадии проектирования Не требует вмешательства в работу серверной	Необходимо знать точную конфигурацию оборудования
По данным измерительных приборов	Получение точных показаний	Требует отключения работающего оборудования

Библиографический список

1. Ремнев А.М., Смердов В.Ю. Малогабаритные аккумуляторы для радиоэлектронной аппаратуры (справочные материалы). Справочное пособие по курсам «Системы бесперебойного электропитания» и «Ключевые источники электропитания». – Смоленск: ГОУ ВПО СФМЭИ (ТУ), 2002. – 31 с.

2. Основы электротехники и электроники: учебник для высшего профессионального образования / В.Т. Еременко, А.А. Рабочий, А.П. Фисун [и др.]; под общ. ред. В.Т. Еременко. – Орел: Госуниверситет – УНПК, 2012. – 529 с.

Сведения об авторах

Иванникова Ольга Михайловна – студентка Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. ЭВТ-18-16, г. Пермь, e-mail: ivolga06012000@mail.ru

Кузнецов Денис Борисович – старший преподаватель кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: kdenisb@mail.ru

А.С. Иванов, А.В. Тарутин

СРАВНЕНИЕ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ ВЕБ-СЕРВИСОВ НА ОСНОВЕ АРХИТЕКТУР REST И GraphQL

В данной статье производится сравнение быстродействия двух наиболее популярных архитектур организации веб-сервисов на основе фреймворка ASP.NET Core: REST и GraphQL. В рамках исследования делается попытка выделить преимущества и недостатки той или иной архитектуры в разрезе решаемых задач. С целью выделения области решаемых задач с использованием каждой технологии в статье приводится краткий обзор рассматриваемых архитектур. Результаты будут полезны практикующим разработчикам программного обеспечения, использующим платформу ASP.NET Core, а также архитекторам информационных систем.

Ключевые слова: REST, GraphQL, ASP.NET Core, API, HotChocolate, быстродействие, тестирование, веб-сервис.

A.S. Ivanov, A.V. Tarutin

REST AND GraphQL BASED WEB SERVICES PERFORMANCE COMPARSION

This article compares the performance of two most popular web service architectures based on ASP.NET Core Framework: REST and GraphQL. The main goal of the study is to highlight pros and cons of each technology in context of solving tasks. To clarify this context article contains a short review of considered architectures. Results would be useful for practical ASP.NET Core developers and system architects.

Keywords: REST, GraphQL, ASP.NET Core, API, HotChocolate, performance, testing, web service.

При разработке современных веб-сервисов большую роль играет несколько факторов [1]:

- гибкость;
- расширяемость;
- сложность поддержки разработанных решений;
- быстродействие.

Учитывая данные потребности, разрабатываются всё новые архитектурные подходы и стандарты, позволяющие организовать взаимодействие информационных систем по протоколу HTTP. На смену протоколу SOAP, который широко использовался в середине 2000-х гг. [2], пришёл новый архитектурный стиль REST, обладающий гораздо большим потенциалом во всех перечисленных факторах: такой стиль проще гро-

моздких конструкций на языке XML, за счёт этого его также проще поддерживать, обладает хорошим быстродействием и легко расширяем. Что же сделало применение этого архитектурного стиля столь популярным?

REST (англ. Representational State Transfer) – это архитектурный стиль построения компонентов распределённого веб-приложения, позволяющий организовать их интерфейс очень наглядно: каждая единица информации представляется отдельным URL. Этот стиль тесно связан с протоколом HTTP и повторяет многие его концепции, при этом протоколом не являясь, т.е. не привязываясь к какой-то конкретной технологии. Впрочем, наиболее частой реализацией RESTful (REST-совместимых) веб-сервисов является HTTP-сервис с транспортом данных в виде JSON (JavaScript Object Notation) или кодированием внутри URL запрашиваемого ресурса [1, 3]. Аналогичный веб-сервис и будет рассмотрен в рамках данной статьи.

При помощи REST-сервисов очень удобно решать задачи работы с данными в формате CRUD (создание, чтение, обновление, удаление отдельных записей), когда запрос решает атомарную задачу [1]. Проблемы с организацией таких сервисов начинают возникать, когда необходимо организовать более комплексные запросы или манипуляции с данными: запросить цепочку связанных данных, обеспечить целостность некой транзакции, производимой в течение нескольких запросов, и т.д.

GraphQL – это язык запросов для веб-сервисов, призванный решить часть проблем REST. Первоначально стандарт был разработан компанией Facebook для внутренних целей, позже был организован некоммерческий фонд, занимающийся доработкой спецификаций и документации по GraphQL [4, 5]. Синтаксис запросов GraphQL позволяет организовать одну точку доступа к ресурсам веб-сервиса вместо множества, как в REST. В рамках этой точки доступа можно производить любые манипуляции с данными, а также гибко управлять объёмом передаваемых данных: запрашивать только необходимые поля сущностей, задавать правила фильтрации, сортировки, разбиения данных на страницы и т.д. Снизить количество передаваемых данных также помогает возможность запросить несколько разнородных ресурсов в рамках одного http-запроса, сохранять текст запроса на сервере и т.д. [5].

На сегодняшний день существует множество реализаций сервера GraphQL для большинства популярных языков, поддерживающих разработку веб-сервисов [4]. Но до сих пор популярно мнение, что большинство реализаций GraphQL работают существенно медленнее REST-сервисов и его использование оправданно только в проектах, модель

данных которых под REST не подходит. Проверить, так ли это на текущий момент, – задача данной статьи.

В рамках статьи рассматривается разработка API средствами платформы ASP.NET Core. В качестве версии платформы используется последняя стабильная – .NET 6. В целях приближения процесса тестирования к реальным данным в приложении используется наиболее популярная на платформе .NET библиотека ORM Entity Framework Core версии 6.0.4 и СУБД PostgreSQL 13.2 (официальный docker образ). Также в проекте используются следующие сторонние библиотеки:

- HotChocolate.AspNetCore 12.9.0 – библиотека, реализующая все основные функции сервера GraphQL;

- HotChocolate.Data.EntityFramework 12.9.0 – библиотека для интеграции GraphQL и EntityFramework Core;

- Npgsql.EntityFrameworkCore.PostgreSQL 6.0.4 – провайдер доступа к данным EntityFramework Core для PostgreSQL;

- Bogus 34.0.2 – библиотека для генерации случайных данных, совместимая с EF Core.

Конфигурация тестового стенда приведена в табл. 1.

Таблица 1

Конфигурация тестового стенда

№ п/п	Параметр	Значение
1	Центральный процессор	Intel Core i5-9400F 2.9 ГГц
2	Оперативная память	16 Гб DDR4
3	Дисковая подсистема	SSD 500 Гб
4	Операционная система	MS Windows 10 Pro 10.0.19044

Для задания структуры базы данных используется базовая тестовая модель, описанная в официальной документации Entity Framework Core [6]. Описание сущностей базы данных приведено в табл. 2.

Таблица 2

Описание структуры базы данных

№ п/п	Сущность	Атрибут	Тип данных
1	Blog	BlogId (PK)	int4
2		Url	text
3	Post	PostId (PK)	int4
4		Title	text
5		Content	text
6		BlogId (FK)	int4

Для наполнения таблиц используется библиотека Bogus. Для сущности Blog сгенерировано 1000 записей, для Post – 4000 записей.

Сформированный запрос к БД получается одинаковым для обоих вызовов API и приведён в листинге 1.

Листинг 1 – SQL запрос для выборки данных

```
SELECT  p."PostId",    p."BlogId",    p."Content",  
p."Title", b."BlogId", b."Url"  
FROM "Posts" AS p  
INNER JOIN  "Blogs" AS b ON p."BlogId" =  
b."BlogId"  
WHERE b."BlogId" = @__blogId_0
```

Для запроса SQL используется одно и то же случайное значение параметра `@__blogId_0` для обеспечения полностью равных условий при выборке.

Для REST API вызов метода будет производиться при помощи HTTP GET запроса по адресу `/api/v1/posts/{blogId}`.

Для GraphQL API вызов будет производиться при помощи HTTP POST-запроса (использование POST-запроса обусловлено особенностями архитектуры GraphQL) по адресу `/graphql`. Выполняемый запрос приведён в листинге 3.

Листинг 3 – GraphQL запрос для выборки данных

```
query {  
  posts(blogId: {blogId}) {  
    postId,  
    title,  
    content,  
    blogId  
  }  
}
```

Для проведения тестирования API используется популярная утилита Postman. С её помощью можно сгенерировать серию HTTP запросов с нужными параметрами и сохранить результат.

Для сравнения быстродействия используем следующие параметры:

- максимальное время выполнения запроса;
- минимальное время выполнения запроса;
- среднее время выполнения запроса на выборке в 100 значений.

Следует отметить, что в обоих случаях инициализация соединения с БД и создание основных объектов будет проходить в режиме «ленивой» загрузки, когда инициализация производится только в момент запроса ресурса. Таким образом, после запуска каждого проекта следует сначала однократно запросить данные с параметром, отличающимся от последующих запусков, и только потом проводить основные испытания [6].

Очевидно, что самым медленным будет первый запрос, после которого произойдёт кэширование результата запроса средствами СУБД, и получение данных ускорится. Поскольку оба запроса к БД будут одинаковыми, разница во времени выполнения любого из запросов будет отражать разницу в скорости обработки запроса конвейером используемой библиотеки.

В табл. 3 приведены конечные результаты сравнения быстродействия получившихся приложений.

Таблица 3

Сравнение времени выполнения запросов

№ п/п	Параметр	Время выполнения (мс)	
		REST	GraphQL
1	Максимальное время выполнения запроса	80	51
2	Минимальное время выполнения запроса	8	8
3	Среднее время выполнения запроса	10,67	10,28

Как видно из результатов, реализация сервера GraphQL библиотекой HotChocolate показывает сравнимые с REST по быстродействию результаты, что является отличным показателем. Но также необходимо упомянуть о том, что запросы, выполняемые для «прогрева» приложения, занимают 1329 мс в случае GraphQL против 202 мс для REST, т.е. инициализация сервера GraphQL занимает более чем в 6 раз больше времени. Опубликованное GraphQL приложение при этом занимает в 2 раза больше дискового пространства, чем приложение REST.

Исходный код тестового проекта, а также сохранённый проект Postman доступны по адресу: <https://github.com/Avalone/ApiPerformanceCompare>.

Подведём итог. Реализация сервера GraphQL средствами библиотеки HotChocolate на платформе ASP.NET Core на текущий момент

является готовым к промышленному применению решением, позволяющим работать с данными с производительностью, сравнимой с легковесными REST-решениями. Но применение GraphQL наиболее оправданно в больших проектах с обширным API, в то время как для небольших и микросервисных фасадов приложений по-прежнему актуальны RESTful реализации API.

Библиографический список

1. Brenda Jin, Saurabh Sahni, Amir Shevat Designing Web APIs: Building APIs That Developers Love. – O'Reilly, 2018. – 217 с.
2. Спецификация SOAP [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.w3.org/TR/soap/> (дата обращения: 30.05.2022).
3. Лок Э. ASP.Net Core в действии. – 2-е изд. – М.: ДМК Пресс, 2021. – 906 с.
4. Спецификация GraphQL [Электронный ресурс]. – URL: <https://graphql.org/> (дата обращения: 30.05.2022).
5. Порселло Е., Бэнкс А. GraphQL. Язык запросов для современных веб-приложений. – СПб.: Прогресс книга, 2019. – 240 с.
6. Официальная документация Entity Framework Core [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/ef/core/> (дата обращения: 30.05.2022).

Сведения об авторах

Иванов Анатолий Сергеевич – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АСУ-17-1бз, г. Пермь, e-mail: avalone@outlook.com

Тарутин Анатолий Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: itas-pnpu@yandex.ru

Б.В. Кавалеров, Г.А. Килин, А.И. Суслов

РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ГАЗОТУРБИННЫМИ УСТАНОВКАМИ

В исследовании рассматривается регулирование сложных технологических объектов. Авторы предлагают совместно с обычным регулятором использовать нейросетевой регулятор. В ходе работы были проведены эксперименты по сбору данных для обучения нейросетевой модели регулятора синхронного генератора. Нейросетевая модель обучалась и проверялась с помощью компьютерной модели в программном комплексе собственной разработки «EnergyDesc». Было обнаружено, что полученная модель ведет себя адекватно. Перспективы дальнейших исследований заключаются в выявлении других режимов работы технологических объектов.

Ключевые слова: моделирование, синхронный генератор, регулятор, искусственные нейронные сети, нейросетевые модели.

B.V. Kavalеров, G.A. Kilin, A.I. Suslov

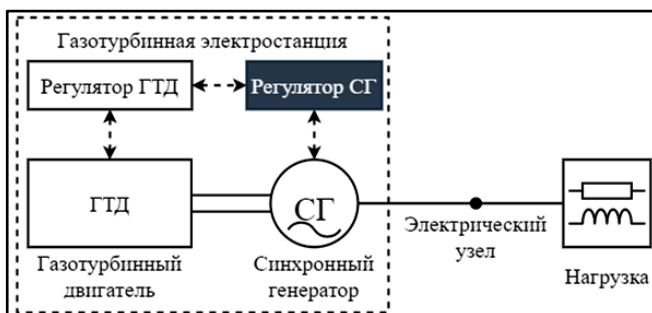
DEVELOPMENT AND APPLICATION OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS FOR OPERATION OF GAS TURBINE ELECTRO POWER STATION

The study deals with the regulation of complex technological units. The authors propose to use a neural network-based regulator together with a conventional regulator. In the course of the work, experiments were carried out to collect data for training a neural network model of a synchronous generator regulator. The neural network model was trained and tested using a computer model in the proprietary EnergyDesc software package. It was found that the resulting model behaves adequately. Prospects for further research are to identify other modes of operation of technological objects.

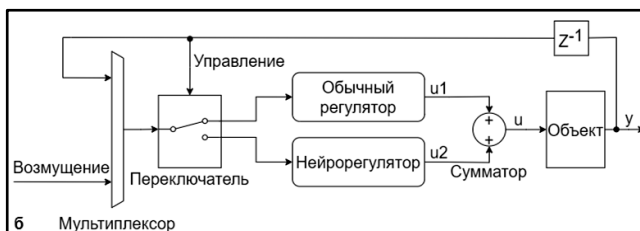
Keywords: simulation, synchronous generator, regulator, artificial neural networks, neural network mathematical modeling.

Введение. Растущий спрос на электроэнергию и переход на водородную энергетику стимулирует переход на новые режимы работы сложных технологических объектов (СТО), таких как газотурбинные двигатели, силовые и транспортные газовые турбины [1]. Новые режимы работы подразумевают доработку (или разработку) регуляторов СТО [2]. Сложность разработки этих регуляторов обусловлена большим количеством взаимосвязанных элементов СТО со специфическими характеристиками [3].

В данной работе в качестве объекта исследования рассматривается регулятор синхронного генератора (СГ), так как СГ, работающий на нагрузку, и регулятор СГ являются составными частями СТО и должны совместно рассматриваться при моделировании (рисунок, *а*). В схеме этого регулятора предложено реализовать совместную работу обычно-го регулятора (ОР) и нейрорегулятора (НР) (рисунок, *б*).



а



б



в

Рис. Схема работы СТО: *а* – схема газотурбинной электростанции; *б* – схема совместной работы обычного и нейрорегуляторов; *в* – схема НСММ

Особенность эксплуатации НР заключается в отработке конкретного режима работы СГ, работающего на нагрузку, благодаря использованию нейросетевой математической модели (НСММ) регулятора СГ. Эта модель получается в процессе обучения искусственной нейронной сети (ИНС).

В исследовании рассматривается первичное обучение НСММ для использования её в совместной схеме «ОР и НР» для ускорения и сокращения затрат на процесс разработки и настройки регулятора СГ, а также для замены человека при управлении СГ. Для улучшения качества регулирования полученной НСММ требуется дальнейшее обучение с использованием других методик, например «специализированное инверсное нейроруправление» или «метод обратного пропуска ошибки через прямой нейрорулятор».

Высказано предположение о том, что регулирование СГ с помощью НР ускорит и сократит затраты (временные, денежные, человеческие) на процесс разработки и настройки регулятора СГ. Также использование НСММ в совместной схеме «ОР и НР» может заменить человека при управлении СГ. Возможность регулирования объясняется тем, что в НСММ устанавливаются жёсткие математические зависимости, которые образуются в процессе обучения ИНС [4]. Сокращение затрат процесса разработки произойдёт на стадии испытаний, на этапе компьютерного моделирования. Разработчикам для создания (или только настройки) регулятора СТО под новый режим работы СТО не придётся перенастраивать ОР. Вместо этого им необходимо будет только обучить новую НСММ, вставить её в НР и задать условие переключения с ОР на НР. Совместную схему работы «ОР и НР» можно использовать как при разработке нового регулятора СТО, так и при настройке регулятора СТО на новые режимы работы. О преимуществах нейросетевых технологий рассказано в следующем разделе [5].

Методы исследования.

Нейрорегулятор. Нейрорегулятор (НР) – это предлагаемый новый элемент схемы управления. Он встраивается в традиционную схему регулирования и осуществляет функции регулирования в замкнутой системе с обратной связью (см. рисунок, б). В данной статье рассматривается НР, который производит прямое воздействие на объект при определённом режиме работы.

Необходимость введения НР обоснована тем, что существующие методы проектирования логической части регулятора СТО включают

ОР, чаще всего ПИД-регуляторы [6]. Настройка и разработка таких регуляторов – это узкоспециализированная деятельность, требующая знаний области системы автоматического управления и самого объекта, для которого этот регулятор разрабатывается. Совместная работа «ОР и НР» позволит сократить затраты на разработки СТО и регулятора СТО, а также облегчит задачу разработчикам по настройке регуляторов под новые режимы работы СТО.

При запуске моделирования возникает расхождение начальных параметров. Поскольку НР разрабатывается на конкретный режим работы, перед выходом на рабочий режим НР необходимо, чтобы ОР отрегулировал систему до установившегося режима. Переключение между регуляторами происходит при достижении величины активной мощности объекта, равной величине нагрузки. Эта величина входит в рабочий диапазон НР. Адаптация системы к новому режиму достигается использованием для каждого установившегося режима своего отдельного НР или общей НСММ для всех конкретных режимов. Нет необходимости переделывать ОР. Вместо этого нужно переобучить существующую НСММ либо обучить дополнительную НСММ и задать условие переключения на новый НР.

В данном исследовании рассматривается схема СГ (6000 кВт) – нагрузка (1000 кВт). Режим работы НР определён в диапазоне регулирования изменения активной мощности СГ от 1000 кВт до 500 кВт. Переключение с ОР на НР происходит при достижении активной мощности СГ величины равной величине нагрузки, то есть 1000кВт (см. рисунок, б).

Преимущества предложенной совместной схемы регуляторов:

1. Удобство перехода с ОР на нейрорегуляторы. Поскольку в этом случае происходит последовательная смена регуляторов ответственных за конкретные режимы, а не капитальная замена регуляторов.

2. Простота программной реализации. Расширение новых режимов работы НР достигается либо заменой старой модели, либо добавлением новой НСММ и заданием условия переключения на новый НР.

3. Сокращение доли затрат на исследования (и разработки) в общих затратах на производство СТО. Это сокращение произойдёт благодаря тому, что НСММ получается в ходе обучения ИНС компьютером, а разработчик участвует только при формировании обучающей выборки, выборе гиперпараметров, архитектуры ИНС, критериев останова обучения и на шаге выбора лучшей обучившейся модели.

Процедура использования ИНС:

1. Получить экспериментальные данные с ГТЭС (см. рисунок, а) при включенном ОР для формирования обучающей выборки ИНС. Режим работы ГТЭС соответствует изменению активной мощности нагрузки скачком с 1000 до 500 кВт. В обучающую выборку войдут данные с СГ.

2. Выбрать гиперпараметры и схему ИНС. Для обучения определить критерии останова (достижение определённой величины ошибки, определённое количество эпох обучения и т.д.). Обучить и выбрать наиболее подходящую НСММ регулятора СГ с целью использования её в НР.

3. При использовании НСММ в совместной схеме «ОР и НР» задать условие переключения с ОР на НР (см. рисунок, б).

Экспериментальные исследования. Моделирование проводилось в программном комплексе собственной разработки «EnergyDesc». Уже был реализован ОР СГ в виде ПИД-регулятора. Разработка НР проводилась в три этапа.

На первом этапе было проведено пять экспериментов в программном комплексе по схеме СГ (6000 кВт) – нагрузка (1000 кВт). Режим работы СГ соответствовал сбросу нагрузки от 1000 кВт до определённого минимального значения.

На втором этапе обучалась НСММ регулятора СГ (см. рисунок, в). Архитектура ИНС с одной рекуррентной обратной связью состояла из 2 скрытых слоев по 30 нейронов в каждом. Обучение длилось 500 эпох. Одна из обученных НСММ была выбрана в качестве НР. Критерии выбора основывались на наименьшей среднеквадратической ошибке и адекватности модели. Адекватность выражалась в выдаче правильного напряжения обмотки возбуждения СГ.

На третьем этапе реализована совместная работа «ОР и НР». Также в рамках проверки работоспособности НР были проведены эксперименты «приемлемая нагрузка», «скачок нагрузки» и «сброс нагрузки».

Результаты и обсуждение. По результатам проведения экспериментов в рабочем режиме СГ была получена обучающая выборка. На ней была обучена НСММ регулятора СГ. Было проведено сравнение работы «только ОР» с совместной работой «ОР и НР». Также проверена работоспособность НР.

Полученные данные подтвердили предположение о том, что регулирование СГ с помощью НР ускорит и сократит затраты на процесс разработки и настройки регулятора СГ. Сокращение затрат выражается в том, что для настройки регулятора СГ под новый режим работы СГ на нагрузку вместо настройки ОР необходимо было только обучить новую

НСММ на новый режим работы и использовать её в НР в совместной схеме «ОР и НР». Обучение на экспериментальных данных производилось компьютером. Разработчик участвовал только на шаге создания обучающей выборки, определения гиперпараметров, схемы ИНС, критериев останова обучения и выбора подходящей НСММ для использования её в НР. Таким образом, результаты исследования являются успешными.

Анализ совместной работы «ОР и НР» показал, что регулирование до установившегося режима ускорилось в 14,3 раза. Также установлено, что НР поддерживает заданное значение напряжения СГ с ошибкой 4 %. При длительных экспериментах это приводит к некорректному поведению НР. В рабочем диапазоне НР также поддерживает заданное напряжение с ошибкой 4 %, при этом справляясь с переходными процессами. При этом стоит учитывать, что основное внимание в исследовании уделялось реализации совместной работы «ОР и НР», а не получению точной НСММ. Для улучшения качества регулирования полученной НСММ требуется дальнейшее обучение с использованием других методик обучения.

Заключение. Практическая значимость исследования заключаться в простоте программной реализации совместной работы «ОР и НР». Такая реализация предоставляет удобство перехода со схемы регулирования «только ОР» на схему «только НР», тем самым сокращая доли затрат на исследования (и разработки) в общих затратах на производство СТО.

Перспективы дальнейшего изучения заключаются в достижении результатов обучения точной НСММ путем выбора архитектуры и гиперпараметров ИНС. Также предполагается построить полную ИНС, которая будет учитывать другие режимы работы СГ и сможет моделировать расхождения исходных параметров.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Пермского края в рамках научного проекта № 19-48-590012.

Библиографический список

1. U.S. Department of Energy Hydrogen Program Plan [Электронный ресурс]. – 2020. – URL: <https://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/hydrogen-program-plan-2020.pdf> (дата обращения: 20.05.2022).

2. Molyakov V. Kunikeev B. Troitsky N. Efficiency of closed gas turbine installations with various methods and control programs // News of higher educational institutions. Engineering. – 2020. – № 3. – P. 51–63.
3. Olumayegun O. Wang M. Kelsall G. Closed-Cycle Gas Turbine For Power Generation: A State-Of-The-Art Review // Fuel. – 2016. – Vol. 180. – P. 694–717.
4. Kavalеров B., Kilin G., Suslov A. Neural network architecture choice for modelling various configurations power system // IOP Publishing Journal of Physics: Conf. Series. – 2021. – Vol. 1886.
5. as Path Fault Diagnosis of Gas Turbine Engine Based on Knowledge Data-Driven Artificial Intelligence Algorithm / Y. Jin, Y. Ying, J. Li, H. Zhou // in IEEE Access. – 2021. – Vol. 9. – P. 108932–108941.
6. Eslami M., Shayesteh M.R., Pourahmadi M. Optimal Design of PID-Based Low-Pass Filter for Gas Turbine Using Intelligent Method // in IEEE Access. – 2018. – Vol. 6. – P. 15335–15345.

Сведения об авторах

Кавалеров Борис Владимирович – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Электротехника и электромеханика» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: kbv@pstu.ru

Килин Григорий Александрович – старший преподаватель кафедры «Электротехника и электромеханика» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: thisisforasm@rambler.ru

Суслов Артем Игоревич – аспирант, ассистент кафедры «Электротехника и электромеханика» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: suslov_ai@mail.ru

Д.Б. Кузнецов, Н.А. Калинин

ОСОБЕННОСТИ НАСЛЕДОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ В ВЕБ-ПРОГРАММИРОВАНИИ С ReactJS

В этой статье исследуются особенности наследования объектов в языке JavaScript с использованием библиотеки React. Изучены подходы к объектно-ориентированному программированию. Исследованы отличия наследования в JavaScript, который является прототипно-ориентированным, от объектно-ориентированных языков. Проанализированы особенности наследования в библиотеке React. Изучены рекомендации по использованию наследования и композиции в библиотеке React.

Ключевые слова: объектно-ориентированное программирование, наследование, композиция, веб-программирование, ReactJS.

D.B. Kuznetsov, N.A. Kalinin

FEATURES OF OBJECT INHERITANCE IN WEB PROGRAMMING WITH ReactJS

This article explores the features of JavaScript object inheritance using the React library. Studied approaches to object-oriented programming. Differences between inheritance in the JavaScript language, which is prototype-oriented, and object-oriented languages are investigated. The features of inheritance in the React library are considered. Learned practices for using inheritance and composition in the React library.

Keywords: object-oriented programming, inheritance, composition, web programming, ReactJS.

Объектно-ориентированное программирование (сокращённо ООП) – методология программирования, основанная на представлении программы в виде совокупности взаимодействующих объектов, каждый из которых является экземпляром определённого класса, а классы образуют иерархию наследования [1].

JavaScript является объектно-ориентированным языком, но в языке используется прототипирование, которое отличается в работе с объектами по сравнению с класс-ориентированными языками.

Прототипное программирование – стиль ООП, в котором нет понятия класса. Наследование происходит клонированием прототипа – экземпляра объекта.

В языках, основанных на понятии «класс», объекты разделены на классы и экземпляры. Класс определяет структуру и поведение экземпляров данного класса. Экземпляр имеет состояние, меняющееся в соответствии с поведением.

В прототипном стиле объекты создаются из других объектов. Наследование начинается с обобщённого объекта – прототипа. Новые объекты создаются из прототипа с помощью клонирования или расширения разными функциями.

ECMAScript (ES) – расширяемый язык программирования, используемый в качестве основы для построения других скриптовых языков. JavaScript является реализацией спецификации ECMAScript. ECMAScript 6 (ES6) является последней версией спецификации.

Классы в ES6 – синтаксический сахар для существующего в JavaScript прототипного наследования. При создании класса с помощью ключевого слова `new` создаётся новый объект функции с кодом из `constructor` [2].

В листинге 1 находится пример, показывающий, как можно изменять поведение объектов и прототипов.

Листинг 1 – Пример добавления функциональности к объектам и прототипам

```
// Создание объектов Array.
let obj1 = new Array()
let obj2 = new Array()

// Добавление метода hello объекту.
obj1.hello = () => "hello"
// Вызов метода hello.
obj1.hello()
obj2.hello()

// Добавление метода bye прототипу.
Array.prototype.bye = () => "bye"
// Вызов метода bye объектами.
obj1.bye()
obj2.bye()
```

В примере создаётся два объекта типа `Array`. Первому добавляется метод `hello`. При вызове первого объекта метод выполнится. При вызове второго возникнет ошибка, так как у объекта нет такого метода. За-

тем метод `bye` добавляется к прототипу. Метод добавится ко всем объектам этого типа, так что оба объекта смогут его вызвать.

Для приложений на JavaScript часто используются фреймворки (примеры: AngularJS, Ember.js, Vue.js) и библиотеки (примеры: ReactJS, JQuery, Polymer), которые упрощают и ускоряют создание программ. React – это декларативная JavaScript-библиотека, позволяющая создавать пользовательские интерфейсы. Она позволяет вам собирать пользовательский интерфейс из небольших кусочков кода, называемых «компонентами» [3].

В React компоненты существуют как классы или функции. У классовых компонентов больше возможностей. Для определения такого компонента нужно наследоваться от `React.Component`. Пример находится на листинге 2.

Листинг 2 – Пример класса React

```
class HelloWorld extends React.Component {
  render() {
    return <h1>Привет, мир</h1>;
  }
}
```

Вызов метода `render` вернёт html-разметку с текстом «Привет, мир» в теге `h1`. Пример компонента, сделанного функцией, находится на листинге 3.

Листинг 3 – Пример функции React

```
function HelloWorld() {
  return <h1>Привет, мир</h1>;
}
```

У каждого компонента есть методы жизненного цикла. Переопределение метода позволяет выполнять код на определённом этапе процесса. Диаграмма жизненного цикла представлена на рис. 1.

При создании экземпляра компонента вызываются следующие методы:

1. `constructor()`
2. `render()`
3. `componentDidMount()`

Обновление происходит при изменении состояния. При повторном рендере вызываются следующие методы:

1. `render()`
2. `componentDidUpdate()`

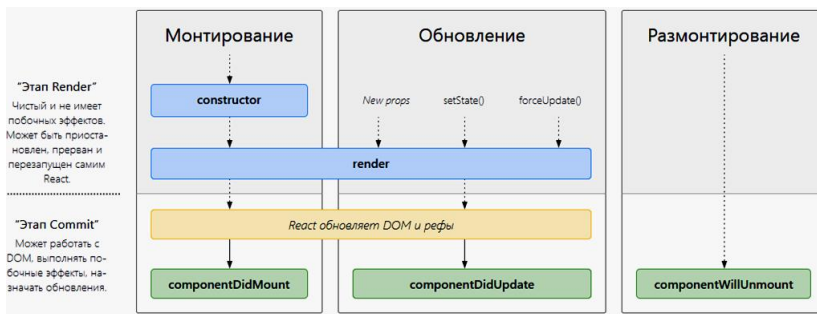


Рис. 1. Диаграмма жизненного цикла

При удалении компонента вызывается метод `componentWillUnmount()`.

В классовом компоненте обязательным является только метод `render()`, остальные могут использоваться при необходимости.

Функция `render()` должна быть чистой. Чистые функции позволяют возвращать одинаковый результат при одинаковых входных данных. Это облегчает тестирование функции и делает её понятной. Для чистоты функции необходимо, чтобы она была детерминированной и не обладала побочными эффектами. Детерминированность позволяет построить таблицу значений функции для входных параметров с определённым результатом, который зависит от параметров. Побочные эффекты — это модификация глобальных переменных или передаваемых в функцию параметров, операции ввода-вывода и вызов обработчиков ошибок.

Взаимодействовать с браузером необходимо в `componentDidMount()` или других методах жизненного цикла.

React имеет мощную модель композиции, поэтому для повторного использования кода между компонентами рекомендуется использовать композицию вместо наследования. Пропсы (определённые значения, передаваемые в компонент) и композиция дают всю гибкость, необходимую для настройки вида и поведения компонента.

Пример реализации наследования компонента React находится на листинге 3.

Листинг 3 – Пример наследования компонента React

```
class VideoContainer extends React.Component {
  componentDidMount() {
    const getData = () => {
```

```

        this.setState({ videoData : [], isLoading
: false,}))
        this.props.getVideoData().then(x      =>
x).then(data => {
            let videoData = data;
            this.setState({ videoData, isLoading
: true, });
        })
    }
    getData();
    this.interval    =    setInterval(getData,
10*60*1000)
    }
    componentWillMount() {
        clearInterval(this.interval);
    }
    constructor(props) {
        super(props);
        this.state = { videoData : [], isLoading
: false,
            allCameras : true , showList : false
};
    }
    render(){
        if (!this.state.isLoading) return <Loader />
        return (
            <div>
                <List    data    =    {this.state.videoData}
allCameras = {this.state.allCameras} onVideoAll =
{this.onVideoAll} offVideoAll = {this.offVideoAll}
showList={this.state.showList}    changeShowList    =
{this.changeShowList} />
                <VideoWall data = {this.state.videoData}
/>
            </div>
        )
    }
}
}

```

Класс VideoContainer реализует функции constructor(), render(), componentDidMount() и componentWillUnmount().

Описание жизненного цикла класса:

1) вызов конструктора. Происходит установка значений, переданных в пропсах, и установка значений по умолчанию в state;

2) вызов функции render(). Так как значение isLoading равно false, вернётся компонент Loader, показывающий, что данные загружаются;

3) вызов функции componentDidMount(). Получение данных с помощью функции getData() и установка их в state. Функция setInterval() устанавливает функцию и время, через которое её вызывать. В данном случае функция getData() будет вызываться каждые 10 минут;

4) вызов функции render(). Так как isLoading равно true, произойдёт рендер компонентов List и VideoWall. Компонент List содержит список камер с возможностью включать и включать их. Компонент ListElement входит в List и содержит элемент списка с названием и флажком. Компонент VideoWall содержит снимки камер. Компонент VideoElement входит в VideoWall и содержит изображение с камеры, название и время получения;

5) при удалении компонента вызовется функция componentWillUnmount(), которая прекратит вызов функции, установленной setInterval().

На рис. 2 находится диаграмма классов.

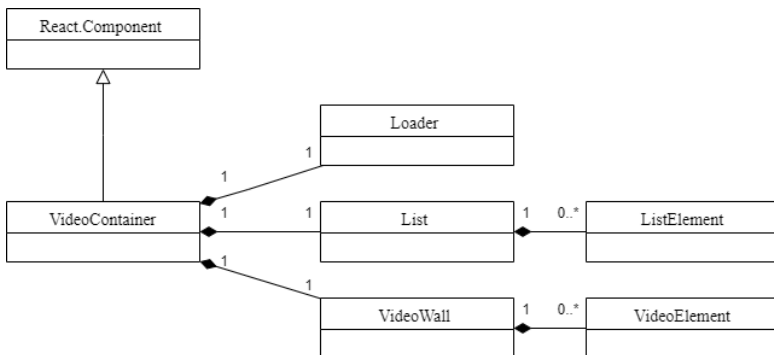


Рис. 2. Диаграмма классов

Класс VideoContainer наследуется от React.Component. Компоненты Loader, List, VideoWall, ListElement, VideoElement реализованы как функции. VideoContainer находится в отношении композиции с Loader,

List и VideoWall. List с ListElement и VideoWall с VideoElement также находятся в отношении композиции. Такая реализация позволяет гибко использовать компоненты, например, Loader, List, VideoWall и так далее при необходимости могут использоваться в других частях программы, так как их поведение зависит от пропсов, которые легко изменить в зависимости от нужного поведения.

Таким образом, React позволяет создавать пользовательский интерфейс из компонентов. Компоненты определяются как классы или функции. Если компонент является классом, он должен наследоваться от React.Component и реализовать метод render(). Также в классе существуют методы жизненного цикла, которые выполняются на этапе создания, изменения и удаления компонента. Создавать иерархию классов не рекомендуется, так как композиция позволяет гибко использовать компоненты и делает их использование понятным и простым.

Библиографический список

1. Буч Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на C++: пер. И. Романовский, Ф. Андреев. – 2-е изд. – М., СПб.: Бином, Невский диалект, 1998. – 560 с.
2. Фундаментальные принципы объектно-ориентированного программирования на JavaScript [Электронный ресурс] / Tproger – издание о разработке и обо всём, что с ней связано. – URL: <https://tproger.ru/translations/oop-js-fundamentals> (дата обращения: 26.05.2022).
3. React – JavaScript-библиотека для создания пользовательских интерфейсов [Электронный ресурс] / Документация по React. – URL: <https://ru.reactjs.org/> (дата обращения: 26.05.2022).

Сведения об авторах

Кузнецов Денис Борисович – старший преподаватель кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: kdenisb@mail.ru

Калинин Никита Алексеевич – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. РИС-18-16, г. Пермь, e-mail: kitakalinin@mail.ru

К.И. Каплина, В.С. Никулин

АДАПТИВНЫЙ ВИРТУАЛЬНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗА КАМЕРОЙ СГОРАНИЯ НА БАЗЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Рассмотрен вариант построения адаптивного виртуального измерителя температуры за камерой сгорания газотурбинного двигателя на базе нечеткой логики, где применен адаптивный фаззификатор с асимметричными сигмоидными функциями принадлежности. Выход дефаззификатора нечеткого измерителя температуры подается на управление трехпозиционного реле, которое изменяет расход топлива диффузионного коллектора с целью контроля границы виброгорания и срыва горения (помпажа). Нечеткая композиция выполнена с помощью полиномов Сугено с настройкой по методу наименьших квадратов и дефаззификация по методу средневзвешенного значения.

Ключевые слова: нечеткое управление, полиномы Сугено, метод средневзвешенного значения, фаззификатор, дефаззификатор, трехпозиционное реле.

K.I. Kaplina, V.S. Nikulin

ADAPTIVE VIRTUAL TEMPERATURE METER BEHIND THE COMBUSTION CHAMBER BASED ON FUZZY LOGIC

A variant of constructing an adaptive virtual temperature meter behind the combustion chamber of a gas turbine engine based on fuzzy logic, where an adaptive fuzzifier with asymmetric sigmoid membership functions is used, is considered. The output of the defuzzifier of the fuzzy temperature meter is fed to the control of a three-position relay, which changes the fuel consumption of the diffusion collector in order to control the boundary of vibration gorenje and combustion breakdown (surge). The fuzzy composition was performed using Sugeno polynomials with least squares adjustment and defuzzification using the weighted average method.

Keywords: fuzzy control, Sugeno polynomials, weighted average method, fuzzifier, defuzzifier, three-position relay.

В сложных системах автоматического регулирования (САУ), где отсутствует точное математическое описание регулируемого объекта и процесса в целом при наличии неопределенностей, широко применяется нечеткая логика [1–3], проектируемые виртуальные измерители на нечеткой логике не требуют обучения и, как следствие, обучающих выборок, являются прозрачными в настройке.

Проектирование виртуальных адаптивных измерителей температуры камеры сгорания (КС) играет важную роль при работе газотурбинного двигателя [4], поскольку устойчивость горения находится в зависимости от статической характеристики камеры сгорания и носит экстремальный характер. Известно, что радикальным способом борьбы с образованием окислов азота является температурное дожигание топлива, но повышение температуры и давления газа в КС влечет за собой неустойчивое горение пламени [5].

Основными видами неустойчивого горения пламени являются виброгорение, частичный бедный срыв, полный бедный срыв (помпаж) [6]. Одним из подходов к решению данной проблемы является применение виртуального нечеткого измерителя, в котором выход дефаззификатора подается на управление трёхпозиционного реле, которое изменяет расход топлива в диффузионном коллекторе, тем самым контролируя температуру в заданных пределах с обеспечением тяги двигателя. Особенностью данного адаптивного виртуального измерителя температуры является то, что он непрерывно измеряет температуру за КС газотурбинного двигателя (ГТД) в реальном времени и может быть альтернативой термопары.

Недостатками термопары является точечное измерение температуры и наличие инерционности, что недопустимо при диффузионном горении пламени и применении в системах реального времени.

Новым в алгоритме является применение метода адаптации и применение трехпозиционного реле для регулирования расхода топлива КС. Для каждого входа в блоке фаззификации используются асимметричные сигмоидные функции принадлежности [7, 8]. Нечеткая композиция выполнена с применением уравнений Сугено, а дефаззификация – с применением метода средневзвешенного значения [9]. Выход дефаззификатора нечеткого измерителя температуры подается на управление трехпозиционного реле, которое изменяет расход топлива диффузионного коллектора с целью контроля границы виброгорения и срыва горения (помпажа).

В качестве входных переменных принято: расход топлива диффузионного коллектора, расход топлива гомогенного коллектора, давление в камере сгорания. На рис. 1 приведена структура измерителя температуры за камерой сгорания (КС) газотурбинного двигателя (ГТД).

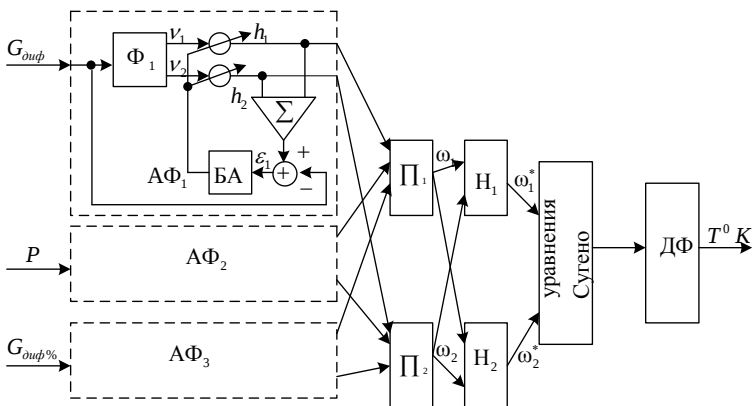


Рис. 1. Адаптивный виртуальный измеритель температуры за КС ГТД

Нечеткий измеритель температуры содержит три адаптивных фаззификатора, два блока Π_1 , Π_2 , два нормализатора H_1 , H_2 , блок нечеткой композиции, реализующий уравнения Сугено, дефаззификатор $ДФ$ и трехпозиционное реле с зоной нечувствительности. Блоки Π_1 , Π_2 (нечеткие нейроны) реализуют $\max$ - $\min$ операции над входами для вычисления минимальных значений выражений (1) [11–12]:

$$\omega_1 = T(S(v_1 \cdot h_1)_1, S(v_1 \cdot h_1)_2, S(v_1 \cdot h_1)_3), \quad (1)$$

$$\omega_2 = T(S(v_2 \cdot h_2)_1, S(v_2 \cdot h_2)_2, S(v_2 \cdot h_2)_3).$$

Блоки H_1 , H_2 нормализуют выходы по формулам (2)

$$\omega_1^* = \frac{\omega_1}{\omega_1 + \omega_2}, \quad (2)$$

$$\omega_2^* = \frac{\omega_2}{\omega_1 + \omega_2}.$$

В качестве функций принадлежности выбираются асимметричные сигмоидные функции (3):

$$L_i(x_i) = [1 + \exp(-b_i(x_i - C_i))]^{-1}, \quad (3)$$

$$H(x_i) = [1 + \exp(-b_i(x_i - C_i))]^{-1},$$

$$H_i(x_i) + L_i(x_i) = 1.$$

где $L_i(x)$ и $H_i(x)$ – сигмоидные функции принадлежности; b_i – коэффициент наклона функций принадлежности, задаваемых в интервале $[0...1]$; C_i – заданное значение лингвистических переменных; X_i – отклонение текущего параметра от заданного значения (синглтон).

На рис. 2 приведены кривые сигмоидных функций принадлежности.

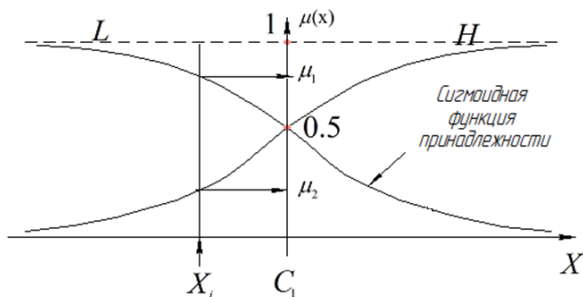


Рис. 2. Сигмоидные функции принадлежности

При фаззификации текущего отклонения параметра с помощью синглтона определяются степени принадлежности, сумма которых всегда равна единице. Любые возмущения в контурах не отражаются в текущих значениях степеней принадлежности. Для учета влияния возмущений дополнительно вводятся коэффициенты для коррекции текущих значений степени принадлежности на выходе фаззификатора, которые корректируются с помощью рекуррентной формулы:

$$h_{j+1} = h_j + B(x_j - x_{jM}) \frac{v_j}{v_j^T v_j}, \text{ при } 0 < B < 1, \quad (4)$$

где B – скорость работы алгоритма адаптации в интервале от 0 до 1.

Преобразование нечеткой информации с выхода адаптивного фаззификатора в адаптивном измерителе температуры выполняется с помощью уравнений Сугено (5):

$$y_1 = 3(\omega_1^* - \omega_2^*); y_2 = 3(\omega_1^* - \omega_2^*). \quad (5)$$

Согласно рис. 3, с помощью формулы средневзвешенного значения рассчитываем выход адаптивного виртуального измерителя температуры КС ГТД.

$$y = \frac{y_1 \cdot \omega_1^* + y_2 \cdot \omega_2^*}{\omega_1^* + \omega_2^*} = \frac{3 \cdot (0,65 - 0,25) \cdot 1,2 + (0,65 - 0,25) \cdot 0,4}{0,25 + 0,65} = 1,18,$$

где ω_1^* и ω_2^* – выход адаптивного фаззификатора; y – выход адаптивного измерителя температуры.

Статическая характеристика трехпозиционного реле показана на рис. 4.

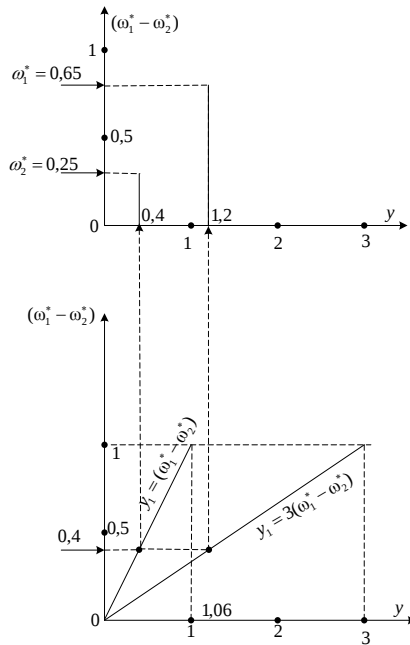


Рис. 3. Графическое представление расчетной формулы дефазификатора

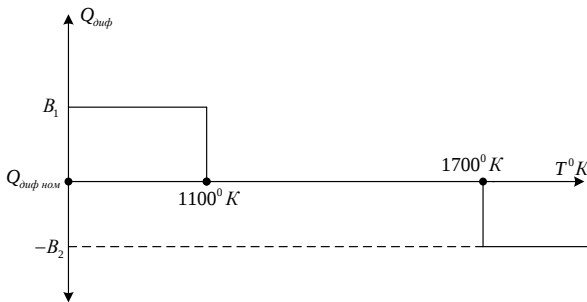


Рис. 4. Статическая характеристика трехпозиционного реле

Для исследования предложенного метода на рис. 5 отражены результаты эксперимента введения НР с трёхпозиционным реле в систему автоматического управления (САУ) распределения топлива по коллекторам в программной среде MatLab/Simulink, где $Gt_dif\%$ – расход топлива в диффузионном коллекторе (%).

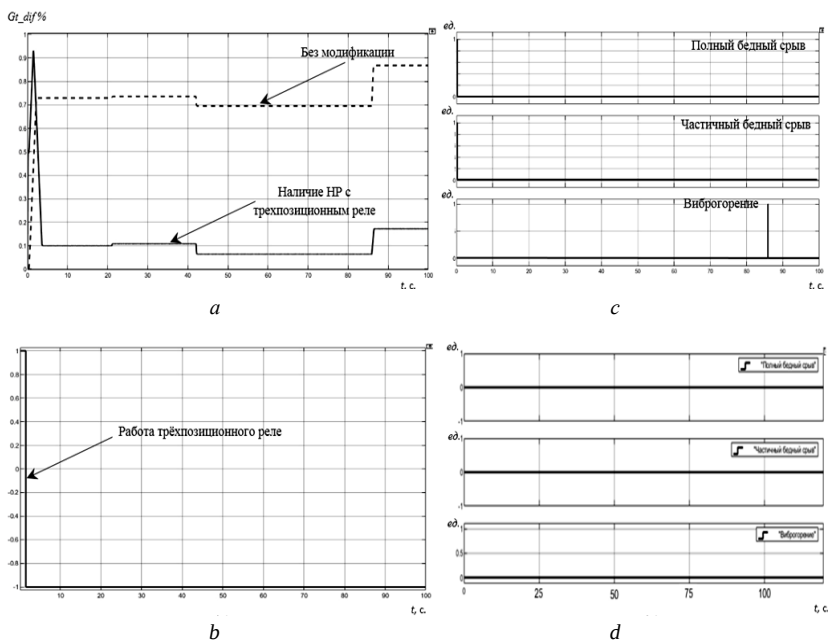


Рис. 5. Результаты эксперимента: *a* – осциллограмма изменения топлива в диффузионном коллекторе без использования НР и с использованием НР с трехпозиционным реле; *b* – осциллограмма работы трёхпозиционного реле; *c* – осциллограмма возникновения срывов пламени без использования НР; *d* – осциллограмма отсутствия срывов пламени с использованием НР

Анализ результатов моделирования показал, что при переключении трехпозиционного реле в зависимости от температуры КС (рис. 5, *b*) происходит уменьшение расхода топлива в диффузионном коллекторе на 60 % (рис. 5, *a*). Вследствие этого модификация САУ распределением топлива введением НР с трехпозиционным реле обеспечивает отсутствие срывов пламени (рис. 5, *d*) на режиме «Взлет».

Данные показатели свидетельствуют о том, что предлагаемый оригинальный регулятор обеспечивает отсутствие срывов пламени и, как следствие, устойчивую работу камеры сгорания (КС) ГТД (является достоинством для выбранной САУ, по экспертной оценке). В случае отсутствия управления по топливу выявлен недостаток в виде наличия выборогорания при $t = 85^\circ\text{C}$. (рис. 5, *c*).

Результаты применения НР свидетельствуют о том, что предлагаемый оригинальный регулятор обеспечивает отсутствие срывов пламени и, как следствие, устойчивую работу КС ГТД (является достоинством для выбранной САУ, по экспертной оценке).

Библиографический список

1. Леготкина Т.С., Хижняков Ю.Н. Модификация метода активной адаптации объектов // Нейрокомпьютеры, разработка, применение. – М., 2017. – № 6. – С. 39–44.

2. Хижняков Ю.Н. Алгоритмы нечеткого, нейронного и нейро-нечеткого правления в системах реального времени: учеб. пособие. Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2013. – 160 с.

3. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечёткие системы: пер. с польск. И.Д. Рудинского. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 452 с.

4. Августинovich В.Г., Кузнецова Т.А. Повышение надежности систем автоматического управления газотурбинными двигателями с применением алгоритмических методов // Изв. Томского политехн. ун-та. – 2015. – Т. 326, № 9. – С. 68–77.

5. Кузнецова Т.А., Августинovich В.Г. Применение технологий искусственного интеллекта для управления малоэмиссионной камерой сгорания авиационного двигателя // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2017. – Т. 15, № 9. – С. 18–28.

6. Никулин В.С., Хижняков Ю.Н., Сторожев С.А. Виртуальный адаптивный векторно-матричный измеритель окислителя камеры сгорания газотурбинного двигателя // Тр. МАИ [Электронный ресурс]. – 2021. – № 121. – С. 1–23. URL:https://trudymai.ru/upload/iblock/dd6/j5tnuka94h7nmqri0tqu1m3jl2et1cnc/Nikulin_KHizhnyakov_Storozhev.pdf?lang=ru&issue=121 (дата обращения: 04.01.2022). DOI 10.34759/trd-2021-121-21

7. Пегат А. Нечёткое моделирование и управление: пер. с англ. – М.: Бином, 2009. – 798 с.

8. Титов Ю.К., Южаков А.А., Хижняков Ю.Н. Проектирование адаптивного нечеткого регулятора положения дозатора ВРД // Электро-техника. – 2018. – № 11. – С. 6–11.

9. Бобырь М.В., Кулабухов С.А. Дефаззификация вывода из базы нечетких правил на основе метода разности площадей // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2015. – № 9. – С. 32–41.

10. Антонов В.Н., Терехов В.А., Тюкин И.Ю. Адаптивное управление в технических системах: учеб. пособие. – СПб.: Изд-во С. Петерб. ун-та, 2001. – 244 с.

11. Хижняков Ю.Н., Южаков А.А., Сулимова Д.А. Модификация многорежимного управления воздушным реактивным двигателем // «Новые технологии» Мехатроника, автоматизация, управление. – 2018. – Т. 19, № 9 – С. 595–601.

12. Larsen, P.M. Industrial applications of fuzzy logic control // International Journal of Man-Machine Studies. – 1980. – Vol. 12, Iss. 1. – P. 3–10.

Сведения об авторах

Каплина Каролина Игоревна – студентка Пермского национально-исследовательского политехнического университета, гр. СРРС-20-16, г. Пермь, e-mail: maja_9992@mail.ru

Никулин Вячеслав Сергеевич – ассистент кафедры «Автоматика и телемеханика» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: kalif23@yandex.ru

Д.В. Касимов, В.А. Щапов

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ДАННЫХ СИСТЕМЫ УЧЁТА КАБЕЛЬНЫХ ТРАСС

Рассматриваются такие этапы моделирования информационной системы, предназначенной для учёта и анализа кабельных трасс, как определение концептуальной модели системы и проектирование информационной модели данных. Представлена диаграмма прецедентов бизнес-процесса, описаны сущности ER-диаграммы, связи между ними, а также их основные атрибуты.

Ключевые слова: диаграмма прецедентов, база данных, диаграмма «сущность–связь», логическая модель данных, физическая модель данных.

D.V. Kasimov, V.A. Shchapov

DEVELOPMENT OF THE INFORMATION MODEL OF THE DATA OF THE CABLE TRACK ACCOUNTING SYSTEM

The article considers such stages of modeling an information system designed for accounting and analysis of cable routes, such as determining the conceptual representation of the system and designing an information data model. A diagram of business process use cases is presented, the entities of the ER diagram, the relationships between them, as well as their main attributes are described.

Keywords: use case diagram, database, entity-relationship diagram, logical data model, physical data model.

Одним из основных этапов моделирования любой информационной системы является анализ предметной области, который призван определить концептуальную модель системы, описывающую основные взаимодействия между системой и её пользователями. Одним из способов определения концептуальной модели системы является построение диаграммы прецедентов (рис. 1) [1].

На основе информации, полученной от предприятия, можно понять, какие непосредственно данные нужны для функционирования системы и пользователей, работающих с ней. После этого можно приступить к последовательной разработке информационной модели данных.

Процесс разработки информационной модели можно разделить на три основных этапа: концептуальное моделирование, логическое моде-

лирование и физическое моделирование, результатом каждого этапа будет модель предметной области, представленная в отличной от других форме [2, 3].

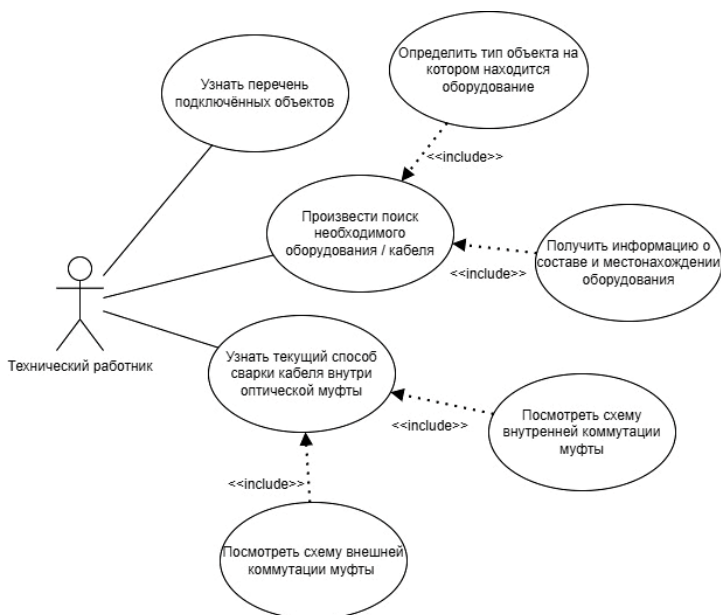


Рис. 1. Диаграмма прецедентов информационной системы учёта и анализа кабельных трасс

На основе требований заказчика была выявлена необходимость в хранении следующей информации: перечни устройств, муфт, кабелей, точечных объектов расположения и адресов. Также необходимо хранить информацию о местах расположения всех этих объектов и способы сварки кабелей внутри муфт.

В результате анализа предметной области были определены основные сущности и их атрибуты. Описание основных сущностей представлено на рис. 2.

Описание связей, установленных между основными сущностями концептуальной модели, представлено в таблице. Анализ сущностей концептуальной модели, их атрибутов и связей показал, что концептуальная модель отвечает требованиям нормализации и все её элементы находятся как минимум в третьей нормальной форме.

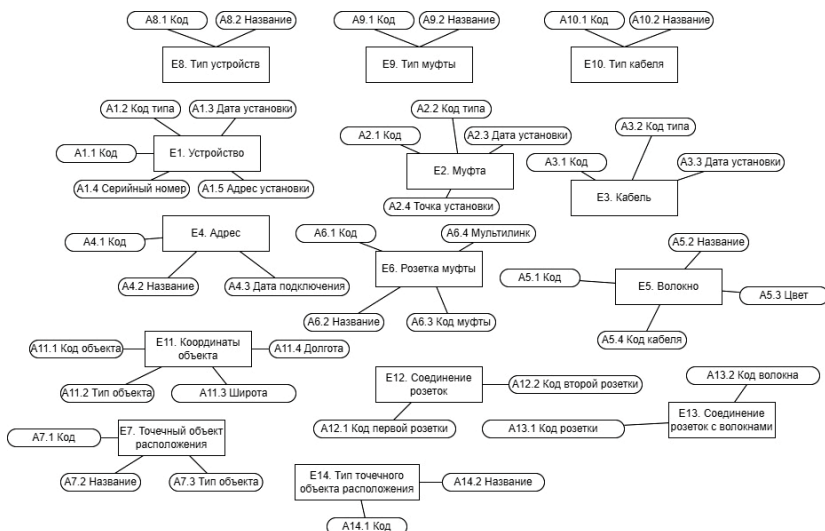


Рис. 2. Атрибуты основных сущностей концептуальной модели

Связи между сущностями концептуальной модели

Имя первой сущности	Название связи	Имя второй сущности	Тип связи
Тип устройств	Содержит	Устройство	1 : N
Тип муфты	Содержит	Муфта	1 : N
Тип кабеля	Содержит	Кабель	1 : N
Устройство	Находится на	Адрес	N : 1
Муфта	Находится на	Точечный объект расположения	N : 1
Муфта	Содержит	Розетка муфты	1 : N
Кабель	Содержит	Волокно	1 : N
Соединение розеток	Хранит	Розетка	N : 1
Соединение розеток с кабелем	Хранит	Розетка	N : 1
Соединение розеток с кабелем	Хранит	Кабель	N : 1
Тип точечного объекта расположения	Содержит	Точечный объект расположения	1 : N
Устройство	Находится на	Координаты объекта	1 : 1
Муфта	Находится на	Координаты объекта	1 : 1
Адрес	Находится на	Координаты объекта	1 : 1
Кабель	Находится на	Координаты объекта	1 : 1
Точечный объект расположения	Находится на	Координаты объекта	1 : 1

На основе концептуальной модели была разработана логическая модель данных, которая представлена на рис. 3.

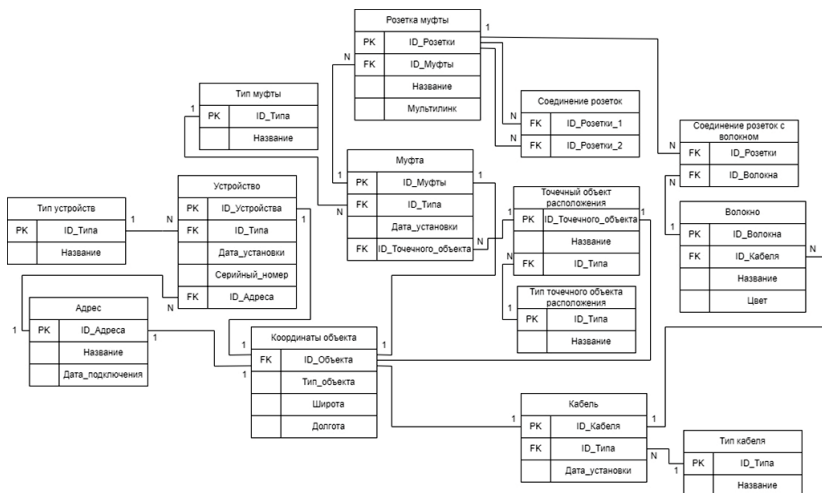


Рис. 3. Логическая модель базы данных

Результатом описания предметной области является физическая модель базы данных, которая является непосредственной реализацией объектов в СУБД. Для разработки базы данных была выбрана СУБД Oracle. Разработанная физическая модель представлена на рис. 4.

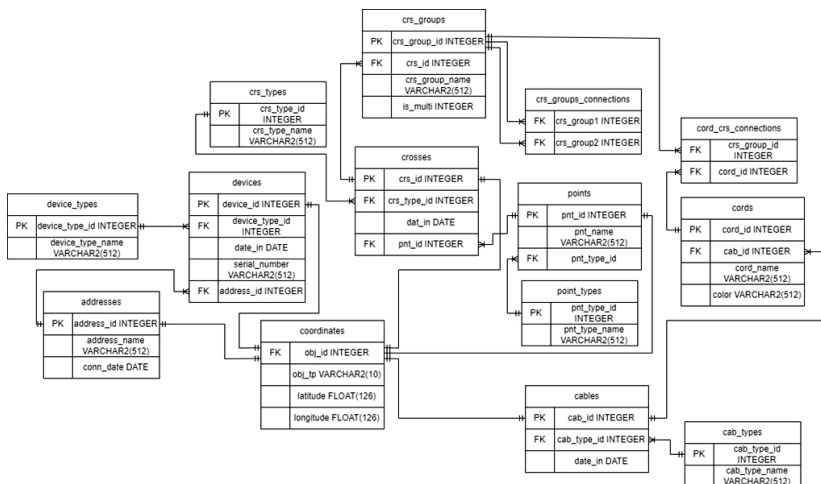


Рис. 4. Физическая модель базы данных

В результате работы были построены концептуальная, логическая и физическая модели данных, описывающие предметную область и отображающие реальность.

Библиографический список

1. Буч Г., Рамбо Д., Якобсон И. Введение в UML от создателей языка. – 2-е изд.: пер. с англ. Н. Мухина. – М.: ДМК-Пресс, 2015. – 496 с.
2. Волк В.К. Базы данных. Проектирование, программирование, управление и администрирование: учебник. – СПб.: Лань, 2020. – 244 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/126933> (дата обращения: 16.05.2022).
3. ГОСТ 34.320-96. Информационные технологии. Система стандартов по базам данных. Концепции и терминология для концептуальной схемы и информационной базы: дата введения 2001-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200017661> (дата обращения: 21.05.2022).

Сведения об авторах

Касимов Данил Василевич – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. РИС-18-16, г. Пермь, e-mail: danil.kas2000@gmail.com

Щапов Владислав Алексеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: phprus@gmail.com

А.К. Кирпа

ИССЛЕДОВАНИЕ ВНЕДРЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

В статье описываются причины использования лабораторных информационных систем, их возможности и результаты от внедрения. Была представлена схема информационных систем для лабораторных испытаний продукции. В данной статье показано, что ЛИС направлена на автоматизацию деятельности лаборатории различных отраслей промышленности с учетом ее потребностей. Были выделены основные задачи ЛИС, которые показывают, что это многофункциональная информационная система, имеющая влияние на всю деятельность лаборатории за счет решения многообразных задач, стоящих перед лабораториями и их специалистами, как основными пользователями системы. Были описаны результаты внедрения ЛИС, которые показывают, что это показатель компетентности и качества лаборатории, увеличивающий конкурентоспособность.

Ключевые слова: лабораторная информационная система, испытания, лаборатория, продукция.

A.K. Kirpa

STUDY OF THE IMPLEMENTATION OF THE LABORATORY INFORMATION SYSTEM

This article discusses the reasons for using laboratory information systems, their capabilities and results from the use. A diagram of information systems for laboratory testing of products was presented. This article emphasizes that the LIS is aimed at automating the activities of the laboratory of various industries, taking into account its needs. The main tasks of the LIS were identified, which show that it is a multifunctional information system that has an impact on all laboratory activities by solving the diverse tasks facing laboratories and their specialists as the main users of the system. The results of the introduction of LIS have been described, which show that it is an indicator of the competence and quality of the laboratory, increasing competitiveness.

Keywords: laboratory information system, tests, laboratory, products.

Продукция подавляющего большинства предприятий обязана соответствовать разнообразным стандартам. Для подтверждения соответствия законодательно установленным нормам предусмотрена процедура сертификации продукции и услуг, которая позволяет оценить безопасность и качество производимого товара и услуг. Процедура сертификации проходит в несколько последовательных этапов.

Одним из этапов являются испытания продукции при сертификации и декларировании.

Согласно Национальному стандарту РФ ГОСТ Р 58973-2020 «Оценка соответствия. Правила к оформлению протоколов испытаний», протокол испытаний – это документ, содержащий необходимые сведения об объекте испытаний, применяемых методах, средствах и при необходимости – условиях испытаний, результатах испытаний, оформленный в установленном порядке [1].

Протоколы испытаний на любой вид товара проводятся для определения достоверных данных о свойствах продукции и оформляются в четком соответствии с нормативными документами. Для этого проводятся исследования по определенным интересующим свойствам продукта. Разные виды испытаний исследуют разные характеристики товара. Протокол испытаний подтверждает качество и безопасность продукции.

На предприятиях существуют специальные службы, которые осуществляют тщательную проверку продукции. Такие службы определяют, соответствует ли качество товара действующим стандартам и другим нормативным документам. Для эффективной деятельности лабораторий необходимо грамотное управление информацией, которая обеспечивает стабильность функционирования лабораторий.

Структура информационной системы для испытаний продукции наглядно представлена на рис. 1.



Рис. 1. Схема информационных систем для лабораторных испытаний

Лабораторная информационная система (ЛИС) – это информационная управляющая система, созданная специально для автоматизации деятельности лаборатории [2]. Так, ЛИС, представляющая собой ком-

плексную автоматизированную систему менеджмента качества, предлагается в качестве решения проблемы информационной системы в сфере лабораторных испытаний.

От внедрения ЛИС как лаборатория, так и предприятие в целом получают положительные результаты, так как информационная система реализована с учетом требований конкретной лаборатории.

Выделены следующие основные причины использования ЛИС:

- повышение качества и эффективности работы;
- желание заказчика хранить всю необходимую информацию по качеству продукции в единой системе и в едином формате;
- потребность в достоверной и актуальной информации о качестве продукции;
- высокая вероятность возникновения ошибок при ручных вычислениях;
- существенное сокращение бумажной ручной работы, которая очень неудобна при поиске нужной информации и к тому же занимает много времени.

ЛИС позволяет решать многочисленные задачи, выделены основные из них:

- централизация и унификация. подразумевает единое пространство и единый формат для всех пользователей системы и вносимых данных;
- организация и управление. система позволяет планировать работы, вести учет ресурсов;
- учет и статистика. Система позволяет хранить многочисленную информацию по образцам, испытаниям и прочим объектам;
- аналитика. исследование материала, обработка данных системы;
- интеграция. Задачи для обмена информацией с внешними системами.

Главными пользователями системы являются работники лаборатории, именно на них по большей части ориентируется система. Персонал лаборатории не обязан владеть профессионально компьютером, поэтому интерфейс системы должен быть достаточно простым и понятным. Для достижения этого регистрация образцов и другие разнообразные операции с данными, такие как изменение и удаление, должны основываться по большей части на выборе нужного поля из списка таблицы или элемента формы. Также с помощью выбора необходимой инфор-

мации из соответствующих списков при заполнении сокращается число ошибок при регистрации объектов.

Образцы регистрируются в системе по универсальным шаблонам. Вводимая информация должна однозначно характеризовать образец. Для этого сами шаблоны смоделированы таким образом, чтобы каждая запись была уникальна, например, шаблон с полями номер, номенклатура, дата, исполнитель, отдел. Для гарантированной уникальной записи система автоматически генерирует по нарастанию и присваивает новому объекту код.

Как при разработке, так и при внедрении ЛИС основополагающими требованиями являются повышение эффективности и качества работы лаборатории.

Выделены следующие результаты внедрения ЛИС:

- централизация данных. Если и не вся, то большая часть необходимых данных расположена в единой системе, с которой работают сотрудники. Это особенно важный момент, который позволяет согласованно работать разным подразделениям, объединяя работу предприятия;

- унификация хранимых данных. Благодаря шаблонному заполнению системы данные представлены в едином формате, с едиными методиками для всех сотрудников предприятия;

- отслеживание имеющихся ресурсов с их местоположением и количеством;

- эффективное использование времени за счет сокращения в несколько раз временных затрат, которые были при вычислениях, выполняемых человеком, и при поиске необходимой информации;

- повышение качества работы лаборатории и предприятия в целом за счет уменьшения риска возникновения ошибок при вычислениях. Вычисления, выполненные компьютером, являются более точными и надежными, чем те, которые выполнены человеком;

- автоматическое генерирование большинства типовых отчетов, с помощью которых анализируются и просматриваются необходимые данные;

- снижение использования в бумажном виде за счет электронного ведения учета данных;

- сокращение нагрузки на сотрудников без потери качества управления.

Таким образом, главным объектом, центром системы управления качеством продукции предприятия является информационная система,

а если говорить об испытаниях – это ЛИС. Это решения, которые позволяют в несколько раз повысить эффективность деятельности лаборатории и конкурентоспособность предприятия на рынке. Исходя из этого можно сделать предположение, что использование ЛИС – показатель компетентности, почти гарант качества лаборатории.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 58973-2020. Оценка соответствия. Правила к оформлению протоколов испытаний (утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 августа 2020 г. № 563-ст).

2. Гусев А.В., Новицкий Р.Э. Обзор отечественных лабораторных информационных систем // Врач и информационные технологии. – 2008. № 2. – С. 24–32.

Сведения об авторе

Кирпа Анна Константиновна – студентка Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АСУ-18-16, г. Пермь, e-mail: akirpa@oxtron.ru

Д.А. Ковыляев, Е.Ю. Данилова

СРАВНЕНИЕ ЭВРИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ МОДЕЛИ ЕДИНИЧНЫХ КОНСТАНТНЫХ ОТКАЗОВ ПЛИС

В статье производится сравнение трёх эвристических методов: генетического алгоритма, муравьиного алгоритма и метода отжига – для решения задачи нахождения диагностической последовательности для модели единичных константных отказов входов ПЛИС. Проведено тестирование полученных алгоритмов, приведено сравнение результатов. Сделаны выводы об эффективности алгоритмов в применении к данной задаче.

Ключевые слова: ПЛИС, константные отказы, генетический алгоритм, муравьиный алгоритм, метод отжига.

D.A. Kovylyayev, E.Y. Danilova

COMPARISON OF HEURISTIC METHODS FOR CONSTRUCTING A DIAGNOSTIC SEQUENCE FOR A MODEL OF SINGLE CONSTANT FAILURES OF FPGA

This article compares three heuristic methods: genetic algorithm, ant colony optimization, and annealing method to solve the problem of finding a diagnostic sequence for the model of single constant failures of FPGA inputs. The obtained algorithms have been tested and the results have been compared. Conclusions are drawn on the efficiency of the algorithms as applied to this problem.

Keywords: FPGA, constant failures, genetic algorithm, ant colony optimization, annealing.

Введение. ПЛИС – программируемая логическая интегральная схема, содержащая большое количество логических элементов. При этом разработчику необходимо самому определять взаимосвязи, назначение выводов и пути прохождения сигналов [1].

Большой плюс ПЛИС – исключительно гибкая архитектура и быстрое действие электронной схемы [1]. Диагностирование ПЛИС – нахождение места возникновения и вида отказа [2]. Отказ – это нарушение работоспособности элемента, при котором элемент перестаёт выполнять целиком или частично свои функции, иначе говоря, произошёл сбой в работе.

Отказ ПЛИС может быть единичным константным отказом, замыканием соседних входов и др. [3]. Задача нахождения константных от-

казов изучается в этой работе. Для диагностирования константного отказа необходимо построить диагностическую последовательность. Но задача её построения может быть решена точно только при помощи полного перебора, что требует значительного времени. Именно поэтому для решения этой задачи применяются различные эвристические методы. В работе рассмотрены генетический алгоритм (ГА), метод отжига и муравьиный алгоритм.

Генетический алгоритм. ГА подробно описан в [4]. В описанном генетическом алгоритме используется двухуровневое кодирование. Если каждый входной набор функции представить в виде двоичного числа и перевести в десятичную систему счисления, то первый уровень кодирования можно представить как набор десятичных целых чисел от 0 до $2^n - 1$, где n – число аргументов исходной функции.

Пусть $p = 2^n$ – количество входных наборов, где n – количество входов функции; $a_0, a_1, \dots, a_l$ – код первого уровня особи; $b_0, b_1, \dots, b_l$ – код второго уровня особи; $m_0, m_1, \dots, m_{2^n-1}$ – промежуточная последовательность M , где $m_k = k$, $k = 0, \dots, 2^n - 1$.

Код второго уровня строится следующим образом: сначала выбирается очередной элемент первичного кода a_i , затем находится его порядковый номер (начиная с 0) в последовательности M и записывается в элемент кода второго уровня b_i . Число a_i удаляется из M . Это продолжается пока все элементы не будут переведены в код второго уровня.

Фитнесс-функция вычисляется по формуле (1)

$$f_f = \sum_{i=0}^{h-1} 2^{c_i-1} + (2n + 1 - h), \quad (1)$$

где $c_0, c_1, \dots, c_h$ – количество повторов каждой уникальной вырезки, h – количество уникальных вырезок, а вырезка – это последовательность бит длины l , результат последовательной подачи на вход входных наборов диагностической последовательности.

Также для перебора длин используется внешний цикл.

Метод отжига. В качестве реализации алгоритма отжига была использована библиотека python scipy [5] без использования локального поиска. На рисунке представлена схема работы программы, тестирующей метод отжига. Поиск диагностической последовательности происходит схожим с ГА внешним циклом, перебирающим длины последовательно-

стей l . Механизм отжига занимается оптимизацией функции, вычисляемой по (1). При этом алгоритму необходимо на вход подавать границы для каждого значения элемента диагностической последовательности.

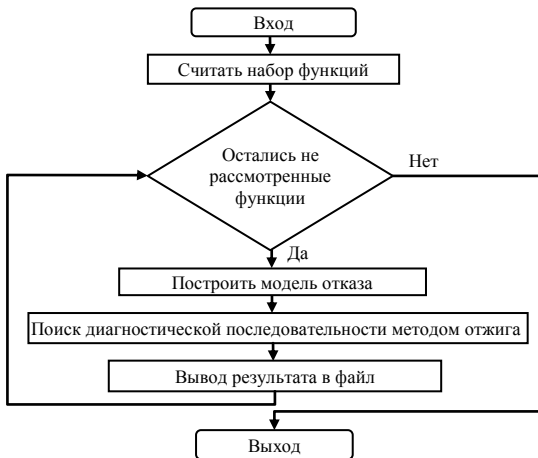


Рис. Схема работы программы тестирования метода отжига

Диагностическая последовательность закодирована, аналогично второму уровню кодирования в ГА. Таким образом массив, хранящий интервалы значений элементов диагностической последовательности, строится следующим образом: пусть x_{L_i} – левая граница i -го интервала в массиве, x_{R_i} – правая граница этого же интервала. Тогда через формулы (2) и (3) можно вычислить данные величины:

$$x_{L_i} = 0, i \in \forall; \quad (2)$$

$$\begin{cases} x_{R_0} = 2^n - 1, & i = 0; \\ x_{R_i} = x_{R_{i-1}} - 1, & i \in [1, l]; \end{cases} \quad (3)$$

где l – длина диагностической последовательности, n – количество входов исходной функции.

Приведём пример: для $n = 4, l = 3$ массив будет состоять из следующих диапазонов:

$$[0, 15], [0, 14], [0, 13]. \quad (4)$$

При этом код диагностической последовательности может быть: (0,0,0), (15,14,13) и т.д. Это необходимо, так как в процессе алгоритма отжига случайным образом генерируются данные последовательности.

Также алгоритм поиска останавливается, когда достигнуто решение необходимой длины, либо когда достигнут максимум итераций глобального поиска, равного 250.

Муравьиный алгоритм. Муравьиный алгоритм построен на выкладках [6]. В статье рассматривается алгоритм для решения задачи коммивояжёра, в которой муравей во время поиска решения проходит от одной вершины к другой в зависимости от количества феромона на смежных рёбрах.

В реализованном алгоритме муравей собирает множество входных наборов необходимой функции в ПЛИС – диагностическую последовательность. Однако каждый входной набор имеет равную ценность – параметр, как и длина пути в алгоритме коммивояжёра, на основании которого с учётом феромонов происходит выбор следующего набора. Поэтому ценность набора примем за единицу (алгоритм лишён жадной эвристики). Таким образом, выбор набора основан только на количестве феромонов. Однако ценность всей диагностической последовательности можно определить по формуле (1).

Пусть $\Delta\tau_{i,k}(t)$ – изменение феромона для входного набора i муравьём k к моменту времени t , тогда:

$$\Delta\tau_{i,k}(t) = \frac{Q}{L_k(t)}, \quad (5)$$

где Q – параметр, имеющий значение порядка фитнес функции для оптимальной диагностической последовательности; тогда формула (6) позволяет определить значение ценности всего набора:

$$L_k(t) = f_f(T_k(t)). \quad (6)$$

В алгоритм также введены «элитные» муравьи, которые усиливают те входные наборы, которые были найдены с начала работы алгоритма [5].

В сравнение также вошёл вариант алгоритма, в котором определена жадная составляющая при выборе набора следующим образом:

$$d_j = \frac{1}{\left(\left|\frac{(2n+1)}{2} - u_j\right| + 1\right)^{\left|\frac{(2n+1)}{2} - u_j\right| + 1}}, \quad (7)$$

где d_j – эвристическое расстояние для j набора, n – количество входов в функции ПЛИС, u_j – количество функций модели константного отказа, для которых результат подачи на вход набора j равен логической единице.

Сравнение. В табл. 1 представлены фрагменты результатов для функций 2 и 6, задающихся векторами (00000111011000010110110001001000) и (01010100010000101010110011011000) соответственно.

Таблица 1

Фрагмент результатов запуска ГА для функций 2 и 6

№ п/п	Процент лучшего результата	Процент след. результата	Процент остальных	M[l]	Процент лучшего результата	Процент след. результата	Процент остальных	M[l]
	ГА				Метод отжига			
2	43,0	56,0	1,0	4,6	31,0	69,0	0,0	4,7
6	0,0	74,0	26,0	5,3	0,0	41,0	59,0	5,6
	Муравьиный алгоритм (1)				Муравьиный алгоритм (2)			
2	42,0	58,0	0,0	4,6	93,0	7,0	0,0	4,1
6	0,0	52,0	48,0	5,5	0,0	69,0	31,0	5,3

Все алгоритмы тестировались на множестве из 100 функций 5 аргументов. Для каждой функции методы запускались 100 раз. При этом $l_{\min} = \lfloor \log_2(2n + 1) \rfloor = 4$ – длина наиболее короткой диагностической последовательности (лучший результат) для заданного количества аргументов $n = 5$; $M[l]$ – математическое ожидание длины диагностической последовательности.

В табл. 2 представлены результаты запусков алгоритмов. Метод отжига: среднее время на функцию выше, чем в ГА на 795 %. При этом полученная длина диагностической последовательности больше на 4 %, чем ГА. Первая версия муравьиного алгоритма работает на 20 % дольше ГА, при этом длина диагностической последовательности больше на 2 %.

Таблица 2

Результаты

Результат тестов	Среднее время на функцию (с)	M[l]
ГА	0,00804	5,009
Метод отжига	0,06390	5,213
Муравьиный алгоритм (1)	0,00967	5,118
Муравьиный алгоритм (2)	0,01113	4,805

Вторая версия муравьиного алгоритма работает на 38 % дольше ГА, при этом длина диагностической последовательности меньше на 4 %.

Заключение. Алгоритм имитации отжига можно применять для нахождения диагностической последовательности. Однако средняя длина выше на 4 %, чем полученная при помощи ГА, а время работы выше в среднем на 795 %, поэтому целесообразней использовать ГА.

Муравьиный алгоритм показал отличные результаты. Уменьшение длины диагностической последовательности на 4 % для второго варианта относительно ГА. Так, можно предположить, что муравьиные алгоритмы хорошо подходят для решения задачи нахождения диагностической последовательности, однако требуется более качественно определить и изучить эвристическое расстояние, используемое муравьём во время составления диагностической последовательности.

Библиографический список

1. Что такое ПЛИС и с чего начать изучение FPGA Altera [Электронный ресурс] // Электроника-РА. – URL: <https://el-ra.ru/articles/izucheniye-fpga-altera/> (дата обращения: 29.05.2022).

2. Гордилов А.Ю. Генетический алгоритм диагностирования цифровых устройств // Вестник ПНИПУ. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2013. – № 7.

3. Генетический алгоритм для построения диагностической последовательности при диагностировании замыканий входов ПЛИС // Автоматизированные системы управления и информационные технологии. – 2019. – С. 150–155.

4. Danilova E.Y., Kovylyaev D.A., Gorodilov A.Y. Advanced Genetic Algorithm for the Embedded FPGA Logic Diagnostic // International Conference on Information and Digital Technologies 2021, IDT 2021, 2021. – P. 95–99.

5. Scipy.optimize.dual_annealing [Электронный ресурс] // SciPy documentation. – URL: https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/generated/scipy.optimize.dual_annealing.html. (дата обращения: 25.04.2022).

6. Чураков М., Якушев А. Муравьиные алгоритмы [Электронный ресурс] // DEVELOPER'S LIFE. – URL: <https://blog.bullgare.com/wp-content/uploads/2019/05/aca.pdf>. (дата обращения: 29.05.2022).

Сведения об авторах

Ковыляев Дмитрий Андреевич – студент Пермского государственного национального исследовательского университета, гр. ПМИ-3,4 (2018), г. Пермь, e-mail: 354981@mail.ru

Данилова Екатерина Юрьевна – старший преподаватель кафедры «Математическое обеспечение вычислительных систем» Пермского государственного национального исследовательского университета, г. Пермь, e-mail: ket-eref@yandex.ru

В.С. Куликов

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНТЕЙНЕРИЗАЦИИ ДЛЯ РАЗВЕРТЫВАНИЯ ПРИЛОЖЕНИЙ

В статье рассмотрен способ развертывания приложений с помощью контейнеризации на примере платформы Docker.

Ключевые слова: виртуализация, контейнеризация, контейнер, Docker.

V.S. Kulikov

USING CONTAINERIZATION TO DEPLOY APPLICATIONS

This article discusses how to deploy applications using containerization using the Docker platform as an example.

Keywords: virtualization, containerization, container, Docker.

На сегодняшний день контейнеры являются очень популярным способом разворачивания приложений на серверах. Согласно опросу, проведенному IBM, 61 % опрошиваемых, использующих контейнеризацию, сообщили, что использовали контейнеры в 50 % приложений, разработанных за последние два года [1–3].

Контейнеризация – это компоновка приложения и всех необходимых для его запуска зависимостей в один исполняемый файл, контейнер, который работает одинаково в любой инфраструктуре. Контейнеры не включают в себя копию операционной системы, вместо этого на сервере устанавливается среда запуска контейнеров, с помощью которой контейнеры запускаются на операционной системе сервера. Схема работы контейнеров представлена на рисунке.

Данная особенность контейнеров делает их легковесными и позволяет им быстрее запускаться. Абстракция от операционной системы сервера также делает контейнеры переносимыми и работающими стабильно на любой платформе или в облаке.

К основным недостаткам контейнеризации можно отнести следующие пункты:

– сложность сохранения данных. Исходя из дизайна контейнеров, вся информация уничтожается вместе с контейнером при его остановке, если ее перед этим не сохранить;

- сложность настройки сети;
- поддержка приложений с пользовательским интерфейсом не гарантируется на всех платформах и будет зависеть от специфических условий.



Рис. Схема работы контейнеров

Docker Engine – среда запуска контейнеров, которая включает в себя следующие компоненты:

- процесс, который управляет контейнерами – `dockerd`;
- интерфейс взаимодействия с процессом `dockerd`;
- клиентский интерфейс командной строки, `docker`, который использует интерфейс взаимодействия с процессом `dockerd` для работы с контейнерами.

Наиболее важными объектами в экосистеме Docker являются образы и контейнеры. Образ – это доступный только для чтения шаблон с инструкциями для создания контейнеров.

Образ может быть построен на основе других образов. Например, для Java-приложения образ может быть построен на основе Java Development Kit, так как он необходим для запуска Java-приложений. Контейнер – это исполняемый экземпляр образа. Контейнер определяется его образом, а также дополнительными настройками, которые указываются при его создании.

В качестве примера приведена контейнеризация простого приложения, написанного на языке Kotlin, которое выводит в консоль строку «Hello from Docker!».

Для создания образа приложения необходимо создать специальный файл с инструкциями – Dockerfile. Текст созданного Dockerfile приведен в листинге 1.

Листинг 1 – Dockerfile

```
FROM openjdk:11
ARG JAR_FILE=build/libs/*.jar
COPY ${JAR_FILE} app.jar
ENTRYPOINT ["java", "-jar", "/app.jar"]
```

Так как для запуска приложения необходим Java Development Kit, образ создан на основе OpenJDK 11.

Команда для создания образа приведена в листинге 2.

Листинг 2 – команда для создания образа

```
docker build -f Dockerfile -t hello-from-docker:latest
```

В данной команде присутствуют следующие инструкции:

- f – указывает путь к Dockerfile. Можно опустить, если команда вызывается из той же директории, где находится Dockerfile;

- t – указывает наименование образа, а также его версию. В данном случае версия latest;

- точка в конце указывает на контекст для сборки. В данном случае контекстом является текущая директория.

Создание контейнера и результат его работы приведены в листинге 3.

Листинг 3 – Создание контейнера и результат его работы

```
docker run --name docker-test hello-from-docker
Hello from Docker!
```

При создании контейнера указывается образ, на основе которого он должен быть создан, а также опционально можно указать его имя, указать переменные окружения и сконфигурировать другие детали.

Таким образом был создан контейнер простого Java-приложения, который может быть запущен на любой системе с помощью платформы Docker. Стоит отметить, что контейнеризация не является универсальным решением и необходимо использовать данный инструмент лишь при необходимости.

Библиографический список

1. Containers in the enterprise. Rapid enterprise adoption continues, IBM [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ibm.com/downloads/cas/VG8KRPRM> (дата обращения: 25.05.2022).
2. Docker Engine overview [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.docker.com/engine/> (дата обращения: 26.05.2022).
3. Кочер П.С. Микросервисы и контейнеры Docker / пер. с англ. А.Н. Киселева. – М.: ДМК Пресс, 2019. – 240 с.

Сведения об авторе

Куликов Вадим Станиславович – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. РИС-18-16, г. Пермь, e-mail: kulikov.vs97@mail.ru

А.Б. Федоров, В.А. Куракин

РАЗРАБОТКА МАТРИЧНОГО ДИСПЛЕЯ НА АДРЕСНЫХ СВЕТОДИОДАХ

В статье представлена разработка матричного дисплея на адресных светодиодах. Проанализированы преимущества последовательного и параллельного соединения светодиодных лент. Основными компонентами дисплея являются стеклотекстолит, отрезки светодиодной ленты, соединенные проводами, решетка для формирования пикселей, светорассеиватель. Продемонстрирован внешний вид дисплея.

Ключевые слова: матричный дисплей, адресный светодиод, светодиодная лента.

A.B. Fedorov, V.A. Kurakin

DEVELOPMENT OF A MATRIX DISPLAY ON ADDRESSABLE LEDs

In this article presents the development of a matrix display on addressable LEDs. The advantages of serial and parallel connection of LED strips are analyzed. The main components of the display are glass-fiber laminate, pieces of LED strip connected by wires, a grid for forming pixels, and a light diffuser. The appearance of the display is demonstrated.

Keywords: matrix display, addressable LED, LED strip.

На сегодняшний день существует множество различных устройств вывода изображений, как больших, так и компактных дисплеев, с высоким и низким разрешением. В статье рассматривается разработка переносного матричного дисплея с низким разрешением, который можно использовать в личных, социальных или коммерческих целях, для игр с простой графикой, вывода текстовой и графической информации и прочих целей.

В основе разрабатываемого матричного дисплея лежат адресные RGB-светодиоды [1]. RGB-светодиод – это светодиод, состоящий из излучателей красного (red), зеленого (green) и синего (blue) цвета, собранных в одном корпусе. Адресный светодиод – это RGB-светодиод, дополненный контроллером, который может быть как внешним (WS2811), так и интегрированным в светодиод (WS2812). Корпус све-

одиода выполнен в виде SMD компонента 5050 для поверхностного монтажа.

Дисплей состоит из светодиодных лент, соединенных последовательно методом «зигзаг» (рис. 1, *а*) или параллельно (рис. 1, *б*).

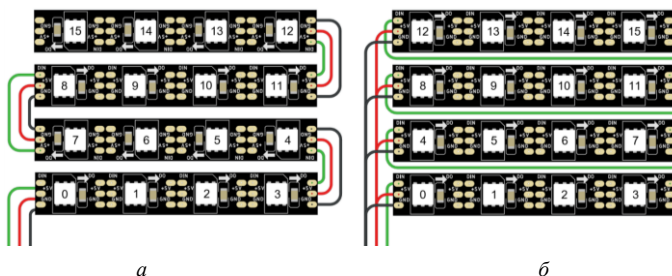


Рис. 1. Пример последовательного и параллельного соединений

Преимуществом последовательного соединения является меньшая длина проводов, а параллельного – меньшее количество точек пайки и более равномерное распределение нагрузки.

Корпус строится по принципу «слоеного пирога». На стеклотекстолит приклеиваются отрезки светодиодной ленты, которые в дальнейшем соединяются проводами (рис. 2).

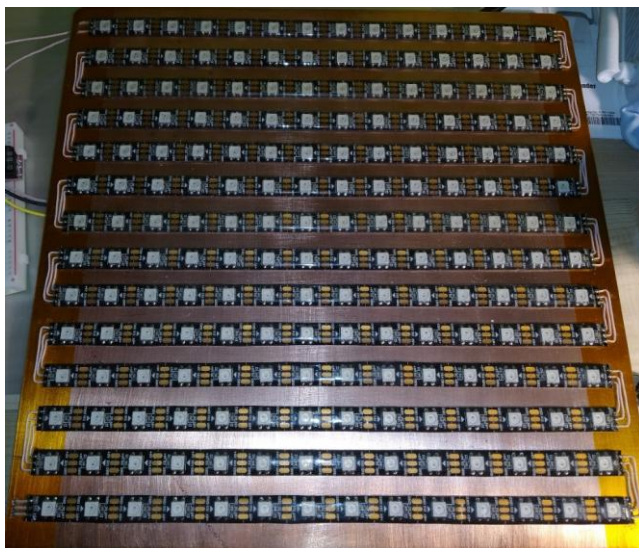


Рис. 2. Размещение отрезков светодиодной ленты на стеклотекстолите

Далее сверху размещается решетка с прямоугольными ячейками и вырезами под провода и светодиодную ленту. Решетка нужна для формирования отдельных пикселей формируемого изображения. Решетка изготавливается из пластика PLA методом FDM печати. В данном случае решетка состоит из 4 частей (из-за ограниченной области печати), а один из фрагментов решетки показан на рис. 3.

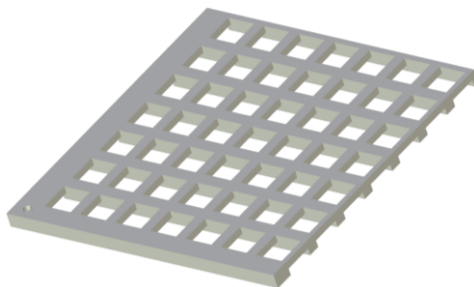


Рис. 3. Фрагмент 3D-модели решетки для матричного дисплея

Сверху конструкция накрывается светорассеивателем, в качестве которого может выступать полупрозрачный чёрный или белый поликарбонат толщиной 2–3 мм, внутренняя сторона которого дополнительно обрабатывается среднезернистой наждачной бумагой для усиления эффекта светорассеивания. Далее все слои скрепляются между собой винтами. Внешний вид собранной светодиодной матрицы представлен на рис. 4.



Рис. 4. Внешний вид светодиодной матрицы

Библиографический список

1. RGB-светодиоды: адресуемая светодиодная лента [Электронный ресурс]. – URL: <https://arduinoplus.ru/rgb-svetodiodi> (дата обращения: 30.05.2022).

Сведения об авторах

Федоров Андрей Борисович – старший преподаватель кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: pstufab@gmail.com

Куракин Владислав Александрович – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. ЭВТ-18-16, г. Пермь, e-mail: kuvlid@gmail.com

Д.С. Курушин, Д.Д. Курушина, Е.А. Хохрякова

О ВОЗМОЖНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ГРУПП ДО

В статье исследуется проблема малого общения родителей и детей. В современном мире дети очень загружены: учебной, выполнением домашних заданий, посещением различных секций, выполнением работы по дому, а иногда и помощью младшим братьям/сестрам. При выполнении всех этих дел у детей практически не остается времени на общение с кем-либо. Данную проблему также отмечают и родители. Они говорят о нехватке общения с собственными детьми. В качестве решения данной проблемы было предложено организовать совместные курсы для родителей и детей.

Ключевые слова: дополнительное образование, общение, совместные курсы.

D.S. Kurushin, D.D. Kurushina, E.A. Khokhryakova

ON THE POSSIBILITY OF ORGANIZING MIXED AGES GROUPS FOR SUPPLEMENTARY EDUCATION

In this article the problem of small communication between parents and children is explored. In the modern world, children are very busy: studying, doing homework, attending various sections, doing housework, and sometimes helping with younger brothers/sisters. When doing all these things, children have almost no time to communicate with anyone. This problem is also noted by parents. They talk about the lack of communication with their own children. As a solution to this problem, it is proposed to organize joint courses for parents and children.

Keywords: supplementary education, communication, joint courses.

В настоящее время очень остро ощущается проблема родителей, у которых все меньше свободного времени, и детей [1]. Современный ребенок – это человек, постоянно чем-то занятый: либо пребыванием в школе или кружках, либо выполнением домашней работы, либо перемещением себя из одного места в другое. Очень большой проблемой является невозможность полностью посвятить себя ребенку, так как современный родитель, в свою очередь, старается делать все возможное для обеспечения ребенка всем необходимым. В результате ему приходится много работать. В данной статье мы постараемся разобраться с вопросом актуальности данной темы, а также предложим вариант решения этой проблемы.

В сфере дополнительного образования (ДО) [2] было отмечено, что современные дети много занимаются самообразованием. В частности, посещают сразу несколько образовательных курсов. При этом их системы знаний отличаются большим разнообразием. Они получают разнообразные знания – от базовых категорий до областей науки. Многие ходят на занятия по языкам и точным наукам, а также посещают различные спортивные секции. Шахматы, робототехника, программирование – тоже популярные направления среди молодежи. Так что можно говорить, что нынешний век переживает своего рода расцвет образования.

В качестве подтверждения своих наблюдений нами было проведено анкетирование среди родителей образовательной организации ГБУ-ДО «Центр развития творчества и научно-технических инициатив детей и молодежи» Калининского района Санкт-Петербурга. На вопрос о количестве курсов, посещаемых детьми, было отвечено следующее: 14 % детей записано только на 1 курс, 64 % – на 2 курса, 8 % – на 3 курса и 14 % – на 4 курса и более. Если учитывать тот факт, что дополнительное образование, как правило, обязывает наличие 4 академических часов в неделю, то остро встает вопрос о количестве свободного времени у ребенка. По примерным подсчетам, у среднестатистического ребенка на школу, домашнее задание, курсы (предположим, что ребенок ходит на 2 кружка по 2 раза в неделю) и поездки уходит около 4400 минут в неделю. Если прибавить к этому времени сон, еду и хотя бы 2 часа в день на отдых, то в неделю у ребенка остается всего 2 часа на общение с кем-то. К тому же в данных подсчетах не учитываются шестидневные учебные недели и возможные репетиторы. Также для простоты подсчетов было решено, что домашнее задание по одному предмету занимает 40–45 минут, хотя в некоторых случаях нужно гораздо больше времени на качественное выполнение работы [3]. Плюс ко всему, многие дети разделяют работу по дому.

Частично наши предположения подтвердились с помощью того же опроса, в котором был вопрос: «Считаете ли Вы, что проводите недостаточно времени с Вашими детьми? Имеются в виду разговоры на отвлеченные темы, прогулки, совместное активное времяпрепровождение и т.д.». По собранным данным, 70 % родителей считают, что проводят недостаточно времени со своими детьми из-за отсутствия этого самого времени. Эта статистика показывает важность проблемы недостатка общения детей и родителей.

В качестве возможного решения данной проблемы можно предложить внедрение в систему образования совместных курсов для детей и родителей, на которые они бы ходили вместе. Данные курсы должны развивать, в первую очередь, soft-компетенции [4] учащихся: работа в команде, коммуникативные отношения, тайм-менеджмент, эмпатия, критическое мышление и т.д. Hard-компетенции [5] должны быть интегрированы в учебный процесс так, чтобы полученные навыки можно было применять в повседневной жизни. Как вариант, тематикой таких курсов может быть робототехника. На сегодняшний день робототехника – это очень популярное и перспективное направление [6]. Качественный курс по робототехнике объединяет в себе математику, физику, схемотехнику, мехатронику, программирование, гуманитарные науки, креативность и прочую полезную информацию [7]. В частности, на таких курсах нередко встречается проектная деятельность, которая помогает развивать такие навыки, как работа в команде, критическое мышление, умение искать информацию, управление временем и т.д. Еще один плюс данного направления – это возможность адаптации под любой возраст. Такие наборы, как LEGO [8], VEX, CoderZ и Kibo, позволяют воссоздать вариативность и индивидуальность в обучении. В результате любой ребенок и взрослый, вне зависимости от начальных знаний, может быть обеспечен той информацией, которая ему интересна.

В качестве заключения хочется отметить, что недостаток общения детей и родителей – это важная проблема, которую пытаются решить уже много поколений. В качестве возможного решения предлагается воплотить идею объединенного курса, в котором каждый бы получал полезные навыки, которые можно было бы применять в обычной жизни. К тому же совместное посещение курса может положительно повлиять на отношения в семье.

Библиографический список

1. Белоусова И.В. К проблемам современного образования // Проблемы современного педагогического образования. – 2020. – № 69–4.
2. Ариффулина Р.У., Беляева Т.К., Белогорская Л.В. Воспитательный потенциал педагогического кванториума в системе допрофессионального образования // Проблемы современного педагогического образования. – 2021. – № 72–3.

3. Время на выполнение домашнего задания. Date Views. – URL: examen.ru/add/manual/materialyi-dlya-shkolnikov/vremja-na-vypolnenie-domashnego-zadaniia/ (дата обращения: 15.03.2022).

4. Цаликова И.К., Пахотина С.В. Научные исследования по вопросам формирования soft skills (обзор данных в международных базах Scopus, Web of Science) // Образование и наука. – 2019. – № 8.

5. Яшин Н.С., Казнина К.А., Калинина Д.М. Цифровизация и вызовы системы образования: решение кейсов как инструмент развития практических навыков и компетенций // Вестник Саратов. гос. социально-экономического ун-та. – 2019. – № 3 (77).

6. Шабалин К.В. Возможности образовательной робототехники для формирования креативных способностей обучающихся (на основе анализа российского и зарубежного опыта) // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Философия. Психология. Педагогика. – 2019. – № 3.

7. Лазарев М.В. Проектирование содержания курса робототехники в учреждениях дополнительного образования // Ярославский педагогический вестник. – 2013. – № 3.

8. Донских С.А., Семин В.Н., Шереверова Л.Н. Изучение робототехники в учреждениях дополнительного образования // Вестник Таганрогского института им. А.П. Чехова. – 2021. – № 1.

Сведения об авторах

Курушин Даниил Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: daniel@kurushin-perm.ru

Курушина Дарья Даниловна – магистрант института информационных технологий и технологического образования Российского государственного педагогического университета имени А.И. Герцена, гр. 10м-ПО_РОБ, г. Санкт-Петербург, e-mail: dasha.kurushina@gmail.com

Хохрякова Елизавета Андреевна – студентка Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: elizaveta-kireeva@yandex.ru

К.А. Кылосова, Л.Ю. Прозорова

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ПОВЫШЕНИЯ МОТИВАЦИИ СОТРУДНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ

В статье описан процесс разработки модели повышения мотивации путем внедрения системы поощрения сотрудников предприятия. Приведены результаты анализа и оценка существующих методов мотивации сотрудников по выбранным критериям. Разработаны требования и показатели мотивационной модели. Разработана методика расчета поощрения сотрудников предприятия.

Ключевые слова: мотивация, KPI, эффективность, значимость, показатель, мотивационная модель.

K.A. Kylosova, L.Yu. Prozorova

DEVELOPMENT OF A MODEL TO INCREASE THE MOTIVATION OF EMPLOYEES OF THE ENTERPRISE

The article describes the process of developing a model for increasing motivation by introducing a reward system for employees of an enterprise. The results of the analysis and evaluation of existing methods of motivating employees according to the selected criteria are presented. The requirements and indicators of the motivational model have been developed. A methodology for calculating the incentives for employees of the enterprise has been developed.

Keywords: motivation, KPI, effectiveness, importance, index, mathematical model.

Эффективная работа каждого предприятия напрямую зависит от качества работы его сотрудников. В связи с этим выбор наиболее эффективного метода мотивации работников является одним из важных аспектов всей деятельности предприятия, особенно управления персоналом. В данной статье приводится обоснование выбора методов и модели мотивации персонала современным предприятием.

Целеустремленный персонал является залогом успешной работы и развития предприятия в направлении наиболее полной реализации его стратегии и повышения конкурентоспособности.

Нахождение оптимального соотношения нематериального и материального мотивирования персонала и разработка соответствующей стратегии системы стимулов, побуждающих каждого отдельного сотрудника работать с большей отдачей, является одной из наиболее сложных и трудоемких задач управления персоналом предприятия.

Наиболее быстрое и полное достижение целей организации, а также лояльность и эффективность работы сотрудников напрямую зависят от выбранной системы мотивирования. Исходя из вышесказанного, исследование различных подходов и методов мотивации персонала позволяет компании разработать оптимальную систему мотивирования и осуществлять ее регулярное совершенствование.

Также можно отметить, что не всегда интеллект и способности человека позволяют ему быть эффективным и лучшим в коллективе, — иногда менее одарённый, но мотивированный человек может быть полезнее для коллектива и предприятия в целом.

Для нахождения оптимального метода мотивации сотрудников был проведен сравнительный анализ существующих моделей и методов мотивации персонала, таких как геймификация [1], интегральная модель оценки [2], количественная оценка эффективности [3], компенсаторная система мотивации [4], ключевой индикатор выполнения [5].

Проанализировав преимущества и недостатки методов и моделей, пришли к выводу, что лучше других подходит метод ключевого индикатора выполнения (KPI). Необходимо отметить, что выбранный метод подходит лучше всего для стимулирования сотрудников по уровню мотивирования, однако не ко всем работникам справедливо применять систему KPI, так как выбранные параметры эффективности ограничены и не могут показывать ситуацию в полной мере. Некоторые сотрудники могут быть эффективны за пределами имеющихся показателей, но приносить пользу компании. Также в данном методе не предусмотрено выделение лучших сотрудников и, соответственно, повышенные выплаты.

В результате были разработаны следующие требования к системе мотивации сотрудников:

1. Выделение лучших сотрудников с выплатой повышенной премии.
2. Общее выполнение плана должно влиять на расчет премии.
3. Размер вознаграждения работника должен рассчитываться на основе объективной оценки результатов его труда.
4. Работник информирован о том, какое вознаграждение он получит в зависимости от результатов своего труда.
5. Вознаграждение должно соответствовать трудовому вкладу каждого работника в результат деятельности всего коллектива, его опыту и уровню квалификации.
6. Вознаграждение должно быть значимым для сотрудника.

7. Правила определения вознаграждения должны быть четкими и понятными для каждого сотрудника предприятия, кроме того, быть справедливыми и для сотрудника, и для предприятия.

Для определения размера премий и поощрений необходима система оценки эффективности. Для чего и был выбран метод ключевого индикатора выполнения (KPI).

Система KPI позволяет оценить степень значимости сотрудника за счёт наличия системы мер, конвертирующих проделанную работу в цифровой эквивалент. Показатели системы характеризуют вклад сотрудника в общую выручку компании, и, в зависимости от величины вклада сотрудника, можно рассчитать размер премии или поощрения.

Было проведено анкетирование экспертов в области мотивирования персонала для выявления показателей эффективности сотрудников и определена значимость показателей по стандартной формуле

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n i}{\sum \sum_{i=1}^n i}. \quad (1)$$

Выявленные показатели и их значимость представлены в таблице.

Выявленные показатели и их значимость

Показатели	Эксперты						Сумма	Нормализация/ значение	Ранг
	1	2	3	4	5	6			
Отработанное время	3	5	4	2	3	3	20	0,12	3
Соблюдение ЗОЖ	4	3	2	1	2	1	13	0,08	7
Качественное замещение отсутствующего сотрудника	2	4	3	4	2	3	18	0,11	4
Участие в мероприятиях предприятия	2	3	1	2	3	4	15	0,09	6
Исполнительность	9	8	8	8	8	9	50	0,30	1
Качество выполняемых работ	6	7	5	6	6	4	34	0,20	2
Срок выполнения работ	2	4	2	2	4	2	16	0,10	5
Итого:							166		

Используем расчет ежемесячных премий для сотрудников из работы [5]:

$$EP = B \cdot ПБО \cdot \sum (Ki \cdot Pi), \quad (2)$$

где Б – должностной оклад по тарифной сетке; ПБО – % от должностного оклада по тарифной сетке. Константа, характеризующая соотношение переменной и постоянной частей мотивации; i – количество коэффициентов КРІ, которые используются при оценке работы сотрудника; K_i – процент выполнения, соответствующего КРІ; P_i – удельный вес соответствующего КРІ.

В формуле (2) есть не подходящая под требования составляющая – ПБО, заменим ее на общее выполнение плана (ОВП) и получим формулу следующего вида:

$$\text{ЕП} = \text{Б} \cdot (\text{ОВП} + \sum K_i \cdot P_i). \quad (3)$$

Для начисления ежемесячной премии лучшим сотрудникам отдела/департамента введем еще один дополнительный коэффициент – Д:

$$\text{ЕП2} = \text{Б} \cdot (\text{ОВП} + \text{Д} + \sum K_i \cdot P_i). \quad (4)$$

Для нахождения лучших (более эффективных) сотрудников применим многокритериальный метод анализа решений – TOPSIS, который допускает компромиссный подход к различным критериям, когда низкий результат по одному критерию может быть компенсирован высоким результатом по другому критерию.

Алгоритм метода описан следующими шагами:

1. Создать матрицу оценок, состоящую из m альтернатив (в данном случае сотрудников) и n критериев, со значениями оценок в пересечениях альтернатив и критериев x_{ij} ; $i = 1, \dots, m$; $j = 1, \dots, n$.

2. Нормализовать матрицу из значений x_{ij} и получить матрицу R , состоящую из элементов r_{ij} , вычисляемых по формуле

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m x_{kj}^2}}, \forall i, j. \quad (5)$$

3. Вычислить взвешенную нормализованную матрицу решений:

$$t_{ij} = r_{ij} \cdot w_j, \quad \forall i, j. \quad (6)$$

4. Определить лучшую (A^+) альтернативу:

$$A^+ = \{(\min(t_{ij}) \mid j \in J^-), (\max(t_{ij}) \mid j \in J^+)\} \equiv t_j^-, \forall j/, \quad (7)$$

где J^- – множество индикаторов, увеличение значений которых несет отрицательный результат; J^+ – множество индикаторов, увеличение значений которых несет позитивный результат.

5. Вычислить евклидово расстояние для i -й альтернативы с худшим решением A^- :

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (t_{ij} - t_j^-)^2}, \forall i, \quad (8)$$

и с лучшим решением A^+ :

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (t_{ij} - t_j^+)^2}, \forall i, \quad (9)$$

где d_i^- – и d_i^+ – евклидовы расстояния до худшего и лучшего решений

$$s_i^- = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+} \quad \text{или} \quad s_i^+ = \frac{d_i^+}{d_i^- + d_i^+}. \quad (10)$$

6. Рассчитать близость к лучшему или худшему состоянию.

7. Ранжировать альтернативы по значениям s_i^- или s_i^+ , $\forall i$ [7].

В представленной статье был обоснован выбор базового метода поощрения сотрудников предприятия, разработаны требования к системе мотивации сотрудников. На основе выдвинутых требований была построена математическая модель системы мотивации предприятия. В разработанной модели применены общие показатели эффективности для сотрудников предприятия. Следующим шагом внедрения разработанной модели будет конкретизация показателей с учетом особенностей производственных подразделений предприятия.

Библиографический список

1. Омарова Н.О., Исмаилова И.М. CRM-система как инструмент мотивации персонала // Экономика и предпринимательство. – 2021. – № 6(131). – С. 1250–1254.

2. Чернышева Т.Ю., Стриженко К.В. Модели поощрений сотрудников организаций // Современные технологии принятия решений в цифровой экономике: сб. тр. Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, 15–17 ноября 2018 г., г. Юрга. – Томск: Изд-во ТПУ, 2018. – С. 163–165.

3. Ажмухамедов А.И., Проталинский О.М. Математическая модель мотивационного управления персоналом // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Серия: Управление, вычисл. техн. информ. – 2016. – № 2. – С. 50–59.

4. Бурков В.Н., Коргин Н.А., Новиков Д.А. Введение в теорию управления организационными системами / Под ред. чл.-корр. РАН Д.А. Новикова. – М.: Либроком, 2009. – 265 с.

5. Коптаева К.В. Возможности применения системы КРІ для мотивации персонала // Основы экономики, управления и права. – 2014. – №4 (16). – С. 128–131.

6. Демидовский А.В. Сравнительный анализ методов многокритериального принятия решений: ELECTRE, TOPSIS и ML-LDM // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. – 2020. – № 1. – С. 234–237.

7. Мыльников Л.А. Управление проектами и системами в условиях цифровой экономики. – Пермь: Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, 2021. – 130 с.

Сведения об авторах

Кылосова Ксения Алексеевна – студентка Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АСУ5-21-1м, г. Пермь, e-mail: kylosova.k.a@mail.ru

Прозорова Любовь Юрьевна – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: ljur@mail.ru

В.С. Максимцов, А.А. Широков

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ КОЛЛЕКТИВНОЙ РАЗРАБОТКИ

В статье дано обоснование необходимости совершенствования методики тестирования программного обеспечения для снижения затрат и времени на его разработку. Кроме того, растёт уровень сложности их создания. В связи с этим качество таких приложений во многом зависит от среды системы, в которой они разрабатываются, и людей, которые участвуют в процессе их создания. Исходя из вышесказанного, любая ошибка может послужить причиной для серьезных финансовых потерь, а также потери времени как разработчика, так и заказчика.

Ключевые слова: ПО, компания, тестирование, метод, модель, система, процесс.

V.S. Maksimtsov, A.A. Shirokov

IMPROVEMENT OF SOFTWARE TESTING METHODOLOGY IN CONDITIONS OF COLLECTIVE DEVELOPMENT

The article substantiates the need to improve the methodology of software testing to reduce the cost and time for its development. In addition, their level of complexity of creation is increasing. In this regard, the quality of such applications largely depends on the system environment in which it is being developed and the people who participate in the process of its creation. Based on the above, any mistake can cause serious financial losses, as well as loss of time for both the developer and the customer.

Keywords: software, company, testing, method, model, system, process.

Тестирование играет важную роль в разработке ПО и является одной из важнейших частей жизненного цикла его разработки, так как:

1. Повышает качество, надежность, а также производительность разрабатываемого программного обеспечения.

2. Помогает разработчику проверить, корректно ли работает программное обеспечение и удостовериться, что ПО выполняет те функции, для которых оно предназначено.

3. Помогает понять разницу между реальным и ожидаемым результатом, что косвенно обеспечивает качество продукта.

Вследствие того, что всё большее количество ИТ-компаний по всему миру рассматривают тестирование программного обеспечения не

как отдельную сущность, а как часть разработки и программирования, появляется возможность нахождения критичных дефектов в начальной стадии разработки.

Таким образом, если дефект был обнаружен на ранней стадии разработки, то и его исправление не займёт много усилий, и разработчик сможет создать более качественное программное обеспечение, соответствующее требованиям.

Процесс тестирования и внесения изменений в систему занимает достаточно много времени. Особенно трудоемким и непредсказуемым процесс тестирования становится при работе больших коллективов разработчиков.

«Тестирование программного обеспечения – процесс анализа программного средства и сопутствующей документации с целью выявления дефектов и повышения качества продукта» [1–6]. Схема процесса тестирования представлена на рис. 1.

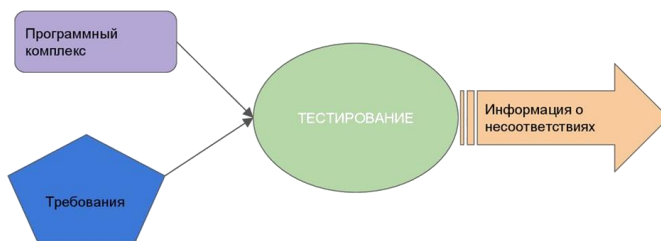


Рис. 1. Схема процесса тестирования

Общая схема тестирования примерно следующая:

1. Получение требований и ПО для тестирования.
2. Наблюдение работоспособности программы в определенных условиях.
3. Получение информации о соответствиях и несоответствиях.
4. Документация, написанная во время тестирования, переходит разработчикам, для того чтобы улучшить программное обеспечение либо внести в него изменения.

Существует множество моделей разработки ПО, но только несколько из них используются в настоящее время:

1. Водопадная модель.
2. V-образная модель.
3. Итерационная инкрементальная модель.

В настоящее время итерационная инкрементальная модель является основным подходом к разработке программного обеспечения. Как следует из названия модели, она характеризуется определенной двойственностью. С точки зрения жизненного цикла модель является итерационной, поскольку она представляет собой частое повторение одних и тех же этапов; с точки зрения развития продукта модель является инкрементальной. Главной особенностью этой модели является разделение проекта на относительно небольшие интервалы (итерации), каждый из которых в целом может включать в себя все классические этапы, присущие водопадной и v-образной моделям. Итерационная инкрементальная модель представлена на рис. 2.

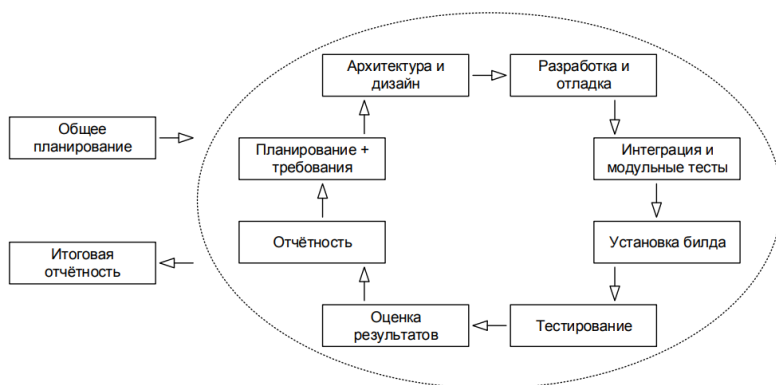


Рис. 2. Итерационная инкрементальная модель разработки ПО

Результатом итерации является увеличение функциональности продукта, выраженное в промежуточной сборке.

На сегодняшний день наиболее популярны три основных метода тестирования. К ним относятся:

- тестирование методом Black-box (черного ящика);
- тестирование методом White-box (белого ящика);
- тестирование методом Grey-box (серого ящика).

Тестирование методом Black-box подразумевает, что у специалиста по тестированию нет никакого представления о том, как работает приложение «внутри». Каким образом реализованы функции, и за что они отвечают. Следовательно, нет доступа к кодовой базе приложения. Зачастую при проверке приложения чёрным ящиком специалист проверяет интерфейсы системы. Критерии тестирования методом черного ящика представлены на рис. 3.

Критерий	Black Box	White Box
<i>Определение</i>	тестирование, как функциональное, так и нефункциональное, не предполагающее знания внутреннего устройства компонента или системы	тестирование, основанное на анализе внутренней структуры компонента или системы
<i>Уровни, к которым применима техника</i>	В основном: • Приемочное тестирование • Системное тестирование	В основном: • Юнит-тестирование • Интеграционное тестирование
<i>Кто выполняет</i>	Как правило, тестировщики	Как правило, разработчики
<i>Знание программирования</i>	Не нужно	Необходимо
<i>Знание реализации</i>	Не нужно	Необходимо
<i>Основа для тест-кейсов</i>	Спецификация, требования	Проектная документация

Рис. 3. Критерии тестирования методом черного и белого ящика

Целью данных методов являются:

1. Неисправные функции.
2. Малая производительность системы.
3. Баги в интерфейсе.
4. Ошибки доступа к внешним БД.

Тестирование с помощью белого ящика производится при помощи полного доступа тестировщика ко всей кодовой базе приложения. Тестировщик задает входные данные, основываясь на коде, который должен будет их обрабатывать. Результат обработки определяются таким же образом. Критерии тестирования методом белого ящика представлены на рис. 3.

Третья методика, используемая при тестировании, называется методика серого ящика. Ее особенностью является частичное знание кодовых исходников приложения для специалиста, осуществляющего тестирование. Располагая подобными ресурсами, повышается уровень подготовки при составлении плана тестирования.

Сравнение указанных методик, применяющихся при тестировании, можно наблюдать в таблице.

Сравнение всех методик тестирования

№ п/п	Чёрный ящик	Серый ящик	Белый ящик
1	2	3	4
1	Отсутствие необходимости изучения внутренней среды разработки	Ограниченное понимание реализации приложения	Полное понимание схемы работы приложения

1	2	3	4
2	В основном проводится от лица конечного пользователя	Может выполняться как от лица тестировщика, так и от лица конечного пользователя	Зачастую проверку проводят высококвалифицированные специалисты, разработчики или тестировщики
3	Сценарии составляются от внутреннего понимания тестировщика, которое может быть ошибочным	Для прохождения тест-кейсов базируется на основе диаграмм баз данных и потоков данных	Благодаря тому, что реализация приложения полностью доступна тестировщику, он имеет полное представление о том, как составить правильные тестовые данные
4	Наименее трудоёмкий из всех представленных методов	Средний по трудоёмкости из всех представленных методов	Является наиболее трудоёмким из всех представленных методов
5	Эффективное тестирование данным способом возможно только по истечению времени	Эффективное тестирование внутренних границ возможно, если домены данных указаны в документации	Эффективное тестирование внутренних границ возможно, если домены данных указаны в коде
6	Не может быть использован в качестве тестирования алгоритмов	Не может быть использован в качестве тестирования алгоритмов	Может быть использован в качестве тестирования алгоритмов

Для усовершенствования процесса тестирования необходимо учитывать некоторые факторы.

- тестирование программного обеспечения эффективно только тогда, когда оно внедрено в жизненный цикл разработки ПО;
- поэтапно разработанное тестирование более эффективно. «Существует несколько функциональных этапов и уровней любого процесса разработки» [2].

Переход от одного уровня модели разработки к другому должен быть упрощен. Ни одна компания не может сразу перейти от самого низкого уровня развития к самому высокому с помощью всего лишь нескольких инструментов или действий. Этот прогресс должен осуществляться шаг за шагом, на всех уровнях и без каких-либо упущений. Также необходима проверка программных продуктов, разработанных на соответствие требованиям заказчика.

Наиболее распространенная ошибка большинства организаций – начинать тестирование на поздних этапах, когда программное обеспечение практически завершено. Чем раньше начнется тестирование ПО, тем ниже шанс упустить какую-нибудь деталь или пропустить ошибку в самом начале разработки, вследствие чего выявленная ошибка обойдется во много раз дешевле.

Тестирование – одна из самых важных частей разработки ПО, так как даже самый простой тест способен решить судьбу продукта компании. Поэтому рекомендации, приведенные в статье, помогут компании сэкономить время и деньги, а именно:

1. Тестирование не должно быть изолированным процессом.
2. Эффективный процесс тестирования должен быть разработан поэтапно.
3. Начинать тестирование как можно раньше.
4. Не экономить на аналитике.

Библиографический список

1. Улучшение процесса тестирования CoderLessons [Электронный ресурс]. – URL: <https://coderlessons.com/tutorials/kachestvo-programmnogo-obespecheniia/upravlenie-testami/12-uluchshenie-protssessa-testirovaniia> (дата обращения: 16.04.2021).
2. Знания о том, как улучшить процесс тестирования testmatick [Электронный ресурс]. – URL: <https://testmatick.com/ru/znaniya-o-tom-kak-uluchshit-protssess-testirovaniya> (дата обращения: 15.04.2021).
3. Методы тестирования программного обеспечения БЛОГ Web Программиста [Электронный ресурс]. – URL: <http://juice-health.ru/program/software-testing/495-software-testing-methods> (дата обращения: 19.04.2021).
4. Тестирование белого ящика (white box testing) БЛОГ Web Программиста [Электронный ресурс]. – URL: <http://juice-health.ru/program/software-testing/493-white-box> (дата обращения: 09.04.2021).
5. Основы тестирования ПО 2020: самый подробный гайд ПОИНТ [Электронный ресурс]. – URL: <https://pointschool.ru/osnovi-tstirovaniya-po-2020-vs-o-qa> (дата обращения: 25.04.2021).
6. Куликов С. Тестирование программного обеспечения. – 3-е изд. – Минск: EPAM Systems, 2021. – 300 с.

Сведения об авторах

Максимцов Владислав Сергеевич – магистрант кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: riaedes@mail.ru

Широков Александр Аркадьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: shirokov@pstu.ru

А.Б. Фёдоров, Е.С. Набатов

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА БЕЛОЙ МАРКЕРНОЙ ДОСКЕ

В статье исследуется создание автоматизированной системы построения изображений на белой маркерной доске. Существующие решения для построения изображений не удовлетворяют таким требованиям рядовых пользователей, как дешевизна, простота монтажа, удобство эксплуатации. Также такие решения работают с исключительно заготовленными для конкретной системы изображениями, что исключает универсальность и удобство в работе с изображениями на маркерной доске. Цель статьи – рассказать о возможности создания универсальной и дешевой автоматизированной системы построения изображений на маркерной доске, которая упростит процесс преподавания, а также будет востребована в сфере творчества.

Ключевые слова: автоматизированная система, автоматизированное построение изображений, микроконтроллер, Arduino, белая маркерная доска.

A.B. Fedorov, E.S. Nabatov

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR CONSTRUCTING IMAGES ON A WHITE BOARD

This article explores the creation of an automated whiteboard imaging system. Existing imaging solutions do not meet the requirements of ordinary users such as low cost, ease of installation and use. Also, such solutions work with images exclusively prepared for a specific system, which deprives them of the versatility and convenience in working with images on a whiteboard. The purpose of the article is to talk about the possibility of creating a universal and cheap automated system for constructing images on a marker board, which will simplify the teaching process, and will also be in demand in art.

Keywords: automated system, automated whiteboard imaging, microcontroller, Arduino, marker whiteboard.

С момента появления организованных учебных заведений преподаватели и учителя, а также ученики и студенты стремились к повышению комфорта, удобства и простоты преподавания и получения образования. Обыкновенная классная доска уже сама по себе довольно удобный инструмент как для преподавания, так и для усвоения информации учащимися. Но и этот, казалось бы, простой и понятный инструмент можно модернизировать.

Автоматизированная система построения изображений призвана упростить рабочий процесс преподавателей. Робот способен изображать необходимые графики, схемы, диаграммы, простые схематичные рисунки предметной области, а также же полноценные изображения по шаблону, заданному пользователем. При этом процесс взаимодействия с роботом максимально упрощен таким образом, чтобы пользователь мог в любом помещении, оборудованном специальной доской, воспользоваться функционалом робота, без специальных знаний, умений и опыта взаимодействия с автоматизированными системами.

Предлагаемое решение автоматизированной системы основано на аппаратно-программном комплексе Arduino. Arduino – это открытая платформа для разработки электроники, к которой можно добавлять различные модули и модификации, что открывает возможности разработки, ограниченные только фантазией разработчика. Контроллеры программируются в бесплатной среде разработки Arduino IDE, в которой соединены множество инструментов. Например, в среде Arduino IDE реализован текстовый редактор для написания кода, который сразу можно выгрузить в память контроллера посредством интерфейса USB по проводу или через интерфейс Bluetooth, на флэш-накопитель Micro-USB и т.д., тем самым моментально установив прошивку для контроллера*.

В качестве модулей могут выступать смежные программируемые системы, интерфейсы управления, датчики, которые будут передавать на обработку контроллеру данные из внешней среды.

В качестве аппаратной основы платформ выступают или 8-битные микроконтроллеры ATmega328p, ATmega32U4, ATmega2560 семейства AVR, или более мощные 32-битные микроконтроллеры типа ARM Cortex-M.

На рис. 1 представлен пример платы Arduino, а также распиновка на печатной плате. Стоит обратить внимание, что в плату сразу встроены интерфейс питания, интерфейс USB, возможность сброса прошивки, а также есть возможность подключить модули как с цифровым сигналом, так и с аналоговым.

На рис. 2 представлена общая схема автоматизированной системы. Система монтируется на маркерную доску посредством специальных

* Jeremy Blum Exploring Arduino: Tools and Techniques for Engineering Wizardry. – СПб.: БХВ-Петербург, 2018. – 336 с.

креплений (1), «перо» (2) крепится на двух ремнях (3) и перемещается посредством приведения в движение шаговых двигателей (4), натягивая или отпуская ремни. Для удержания позиции «пера» используются специальные балансиры (5). «Мозг» системы, то есть сама плата и подключенные модули, (6) также крепится на маркерной доске и управляет шаговыми двигателями.

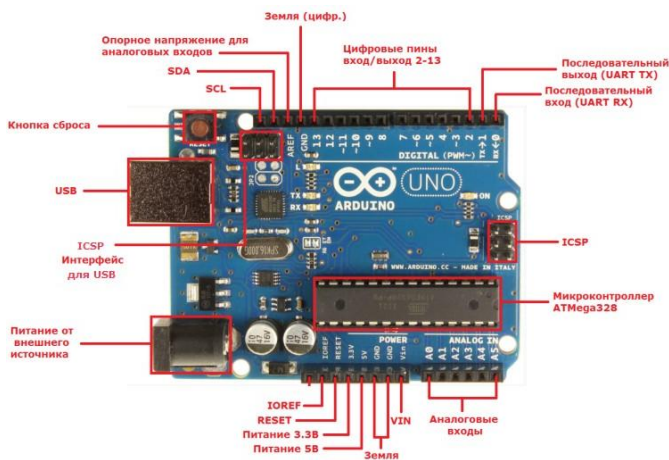


Рис. 1. Схема распиновки на плате Arduino UNO

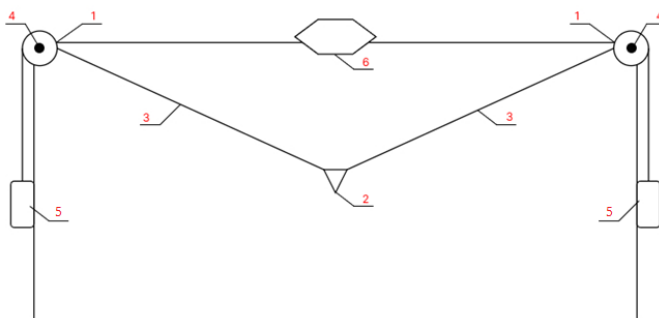


Рис. 2. Общая схема автоматизированной системы

Список аппаратного обеспечения системы:

1. Шаговый двигатель (200 шаг/оборот, 12v), 2 шт.
2. Драйвер шагового двигателя LM298N (5v, 36 mA), 2 шт.
3. Платформа Arduino NANO, 1 шт.

4. Ремень зубчатый (2000×6 мм), 2 шт.

5. Балансир (гипс, 300 г), 2 шт.

Описание работы системы. Система базируется на платформе Arduino, соответственно для работы системы требуется ПО нижнего уровня, то есть прошивка платы. В прошивке предусмотрены параметры работы двигателей и алгоритмы управления ими, устанавливается начальная точка «пера» в соответствии с размерами рабочей зоны, то есть маркерной доски.

Алгоритм работы – программа, которая будет выполняться при построении изображений, задается системе через интерфейс USB с носителя Micro SD либо по беспроводной сети Bluetooth / радиоканалу 2.4 ГГц. Программа содержит набор команд, таких как «поднять перо» и «опустить перо», переместиться на заданную координату, вернуться в исходную точку и т.д.

Под воздействием шаговых двигателей ремни натягиваются или ослабляются, вследствие чего «перо» перемещается по заданной траектории, выстраивая изображение. Изображение разбито на точки и векторы в координатной плоскости рабочей зоны маркерной доски (X, Y). Координаты точек и векторов изображения генерируются набором алгоритмов G-code, передаются плате Arduino, которая в свою очередь управляет шаговыми двигателями и «пером».

В таблице приведены технические средства для разработки автоматизированной системы построения изображений на белой маркерной доске.

Средства разработки

№ п/п	Средство разработки	Назначение
1	C/Arduino IDE	Написание прошивки платы Arduino (ПО нижнего уровня)
2	G-Code	Используется для перевода цифровых изображений в машинный код

Сведения об авторах

Фёдоров Андрей Борисович – старший преподаватель кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: pstufab@gmail.com

Набатов Евгений Сергеевич – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. ЭВТ-18-1б, г. Пермь, e-mail: jenianabatov@gmail.com

К.А. Никитина, И.А. Есипенко

МОДИФИКАЦИЯ ИСКУССТВЕННОЙ РАДИАЛЬНО-БАЗИСНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ АППРОКСИМАЦИИ ТЕПЛОВОГО ДРЕЙФА ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ГИРОСКОПА

Модифицирован алгоритм аппроксимации теплового дрейфа волоконно-оптического гироскопа по времени на основе искусственной нейронной сети. Показано качественное и количественное совпадение экспериментальных данных с результатами прогноза нейронной сети. Сделан вывод о применимости разработанного метода.

Ключевые слова: модифицированная искусственная нейронная сеть, радиально-базисная функция активации, обучение нейронной сети, аппроксимация.

K.A. Nikitina, I.A. Esipenko

MODIFICATION OF AN ARTIFICIAL NEURAL RADIAL-BASIC NETWORK FOR APPROXIMATING THE THERMAL DRIFT OF A FIBER-OPTIC GYROSCOPE

An algorithm for approximating the thermal drift of a fiber-optic gyroscope in time based on an artificial neural network has been modified. The qualitative and quantitative coincidence of experimental data with the results of neural network prediction is shown. The conclusion is made about the applicability of the developed method.

Keywords: modified artificial neural network, radial basis activation function, neural network training, approximation.

Нейронные сети, состоящие из искусственных нейронов, могут использоваться для вычислений различной сложности, а также расчетов арифметических или логических функций. Поэтому в настоящий момент так широко распространено их применение для решения задач аппроксимации.

С помощью нейронных сетей можно аппроксимировать выходные данные любой непрерывной математической функции, минуя этап идентификации данных. Также благодаря широким возможностям адаптивности искусственные нейронные сети позволяют воспроизвести сигнал для построения модели с минимальной ошибкой [1].

В качестве объекта исследования рассматривается выходной сигнал волоконно-оптического гироскопа с целью его последующей аппроксимации.

Предметом исследования является алгоритм аппроксимации выходного сигнала волоконного-оптического гироскопа с применением искусственной нейронной сети (ИНС).

Навигационные системы на базе волоконно-оптических гироскопов (ВОГ) являются одними из самых точных систем, применяемых в навигации, ориентации и стабилизации, при этом обладают простой и надежной конструкцией, а также низкой потребляемой мощностью и высокой линейностью характеристик. Благодаря этому они и имеют высокую популярность использования в различных отраслях. Принцип работы рассматриваемых приборов основан на эффекте Саньяка. Ключевая особенность эффекта заключается в разности фаз двух световых волн, распространяющихся в противоположных направлениях по замкнутому волоконному контуру при вращении контура вокруг оси к его плоскости, которая пропорциональна угловой скорости вращения [2].

Точность и погрешность ВОГ зависят от множества факторов, таких как способы укладки волокна, характеристики источника света, характеристики волокна и так далее. Наибольший вклад в погрешность ВОГ вносит влияние долговременного нестационарного теплового воздействия, которое приводит к возникновению термически индуцированной угловой скорости (теплового дрейфа), следовательно, снижается точность измерений. Качественная аппроксимация выходного сигнала ВОГ позволит построить модель теплового дрейфа ВОГ, отображающую функциональные зависимости выходного сигнала от температуры и скорости ее изменения.

Аппроксимация сигнала типовой RBF-сетью среды MatLab. Для аппроксимации теплового дрейфа ВОГ на известные входные данные предлагается использовать искусственную нейронную сеть прямого распространения на основе радиально-базисных активационных функций в скрытом слое и линейного выходного слоя (RBF-сеть), которая является универсальным инструментом для аппроксимации [3]. Подробнее о выборе вида ИНС рассказано в предыдущем этапе исследования [4, 5].

Количество нейронов в радиально-базисной сети соотносится с размерностью массива данных для ее обучения, так как данный вид

сети относится к виду прямого распространения. Структура радиально-базисной ИНС представлена на рис. 1. Как и все сети прямого распространения, данная сеть состоит из трех основных частей: входного слоя (слой исходных данных), скрытого слоя с радиально-базисными функциями и выходного слоя с линейной функцией активации.

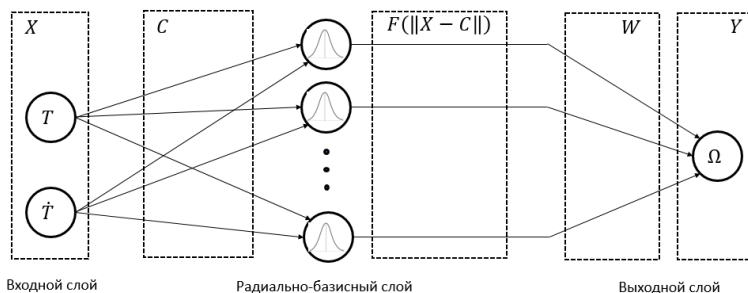


Рис. 1. Структура RBF-сети

Ниже в качестве примера рассматривается массив данных температуры (T), скорости температуры ($\dot{T}$) и теплового дрейфа ВОГ (Ω), содержащий 2800 значений обучающих пар. Типовая RBF-сеть в среде MatLab для предоставленных данных имеет 2800 нейронов на скрытом слое. Такое количество нейронов значительно замедляет процесс обучения и расчёта значений весов выходного слоя, а значит, и значительно увеличивает время для всего алгоритма. Ввиду того, что время работы алгоритма является определяющим условием для проведения расчетов, необходимо сократить время обучения, следовательно, модифицировать алгоритм. На рис. 2 представлены результаты аппроксимации сети. Черным цветом показан график температуры, голубым цветом – тепловой дрейф ВОГ, красным цветом – результат аппроксимации с использованием типовой ИНС.

В результате аппроксимации ИНС наблюдается качественное и количественное совпадение данных. Время обучения составило 2,54 секунды, причем из 2800 нейронов для обучения было задействовано только 9.

С увеличением размерности обучаемой выборки будет увеличиваться и количество нейронов, а значит, и время обучения сети, что недопустимо для работы с большим количеством обучающих пар.

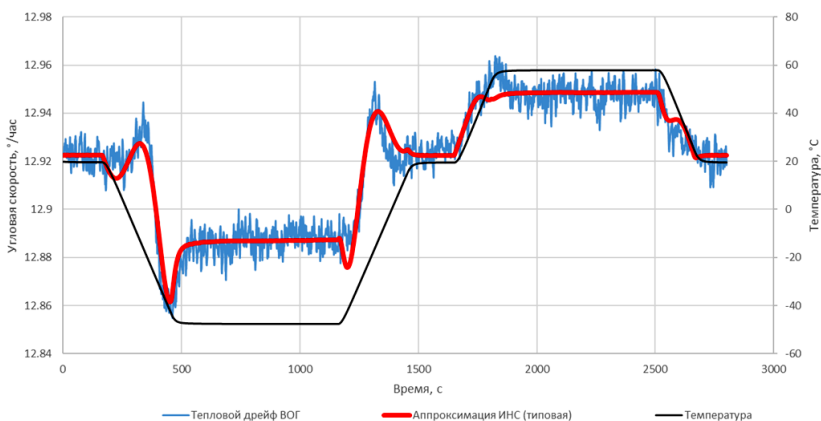


Рис. 2. Результат аппроксимации типовой RBF-сетью MatLab

Оптимизация типовой RBF-сети для сокращения времени обучения. Для снижения времени на обучение нейронной сети предлагается использовать меньшее количество нейронов, чем в типовой RBF-сети MatLab, сохранив при этом качество аппроксимации сигнала.

Сокращение количества нейронов происходит за счет сжатия исходных данных. На рис. 3 приведен пример сжатия обучающей выборки.

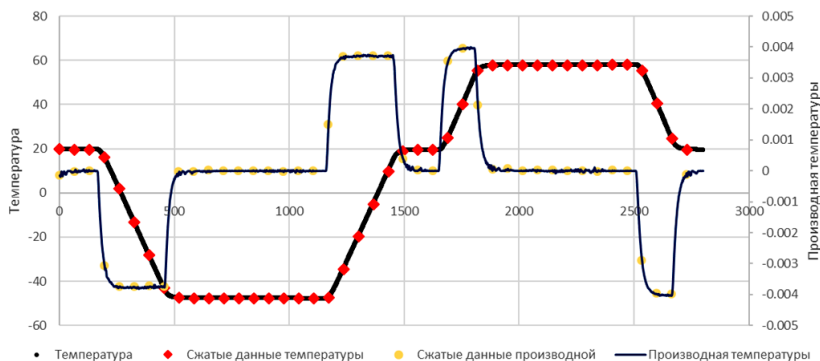


Рис. 3. Сжатие исходных данных

После предварительной обработки были выделены 43 точки (центры радиально-базисных функций), следовательно, при обучении задействовано 43 нейрона вместо 2800.

При обучении по исходному массиву данных с использованием 43 нейронов расчетное время составило 0,005 с, которое в 500 раз меньше использованной ранее типовой RBF-сети MatLab. Аппроксимации типовой и модифицированной сетей представлены на рис. 4.

Из рисунка видно качественное и количественное совпадение аппроксимаций типовой и модифицированной сетей.

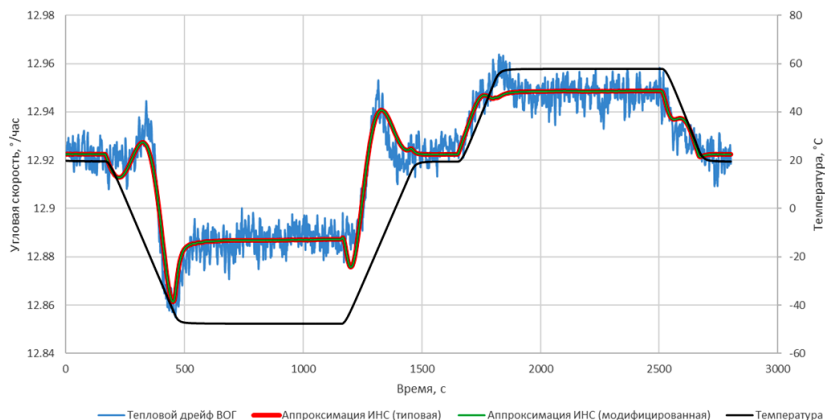


Рис. 4. Результат работы модифицированной ИНС

Заключение. Благодаря модификации типовой RBF-сети удалось сократить время обучения нейронной сети с 2,54 до 0,005 секунд, что говорит о повышении быстродействия алгоритма примерно в 500 раз. Это позволит даже при очень больших массивах данных затрачивать минимальное время на обучение, не утрачивая при этом качество аппроксимации данных.

Библиографический список

1. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е изд.: пер. с англ. — М.: Вильямс, 2006. — 1104 с.
2. Lefevre H.C. The Fiber-Optic Gyroscope. — Boston: Artech House, 2014. — 343 p.
3. Бураков М.В. Нейронные сети и нейроконтроллеры: учеб. пособие. — СПб.: ГУАП, 2013. — 284 с.

4. Никитина К.А. Есипенко И.А. Применение искусственной нейронной сети для дифференциации теплового дрейфа ВОГ // Оборонная техника. – 2021. – № 7–8. – С. 65–69.

5. Broomhead D.S., Lowe D. Multivariable Functional Interpolation and Adaptive Networks // Complex Systems. – 1988. – № 2. – С. 321–355.

Сведения об авторах

Есипенко Иван Александрович – кандидат технических наук, начальник лаборатории перспективных исследований научно-технического центра ПАО «Пермская научно-производственная приборостроительная компания», г. Пермь, e-mail: esipenkoia@pnpk.ru

Никитина Ксения Андреевна – магистрант кафедры «Автоматика и телемеханика» Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АТ1-20-1м, г. Пермь, инженер-конструктор научно-технического центра ПАО «Пермская научно-производственная приборостроительная компания», e-mail: ksu2317@yandex.ru

М.С. Никитин

РАЗРАБОТКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОЙ ЯЧЕЙКИ LUT

В статье рассматривается разработка высоконадежных программируемых логических интегральных схем (ПЛИС, FPGA). Подобные ПЛИС применяются в критических устройствах, например, в авиации, космической и военной технике, в атомной энергетике и других схожих областях. Одним из способов обеспечения высокой надёжности является резервирование, преднамеренное введение избыточности на разных уровнях, от отдельных узлов до транзисторного уровня. В статье рассматривается транзисторное резервирование в логических элементах FPGA с моделированием в системе Microwind отдельных LUT как составной части FPGA.

Ключевые слова: транзисторное резервирование, логический элемент, FPGA, LUT, топология.

M.S. Nikitin

DEVELOPMENT AND MODELING OF A FAULT-TOLERANT LUT CELL

This article discusses the development of highly reliable programmable logic integrated circuits (FPGAs). Such FPGAs are used in critical devices such as aviation, space and military equipment, nuclear power and other similar fields. One way to ensure high reliability is redundancy, an intentional introduction of redundancy at different levels, from individual nodes, to the transistor level. This article deals with transistor redundancy in FPGA logic elements with modeling in Microwind system of individual LUTs, as a part of FPGA.

Keywords: transistor redundancy, logic gate, FPGA, LUT, topology.

Развитие технологий способствует и развитию базы этой самой технологии. Одним из таких примеров технологий являются программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС), в частности ПЛИС типа FPGA (Field-Programmable Gate Array) [1, 2]. Это развитие ведет к росту различной цифровой аппаратуры, что делает необходимым обеспечение надежности этой самой аппаратуры. Обеспечение повышенной надежности может быть достигнуто путем введения структурной избыточности [3, 4], использования контроля и диагностики [5]. Одним из важных методов повышения надежности было и остается

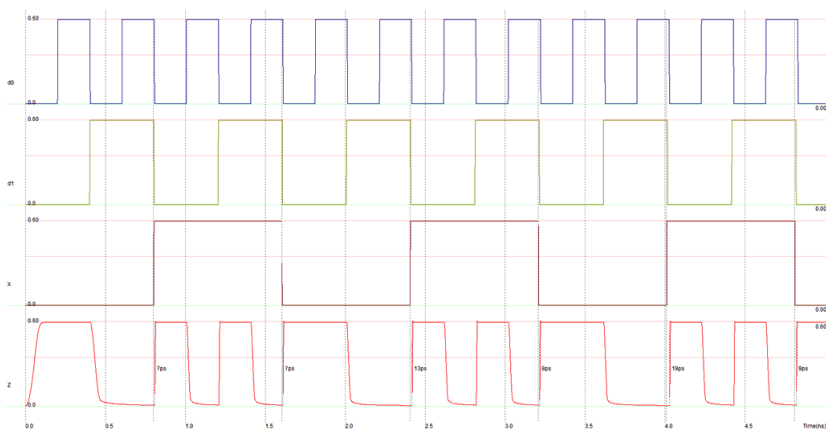


Рис. 2. Временная диаграмма ячейки LUT

Для оценки изменений характеристик результат моделирования представлен на рис. 4. По результатам видно, что разработанная ячейка работает в точности как «простая» ячейка LUT. Все характеристики внесены в таблицу для наглядности.

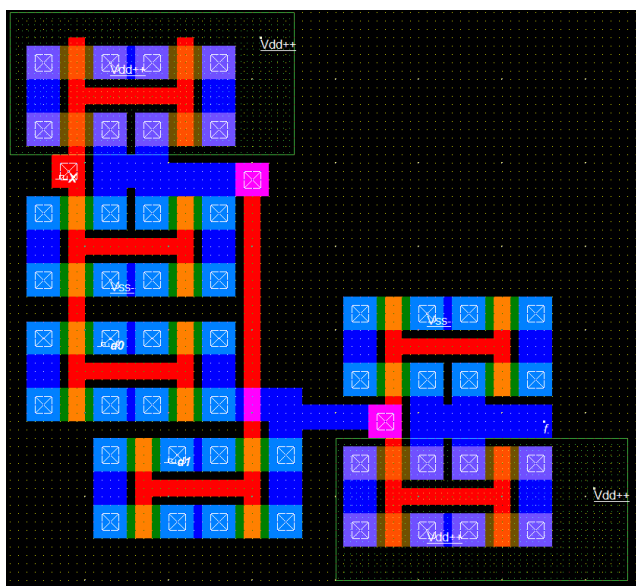


Рис. 3. Топология отказоустойчивой ячейки LUT

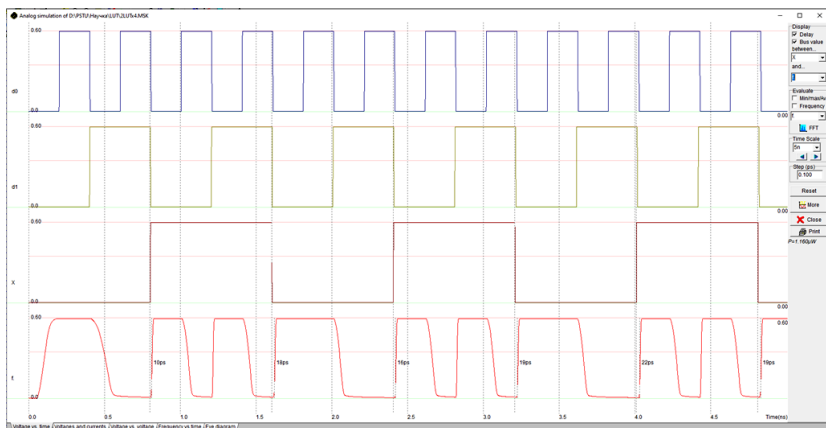


Рис. 4. Временная диаграмма отказоустойчивой ячейки LUT

Сравнение характеристик

№ п/п	Средство разработки	«Простая» LUT	Отказоустойчивая LUT
1	Мощность, мВт	0,858	1,160
2	Задержка, нс	7	18
3	Площадь кристалла, мкм ²	0,8	1,8

Все рассматриваемые параметры, согласно приведенной таблице, изменились. При существенном приросте надежности при использовании данного метода резервирования [13] он также сказывается на характеристиках схемы. Такое негативное влияние на характеристики имеет место, но в устройствах, где критически важным будет их надежность, данный метод является эффективным. Из чего следует, что предлагаемый способ повышения надежности путем резервирования на транзисторном уровне является эффективным для высоконадежных схем.

Заключение. Таким образом, была разработана топология отказоустойчивой ячейки LUT для FPGA. Также было рассмотрено влияние транзисторного резервирования на характеристики ячейки LUT.

Библиографический список

1. Programmable Logic Devices [Электронный ресурс]. – URL: http://ee.sharif.edu/~logic_circuits_t/readings/PLD.pdf (дата обращения: 04.05.2022).

2. Stephen Brown, Jonathan Rose. Architecture of FPGAs and CPLDs: A Tutorial [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.eecg.toronto.edu/~jayar/pubs/brown/survey.pdf> (дата обращения: 10.05.2022).
3. ГОСТ 27.102–2021. Надежность в технике. Термины и определения. – М.: Российский институт стандартизации, 2021. – 40 с.
4. ГОСТ Р 58771-2019 (IEC 31010:2019) Менеджмент риска. Технологии оценки риска. – М.: Стандартинформ, 2020. – 19 с.
5. ГОСТ 20911-89. Техническая диагностика. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2009. – 11 с.
6. Carl Carmichael. Triple Module Redundancy Design Techniques for Virtex FPGAs [Электронный ресурс]. – URL: https://www.xilinx.com/support/documentation/application_notes/xapp197.pdf (дата обращения: 20.05.2021).
7. El-Maleh, Aiman H., Al-Yamani, Ahmad., Al-Hashimi, Bashir M. Transistor-Level Defect Tolerant Digital System Design at the Nanoscale. [Электронный ресурс]. – URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.474.3844&rep=rep1&type=pdf> (дата обращения: 05.05.2021).
8. Tyurin S.F. Hyper redundancy for super reliable FPGAs. [Электронный ресурс] // Radioelectronic and computer systems. – 2021. – № 1. – Р. 119–132. – URL: <http://nti.khai.edu/ojs/index.php/reks/article/view/reks.2021.1.11/1449> (дата обращения: 20.05.2021).
9. Никитин М.С. Никитина К.А. Разработка и моделирование отказоустойчивой топологии в Microwind // Наноиндустрия. – 2020. – № S4(99). – Т. 13. – С. 254–255.
10. Никитин М.С., Никитина К.А., Тюрин С.Ф. Топологические особенности транзисторного резервирования элементов ПЛИС // Автоматизированные системы управления и информационные технологии: материалы всероссийской конф. В 2 т. – Пермь, 2021. – С. 142–147.
11. Nikitin M.S. Fault tolerant layout gate simulation in Microwind // Proceedings of the 2020 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, EIConRus, 2020. – Р. 769–773.
12. Вихорев Р.В., Никитин М.С., Тюрин С.Ф. Топологическое моделирование логических элементов нейронных сетей // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2019. – Т. 21, № 3. – С. 60–67.

13. Никитин М.С., Тюрин С.Ф. Разработка и исследование топологии отказоустойчивого инвертора // Автоматизированные системы управления и информационные технологии: материалы всероссийской научно-технической конференции. В 2 т. – 2019. – С. 131–140.

Сведения об авторе

Никитин Максим Сергеевич – аспирант кафедры «Автоматика и телемеханика» Пермского национального исследовательского политехнического университета; инженер-электроник научно-технического центра, ПАО «Пермская научно-производственная приборостроительная компания», г. Пермь, e-mail: mann1k@yandex.ru

Д.В. Опокина, В.А. Щапов

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ «ЭЛЕКТРОННЫЙ ДНЕВНИК ПРАКТИК СТУДЕНТОВ КОЛЛЕДЖА»

В статье приведено описание разработки модуля «Электронный дневник практик студентов колледжа», который предоставит возможность студентам и преподавателям учебного учреждения более плодотворно и с меньшими затратами выполнять формирование отчетов по прохождению практики. Эта система позволит значительно упростить цикл выполняемых работ и обеспечит правдивость и корректность всех данных на выходе.

Ключевые слова: информационная система, база данных, бизнес-процессы, электронный дневник, автоматизация.

D.V. Opokina, V.A. Shchapov

DEVELOPMENT OF THE MODULE «ELECTRONIC DIARY OF PRACTITIONERS COLLEGE STUDENTS»

This article describes the development of the module "Electronic diary of practices of college students", which will provide an opportunity for students and teachers of an educational institution to more fruitfully and at lower cost generate reports on internships. This system will greatly simplify the cycle of work performed and ensure the truthfulness and correctness of all output data.

Keywords: information system, database, business processes, electronic diary, automation.

В наше время компьютеризация общества является одним из масштабных процессов. Информатизация неизбежна и рассматривается наиболее важным условием решения задач социально-экономического развития в стране, а одним из ее главных направлений является информатизация образования, которая создает материальную, методологическую и техническую базу для создания и развития новых форм получения любого уровня образования.

Дистанционные технологии обучения надо рассматривать как естественный этап эволюции классической системы образования.

На текущий день актуальность дистанционного обучения сводится к тому, что результаты прогресса сосредоточиваются в информационной сфере. Дистанционная форма обучения дает сегодня возможность

создания систем массового непрерывного обучения, всеобщего обмена информацией, независимо от наличия времени, а также наличия или отсутствия специализированного оборудования [1].

В данной работе обосновывается необходимость проектирования и разработки программного обеспечения для учета электронных дневников практики студентов колледжей.

Объектом исследования является процесс формирования электронного дневника по прохождению практики.

Цель проекта – разработка программного обеспечения для учета отчетов по практике.

В большинстве систем идея подготовки и учетов отчетов по практике студентов либо не реализована вообще, либо реализована ограниченно. Кроме того, недостатками рассмотренного программного обеспечения является ограниченность программ, то есть невозможность их использования совместно с другим программным обеспечением учебного заведения, невозможность использования без привязки к компьютеру пользователя, а также во многих случаях используются устаревшие средства разработки.

Разрабатываемая веб-система, реализующая автоматическое заполнение, формирование и учет отчетов по практике, будет лишена указанных недостатков, а именно:

- будет реализована в виде веб-сервиса;
- будут использованы современные средства разработки;
- в программе будет реализована возможность взаимодействия с другими компонентами информационной системы учебного заведения.

Наиболее подходящим для решения выбранной задачи является выбор двухуровневой архитектуры «тонкий клиент» – «толстый сервер». Преимущества трехзвенной архитектуры не являются главными для нашей задачи, их стоимость и сложность намного выше, чем двухуровневой. А также существующая информационная инфраструктура отлично подходит именно для двухуровневой архитектуры [2].

Выбирая программное обеспечение, нужное для разработки системы, следует обратить внимание на такие характеристики, как понятный интерфейс, эффективность, надежность, легкость настройки, стоимость, доступное оформление экранных и печатных форм.

Для разметки страниц приложения будет применяться HTML, для описания стиля сайта – CSS, AJAX и лежащий в его основе JavaScript –

для быстрой работы клиентской части сайта и проверки данных со стороны пользователя, серверная часть приложения будет написана на PHP.

Согласно статистике [3], представленной на рисунке, можно выделить 4 основные СУБД и рассмотреть их положительные и отрицательные стороны:

Rank			DBMS	Database Model
Mar 2021	Feb 2021	Mar 2020		
1.	1.	1.	Oracle +	Relational, Multi-model ⓘ
2.	2.	2.	MySQL +	Relational, Multi-model ⓘ
3.	3.	3.	Microsoft SQL Server +	Relational, Multi-model ⓘ
4.	4.	4.	PostgreSQL +	Relational, Multi-model ⓘ

Рис. Популярные СУБД

Oracle:

плюсы:

- обработка больших объемов данных;
- компания активно обновляет и улучшает технологии;
- при корректной настройке – надежная СУБД;

минусы:

- высокая цена;
- высокое потребление системных ресурсов;
- сложные конфигурации.

MySQL:

плюсы:

- синхронизация баз данных;
- простой интерфейс;
- есть бесплатная версия;

минусы:

- проблемы в области безопасности;
- фрагментарное использование SQL.

Microsoft SQL Server:

плюсы:

- синхронизация с другими программными продуктами Microsoft;
- простой интерфейс;

минусы:

- высокая цена;
- повышенное потребление ресурсов;
- ограниченный функционал.

PostgreSql:

плюсы:

- поддержка JSON;
- возможность настройки собственного интерфейса;
- надежность (даже при терабайтах данных);

минусы:

- повышенный расход ресурсов;

Для проекта, описывающего разработку электронного дневника практики, наиболее приемлема СУБД MySQL.

Для разработки системы взаимоотношений с клиентами выберем каскадную модель жизненного цикла проекта.

В итоге была получена модель бизнес-процесса, отвечающая всем предъявляемым к системе автоматизации бизнес-процессов требованиям. Также по созданной модели бизнес-процессов была реализована структура информационной системы для создания полноценного программного обеспечения.

Итогом работ можно назвать автоматизацию комплекса выполняемых задач по формированию электронных дневников практики.

Библиографический список

1. Алистер Коберн. Современные методы описания функциональных требований к системам. – М., Лори, 2017. – 288 с.
2. Васильев А.В. Самоучитель C++ с примерами и задачами. – М.: Наука и Техника, 2015. – 480 с.
3. Топ систем управления базами данных [Электронный ресурс]. – URL: <https://db-engines.com/en/ranking> (дата обращения: 24.05.2022).

Сведения об авторах

Щапов Владислав Алексеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: phprus@gmail.com

Опокина Дарья Владимировна – студентка Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АСУ-17-1бз. г. Пермь, e-mail: dopokina59@gmail.com

Л.А. Мыльников, О.В. Отинова

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОЦЕНКИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Цель статьи – разработка алгоритма оценки проектов с помощью методов машинного обучения. Результатом работы алгоритма является оценка потенциальной коммерческой успешности проекта. Для разработки алгоритма применялась модель SEMMA. Полученный алгоритм использует классификатор Random Forest, что потребовало специальной предварительной подготовки имеющихся статистических данных. Применение полученного алгоритма позволяет выявить заведомо неудачные проекты, что повышает качество отбора проектов для последующего финансирования, сокращает время на принятие решения.

Ключевые слова: инновационные проекты, оценка проекта, предсказание успешности проекта, моделирование данных.

O.V. Otinova, L.A. Mylnikov

DEVELOPING A METHOD FOR EVALUATING INNOVATIVE PROJECTS USING MACHINE LEARNING

The goal of the paper is to develop an algorithm for evaluating projects using machine learning techniques. The output of the algorithm is an estimate of the potential commercial success of the project. The SEMMA model was used to develop the algorithm. The resulting algorithm uses Random Forest classifier, which required special preliminary preparation of the available statistical data. The application of the algorithm makes it possible to identify knowingly unsuccessful projects, which improves the quality of project selection for subsequent financing and reduces the time for decision-making.

Keywords: innovation projects, project evaluation, project success prediction, data modelling.

Методы экспертной оценки принятия решений достаточно эффективны, но имеют недостаток, связанный с ограниченным количеством экспертов и интерпретацией результатов их оценок [1]. Кроме того, найти квалифицированного эксперта для оценки проекта порой затруднительно, в связи с чем возникает потребность в формализации этого процесса. Одним из способов решения проблемы является машинное обучение, которое с помощью метода искусственного интеллекта способно проанализировать данные и предложить эмпирическое решение.

Цель метода оценки инновационных проектов с помощью машинного обучения – выбор проектов с учетом ограничений системы производительности и повышение качества отбора путем снижения роли экспертов.

Задачи, поставленные для достижения цели:

1. Идентификация паттернов в данных для построения гипотез.
2. Ранжирование критериев оценки инновационного проекта по степени важности.
3. Оценка проекта.
4. Предсказание успешности проекта.

В качестве основной базовой модели, которая организует разработку, помогает правильно построить последовательность шагов, выступает модель SEMMA, изображенная на рис. 1.

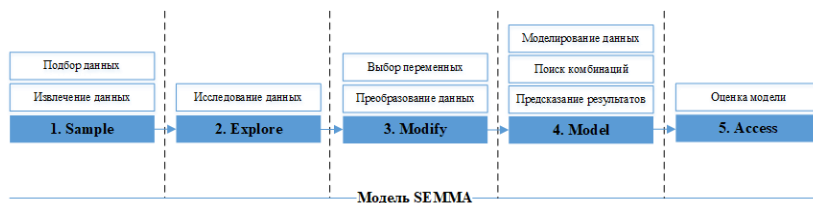


Рис. 1. Модель SEMMA

Она состоит из 5 шагов:

1. Sample (Выборка) – извлечение части большого набора данных, достаточного размера, чтобы содержать важную информацию, но при этом с возможностью быстрой манипуляции данными. Этот этап указывается как необязательный.

2. Explore (Исследование) – исследование данных путем поиска неочевидных тенденций и паттернов с целью улучшения понимания.

3. Modify (Модификация) – модификация данных путем создания, выбора и преобразования переменных для фокусировки процесса выбора модели.

4. Model (Модель) – моделирование данных с помощью программного обеспечения, которое способно автоматически найти комбинацию данных и надежно предсказать желаемый результат.

5. Access (Оценка) – оценка данных путем анализа полезности и надежности выводов, полученных в процессе поиска данных, и оценки того, насколько хорошо он работает [1].

Колонки дата-сета являются параметрами для оценки проекта. Так, например, `industry_type` – это тип индустрии, в которой находится компания, а `headquarters_location` – это локация головного офиса компании.

Модификация данных. Все действия с данными были проведены с помощью программного языка `python` в программной среде `Jupyter Notebook`.

Сначала необходимо провести тщательный анализ данных, убрать «шумы», такие как лишние символы, мешающие обработке, и стандартизировать данные. В дата-сете были найдены и решены следующие проблемы:

1. Неструктурированная информация, перечисление.
2. Категории, которые должны быть интерпретированы.
3. Формат текстовой даты.
4. Пропущенные значения, засоряющие символы.
5. Разная валюта – конвертация в единую валюту.
6. Столбцы, которые не имеют смысла из-за недостатка данных.

После «очищения» данных от «шума» нужно привести их в стандартизированный вид для использования классификатора. Для этого данные в колонках были закодированы в числа с использованием `sklearn.preprocessing.OrdinalEncoder`, этот процесс изображен на рис. 3.

ipo_ty...	fundin...	last_f...	last_e...	stock_...
Y	Y	Y	Y	Y
1	0	27	21	0
1	0	4	4	0
1	0	27	21	0
1	0	27	21	0
1	0	27	21	0

Рис. 3. Пример закодированных данных

Моделирование. Предсказание успешности проекта – это основная задача, поставленная для разрабатываемой модели. Успешность компании определяется по статусу – закрыт или открыт проект сейчас. Для обучения модели используем кроссвалидацию, которая перемешивает данные для лучшего обучения модели.

В качестве классификатора используем библиотеку `sklearn.ensemble.RandomForestClassifier`, которая чаще всего используется в задачах регрессии и классификации. Основная идея – это исполь-

зование на этапе обучения множества деревьев решений (ДР), они состоят из подмножества N (N -features), которые выбираются случайно. После обучения каждое ДР сравнивает входные и выходные данные, а затем алгоритм делает прогноз, основывающийся на большинстве голосов или на наиболее часто повторяющихся ответах [4].

Наглядная работа алгоритма показана на рис. 4.

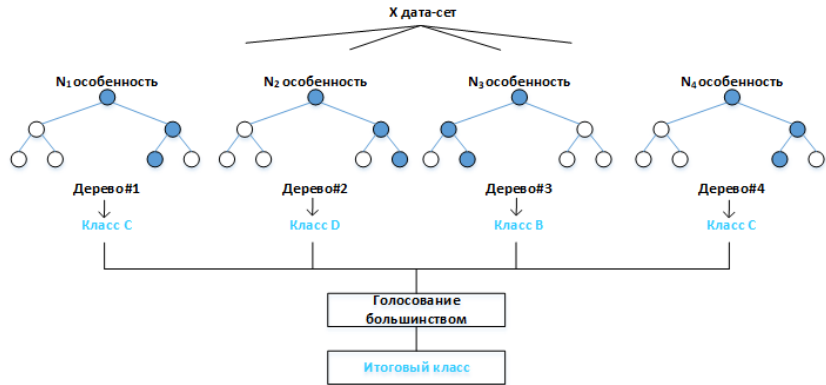


Рис. 4. Алгоритм работы Random Forest

По результатам работы классификатора были идентифицированы наиболее значимые параметры для проекта, такие как общая сумма финансирования, тип последнего финансирования, количество торговых марок, число патентов, число работников и тип индустрии. Ранжирование параметров проектов по степени важности показано на рис. 5.

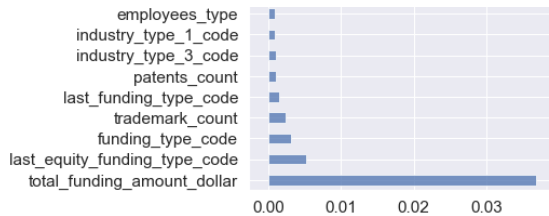


Рис. 5. Ранжирование параметров проекта по степени важности

Предсказание успешности проекта реализовано двумя методами. Первый метод анализирует проект из использованного дата-сета и делает предсказание успешности по всем параметрам в процентном соотношении. Вывод результата показан на рис. 6.

```
Predicted Class: 1
This startup is predicted to be successful by 97.8%
```

Рис. 6. Результаты предсказания проекта из дата-сета

Также по результатам будут выведены параметры проекта, по которым он анализировался, они изображены на рис. 7.

ipo_type_code	funding_type_code	last_funding_type_code	last_equity_funding_type_code	stock_exchange_type_code	acquisition_type_code
1.0	5.0	13.0	9.0	0.0	2.0

Рис. 7. Параметры проекта, для которого предсказывался коэффициент успешности

Второй метод позволяет пользователю алгоритма самому вводить числовые параметры для проекта и проводить анализ успешности на основе обученной модели. Для этого ему необходимо заполнить значения в словарь, которые предлагаются программой, они также представлены в листинге 1.

Листинг 1 – Пример ручного заполнения параметров для проекта.

```
prod_dict = {'ipo_type_code': [1]
, 'funding_type_code': [2]
, 'last_funding_type_code' [0]
, 'last_equity_funding_type_code' [6]
, 'city_code' [4]
, 'country_code' [11]
}
```

Вывод результата будет таким же, как и в первом методе, т.е. будут выведены коэффициент успешности и параметры введенного проекта.

Заключение. Алгоритм работает исправно, однако требует улучшений:

1. Увеличение количества «неудачных» проектов для улучшения обучения модели. Это поможет алгоритму найти паттерны и более точно предсказывать успешность проекта.

2. Расширение критериев для идентификации «неудачных» проектов.

3. Проводить оценку успешности проекта в рамках одной индустрии или по типу инвестиций. Уменьшить фокус и оценивать проекты по группам.

4. Основным преимуществом полученного алгоритма является формализованный процесс фильтрации, позволяющий идентифициро-

вать заведомо неудачные проекты, тем самым повышая качество отбора проектов перед началом их реализации.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Правительства Пермского края в рамках научного проекта № С-26/692.

Библиографический список

1. Azevedo A., Santos M.F. KDD, SEMMA and CRISP-DM: a parallel overview // IADS-DM. – 2008.
2. Jean-Michel Dalle, Matthijs den Besten, Carlo Menon Using Crunchbase for economic and managerial research. – 2017.
3. Accounts Partners // Crunchbase [Электронный ресурс]. – URL: <https://about.crunchbase.com/partners/> (дата обращения: 04.05.2022).
4. Носова Г.С., Абдуллин А.Х. Машинное обучение на основе не-параметрического и нелинейного алгоритма Random Forest (RF) // Инновации. Наука. Образование. – 2021. – № 35. – С. 33–39.

Сведения об авторах

Мыльников Леонид Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: leonid.mylnikov@pstu.ru

Отинова Ольга Вячеславовна – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. ИСУП-20-1м, г. Пермь, e-mail: o.otinova@gmail.com

А.Б. Федоров, К.В. Ощепков

РЕЖИМЫ РАБОТЫ СВЕТОТЕХНИКИ РЮКЗАКА

В статье исследуются способы реализации двух режимов работы светотехники рюкзака. Ими являются автоматический и ручной режимы. Первый режим должен обеспечить нормальную работу светотехники без человеческого воздействия на систему. Второй режим противоположен первому, должен обеспечить нормальную работу посредством прямого воздействия человеком на систему при помощи какого-то устройства. В статье рассматриваются варианты решения первой задачи с помощью акселерометра и нейросети и решения второй задачи с помощью пульта управления.

Ключевые слова: светотехника, средства индивидуальной мобильности, автоматизированная система управления, акселерометр, Arduino, нейросеть, режим работы, пульт управления.

A.B. Fedorov, K.V. Oshchepkov

BACKPACK LIGHTING MODES

In this article explores ways to implement two modes of backpack lighting. They are automatic and manual modes. The first mode should ensure the normal operation of the backlight without human impact on the system. The second mode, opposite to the first, should ensure normal operation through direct human impact on the system using some device. The article considers the option of solving the first problem using an accelerometer and a neural network, and solving the second problem using a control panel.

Keywords: lighting engineering, means of individual mobility, automated control system, accelerometer, Arduino, neural network, mode of operation, remote control.

Сегодня нас окружает масса транспортных средств для передвижения, таких как машины, велосипеды, электросамокаты. Иногда хочется, чтобы ваше средство передвижения или вы сами были оборудованы чем-то визуально привлекательным. Светотехника предоставляет огромные возможности для воплощения таких желаний в жизнь. Также светотехника помогает решить проблему в области дорожного движения. Транспортные средства, например машины, изначально, в целях повышения безопасности, оснащены предупреждающими световыми сигналами. А обычные пешеходы, по сути, совсем лишены такой возможности [1].

Для осуществления этой возможности для пешеходов есть рюкзак, оснащенный световой техникой. Ниже приведена схема контроллера для рюкзака (рис. 1) [2, 3].

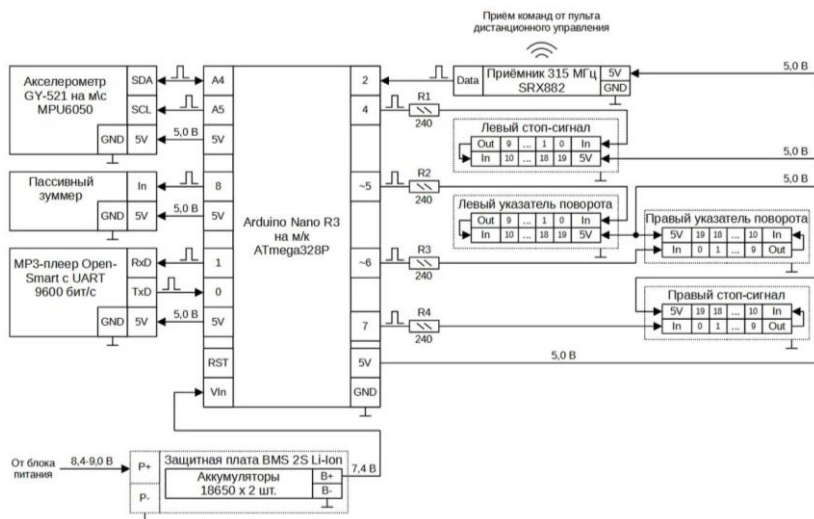


Рис. 1. Электрическая функциональная схема контроллера светотехники для рюкзака

Задача заключается в том, чтобы организовать работу светотехники в двух режимах: автоматическом и ручном.

Осуществление автоматического режима работы предполагается с помощью акселерометра и небольшой нейросети. Акселерометр будет играть роль датчика поворота по определенной оси. Данные о повороте будут считываться нейросетью, которая будет принимать решение о том или ином действии. То есть, если мы поворачиваем направо, нейросеть с помощью акселерометра считывает поворот на оси по часовой стрелке и сразу принимает решение о включении правого поворотника. Если мы просто идем прямо или начинаем идти прямо, то нейросеть также считывает данные с акселерометра и принимает решение включить ходовые огни. Если мы стоим на месте, то включается красивая анимация, например, бегающие глаза, и так далее.

Для осуществления ручного режима управления нам понадобится сделать пульт управления, в который будут входить такие компоненты, как:

1. Arduino Nano [4].

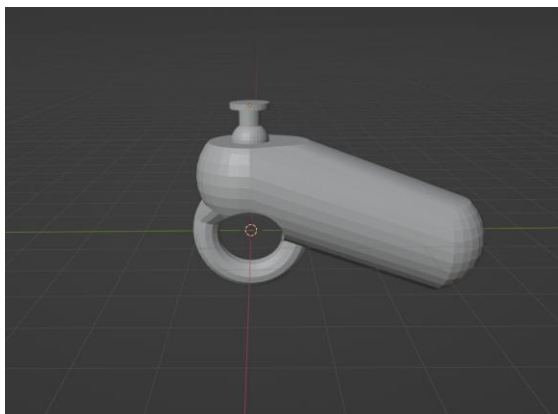


Рис. 4. Примерный внешний вид корпуса пульта управления

Также на рис. 4 представлен примерный внешний вид корпуса пульта управления. Дизайн в виде кольца на палец и длина корпуса были выбраны за счет своей эргономичной и удобной формы.

Библиографический список

1. ГОСТ 8769-75. Приборы внешние световые автомобилей, автобусов, троллейбусов, тракторов, прицепов и полуприцепов. – Взамен ГОСТ 8769-69; Введ. 1976-01-01 пп. 2.7.7, 2.7.8 – 1978-07-01. – М.: Стандартинформ, 2010. – 20 с.
2. Солодовникова В.В. Техническая кибернетика. – М.: Машиностроение, 1973. – 671 с.
3. Руднев В.А. Применение микроконтроллеров для реализации нейронных сетей. – 2012. – 3 с.
4. Джереми Блум. Изучаем Arduino. – СПб.: БХВ, 2018. – 336 с.

Сведения об авторах

Федоров Андрей Борисович – старший преподаватель кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: pstufab@gmail.com

Ощечков Кирилл Вадимович – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. ЭВТ-18-16, г. Пермь, e-mail: oshchepkovk@mail.ru

И.О. Перетягин, Г.Ф. Масич

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА ЗАЯВОК ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ КОРПОРАТИВНОЙ СЕТИ

В статье исследуются принципы проектирования и разработки автоматизированной системы учета заявок пользователей корпоративной сети. В работе представлены результаты исследования основных средств разработки системы. Изложены основные элементы инфраструктуры протокола LDAP, разобрана модель веб-разработки MVC.

Ключевые слова: автоматизированная система, учет, заявка, корпоративная сеть, протокол LDAP, Laravel, PostgreSQL.

I.O. Peretyagin, G.F. Masich

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR ACCOUNTING FOR APPLICATIONS OF USERS OF THE CORPORATE NETWORK

This article explores the principles of designing and developing an automated system for accounting for requests from users of a corporate network. The paper presents the result of a study of the main means of system development. The main elements of the LDAP protocol infrastructure are outlined, the MVC web development model is analyzed.

Keywords: automated system, accounting, application, corporate network, LDAP protocol, Laravel, PostgreSQL.

Автоматизированная система учета используется с целью автоматического сбора, последующей обработки и хранения, а также вывода данных о заявках пользователей (сотрудников) организации и для предоставления имеющейся информации о пользователях корпоративной сети организации.

Корпоративные сети предоставляют сотрудникам сервисы, в число которых входят: почта, вычислительный ресурс, системы хранения данных, видеоконференцсвязь, доступ в интернет и другие. Поэтому разработка автоматизированной системы доступа сотрудников к сервисам корпоративной сети и последующего анализа активности как сотрудников, так и в целом лабораторий и институтов, в которых эти сотрудник работают, актуальна и своевременна.

Предлагается следующий алгоритм работы системы.

Заявка, оформленная сотрудником, сначала заверяется руководителем подразделения (например лаборатории), в котором работает сотрудник. Затем заявку должен утвердить администратор системы учёта (например администрирующий ресурсы Института). После утверждения заявки администратором автоматически создаётся учётная запись, а пользователю и руководителю подразделения направляется уведомление о том, что заявка выполнена.

Как следует из описания работы, разрабатываемая система учёта должна иметь не менее трёх уровней доступа:

1. Сотрудник имеет права на заполнение и отправку формы заявки.
2. Руководитель подразделения имеет права на просмотр и заверение заявок сотрудников своего подразделения.
3. Администратор имеет права на просмотр и заверение всех заявок организации, а также на создание, редактирование и удаление учётных записей пользователей.

Для создания такой системы требуется выбрать архитектурное решение (программная, аппаратная и логическая структура системы), обеспечивающее требуемый функционал и информационную безопасность. В таблице приведены выбранные нами для реализации системы инструментальные средства.

Средства разработки

№ п/п	Средство разработки	Назначение
1	OpenLDAP	Реализация LDAP для доступа к каталогам
2	Laravel	Веб-фреймворк для написания алгоритмов и функциональной части системы
3	PostgreSQL	СУБД, отвечающая за хранение, вывод и ввод данных системы

Для предоставления разных уровней доступа к системе реализована функция авторизации, основанная на проверке аутентификации сотрудника в системе. Именно для того, чтобы разграничить уровень доступа к функционалу системы, организована аутентификация по протоколу LDAP. LDAP-каталоги – это базы данных, структурированные по принципу иерархических информационных деревьев, которые описы-

вают представляемые ими организации. На рисунке представлены основные элементы архитектуры LDAP [1].



Рис. Инфраструктура LDAP

В общей модели протокола клиент взаимодействует с одним из серверов. Клиент передает протокольный запрос с операцией, которую необходимо выполнить серверу. Сервер отвечает за выполнение необходимых операций в каталоге. После обработки всех операций сервер обычно возвращает клиенту ответ.

Протокольные операции независимы друг от друга. Каждая операция обрабатывается независимо, оставляя каталог в работоспособном для сервера состоянии.

Серверу необходимо своевременно присылать ответы клиенту, когда такие запросы определяются в протоколе. Запросы и ответы при нескольких операциях между клиентом и сервером могут следовать в любом порядке.

OpenLDAP. OpenLDAP является реализацией сервера каталогов. С помощью данного инструмента можно настраивать механизм работы между сервером и базой данных LDAP. С помощью конфигурационных файлов OpenLDAP можно назначить адрес доступа серверу, на который клиент будет отправлять запросы.

Пользователи (клиенты) обращаются к серверу, который в свою очередь обменивается данными с базой данных LDAP поверх стека TCP/IP. LDAP производит проверку данных клиента внутри своей базы данных и предоставляет доступ к каталогам протокола. Клиентами LDAP могут быть сервера, персональные компьютеры и другие устройства, поддерживающие протокол. Также клиент, который является администратором LDAP, может производить операции поиска, сравнения по базе данных, а также добавлять, удалять и редактировать записи.

Laravel. Система должна представлять собой удобное средство для работы с данными, в том числе иметь возможность работы с интернет-протоколами, СУБД и другими программными средствами. Веб-портал сочетает в себе вышеперечисленные требования, поэтому с помощью веб-программирования можно создать такую систему.

Laravel – это PHP-фреймворк с открытым исходным кодом, который необходим для разработки веб-приложений на основе MVC (model-view-controller) [2]. Это вариант архитектуры, при котором компоненты программы делятся на три части:

- модель (model) предоставляет данные и методы работы с ними: запросы в базу данных, проверку на корректность;
- представление (view) показывает пользователю эти данные и изменяется, если меняется модель;
- контроллер (controller) направляет данные от пользователя к системе и наоборот.

PostgreSQL. Для реализации хранения данных необходимо пользоваться принципами целостности и гибкости работы СУБД.

PostgreSQL обладает функцией восстановления (backup) в резервное состояние при нарушениях работы базы данных. Автоматически создается резервное копирование таблиц и данных. СУБД содержит журнал ошибок, вложенные транзакции.

Заключение. Автоматизированная система учета заявок пользователей корпоративной сети представляет собой веб-портал с формой для подачи заявки для регистрации в корпоративной сети, аутентификацией для предоставления роли в администрировании системы, целостностью данных внутри системы и их представления, панелью администрирования для работы с заявками.

Библиографический список

1. LDAP: архитектура, реализация и тенденции [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.osp.ru/os/2004/12/184900/> (дата обращения: 26.05.2022).

2. Laravel [Электронный ресурс]. – URL: <https://blog.skillfactory.ru/glossary/laravel/> (дата обращения: 26.05.2022).

Сведения об авторах

Масич Григорий Федорович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: masich@icmm.ru

Перетягин Илья Олегович – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. ЭВТ-18-16, г. Пермь, e-mail: peretyagin.ilya2000@gmail.com

М.С. Петров, А.Б. Федоров

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННО-РАЗВЛЕКАТЕЛЬНОГО СТЕНДА

Статья посвящена разработке программного обеспечения для микроконтроллерного информационно-развлекательного стенда, который строит монотонное трёхмерное изображение, формируемое на поверхностях сфер с разным радиусом, при помощи круговой развертки группы (массива) светодиодов.

Ключевые слова: информационно-развлекательный стенд, светодиодный дисплей, 3-мерное изображение, круговая развёртка, микроконтроллер, компилятор.

M.S. Petrov, A.B. Fedorov

SOFTWARE DEVELOPMENT FOR THE INFORMATION AND ENTERTAINMENT STAND

This article is devoted to the development of software for a microcontroller information and entertainment stand, which builds a monotone three-dimensional image, formed on the surfaces of spheres with different radii, using a circular sweep of a group (array) of LEDs.

Keywords: infotainment stand, LED display, 3-dimensional image, circular sweep, microcontroller, compiler.

Интерес к 3D-дисплеям всегда был велик. Но большинство из них требует использования дополнительных приспособлений, будь то специальные очки, преломляющие призмы, водяной пар и пр. Дисплей с круговой разверткой, формирующий изображение на поверхностях двух сфер с разным радиусом, лежащий в основе информационно-развлекательного стенда, довольно простое, но в то же время эффективное средство построения статичных или динамичных трехмерных изображений без применения дополнительных приспособлений. Такой информационно-развлекательный стенд можно использовать, например, в приемной комиссии для привлечения внимания абитуриентов к кафедре или на экзамене для информирования студентов об оставшемся времени.

Внешний вид информационно-развлекательного стенда показан на рис. 1, а схематическое изображение расположения светодиодных массивов – на рис. 2.

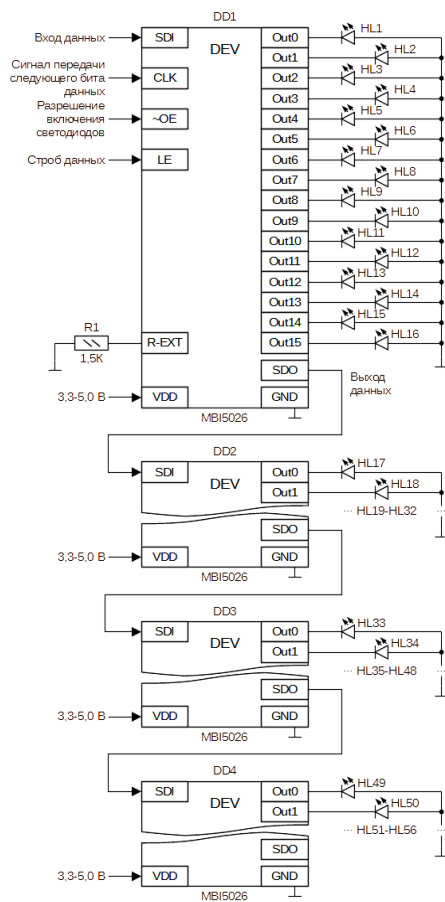


Рис. 1. Электрическая функциональная схема

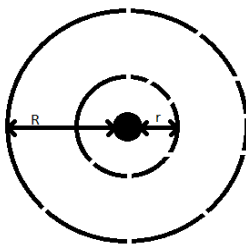


Рис. 2. Схематичное изображение расположения светодиодных массивов

Функционал 3D- Sphere. Для создания отрисовки изображения выполняется формирование тактовой передачи для определенного столбца светодиодов. Чтобы каждый светодиод получал правильный порядок сигналов о передаче включения потоковой иллюстрации кадра, необходимо выполнить следующие действия:

1. Подготовить изображение черного цвета, формата BMP, размером 200×56 пикселей.
2. Выполнить преобразование изображения из BMP в двоичный код.
3. Успешно выполнить компиляцию изображения, обновить версию программы.

В функционале сферы используется двухпоточный вывод изображения, с применением 2 выводящих линеек по 56 светодиодов на каждой. Отрисовка графического элемента выполняется с использованием двух сфер для параллельного отображения изображений. В ходе работы системы точечный рисунок в машинном слове формирует массив, который разбивается на 16 светодиодов для поточного вывода столбца в такт [1]. Пример отрисовки представлен на рис. 2.

В ходе обработки изображения необходимо использовать программу BMPtoLCD для преобразования изображения в машинное слово. После выполнения прохода по всему массиву изображения в 200 столбцов программа выполняет повторный вывод массива.

Описание процесса эксплуатации. Первый этап работы над проектом – ознакомление со стендом. Необходимо выполнить следующие шаги:

1. Подключить информационно-развлекательный стенд к PC через USB-порт, проверить правильную установку драйвера и его рабочее состояние.
2. Выполнить запуск компилятора для работы с программой установки.
3. Выполнить запуск FlashtoLoader для работы с загрузкой готового проекта на стенд.
4. Выполнить успешную компиляцию проекта и загрузку скомпилированного кода, запустить стенд и проверить эксплуатацию.

Формирование экземпляра проекта компилятора. Для работы информационно-развлекательного стенда необходимо использовать компилятор, который работает с драйвером STM8 [2]. Язык написания

программного кода – Си. В ходе создания проекта пользователю будет предложено создать несколько файлов для работы программы, скомпилировать и подключить основные функции стенда.

Первый тип файлов отвечает за работу основной части кода, второй – для подключения дополнительных библиотек, которые носят название – заголовочные файлы.

После выполнения и написания кода, необходимо собрать сборку проекта и дать компилятору пересобрать ее, чтобы проверить наличие ошибок в написанных файлах проекта, сохранить его и перейти к этапу загрузки программы на информационно-развлекательный стенд.

Библиографический список

1. Dual spindle spherical LED [Электронный ресурс]. – URL: <http://59tiaoba.taobao.com> (дата обращения: 07.05.2022).
2. Практическое руководство по программированию STM-микроконтроллеров [Электронный ресурс]. – URL: <https://elib.pstu.ru/Record/lan82855> (дата обращения: 07.05.2022).

Сведения об авторах

Петров Михаил Сергеевич – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. ЭВТ-18-16. г. Пермь, e-mail: eeemihaeeee@gmail.com

Федоров Андрей Борисович – старший преподаватель кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: pstufab@gmail.com

Д.А. Письменный, И.С. Полевщиков

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОГРАММНЫХ МОДУЛЕЙ ВЕБ-СИСТЕМЫ СБОРА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ОБ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ

Проанализированы особенности, преимущества и недостатки существующей версии автоматизированной системы (АС) сбора и обработки данных о контроле знаний и навыков студентов (АС «Успеваемость студентов») при подготовке специалистов по автоматизации, информатизации, роботизации. Описаны функциональные требования и особенности новой версии АС, позволяющей, в частности, повысить степень структурированности информации о контроле знаний и навыков, упростить процессы настройки критериев оценки и непосредственного оценивания работ студентов.

Ключевые слова: веб-система, дистанционные образовательные технологии, автоматизация контроля знаний и навыков.

D.A. Pis'mennyy, I.S. Polevshchikov

IMPROVING THE SOFTWARE MODULES OF THE WEB SYSTEM FOR COLLECTING AND PROCESSING DATA ON STUDENT PROGRESS

The features, advantages and disadvantages of the existing version of the automated system (AS) for collecting and processing data on the control of students' knowledge and skills (AS "Student progress") in the preparation of specialists in automation, informatization, robotization are analyzed. The functional requirements and features of the new version of the AS are described, which, in particular, make it possible to increase the degree of structuring of information on the control of knowledge and skills, to simplify the processes of setting evaluation criteria and directly assessing students' work.

Keywords: web system; distance educational technologies; automation of knowledge and skills control.

Применение средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий является неотъемлемой частью подготовки специалистов при обучении студентов направлений в области автоматизации, информатизации, роботизации [1, 2]. Такие средства должны учитывать специфику изучаемых дисциплин, связанных, в частности, с программированием, проектированием информационных систем, моделированием сложных систем и процессов [1–4].

Для повышения эффективности процессов контроля знаний и навыков студентов указанных направлений разработана и успешно используется в ПНИПУ и МГУПП первая версия автоматизированной системы (АС) «Успеваемость студентов» [5, 6].

Проанализированы функциональные возможности текущей версии АС, заключающиеся главным образом в дистанционной проверке отчетов студентов по лабораторным, практическим и контрольным работам.

На рис. 1 показан веб-интерфейс используемой версии АС, в котором продемонстрированы особенности установки преподавателем критериев оценки лабораторной работы по наследованию в объектно-ориентированном программировании.

№	Название	Вес
1	Суперкласс	3
1.1	Переменные экземпляра	1
1.2	Конструктор с параметрами	1
1.3	Методы-селекторы	1
2	Первый подкласс	7
2.1	Переменные экземпляра	1
2.2	Конструктор с параметрами	1
2.3	Метод toString()	2
2.4	Методы-селекторы	1
2.5	Метод compareTo()	2
3	Второй подкласс	7
3.1	Переменные экземпляра	1
3.2	Конструктор с параметрами	1
3.3	Метод toString()	2
3.4	Методы-селекторы	1
3.5	Метод compareTo()	2
4	Четвертый класс, с методом main()	14
4.1	Создание массива объектов 1-го подкласса	2
4.2	Создание массива объектов 2-го подкласса	2
4.3	Вывод 1-го массива до сортировки	1
4.4	Вывод 2-го массива до сортировки	1
4.5	Сортировка 1-го массива	1
4.6	Сортировка 2-го массива	1
4.7	Вывод 1-го массива после сортировки	1
4.8	Вывод 2-го массива после сортировки	1
4.9	Вывод информации по 1-му условию	2
4.10	Вывод информации по 2-му условию	2

Рис. 1. Критерии оценки выполнения лабораторной работы

На рис. 2 показан веб-интерфейс используемой версии АС, в котором продемонстрированы результаты оценивания преподавателем отчета по данной лабораторной работе, выполненной одним из студентов.

Преимущества текущей версии АС являются возможность многокритериальной экспертной оценки выполнения заданий студентами,

наглядное визуальное представление данных о результатах оценивания, автоматическое ведение электронного архива отчетов по лабораторным, практическим и другим видам работ. Однако в процессе применения данной версии АС был выявлен ряд дефектов, затрудняющих работу с ней. В частности, трудоемкими являются настройка процесса оценивания выполнения задания при большом числе требуемых критериев оценки и непосредственно сам процесс оценивания.

На основе анализа особенностей и недостатков текущей версии АС сформулирован обновленный перечень требований к ней. На рис. 3 в форме диаграммы Use Case UML представлены функциональные требования к подсистеме преподавателя новой версии АС.

Отметим следующие преимущества для преподавателя при работе с новой версией АС: повышение степени структурированности информации о контроле знаний и навыков студентов; упрощение процессов настройки критериев оценки и непосредственно оценивания работ студентов; наличие «интеллектуальной» очереди работ студентов на проверку (например, у работ, которые были проверены ранее и по которым осталось мало замечаний преподавателя, приоритет в очереди будет выше).



Рис. 2. Результаты оценивания отчета по лабораторной работе

Будут доступны следующие возможности по работе с замечаниями выполненными студентами заданий:

1) любое замечание преподавателя сохраняется в базе данных АС и автоматически добавляется к типовым (изначально в раздел «Неотсортированные замечания»);

2) возможно перейти к управлению информацией о типовых замечаниях (собранной по всем дисциплинам данного преподавателя), в частности, добавлять, удалять, редактировать типовые замечания, создавать иерархию из видов и подвидов замечаний (упрощенный пример иерархии показан на рис. 4);

3) добавление типового замечания к текущему, что позволяет не вводить вручную текст замечания, если оно уже ранее встречалось при проверке других работ.

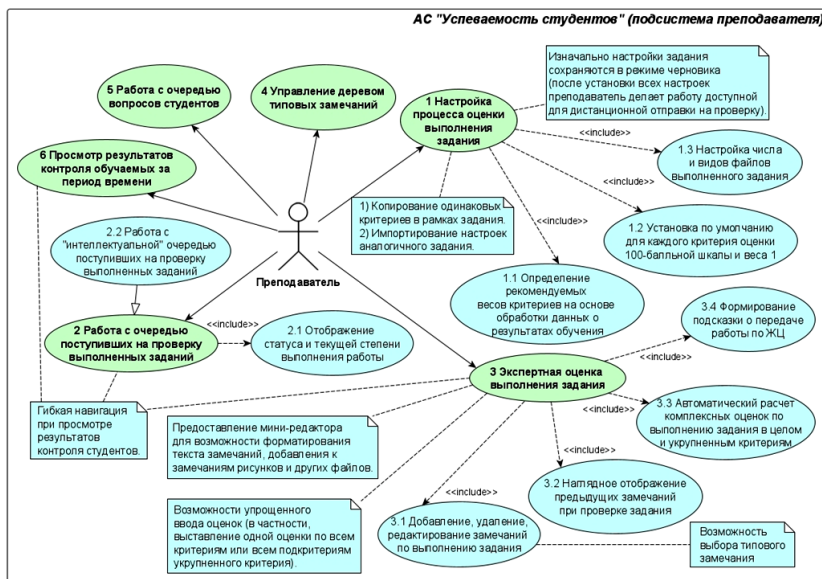


Рис. 3. Функциональные требования к обновленной подсистеме преподавателя

На рис. 5 в форме диаграммы Use Case UML представлены функциональные требования к подсистеме студента новой версии АС.

Улучшены возможности обратной связи между студентом и преподавателем в процессе проверки работ. Студенту доступны возможности:

- 1) отправки работы на проверку без примечаний;
- 2) отправки работы на проверку с примечаниями (например, если студент не согласен или не совсем понял предыдущие замечания преподавателя по результатам прошлой проверки работы);

3) отправки только примечаний (например, если у студента есть вопросы к преподавателю в самом начале выполнения работы).



Рис. 5. Функциональные требования к обновленной подсистеме студента

При добавлении преподавателем замечания по работе в процессе оценивания (или добавлении студентом примечания в процессе анализа замечаний преподавателя) допустимо прикреплять один или несколько файлов для лучшего понимания сути замечаний (например, скриншот с кодом программы, содержащим ошибку).

Дальнейшее развитие АС будет способствовать повышению качества подготовки специалистов по автоматизации, информатизации и роботизации. Также АС может быть адаптирована для подготовки студентов других технических направлений.

Библиографический список

1. Разработка и применение веб-системы для совершенствования профессиональной подготовки специалистов по автоматизации и информатизации пищевых производств / М.М. Благовещенская, И.С. Полевщиков, Е.Р. Понасенков, Р.А. Кравченко // Математическое моделирование в естественных науках: материалы XXX Всерос. школы-конф. (г. Пермь, 06–09 октября 2021 г.). – Пермь, 2021. – С. 222–224.

2. Файзрахманов Р.А., Полевщиков И.С., Боброва И.А. Совершенствование процесса профессиональной подготовки разработчиков программной документации на основе автоматизированной оценки качества формирования навыков // Планирование и обеспечение подготовки кадров для промышленно-экономического комплекса региона: материалы XVIII Всерос. науч.-практ. конф. (20–21 ноября 2019 г.): сб. докладов. – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2019. – С. 21–25.

3. Применение нейросетевых технологий для управления качеством кондитерских изделий в процессе производства / В.Г. Благовещенский, А.Е. Краснов, Е.И. Баженов, М.М. Благовещенская, С.А. Мокрушин // Системы управления и информационные технологии. – 2021. – № 3 (85). – С. 37–41.

4. Разработка систем управления с искусственным интеллектом для хлебокомбинатов / В.О. Новицкий, Ю.Н. Белова, Д.И. Печикин, Э.Ю. Большаков // Хлебопродукты. – 2021. – № 8. – С. 46–51.

5. Мокрушин М.А., Полевщиков И.С. Веб-приложение для контроля формирования элементов компетенций при подготовке ИТ-специалистов // Автоматизированные системы управления и информационные технологии: материалы всерос. науч.-технической конференции, г. Пермь, 9–11 июня 2020 г. – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2020. – Т. 1. – С. 320–328.

6. Полевщиков И.С., Таирова Л.Р. Разработка и применение тренажерно-обучающей системы для контроля формирования навыков решения оптимизационных задач // Решение: материалы X Всерос. науч.-практ. конф., г. Березники, 15 октября 2021 г. / Березниковский филиал Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2021. – С. 182–184.

Сведения об авторах

Письменный Дмитрий Александрович – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. КС-19-16, г. Пермь, email: stalkercoo@yandex.ru

Полевщиков Иван Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, доцент кафедры «Автоматизированные системы управления биотехнологическими процессами» Московского государственного университета пищевых производств, г. Пермь, e-mail: i.s.polevshchikov@mail.ru

А.Л. Погудин, Е.А. Хохрякова, К.Л. Некрасов

ПРИМЕНЕНИЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОНСТРУКТОРОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ РОБОТОТЕХНИКИ ДЕТЬМИ РАЗЛИЧНОГО ВОЗРАСТА

В статье анализируется возможность изучения робототехники детьми различного возраста с использованием робототехнического конструктора. Также рассматриваются основные проблемы уже существующих робототехнических конструкторов. Изучаются основные цели и требования к обучающим программам по робототехнике. Также приведены основные разделы, которые должны изучаться в курсе и преимущества использования робототехнических конструкторов.

Ключевые слова: робототехника, робототехнические комплексы, обучение.

A.L. Pogudin, E.A. Khokhryakova, K.L. Nekrasov

THE USE OF ROBOTIC KIT IN THE STUDY OF ROBOTICS BY CHILDREN OF DIFFERENT AGES

The possibility of studying robotics by children of different ages using a robotic constructor is analyzed in this article. The main problems of existing robotic kits are also considered. The main goals and requirements for robotics training programs are studied. The main sections that should be studied in the course and the advantages of using robotic kits are also given.

Keywords: robotics, robotic systems, education.

Последние годы растет популярность дополнительного образования среди учащихся школ. В особенности направление «Робототехника», которое является востребованным среди детей. Они готовы и хотят получать новые знания в этом направлении.

Но почему же дети увлечены робототехникой? На это есть несколько причин. Во-первых, данное направление является актуальным, так как роботы все больше окружают людей во всех сферах жизни, например в быту, в медицине или на производстве [1].

Робототехника объединяет в себе такие науки, как физика, механика, математика, кибернетика и другие. Данное направление имеет следующие цели:

1. Образовательная, то есть формирование знаний и умений при работе с различными электронными компонентами.

2. Развивающая, то есть развитие научных и инженерных способностей [2].

Чтобы обучать робототехнике, необходимо иметь специально разработанные учебные программы, иначе обучение не будет иметь смысла. При создании образовательных программ по направлению «робототехника» необходимо учитывать возраст учеников. Также в программу должны быть включены такие разделы, как механика роботов, электроника, используемая для создания и работы роботов, датчики, программное обеспечение и элементы теории автоматического управления.

Был проведен опрос преподавателей, которые работают с конструкторами. В ходе этого опроса были выявлены следующие недостатки конструкторов:

1. Конструктор необходим, чтобы собирать различные устройства. Для этого в его составе должен соблюдаться баланс сложных (электромоторы) и простых (болты) деталей. Не во всех существующих конструкторах соблюдается этот баланс.

2. Во многих конструкторах детали имеют неправильный профиль, соединяются под неправильным углом, а также для соединения нескольких деталей используется неудобный крепеж.

3. Крепежи в составе конструктора иногда имеют очень редкий размер, что затрудняет восполнение потерянных деталей. Также для скрепления деталей могут использоваться инструменты, которые сложно найти в магазинах.

4. Детали в некоторых конструкторах имеют избыточную сложность. Также производители часто увеличивают количество деталей и крепежей в собираемой модели без видимого смысла.

5. Производители конструкторов неправильно подбирают материал, из-за этого готовое изделие получается недостаточной жесткости.

6. Существует проблема сопряжения конструктора разных брендов или конструктора с деталями не из конструктора.

7. Для развития мелкой моторики размер крепежа должен быть небольшим, но не настолько, чтобы ребенок мог причинить себе вред этим крепежом. Оптимальным кажется шестигранный крепеж М4 или М5.

Не стоит забывать, что данная образовательная программа направлена на детей. А также стоит учитывать, что робототехника является технической специальностью, значит, в процессе обучения необходимо использовать максимально близкие к реально используемым средства.

Таким средством может являться робототехнический комплекс, созданный в виде конструктора. Обучение с использованием конструктора должно быть интересным для детей. В этом случае при создании такого конструктора необходимо соблюдать следующие требования:

1. Данный конструктор должен быть основан на реальных робототехнических комплексах.
2. Для каждой возрастной группы должен быть создан свой конструктор.
3. Детали этого конструктора должны быть взаимозаменяемы.
4. Конструктор должен иметь составные детали, которые очень близки к подобным деталям, используемым в производстве [3].

Использование робототехнических конструкторов при изучении робототехники имеет очень много положительных сторон. Во-первых, детям гораздо интереснее учиться при помощи игр, так они больше увлечены и медленнее устают. Во-вторых, сборка или разбор по определенной схеме конструктора помогают развивать мелкую моторику и техническое творчество. Так как чаще всего работа происходит в группах, то дети развивают свои способности работы в команде, а также иногда приобретают лидерские качества. При работе в команде необходимо общаться со своими партнерами, благодаря этому дети развивают свою речь и учатся объяснять свои идеи и возможные пути решения проблем.

При сборке конструктора или при его программировании могут возникать некоторые трудности и проблемы, решая их, дети развивают свое внимание и получают навыки решения проблем [4].

Конструкторы развиваются очень быстро. В современном мире робототехнические конструкторы являются уменьшенным подобием настоящего робототехнического комплекса, используемого в производстве. Поэтому использование конструкторов при обучении робототехнике является приоритетным направлением. Таким образом, дети получают не только теоретические знания, но и практические. В течение всего курса обучения учащиеся изучают несколько разделов, которые необходимо знать для работы с робототехническим комплексом.

В процессе сборки конструктора идет изучение конструирования, моделирования и схемотехники. Так как конструктор имеет различные электронные компоненты (сервоприводы, датчики), для правильной его сборки необходимо уметь понимать его электронную схему.

После того, как конструктор собран, дети учатся программировать. В состав робототехнического конструктора входит микроконтроллер. Для того чтобы конструктор мог выполнять разнообразные задачи, необходимо написать соответствующие программы. Для этого каждый учащийся должен знать основы программирования и изучать различные языки для написания программ, например C, Python и другие [5].

Исходя из вышеизложенного материала, можно сделать вывод, что обучение детей робототехнике происходит эффективнее в процессе работы с робототехническим конструктором, нежели при изучении основ робототехники в теории.

В процессе работы с конструктором дети развивают личные качества, а также учатся работать в команде. Они получают практические знания, которые в будущем помогут им определиться со сферой профессиональной деятельности.

Также использование робототехнического комплекса помогает объединить различные модули в рамках одного курса. Так, в программу обучения могут быть включены такие блоки, как 3D-моделирование, схемотехника, электроника, программирование и мехатроника.

Следует рассмотреть возможность создания большего количества разнообразных робототехнических конструкторов, которые будут основаны на различных реальных устройствах. При создании собственного конструктора для обучения детей робототехнике необходимо учитывать все вышеперечисленные проблемы. Это поможет повысить интерес детей к изучению робототехники, а также позволит разнообразить учебные программы.

Библиографический список

1. Оценка спроса на курсы робототехники / Л.И. Кутепова, А.А. Пермовский, А.Е. Булганина, М.А. Куриленко, И.Ю. Виноградов // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. – 2021. – №5 (55).

2. Четина В.В. Образовательная робототехника: опыт, проблемы, перспективы // Наука и перспективы. – 2019. – № 1.

3. Лазарев М.В. Проектирование содержания курса робототехники в учреждениях дополнительного образования // Ярославский педагогический вестник. – 2013. – № 3.

4. Шайхутдинова Л.М. Использование образовательных возможностей робототехнических конструкторов в обучении младших школьников // Скиф. – 2021. – №1 (53).

5. Беспалько С.В., Жуков В.В., Тарасова В.Н. Перспективы развития детских конструкторов // История и педагогика естествознания. – 2021. – № 3–4.

Сведения об авторах

Погудин Андрей Леонидович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: pogudin_al@mail.ru

Хохрякова Елизавета Андреевна – студентка Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. ЭВТ-18-1б, г. Пермь, e-mail: elizaveta-kireeva@yandex.ru

Некрасов Кирилл Леонидович – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. ИПР-21-1м, г. Пермь, e-mail: nekrasovKL@yandex.ru

И.А. Подлесных, В.В. Бахтин

МЕТОДЫ ДЕКОМПОЗИЦИИ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ С УЧЕТОМ ВОЗМОЖНОСТИ РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЯ ВЫЧИСЛЕНИЙ

В статье проводится обзор существующих методов декомпозиции искусственных нейронных сетей, приведены основные преимущества и недостатки предложенных систем. Проведено сравнение предложенных методов с разработанными нами методами декомпозиции нейронных сетей и синтеза нейросетевых устройств. Сделаны выводы о главных преимуществах созданных методов над ранее разработанными методами. Кроме того, описаны возможные улучшения в разработанный метод.

Ключевые слова: искусственные нейронные сети, туманные вычисления, декомпозиция, алгоритм.

I.A. Podlesnykh, V.V. Bakhtin

ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS DECOMPOSITION METHODS CONSIDERING THE POSSIBILITY OF COMPUTATION PARALLELIZATION

In this article the existing methods of artificial neural networks decomposition were reviewed, the main advantages and disadvantages of the proposed systems were provided. The proposed systems were compared with our own neural network decomposition and device synthesis methods. Conclusions are drawn about the main advantages of the developed methods over previously developed methods. In addition, possible improvements to the developed method are described.

Keywords: artificial neural network; fog computing, decomposition, algorithm.

Введение. Искусственные нейронные сети (ИНС) по сей день остаются крайне актуальными, так как многие вещи, которыми мы пользуемся ежедневно, так или иначе интегрированы с ними в работе. ИНС являются крайне полезными во многих сферах человеческой жизни, поэтому очень важно проводить исследования в области развития ИНС.

Туманные вычисления – это технология, суть которой заключается в обработке и хранении данных в сети связанных между собой устройств, например устройств интернета вещей. Интернет вещей (IoT) – популярная сегодня концепция сети обмена данными между повсе-

дневными бытовыми вещами, так как Интернет вещей становится все более популярным, и все больше людей начинают применять данную технологию, огромный интерес вызывает возможность применения этой технологии для организации вычислений ИНС. Однако прежде чем начать вычисления результатов работы ИНС, необходимо разделить ИНС на части. Данный процесс называют декомпозицией нейронной сети.

Цели данной работы – обзор существующих методов декомпозиции искусственных нейронных сетей и их сравнение с ранее разработанным нами методом.

Обзор существующих методов. Для начала проанализируем работу «Применение распределенных вычислений для реализации алгоритмов deep learning» [1]. В ней описывается архитектура программного пакета для реализации нейронных сетей с использованием предоставляемых свободных мощностей ПК. Одной из главных задач, которые ставятся в данной работе, является задача повышения производительности обучения нейронных сетей. В работе были выдвинуты основные требования для программной платформы: высокая скорость обработки данных, многопоточность, объектно-ориентированный дизайн, модульность программного пакета, мультиплатформенность, высокая стабильность.

Архитектура предложенной в работе системы, предназначенной для реализации нейронных сетей, представлена на рис. 1.

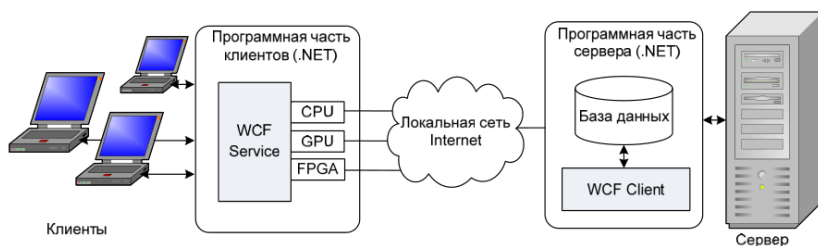


Рис. 1. Архитектура гетерогенной системы для распределенных вычислений

Решаемая вычислительная задача состоит из клиентской и серверной части. Предоставляемые клиентами ресурсы, на которые ложится основная нагрузка при вычислении, представлены в качестве WCF-сервиса. Вычислительными блоками могут быть CPU, GPU или FPGA. Достоинства описанной в данной статье системы по сравнению с суще-

ствующими аналогами: объединение в единую систему вычислительных узлов различной архитектуры (CPU, GPU и FPGA); возможность коммуникации на основе различных протоколов, в том числе и с шифрованием; возможность динамического добавления и отключения клиентов; разработка вычислительных задач на современных языках программирования, таких как C#, VB.NET, IronPython и других.

Второй работой для анализа является «DeepFog: Fog Computing-Based Deep Neural Architecture for Prediction of Stress Types, Diabetes and Hypertension Attacks» [2]. В ней описывается создание системы мониторинга состояния здоровья пользователя. Авторы предлагают систему, состоящую из трех уровней. Первый уровень – пользовательский, на котором собирается различная информация о состоянии организма пользователя, о его местонахождении, об условиях окружающей среды. Второй – уровень обработки данных в туманной сети, на котором собранная информация сортируется, обрабатывается. ИНС производит классификацию по типу стресса, классификацию по стадии гипертонии, а также делается прогноз по риску гипертонии и по заболеванию диабетом. Затем получившаяся информация передается на третий – облачный уровень, на котором с полученными данными работают врачи-специалисты, либо информация может передаваться родственникам пользователя, для предупреждения в случае опасной для здоровья ситуации. На рис. 2 представлена схема данной системы.

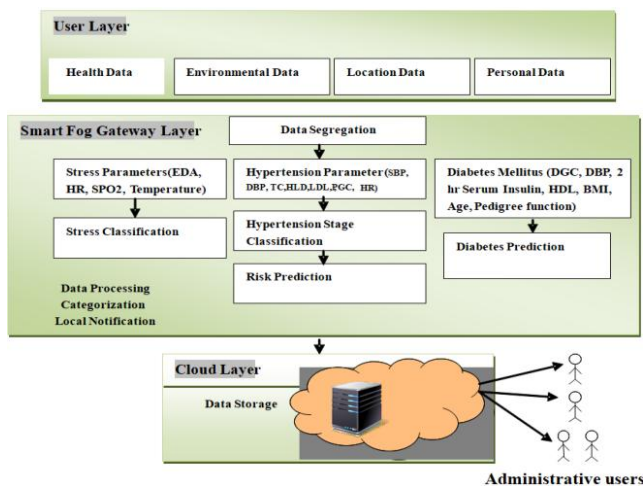


Рис. 2. Схема системы мониторинга состояния здоровья пользователя

Ранее нами был сформулирован метод синтеза устройств реализации искусственных нейронных сетей [3].

Предложенный метод декомпозиции нейронной сети. Сущность предлагаемого метода синтеза нейросетевых устройств заключается в том, чтобы последовательно осуществить следующие шаги:

1. Выбрать монолитную нейронную сеть, которую требуется декомпозировать.

2. Перевести ее в предлагаемый формат обработки нейронных сетей *.app.

3. Использовать алгоритм декомпозиции МНС, задав входные параметры: количество устройств, на которые необходимо разделить нейронную сеть D , массив вычислительных мощностей устройств $\{P_0, \dots, P_{D-1}\}$ и флаг предпочитаемого способа разделения на блоки.

4. Получить D блоков БНС в файлах предлагаемого формата.

5. Перенести содержимое файла в программу для микроконтроллера.

6. Скомпилировать файл *.hex и загрузить его как прошивку для устройства.

7. Запустить в работу каскад контроллеров, соединенных между собой.

Для реализации метода на процессорных устройствах с операционной системой вторая половина шагов видоизменяется:

1. Перенести файл на устройство в соответствующую директорию файловой системы.

2. Запустить программу выполнения блока БНС, написанную на языке программирования высокого уровня.

3. Запустить в работу каскад устройств, соединенных между собой.

Возможен комбинированный вариант реализации каскада вычислительных устройств, содержащий как микроконтроллеры, так и процессорные устройства, в случае, когда между устройствами различного типа существует канал связи.

Различные вариации метода в зависимости от исходных требований:

1. Разделение на блоки с равным количеством слоев на узле.

2. Разделение на блоки с равным количеством нейронов на узле.

3. Разделение пропорционально производительности устройств (слои).

4. Разделение пропорционально производительности устройств (нейроны).

5. Разделение с условием минимизации передаваемых по сети данных.

Также есть возможность распараллеливания вычислений результатов работы нейронов на одном слое с общей памятью для результатов работы предыдущего слоя. Для этого алгоритм должен быть изменен с учетом

того, что устройство может параллельно обрабатывать несколько потоков данных. Кроме того, если архитектура ИНС подразумевает параллельное вычисление, то можно разделить данным методом эту нейронную сеть на блоки, которые в дальнейшем будут вычисляться параллельно.

Сравнение методов. В первом из рассмотренных методов есть несомненные достоинства, а именно: возможность задействовать вычислительные устройства с различными архитектурами и способность к динамическому масштабированию. Однако в представленной схеме имеется главный вычислительный узел, который распределяет задачи между всеми остальными (сервер), без которого не будет возможности функционировать всей распределенной нейронной сети. Предлагаемый же в работе [4] метод позволяет создать устройства реализации распределенной нейронной сети, которые функционируют самостоятельно, не завися от главного вычислительного узла. Это порождает вопросы отказоустойчивости и надежности, данные проблемы будут решаться в следующих частях представленного исследования.

Следующий рассмотренный метод не подразумевает непосредственно прямой декомпозиции нейронной сети, а выносит ее выполнение в отдельные вычислительные узлы тумана (Fog Node), этот подход действительно снижает нагрузку на сервер, но требует установки дополнительного оборудования тех самых узлов туманных вычислений. Предложенный же нашим коллективом метод позволяет реализовать распределенную нейронную сеть после декомпозиции на уже имеющемся в вычислительной сети оборудовании, причем использовать для вычислений даже микроконтроллеры, как, впрочем, и классические процессорные системы.

Важно отметить, что входными данными для метода синтеза нейросетевых устройств для реализации режима Fog Computing является не только исходная монолитная нейронная сеть, но и количество устройств, на которые необходимо разделить нейронную сеть D , массив вычислительных мощностей устройств $\{P_0, \dots, P_{D-1}\}$ и флаг предпочитаемого способа разделения на блоки (учитывать пропорциональность по слоям нейронной сети или по количеству нейронов в блоке). Таким образом, предложенный метод позволяет осуществить декомпозицию нейронной сети и синтез нейросетевых устройств, учитывая вычислительные возможности каждого из устройств, а также особенности архитектуры и структуры слоев разделяемой нейронной сети за счет разделения с учетом нагрузки, распределяемой по числу нейронов на устройство, а не просто слоев нейронной сети.

Заключение. Предлагаемый нашим коллективом метод, в отличие от существующих, позволяет осуществить декомпозицию нейронной сети и последующий синтез нейросетевых устройств для исполнения распределенной искусственной нейронной сети без установки дополнительного оборудования, создания руководящего вычислительного узла, который осуществляет руководство всеми вычислениями, а также позволяет осуществлять нейросетевые вычисления на различных типах устройств, в том числе даже на микроконтроллерах, чего не предлагают другие представленные методы.

Исследование проводится при поддержке РФФИ на средства гранта № 20-37-90036 Аспиранты «Метод синтеза устройств нейросетевого распознавания для реализации режима Fog computing».

Библиографический список

1. Алексеенко Ю.В. Применение распределенных вычислений для реализации алгоритмов Deep Learning // Современные тенденции развития науки и технологий. – 2015. – № 6–1. – С. 95–100.
2. Priyadarshini R., Barik R.K., Dubey H. Deepfog: fog computing-based deep neural architecture for prediction of stress types, diabetes and hypertension attacks // Computation. – 2018. – Т. 6, № 4. – С. 62.
3. Бахтин В.В. Алгоритм разделения монолитной нейронной сети для реализации туманных вычислений в устройствах на программируемой логике // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника. Информационные технологии, системы управления. – 2022. – № 41. – С. 123–145.
4. Бахтин В.В., Тюрин С.Ф., Подлесных И.А. Метод синтеза устройств нейросетевого распознавания на программируемой логике для реализации режима fog computing // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника. Информационные технологии, системы управления. – 2022. – № 41. – С. 168–188.

Сведения об авторах

Подлесных Иван Александрович – аспирант кафедры «Автоматика и телемеханика» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: podlesnihwork@gmail.com

Бахтин Вадим Вячеславович – аспирант кафедры «Автоматика и телемеханика» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: bakhtin_94@bk.ru

О.А. Полякова, А.В. Гончаров

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОЙ
СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УЧЕТА И АНАЛИЗА
ПАРАМЕТРОВ ИЗНОСА БАНДАЖЕЙ КОЛЕСНЫХ
ПАР ПРОМЫШЛЕННЫХ ЛОКОМОТИВОВ**

Для осуществления железнодорожных грузоперевозок, которые являются важной частью экономики России, предназначен промышленный железнодорожный транспорт. Техническое обслуживание промышленного железнодорожного транспорта и, в частности локомотивов, включает этап замера параметров износа бандажей колесных пар и предполагает ведение учета результатов замеров и их анализ. Для повышения эффективности проведения технического обслуживания спроектирована и разработана программная система автоматизации учета и анализа результатов замеров параметров износа.

Ключевые слова: проектирование системы, разработка мобильного приложения, учет, анализ, износ, колесные пары, промышленные локомотивы.

O.A. Polyakova, A.V. Goncharov

**SOFTWARE SYSTEM DESIGN AND DEVELOPMENT FOR
AUTOMATION OF METERING AND ANALYSIS PARAMETERS
WEAR OF INDUSTRIAL LOCOMOTIVES WHEELSETS**

For railway freight transportation, which are an important part of the Russian economy, industrial railway transport is intended. Maintenance of industrial railway transport and, in particular, locomotives includes the stage of measuring the wear parameters of wheelsets bands and involves keeping records of measurement results and their analysis. To improve the efficiency of maintenance, a software system for automating the accounting and analysis of the results of measurements of wear parameters has been designed and developed.

Keywords: system design, mobile application development, accounting, analysis, wear, wheelsets, industrial locomotives.

Для осуществления железнодорожных грузоперевозок, которые являются важной частью экономики России, предназначен промышленный железнодорожный транспорт, своевременное проведение технического обслуживания которого обеспечивает безопасность перевозок и повышает эксплуатационную надежность.

Техническое обслуживание железнодорожного транспорта подразделяется на техническое обслуживание локомотивов и техническое обслуживание вагонов. На локомотивах сосредоточены узлы и агрегаты, имеющие различные конструкционные исполнения и большой разброс по техническому ресурсу, именно поэтому для обеспечения работоспособности всего подвижного состава в первую очередь необходимо уделять внимание работоспособности локомотивов. Техническое обслуживание локомотивов включает этап замера параметров износа бандажей колесных пар и предполагает ведение учета результатов замеров и их анализ, однако эффективному выполнению технического обслуживания препятствуют влияние человеческого фактора, избыточные временные, трудовые и финансовые затраты.

Автоматизация и цифровизация учета и анализа результатов замеров параметров износа повысит эффективность проведения технического обслуживания локомотивов.

Особенностями эксплуатации промышленных локомотивов являются:

1. Неудовлетворительное состояние железнодорожных путей ввиду их высокой грузонапряжённости – до 20–25 миллионов тонн брутто перевозимого груза в год на 1 километр.

2. Значительное число стрелочных переводов – до 4 переводов на 1 километр.

3. Наличие большого числа криволинейных участков и участков малого радиуса.

Данные особенности эксплуатации обуславливают повышенные нагрузки, которые приходится на оси локомотивов – колесные пары [1–3]. Для оценки степени износа бандажа колесной пары во время проведения технического обслуживания осуществляется контроль следующих параметров:

- прокат поверхности катания;
- толщина гребня;
- крутизна гребня;
- толщина бандажа;
- диаметр бандажа.

На основе анализа бизнес-процесса проведения технического обслуживания спроектирована модель «AS-IS», представленная на рис. 1 в виде диаграммы деятельности UML.

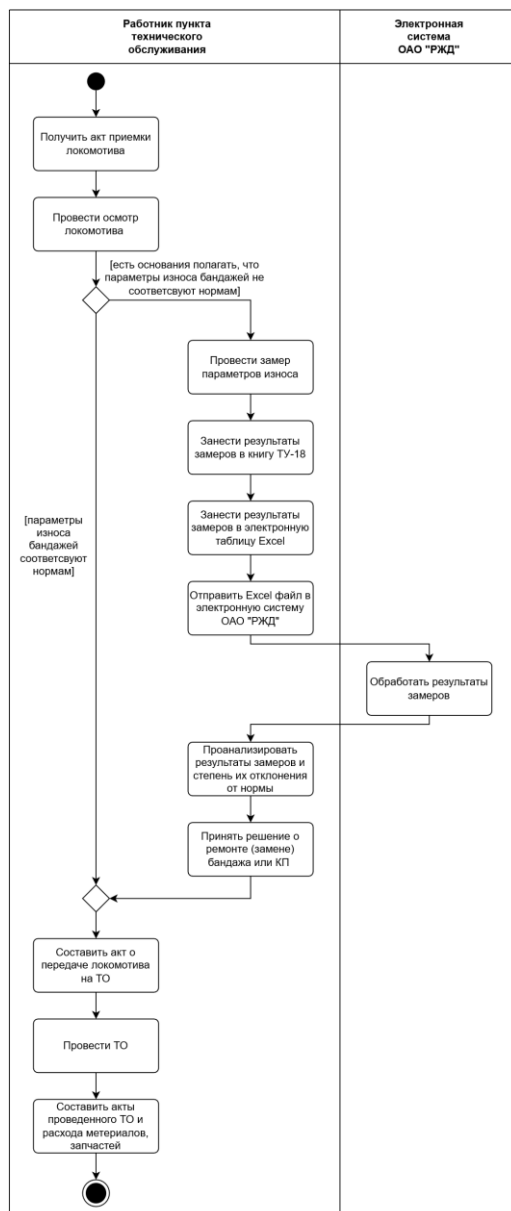


Рис. 1. Модель «AS-IS» бизнес-процесса проведения технического обслуживания

Спроектирована модель «ТО-ВЕ» бизнес-процесса проведения технического обслуживания. Модель представлена на рис. 2 в виде диаграммы деятельности UML.

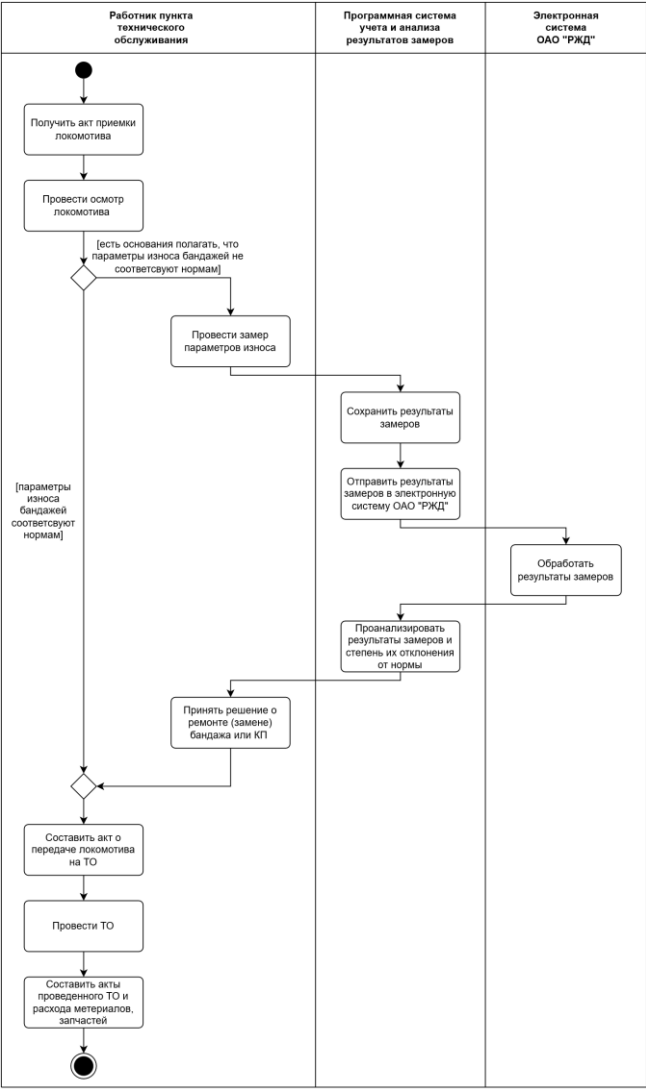


Рис. 2. Модель «ТО-ВЕ» бизнес-процесса проведения технического обслуживания

Программная система учета и анализа результатов замеров:

- сохраняет результаты замеров;
- отправляет их в электронную систему учета ОАО «РЖД»;
- анализирует результаты замеров и степень их отклонения от нормы.

На основании результатов анализа работник принимает решение о ремонте (замене) бандажа или колесной пары. Такая организация бизнес-процесса позволяет повысить его эффективность путем решения недостатков, описанных выше. Для хранения информации о результатах замеров, допустимых диапазонах параметров износа, локомотивах и колесных парах программной системой используется база данных.

Схема базы данных, соответствующая третьей нормальной форме, представлена на рис. 3 в виде ER-диаграммы, выполненной в нотации Джеймса Мартина («вороньи лапки»).

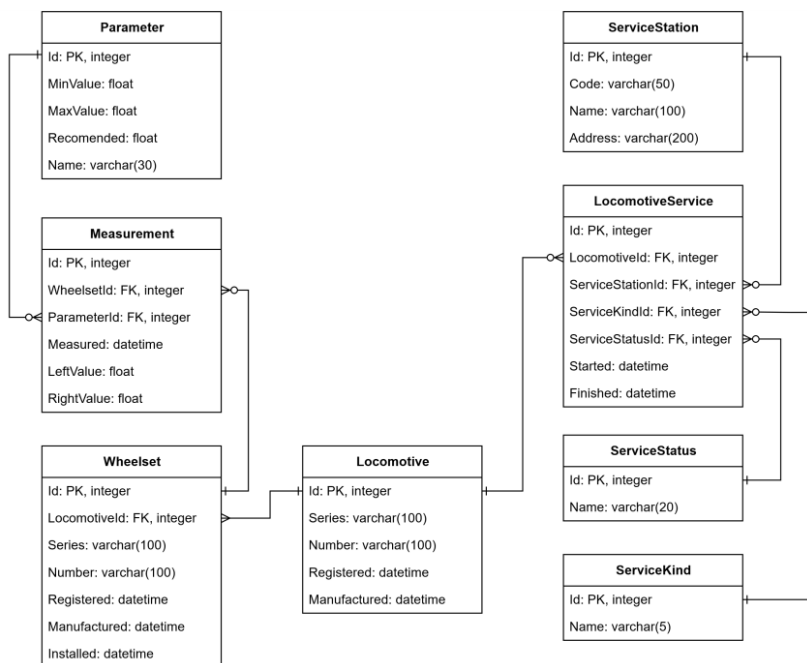


Рис. 3. ER-диаграмма базы данных

В результате анализа достоинств и недостатков вариантов реализации принято решение разработать программную систему учета и анализа результатов замеров в виде мобильного приложения. Для разра-

ботки мобильного приложения использовался язык программирования Kotlin и Android SDK, в качестве СУБД использована Microsoft SQL Server.

Спроектированы экранные формы мобильного приложения в светлом и темном цветовом исполнении. На рис. 4, 5 представлены реализованные экранные формы.

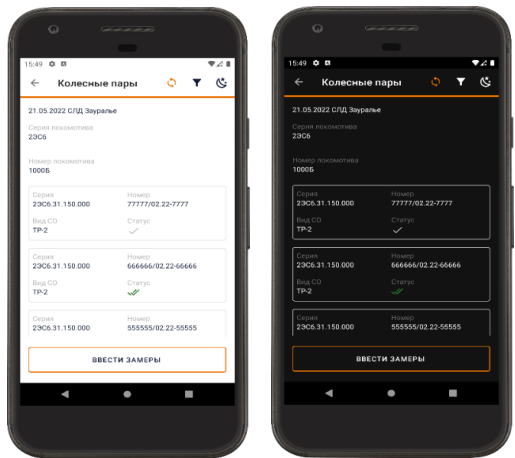


Рис. 4. Экранная форма выбора колесной пары

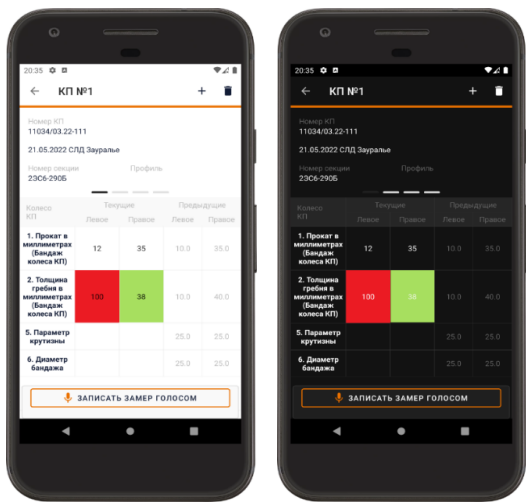


Рис. 5. Экранная форма ввода результатов замеров

Для обоснования целесообразности разработки и внедрения программной системы (мобильного приложения), а также оценки степени ее технической и экономической эффективности представлены технико-экономические показатели:

1. Работникам пунктов технического обслуживания освобождается от 30 до 45 минут рабочего времени в день, ранее затрачиваемого ими на ручной перенос результатов замеров из книги ТУ-18 в электронную таблицу Excel и отправку данного Excel-файла в электронную систему ОАО «РЖД».

2. Обеспечивается отправка результатов замеров в электронную систему ОАО «РЖД» не более чем через 15 с после проведения замера.

3. Обеспечивается полный отказ от финансовых затрат, связанных с печатью (закупкой) книг ТУ-18.

4. Снижается влияние человеческого фактора на этапе снятия замеров и анализа степени их отклонения от нормы.

5. Обеспечивается сбор данных по замерам и возможность их обработки для создания условий проведения статистического анализа и построения прогнозных моделей.

Библиографический список

1. Буйносов А.П. Основные причины интенсивного износа бандажей колесных пар подвижного состава и методы их устранения. – Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2009. – 224 с.

2. Наговицын В.С., Буйносов А.П., Балдин В.Л. Измерение параметров колесных пар локомотивов. Автоматизированная система. Германия: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011. – 244 с.

3. Kotlin [Электронный ресурс]. – URL: Kotlin docs <https://kotlinlang.org/docs/home.html> (дата обращения: 08.04.2022).

Сведения об авторах

Полякова Ольга Андреевна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: olgastratum@mail.ru

Гончаров Александр Викторович – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. РИС-18-16, г. Пермь, e-mail: al.goncharov99@gmail.com

В.О. Поносова, А.А. Аксёнов, Р.А. Файзрахманов

ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ МАНИПУЛЯЦИИ «ФРОНТРАННИНГ» НА МОСКОВСКОЙ БИРЖЕ

В статье рассмотрены критерии для выявления манипуляции «фронтраннинг». Два критерия были определены Банком России, один критерий введен автором на основе анализа вида манипуляции «фронтраннинг». В ходе исследования исходные данные были проверены на принадлежность к множеству неправомερных сделок. По итогам исследования была сформирована математическая модель детектирования.

Ключевые слова: критерий, математическая модель, манипуляция, финансовый рынок, объем заявки, цена заявки.

V.O. Ponosova, A.A. Aksenov, R.A. Fayzrakhmanov

RESEARCH A MATHEMATICAL MODEL TO REVEAL THE FRONT RUNNING MANIPULATION IN THE MOSCOW STOCK EXCHANGE

This article discusses the criteria for identifying the manipulation of "front running". Two criteria were defined by Russian Bank, one criterion was introduced by the author based on the analysis of the type of front-running manipulation. During the study, the source data was checked for belonging to a variety of illegal transactions. Based on the results of the study, a mathematical model of detection was formed.

Keywords: criterion, mathematical model, manipulation, financial market, order volume, order price.

Введение. Авторами предлагается модель выявления манипуляции типа «фронтраннинг», так как становится неоспорим недостаток в моделях сферы выявления манипуляций, которые могут быть применимы надзорными органами. Разрабатываемая модель будет принимать во внимание критерии регулятора, а также специфику манипуляций.

В модель войдут признаки, целью которых будет установление манипуляций, содержащих критерии, определенные Банком России и свойственные для манипуляции типа «фронтраннинг» [1–4].

Определение критериев. Пусть $A = A(w)$ – множество n -элементов, содержащее все операции на финансовом рынке по всем типам инструментов $w = \{w_1; w_2, \dots, w_l\}$, содержащихся в исходных данных.

Все сделки будут сгруппированы по типу инструмента, вычисление критериев будет реализовано в разрезе данных типов ввиду того, что любой инструмент имеет свою специфику. Отдельную сделку станем обозначать как $x_i^w = x_i$. Затем с целью упрощения формулировки проблемы индекс w будет опущен. Пусть F – множество незаконных сделок, а K – множество критериев, характеризующих мошеннические операции. Входные данные модели – множество критериев и множество исходных данных. Выходные данные модели – множество сделок, классифицированных как «фронтраннинг». В операторном виде задача имеет следующий вид, представленный в формуле

$$G(K, A(w)) = F(w), \quad (1)$$

где G – оператор проверки критериев.

Далее следует определить критерии модели. В модель войдут следующие критерии, рекомендованные Банком России:

1. Критерий отношения цены сделок к величине медианной рыночной цены за 31 торговый день.

2. Критерий отношения объема сделок к величине медианного рыночного объема за 31 торговый день.

1-й критерий – общая цена сделок клиента за торговый день сравнивается с медианой цены за 31 торговый день. Таким образом, с помощью данного критерия можно отметить трейдеров, которые оказывают существенное воздействие на биржу.

Согласно второму критерию, суммарный объем сделок клиента за торговый день сравнивается с медианным объемом за 31 торговый день. В этом случае целевой торговой активностью данного критерия считается переоценка неликвидных активов согласно сговору с целью искусственного завышения/занижения их стоимости.

В модели критерии Банка России дополнены признаками «фронтраннинга» – критерий проскальзывания цены заявки [5]. Приведенные критерии отвечают рекомендациям Банка России, а также позволят однозначно отметить манипуляцию «фронтраннинг». К мошенническим операциям станем относить сделки, у которых нарушены два критерия и более.

На последней стадии моделирования следует сформировать список параметров сделок, классифицированных моделью как «фронтраннинг». Выходными данными модели станут соответствующие параметры сделок: Id – идентификатор сделки; дата и время события; тип инструмента; критерии.

Данные характеристики могут быть применены как подтверждение мошенничества. Модель представлена на рисунке. Затем будет показана математическая формулировка задачи.

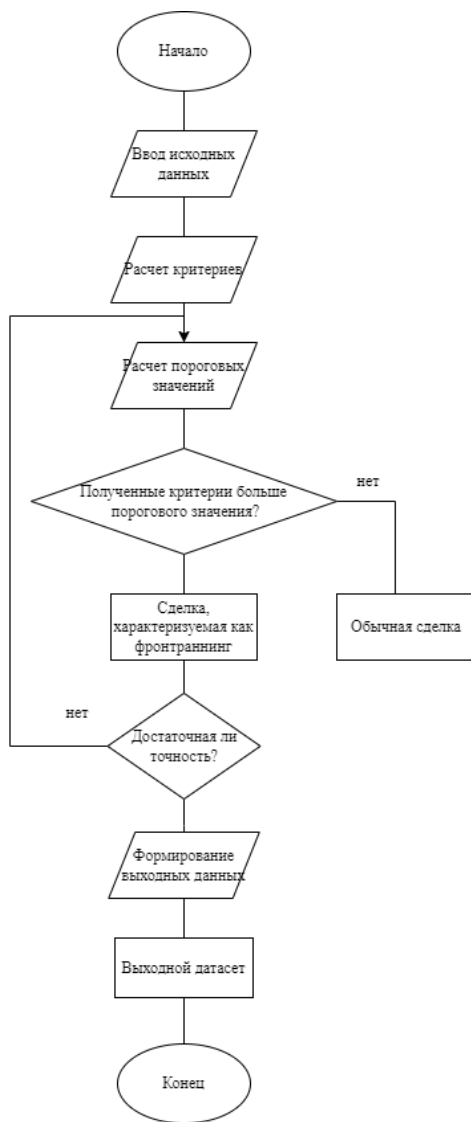


Рис. Схема модели

Математическая модель. После выборки крупных заявок $x_i \in B$ следует реализовать контроль критериев, которые показывают «фронт-тренинг». Пусть $x_p \in B$ – крупная сделка, совершенная одним лицом, где $p = 1 \dots m$ – количество крупных сделок, совершенных одним лицом. А $x_s \in B$ – крупная заявка, породившая сделку x_s , где $s = 1 \dots m$ – количество заявок. Таким образом рекомендованные критерии будут иметь следующий вид:

1. Критерий отношения суммарной цены сделок к величине медианной рыночной цены за 31 торговый день по одному инструменту (2):

$$K_1 = \left\{ x_p \in B \mid \frac{P(x_p)}{Me} \geq b \right\}, \quad (2)$$

где $P(x_p)$ – цена сделки лица за день по одному инструменту, Me – медиана рыночной цены за 31 торговый день по одному инструменту, b – динамическое пороговое значение для данного критерия.

Этот коэффициент показывает параметры трейдерской активности. То есть он дает возможность дать оценку цены сделки относительно 31-дневной исторической выборки. Данный критерий дает возможность дать оценку цены сделки относительно других сделок, совершенных в течение месяца.

2. Критерий отношения суммарного объема сделок к величине медианного рыночного объема за 20 торговых дней по одному инструменту (3):

$$K_2 = \left\{ x_p \in B \mid \frac{V(x_p)}{Me} \geq b \right\}, \quad (3)$$

где $V(x_p)$ – объем сделки лица за день по одному инструменту, Me – медиана рыночного объема за 31 торговый день по одному инструменту, b – динамическое пороговое значение для данного критерия.

Этот коэффициент показывает параметры трейдерской активности, которую покрывает данный критерий. То есть он дает возможность оценить объем сделки относительно 31-дневной исторической выборки. Данный критерий дает возможность оценить ее объем относительно других сделок, совершенных в течение месяца.

3. Критерий разницы между ценой выставленной заявки и ценой совершенной сделки – проскальзывание цены (4):

$$K_3 = \left\{ x_p, x_s \in B \mid \left| \frac{MAX(p(x_p))}{MIN(p(x_s))} - 1 \right| \geq g \right\}, \quad (4)$$

где $\max(p(x_p))$ – максимальная цена заявки, $\min(p(x_s))$ – минимальная цена заявки, g – динамическое пороговое значение для данного критерия.

Кроме того, проскальзывание способно отражать операции, целью которых является технический перевод средств между счетами. В данном случае лицо рассчитывает осуществить куплю-продажу в минимальный срок с целью закрытия сделки по максимальной цене без проскальзывания.

Предложенные критерии наилучшим образом отображают поведение на рынке торгов и нивелируют вероятность несрабатывания данных критериев в отношении сделок лиц, которые осуществляют манипулирование. Вычисление данных критериев автоматизировано, что упрощает применение модели пользователями.

Уже после расчета критериев для каждой сделки внутри каждого типа инструмента в каждом торговом дне определяется принадлежность сделки к множеству незаконных. Сделка x_i будет принадлежать множеству F , если значения по двум и более критериям превышают пороговые (5):

$$\forall x_i \in B: x_i \in \{K_p \cap \bigcup_{q=1}^3 K_{q \neq p}, p, q = 1 \dots 3\} \rightarrow x_i \in F, i = 1 \dots m, \quad (5)$$

где K_p, K_q – введенные критерии; p, q – индексы.

Предложенная авторами математическая модель для выявления манипуляций была реализована на языке Python. На выходе модель выводит всю доступную информацию по сделкам, которые были классифицированы как «фронтраннинг».

Закключение. Таким образом, авторами предложена модель, которая включает два критерия, установленные Банком России, с гибкими пороговыми значениями, определяющимися на основе статистического анализа данных, а также один критерий, введенный самими авторами на основе анализа манипуляции.

В дальнейшем планируется тестирование разработанной модели на других наборах данных, добавление и корректировка критериев. А также разработка имитационной модели взаимодействия участников рынка.

Библиографический список

1. Методические рекомендации по установлению критериев существенного отклонения объема торгов ценными бумагами от №7 МР от 11.03.2019 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.cbr.ru/StaticHtml/File/59420/7-mr.pdf> (дата обращения: 25.04.2022).

2. Проект указания Банка России «О требованиях к правилам внутреннего контроля по предотвращению, выявлению и пресечению неправомерного использования инсайдерской информации и (или) манипулирования рынком...» [Электронный ресурс]. – URL: <https://regulation.gov.ru/projects#> (дата обращения: 25.04.2022).

3. Методические рекомендации по установлению критериев существенного отклонения объема торгов производными финансовыми инструментами от № 6 МР от 11.03.2019 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.cbr.ru/StaticHtml/File/59420/6-mr.pdf> (дата обращения: 25.04.2022).

4. Методические рекомендации по установлению критериев существенного отклонения объема торгов иностранной валютой от №10 МР от 13.04.2018 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.cbr.ru/queries/xsltblock/file/48359?fileid=-1&scope=1987> (дата обращения: 25.04.2022).

5. Что есть Фронтраннинг [Электронный ресурс]. – URL: <https://brokers-reiting.ru/chto-est-frontranning/> (дата обращения: 25.04.2022).

Сведения об авторах

Поносова Виктория Олеговна – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АСУ5-21-1м, г. Пермь, e-mail: ponosovavo@gmail.com

Аксёнов Антон Андреевич – аспирант кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: antaksenov@mail.ru

Файзрахманов Рустам Абубакирович – доктор экономических наук, профессор кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: fayzrakhmanov@gmail.com

А.Н.Н. Расселл

ПРИМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТОЯНИЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

В работе получены и аппроксимированы амплитудно-частотные характеристики цепи тока, подключённого к электродвигателю, при помощи алгоритмов быстрого преобразования Фурье, с использованием широтно-импульсной модуляции разных уровней в качестве входного сигнала. Приведены результаты экспериментальной проверки предложенного метода.

Ключевые слова: двигатель постоянного тока, быстрое преобразование Фурье, амплитудно-частотная характеристика.

A.N.N. Russell

DETERMINATION OF DC MOTOR STATES BY USING FREQUENCY RESPONSE PROPERTIES

In this paper, frequency response of the electrical chain connected with the DC motor is obtained and approximated by fast Fourier transform algorithms, using pulse width modulation of different levels of the input signal. The results of experimental tests of the proposed method are presented.

Keywords: DC motor, fast Fourier transform, Frequency response.

Двигатель постоянного тока – один из самых распространённых видов двигателей. Для работы с ним важно знать принцип работы, характеристики электродвигателя, а также состояния, которые он может принимать. Исходя из этого можем корректно регулировать его, подбирать нужные параметры на выходе.

В работе для получения данных проведены измерения амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) тока цепи, подключённого к электродвигателю. АЧХ позволяет определить зависимость амплитуды выходного сигнала от частоты входного сигнала. Следовательно, для экспериментального определения частотных характеристик цепи с электродвигателем на входе подавался ток с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) определённой частоты.

В качестве электродвигателя была выбрана модель DYNAMO PИK8-6/2,5. Выходными данными служит сила тока в цепи, взаимодействующая с двигателем. Данные считываются с датчика тока ACS712.

Датчик тока подключён к двигателю последовательно. На выходе принимаются аналоговые сигналы датчика различной величины, зависящие от силы и направления тока, протекающего в цепи. На рис. 1 построен график, отображающий изменение силы тока в цепи при плавном разгоне двигателя.

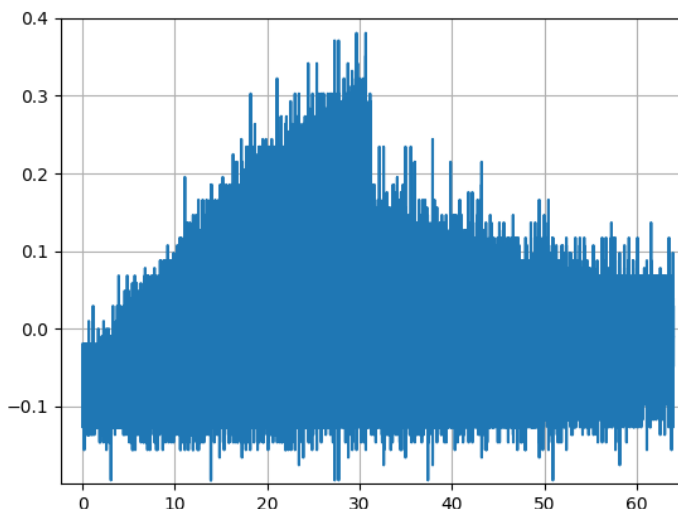


Рис. 1. Изменение силы тока в цепи при разгоне

Однако полученная зависимость не совсем оптимальна для анализа. Сигнал можно аппроксимировать при помощи метода быстрого преобразования Фурье [1]. Анализ Фурье – метод, позволяющий представлять функцию в виде суммы периодических компонент и, при необходимости, восстанавливать исходную функцию. В данном случае – изменение электрического тока во времени.

Программа, реализованная для данного подхода, была написана на языке программирования Python. Основным необходимым пакет для обработки данных – `fftpack` из библиотеки `SciPy`. При помощи функции `fftpack.fft(...)` сигналы преобразуются в более удобные для обработки данные. Функция `fftpack.ifft(...)` используется для обратного преобра-

зования. Данный метод позволяет найти АЧХ сигналов, поступающих с датчика тока [2]. Затем необходимо провести извлечение нужных амплитуд и отбросить остальные. Обратное преобразование полученной АЧХ даст более сглаженное представление об изменении тока.

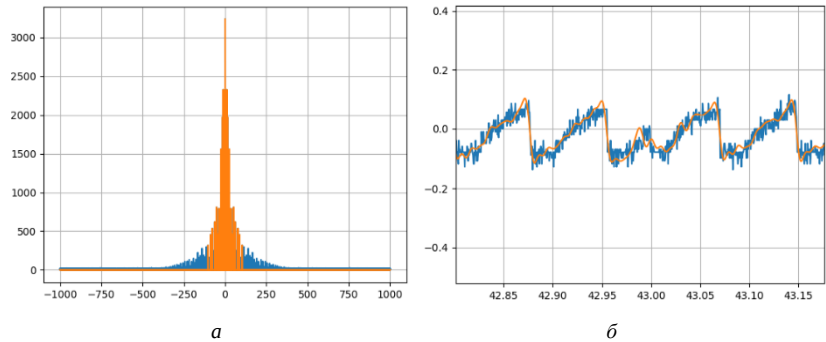


Рис. 2. Графики аппроксимации сигнала

На рис. 2, *а* оранжевым отмечены амплитуды, которые в конечном итоге остаются для изменения сигналов, а остальные, синие, – зануляются. На рис. 2, *б* оранжевым отмечен ток, который получается при обратном преобразовании – более сглаженный и удобный для взаимодействия.

Для эксперимента были взяты несколько контрольных точек для анализа работы электродвигателя при разных уровнях подачи ШИМ сигнала (рис. 3–6). А именно, при подаче ШИМ сигнала на 25, 50, 75 и 100 %, где 100 % – ток подан на электродвигатель постоянно.

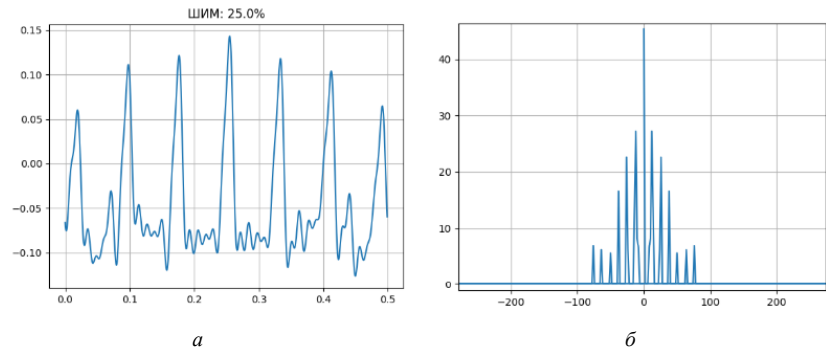


Рис. 3. Изменение тока при ШИМ 25 %

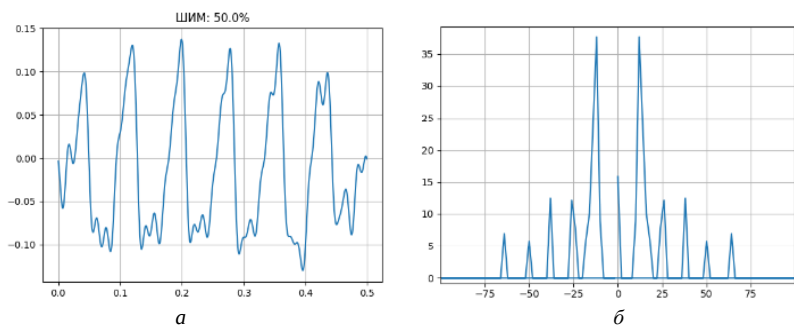


Рис. 4. Изменение тока при ШИМ 50 %

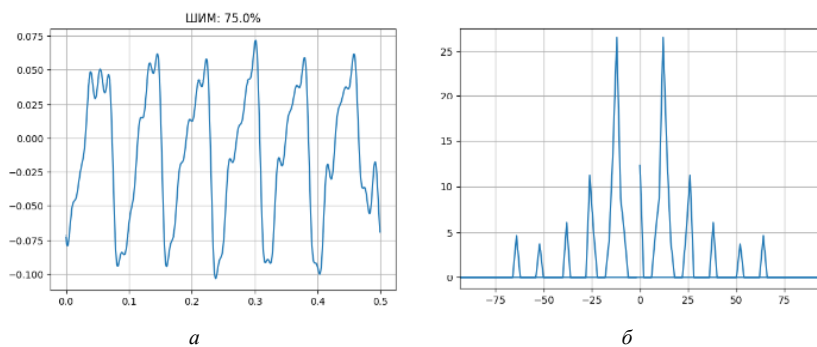


Рис. 5. Изменение тока при ШИМ 75 %

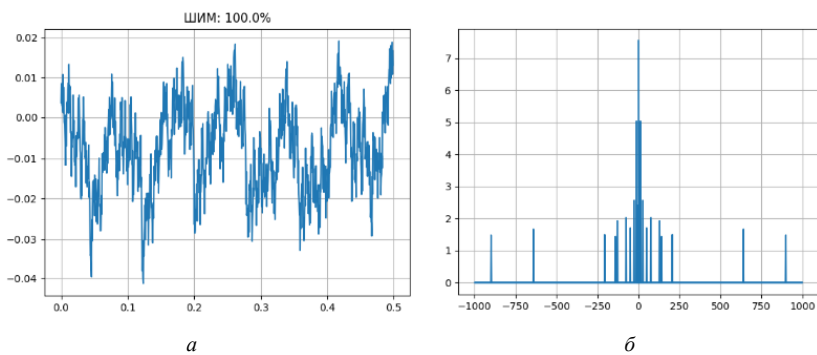


Рис. 6. Изменение тока при ШИМ 100 %

Исходя из графиков выше, можно сделать вывод, что сила тока в цепи при достижении определённого порога ШИМ начинает понижаться при повышении частоты работы двигателя.

При помощи методов анализа Фурье была получена АЧХ тока, протекающего в цепи электродвигателя постоянного тока.

Библиографический список

1. О классификации методов преобразования Фурье на примерах их программной реализации средствами Python [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/post/338704/> (дата обращения: 28.05.2022).
2. Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ). Спектр сигнала [Электронный ресурс]. – URL: <https://microtechnics.ru/amplitudnyj-spektr-signal-a-amplitudno-chastotnaya-xarakteristika-achx/> (дата обращения: 27.05.2022).

Сведения об авторе

Расселл Александр Норман Нил – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. ЭВТ-18-16, г. Пермь, e-mail: alexrussellneil@gmail.com

Ю.Ф. Рубцов, А.О. Шипицын

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО ЖУРНАЛА УЧЁТА ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ ПО КАЛИБРОВКЕ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

В статье приведён анализ работ, выполняемых при калибровке средств измерений, выявлены недостатки существующего процесса и пути их устранения. Разработана модель автоматизации процесса по ведению электронного журнала, которая сократит временные и экономические затраты при регистрации средств измерений, оформлении результатов калибровки и формировании отчётов.

Ключевые слова: электронный журнал, калибровка, регистрация средств измерений, база данных, автоматизация.

Yu.F. Rubtsov, A.O. Shipitsyn

DEVELOPMENT OF AN ELECTRONIC LOG OF THE PERFORMED WORK ON CALIBRATION OF MEASURING INSTRUMENTS

This article presents an analysis of the work carried out during the calibration of measuring instruments, as well as the shortcomings of the selected process and ways to eliminate them. Taking into account the identified shortcomings, an automation model has been developed that will reduce time and economic costs when registering measuring instruments, registering calibration results and generating reports.

Keywords: electronic journal, calibration, registration of measuring instruments, database, automation.

Актуальность работы обусловлена необходимостью развития и совершенствования процедур занесения информации при учёте калибровки средств измерений с помощью электронного журнала. Несвоевременная поверка или калибровка средств измерений зачастую приводит к нарушениям технологического процесса, авариям, убыткам [1]. Поэтому одна из важнейших задач метрологической службы предприятия – учёт измерительного оборудования. Данные о наличии, местонахождении, состоянии, поверках измерительной аппаратуры ответственные лица заносят в журнал учёта средств измерений (СИ). Форму журналов утверждают ведомственные метрологические службы [2].

Цель работы: выявить особенности и недостатки при занесении информации при калибровке средств измерения электрических величин

в журналы учёта. Обработка и занесение данных в Центре метрологии Пермского участка РЖД при оказании услуг по поверке/калибровке/ремонту средств измерений (СИ) представляет собой выполнение операций по заполнению журналов в ручном режиме.

Данные СИ при приёме регистрируются в журнал приёма-выдачи бумажной формы. После проведения калибровки СИ результаты фиксируются в журналах протоколов калибровки СИ, разделённых по категориям. Если по результатам калибровки СИ пригодно к применению, калибровщик вносит сведения в журнал учёта сертификатов в бумажном виде. Если по результатам калибровки СИ непригодно к применению, то калибровщик вносит сведения о непригодности в бумажный журнал учёта извещений. Далее информация по итогам калибровки вносится в журнал приёма-выдачи. По итогам отчётного периода информация о выполненной работе собирается в ручном режиме.

Центр метрологии работает с заказчиками по наряд-заказам и договорам. Для составления наряд-заказа и акта выполненных работ каждый участок формирует отчёт за месяц по итогам выполненных работ по калибровке СИ. Калибровщики в конце месяца по журналам передают сведения о выполненной работе руководителю отдела для формирования данного отчёта. Руководитель участка готовит отчёт по наряд-заказам и актам выполненных работ, объединяя отчёты отделов.

В действующей модели формирования документов имеются существенные недостатки:

- большое количество журналов;
- большие временные затраты на заполнение информации по каждому прибору в разные журналы;
- трудоёмкость учётных операций;
- высокий риск человеческих ошибок.

Устранение выявленных недостатков возможно с помощью программы автоматизированного учёта метрологического обслуживания средств измерений, разработанной индивидуально для Центров метрологии, что позволит охватить все требования при регистрации данных при оказании услуг по калибровке СИ.

С целью ускорения обработки данных, полученных в результате калибровки СИ, внесения их в соответствующий журнал, были изучены проекты различных электронных журналов по реализации подобных работ в автоматизированном режиме. Имея определённые требования на Пермском участке РЖД по функциональности программы, перспек-

тивам развития парка СИ, возможности формирования отчётов, стоимости приобретения программного обеспечения (ПО) и её обслуживания, ни один из имеющихся на рынке ПО не соответствует заданным требованиям.

Разработка и внедрение собственной системы автоматизированного метрологического учёта на предприятии решает эти проблемы, позволяет вести полностью автоматизированный, централизованный учёт средств измерения на предприятии, автоматически согласовывая его с заказ-нарядами на работы, связанные с СИ, графиками поверок и калибровок, планового и экстренного ремонта, занятости сотрудников и т.д.

Разграничение пользовательских прав при наличии ИС на предприятии даёт возможность каждому сотруднику метрологической службы по калибровке средств измерений получать доступ к данным в соответствии с ролью сотрудника, работать с нужной группой карточек. Введение электронного журнала сокращает время на формирование отчётов, учёт СИ на предприятии.

В качестве выходных данных в разработанной автоматизированной системе формируются следующие документы:

- электронный журнал калибровки СИ по подразделению;
- просмотр электронного журнала калибровки СИ по отделу с фильтрами по сотруднику, типу СИ, дате калибровки, принадлежности СИ, ремонту, статусу работ и выгрузкой его в MS Excel;
- отчёт по выполненной работе калибровщиком за определённый период;
- отчёт по количеству откалиброванных СИ за период;
- отчёт по количеству отремонтированных СИ за период;
- отчёт по типам СИ, откалиброванных за период;
- отчёт по количеству откалиброванных СИ по предприятиям за период;
- отчёт по стоимости оказанных услуг по калибровке СИ предприятиям за период;
- отчёт по количеству отремонтированных СИ по предприятиям за период;
- отчёт по стоимости оказанных услуг по ремонту СИ по предприятиям за период;
- отчёт по количеству оказанных услуг по отделам, количественный и финансовый.

Для реализации поставленных задач можно использовать любую современную систему управления базами данных (далее СУБД). Для удобного взаимодействия пользователя с системой продуман интерфейс системы.

Запрос к базе данных инициируется клиентом, однако выполняется на сервере. Клиенту возвращается по сети только результат. Этот процесс состоит из шести этапов:

- клиент запрашивает данные;
- запрос транслируется в Postgre;
- postgres-запрос передаётся по сети на сервер;
- сервер базы данных осуществляет поиск;
- требуемые записи возвращаются клиенту;
- данные предъявляются пользователю.

Правильный учёт означает корректное и своевременное определение объёма выполненных работ для выставления финансовых документов для контрагентов, что повышает финансовый эффект для предприятия. Точный автоматизированный учёт позволит в любое время получить информацию в виде отчётов о выполненных работах с разбивкой по предприятиям и контрагентам. Оперативно определить загрузку калибровщиков, сократить время на внесение информации о выполненной работе у калибровщиков. Исключится возможность ошибок при подсчёте выполненных работ (человеческий фактор), сократятся расходы на приобретение журналов.

Сотрудникам Центра не придётся ежедневно вручную выполнять работу по регистрации СИ и оформлению результатов калибровки, а также ежемесячно подсчитывать объём выполненной работы. Вся информация по выполненной работе будет в автоматизированном режиме обновляться и станет доступной всем заинтересованным лицам.

Программное обеспечение системы должно проводить обновления. Иметь перспективу развития и модернизации. Может быть ориентировано на любой Центр метрологии, который оказывает услуги по калибровке/проверке/ремонту средств измерений независимо от форм собственности, объёма оказываемых услуг и количества рабочих мест. Может модернизироваться, учитывая запросы клиентов. А также увязываться (согласовываться) с другими программными продуктами, используемыми в работе Центров.

Библиографический список

1. Белоусов Ю.М., Романова Л.А., Усеинов А.Р. Поверка и калибровка средств электрических измерений: учеб. пособие. – М.: АСМС, 1998.
2. СТП 507.1420. Метрологическое обеспечение. Порядок учета, хранения, ремонта, поверки (калибровки), эксплуатации и списания средств измерений для предприятия ПАО «МЗиК» г. Екатеринбург. – ПАО «МЗиК». – Екатеринбург, 2013. – 31 с.

Сведения об авторах

Рубцов Юрий Федорович – доцент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: rehino@permlink.ru

Шипицын Алексей Олегович – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АСУ-17-1бз, г. Пермь, e-mail: aoshipicin@mail.ru

О.А. Полякова, С.А. Савин

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАДАЧИ
ОЦЕНКИ И АНАЛИЗА КЛЮЧЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ РАБОТЫ СОТРУДНИКОВ
ПРЕДПРИЯТИЯ НА БАЗЕ ПЛАТФОРМЫ Websoft HCM**

Современным подходом к управлению бизнес-процессами компании является система параметров, которые помогают оценить степень достижения стратегических целей компании, ход выполнения работ, а также личные достижения сотрудников (Key Performance Indicators – KPI). Сбалансированная система показателей, на которой основаны KPI, является методом стратегического управления, который реализует комплексный подход для достижения глобальных целей компании. Разработано программное обеспечение оценки и анализа ключевых показателей производительности работы сотрудников на базе платформы Websoft HCM.

Ключевые слова: KPI, глобальные цели компании, период целеполагания, карта целей, цель сотрудника.

O.A. Polyakova, S.A. Savin

**DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR THE TASK
OF ASSESSING AND ANALYZING THE KEY PERFORMANCE
INDICATORS OF ENTERPRISE EMPLOYEES BASED
ON THE Websoft HCM PLATFORM**

The modern approach to the management of company business processes is a system of parameters which help to evaluate the degree of achievement of strategic goals of the company, the progress of work, as well as personal achievements of employees (Key Performance Indicators – KPIs). Balanced system of indicators on which KPI are based is a method of strategic management, which implements a comprehensive approach to achieving global goals of the company. Software for assessing and analyzing employees' key performance indicators based on Websoft HCM platform has been developed.

Keywords: KPI, global company goals, goal setting period, goal map, employee goal.

Для эффективного управления компанией необходимо точно сформировать цели, а также разработать систему достижения этих целей и определять и измерять показатели их выполнения.

Финансовый успех компании в полной мере зависит от индивидуальных усилий и ответственности всех его работников и будет выше, если интересы компании и сотрудников в целом совпадают.

Стратегические цели компании – это система ориентиров компании в долгосрочном периоде, суть которой состоит в работе менеджмента компании по постановке и донесении целей до сотрудников, обеспечении их необходимыми ресурсами, а также распределении ролей и ответственности за достижение поставленных целей.

При постановке целей должны соблюдаться следующие принципы:

1. Цели ставятся на уровне организации и для каждого ее сотрудника.
2. При разработке целей обеспечивается связь со стратегией компании.
3. Цели должны быть понятны и достижимы сотрудниками компании.
4. Цели разрабатываются руководством компании и подчиненными; при таком подходе на всех уровнях понятно, что делать и как делать.
5. Оценка проделанной работы производится руководством оперативно.
6. Подчиненные получают постоянную обратную связь от руководства.
7. Цели отвечают подходу SMART.

Система ключевых показателей эффективности (KPI) измеряет результативность и эффективность проведенных работ, помогает руководителям правильно организовывать производственный процесс: анализировать результаты деятельности сотрудников, корректировать их действия, распределять вознаграждение за работу [1, 2].

KPI активно используются для оценки качества обучения и квалификации персонала. Это обусловлено тем, что технологии стремительно развиваются, а следовательно, меняются требования к профессиональной подготовке сотрудников.

Без детализированной системы ключевых показателей невозможно оценить эффективность проводимых мероприятий по обучению и повышению квалификации сотрудников.

Система KPI соответствует стратегическим целям компании и учитывает специфику ее деятельности.

Цель разрабатываемой системы – упрощение планирования целей компании, снижение нагрузки на менеджмент, повышение вовлеченности персонала (через денежное стимулирование) в деятельность компании, повышение качества отчетной документации по производительности работы сотрудников.

Websoft HCM – программная платформа, имеющая открытую архитектуру и встроенные инструменты разработки, которые позволяют гибко адаптировать ее под бизнес-процессы заказчиков.

Архитектура платформы Websoft HCM представлена в виде контейнер-диаграммы нотации C4 на рис. 1.

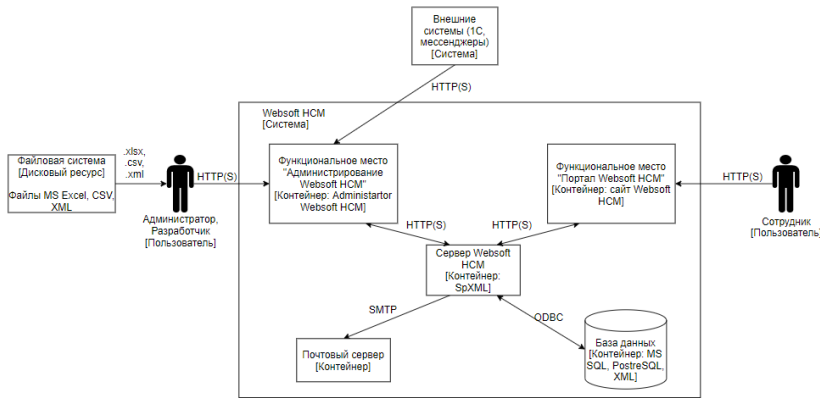


Рис. 1. Архитектура платформы Websoft HCM

На рис. 2 представлена модель бизнес-процесса оценки и анализа ключевых показателей производительности работы сотрудников в виде UML-диаграммы деятельности.

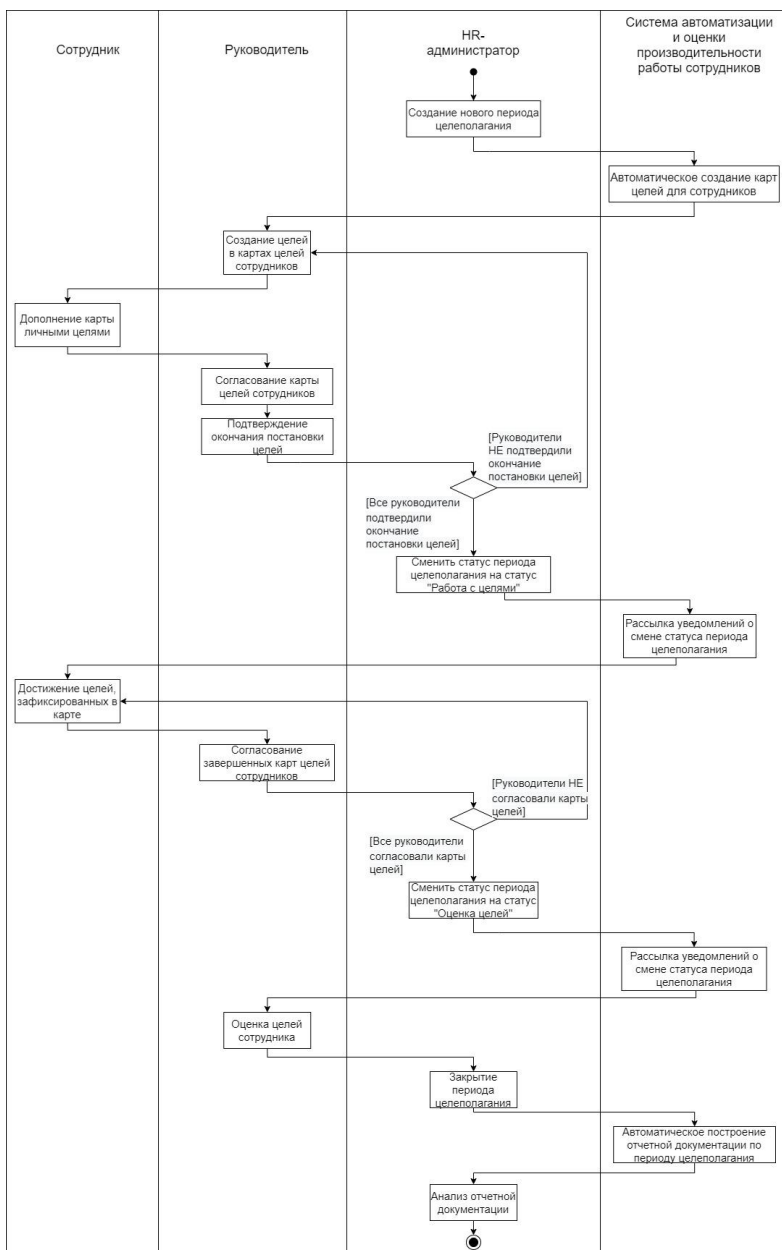


Рис. 2. Модель бизнес-процесса

Библиографический список

1. Афанасьева Л.А. Методологические аспекты управления мотивацией и стимулированием трудовой деятельности компании [Электронный ресурс] // Основы экономики, управления и права. – 2013. – № 5 (11) – URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/metodologicheskie-aspekty-upravleniya-motivatsiey-i-stimulirovaniem-trudovoy-deyatelnosti-kompanii> (дата обращения: 23.04.2022).

2. Мотивация персонала: учеб. пособие (практикум) / Ю.Г. Одегов, Г.Г. Руденко, С.Н. Апенько, А.И. Мерко. – М.: Альфа-Пресс, 2010. – 633 с.

3. Советов Б.Я., Цехановский В.В., Чертовский В.Д. Базы данных: теория и практика: учебник для бакалавров. – 2-е изд. – М.: Юрайт, 2014. – 463 с.

Сведения об авторах

Полякова Ольга Андреевна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: olgastratum@mail.ru

Савин Сергей Алексеевич – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. РИС-18-1б, г. Пермь, e-mail: sergej.savina@gmail.com

Л.Ю. Прозорова, Д.В. Яруллин, И.И. Сухих

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ АБИТУРИЕНТОВ

В работе предполагается разработка информационной системы для абитуриентов, выбирающих направление подготовки при поступлении на электротехнический факультет Пермского национального исследовательского политехнического университета. Демонстрируется работа системы получения рекомендации от системы, основанная на имеющихся у абитуриента знаниях и навыках. Описываются дальнейшие перспективы развития разработанной системы для получения более точной рекомендации, основанной на опыте абитуриентов прошлых лет.

Ключевые слова: профессиональная ориентация, выбор профессии, C#, задача обучения без учителя, агломеративная кластеризация.

L.Yu. Prozorova, D.V. Yarullin, I.I. Sukhikh

DECISION SUPPORT INFORMATION SYSTEM FOR APPLICANTS

The work assumes the development of a decision support system for applicants who choose the direction of training when entering the Electrical Engineering Faculty of the Perm National Research Polytechnic University. The work of the system for obtaining recommendations from the system, based on the applicant's knowledge and skills, is demonstrated. Further prospects for the development of the developed system are described in order to obtain a more accurate recommendation based on the experience of applicants from previous years.

Keywords: Career guidance, career choice, C#, unsupervised learning task, agglomerative clustering.

Рынок образовательных услуг России на данный момент характеризуется ростом конкуренции между высшими учебными заведениями, что влечет за собой поиск вузами новых путей повышения своей привлекательности как для работодателя, так и для абитуриента в условиях реформирования системы образования. Одним из направлений повышения привлекательности вуза является использование клиентоориентированного подхода, который предполагает разработку и использование различных инструментов.

Задача, решаемая системой автоматизированной профориентации абитуриента, т.е. в нашем случае – задача отнесения заданного набора

его способностей и склонностей к той или иной будущей профессии, является, по существу, задачей классификации. Существенная особенность такой классификации в том, что и перечень рекомендуемых профессий, и особенно перечень необходимых для профориентации характеристик испытуемого лица являются открытыми нечеткими множествами. Усложняет проблему также то, что в пределах множества профессий, которыми оперирует система, могут оказаться профессии, по разным причинам недоступные абитуриенту. Оценка деятельности системы автоматизированной профориентации абитуриентов затруднена большим запаздыванием между временем принятия решения и временем сколько-нибудь репрезентативного отклика, ждать который иногда приходится годами, пока абитуриент закончит обучение и «попробует себя» в избранной профессии [1, 2].

Эти проблемы особенно характерны для общих систем автоматизированной профориентации абитуриентов, которые исследуют абитуриента «на выходе» (например из школы), в отличие от специальных, работающих «на входе» – в приемной комиссии конкретного учебного заведения. В связи с изложенным очевидно, что общие системы автоматизированной профориентации абитуриентов должны быть многоуровневыми (отрасль – направление – вид деятельности – профессия), самообучающимися, а также гибкими, т.е. предлагающими абитуриенту не только те профессии, которые были бы хороши гипотетически, но и учитывающие реальные возможности конкретного абитуриента в конкретное время.

Важнейшей проблемой, особенно в такой нечеткой классификации, как профориентация, является перечень компонентов исходной информации, которая является вектором классифицирующих признаков, а также источники и способы их получения.

Таким образом, решение задачи профориентации существенно отличается от «чистой» классификации. Наиболее близким по своим возможностям в этом случае является интеллектуальный метод, который называется «кластеризация с помощью самоорганизующихся нейронных сетей», типа самоорганизующейся карты Кохонена, или методы кластеризации.

Как отмечает в своей статье Г.В. Резапкина, «школьное обучение сегодня обычно сводится к натаскиванию на сдачу экзаменов, необходимых для поступления в вуз, никак не связанный с будущей профессией». Данная мысль отчетливо показывает существующий вектор под-

готовки выпускников школ – игнорирование тех аспектов обучения, которые были бы интересны в каждом индивидуальном случае, полное или частичное.

В работе выдвинута гипотеза, что при поступлении на то или иное направление электротехнического факультета абитуриент не всегда делает корректный выбор при подаче заявления на обучение. Нередкой является ситуация, при которой выбор абитуриента является причиной совета товарищей, навязывания мнения общества, либо желания родителей. Доказательства тому продемонстрированы в таблице, содержащей данные, полученные в деканате электротехнического факультета, где отображена информация об отчислении студентов с первого курса по собственному желанию.

Движение контингента электротехнического факультета

Направление подготовки/ специальность	2019- 2020 уч. год	2020- 2021 уч. год	2021- 2022 уч. год
	Отчислились/ Переведены		
09.03.01 Информатика и вычислительная техника (ИВТ, АСУ, КС, ЭВТ)	7/0	6/0	3/0
09.03.04 Программная инженерия (РИС)	5/0	5/0	1/0
10.03.01 Информационная безопасность (КЗИ)	1/0	1/0	1/0
11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи (ТК)	1/0	1/0	1/0
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (ЭЭ, ЭС, АЭП, КТЭ, ЭМ)	1/0	3/0	1/0
15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств (АТПП)	1/0	0/0	2/0
15.03.06 Мехатроника и робототехника (МИР, СРРС, ПРТ)	0/0	2/0	0/0
27.03.04 Управление в технических системах (АТ)	0/0	2/0	0/0

В связи с высоким объемом доступных направлений при поступлении абитуриент рискует сделать выбор, который может привести к неполному раскрытию его потенциала при обучении, а при самых неблагоприятных последствиях – к отчислению будущего студента из университета.

Как отмечают Е.А. Мазуренко и Е.В. Завгородний в статье: «Что значит быть готовым к выбору профессии? Для этого есть внутренний ресурс, то есть познание самого себя, своих сильных и слабых сторон, понимание своих интересов, вовлеченность в выбор профессии

и внешний ресурс – информация о мире профессий, о мире образования. Если выпускник знает данную информацию и понимает себя, знает, как можно реализовать свои идеи, то можно сделать вывод, что он подготовлен для главного своего выбора», – что еще раз подтверждает гипотезу о необходимости дать студенту возможность получить объективный и беспристрастный совет, прибегнув к методам машинного обучения, которые помогут сделать выбор будущему студенту.

При рассмотрении подхода к автоматизации есть несколько путей, по котором возможно пойти.

Первым и самым очевидным вариантом будет разработка так называемого «морфируемого» приложения, которое на основе успешности либо неуспешности предыдущих ответов будет предполагать сильные и слабые стороны абитуриента, предлагая ему соответствующие вопросы, например, если в 5 предыдущих вопросах абитуриент решил правильно 3 из них физическими задачами, но на 2 вопроса на теорию множеств ответил неверно, то можно заменить следующие задачи с уклоном на физику с более сложным вариантом. После этого возможно добавить автоматизированную систему расстановки весов – если абитуриент дошел до самых сложных задач по физике, то вес направления, где это важно, для него повышен. Тогда массив данных будет «перспективами исследования».

Следующим возможным вариантом автоматизации является поэтапное исследование и изучение результатов обучения абитуриентов на протяжении их студенческой жизни. Первым этапом будет ввод в систему профориентационных тестов, имеющих в свободном доступе, таких как тест на профориентацию по методике Е.А. Климова, который выявляет ориентацию человека на 5 типов профессий, по классификации:

- человек – природа;
- человек – техника;
- человек – человек;
- человек – знаковая техника, знаковый образ;
- человек – художественный образ.

После того, как тесты заведены и абитуриент их прошел, его результаты будут сохраняться до следующего этапа.

Второй этап исследования наступает после того, как бывший абитуриент, а ныне уже студент, отучится полгода – в приложение будут добавлены результаты его сессии (происходит разбиение на общеобра-

зовательные и профильные предметы и его оценки). То же самое после первого и второго года обучения.

После этого наступает третий этап исследования – используя имеющиеся данные, активируется режим машинного обучения, который на выходе

- 1) дает прогноз для текущего студента;

- 2) на основе кластерного анализа отобразит кластеры по результатам последующей учебы. После чего тест следующих абитуриентов будет иметь своим итогом вывод кластера и показ усреднённой статистики для этого кластера или нейрона. Таким образом, прогноз будет в виде информации о том, что «самые похожие» на этого тестируемого прошлые студенты либо абитуриенты имели соответствующие «типичные» итоги.

Третьим вариантом автоматизации является комбинация первых двух вариантов, что позволит иметь как краткосрочные результаты, так и результаты на длинной дистанции.

При необходимости получения долгосрочных результатов исследования требуется добавление в систему элементов машинного обучения. В качестве основы выбрана агломеративная иерархическая кластеризация – это восходящий алгоритм. Сначала каждая выборка рассматривается как кластер, а затем кластеры с высоким сходством объединяются в соответствии с определенными правилами. Наконец, все образцы образуют кластер. Определение сходства между кластерами является основным моментом алгоритма, и сходство здесь определяется расстоянием между кластерами. Короткое (маленькое) расстояние между кластерами имеет высокое сходство, а большое (большое) расстояние между кластерами – низкое.

В качестве эксперимента в приложение передается 200 случайных студентов со средними показателями оценок по общеобразовательным и профильным предметам. Для примера сформируем 4 кластера (отличники, студенты со средними показателями успеваемости, студенты с показателями ниже среднего и студенты с неудовлетворительными показателями по учебе). После загрузки данных в приложение сформируем кластеры, итогом поиска будет следующая дендограмма (рисунок).

В ходе проведения исследования было разработано приложение, которое позволяет структурировать множество не связанных между собой данных в сравнительно однородные группы по заданным крите-

риям. Модуль позволит получить более обширный набор данных, на основе которых появится возможность дать абитуриентам рекомендацию, с опорой на структурированные данные студентов прошлых лет обучения.

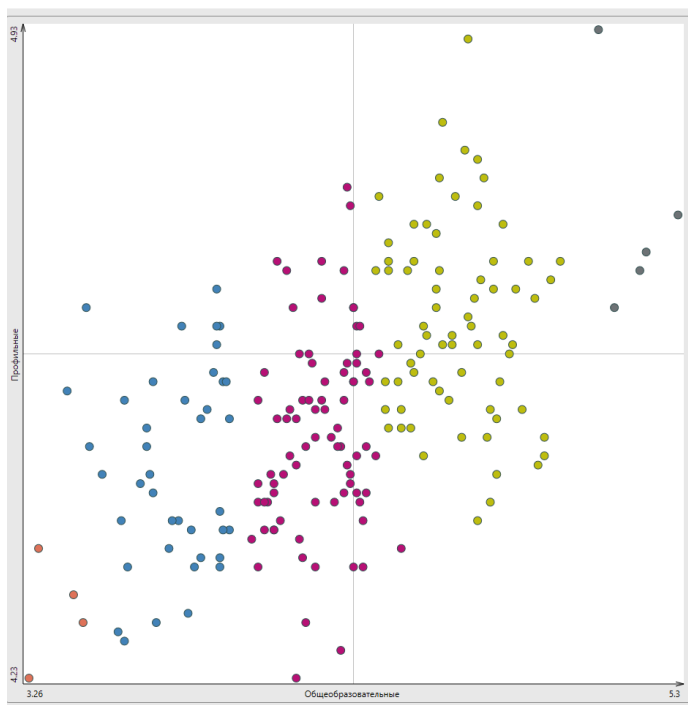


Рис. Сформированные кластеры

Следующим этапом разработки планируется объединение модулей тестирования и анализа успеваемости студентов в единую рекомендательную систему для абитуриентов, поступающих на электротехнический факультет ФГАОУ ВО ПНИПУ.

Библиографический список

1. Резапкина Г.В. Тупиковые «тренды» профориентации // Профессиональное самоопределение молодежи инновационного региона: проблемы и перспективы // Сб. статей по материалам всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – 2018. – № 1. – С. 19–22.

2. Мазуренко Е.А., Завгородний Е.В. Профориентация в современном мире // Профнавигация молодежи: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. Изд-во КубГТУ, 2022. – № 1. – С. 168–170.

Сведения об авторах

Прозорова Любовь Юрьевна – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: ljup@mail.ru

Яруллин Денис Владимирович – старший преподаватель кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: d.v.yarullin@ya.ru

Сухих Илья Игоревич – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АСУ5-20-1м, г. Пермь, e-mail: vargostelemax@gmail.com

И.И. Трошев, М.Н. Виноградов, А.В. Тарутин

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОГНОЗА ЦЕН НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ В ПАО «ПЕРМЭНЕРГОСБЫТ»

В статье раскрыта проблема недостатка эффективности процесса формирования цен на электроэнергию за счёт рутинной, монотонной работы, недостаточного инструментария для работы аналитика, в связи с чем принято решение о разработке платформы, в которой будут решены все нынешние проблемы, недочёты. Описан процесс формирования прогноза, которым компания пользуется на настоящий момент, далее расписаны все недочёты данного процесса и представлено решение в виде платформы, в которой все перечисленные недостатки будут учтены, сформирована модель взаимодействия платформы, а также описана эффективность платформы.

Ключевые слова: прогноз, сервис, графическое представление, электроэнергия, аналитика, статистика, автоматизация, эффективность, соотношение; программная реализация, цена.

I.I. Troshev, M.N. Vinogradov, A.V. Tarutin

FORMATION OF ELECTRICITY PRICE FORECAST IN PJSC «PERMENERGOSBYT»

This article reveals the problem of the lack of efficiency of the process of forming electricity prices due to routine, monotonous work, insufficient tools for the work of an analyst, and therefore it was decided to develop a platform in which all current problems and shortcomings will be solved. The process of forming a forecast that the company currently uses is described, then all the shortcomings of this process are described and a solution is presented in the form of a platform in which all the listed shortcomings will be taken into account, a model of platform interaction is formed, and the effectiveness of the platform is described.

Keywords: forecast, service, graphical representation, electricity, analytics, statistics, automation, efficiency, ratio, software implementation, price.

Крупным компаниям, занимающимся торговлей и отслеживающим состояние рынка, очень важно иметь актуальное представление о ценах, чтобы купля и продажа продукции была максимально выгодной. В связи с этим компании стараются дать максимально точный прогноз на будущее, отталкиваясь от многих факторов.

Такая же ситуация и в компании «Пермэнергосбыт» [1]. Она имеет потребность в формировании прогноза цен на электроэнергию и ис-

пользует для этого Excel файл, в который заносит все данные, проводит все расчёты и формирует отчёт, который направляется начальству.

Вручную составлять данные для расчёта прогноза очень проблематично, и очень затратно в плане рабочего времени и усилий сотрудника. Исходя из этого было принято решение о разработке платформы, в которой будут учтены факторы, снижающие эффективность работы аналитика.

Актуальность проблемы. Существует огромное количество разнообразных методов составления прогноза, из которых каждый отдельно взятый специалист в той или иной отрасли, занимающийся прогнозированием на базе исторических данных, может выбрать наиболее подходящий метод для конкретной задачи. Правильный выбор метода составления прогноза – залог получения полноценной информации для принятия управленческих решений. Большинство компаний стремится разработать свой собственный инновационный продукт, который рассчитывает прогноз с мельчайшей точностью, экономит компании большое количество времени и средств.

На текущий момент специалистом аналитики (аналитиком) составление прогноза продельвается в программе Excel, все данные заносятся вручную, с выполнением следующих шагов:

- 1) собирает статистику цен за прошедшие дни;
- 2) заносит все цены в таблицы;
- 3) корректирует нужные коэффициенты в зависимости от ситуации;
- 4) актуализирует заранее введённые данные, от которых зависит расчёт (например текущая погода в городе);
- 5) после чего Excel просчитывает прогноз абсолютно на все площадки.

Данный процесс несложный, но при этом очень трудоёмкий, так как повторяются одни и те же действия несколько раз. Шаблон из Excel загружает абсолютно все данные, выводя информацию про все точки, что затормаживает процесс, и трудозатраты увеличиваются в несколько раз.

В связи с этим возникла потребность разработать сервис, который бы сам просчитывал прогноз, при этом по сравнению с текущей системой участие аналитика будет минимальным. Данный сервис существенно упростит составление прогноза, просчёт цен строго на выбран-

ные точки и позволит визуально наблюдать график роста или спада цен на различных графиках или процентных соотношениях.

Особенности сервиса. Спустя годы пользования данным методом формирования прогноза цен, было сделано заключение, что данный процесс является проседающим и требует какого-то решения, так как есть недостатки, что влияет на затрачиваемое время, например, отсутствие выбора конкретной точки, станции для расчёта прогноза на конкретном месте. Было бы намного удобнее не формировать таблицу целиком для всех станций, а делать запрос только по интересующей [2].

Также на серверах компании хранится информация по ценам прошедших дней, которая берётся аналитиком для формирования нового прогноза, потому как данная информация является одним из ключевых данных. Было бы намного удобнее, чтобы в зависимости от указанного периода составления прогноза сервис сам бы выгружал нужное количество данных и вставлял их в платформу, так сэкономилось бы много времени, что напрямую бы влияло на эффективность.

Ещё одним важным недостатком было отсутствие визуального представления прогноза цен, различных графиков, диаграмм и других решений, так как аналитик непосредственно работает с полученными данными, формирует отчёт, занимается сравнением цен, высчитывает тенденцию и проводит очень много исследований.

Было бы удобнее, если бы сервис владел встроенным составлением графиков, различных шкал и процентных сравнений для наглядности. Для аналитика удобнее, если бы все нужные инструменты для анализа данных находились под рукой. Также расчёт прогноза в рабочие дни и в нерабочие отличается, но для каждого расчёта приходится вносить данную информацию, заранее определив все типовые дни.

Решением проблемы было бы добавление календаря внутрь платформы, в которой достаточно было бы задать календарь на год 1 раз в год и автоматически подгружать данные из календаря в расчёт прогноза. Все указанные недочёты и особенности исправлены в разрабатываемой платформе.

Реализация сервиса. Для реализации сервиса будет использована 3-уровневая архитектура:

- база данных, которая будет обмениваться данными с приложением-сервером и хранить данные;

– приложение-сервер, оно будет общаться с БД, обрабатывать данные, кешировать их и отправлять нужную информацию в представление клиента;

– представление клиента, оно будет выводить на страницу браузера данные по запросу, которые приложение будет брать из базы данных.

Архитектура сервиса представлена на рисунке. Модель была построена на основе нотаций BPMN 2.0 в связи с её актуальностью.

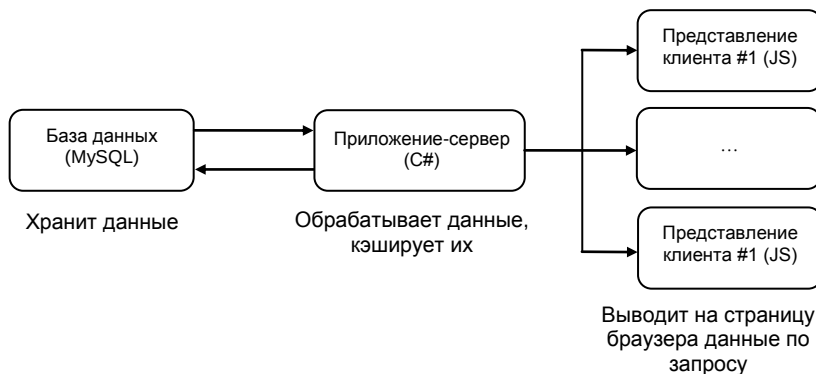


Рис. Модель взаимодействия

Для реализации данной модели был выбран веб-интерфейс, который предоставляет удобные инструменты разработки и позволит пользоваться сервисом многим клиентам одновременно для получения быстрого результата работы.

Таким образом, в связи с проблемой рутинной, монотонной работы, которая делала процесс в разы дольше, было решено разработать платформу, которая будет выполнять все повторяющиеся действия, простраивать по результатам прогноза графики, формировать готовые файлы для отчёта, что повлияет на эффективность.

Платформа благотворно повлияет на производительность, результативность работы и позволит аналитику упростить свою деятельность.

Библиографический список

1. О компании [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%BC%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE> (дата обращения: 20.03.2022).

2. Методы и алгоритмы прогнозирования цен [Электронный ресурс]. – URL: <http://swsys.ru/index.php?page=article&id=674&lang=> (дата обращения: 20.03.2022).

Сведения об авторах

Трошев Иван Ильич – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АСУ-18-16, г. Пермь, e-mail: troshev.ivan@yandex.ru

Виноградов Михаил Николаевич – начальник отдела Центра программного обеспечения и поддержки пользователей / Департамента прикладного программного обеспечения / Центра компетенций мобильных решений, г. Пермь, e-mail: mikhail.vinogradov@tplusgroup.ru

Тарутин Анатолий Владимирович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: itas-pnpu@yandex.ru

Д.А. Карлов, Д.В. Трутнев

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ЛОКАЛЬНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ КАФЕДРЫ ИТАС

В статье анализируется важность применения локальных вычислительных сетей в организациях. Описываются преимущества, организованные грамотно построенной и исправной сетью. Также анализируется состояние действующей локальной вычислительной сети кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета. Определены основные проблемы существующей ЛВС. Выявлена необходимость модернизации локальной сети кафедры.

Ключевые слова: локальные вычислительные сети, ЛВС, вуз.

D.A. Karlov, D.V. Trutnev

ANALYSIS OF THE STATE OF THE EXISTING LOCAL NETWORK OF THE ITAS DEPARTMENT

This article analyzes the importance of using local area networks in organizations. The advantages organized by a competently constructed and serviceable network are described. The state of the current local area network of the Department of Information Technologies and Automated Systems of the Perm National Research Polytechnic University is also analyzed. The main problems of the existing LAN are identified. The necessity of modernization of the local network of the department is revealed.

Keywords: local area network, LAN, University.

В наши дни создание на предприятии или в организации локальной сети является практически неизбежным процессом, так как грамотно построенная сеть гарантирует получение высокоскоростного канала передачи и обмена данными, объединяющего множество компьютеров, – рабочих станций, периферию и сервер. То есть создание локальной сети заметно повышает производительность работы.

Локальная вычислительная сеть (ЛВС) – это совокупность аппаратного и программного обеспечения, позволяющего объединить компьютеры в единую распределенную систему обработки и хранения информации. Все сервисы и дополнительные устройства также важны, но они не заработают в отсутствии грамотно спроектированной и смонти-

рованной локальной сети. К аппаратному обеспечению можно отнести компьютеры с установленными на них сетевыми адаптерами, повторители, концентраторы, коммутаторы, мосты, маршрутизаторы и др., соединенные между собой сетевыми кабелями. К программному обеспечению можно отнести сетевые операционные системы и протоколы передачи информации [1].

Преимущества организации локально-вычислительной сети:

- обеспечение персонала компании непрерывным совместным доступом к сетевым ресурсам и Интернету;
- быстрый и удобный обмен данными между ПК;
- предоставление в общее использование дорогой периферии (принтеров, факсов, сканеров и т.п.);
- экономия рабочего времени и финансов при создании каждого нового рабочего места и модернизация ЛВС;
- общее управление рабочими узлами;
- усиление безопасности корпоративных ресурсов [2].

При построении ЛВС необходимо выбирать только качественные ее составляющие, чтобы вся сеть могла функционировать правильно и выполнять возложенные на нее задачи.

Очень важно поддерживать сеть в исправном состоянии, а также вовремя обновлять программное и аппаратное обеспечение. Это поможет поддерживать на высоком уровне:

1. Безопасность. Это может защитить сеть от каких-либо посторонних вмешательств с целью нанести вред.
2. Надежность. Это может предотвратить внезапный выход из строя сети, например, из-за поломки старого оборудования. Ведь у каждого оборудования есть время «наработки на отказ». В таком случае может понадобиться много времени на ремонт или замену оборудования, что грозит простоем всей работы.
3. Производительность. Это может снизить нагрузку на оборудование, увеличить пропускную способность, удобство использования сети (например поддержка технологии PoE).

В прошлый раз ЛВС кафедры обновлялась в 2011 г. Причем обновлялась она не полностью, а частично. Следовательно, некоторые ее элементы обновлялись еще раньше. Поэтому ее можно считать устаревшей. Это приводит к некоторым проблемам:

- ограничения в поддержке новых технологий;

– деградация электронных компонентов оборудования, что сказывается на эффективности его работы.

Обычно ремонт такого оборудования нецелесообразен, а часто даже невозможен.

Можно выделить ряд основных недостатков сети:

1) сеть имеет один полноценный сервер, а роль еще трех серверов играют графические станции, которые нельзя считать полноценными серверами;

2) ИБП есть, но находятся в нерабочем состоянии. Основная возможная причина – выход из строя батарей;

3) в сети установлено оборудование пяти разных производителей, имеющих разные ОС, наборы команд и настроек. Это делает конфигурацию сети неудобной и сложной;

4) ОС, под управлением которых работают сервера, также устарели, так как не обновлялись с 2011 года;

5) из-за ухода некоторых компаний возникают сложности с обновлением ОС-устройств;

6) половина имеющихся точек доступа не поддерживают частоту 5 ГГц. Все точки доступа поддерживают лишь стандарт 802.11n (Wi-Fi 4), вышедший еще в 2009 году. В связи с этим максимальная скорость передачи данных является низкой относительно современных стандартов;

7) коммутаторы также являются устаревшими, некоторые из которых установлены еще до 2011 г., и не поддерживающими большое количество современных технологий и стандартов в области производительности, качества обслуживания, безопасности, управления и др.;

8) нет разграничений прав доступа к сетевым ресурсам у преподавателей и студентов;

9) доступ к сети Wi-Fi организован с едиными параметрами аутентификации для всех пользователей.

К тому же по результатам опроса пользователей сети были выявлены такие нарушения в работе сети, как низкая скорость передачи данных, зависание, периодическое нарушение доступа к сети Интернет и др.

Проанализировав существующую кабельную систему, можно сделать вывод, что она находится в удовлетворительном для дальнейшего использования состоянии. Локальная сеть состоит из кабеля витая пара категории 5е с использованием четырех пар, что позволяет достигать

скорости передачи данных, соответствующей современным стандартам и потребностям кафедры. Длина кабеля нигде не превышает 100 м, что также позволяет поддерживать необходимую скорость. Поэтому можно в целом оставить существующую кабельную систему и только произвести частичное обновление там, где это будет необходимо.

По результатам анализа состояния локальной вычислительной сети кафедры ИТАС можно сделать заключение, что она нуждается в модернизации, так как уже не может достаточно удовлетворить все потребности организации учебного и научно-исследовательского процесса.

Библиографический список

1. Что такое ЛВС, ее возможности? [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.avk-company.ru/articles/24/> (дата обращения: 20.05.2022).
2. Самойленко В.В. Локальные сети. Полное руководство. – Киев, 2002.

Сведения об авторах

Карлов Денис Анатольевич – старший преподаватель кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь.

Трутнев Даниил Валерьевич – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АСУ-18-16, г. Пермь, e-mail: daniel39t@gmail.com

И.Ф. Тюлькин, Г.Ф. Масич

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ СЕТИ

В работе рассматриваются различные подходы по организации основы и обеспечении защиты сети в организации и компаниях. Выбран наиболее оптимальный вариант организации безопасности сети с точки зрения минимальных затрат временных и материальных ресурсов. В статье речь идет о внедрении систем защиты в корпоративной сети.

Ключевые слова: система безопасности сети, злоумышленник, угрозы, межсетевой экран, sandbox, антивирус, IPDS, DLP, SOC.

I.F. Tyulkin, G.F. Masich

THEORETICAL FOUNDATIONS OF BUILDING A NETWORK SECURITY SYSTEM

This paper discusses various approaches to organizing the foundation and ensuring network protection in organizations and companies. The most optimal variant of the organization of network security in terms of minimal time and material resources has been selected. The article deals with the implementation of security systems in the corporate network.

Keywords: network security system, attacker, threats, firewall, sandbox, antivirus, IPDS, DLP, SOC.

В настоящее время разные компании столкнулись с проблемой безопасности сети. Злоумышленники все чаще придумывают разные способы, методы проникновения в сеть предприятия в своих корыстных целях, которые могут нанести ущерб компании. Поэтому стоит задуматься, как же правильное построить систему защиты корпоративной сети, чтобы минимизировать шанс проникновения злоумышленника в сеть [1].

С чего же стоит начать построение защиты сетей? Для начала нужно **описать бизнес-процессы**. Никто кроме сотрудников не знает, чем компания занимается и какой путь должна пройти от момента зарождения идеи до представления конечного клиента. Для этого необходимо выделить наиболее важные активы, которые есть у организации. Под активом организации подразумевается имущество организа-

ции, куда вложены финансовые, капитальные, материальные ресурсы. Это может быть рабочая станция, компьютер, сервер, база данных и так далее. Пример представлен на рис. 1.

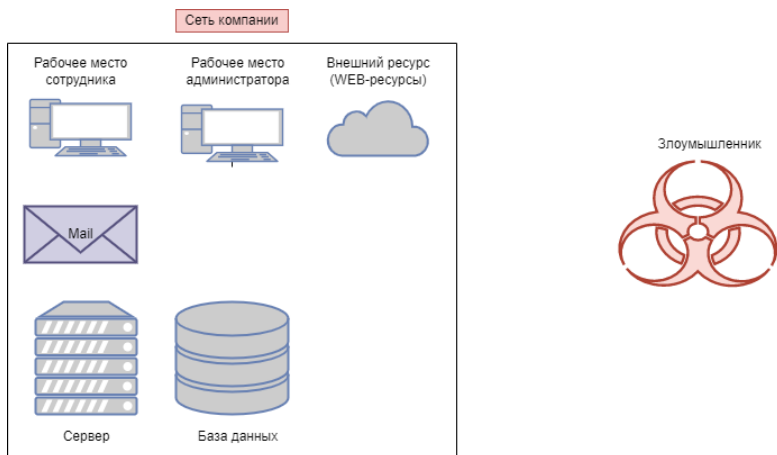


Рис. 1. Наиболее важные активы компании

Суть данной схемы состоит в том, что невозможно защитить все ресурсы, активы компании, так как стоимость комплексной защиты будет высока и, в принципе, на данный момент невозможна 100 %-ная защита. На рис. 1 определены самые нужные активы для функционирования системы, которые помогут обеспечить реализацию основных целей компании.

Вторым шагом будет построение модели угроз. Нужно выявить уязвимые точки организации и определить, какие угрозы могут навредить безопасности информации. Например, несанкционированное изъятие съемных носителей, установка стороннего ПО на рабочее место, внедрение вредоносного ПО в сеть компании и так далее.

На рис. 2 представлено разделение активов на сегменты.

На данном рисунке пунктирными линиями показано разделение на сегменты, красная точка – это точка контроля, которая должна быть установлена для каждого важного сегмента. Например, злоумышленник смог прокинуть на сервер и воспользоваться его ресурсами, но доступ к базе данных он не смог получить, потому что есть отдельный контроллер для базы данных, который работает по своему заданному алгоритму [2].



Рис. 2. Разделение активов на сегменты

Угрозы можно поделить на два вида: внутренние и внешнее. Внешнее угрозы – это те угрозы, которые происходят из-за границы защищенного периметра, в большинстве случаев эти угрозы проникают из интернета. А те, что находятся внутри защищенной границы, называются внутренними. Ими могут быть сотрудники, которые принесли ущерб своей организации, заразив вирусом свою сеть в корыстных целях, либо сделавшие это не по своей воле, по незнанию, что в дальнейшем привело бы к полному заражению системы.

Далее подбирается средство защиты для устранения уязвимых мест активов. **Первым** делом для защиты от внешних угроз нужно установить межсетевой экран, который ставится на границе сети. Межсетевой экран при правильной установке осуществляет мониторинг входящего и исходящего сетевого трафика и на основании установленного набора правил безопасности принимает решение: пропустить или блокировать конкретный трафик. После чего пакет данных будет отправляться уже в нужный сегмент сети [3].

Вторая система безопасности, которая обязательно должна быть установлена, – система обнаружения и предотвращения вторжений (IDPS). Она тоже ставится на периметре сети, хотя может ставиться внутри организации. IDPS позволяет отслеживать трафик, сравнивая его с собственной базой данных, выявляя тем самым возможности сетевых атак и базовые сетевые активности, и в последующем блокировать эти сетевые атаки и аномалии.

Третий момент – необходимость установить антивирусы. Антивирус – это защита, средство обнаружения вредоносных программ на уровне физических и виртуальных конечных устройств. Антивирус должен устанавливаться на всех рабочих станциях. Допустим, ваш сотрудник по халатности подключил зараженную флешку к компьютеру. Благодаря антивирусу у вас есть шанс заблокировать эту флешку и уведомить сотрудника об угрозе, тем самым обезопасить свою сеть.

Почти каждая компания не может обойтись без системы электронной почты, поэтому злоумышленник чаще всего атакует её. **Четвертым** этапом для безопасности электронной почты рекомендуется установить антиспам для корректной работы с внешней и внутренней системой. Антиспам использует различные средства фильтрации нежелательных сообщений, например, «черные» и «белые» списки, списки адресов, авторитетные почты и соответствующие ключевые слова.

Пятым моментом является защита от продвинутых атак (песочница). Их суть заключается в том, что эти атаки могут скомпрометировать компанию использованием неизвестной вредоносной программы. Например, троянская вирусная программа, которая с 1989 г. маскировалась под безобидным файлом и распространялась через почту. Sandbox, или песочница, позволяет блокировать неизведанные типы атак, что помогает улучшить безопасность сети.

Если у компании веб-сайт нагружен и является важным с точки зрения функционирования, то рекомендуется установить файервол веб-приложений, это практически тот же самый межсетевой экран, только используется для защиты веб-приложений. Это инструмент для фильтрации трафика, работающий на прикладном уровне. Главное отличие от других защитных систем – IDPS и межсетевой экран блокируют только «подозрительный трафик» с серым IP-адресом,

оставляя уязвимым веб-приложения, а Web Application Firewall (WAF) полностью сканирует HTTP/HTTPS-трафики, SSL и TLS-трафики, и все это дополняется механизмом самообучения, тем самым защищая веб-приложения от несанкционированных действий и подозрительных атак.

Также нужно организовать и собрать центр для быстрого реагирования SOC (Security Operation Center). Это команда предназначена для обнаружения, уведомления, реагирования, анализа и предотвращения инцидентов безопасности сети. Она позволит улучшить защищенность сети в несколько раз. Данная команда имеет ряд функций, которые позволяют улучшить безопасность сети:

- обработка данных в реальном времени (мониторинг и разбор данных в режиме реального времени);
- работа с внешними источниками данных (сбор и анализ данных, оценка угрозы);
- анализ и реагирование на инциденты;
- аудит и отслеживание внутренних угроз (сбор, хранение, управление, обработка данных аудита, а также расследование случаев нарушения);
- сканирование и оценка защищенности.

Для защиты внутри организации нужно установить DLP. DLP – это специализированное ПО, которое защищает организацию от утечек данных. Данная технология – это не только возможность блокировки передачи конфиденциальной информации по различным каналам, но и инструмент для наблюдения за ежедневной работой сотрудников, который позволяет найти слабые места в безопасности до наступления инцидента [4].

Данные рекомендации будут полезны для организаций и компаний, которые еще не создали свою систему безопасности или только начинают её строить.

Библиографический список

1. 17 способов проникновения во внутреннюю сеть компании» [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/post/461631/> (дата обращения: 25.05.2022).

2. Сегментация сети для самых маленьких [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/post/588705/> (дата обращения: 25.05.2022).

3. Межсетевой экран [Электронный ресурс]. – URL: https://www.cisco.com/c/ru_ru/products/security/firewalls/what-is-a-firewall.html (дата обращения: 25.05.2022).

4. Предотвращения утечек информации [Электронный ресурс]. – URL: <https://falcongaze.com/ru/pressroom/publications/dlp-sistemy/what-is-dlp.html> (дата обращения: 25.05.2022).

Сведения об авторах

Масич Григорий Федорович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: masich@icmm.ru

Тюлькин Ильназ Фаритович – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. ЭВТ-18-16, г. Пермь, e-mail: illidan.i@mail.ru

А.А. Тютюных, Е.А. Тютюных

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРОСА МЕТОДОМ ИНТЕГРИРОВАНИЯ ВЕРЛЕ С ПЕРЕМЕННЫМ ЧИСЛОМ СЕГМЕНТОВ

В статье рассмотрен алгоритм моделирования троса методом интегрирования Верле. Выявлены недостатки существующего алгоритма в компьютерном тренажере портального крана. Предложен алгоритм для моделирования троса с переменным числом сегментов. Представленный алгоритм позволит повысить уровень оптимизации компьютерного тренажера, сохранив при этом высокую точность имитации поведения реального троса.

Ключевые слова: моделирование троса, интегрирование Верле, компьютерный тренажер.

A.A. Tyutyunikh, E.A. Tyutyunikh

MODELING OF A CABLE USING VERLET INTEGRATION WITH A VARIABLE NUMBER OF SEGMENTS

In this article presented the computer simulation algorithm of a cable using Verlet integration. The deficiencies of the existing algorithm of portal crane computer simulation are revealed. The computer simulation algorithm of a cable with a variable number of segments is proposed. The presented algorithm will increase the optimization level of the computer simulation, while maintaining the high accuracy of simulating the behavior of real cable.

Keywords: cable modeling, Verlet integration, computer simulator.

Перегрузочные краны широко распространены в различных областях промышленности. Они используются в строительных, гидротехнических и судостроительных работах, а также для перегрузочных работ в портах, складах и предприятиях. Основным инструментом обучения операторов перегрузочных кранов являются компьютерные тренажерные комплексы (КТК).

Для эффективного обучения операторов перегрузочных кранов КТК должны иметь высокую точность имитации реальных физических процессов. Однако для КТК также важен уровень их оптимизации, для того чтобы они могли запускаться на устройствах с разным уровнем производительности. Уровень оптимизации КТК зависит от сложности алгоритмов имитации физических процессов. Поэтому для оптималь-

ной работы КТК необходимы адаптивные алгоритмы имитации реальных физических процессов, которые подстраиваются под заданный уровень производительности. Основным физическим процессом, моделируемым в КТК перегрузочных кранов, является имитация троса.

Для моделирования троса в компьютерных тренажерах зачастую используется численный метод интегрирования Верле для уравнений движения [1]. Данный метод был впервые применен Л. Верле для вычисления траекторий частиц в динамических молекулярных моделях [2]. В работе [3] описаны подходы к моделированию движения объектов и систем частиц путем имитации физических процессов с применением метода интегрирования Верле. Численным методом интегрирования Верле в статье [4] были разработаны алгоритмы динамической симуляции деформирующейся ткани. Моделирование деревьев и растительности путем представления их конечной системой связанных частиц и расчет их взаимодействий методом интегрирования Верле были рассмотрены в работе [5].

Алгоритм моделирования троса с переменным числом сегментов разрабатывается для КТК портального крана кафедры ИТАС ПНИПУ [6, 7]. Ранее в нем для моделирования троса был использован метод интегрирования Верле [1]. Однако в представленном алгоритме трос разбивался на заданное количество сегментов, зависящее от его длины, что является основным недостатком данного алгоритма. Из-за постоянного количества сегментов, на которые разбивается трос, представленный алгоритм нельзя считать оптимальным, а компьютерный тренажер, в свою очередь, может не подходить для устройств с низким уровнем производительности. Поэтому актуальной является задача по оптимизации и совершенствованию данного алгоритма, что в итоге позволит повысить уровень оптимизации компьютерного тренажера.

Алгоритм Верле вычисляет следующее местоположение точки на основе ее текущего положения и ее положения на предыдущем шаге без использования скорости:

$$\vec{x}(t + \Delta t) = 2\vec{x}(t) - \vec{x}(t - \Delta t) + \vec{a}(t)\Delta t^2, \quad (1)$$

где $\vec{x}$ – координаты точки, $\vec{a}$ – ускорение.

Главной особенностью алгоритма является возможность применения различных ограничений на систему точек. Так, например, моделирование троса представляет собой моделирование точек с заданным расстоянием между ними.

Пусть сегмент троса, заданный точками с координатами $\vec{p}_1$ и $\vec{p}_2$, имеет ограничение на расстояние L между ними. Во время вычислений местоположений точек по формуле (1) они могут либо приближаться ближе друг к другу, либо отдаляться (рис. 1).

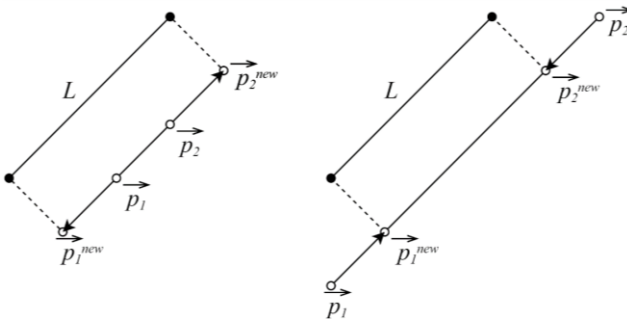


Рис. 1. Применение ограничений на расстояние между точками

Тогда для соблюдения ограничений и вычисления новых координат точек $\vec{p}_1^{new}$ и $\vec{p}_2^{new}$ необходимо выполнить действия (2), (3), (4), (5) и (6):

$$\vec{d} = \vec{p}_1 - \vec{p}_2, \quad (2)$$

$$s = (L - |\vec{d}|)/|\vec{d}|, \quad (3)$$

$$\vec{b} = \vec{d}0,5s, \quad (4)$$

$$\vec{p}_1^{new} = \vec{p}_1 + \vec{b}, \quad (5)$$

$$\vec{p}_2^{new} = \vec{p}_2 - \vec{b}. \quad (6)$$

Таким образом, алгоритм Верле состоит из двух основных шагов:

1. Вычисление новых положений точек по формуле (1).
2. Применение ограничений на расстояние для всех точек.

Причем шаг 2 повторяется несколько раз, пока не будут выполнены все условия ограничений.

В существующем КТК портального крана кафедры ИТАС ПНИПУ для моделирования троса он разбивается на заданное количество сегментов, зависящее от его длины. Так как в системе моделируется не один трос, а сразу несколько, то нецелесообразно и достаточно трудоемко разбивать трос на постоянное число сегментов. Так, например, статично висящие тросы, тросы под высоким натяжением и тросы, находящиеся вне поле зрения или на большом расстоянии, могут модели-

роваться как нерастяжимый стержень, который представляет собой один сегмент и описывается двумя точками, находящимися на его концах. Причем при необходимости количество сегментов, на которые разбивается трос, может быть увеличено для более высокой точности имитации его поведения.

Существующий алгоритм для моделирования троса дополнится возможностью увеличения и уменьшения количества сегментов, на которые разбивается трос.

1. Увеличение количества сегментов.

Увеличение количества сегментов, на которые разбивается трос, происходит после выполнения одного из следующих условий:

- соприкосновение крюка или подвешенного на тросе груза с землей или другими объектами виртуальной области;
- отцеп груза, находящегося над землей;
- вывод троса, имеющего малую нагрузку (крюк; груз с малой массой), из статичного состояния;
- попадание троса, имеющего малую нагрузку, в поле зрения на близкую дистанцию.

Для расчета координат новых точек разбиения троса по известным начальной и конечной точкам (рис. 2) необходимо выполнить действия (7), (8) и (9).

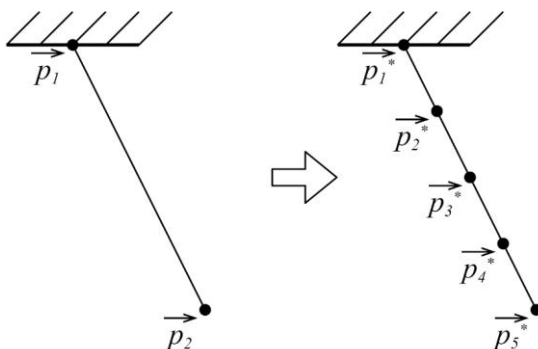


Рис. 2. Увеличение числа сегментов

Причем таким же образом можно получить координаты точек, которые были на предыдущем шаге для формулы (1).

$$n = ((L \div \text{maxSegLength}) + 1) + 1, \quad (7)$$

$$\lambda_i = \frac{i-1}{n-i}, \quad (8)$$

$$\vec{p}_i = \frac{\vec{p}_1 + \lambda_i \vec{p}_n}{1 + \lambda_i}, \quad (9)$$

где n – количество новых точек, $maxSegLength$ – максимальная длина сегмента, $i \in (1; n)$.

2. Уменьшение количества сегментов.

Уменьшение количества сегментов, на которые разбивается трос, происходит при условии того, что он натянут (т.е. расстояние от начальной точки троса до конечной находится в определенном диапазоне от значения максимально возможной длины троса согласно формуле (10)), и после выполнения одного из следующих условий:

- отсутствие соприкосновения тяжелого груза с землей или другими объектами виртуальной области;
- вхождение троса, имеющего малую нагрузку (крюк; груз с малой массой), в статичное состояние;
- выход троса, имеющего малую нагрузку, из поля зрения или на большую дистанцию.

$$1 - \frac{|L - |\vec{p}_1 \vec{p}_2||}{L} \geq \rho, \quad (10)$$

где $\rho \in [0; 1]$ – допустимый диапазон расстояния от начальной точки троса до конечной.

Для расчета координат новых точек разбиения троса (рис. 3) в данном случае достаточно знать координаты первой и последней точки ($\vec{p}_1^* = \vec{p}_1, \vec{p}_2^* = \vec{p}_n$, где n – количество точек разбиения до уменьшения количества сегментов).

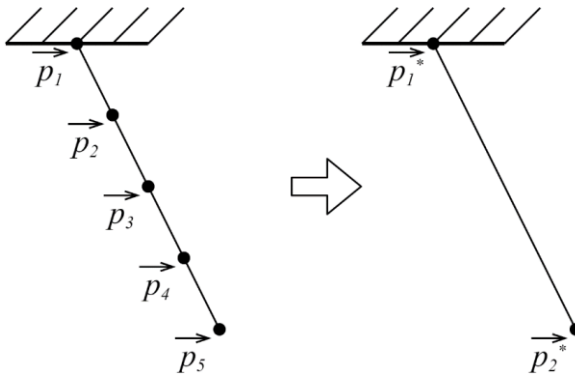


Рис. 3. Уменьшение числа сегментов

Аналогично вычисляются координаты точек для предыдущего шага, необходимые для формулы (1).

Итоговой алгоритм имеет следующий вид:

1. Увеличение или уменьшение количества сегментов, на которые разбивается трос, при выполнении условий.
2. Вычисление новых положений точек по формуле (1).
3. Применение ограничений на расстояние для всех точек (выполняется несколько раз).

Представленный алгоритм для моделирования троса с переменным числом сегментов, на которые он разбивается, позволит повысить уровень оптимизации компьютерного тренажера за счет уменьшения количества вычислений, сохранив при этом высокую точность имитации поведения реального троса.

Дальнейшие исследования будут направлены на внедрение и оптимизацию данного алгоритма в существующий проект компьютерного тренажера портального крана кафедры ИТАС ПНИПУ.

Библиографический список

1. Хабибулин А.Ф., Шкляев Ф.И. Моделирование колебаний троса для тренажера портального крана // Инновационные технологии: теория, инструменты, практика. – 2015. – Т. 1. – С. 82–88.
2. Verlet L. Computer "Experiments" on Classical Fluids. I. Thermodynamical Properties of Lennard-Jones Molecules // Physical Review. – 1967. – Vol. 159, № 1. – P. 98–103.
3. Jakobsen T. Advanced character physics // Game Developers Conference. – 2001.
4. Yan J., Rui W. Real-time cloth simulation based on improved Verlet algorithm // 2010 IEEE 11th International Conference on Computer-Aided Industrial Design & Conceptual Design 1. – 2010. – P. 443–446.
5. Manavi B. Real-time Tree Simulation Using Verlet Integration // Electronic Theses and Dissertations. – 2001.
6. Файзрахманов Р.А., Хабибулин А.Ф. Проектирование и разработка тренажерного комплекса оператора портального крана // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2014. – № 9. – С. 80–92.

7. ANYCRANE: Towards a better Port Crane Simulator for Training Operators / R.A. Fayzrakhmanov, I.S. Polevshchikov, A.F. Khabibulin, F.I. Shklyaeв, R.R. Fayzrakhmanov // 15th International industrial simulation conference. – 2017. – P. 85–87.

Сведения об авторах

Тютюных Артем Александрович – аспирант кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: artbox1g@gmail.com

Тютюных Екатерина Александровна – студентка Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. ИВТ-21-26, г. Пермь, e-mail: katelingerg@gmail.com

А.А. Уваров

ОБЗОР И СРАВНЕНИЕ БИБЛИОТЕК ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

Значительный рост мощности вычислительной техники и появление новых алгоритмов добавляют значительный вклад прогресса в области компьютерного зрения. В статье рассмотрены библиотеки для компьютерного зрения на различных языках программирования, в частности, приведен пример на языке Python. В данной статье были рассмотрены несколько популярных библиотек. Также приведено краткое сравнение библиотек для компьютерного зрения, которые наиболее популярны в использовании.

Ключевые слова: библиотека, компьютерное зрение, программирование, OpenCV.

A.A. Uvarov

OVERVIEW AND COMPARISON OF LIBRARIES FOR COMPUTER VISION

A significant increase in the power of computing technology and the emergence of new algorithms add a significant contribution to progress in the field of computer vision. This article discusses libraries for computer vision in various programming languages, in particular, an example in Python is given. This article has covered several popular libraries. There is also a brief comparison of the most commonly used computer vision libraries.

Keywords: library, computer vision, programming, OpenCV.

На текущий момент технологии достигли невероятных результатов в развитии и продолжают совершенствоваться. Люди с давних лет пытались создать механизмы, технологии или средства, обладающие схожими с человеком способностями.

После длительных исследований и изучений в мире технологий было принято решение о том, что большинство научно-технологических разработок связаны с искусственным интеллектом. А именно, его применением для решения задач любого характера. Это привело к внимательному рассмотрению темы компьютерного зрения, а точнее, к методу восприятия окружающего мира с помощью машин или роботов.

Компьютерное зрение (Computer Vision) – современная технология и область исследований по автоматизации понимания того, что именно мы видим в окружающем мире. Но автоматизация невозможна без использования соответствующего программного обеспечения [1]. Если сказать человеческим языком, то компьютерное зрение – это попытка воспроизвести функции человеческого глаза, используя при этом видеокамеру как функцию человеческого глаза.

Для того чтобы воспроизвести функции «человеческого глаза», технике необходимы специальные библиотеки, которые позволяют работать с системами компьютерного зрения. Данные библиотеки называют библиотеки образов, или Image Library. В этих библиотеках содержатся образцы изображения, такие как различные своего рода предметы, объекты, образ людей и некоторые их черты лица, буквы, цифры, пейзажи и пр.

Для работы данных библиотек существует свой алгоритм распознавания объектов или предметов. С видеокамеры, через которую было получено изображение, сравнивают образцы в библиотеке. После сравнения система сообщает о том, что объект был распознан и что она «видит» на изображении через видеокамеру. Кроме того, что библиотеки содержат картинки, они также могут содержать алгоритмы обработки и сравнения изображения.

В настоящий момент используют несколько популярных библиотек для компьютерного зрения, рассмотрим их подробнее.

1. OpenCV – самый популярный пакет, распространяющийся бесплатно и с открытым исходным кодом. Это библиотека математических алгоритмов для анализа изображений, реализованная на C++, но имеющая API для многих популярных языков программирования, таких как Python, Java, Matlab и других [2].

Одно из преимуществ данной библиотеки – это реализация на язык программирования C++. Это позволяет быстро обрабатывать и хранить в себе более 2500 различных алгоритмов, таких как анализ перемещения объектов, калибровка камер, устранение шумов, размытие или сглаживание объектов, анализ жестов и пр. Также благодаря своей скорости OpenCV может работать в режиме реального времени.

Несмотря на преимущество этой библиотеки, как и у всех, у нее есть недостатки. Во-первых, она сложна в усвоении. Во-вторых, сложно определять, где возникла ошибка, так как возникают трудности в отладке программ. В-третьих, ориентирована на большие платформы,

то есть, если запускать OpenCV на микроконтроллере или одноплатном ПК, то производительность значительно снизится.

2. ROS (Robot Operating System) – это платформа разработки ПО для роботов. Она представляет собой набор инструментов, библиотек и соглашений, которые упрощают разработки сложных и эффективных программ для управления роботами для многих типов роботов [3]. Структуру ROS легко реализовать на любом языке программирования, например, Python, C++, Lisp и экспериментальные библиотеки на Java.

Преимуществом данной библиотеки являются простота в использовании межпроцессорными системами межпроцессорными связями, которая довольно универсальна, то есть работает через Ethernet или общую память.

Также позволяет легко интегрировать широкий спектр инструментов, включая визуализацию кинематики робота и данных с датчиков, алгоритмы планирования пути и восприятия, а также низкоуровневые драйверы для часто используемых датчиков.

И ещё стоит отметить одно из преимуществ данной платформы – инструменты управления, которые позволяют отслеживать и проверять сообщения.

Недостатком ROS являются накладные расходы системы обмена сообщениями, которые могут накапливаться в сложных системах, состоящих из сотен процессов.

3. CUDA (Compute Unified Device Architecture) – программно-аппаратная архитектура параллельных вычислений, которая позволяет существенно увеличить вычислительную производительность благодаря использованию графических процессоров фирмы Nvidia [3].

Данная библиотека написана на языке программирования C. Это означает, что процесс внедрения и изучения этой архитектуры значительно упрощает жизнь. С её помощью можно получить доступ к разделяемой памяти между потоками, и размер такой памяти составляет 16 Кб на мультипроцессор, что позволяет использовать её для организации кеша. А именно кеша с широкой пропускной полосой. Также эффективна стала передача данных между системой и видеопамятью. Данная архитектура не страдает избыточностью, так как в ней не используются графические API и также появляется возможность записи по произвольным адресам. Стоит отметить, что операции, а именно целочисленные и битовые, стали поддерживаться аппаратно.

Как и у библиотек, которые были рассмотрены в данной статье, архитектура CUDA также имеет свои недостатки.

Во-первых, для выполняемых функций отсутствует поддержка рекурсии.

Во-вторых, минимальная ширина блока, которая составляет 32 потока.

В-третьих, закрытая архитектура.

Рассмотрим небольшой пример применения OpenCV на языке программирования Python, он представлен в листинге 1. В данном примере рассмотрим размытие/сглаживание.

Листинг 1 – Размытие/сглаживание на Python

```
import cv2
blurred = cv2.GaussianBlur(image, (51, 51), 0)
viewImage(blurred, "Размытый пёсик")
```

Функция GaussianBlur (размытие по Гауссу) принимает 3 параметра:

1. Исходное изображение.
2. Кортеж из 2 положительных нечётных чисел. Чем больше числа, тем больше сила сглаживания.
3. sigmaX и sigmaY. Если эти параметры оставить равными 0, то их значение будет рассчитано автоматически.

Результат программы представлен на рис. 1 и 2.



Рис. 1. До размытия



Рис. 2. После размытия

В данной статье были рассмотрены различные библиотеки, которые являются универсальными в своем применении. Выбор библиотеки зависит от задач и целей пользователя. Также стоит отметить, что рассмотренные библиотеки являются достаточно мощными, имеющими свои достоинства и недостатки.

Библиографический список

1. Библиотеки для компьютерного зрения. OTUS онлайн-образование [Электронный ресурс]. – URL: <https://otus.ru/nest/post/1623/> (дата обращения: 28.05.2022).
2. Горячкин Б.С., Китов М.А. Компьютерное зрение. – СПб.: Информационные технологии, 2003. – 29 с.
3. Библиотеки образов компьютерного зрения. Telecom & IT [Электронный ресурс]. – URL: <https://shalaginov.com/2020/05/18/cv-library/> (дата обращения: 28.05.2022).

Сведения об авторе

Уваров Александр Андреевич – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. ЭВТ-18-16, г. Пермь, e-mail: uvarov0742@gmail.com

Н.С. Цинкер, В.А. Шапов

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОТОКОЛА SOAP ДЛЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ВЕБ-СЕРВИСОМ РОСКОМНАДЗОРА

В статье применяется протокол SOAP для отправки данных на веб-сервис Роскомнадзора. В ней показаны правила формирования XML данных для протокола SOAP, а также продемонстрирован пример отправки данных в веб-сервис Роскомнадзора. Также в статье обосновывается выбор протокола SOAP и приведены преимущества и недостатки данного протокола. В качестве языка программирования выбран PHP. Веб-сервисы – это технология, которая позволяет системам обмениваться данными друг с другом через сетевое соединение – это простой адрес или ссылка, к которой можно обратиться для получения или отправки данных.

Ключевые слова: веб-сервис, протокол, адрес, передача данных, дерево, библиотека.

N.S. Tsinker, V.A. Shchapov

USING THE SOAP PROTOCOL TO INTERACT WITH THE ROSKOMNADZOR WEB SERVICE

This article applies the SOAP protocol to send data to Roskomnadzor web service. It shows the rules for generating XML data for SOAP, as well as demonstrates an example of sending data to Roskomnadzor web service. The article also gives the reasons for the choice of the SOAP protocol and the advantages and disadvantages of the protocol. The chosen programming language is PHP. Web services is a technology that allows systems to exchange data with each other over a network connection, it is a simple address or link that can be accessed to send or receive data.

Keywords: web service, protocol, address, data transfer, tree, library.

Для регистрации радиоэлектронных средств в Роскомнадзоре необходимо было реализовать отправку данных на веб-сервис, используя файлы формата XML, и для решения данной задачи были выбраны протоколы SOAP, так как с помощью данного протокола возможно обмениваться данными в XML формате, и язык программирования PHP [1, 2].

Simple Object Access Protocol (SOAP) – это стандартная спецификация протокола для обмена сообщениями на основе XML. Он четко структурирован и задокументирован. Связь между веб-сервисом и кли-

ентом происходит с помощью XML-сообщения. Передача данных осуществляется по протоколу HTTP.

Преимущества:

1. Промышленный стандарт в соответствии с W3C.
2. Имеет строгую спецификацию.
3. Однозначность.
4. Широкая поддержка в продуктах Microsoft.
5. Имеет свою собственную безопасность: WS-Security.

Недостатки:

1. Требуется большая пропускная способность и ресурсы, поскольку используются XML-сообщения для обмена информацией.
2. Сложность в реализации.
3. Поддерживает только формат XML.

Любое сообщение в SOAP представляет собой XML-документ, состоящий из следующих элементов [3, 4]:

– Envelope. Корневой элемент, который определяет начало и конец сообщения. Может содержать объявления пространства имен, а также дополнительные атрибуты; если такие дополнительные элементы присутствуют, то они должны быть определены как пространство имен;

– Header. Необязательный элемент. Если элемент присутствует, то он должен быть первым непосредственным дочерним элементом Envelope, содержит элементы, необходимые для обработки самого сообщения;

– Body. Обязательный элемент, который содержит основную информацию сообщения, должен быть первым непосредственным дочерним элементом Envelope если нет элемента Header, если элемент Header присутствует, то элемент Body должен обязательно следовать за ним;

– Fault. Необязательный элемент, показывает все данные о любых ошибках, которые могут возникнуть в ходе запроса и отправки данных.

Протокол SOAP предполагает, что каждое сообщение содержит XML-документ, структура XML-документа соответствует определённому шаблону, данный шаблон может быть представлен в виде дерева XML, как показано на рисунке.

Пример SOAP запроса для отправки данных в Роскомнадзор представлен в листинге 1.

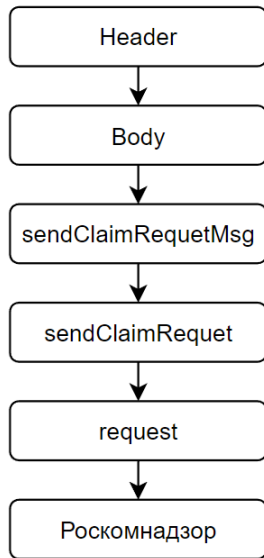


Рис. Дерево XML

Листинг 1 – пример SOAP запроса

```

$output="<soapenv:Envelope
xmlns:soapenv=\"http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/\"
xmlns:par=\"http://rsoc.ru/EServices/parameters\">\n";
    $output = $output."    <soapenv:Header/>\n";
    $output = $output."    <soapenv:Body>\n";
    $output = $output."
<par:sendClaimRequestMsg>\n";
        $output = $output."
<par:sendClaimRequest>\n";
            $output = $output."
<par:requestType>\".$requestType.\"</par:requestType>\n";
            $output = $output."
<par:requestBody>\".$output1.\"</par:requestBody>\n";
            $output = $output."
<par:requestBodySig>\".$output2.\"</par:requestBodySig>\n";
            $output = $output."    </par:sendClaimRequest>\n";
  
```

```

$output = $output."
</par:sendClaimRequestMsg>\n";
$output = $output." </soapenv:Body>\n";
$output = $output."</soapenv:Envelope>\n";

```

После того как был сформирован сбор данных для отправки в Роскомнадзор с помощью протокола SOAP, необходимо отправить данное сообщение на необходимый адрес с протоколом https.

Библиотека libcurl является одним из основных сетевых методов способа для PHP-приложений. Она позволяет вам общаться с серверами по различным протоколам разных уровней.

libcurl умеет работать с сертификатами HTTPS и отправлять запросы на HTTP-серверы с помощью методов POST и PUT, что было необходимо для реализации отправки данных в Роскомнадзор. Пример реализации этой библиотеки показан в листинге 2.

Листинг 2 – отправка файла POST методом на веб-сервис

```

$url = "https://service.rkn.gov.ru/.../.../";
$ch = curl_init();
curl_setopt($ch, CURLOPT_URL, $url);
curl_setopt($ch, CURLOPT_POST, true);
curl_setopt($ch, CURLINFO_HEADER_OUT, true);
curl_setopt($ch, CURLOPT_SSL_VERIFYPEER, false);
curl_setopt($ch, CURLOPT_RETURNTRANSFER, true);
curl_setopt($ch, CURLOPT_HTTPHEADER, array(
    'Content-Type: text/xml',
    'Content-Length: ' . strlen($output),
    'User-Agent: Mozilla/5.0 (Windows NT 6.3;
rv:36.0) Gecko/20100101 Firefox/36.0')
);
curl_setopt($ch, CURLOPT_POSTFIELDS, $output);
$response = curl_exec($ch);

```

Подводя итоги, делаем вывод, что данный способ отправки данных позволяет успешно решить поставленную задачу в соответствии с требованиями по отправке данных в Роскомнадзор.

Библиографический список

1. Кузнецов М.В., Симдянов И.В. Самоучитель PHP 7. – СПб.: БХВ-Петербург, 2018. – 448 с.

2. Разработка веб-приложений на PHP и MySQL: пер. с англ. / Лаура Томсон, Люк Вел-линг. – 2-е изд., испр. – СПб.: ООО «ДиаСофтЮП», 2003. – 672 с.

3. INTERVOLGA. Рельсы веб-интеграции. REST vs SOAP [Электронный ресурс] – URL: <https://www.intervolga.ru/blog/projects/relsy-veb-integratsii-rest-i-soap/> (дата обращения: 28.04.2022).

4. Medium. Сравнение SOAP и REST с XML, 2019 [Электронный ресурс] – URL: <https://medium.com/@nanotexnologiya/> (дата обращения: 29.04.2022).

Сведения об авторах

Цинкер Никита Сергеевич – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. РИС-18-16, г. Пермь, e-mail: TsinNZ@yandex.ru

Щапов Владислав Алексеевич – доцент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: phprus@gmail.com

А.М. Чеха, Д.Н. Кущий

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ ЧАТ-БОТА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЕГЭ

В статье описаны актуальность и особенности применения чат-ботов в образовательном процессе. Указаны преимущества программ-консультантов перед веб-сайтами. Приведены основные аспекты разработки чат-бота для подготовки к ЕГЭ с использованием средств развития мотивации ученика. Продемонстрирован диалог пользователя и бота.

Ключевые слова: чат-бот, автоматизация образовательного процесса, онлайн-обучение, дистанционная проверка знаний, мотивация учебной деятельности, парсинг данных.

A.M. Chekha, D.N. Kushchiy

RELEVANCE AND PRINCIPLES OF CHATBOT DEVELOPMENT FOCUSED ON PREPARATION FOR THE UNIFIED STATE EXAM

The article describes the relevance and features of the use of chat bots in the educational process. The advantages of consultant programs over websites are indicated. The development process of a chat bot focused on preparation for the Unified State Exam employing student motivation methods. The dialogue between the user and the bot is demonstrated.

Keywords: chatbot, educational process, online education, remote knowledge testing, motivation, data parsing.

На сегодняшний день сложно недооценить важность информационных технологий в сфере образования. Пандемия коронавирусной инфекции и последовавшие ограничительные меры вынудили министерство образования Российской Федерации в срочном порядке разработать механизмы, обеспечивающие непрерывный образовательный процесс в школах, колледжах, высших учебных заведениях, прочих образовательных организациях в дистанционном формате. Практический массовый опыт применения систем электронного тестирования учащихся, видеосвязи для проведения интернет-уроков и лекций однозначно пригодится для исправления допущенных ошибок и оценки эффективности дистанционного обучения в целом. Результаты ЕГЭ-2021

показали, что, несмотря на ограничительные меры, средние тестовые баллы по всем учебным предметам 2021 года сопоставимы с результатами 2020 года [1]. Это означает, что российская старшая школа действительно справилась с трудностями, которые возникли при переходе на дистанционное обучение, и смогла эффективно использовать те преимущества, которые оно даёт.

В качестве инструмента для проверки знаний учащихся 10–11-х классов в российских школах применяют тренировочные варианты ЕГЭ в режиме, приближенном к реальному экзамену [2]. Однако у него имеется ряд очевидных недостатков:

- увеличение занятости учителей за счет необходимости проверять знания учеников в неучебное время;
- ручная проверка каждой работы;
- нельзя подобрать индивидуальный темп обучения и проверки знаний для каждого школьника индивидуально;
- несоответствие продолжительности урока, отведенного на решение тренировочных вариантов ЕГЭ, и реального экзамена.

Решить вышеперечисленные проблемы помогли цифровые симуляторы ЕГЭ, наиболее популярным из которых в 2020 году был сервис «Решу ЕГЭ» [3], который помимо веб-сайта с тренировочными заданиями предлагает воспользоваться идентичными по функционалу чат-ботами в социальной сети «ВКонтакте» и мессенджере «Telegram».

Можно выделить следующие преимущества подобных чат-ботов перед веб-сайтами [4]:

- удобство в использовании с мобильных устройств (интерфейс вебсайта часто перегружен и труден для восприятия с небольшого экрана смартфона);
- более высокая отзывчивость интерфейса на маломощных устройствах;
- форма диалога с чат-ботом более комфортна для пользователя. Например, чат-бот может называть его по имени, хвалить за успехи, прочее.

Технология чат-ботов даёт возможность следить не только за успеваемостью ученика, но и за скоростью решения учебных задач, качеством и количеством выполненных заданий каждый день. Например, можно предложить старшекласснику поучаствовать в «соревновании с самим собой»: правильно решить больше заданий, чем ранее, побить собственный рекорд [5].

Чат-боты «Решу ЕГЭ» обладают лишь базовым функционалом (отправка заданий пользователю, проверка его ответов, ведение статистики решённых заданий), но не применяют психолого-педагогические средства формирования мотивации, что делает актуальной разработку сервиса, который бы использовал их преимущества.

Было решено разработать чат-бота для подготовки к ЕГЭ по физике, предлагающего ученику типовые экзаменационные задания с целью оценить степень его готовности к экзамену и обнаружения пробелов в знаниях. В качестве платформы был выбран мессенджер «Телеграм».

Тестовые задания были взяты из открытого банка заданий ЕГЭ, предоставленного ФИПИ, при помощи специально разработанного скрипта-парсера (рис. 1), написанного, как и сам чат-бот, на языке Python.

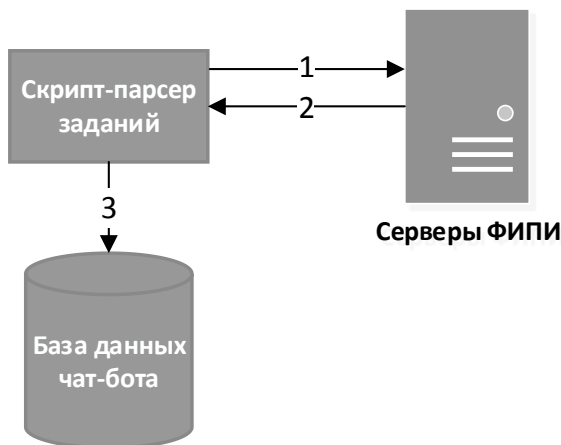


Рис. 1. Работа скрипта-парсера заданий

Принцип работы скрипта-парсера можно описать следующей последовательностью шагов:

1. Отправка на сервер ФИПИ API-запросов в формате JSON для получения всех экзаменационных заданий по физике.

2. Обработка полученного в формате JSON ответа: отсеиваются задачи с полным ответом, HTML-код заданий преобразуется в изображения PNG при помощи браузерного движка Chromium, исправляется форматирование ответов.

3. Занесение обработанных заданий в базу данных чат-бота.

База данных чат-бота представляет собой хранилище *shelve* (элемент стандартной библиотеки языка Python) и директорию в системной файловой структуре с PNG-файлами заданий.

Упрощённая схема получения задания пользователем изображена на рис. 2 и может быть описана следующей последовательностью действий:

1. Пользователь отправляет запрос задания через мессенджер «Телеграм».
2. Запрос обрабатывается серверами платформы «Телеграм» и вызывает обработчик в приложении чат-бота.
3. Обработчик выбирает случайное задание из подмножества тех, которые пользователь ранее не решал (если он решал все, то выбирается самое старое решённое задание) из базы данных.
4. Задание специальным образом оформляется и отправляется на серверы платформы «Телеграм».
5. Пользователь получает задание на своём устройстве.

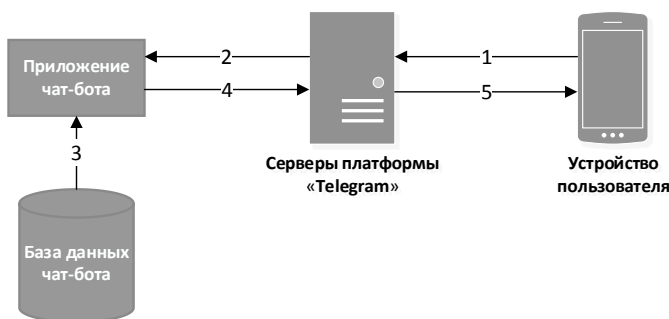


Рис. 2. Обработка запроса задания

Процесс работы чат-бота продемонстрирован на рис. 3.

Помимо базового функционала были реализованы вспомогательные средства для воздействия на ученика с целью развития мотивации. Модель системы поощрений учитывает:

1. Усидчивость: если пользователь решает задания 45 минут подряд или более, чат-бот похвалит его за усидчивость.
2. Выполнение заданий по всем темам, а не только по хорошо известным: если пользователь ошибается в заданиях, то это снижает процент правильных ответов за сессию. Если же он решает все задания подряд, то чат-бот похвалит его за выполнение 5, 10, 15 и т.д. заданий подряд.

3. Преодоление собственных рекордов: пользователь может поставить личные рекорды в количестве правильно решённых заданий за сессию, а также в количестве правильно решённых заданий подряд. Если побить один из собственных рекордов, чат-бот поздравит с этим.

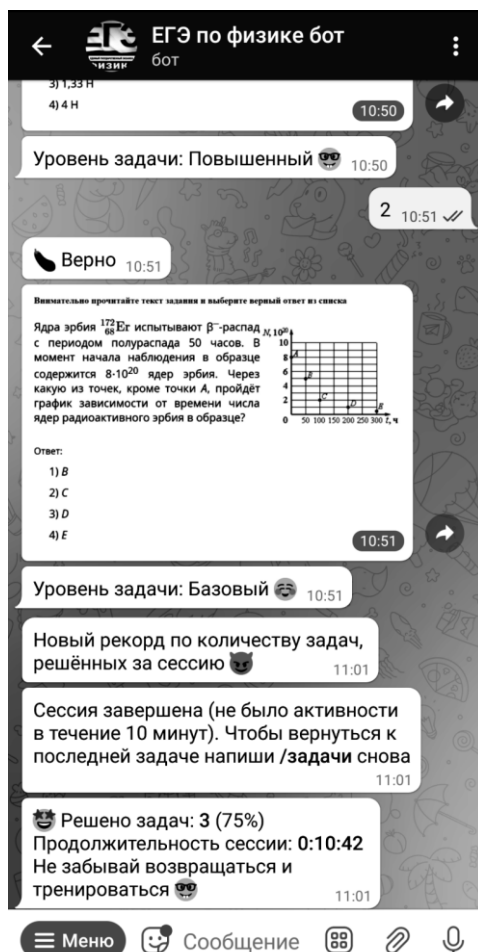


Рис. 3. Скриншот переписки с разработанным чат-ботом

На момент написания статьи разработанный чат-бот запущен и готов к использованию, а его исходный код опубликован на платформе GitHub.

Библиографический список

1. Музаев А.А. Подведены предварительные итоги основного периода ЕГЭ-2021 [Электронный ресурс] // Рособрнадзор. 2021. – URL: <https://obrnadzor.gov.ru/news/podvedeny-predvaritelnye-itogi-osnovnogo-perioda-ege-2021/> (дата обращения: 10.04.2022).

2. Васильева М.В., Единый государственный экзамен: как подготовиться? // Эксперимент и инновации в школе. – 2012. – № 4. – С. 49–54.

3. О подготовке к Единому государственному экзамену в условиях дистанционного обучения / С.С. Атласова, А.В. Винокурова, В.А. Владимирова, А.В. Кардашевский, В.А. Федяев // Мир науки. Педагогика и психология. – 2020. – Т. 8, № 6. – С. 1–7.

4. Использование чат-ботов в образовательном процессе / А.С. Аристова, Ю.С. Безносюк, П.К. Ведикер, Н.Е. Воронович // The 2th International Conference on Digitalization of (DSEME-2019). – 2019. – С. 95–98.

5. Михайлова М.С., Шамовская Т.В., Развитие мотивационной сферы учащихся в старшем подростковом возрасте // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Гуманитарные и общественные науки. – 2021. – Т. 5, № 1. – С. 11–20.

Сведения об авторах

Куший Дарья Николаевна – старший преподаватель кафедры «Программное обеспечение вычислительной техники» Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) им. М.И. Платова, г. Новочеркасск, e-mail: dkushchiy@rambler.ru

Чеха Аркадий Максимович – студент кафедры «Программное обеспечение вычислительной техники» Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) им. М.И. Платова, гр. 090301-ПОВб-о21, г. Новочеркасск, e-mail: tcheha.a@yandex.ru

А.Н. Гусин, М.В. Шадрин

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЗАРЯДНЫХ СТАНЦИЙ

В статье исследуется создание автоматизированной системы для управления зарядными станциями. Существующие решения автоматизированных систем поставляются производителями зарядных станций и не дают возможности гибкой настройки, развития системы и подключения к зарядным станциям других производителей. Такой подход заставляет владельцев зарядных станций использовать ПО производителя, которое может содержать дефекты работы, а скорость устранения дефектов будет зависеть от производителя. Цель статьи – рассказать о возможности создания универсального решения автоматизированной системы, которое позволит владельцам зарядных станций создавать собственные решения, основываясь на своих бизнес требованиях, и развивать экосистему, независимо от производителей зарядных станций.

Ключевые слова: автоматизированная система, управление зарядными станциями.

A.N. Gusin, M.V. Shadrin

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR CHARGING STATION

This article explores the creation of an automated system for managing charging stations. The existing solutions of automated systems are supplied by manufacturers of charging stations and do not allow flexible configuration, system development and connection to charging stations of other manufacturers. This approach forces owners of charging stations to use the manufacturer's software, which may contain defects in operation, and the speed of eliminating defects will depend on the manufacturer. The purpose of the article is to talk about the possibility of creating a universal automated system solution that will allow owners of charging stations to create their own solutions based on their business requirements and develop the ecosystem, regardless of the manufacturers of charging stations.

Keywords: automated system, management of charging stations.

Рынок электромобилей и зарядных станций в России находится на стадии развития. Существующие решения создаются производителями зарядных станций, которые оставляют за собой право развития и настройки системы. Такой подход ограничивает возможность использования автоматизированных систем при создании собственной инфра-

структуры, увеличивает трудозатраты при модернизации сети зарядных станций и обновлении системы.

Предлагаемое решение автоматизированной системы сосредоточено на использовании локального контроллера в качестве посредника между сетью зарядных станций и центральной системой управления. Такой подход позволит минимизировать затраты на настройку оборудования, дает владельцам зарядной станции развивать собственное решение и действовать независимо от производителей зарядных станций.

Одним из стандартизованных способов связи между системами управления и зарядными станциями является протокол прикладного уровня OCPP.

Протокол OCPP разработан альянсом Open Charge Alliance (OCA) как свободно распространяемый протокол с открытым исходным кодом, который позволяет всем участникам использовать стандартный набор команд*. Использование OCPP позволяет владельцу сети зарядных станций выбирать любое ПО (Charging Station Management System – CSMS), которое поддерживает протокол OCPP, либо реализовать собственное решение автоматизированной системы.

На рис. 1 представлена используемая топология, где связующим звеном между сетью зарядных станций и системой управления выступает Локальный контроллер. Такой подход дает возможность использовать зарядные станции независимо от интерфейса подключения.

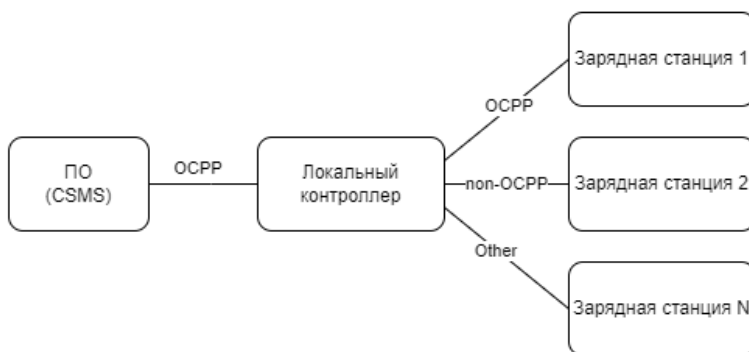


Рис. 1. Топология подключения зарядных станций через локальный контроллер

* Robert de Leeuw, Brendan McMahon, Klaas van Zuuren. Interface description between Charge Point and Central System. – 2017. – 130 p.

Локальный контроллер выступает в роли посредника, который может переводить полученные сигналы от зарядных станций в стандартизированный формат сообщений протокола OCPP и отправлять в CSMS-систему. Такое решение позволит объединить в одну сеть зарядные станции разных производителей без дополнительного вмешательства в работу оборудования.

Один из вариантов реализации автоматизированной системы представлен на рис. 2. Каждый компонент диаграммы представляет собой программный модуль, который можно заменить или модернизировать. Такие решения добавляют гибкость создаваемой системе, что облегчает дальнейшее развитие продукта.

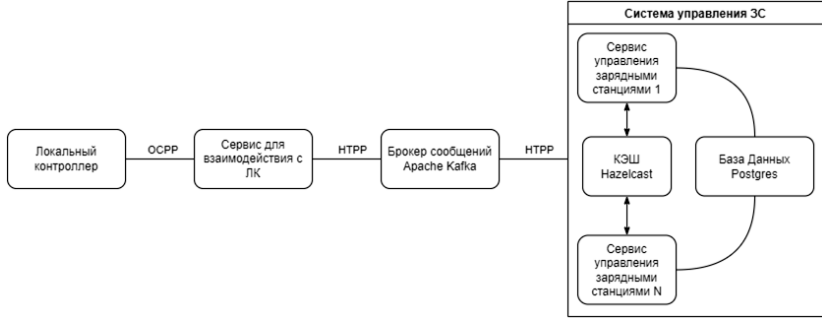


Рис. 2. Архитектура автоматизированной системы

Рассмотренный вариант автоматизированной системы был реализован с использованием технологий, представленных в таблице.

Средства разработки

№ п/п	Средство разработки	Назначение
1	Java 11	Реализация алгоритмов работы программы
2	Spring Framework	Технология, отвечает за управление жизненным циклом разработанного сервиса
3	Apache Kafka	Брокер сообщений, позволяет обрабатывать запросы асинхронно, снижая нагрузку с центральной системы управления
4	Hazelcast	Синхронизирует временные данные между несколькими нодами сервиса управления
5	PostgreSQL	Хранит данные пользователей

Сведения об авторах

Гусин Александр Николаевич – старший преподаватель кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: gusin.itas@ya.ru

Шадрин Матвей Валерьевич – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. ЭВТ-18-16, г. Пермь, e-mail: matthew95011@gmail.com

П.Ю. Шмелев, Л.Ю. Прозорова

ВЫБОР АРХИТЕКТУРНОГО ПОДХОДА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИНТЕГРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

В статье рассматриваются архитектурные подходы создания программного обеспечения с точки зрения применения их для разработки системы, выполняющей интеграционные функции. В статье приведен анализ не всех архитектур, а только тех, которые наиболее подходят для выполнения поставленной задачи. Выбор архитектуры является важной частью, поскольку воспользовавшись преимуществами архитектуры, возможно не только избежать дополнительных затрат, но и сократить время выполнения проекта.

Ключевые слова: интеграция, архитектуры создания программ, сервисная шина предприятия, ESB, микросервисы.

P.Yu. Shmelev, L.Yu. Prozorova

CHOOSING AN ARCHITECTURAL APPROACH TO CREATE AN INTEGRATION SYSTEM

This article discusses architectural approaches to software creation from the point of view of their application for the development of a system that performs integration functions. The article provides an analysis of not all architectures, but only those that are most suitable for the task. The choice of architecture is an important part, because taking advantage of the advantages of architecture, it is possible not only to avoid additional costs and reduce the project execution time.

Keywords: Integration, software architecture patterns, enterprise service bus, ESB, microservices.

Практически любой современный IT-продукт не обходится без взаимодействия со сторонними системами. Для корректной его работы необходимо постоянно поддерживать взаимосвязи, а также как можно быстрее добавлять новые. В случае, когда становится много связей, возникает трудность в их обслуживании. Возникает потребность в приложении, которое бы не только упрощало процесс обслуживания данных взаимосвязей, но и оперативно сообщало администратору о возникших неполадках в цепи взаимодействия систем. Рассмотрим три архитектуры с целью применения их для интеграции [1].

Монолитная архитектура. Главная особенность монолитной архитектуры заключается в том, что различные компоненты приложения объединяются в одну программу. Все части программного обеспечения тесно связаны друг с другом и сильно зависят друг от друга. В этом заключается главный недостаток данной архитектуры. В случае выхода из строя одного элемента – выйдет из строя вся система. Ниже на рис. 1 представлен принцип работы монолитной архитектуры.

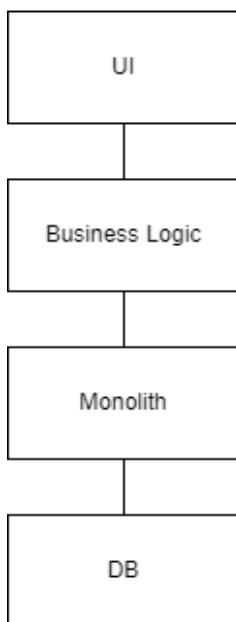


Рис. 1. Монолитная архитектура

Из преимуществ стоит отметить простоту разработки, высокую скорость выполнения задач. Данный тип архитектуры не требователен к наличию стабильного подключения к сети интернет, поскольку ему нет необходимости постоянно совершать запросы для взаимодействия с другими процессами, которые расположены непосредственно в самой системе. Это также позволяет сократить время на межпроцессные вызовы, а также обеспечить надежный канал передачи данных.

Микросервисная архитектура. Микросервисная архитектура включает повторное использование, используя принцип «предпочти-

тельное дублирование». Это достигается разбиением системы на отдельные, самостоятельные процессы. Каждый процесс представляет собой законченную бизнес-задачу. Принцип работы архитектуры представлен на рис. 2.

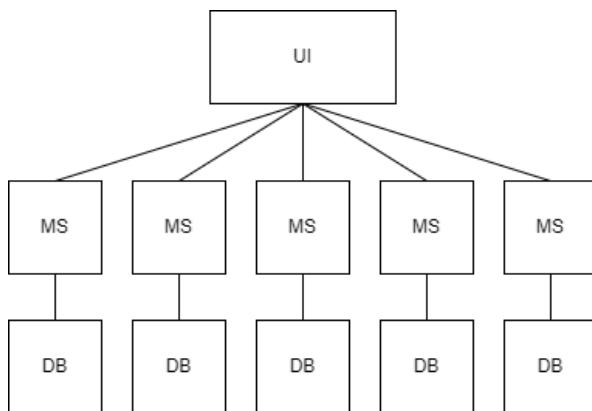


Рис. 2. Микросервисная архитектура

В данном случае приложение само определяет, на какой микросервис отправлять запрос. Из преимуществ стоит отметить надежность. Если из строя выйдет один микросервис, то это не повлияет на работу остальных. Также стоит отметить из преимуществ простоту разработки. Так как микросервис самостоятельная единица, нет необходимости писать универсальный код, который бы подходил под разные сервисы. При разработке программист представляет полную картину бизнес-логики, что облегчает процесс понимания кода.

Главная отличительная особенность архитектуры – независимость процессов. Но это является и главным недостатком данной архитектуры – разбить приложение на несвязанные процессы. Микропроцессорная архитектура требует тщательного планирования. Также стоит отметить, что в микросервисном приложении каждый функционал, который взаимодействует через API извне, увеличивает вероятность атак.

ESB. Сервисная шина предприятия (enterprise service bus, ESB) – связующее программное обеспечение, обеспечивающее централизованный и унифицированный событийно-ориентированный обмен сообщениями между различными информационными системами на принципах сервис-ориентированной архитектуры [2]. Главной отличитель-

ной чертой использования данной архитектуры является повторная эксплуатация сервисов и корпоративная шина.

Принцип работы архитектуры представлен ниже на рис. 3.

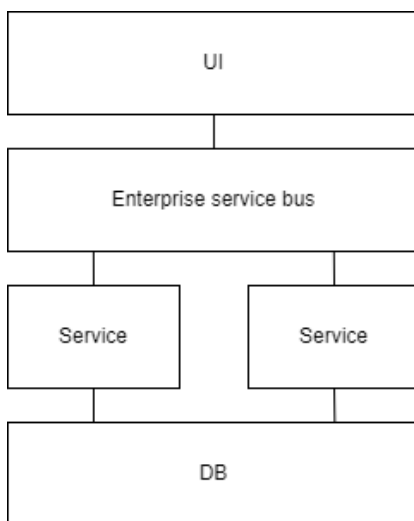


Рис. 3. Архитектура ESB

Все сообщения обрабатываются шиной. Они обрабатываются и в зависимости от контента отправляются в определенный сервис. Отсюда и идет первый недостаток – «бутылочное горлышко». В случае, когда в шину будет отправляться большое количество сообщений, шина может не успевать их обрабатывать, что впоследствии может привести к задержке ответа. Из этого можно сделать вывод, что данная архитектура не подходит для синхронного обмена сообщениями. Все потому, что не исключается вероятность того, что шина часто будет загружена обработкой большого количества данных.

Следующий недостаток – сложность разработки. Если разрабатывать самостоятельно данную систему, то ресурсов уйдет большое количество. Но явной необходимости в разработке собственной шины нет. Сейчас на рынке ПО имеется множество готовых продуктов.

Из преимуществ можно отметить несколько. Во-первых, повторное использование сервисов – информация, полученная в результате работы одного сервиса, может повторно несколько раз использоваться, как, например, вариант с авторизацией. Пройдя авторизацию один раз,

пользователю не нужно будет выполнять авторизацию повторно при каждой введенной команде. Во-вторых, простота подключения сервисов. В приложении достаточно указать, что нужно отправлять данные в шину. Остальная же логика передачи данных настраивается непосредственно в шине. В-третьих, конвертация данных. Когда шина будет готова, она может быть связующим элементом между сервисами, которые используют разные архитектурные подходы: REST и SOAP [2].

Выбор архитектуры. В случае с монолитной архитектурой для интеграции необходима надежность системы, потому как в случае возникновения сбоя переданные данные могут пропасть вместе с остановленным процессом. Также стоит отметить, что для интеграции необходимо наличие доступа в сеть, поскольку передаются данные между разными системами. Именно поэтому в достоинстве автономности работы системы теряется смысл. Данная архитектура больше всего подходит для начинающих проектов, либо для клиентских приложений, которые устанавливаются на компьютер. Для серверного же приложения, которое будет осуществлять интеграцию, оно не подходит.

В случае с микросервисной архитектурой пришлось бы дорабатывать код приложений для совершения запроса под каждый микросервис. Это не всегда удобно, особенно если приложение принадлежит сторонней компании, а также, когда приложений большое количество. К тому же, в отличие от ESB, микросервисы необходимо разрабатывать под свою систему самостоятельно с нуля, в то время как ESB-решения уже существуют. Также стоит обратить внимание на главную отличительную особенность данной архитектуры – сложность разбиения логики работы на микросервисы. Для интеграционных задач разбиение на микросервисы не удастся. Создать возможно будет только один микросервис, но из-за этого будут сводиться к нулю достоинства микросервисной архитектуры.

В случае с ESB – дорабатывать код придется меньше, так как отправка происходит в одну точку – в шину. Это позволяет настраивать интеграцию непосредственно в самой шине без вмешательства в код интегрируемых приложений. Также присутствует такой инструмент, как конвертация данных. В микросервисной архитектуре это тоже возможно сделать, но в данном случае придется разрабатывать логику конвертации для каждого приложения отдельно.

Заключение. Таким образом, можно сделать следующие выводы. Если необходима надежность, простота разработки, но нет времени на

длительную разработку ESB (либо средств на приобретение готового решения) и доступны для изменения кода приложений, то можно выбрать микросервисную архитектуру. В случае, если интегрироваться будут сторонние проекты, то лучше выбрать архитектуру ESB. Монолитная архитектура уступает перечисленным выше в плане надежности.

Библиографический список

1. Software Architecture Patterns: Understanding Common Architecture Patterns and when to Use Them. Mark Richards. – O'Reilly Media. – 2015. – 55 с.
2. Шаппелл Д. ESB – Сервисная шина предприятия; пер. с англ.; под ред. В. М. Беленковича. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 345 с.

Сведения об авторах

Шмелев Павел Юрьевич – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АСУ5-20-1м, г. Пермь, e-mail: schmelev.pacha.kz@yandex.ru

Прозорова Любовь Юрьевна – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: ljup@mail.ru

Секция II

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ**

Н.В. Андриевская, П.О. Алексутина-Князева

АНАЛИЗ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ВОДЫ

В статье представлены краткое описание и недостатки существующего процесса водоочистки на фильтровальной станции Пермского края. Выполнен анализ методов автоматического управления, применяемых к динамическим объектам, к которым относится фильтровальная станция.

Ключевые слова: процесс водоочистки, фильтровальная станция, методы синтеза автоматического управления, технологический процесс.

N.V. Andrievskaya, P.O. Aleksutina-Knyzeva

ANALYSIS OF WATER QUALITY MANAGEMENT METHODS

The article presents a brief description and shortcomings of the existing water treatment process at the Perm region filtration plant. An analysis of automatic control methods applied to dynamic objects, which include a filtering station, is performed.

Keywords: water treatment process, filtering station, methods of synthesis of automatic control, technological process.

Введение. В современном мире всё чаще на предприятиях начинают внедрять системы автоматического управления. Это помогает избавиться от «человеческого» фактора, увеличить производительность, повысить эффективность, снизить производственный брак, повысить качество выпускаемой продукции, снизить себестоимость. Но с внедрением таких систем возникает проблема: как обеспечить качественное управляющее воздействие? Постоянно меняющиеся требования к качеству регулирования и нестабильность параметров объекта управления во время технологического процесса вносят свои проблемы в использование систем автоматического управления.

Описание системы и проблематики. Река Кама относится к 3-му классу качества воды – к разряду «б» как «очень загрязненная». Зафиксированы показатели высокой мутности – среднесуточный показатель составляет 2,98 мг/л при норме не более 1,5 мг/л – и высокой цветности – 37,3° при норме 20°. Также каждые сутки в Каму сбрасывается до 100 кубометров неочищенных сточных вод.

На сегодняшний день крайне важно поддерживать качество очистки воды на должном уровне, так как это напрямую влияет на здоровье человека. Поскольку со временем состояние источника водоснабжения может меняться, необходимо адаптировать процесс водоочистки к данным изменениям.

Показатели качества, контролируемые в воде источника водоснабжения, зависят от погодных условий (дождь, снег, паводок), от рядом расположенных гидроэлектростанций (ГЭС), судоходства.

Процесс водоочистки регламентируется не только технологическими документами, но и санитарными правилами и нормами СанПиН 2.1.3684-21, в котором прописаны показатели качества и их нормы содержания в питьевой воде.

Основные показатели качества:

1) P_1 – содержание хлора в воде (диапазон от 0,00 до 0,73 мг/л при норме от 0,3 до 0,5 мг/л);

2) P_2 – цветность (диапазон от 1 до 150° при норме от 1 до 21°);

3) P_3 – мутность (диапазон от 0,13 до 15 мг/л при норме от 0,13 до 1,5 мг/л);

4) P_4 – температура (диапазон измерения от 3 до 25 °С не нормируется СанПиН, но при температуре ниже +10 °С добавляется Праестол 2530TR);

5) P_5 – водородный показатель (диапазон от 0 до 14 ед.рН при норме от 6 до 8 ед.рН);

Рассмотрим участвующие в процессе водоочистки реагенты:

1) R_1 – гипохлорит натрия (используется в качестве дезинфицирующего вещества);

2) R_2 – сульфат алюминия (используется в качестве коагулянта, образующего в процессе очистки осадок в виде частиц взвеси, гумусовых веществ, нефтепродуктов и т.д.);

3) R_3 – Праестол 2530TR (используется в зимний период для улучшения процесса коагуляции);

4) R_4 – раствор соды кальцинированной (используется для подщелачивания воды в паводковый период).

Технологический процесс производства питьевой воды на фильтровальной станции предприятия [1, 2]: коагуляция, осветление в осветли-

телях, фильтрование на скорых фильтрах и обеззараживание гипохлоритом натрия. Метод очистки воды и предложенная автоматизация водоочистного сооружения не дают гарантию того, что показатели качества воды на выходе технологического процесса будут соответствовать указанным нормам СанПиН [3]. Это связано с тем, что данный процесс водоочистки не подразумевает управление выходными параметрами воды и входными через дозирование химических реагентов. Таким образом, на сегодняшний день нет автоматической регулировки количества дозируемых реагентов, что приводит к снижению времени реагирования на периодические и кратковременные выбросы некоторых показателей качества воды источника водоснабжения, а также к существенным отклонениям от норм СанПиН очищенной воды. Поэтому ставится задача синтеза многоконтурной системы автоматического управления, которая будет отрабатывать выбросы показателей качества исходной воды, поддерживать качество технической воды в соответствии с нормами, снизит динамические нагрузки на сопутствующее техническое оборудование, повысит производительность фильтровальной станции, а также позволит связать контур контроля уровня технической воды в резервуаре и количество дозируемых реагентов. Для этой задачи необходимо подобрать такой метод управления, который будет отвечать данным задачам. Классические регуляторы не подходят для систем с изменяющимися параметрами во времени и имеющими несколько входов и выходов. Поэтому необходимо рассмотреть более сложные методы управления нестационарными объектами.

Нечеткое управление. Нечеткие системы управления, основанные на базе нечеткой логики, широко применяются в том случае, когда знаний об объекте управления недостаточно, а опыт управления этим объектом имеется [4]. Они имеют базу знаний, а также наличие искусственного интеллекта. Принцип действия нечеткого управления основан на логическом выводе типа: «Если А..., то В...».

Алгоритм нечеткого управления обычно состоит из трех основных этапов:

1. Фаззификация (переход от физических переменных к лингвистическим и их характеристическим функциям, таким образом, разрабатываются функции принадлежности).

2. Построение базы нечетких правил.
3. Дефаззификация.

Таким образом, формируем простые и наглядные правила управления объектом, а также улучшаем качество переходного процесса. Но нечеткий регулятор требует настройки большого количества параметров.

Нейронное управление. В современном мире все чаще при управлении динамическим объектом используют одно из перспективных направлений – нейронное. Нейронные сети имеют следующие преимущества: способность к обучению на примерах и обобщению данных, способность быстро адаптироваться к изменяющимся параметрам объекта управления и к факторам внешнего воздействия, а также возможность применения для синтеза нелинейных регуляторов [4].

Существуют два основных направления при синтезе регулятора методами нейронного управления:

1. Прямые методы, основанные на непосредственном управлении объектом при помощи нейросети.
2. Непрямые методы, основанные на использовании нейронной сети для выполнения вспомогательных функций объекта.

Нейронное управление позволяет решить поставленную задачу путем поиска приближенных решений, полученных при обучении сети на примерах управления реальным объектом.

Таким образом, модель объекта управления представляется в виде «черного ящика». Для существующей системы применяются оба регулятора: нейронный регулятор управляет подачей Праестола на основе показателей цветности, мутности и времени года. Структура нейронного регулятора представлена на рис. 1.



*P2 – показатель цветности, P3 – показатель мутности,
P4 – температура исходной воды, R3 – необходимая доза реагента Праестол 2530TR*

Рис. 1. Структура нейронного регулятора

Для управления подачи хлора используется нечеткий регулятор, представленный на рис. 2.



Рис. 2. Структура нечеткого регулятора по управлению гипохлоритом натрия

Для управления подачи раствора соды кальцинированной используется нечеткий регулятор, представленный на рис. 3.



Рис. 3. Структура нечеткого регулятора по управлению раствором соды

Для управления подачи раствора коагулянта используется нечеткий регулятор, представленный на рис. 4.

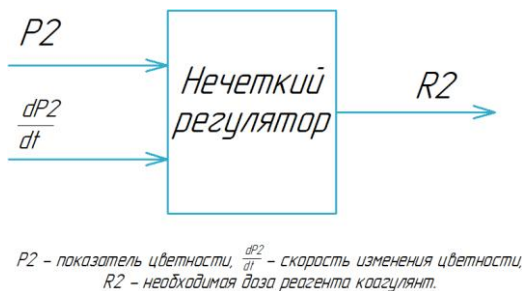


Рис. 4. Структура нечеткого регулятора по управлению коагулянт

Заключение. Таким образом, необходимо произвести синтез многоконтурной системы управления качеством воды на фильтровальной станции предприятия методами, приведенными в статье. Так как ставится задача адаптации дозируемых химических реагентов в соответствии с полученными анализами воды, то необходимо обрабатывать большой объем данных, а также требуется быстрое реагирование системы в соответствии с данными анализа. Также реагент Праестол 2530TR зависит не от одного показателя качества, а от трёх. Поэтому в этом случае наиболее удовлетворяющий метод для реализации системы – нейронное управление. В остальных случаях самый подходящий метод – нечеткое управление.

Библиографический список

1. Князева П.О. Автоматизация процесса приготовления питьевой воды на предприятии Пермского края // Автоматизированные системы управления и информационные технологии: материалы всерос. науч.-техн. конф. (г. Пермь, 9–11 июня 2020 г.). – Пермь: Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, 2020. – Т. 1. – С. 470–473.
2. Князева П.О. Автоматизация процесса приготовления водоочистки на фильтровальной станции предприятия пермского края // Научно-технический вестник Поволжья. – 2021. – № 1. – С. 46–49.
3. СанПиН 2.1.3684-21. Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий. – Введ. с 28.01.2021.
4. Андриевская Н.В. Статистические и интеллектуальные методы прогнозирования. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2022. – 222 с.

Сведения об авторах

Андриевская Наталья Владимировна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: nataly-anv@yandex.ru

Алексутина-Князева Полина Олеговна – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. ИСУП-20-1м, г. Пермь, email: knyzeva.polina@yandex.ru

А.Б. Петроченков, А.С. Семенов, Е.С. Бартова

ЦИФРОВОЕ «КЛОНИРОВАНИЕ» ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ ОБЪЕКТОВ

В статье рассмотрены варианты развития и продвижения концепции «Индустрия 4.0», которые могут отразиться на цифровизации и интеллектуализации электротехнических комплексов нефтедобывающих предприятий. Текущий этап цифровизации промышленных предприятий неотрывен от процессов автоматизации [1] как с точки зрения технологических процессов, так и с оглядкой на логистические вопросы поддержания жизненного цикла производства. Одним из наиболее значимых и существенных инструментов поддержания жизненного цикла предприятия являются инструменты и способы интегрированной логистической поддержки. В свою очередь результаты цифрового «клонирования» могут стать важным инструментом для реализации решений и программ в интегрированной логистической поддержке, а, как следствие, и поддержкой для автоматизации и стабильности производственного процесса.

Ключевые слова: цифровой двойник, «Индустрия 4.0», интегрированная логистическая поддержка.

A.B. Petrochenkov, A.S. Semenov, E.S. Bartova

DIGITAL "CLONING" OF ELECTRICAL COMPLEXES OF OIL-PRODUCING FACILITIES

The article examines how the development and promotion of the concept of industry 4.0 can affect the digitalization and intellectualization of electrical complexes of oil-producing enterprises. The current stage of digitalization of industrial enterprises is unbroken from automation processes, both from the point of view of technological processes and with an eye to the logistical issues of maintaining the production life cycle. One of the most significant and essential tools for maintaining the life cycle of an enterprise are the tools and methods of integrated logistics support. In turn, the results of digital "cloning" can become an important tool for implementing solutions and programs in integrated logistics support, and as a result, support for automation and stability of the production process.

Keywords: digital twin, industry 4.0, integrated logistics support.

Автоматизация производственной деятельности является постоянным процессом [2], который при правильном и систематическом подходе не должен останавливаться вплоть до этапа утилизации по окончании жизненного цикла. Однако продолжительность жизненного цикла производства во многом зависит от интегрированной в производст-

венную деятельность логистической поддержки предприятия. В эпоху развития технологий и продвижения концепции «Индустрия 4.0», когда явно виден тренд на глобальную цифровизацию, один из ключевых вопросов реализации интегрированной логистической поддержки стоит в разработке и внедрении цифровых моделей объектов.

Под цифровыми двойниками может пониматься весьма большая группа сущностей математических и компьютерных моделей, что трактуется национальным стандартом Российской Федерации «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения» (ГОСТ Р 57700.37-2021). Безусловно, продвижение и стандартизация – важный шаг к продвижению любых технологий, но на текущий момент со стандартными трактовками цифровым двойником может считаться любое математическое или графическое компьютерное описание любой степени детализации. Такой подход не может в полной мере отразить полное представление о термине «цифровой двойник». Более того, цифровые двойники, которые отвечают требованиям текущего актуального стандарта, могут не содержать описание технологической части производственного процесса, что малоэффективно при интеграции в логистические процессы поддержания непрерывности производственной деятельности предприятия.

Таким образом, для максимальной степени интеграции цифровых двойников в системы логистической поддержки требуется не описать объект исследования, а воссоздать полную его копию в цифровом виде. Цифровой клон большинства объектов не может быть воссоздан в едином программном обеспечении. Такое ограничение обусловлено отсутствием соответствующих систем и программных продуктов, которые сочетали бы в себе особенности различных производственных объектов, а потому цифровое клонирование объекта условно можно разделить на 3 этапа: визуальное, цифровое и информационное моделирование.

1. Визуальное клонирование объекта. Визуальное, или 3D-моделирование, является одним из распространенных и доступных инструментов создания цифровых двойников объектов в связи с большим разнообразием программных продуктов и специализированных САПР. Однако в данной области есть существенные трудности, которые заключаются в невозможности или затрудненности экспорта имеющихся моделей в разное программное обеспечение. Данная проблема является решаемой при применении различных средств и способов конвертации. Пример визуального моделирования объектов нефтедобывающей промышленности можно увидеть на рис. 1.

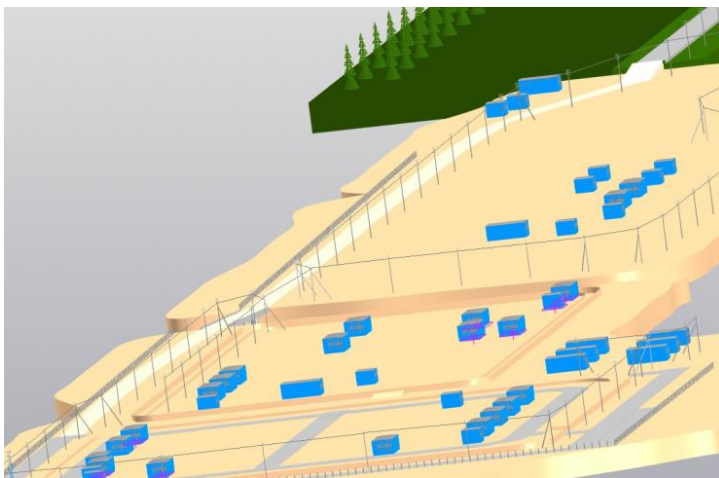


Рис. 1. Пример визуального моделирования электротехнического комплекса нефтедобывающего объекта

При этом точное визуальное моделирование возможно только при использовании методов перспективной съемки и построении модели по точкам. Такой метод является точным, но не всегда применимым. Невозможность применения такого способа обусловлена тем, что данная модель будет являться исключительно визуальной, без информационного сопровождения об объекте.

В концепции логистической информационной поддержки используются технологии построения building information model (BIM). BIM позволяет использовать данные о конструкциях и строениях, материалах объектов на этапе создания визуального клона объекта, а информационная подоплека позволяет объединять такие модели с базами данных и расчётными инструментами для определения электротехнических показателей и технологических параметров.

2. Цифровое моделирование объекта. Если при визуальном моделировании в BIM-концепции можно дифференцировать электротехнические параметры с технологическими, то при цифровом или математическом моделировании такие показатели разделять недопустимо, поскольку это обусловлено их тесной взаимосвязью. Например, можно отследить взаимосвязь гидродинамической и электротехнической систем при математическом описании нефтедобывающей скважины на рис. 2.

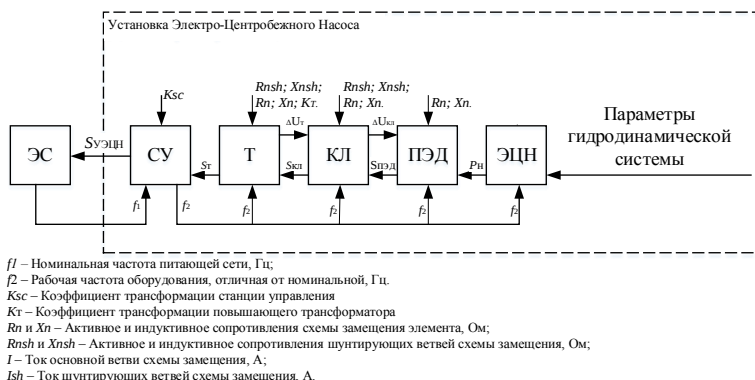


Рис. 2. Структурная схема взаимодействия элементов гидродинамической и электротехнической системы скважины типа УЭЦН

Следует понимать, что математическое описание электротехнического комплекса не останавливается на скважинном оборудовании. Как у любых других систем электроснабжения, у нефтедобывающих предприятий имеются собственные станции и подстанции, которые обеспечивают надежное электроснабжение. В таком случае при цифровом клонировании электротехнических комплексов важно учитывать все влияющие объекты и факторы многоуровневой системы до границы балансовой принадлежности. Такую систему электротехнического комплекса предприятия нефтедобывающей отрасли можно представить в виде структурной схемы на рис. 3.

При анализе электротехнического комплекса всегда остро встает вопрос о контроле потребления и распределения электроэнергии и эффективности его использования. Такой анализ, на первый взгляд, невозможно произвести без всестороннего и масштабного внедрения систем телеметрии и мониторинга текущего состояния. Однако такие системы относительно новы для большинства предприятий и дороги для модернизации имеющихся систем. Единственным выходом в сложившейся ситуации остается расчёт параметров потребления и распределения электроэнергии. Наиболее эффективно в таких задачах себя проявили матрично-топологические методы расчёта (МТМР) [3].

МТМР позволяет использовать не только конечные результаты расчёта потребления и распределения электроэнергии, но и промежуточные показатели. Такой подход является основой создания поддержания и дополнения энергоинформационного моделирования объекта.

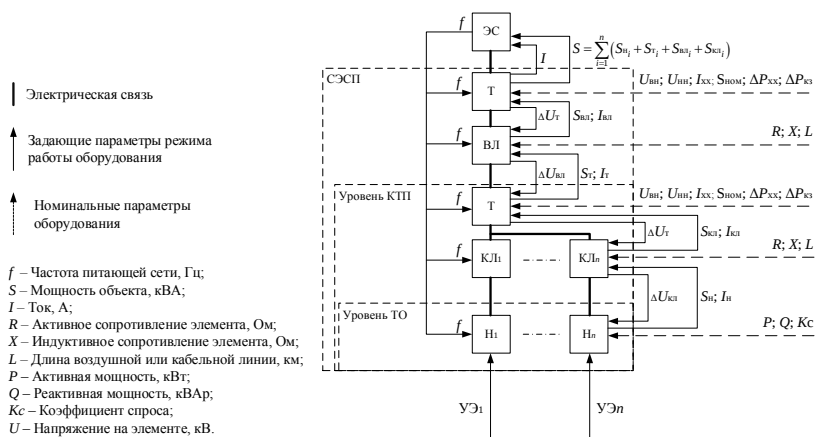


Рис. 3. Структурная схема многоуровневой системы электротехнического комплекса нефтедобывающего предприятия

3. Информационное моделирование объекта. Под информационным моделированием объекта понимается всесторонний сбор информации и оценка текущего состояния оборудования. Если говорить об электротехнических комплексах, то целесообразнее использовать энергоинформационные модели. Они позволяют не только понимать наличие или отсутствие отдельных ключевых элементов, локализовать их и выстраивать в нужную топологию, но и оценивать техническое состояние, эффективность и возможность работоспособности.

При этом энергоинформационная модель объекта и без цифрового клонирования является необходимым элементом любого предприятия для поддержания и обеспечения интегрированной логистической поддержки. Наличие такой модели необходимо для оценки и учета потребляемых энергоресурсов и отслеживания динамики изменения их потребления, так как в ней могут наблюдаться ключевые сигналы, говорящие о необходимости модернизации производства, изменении технологических режимов работы или проведении внепланового технического осмотра [4]. При выявлении динамических несоответствий состояния оборудования формируется план локализации возникновения нежелательных событий, обследования объекта, перечень действий для устранения последствий и выведение всего процесса на прежний уровень.

Выявление динамического несоответствия с применением энерго-информационного моделирования объекта в матричной форме можно представить в выражении (1):

$$B = \begin{bmatrix} |G_1| - |G_1'| & 0 & 0 \\ 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & |G_n| - |G_n'| \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где G_1 и G_n – матрицы проводимостей первой и последней ветви сети предыдущего состояния сети соответственно; G_1' и G_n' – матрицы проводимостей первой и последней ветви сети текущего состояния сети соответственно.

При этом матрица проводимости любой ветви определяется по выражению (2).

$$G = \begin{bmatrix} R & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix}^{-1}, \quad (2)$$

где R и X – активная составляющая и реактивная составляющая сопротивления ветви соответственно, Ом.

После оценки состояния сети возможны две ситуации. Первая ситуация заключается в идентичности, в случае, когда матрица B будет нулевой или не заполненной. Вторая ситуация возникает при не нулевых элементах матрицы B . Причины могут быть две. Первая заключается в отклонении результатов замеров или расчётов в пределах допустимой погрешности. Если результаты замеров или расчётов отличаются больше, чем на допустимое значение погрешности, эта ситуация связана с изменением технологического режима работы или аварийным событием, что легко проверяется на основе журналов технологических изменений.

По итогу, интеграция журнала событий в энергоинформационную модель уменьшает затраты времени на процесс локализации непреднамеренных событий, что влияет на автономность и непрерывность производственного процесса.

Заключение. Таким образом, в статье были рассмотрены основные и необходимые этапы информационного описания, которые в совокупности требуются для цифрового клонирования электротехнических комплексов предприятий. Такая цифровая модель не только включается в концепцию «Индустрия 4.0», но и во многом ее дополняет. При этом все представленные по отдельности способы построения цифровых

двойников объектов являются самостоятельными и могут независимо интегрироваться с системы помощи принятия решения и логистической поддержки. В будущем цифровое клонирование производства станет не только дополнительным этапом, но и обязательным для повышения энергетической эффективности производства путём оптимизации и имитации различных технических и технологических ситуаций.

Библиографический список

1. Conceptual design and engineering strategies to increase energy efficiency at enterprises: Research, technologies and personnel / A.V. Lyakhomskii, E.N. Perfilieva, A.B. Petrochenkov, S.V. Bochkarev. – St. Petersburg: 2015 4th Forum Strategic Partnership of Universities and Enterprises of Hi-Tech Branches, 2015. – P. 44–47.

2. Eltyshv D.K. Effective electrical equipment operation process management based on automated information decision making support. – Perm: Journal of Physics: Conference Series, 2019. – P. 6–12.

3. Matrix-topological Calculation of Consumption and Distribution of Electric Energy in the Electric Power System Using a Filtered Dataset / A.S. Semenov, A.B. Petrochenkov, A.V. Romodin, A.V. Leysle. – Riga: 2020 IEEE 61th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University, 2020. – P. 33–39.

4. Eltyshv D.K., Khoroshev N.I. Diagnostics of the power oil-filled transformer equipment of thermal power plants. – M.: Thermal Engineering, 2016. – Vol. 63. – P. 558–566.

Сведения об авторах

Петроченков Антон Борисович – доктор технических наук, доцент, проректор по образовательной деятельности Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: pab@msa.pstu.ru

Семенов Александр Сергеевич – аспирант, ассистент кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: ASSEMENOV@pstu.ru

Бартова Елизавета Сергеевна – студентка Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. ЭЭ-21-16, г. Пермь, e-mail: lizbartova2109@gmail.com

Д.А. Даденков, К.С. Белькевич

РЕАЛИЗАЦИЯ МНОГОСВЯЗНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ АБСОРБЦИЕЙ ФОРМАЛЬДЕГИДА

В статье рассматривается синтез многосвязной системы управления абсорбцией формальдегида, которая состоит из трех локальных контуров регулирования: расхода деминерализованной воды, уровня и концентрации формальдегида в конечном продукте. Предложен подход с компенсацией перекрестных связей между контурами регулирования. Получены передаточные функции и рассчитаны параметры компенсирующих связей и выполнен синтез регуляторов. Устранены недостатки существующей системы управления. Выполнено моделирование в среде MatLab/Simulink.

Ключевые слова: абсорбция, технологический процесс, многосвязная система автоматического управления, моделирование в MatLab/Simulink.

D.A. Dadenkov, K.S. Belkevich

IMPLEMENTATION OF A MULTIPLE-CONNECTED SYSTEM OF AUTOMATIC CONTROL FOR FORMALDEHYDE ABSORPTION

The article deals with the synthesis of a multiply connected control system for formaldehyde absorption, which consists of three local control loops: the flow of demineralized water, the level and concentration of formaldehyde in the final product. An approach with compensation of cross-links between control loops is proposed. The transfer functions are obtained and the parameters of the compensating links are calculated, and the synthesis of the controllers is performed. Eliminated shortcomings of the existing control system. Modeling in the MatLab/Simulink environment has been performed.

Keywords: absorption, technological process, multiply connected automatic control system, modeling in MatLab/Simulink.

Описание существующей системы управления процессом абсорбции. Существующая система управления представляет собой три несвязанных контура автоматического регулирования отдельных технологических параметров. В состав системы входит контур регулирования расхода деминерализованной воды, контур регулирования уровня в нижней части абсорбера, контур регулирования концентрации формальдегида в конечном продукте (формалине). При этом каждый локальный контур регулирования поддерживает свой параметр в соответствии с уставкой, заданной в технологическом регламенте. Сущест-

вующая система управления не позволяет эффективно решить задачу обеспечения качества выходного формалина, а именно – обеспечить поддержание концентрации формальдегида в допустимых пределах.

Производство формалина характеризуется нестационарностью параметров процесса синтеза [1], что влияет на массовую долю формальдегида в продукте.

Контур управления расходом деминерализованной воды оказывает влияние на уровень в кубе абсорбера, а также влияет на концентрацию формалина. Контур регулирования расхода деминерализованной воды представлен на рис. 1.

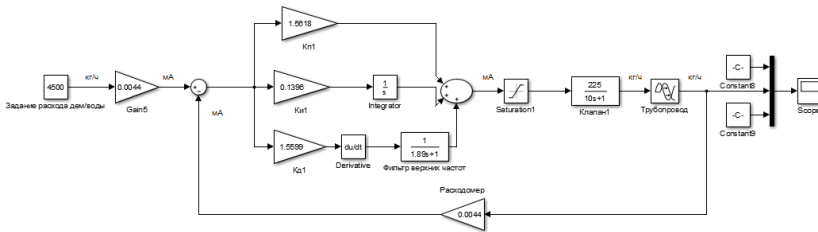


Рис. 1. Контур регулирования расхода деминерализованной воды

Регулирование концентрации осуществляется подачей формалина в контур циркуляции первой насадочной секции абсорбера, что в свою очередь вызывает изменения уровня в кубе абсорбера. Контур регулирования уровня представлен на рис. 2.

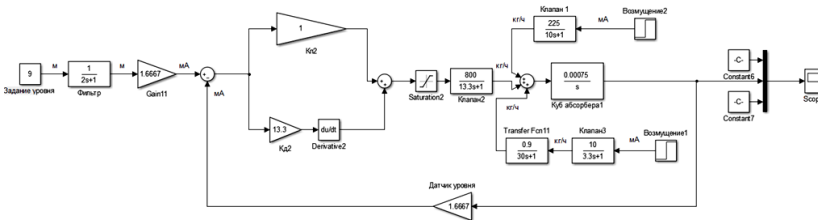


Рис. 2. Контур регулирования уровня

Задача регулирования концентрации сводится к регулированию плотности формалина, поскольку концентрация и плотность связаны следующим соотношением:

$$P_{\phi} = 2,945C_{\phi} + 972,187, \quad (1)$$

где $P_{\text{ф}}$ – плотность формалина, кг/м³; $C_{\text{ф}}$ – требуемая концентрация формальдегида в формалине, %масс.

Контур регулирования концентрации представлен на рис. 3.

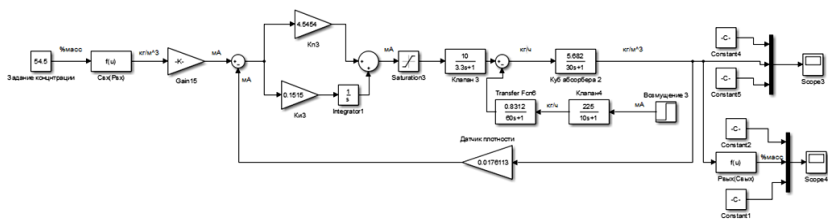


Рис. 3. Контур регулирования концентрации

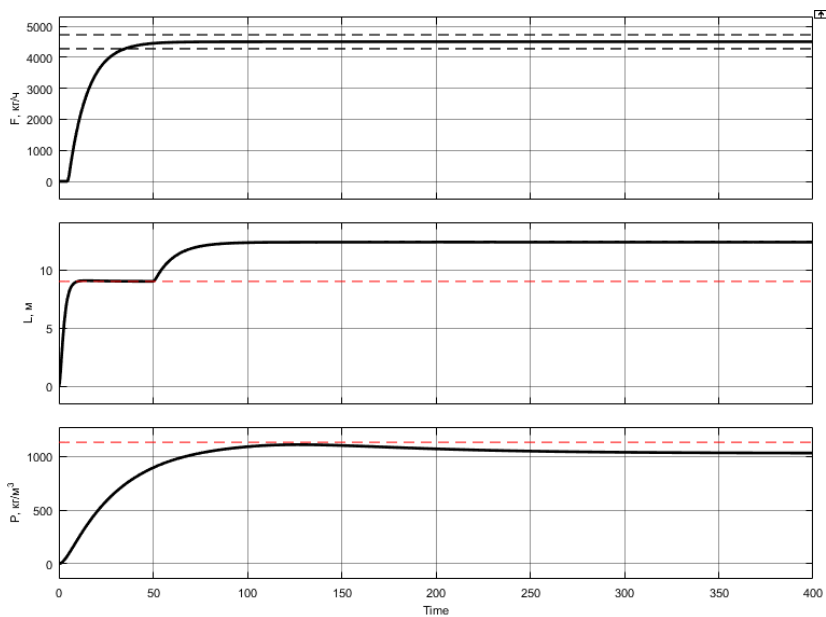


Рис. 4. Графики переходных процессов без компенсации
взаимных возмущающих воздействий

Если осуществлять регулирование параметров каждого контура в отдельности и не принимать во внимание их взаимное влияние друг на друга, это приводит к снижению качества формалина (не обеспечивается требуемая концентрация выходного продукта), а также к увели-

чению риска образования параформальдегида на насадочном материале абсорбера. Так как по ходу технологического процесса формалин используется в качестве сырья для производств смол, пентаэритрита и уротропина, то снижение качества формалина приведет и к снижению качества производных продуктов.

Выполнено имитационное моделирование локальных контуров регулирования без компенсации взаимных возмущающих воздействий, полученные графики переходных процессов представлены на рис. 4.

На рис. 4 видно, что в рассматриваемых контурах управления имеется статическая ошибка регулирования параметров уровня и плотности, и в результате не обеспечивается заданная концентрация формальдегида.

Реализация многосвязной системы автоматического управления абсорбцией формальдегида. Из вышесказанного следует, что необходимо провести модернизацию существующей системы управления для обеспечения требуемого качества регулирования концентрации формальдегида (в пределах от 54,5 % масс. до 55,5 % масс.) и исключения образования параформальдегида на насадочном материале абсорбера.

По итогам проведенного анализа литературы сделан вывод, что целесообразно выбрать метод синтеза, основанный на развязывании (компенсации) перекрестных связей между входными и выходными параметрами системы, поскольку абсорбер является многосвязным объектом управления [2, 3].

Повышение качества управления многосвязными объектами возможно при компенсации внутренних перекрестных связей между каналами путем создания систем связанного управления, с введением дополнительных внешних компенсирующих связей между регуляторами [4].

Таким образом, необходимо рассчитать параметры передаточных функций компенсирующих связей исходя из принципов автономности и инвариантности [5, 6]. После этого необходимо выполнить синтез локальных регуляторов [7] для каждого контура уже без учета влияния перекрестных связей, так как их влияние будет уже скомпенсировано.

В контур регулирования расхода входит сигнал задания, регулятор, клапан, трубопровод и расходомер. В контур регулирования уровня – сигнал задания уровня, регулятор, клапан, куб абсорбера, датчик уровня. В контур регулирования концентрации – сигнал задания концентрации, функция перевода концентрации в задание плотности, регулятор, клапан, куб абсорбера, датчик плотности.

Структурная схема перекрестных связей представлена на рис. 5.

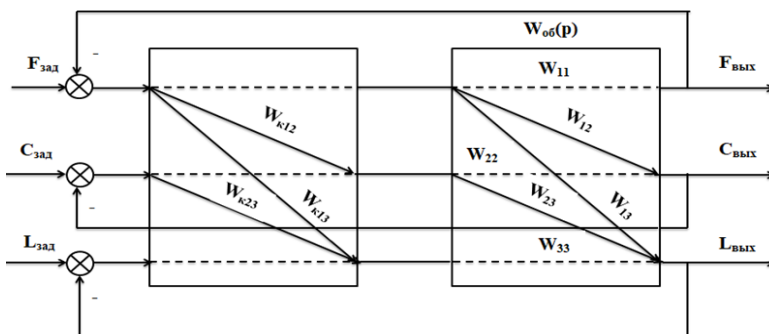


Рис. 5. Структурная схема компенсации перекрестных связей

После выполнения расчетов параметров передаточных функций объекта управления, компенсирующих связей и регуляторов разработана модель системы управления в MatLab/Simulink, которая представлена на рис. 6.

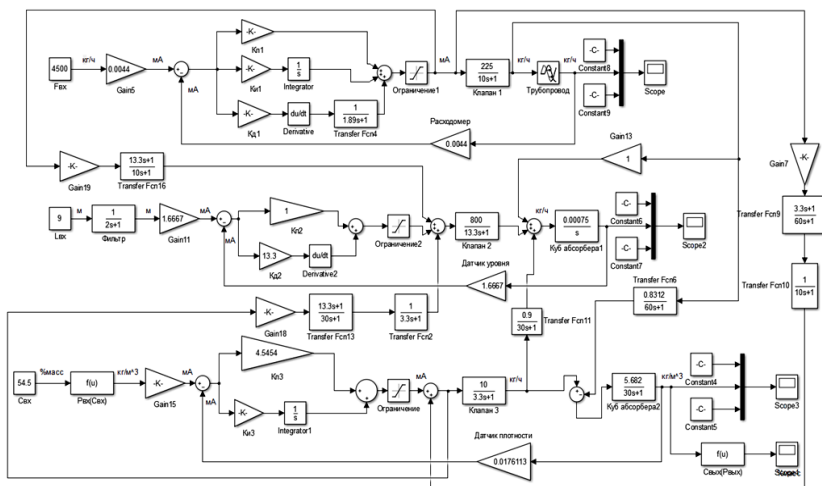


Рис. 6. Модель системы управления в MatLab/Simulink

Графики переходных процессов с компенсацией перекрестных связей представлены на рис. 7. Представленные результаты имитационного моделирования показали, что в разработанной системе управле-

ния обеспечивается стабилизация основных параметров технологического процесса с минимальной ошибкой регулирования, что позволит получить заданную концентрацию формалина в формальдегиде.

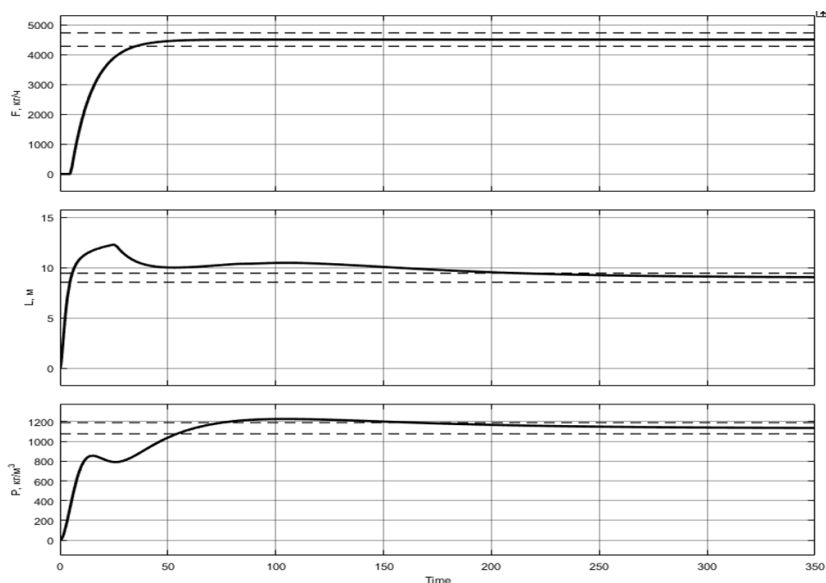


Рис. 7. Графики переходных процессов разработанной системы управления

Заключение. Разработана многосвязная система автоматического управления абсорбцией формальдегида, устранены недостатки существующей системы управления благодаря развязыванию перекрестных связей между каналами управления и их компенсации. Качество регулирования подтверждается результатами имитационного регулирования в пакете MatLab/Simulink.

Библиографический список

1. Кудряшов В.С., Рязанцев С.В., Иванов А.В. Моделирование и синтез цифровой многосвязной системы управления процессом получения аммиака: монография / Воронеж. гос. технол. акад. – Воронеж: ВГТА, 2011. – 171 с.
2. Гайдук А.Р. Об управлении многомерными объектами // Автоматика и телемеханика. – 1998. – № 12. – С. 22–37.

3. Чинаев П.И. Многомерные автоматические системы. – Киев: Гос. изд. технич. лит. УССР, 1963. – 279 с.
4. Рязанцев С.В. Разработка алгоритмов синтеза адаптивной цифровой системы управления многомерными объектами в условиях нестационарности: дис. ... канд. техн. наук 051301: защищена 24.12.03: утв. 09.04.04 / Рязанцев Сергей Васильевич. – Воронеж, 2003. – 185 с.
5. Морозовский В.Т. Многосвязные системы автоматического регулирования. – М.: Энергия, 1970.
6. Воронов А.А. Основы теории автоматического управления: Оптимальные, многосвязные и адаптивные системы. – Л.: Энергия, 1970. – 328 с.
7. Егупов Н.Д. Методы классической и современной теории управления. – М.: МГТУ им. Баумана, 2009. – 640 с.

Сведения об авторах

Даденков Дмитрий Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: dadenkov@mail.ru

Белькевич Константин Сергеевич – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. ИСУП-20-1м, г. Пермь, e-mail: belka2h@mail.ru

Е.М. Волков, Н.В. Андриевская

РАСЧЕТ РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖАНИЯ ПЛАСТОВОГО ДАВЛЕНИЯ НА НЕФТЯНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

В статье рассчитывается регулятор и проводится синтез системы поддержания пластового давления на нефтяном месторождении.

Ключевые слова: регулятор, синтез, система поддержания пластового давления, контур управления.

E.M. Volkov, N.V. Andrievskaya

CALCULATION OF THE REGULATOR FOR THE SYSTEM OF FORMATION PRESSURE MAINTENANCE IN THE OIL FIELD

In this article, a regulator is calculated and a system for maintaining reservoir pressure in an oil field is synthesized.

Keywords: regulator, synthesis, reservoir pressure maintenance system, control loop.

Понятие системы поддержания пластового давления заключается в нагнетании рабочего агента в пласт, создавая тем самым искусственный напор, обеспечивающий повышение нефтеотдачи. Данное мероприятие ускоряет процесс разработки и эксплуатации месторождения, создавая тем самым экономическую привлекательность итоговому продукту [1].

Однако без такой важной составляющей, как регулятор, следящий за состоянием объекта управления и вырабатывающий для него управляющие сигналы, механизм поддержания пластового давления ставит под угрозу работоспособность всего нефтяного месторождения. Результаты моделирования и расчетов позволяют обеспечить оптимальное функционирование автоматизированной системы и устойчивость при возмущающих воздействиях.

В первую очередь перед началом разработки контура управления стоит определить технологический параметр, над которым в дальнейшем будет проводиться синтез и для которого будет рассчитан регулятор. В данном случае в роли такого параметра выступает поддержание давления в нагнетательной скважине [2].

Перейдем к разработке контура управления. В качестве объекта управления будет выступать нагнетательная скважина. Исполнительным устройством в таком случае будет задвижка с электроприводом. А в качестве обратной связи возьмем датчик давления. Таким образом, контур управления будет иметь следующий вид (рис. 1) [3].



Рис. 1. Контур управления

Определим вид передаточных функций датчика давления, задвижки и объекта управления [4].

Датчик давления представляет из собой апериодическое звено, где коэффициент усиления равен отношению максимального тока к максимальному давлению, а постоянная времени – одной третьей от времени отклика датчика.

$$W_{\text{дд}}(p) = \frac{K_{\text{дд}}}{T_{\text{дд}}p + 1}, \quad I = 25 \cdot 10^{-3} \text{ А}, P = 60 \cdot 10^6 \text{ Па},$$

$$K_{\text{дд}} = \frac{I}{P} = \frac{25 \cdot 10^{-3}}{60 \cdot 10^6} = 4,167 \cdot 10^{-10}, \quad T_{\text{дд}} = \frac{1}{3} \cdot 40 \cdot 10^{-3} = 13,33 \cdot 10^{-3} \text{ с},$$

$$W_{\text{дд}}(p) = \frac{4,167 \cdot 10^{-10}}{13,33 \cdot 10^{-3}p + 1}.$$

Задвижка представляет собой апериодическое звено, где коэффициент усиления равен отношению максимального тока к максимальному углу открытия, а постоянная времени – одной третьей от времени открытия задвижки.

$$W_3(p) = \frac{K_3}{T_3p + 1}, \quad I = 7,5 \text{ А}, \vartheta = 180^\circ = 4,14 \text{ рад},$$

$$K_3 = \frac{I}{\vartheta} = \frac{7,5}{3,14} = 2,389, \quad T_{\text{дд}} = \frac{1}{3} \cdot 50 = 16,66 \text{ с},$$

$$W_3(p) = \frac{2,389}{16,66p + 1}.$$

Для определения передаточной функции объекта управления воспользуемся графиком зависимости давления в скважине от дебита (рис. 2).

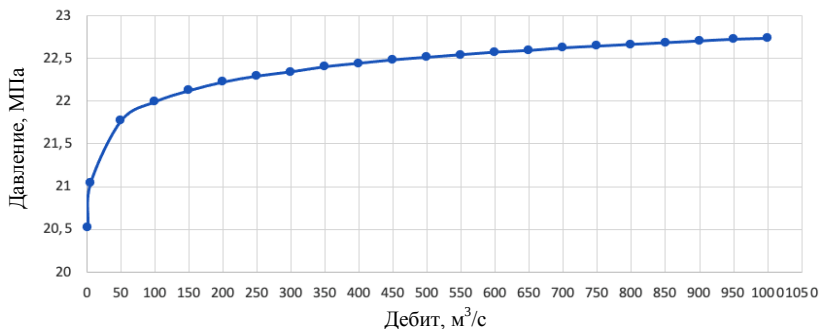


Рис. 2. График зависимости давления на скважине от дебита

Регулируемая величина при $t \rightarrow \infty$ будет стремиться к конечному числу, которое отлично от нуля: $P(\infty) = 22,75$ Мпа.

Далее заполним новую таблицу. Для этого разобьем интервал на равные отрезки с промежутками во времени $\Delta t = 50$, рассчитаем для каждого отрезка отношение входной величины от установившегося значения:

$$\sigma = \frac{P_{\text{вых}}}{P_{\text{вых}(\infty)}}, F_1 = \Delta t (\sum_{i=0}^n (1 - \sigma(t)) - 0,5(1 - \sigma(0))).$$

t	$P_{\text{вых}}$	$\sigma(t)$	$1 - \sigma(t)$	t	$P_{\text{вых}}$	$\sigma(t)$	$1 - \sigma(t)$
0	0	0	1	550	22,54	0,99076923	0,00923077
50	21,77	0,95692308	0,04307692	600	22,57	0,99208791	0,00791209
100	21,99	0,96659341	0,03340659	650	22,59	0,99296703	0,00703297
150	22,12	0,97230769	0,02769231	700	22,62	0,99428571	0,00571429
200	22,22	0,9767033	0,0232967	750	22,64	0,99516484	0,00483516
250	22,29	0,97978022	0,02021978	800	22,66	0,99604396	0,00395604
300	22,34	0,98197802	0,01802198	850	22,68	0,99692308	0,00307692
350	22,4	0,98461538	0,01538462	900	22,7	0,9978022	0,0021978
400	22,44	0,98637363	0,01362637	950	22,72	0,99868132	0,00131868
450	22,48	0,98813187	0,01186813	1000	22,73	0,99912088	0,00087912
500	22,51	0,98945055	0,01054945	1050	22,75	1	0

Таким образом, F_1 , рассчитанная по формуле выше, будет равна: $F_1 = 38,1$.

Построим зависимость $\sigma(t)$ (рис. 3).

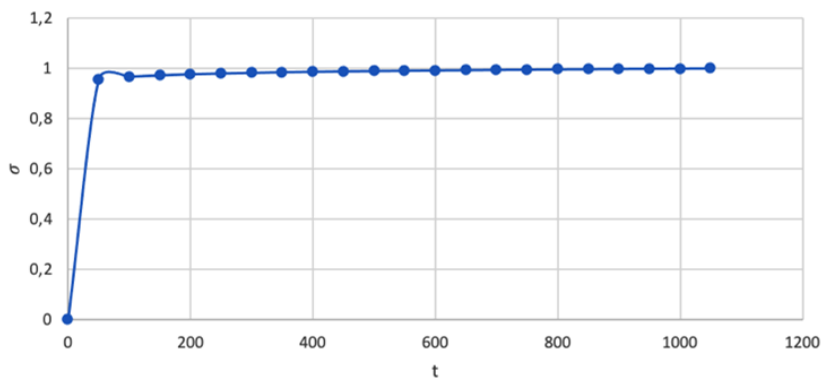


Рис. 3. График зависимости $\sigma(t)$

По виду графика определим, что перед нами апериодическое звено первого порядка. В безразмерном виде передаточная функция будет иметь вид:

$$W(p) = \frac{1}{38,16p+1}.$$

В размерном виде она приобретет следующие очертания:

$$W(p) = \frac{1}{38,16p+1} \cdot \frac{X_{\text{вых}}(\infty)}{X_{\text{вх}}(\infty)} \rightarrow W_{\text{оу}}(p) = \frac{22,75}{38,16p+1}.$$

Система с рассчитанными передаточными функциями принимает следующий вид (рис. 4).



Рис. 4. Контур управления

Промоделируем систему без регулятора и получим ее показатели качества.

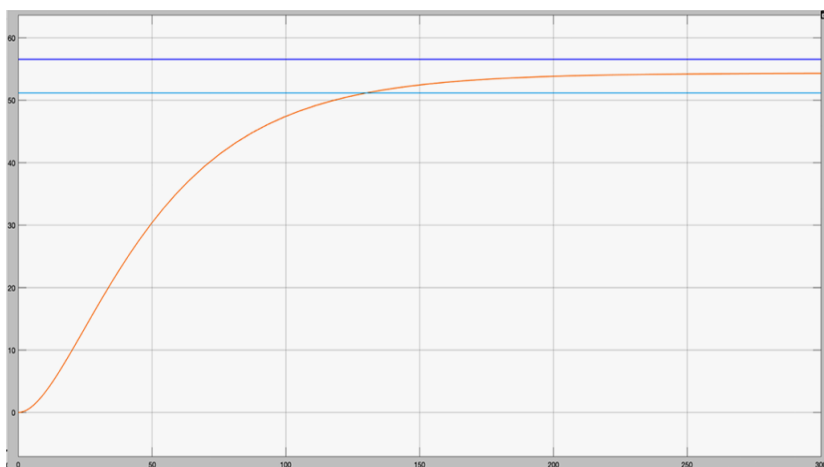


Рис. 5. Переходный процесс системы без регулятора

$$h(\infty) = 53,8778, h_{max}(\infty) = 53,8778, h(\infty) + 5\% = 56,5717, \\ h(\infty) - 5\% = 51,1839.$$

По графику (рис. 5) определим время переходного процесса – $t_{\text{пп}} = 130,178 \text{ с}$.

Найдем коэффициент перерегулирования:

$$\sigma\% = \frac{y_{\text{max}} - y_{\text{уст}}}{y_{\text{уст}}} \cdot 100\% = \frac{53,8778 - 53,8778}{53,8778} \cdot 100\% = 0\%.$$

Определим ошибку в установившемся режиме по каналу управления:

$$e(\infty)\% = \lim_{p \rightarrow 0} E_p \cdot p = \lim_{p \rightarrow 0} \left(\frac{p}{p(1 + W(p)_{\text{pc}})} \right) = \\ = \lim_{p \rightarrow 0} \left(\frac{1}{1 + \frac{2,389 \cdot 22,75 \cdot 4,167 \cdot 10^{-10}}{(16,66p+1)(38,16p+1)(13,33 \cdot 10^{-3}p+1)}} \right) = 1.$$

Промоделировав систему, можно заметить отсутствие перерегулирования, что можно взять за положительную сторону, однако она всё же обладает большим временем переходного процесса. Это требует изменений. Для этого рассчитаем регулятор.

Определим передаточную функцию всей системы [5]:

$$\begin{aligned}
 W_0(p) &= \frac{K_0}{(T_{01}p + 1)(T_{02}p + 1)(T_{03}p + 1)} = \\
 &= \frac{2,389 \cdot 22,75 \cdot 4,167 \cdot 10^{-10}}{(16,66p + 1)(38,16p + 1)(13,33 \cdot 10^{-3}p + 1)} = \\
 &= \frac{2,265 \cdot 10^{-8}}{(16,66p + 1)(38,16p + 1)(13,33 \cdot 10^{-3}p + 1)}.
 \end{aligned}$$

Следующим шагом будет определение критерия синтез САУ.

$$\begin{aligned}
 T_{01} &< T_{02} < T_{03}, \\
 T_{01} &= 13,33 \cdot 10^{-3}, T_{02} = 16,66, T_{03} = 38,16, \\
 4T_{01} &= 4 \cdot 13,33 \cdot 10^{-3} = 0,05332, \\
 T_{02} &\geq 4T_{01}.
 \end{aligned}$$

Таким образом, дальнейший расчет ПИД-регулятора будет проходить по модальному оптимуму.

Найдем в этом случае составляющие ПИД-регулятора и построим его передаточную функцию.

$$\begin{aligned}
 k_p &= \frac{T_{02} \cdot T_{03}}{8K_0 T_{01}^2} = \frac{16,66 \cdot 38,16}{8 \cdot 2,265 \cdot 10^{-8} \cdot (13,33 \cdot 10^{-3})^2} = 2,06555 \cdot 10^7, \\
 T_{\text{и}} &= T_{02} = 16,66, T_{\text{д}} = 4T_{03} = 4 \cdot 38,16 = 152,64, \\
 W_p(p) &= k_p \frac{(T_{\text{и}}p + 1)(T_{\text{д}}p + 1)}{T_{\text{и}}p} = 2,06555 \cdot 10^7 \cdot \frac{(16,66p + 1)(152,64p + 1)}{16,66p}, \\
 W_p(p) &= k_p \frac{T_{\text{и}} + T_{\text{д}}}{T_{\text{и}}} + \frac{k_p}{T_{\text{и}}p} + k_p T_{\text{д}}p, \\
 W_p(p) &= 2,06555 \cdot 10^7 \frac{16,66 + 152,64}{16,66} + \frac{2,06555 \cdot 10^7}{16,66p} + \\
 &+ 2,06555 \cdot 10^7 \cdot 152,64p = 2,099025 \cdot 10^8 + \frac{1,23983 \cdot 10^6}{p} + \\
 &+ 3,1528555 \cdot 10^9 p.
 \end{aligned}$$

После определения математического описания регулятора система будет иметь следующий вид (рис. 6).



Рис. 6. Контур управления с ПИД-регулятором

Промоделируем ее и найдем основные показатели качества (рис. 7).

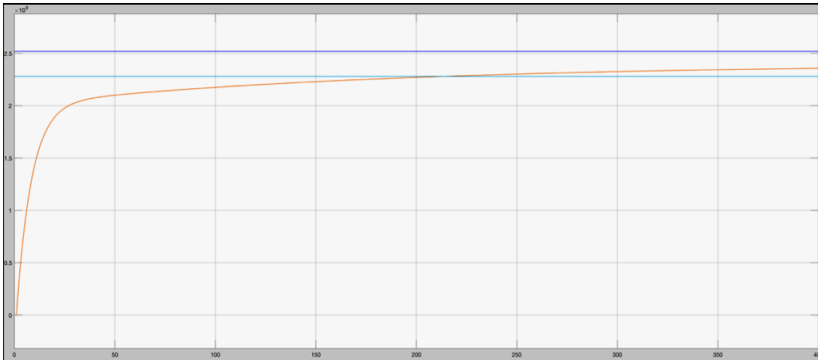


Рис. 7. Переходный процесс

$$h(\infty) = 2,3997 \cdot 10^9, h_{\max}(\infty) = 2,3997 \cdot 10^9, \\ h(\infty) + 5\% = 2,5197 \cdot 10^9, h(\infty) - 5\% = 2,2797 \cdot 10^9.$$

По графику определим время переходного процесса – $t_{\text{пп}} = 212,43$ с. Найдем коэффициент перерегулирования:

$$\sigma\% = \frac{y_{\max} - y_{\text{уст}}}{y_{\text{уст}}} 100\% = \frac{2,3997 \cdot 10^9 - 2,3997 \cdot 10^9}{2,3997 \cdot 10^9} 100\% = 0\%.$$

Определим ошибку в установившемся режиме по каналу управления:

$$e(\infty)\% = \lim_{p \rightarrow 0} E_p \cdot p = \lim_{p \rightarrow 0} \left(\frac{p}{p(1+W(p)_{\text{pc}})} \right) = \\ = \lim_{p \rightarrow 0} \left(\frac{1}{1 + \frac{1,24 \cdot 10^6 \cdot (16,66p+1)(152,64p+1) \cdot 2,389 \cdot 22,75 \cdot 4,167 \cdot 10^{-10}}{p(16,66p+1)(38,16p+1)(13,33 \cdot 10^{-3}p+1)}} \right) = 0.$$

Как видно, САУ в этом случае не имеет перерегулирования, но обладает невысоким быстродействием, поэтому увеличим пропорциональный коэффициент ПИД-регулятора в 3,2 раза.

При таких параметрах переходный процесс системы имеет следующий вид (рис. 8).

$$h(\infty) = 2,3997 \cdot 10^9, h_{\max}(\infty) = 2,5575 \cdot 10^9, \\ h(\infty) + 5\% = 2,5197 \cdot 10^9, h(\infty) - 5\% = 2,2797 \cdot 10^9.$$

По графику определим время переходного процесса – $t_{\text{пп}} = 70,11$ с.

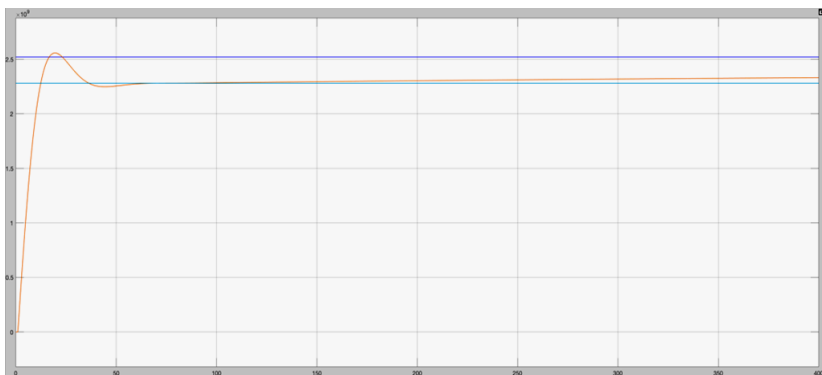


Рис. 8. Переходный процесс системы с ПИД-регулятором и увеличенным значением пропорционального коэффициента

Система обладает небольшим перерегулированием, а именно:

$$\sigma\% = \frac{y_{\max} - y_{\text{уст}}}{y_{\text{уст}}} 100\% = \frac{2,5575 \cdot 10^9 - 2,3997 \cdot 10^9}{2,3997 \cdot 10^9} 100\% = 6,5\%.$$

Ошибка системы не изменится.

ПИД-регулятор с данными параметрами вполне устраивает. Система обладает довольно приемлемыми показателями качества.

В системе ППД может возникнуть авария в трубопроводе вследствие возникновения коррозии. Поэтому важно рассмотреть, как регулятор будет с таким воздействием справляться. Подадим постоянное возмущение через 100 секунд (рис. 9).

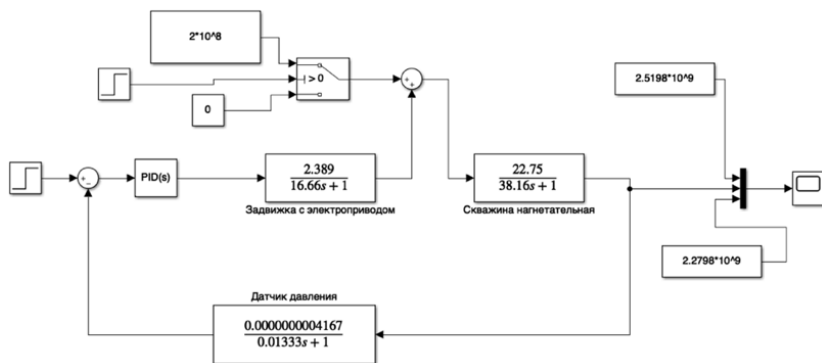


Рис. 9. Система с возмущающим воздействием

В данном случае система будет иметь следующий переходный процесс (рис. 10).

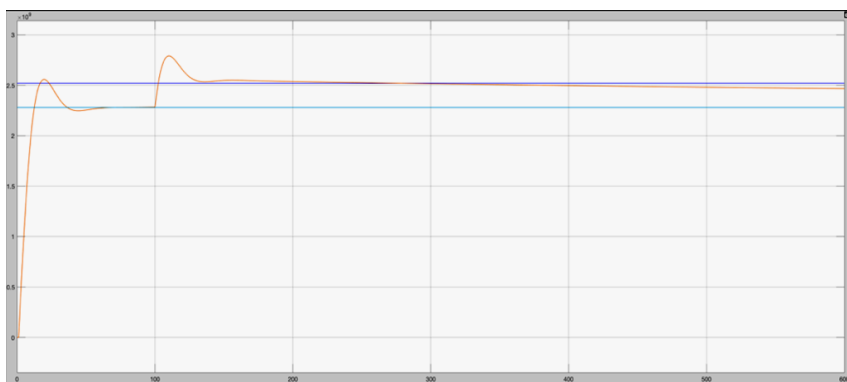


Рис. 10. Переходный процесс с учетом возмущающего воздействия

Как видно по переходному процессу, система после возмущения нормализуется. Регулятор со своей задачей справляется.

По итогу расчета регулятора для системы поддержания пластового давления на нефтяном месторождении можно сделать следующие выводы. Результаты моделирования оказались на высоком уровне. Показатели качества: быстродействие, перерегулирование, ошибка определяют систему с положительной стороны. Устойчивость при возмущающих воздействиях регулятор гарантирует.

Таким образом, внедрение полученного регулятора непосредственно на нефтяное месторождение возможно.

Библиографический список

1. Кудинов В.И. Основы нефтегазопромыслового дела. – М., Ижевск: Институт компьютерных исследований; Удмуртский государственный университет, 2005. – 720 с.
2. Исакович Р.Я., Логинов В.И., Попадько В.Е. Автоматизация процессов нефтяной и газовой промышленности. – М.: Недра, 1983. – 424 с.
3. Чуркин Г.М., Великанов А.М., Тырин Е.А. К вопросу о выборе средств автоматизации АСУ ТП // Информационные технологии. – 2020. – № 3. – С. 30–38.

4. Лыков А.Н. Автоматизация технологических процессов и производств: учеб. пособие. – Пермь: Перм. гос. техн. ун-т, 2008. – 423 с.

5. Бадикова Л.Г. Расчёт одноконтурной САР и исследование влияния изменения закона регулирования на качество переходного процесса. – Альметьевск: АГНИ, 2003. – 435 с.

Сведения об авторах

Волков Егор Михайлович – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АТПП-18-16, г. Пермь, e-mail: volkovEgor11@yandex.ru

Андриевская Наталья Владимировна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: nataly-anv@yandex.ru

А.Ш. Зиануров, А.Г. Шумихин

СБОР И ИНТЕГРАЦИЯ ДАННЫХ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ КАЛИБРОВОЧНЫХ МОДЕЛЕЙ ПОТОЧНОГО АНАЛИЗАТОРА КАЧЕСТВА ХИМИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ

На примере подхода к оценке качества бензинов рассмотрены вопросы, связанные с разработкой web-интерфейса пользователя, позволяющего реализовать алгоритмы сбора данных в SQL-сервере, предназначенных для построения в лаборатории станции смещения бензинов с применением метода главных компонент (МГК) и нейросетевой технологии (NET) моделей связи значений показателей качества бензинов и их компонентов, определяемых лабораторным путем, с данными измеренных поточным анализатором качества ИК-спектров.

Ключевые слова: смещение бензинов, качество, ИК-спектр, поточный анализатор, калибровочная модель, данные измерений, SQL-сервер, веб-интерфейс пользователя.

A.Sh. Zianurov, A.G. Shumikhin

DATA COLLECTION AND INTEGRATION FOR THE DEVELOPMENT OF CALIBRATION MODELS OF A FLOW ANALYZER FOR THE QUALITY OF CHEMICAL PRODUCTS

Using the example of an approach to assessing the quality of gasoline, the issues related to the development of a web user interface that allows implementing data collection algorithms in an SQL server designed to build a gasoline compounding station in the laboratory using the principal component method (PCA) and neural network technology (NET) models of the relationship between the values of gasoline quality indicators and their components, determined in a laboratory way, with data measured by a flow analyzer of the quality of IR spectra.

Keywords: gasoline compounding, quality, IR spectra, flow analyzer, calibration model, measurement data, SQL server, web user interface.

На нефтеперерабатывающих и химических предприятиях для определения значений показателей качества продуктов используются аналитические методы контроля, т.е. лабораторный анализ (ЛА). Широкое распространение наряду с ЛА получили поточные анализаторы различного назначения и исполнения. Одними из известных в этих отраслях являются поточные анализаторы на основе ближней инфракрасной спектроскопии (англ. NIR – Near InfraRed), в которых применяются калибровочные модели [1]. Результатами измерения анализатора являются зна-

чения показателя поглощения вещества в зависимости от длины волны ИК-излучения, которые называют спектром поглощения.

Основным недостатком рассматриваемого метода измерения является то, что со временем калибровочные модели устаревают. Это влечет за собой некорректное определение показателей качества и, как следствие, получение несоответствующей продукции. В связи с этим необходимо проводить периодическое обновление, т.е. перекалибровку моделей. Перекалибровка подразумевает построение математической зависимости между значениями ИК-спектра и показателем качества продукта по обновленным данным. Для калибровки необходимы результаты лабораторного контроля из ЛИМС (лабораторно-информационная менеджмент-система) и файлы измерений ИК-спектра с сервера поточного анализатора. Процесс калибровки усложняется тем, что необходимые данные находятся в различных источниках информации [2]. Для автоматизации данной процедуры разработан веб-интерфейс пользователя с алгоритмом сбора данных в SQL-сервер [3, 4].

Интерфейс позволяет осуществлять мониторинг состояния поточного анализатора с целью оценки корректности определения значений показателей качества. Структурная схема информационного обмена до внедрения разработанного интерфейса представлена на рис. 1.



Рис. 1. Структурная схема информационного обмена до внедрения веб-интерфейса

В информационной системе предприятия PI System производится сбор результатов измерения поточного NIR анализатора и результатов лабораторного анализа. При этом не реализована передача файлов ИК-спектра и результатов ЛА в одну информационную базу данных.

Структурная схема информационного обмена после внедрения веб-интерфейса представлена на рис. 2.

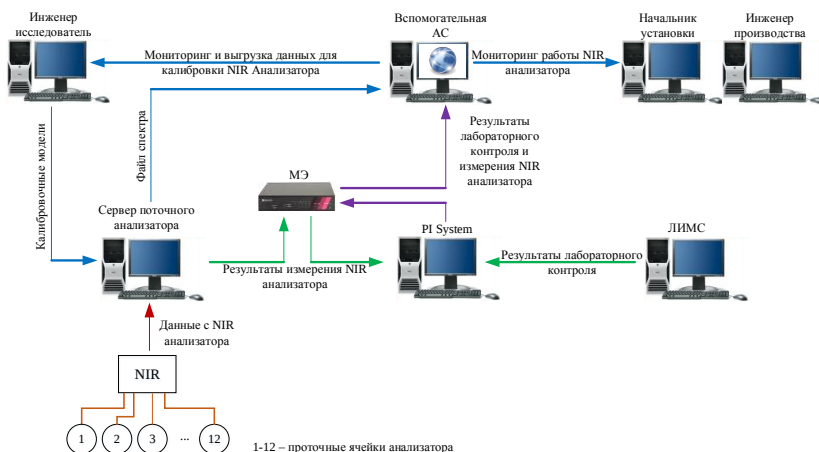


Рис. 2. Структурная схема информационного обмена после внедрения веб-интерфейса

При внедрении устанавливаются новые элементы оборудования системы, которыми являются вспомогательная АС и межсетевой экран (МЭ). Перечень оборудования и роли оператора-наблюдателя представлены в таблице.

Перечень элементов автоматизированного рабочего места

№ п/п	Элемент	Назначение
1	Сервер поточного анализатора	Хранятся результаты измерения поточного анализатора, файлы спектра
2	NIR	Поточный анализатор с проточными ячейками
3	Вспомогательная АС	Вновь устанавливаемый АРМ. Предназначен для развертывания веб-сервера, производится сбор данных результатов измерений поточного анализатора и ЛИА в SQL-сервер
4	PI system	Информационная система предприятия. Предназначен для сбора данных результатов измерений поточного анализатора и ЛИА
5	ЛИМС	Лабораторная информационная система. Предназначена для автоматизации работы с обработкой результатов ЛА и интеграции данных в единое информационное пространство предприятия (PI System)
6	Инженер-исследователь	АРМ инженера, который занимается разработкой калибровочных моделей
7	Начальник установки	АРМ начальника установки. Реализована возможность мониторинга состояния поточного анализатора
8	Инженер производства	АРМ инженера производства. Реализована возможность мониторинга состояния поточного анализатора
9	МЭ	Межсетевой экран. Предназначен для обеспечения безопасности входящего/исходящего сетевого трафика

Вспомогательная АС выступает в роли веб-сервера, пользователи, используя IP-адрес данного сервера, могут осуществлять мониторинг работы поточного NIR анализатора. В роли наблюдателя могут выступать, например, начальник установки, инженер производства.

Инженер-исследователь, используя возможности данного веб-интерфейса, может выгружать сопоставленные для калибровки данные, т.е. объединённые данные результатов ЛА с соответствующими файлами спектра поточного анализатора, а также загружать обновленные калибровочные модели в сервер поточного анализатора. МЭ необходим для обеспечения безопасности входящего/исходящего сетевого трафика.

Веб-интерфейс, представляет собой набор вкладок (рис. 3). Основными являются вкладки для Бензина 95 и Бензина 92.



Рис. 3. Схема вкладок веб-интерфейса

Во вкладке «о программе» описана информация о назначении веб-интерфейса, во вкладке «контакты» – контактные данные разработчика, во вкладке «настройка» выставляются настройки для подключения к РІ

System и местонахождение директории файлов спектра (сервер поточного анализатора), во вкладке «инициализация БД» реализована возможность обновления БД и загрузки данных для калибровки.

На рис. 4 представлен фрагмент веб-интерфейса мониторинга состояния поточного анализатора для бензина 95.

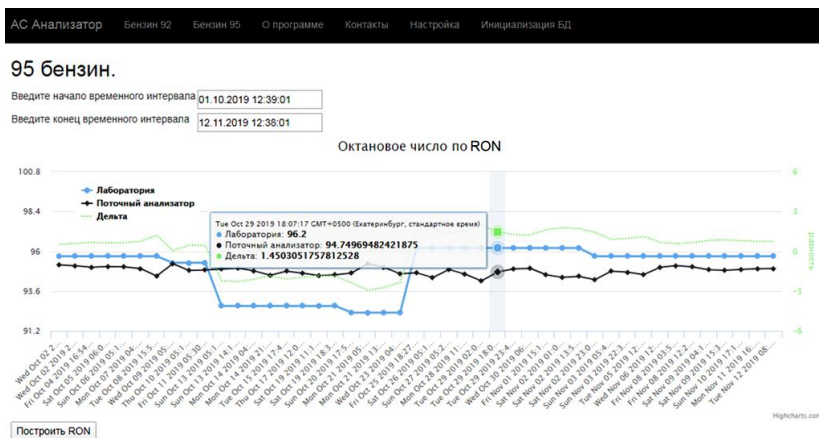


Рис. 4. Фрагмент веб-интерфейса

Разработка пользовательского интерфейса позволяет ускорить процесс создания калибровочных моделей.

Библиографический список

1. Зиануров А.Ш., Шумихин А.Г. Аналитический обзор исследований по разработке и применению калибровочных моделей для поточного анализатора качества нефтепродуктов [Электронный ресурс] // Инженерный вестник Дона. – 2021. № 10. – URL: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n10y2021/7217> (дата обращения: 15.05.2022).
2. Зиануров А.Ш., Вялых И.А, Шумихин А.Г. Разработка пользовательского интерфейса для мониторинга состояния и результатов измерения поточного NIR анализатора // Приоритетные направления развития науки и технологий: доклады XXVIII Междунар. науч.-практ. конф.; под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Инновационные технологии, 2020. – С. 106–108.

3. Документация по C# [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/csharp/> (дата обращения: 15.05.2022).

4. Компоненты и конфигурация SQL Server Management Studio. – URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/sql/ssms/tutorials/ssmsconfiguration?view=sql-server-ver15> (дата обращения 15.05.2022).

Сведения об авторах

Зиануров Алмаз Шамильевич – аспирант кафедры «Оборудование и автоматизация химических производств» Пермского национального исследовательского политехнического университета, специалист 1-й категории ООО «Промышленная кибернетика», г. Пермь, e-mail: almaz.zianurov@inducyber.com

Шумихин Александр Георгиевич – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Оборудование и автоматизация химических производств» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: shumichin@gmail.com

Р.Р. Исламов, А.Г. Шумихин

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПРОГРАММНО-ЛОГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПАКЕТОФОРМИРУЮЩЕЙ МАШИНОЙ Ф. MÖLLERS В ПРОИЗВОДСТВЕ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

В статье рассмотрены вопросы, связанные с разработкой проекта модернизации автоматизированной системы управления (АСУ) пакетоформирующей машины ф. Möllers в производстве сыпучих материалов на одном из предприятий химической отрасли. Обследованы пакетоформирующая машина и ее АСУ, реализованная на базе компонентов SIMATIC и разделенная на АСУ укладкой мешков на поддон и АСУ обмоткой мешков в стретч-пленку. Выявлена проблема устаревания технического и программного обеспечений АСУ укладкой мешков на поддон, в результате чего сформулированы и решены задачи, направленные на ее модернизацию: подобраны современные аналоги технических средств SIMATIC, адаптировано программное обеспечение SIMATIC под выбранные технические средства, разработана имитационная модель пакетоформирующей машины в программной среде SIMIT и отлажено с применением модели адаптированное программное обеспечение.

Ключевые слова: пакетоформирующая машина, автоматизированная система управления, техническое обеспечение, программное обеспечение, модернизация.

R.R. Islamov, A.G. Shumikhin

MODERNIZATION SYSTEM OF PROGRAM-LOGICAL CONTROL OF THE BAG-FORMING MACHINE F. MÖLLERS IN BULK MATERIALS PRODUCTION

The article considers issues related to the modernization project of the control system of the bag-forming machine f. Möllers in bulk materials production of chemical industry. The machine and its control system, implemented on SIMATIC components and divided into a control system of stacking bags on a pallet and a control system of wrapping bags in stretch film, were examined. The hardware and software obsolescence problem of the control system of stacking bags on a pallet was identified. Hence, the tasks aimed at modernization the system were formulated and fulfilled: modern analogues of SIMATIC hardware were selected, SIMATIC software was adapted to the selected hardware, a model of the machine was developed in the SIMIT and the adapted software was debugged using the model.

Keywords: bag-forming machine, control system, hardware, software, modernization.

Обследование пакетоформирующей машины. Пакетоформирующая машина ф. Möllers предназначена для укладки мешков с сыпучим материалом на поддон и их обмотки в стретч-пленку.

Для отражения последовательности работы узлов пакетоформирующей машины разработана ее технологическая схема (рис. 1).

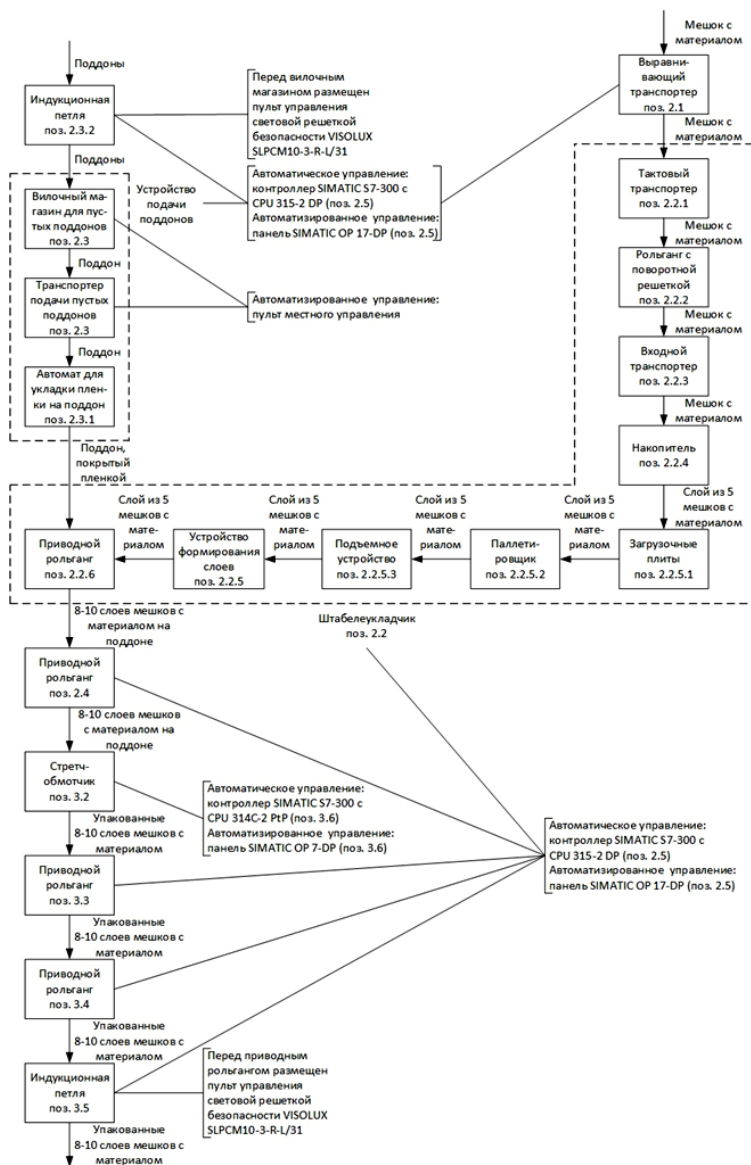


Рис. 1. Технологическая схема пакетоформирующей машины

Работу пакетоформирующей машины можно разделить на 4 этапа: подготовка поддона к укладыванию слоев мешков с сыпучим материалом, формирование слоя из 5 мешков, укладка слоя из 5 мешков на поддон, обмотка в стретч-пленку 8–10 слоев мешков. Разработанная схема алгоритма работы пакетоформирующей машины приведена на рис. 2.

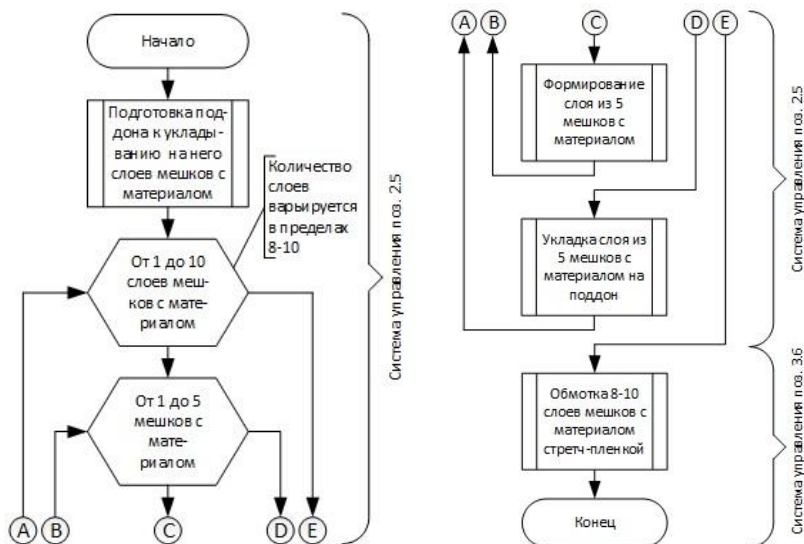


Рис. 2. Схема алгоритма работы пакетоформирующей машины

В течение первого этапа вилочный погрузчик укладывает поддоны на вилочный захват магазина поз. 2.3, из которого транспортер поз. 2.3 перемещает один поддон к приводному рольгангу поз. 2.2.6. Во время перемещения поддон проходит через автомат поз. 2.3.1, который кладет на него пленку. При достижении рольганга поз. 2.2.6 на поддон, покрытый пленкой, укладываются слои из 5 мешков.

Во время второго этапа на выравнивающий транспортер поз. 2.1 подается мешок с сыпучим материалом. Далее мешок, выравненный в транспортере поз. 2.1, с помощью транспортера поз. 2.2.1 попадает на рольганг поз. 2.2.2, где, согласно алгоритму, меняет или не меняет свое положение на поворотной решетке. Попад на входной транспортер поз. 2.2.4, мешок вместе с другими образует слой из 5 мешков.

В течение третьего этапа слой из 5 мешков подается накопителем поз. 2.2.4 с транспортера поз. 2.2.3 на загрузочные плиты поз. 2.2.5.1 паллетировщика поз. 2.2.5.2. 5 мешков на плитах поз. 2.2.5.1 утрамбовывается устройством поз. 2.2.5 и укладываются подъемным устройством поз. 2.2.5.3 на слои мешков, лежащих на поддоне, расположенном на приводном рольганге поз. 2.2.6.

На четвертом этапе при накоплении 8–10 слоев мешков поддон перемещается из приводного рольганга поз. 2.2.6 в стретч-обмотчик поз. 3.2, который обматывает все слои в стретч-пленку. Далее поддон с обмотанными слоями отправляется к рольгангу поз. 3.4, откуда отгружается вилочным погрузчиком.

Техническое обеспечение АСУ пакетоформирующей машины.
Существующая система разделена на 2 части:

1. Система управления поз. 2.5, включающая в себя: 1 контроллер S7-300 CPU 315-2 DP, 1 панель оператора OP 17-DP, 5 сигнальных модулей SM 321 с 32 дискретными входами, 2 сигнальных модуля SM 322 с 32 дискретными выходами, 2 преобразователя частоты SEW-EURODRIVE, 1 блок питания Phoenix Contact, 1 пульт местного управления вилочным магазином поз. 2.3 и транспортером поз. 2.3.

2. Система управления поз. 3.6, содержащая: 1 контроллер S7-300 CPU 314C-2 PtP, 1 панель оператора OP 7-DP, 2 сигнальных модуля SM 321 с 16 дискретными входами, 2 сигнальных модуля SM 322 с 16 дискретными выходами, 3 преобразователя частоты Lenze и 1 блок питания Siemens (рис. 3).

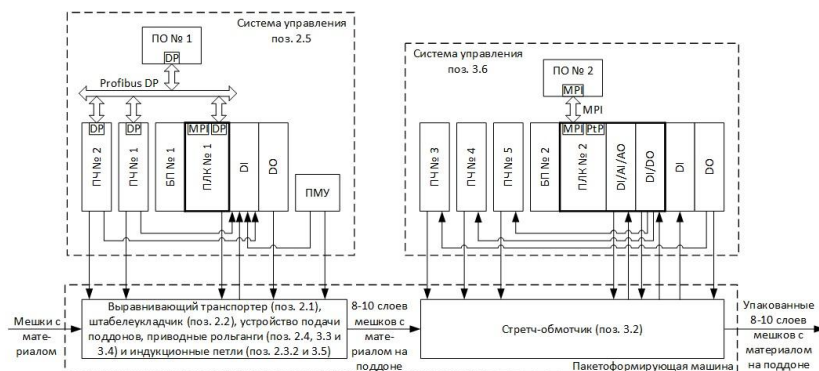


Рис. 3. Функциональная схема АСУ пакетоформирующей машины:

ПЛК – программируемый логический контроллер; ПО – панель оператора;

ПМУ – пульт местного управления; ПЧ – преобразователь частоты; БП – блок питания

АСУ поз. 2.5 и поз. 3.6 не интегрированы в другие системы автоматизации. Т.е. АСУ пакетформирующей машиной не является составной частью интегрированной автоматизированной системы управления предприятием.

Далее рассматривается только АСУ поз. 2.5 (см. рис. 3).

Для системы управления поз. 2.5 составлен перечень дискретных входов и выходов, а также перечень меркеров – битов памяти ПЛК. Фрагменты перечней дискретных выходов и меркеров представлены в табл. 1 и 2 соответственно.

Таблица 1

Фрагмент описания дискретных выходов АСУ (поз. 2.5 на рис. 3)

Адрес	Тег	Возможные значения тега	Назначение устройства	Устройство
Q 20.0	P 10-N1	0 - Звуковая сигнализация выключена 1 - Звуковая сигнализация включена	Звуковая сигнализация	Электромеханическое реле Finder Relais 403190240000 поз. =P+10-K01

Таблица 2

Фрагмент описания меркеров АСУ (поз. 2.5 на рис. 3)

Адрес	Меркер	Возможные значения меркера
M20.0	Запуск/остановка входного транспорта поз. 2.2.3	0 - Остановка входного транспорта поз. 2.2.3 1 - Запуск входного транспорта поз. 2.2.3

Программное обеспечение АСУ (см. поз. 2.5 на рис. 3). Существующее программное обеспечение системы автоматизации состоит из:

1. Проекта STEP 7 – программы, разработанной в среде программирования SIMATIC STEP 7 для ПЛК.

2. Проекта ProTool – человеко-машинного интерфейса, созданного в среде программирования SIMATIC ProTool для панели оператора.

Основными составляющими проекта ПЛК STEP 7 являются программы, называемые Network, реализующие операции: логического «И», логического «ИЛИ», RS-триггеров, счетчиков, таймеров, компараторов и т.д [1]. Программы написаны на языках FBD и STL [2].

Компонентами проекта панели ProTool служат экраны интерфейса, в которых используются элементы: надпись, поле ввода/вывода, комбинированный список – поле ввода/вывода с выпадающим текстовым списком (рис. 4).

ПРЕДВЫБОР	
ВЫБОР ПРОДУКТА :	{ PROG }
КОП. СПЛОЕВ	: { no_layer }
МЕШОК КРУТИТЬ НА 180 :	{ Drehen_180 }

Рис. 4. Пример экрана из проекта ProTool: «no_layer» – поле ввода/вывода; «PROG» и «Drehen_180» – комбинированные списки

Проблемы технического и программного обеспечения существующей АСУ (см. поз. 2.5 на рис. 3). На предприятии отсутствует запасная панель OP 17-DP. Вдобавок OP 17-DP снята с производства и продаж компанией Siemens. Поэтому в случае выхода из строя OP 17-DP у обслуживающего персонала не будет возможности своевременно заменить ее на исправную панель. Кроме того, проект для панели разработан в устаревшей среде программирования ProTool, которая не поддерживается компанией Siemens с 2004 года и используется для панелей, снятых с производства и продаж [3]. При отказе OP 17-DP возникнет необходимость поставить современную панель Siemens с разработкой для нее проекта в актуальной среде программирования TIA Portal. Таким образом, неисправность панели OP 17-DP приведет к остановке пакетоформирующей машины на длительный срок, что вызовет задержки в поставке клиентам готовой продукции и убытки у производителя сыпучих материалов.

В настоящее время модификация 6ES7 315-2AG10-0AB0 ПЛК S7-300 CPU 315-2 DP снята с производства, поэтому в случае выхода из строя ПЛК у обслуживающего персонала не будет возможности своевременно заменить его на аналог. Производство установленного на пакетоформирующей машине ПЛК серии SIMATIC S7-300 будет прекращено в 2023 году, и они будут доступны как запасная часть лишь до 2033 года [4]. В качестве замены ПЛК S7-300 CPU 315-2 DP и сигнальных модулей SM 321 и SM 322 существует возможность выбрать ПЛК и модули ввода/вывода из современной серии SIMATIC S7-1200 или S7-1500.

Цель и задачи модернизации АСУ (см. поз. 2.5 на рис. 3). Для решения выявленных проблем сформулированы цель и задачи, которые решены в проекте модернизации рассматриваемой системы управления [5, 6].

Цель модернизации – достижение возможности оперативного восстановления в случае отказа системы управления пакетоформирующей машиной методом замены ее отказавших элементов (панели оператора, ПЛК или модулей ввода/вывода).

Задачи, которые решены при модернизации: подобраны современные аналоги панели оператора, ПЛК и модулей ввода/вывода; адаптированы проекты ProTool и STEP 7 к среде программирования TIA Portal путем их автоматической миграции (конвертации); разработана имитационная модель пакетоформирующей машины в среде моделирования SIMIT; протестирован проект TIA Portal на имитационной модели пакетоформирующей машины.

В качестве среды моделирования взято программное обеспечение SIMIT, поскольку оно разработано для тестирования программ, разработанных в TIA Portal. Схема отладки алгоритмов контроля и управления с моделированием в среде SIMIT представлена на рис. 5.



Рис. 5. Отладка алгоритмов контроля и управления

Разработки проекта модернизации АСУ готовы к внедрению на предприятии, эксплуатирующую пакетоформирующую машину.

Библиографический список

1. Нестеров К.Е., Зюзев А.М. Программирование промышленных контроллеров: учеб.-метод. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 96 с.
2. Деменков Н.П. Языки программирования контроллеров: учеб. пособие / под ред. К.А. Пупкова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 172 с.
3. Industry Online Support. Technical Forum [Электронный ресурс]. – URL: <https://support.industry.siemens.com> (дата обращения: 24.03.22).

4. SIEMENS. Products & Services. SIMATIC S7-300 [Электронный ресурс]. – URL: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/simatic-s7-300.html> (дата обращения: 28.03.22).

5. Федоров Ю.Н. Порядок создания, модернизации и сопровождения АСУТП. – М.: Инфра-Инженерия, 2011. – 576 с.

6. Ицкович Э.Л. Методы рациональной автоматизации производства. – М.: Инфра-Инженерия, 2009. – 256 с.

Сведения об авторах

Исламов Рустам Рашидович – магистрант кафедры «Оборудование и автоматизация химических производств» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: islamov.rustam.r@yandex.ru

Шумихин Александр Георгиевич – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Оборудование и автоматизация химических производств» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: atp@pstu.ru

Д.К. Корнилицин, Р.Ю. Дадиев, А.Г. Шумихин

**К ПРИОБРЕТЕНИЮ ЗНАНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ СУШКИ КСІ В ПЕЧИ
КИПЯЩЕГО СЛОЯ НА КАЛИЙНОМ ПРЕДПРИЯТИИ
С ЦЕЛЬЮ РАЗРАБОТКИ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ**

Рассматривается задача разработки базы знаний экспертной системы операторов технологического процесса сушки хлористого калия в режиме кипящего слоя на калийном предприятии. Исследованы существующие подходы к построению баз знаний экспертных систем технологических процессов. В результате исследования при разработке базы знаний разрабатываемой экспертной системы принято использовать ряд источников знаний различной типологии (эксперты, проблемно-ориентированные тексты, электронные носители в виде баз данных).

Ключевые слова: технологический процесс, хлористый калий, экспертные системы, база знаний, эксперты.

D.K. Kornilitsin, R.Yu. Dadiyev, A.G. Shumikhin

**TO ACQUIRE KNOWLEDGE ON THE MANAGEMENT
OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF DRYING KCl
IN A FLUIDIZED BED FURNACE AT A POTASH PLANT
IN ORDER TO DEVELOP AN EXPERT SYSTEM**

The task of developing the knowledge base of the expert system of operators of the technological process of drying potassium chloride in the fluidized bed mode at a potash plant is considered. The existing approaches to the construction of knowledge bases of expert systems of technological processes are investigated. As a result of the research, it is customary to use a number of knowledge sources of various typologies (experts, problem-oriented texts, electronic media in the form of databases) when developing the knowledge base of the expert system being developed.

Keywords: technological process, potassium chloride, expert systems, knowledge base, experts.

Большинство современных промышленных аппаратов сушки сыпучих материалов оснащены различными контурами автоматического регулирования. Однако, несмотря на общий уровень автоматизации систем управления технологическими процессами в промышленности, сегодня все же встречаются неавтоматизированные или частично автоматизированные технологические процессы, управляемые оператором

в ручном режиме. Такие процессы обычно характеризуются большим количеством измеряемых параметров, нестационарностью, наличием нелинейных связей между технологическими переменными и влиянием множества ненаблюдаемых возмущений.

Одним из таких процессов является процесс сушки сыпучих материалов в аппаратах кипящего слоя (КС). В рассматриваемой работе объектом исследования является технологический процесс сушки хлористого калия в печи КС на калийном предприятии.

Согласно схеме на рис. 1, поток влажного хлористого калия после загрузки в аппарат КС переходит в состояние кипящего слоя за счет наличия перепада давления между нижней и верхней частями аппарата. В нижнюю часть аппарата подается поток нагретых дымовых газов.

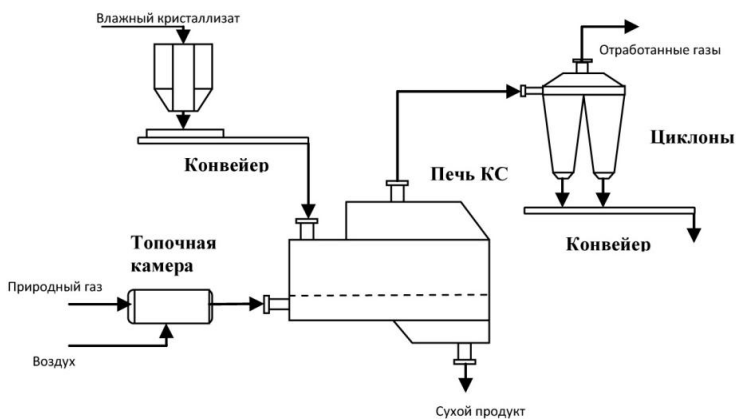


Рис. 1. Схема процесса сушки в кипящем слое

По мере прохождения через кипящий слой кристаллизата дымовые газы активно его перемешивают и нагревают, вызывая интенсивное испарение содержащейся в потоке кристаллизата влаги. Из верхней части аппарата с помощью воздухоудовки отбирается поток отработанных дымовых газов вместе с пылевой фракцией продукта. Находящийся в режиме кипящего слоя кристаллизат внутри аппарата движется вдоль газораспределительной решетки в зону выгрузки за счет непрерывной загрузки печи влажным сырьем.

В ходе исследования печи КС [1] как объекта управления на рассматриваемом производстве отмечено, что типовые алгоритмы автоматического управления (П, ПИ, ПИД) не способны обеспечить требуе-

мое качество управления тепловым режимом процесса сушки. В связи с этим управление тепловым режимом осуществляется операторами производства в ручном режиме.

По причине наличия различного рода задач по управлению процессами на рассматриваемом производстве оператор физически не способен постоянно обеспечивать точное поддержание теплового режима сушки в соответствии с требованиями регламента. Это обычно приводит к избыточному энергопотреблению процесса сушки.

Одним из эффективных методов оптимизации управления сложными технологическими процессами, управляемыми в ручном или частично автоматическом режиме, являются системы поддержки принятия решений (СППР) [2] и экспертные системы (ЭС) [3]. Такие системы, как правило, содержат формализованные экспертные знания по управлению процессом и выполняют ряд вычислительных функций, обеспечивающих более качественное управление процессом посредством выдачи рекомендаций по управлению.

Так, в работе [4] авторы провели исследование параметров, которыми руководствуется оператор-технолог при управлении процессом плавки в производстве меди. В числе факторов, соответствующих знаниям показателей качества процесса, оказались такие, как цвет расплава, размер брызг, вязкость и т.д. В итоге, внедренная интеллектуальная автоматизированная система обеспечила оперативный доступ операторов к информации о показателях качества процесса и конфликтах на этапе их появления.

В результате анализа существующего опыта применения интеллектуальных технологий в задачах автоматизации процессов сушки обнаружено, что на сегодняшний день нет примеров внедрения ЭС процессов сушки. Это делает актуальной тему разработки интеллектуальной экспертной системы (ИЭС) процесса сушки КС1 в печи кипящего слоя на рассматриваемом производстве.

Одним из основных этапов разработки ЭС в промышленности является разработка баз знаний (БЗ). Как правило, основной проблемой, прослеживаемой как в отечественных работах [5–7], так и за рубежом [8], является проблема приобретения знаний.

Для построения полных и непротиворечивых БЗ необходимо привлекать группу экспертов, что существенно усложняет процесс разработки ЭС. Помимо этого, даже группа экспертов порой не обеспечивает высокого качества БЗ в силу действия множества психосоматических

факторов [9], искажающих результаты интервьюирования и анкетирования. За последние двадцать лет был проведен ряд исследований в области группового извлечения знаний от экспертов, наиболее известными из которых являются работы [10, 11], которые пока носят лишь теоретико-методологический характер.

В работе [9] авторы подчеркивают недостаточность использования в качестве источников знаний только группы экспертов. В качестве решения существующей проблемы построения полных и непротиворечивых баз знаний в ЭС рассматривается метод распределенного приобретения знаний за счет совместного использования источников знаний различной типологии (эксперты, проблемно-ориентированные тексты, базы данных).

В работе [7] также отмечено, что использование базы данных (БД) в качестве дополнительного источника знаний способно пополнить объем разрабатываемой БЗ на 10–20 %, в зависимости от специфики проблемной области.

Для задачи приобретения знаний по управлению процессом сушки KCl в печи КС на рассматриваемом производстве принято использовать следующие источники знаний:

- 1) группа экспертов, представленная группой оперативного персонала сушильного отделения;
- 2) проблемно-ориентированные тексты, представленные технологическим регламентом, режимной картой и исполнительной документацией в виде инструкций по управлению процессом сушки KCl в печи КС;
- 3) база данных, представленная трендами технологических параметров процесса сушки.

Таким образом, совместное использование описанных источников знаний обеспечит более высокое качество БЗ, отвечающее технологическому процессу сушки KCl в печи КС на рассматриваемом производстве. Это решение позволит осуществить более качественную автоматизацию управления процессом системой с элементами искусственного интеллекта, в частности ЭС.

Библиографический список

1. Дадиев Р.Ю., Шумихин А.Г., Корнилицин Д.К. Существующие подходы к автоматизации процесса сушки материалов в режиме кипящего слоя // Вестник Дона. – 2022. – № 5. – С. 13.

2. О применении системы поддержки принятия решений в гидро-металлургии меди / Д.Н. Гронь [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2–2. – С. 129–129.

3. Самойлова Е.М., Игнатьев А.А. Интеграция искусственного интеллекта в автоматизированные системы управления и проектирования технологических процессов // Вестник Саратов. гос. техн. ун-та. – 2010. – Т. 2, № 1.

4. Интеллектуальная автоматизированная система управления процессом плавки ПВ-3 Медного завода ЗФ ОАО «ГМК “Норильский никель”» // Известия вузов. Цветная металлургия. – 2015. – № 5. – С. 64–69.

5. Частиков А.П., Гаврилова Т.А. Белов Д.Л. Разработка экспертных систем. Среда CLIPS. – СПб.: БХВ – Петербург, 2003. – 608 с.

6. Осипов Г.С. Лекции по искусственному интеллекту. – М.: КРА-САНД, 2009. – 272 с.

7. Рыбина Г.В. Теория и технология построения интегрированных экспертных систем. – М.: Научтехлитиздат, 2008. – 482 с.

8. Люггер Дж.Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем. – М.: Вильямс, 2003. – 864 с.

9. Рыбина Г.В., Дейнеко А.О. Распределенное приобретение знаний для автоматизированного построения интегрированных экспертных систем // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2010. – № 4. – С. 55–62.

10. Подлипский О.К. Построение баз знаний группой экспертов // Компьютерные исследования и моделирование. – 2010. – Т. 2, № 1. – С. 3–11.

11. Кобринский Б.А. Извлечение экспертных знаний: групповой вариант // Новости искусственного интеллекта. – 2004. – № 3. – С. 58–66.

Сведения об авторах

Корнилицин Дмитрий Константинович – аспирант кафедры «Оборудование и автоматизация химических производств» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: kornilitsin.dima@mail.ru

Дадимов Роман Юрьевич – руководитель направления «Цифровое производство ООО “Спутник-2”», г. Пермь, e-mail: roman.dadiomov@sputnic2.ru

Шумихин Александр Георгиевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Оборудование и автоматизация химических производств» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: atp@pstu.ru

А.В. Могильников, Н.В. Андриевская

ИССЛЕДОВАНИЕ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МАКЕТОМ БИОНИЧЕСКОЙ РУКИ НА ОСНОВЕ ДАТЧИКОВ РЕГИСТРАЦИИ БИОСИГНАЛОВ BiTronics

В статье исследуется биоэлектрическая система управления макетом бионической руки на основе датчиков регистрации биосигналов BiTronics. Рассмотрен современный метод исследования биоэлектрических возможностей скелетных мышц при возбуждении мышечных волокон – электромиография (ЭМГ). Представлены результаты моделирования технического макета в базовой среде программирования робототехнических моделей LEGO MINDSTORMS Education EV3: график зависимости угла поворота сервомотора от сигнала модуля ЭМГ в режиме амплитуды силы.

Ключевые слова: биоэлектрическое управление, электрические биосигналы человека, электромиограмма, робототехническая платформа Lego MINDSTORMS Education EV3, модель бионической руки, сенсоры биосигналов BiTronics NeuroLab.

A.V. Mogilnikov, N.V. Andrievskaya

RESEARCH OF THE BIOELECTRIC SYSTEM OF THE CONTROL OF THE BIONIC ARM MODEL BASED ON BiTronics BIOSIGNAL REGISTRATION SENSORS

In this article the bioelectric system of the control of the bionic arm model based on BiTronics biosignal registration sensors is investigated. The modern method of studying the bioelectric capabilities of skeletal muscles during the excitation of muscle fibers – electromyography (EMG) – is considered. The results of modeling a technical layout in the basic LEGO MINDSTORMS Education EV3 environment for programming robotic models are presented: a graph of the servomotor rotation angle dependence on the signal of the EMG module in the power amplitude mode.

Keywords: bioelectric control, human electrical biosignals, the electromyogram, LEGO MINDSTORMS Education EV3 robotic platform, bionic arm model, biosignal sensors of BiTronics NeuroLab.

Ампутация сегментов верхних конечностей – довольно насущная проблема современного человека. Она всегда ассоциируется с частичной или полной потерей его работоспособности. Ежегодно в России проводятся более 75 тыс. операций по ампутации конечностей – это приблизительно 500 операционных вмешательств на миллион жителей.

По статистике в нашей стране около 40–45 тыс. человек нуждаются в модульных протезах верхних конечностей кистей и предплечий, и порядка 400 тыс. – в протезах нижних конечностей с высокими функциональными и техническими характеристиками. До недавнего времени самые примитивные протезы прикреплялись к человеческому телу механическим способом, и никакой речи о связи с нервной системой не было. В настоящее время самым перспективным и распространённым методом управления бионическими протезами считается считывание электрических потенциалов с мышц культи – электромиография (ЭМГ). Такой способ подключения протезов кистей и рук к нервной системе человека может позволить нашему мозгу контролировать протезы и управлять ими так же, как и настоящими конечностями. Образовательный набор-конструктор BiTronics NeuroLab и LEGO MINDSTORMS Education EV3 позволяет собрать и запрограммировать биоэлектрическую систему управления (БЭСУ) макетом бионической руки с помощью сигнала модуля ЭМГ.

Конструирование макета бионической руки [1]. Сборка технического макета бионической руки выполняется с помощью образовательного набора-конструктора LEGO MINDSTORMS Education EV3 и комплекта модулей BiTronics NeuroLab (рис. 1), который позволяет управлять моделями с помощью электрических биосигналов человека (далее – оператор).



Рис. 1. Базовый учебно-проектный набор для работы с широким спектром сенсоров на базе платформы LEGO MINDSTORMS Education EV3

Управление макетом руки происходит с помощью амплитуды сигнала ЭМГ (рис. 2). Часть макета, выполняющая функцию фаланг, управляется (сжимается и разжимается) пропорционально получаемой амплитуде сигнала. Необходимые детали для сборки конструкции: один блок EV3; четыре средних сервомотора; детали, входящие в состав набора LEGO MINDSTORMS Education EV3; центральный модуль BiTronics Neurolab; один датчик ЭМГ BiTronics NeuroLab; соединительные провода.

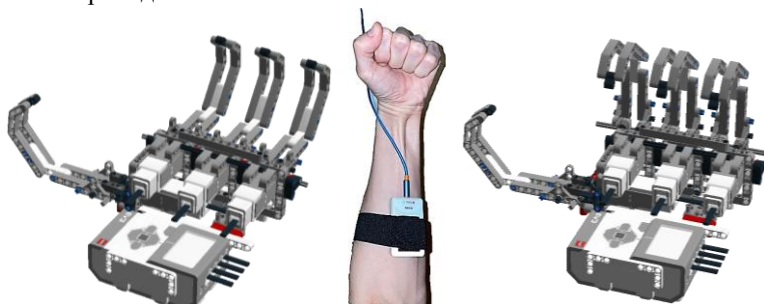


Рис. 2. Управление макетом бионической руки с помощью датчика ЭМГ BiTronics NeuroLab

Программирование макета бионической руки [1]. Программирование макета осуществляется с помощью специального программного обеспечения LEGO MINDSTORMS Education EV3, которое позволяет задавать алгоритмы для робототехнических комплексов, команды которых представлены в виде блоков. На рис. 3, в первом блоке, задаётся значение переменной `trig`, выводится стартовая надпись и обнуляются энкодеры сервомоторов. Во втором блоке выполняется проверка условия, не превышает ли сигнал модуля ЭМГ в режиме амплитуды силы пороговое значение. Третий блок программы реализует проверку следующего условия: если мышца оператора напряжена (то есть амплитуда силы больше установленного на входе порогового значения), приводятся в движение сервомоторы (часть макета, выполняющая функцию фаланг, начинает сжиматься). Если мышца расслаблена и моторы не находятся в начальном положении, то включаются моторы для вращения в противоположную сторону, то есть пальцы макета разжимаются до начального положения (блок 4). После чего сервомоторы останавливаются до следующей подачи импульса возбуждения, регистрируемого датчиком ЭМГ.

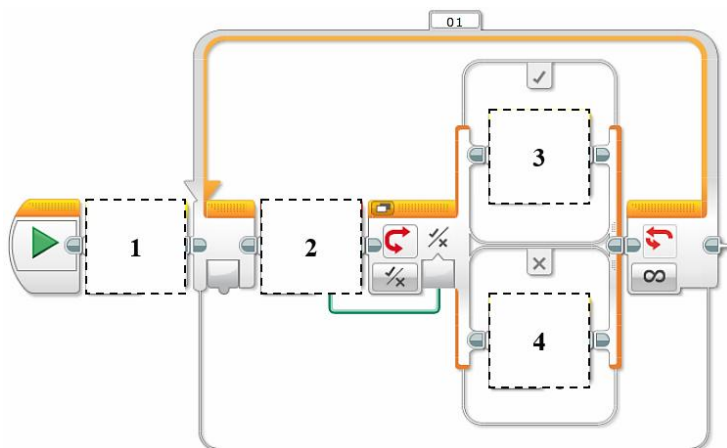


Рис. 3. Программа управления макетом бионической руки в среде LEGO MINDSTORMS Education EV3

Анализ полученных результатов исследования. Анализ полученных результатов исследования позволяет раскрыть особенности механизмов влияния управляющих импульсов на технические характеристики робототехнической системы: выявить зависимости поворотов осей средних моторов, в градусах или полных оборотах, от биоэлектрических командных сигналов, циркулирующих в контуре обратной связи (рис. 4). Данную зависимость можно также описать формулой

$$\varphi = f(U), \quad (1)$$

где φ – угол поворота сервомотора (град.); U – сигнал модуля ЭМГ в режиме амплитуды силы (в о.е.).



Рис. 4. График зависимости угла поворота сервомотора от сигнала ЭМГ

Из графика видно, что пальцы макета начинают поворачиваться (сжиматься) при значении сигнала ЭМГ равном 20 (это значение является пороговым, другими словами, это так называемая уставка срабатывания). Далее, при увеличении амплитуды силы с течением времени, угол поворота вращающегося сервомотора также изменяется, линейно возрастает, и на 8-й секунде достигает установившегося значения (135 градусов). На 12-й секунде процесса моделирования мышца расслабляется, сигнал модуля ЭМГ линейно уменьшается и достигает значения ниже порогового, пальцы макета начинают поворачиваться в противоположную сторону (разжиматься) до начального положения.

В представленном макете обратная связь осуществляется визуально. При этом оператор, управляющий работой макета, непосредственно следит за положением искусственной кисти руки и в соответствии с результатами наблюдения и с собственными намерениями напрягает ту или иную мышцу (самостоятельно изменяет интенсивность биопотенциалов) [2]. Поэтому данная БЭСУ относится к системе произвольного управления, так как оператор самостоятельно изменяет характеристику управляющего сигнала [3].

Библиографический список

1. BiTronics NeuroLab. Методические рекомендации по использованию комплекта модулей BiTronics NeuroLab. – 2020. – 148 с.
2. Радио // Ежемесячный научно-популярный радиотехнический журнал. – М.: ДОСААФ, 1967. – № 2. – 64 с.
3. Биоэлектрическое управление / В.С. Гурфинкель, В.Б. Малкин, М.Л. Цетлин, А.Ю. Шнейдер. – М.: Наука, 1972. – 245 с.

Сведения об авторах

Андриевская Наталья Владимировна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Микропроцессорные системы автоматизации» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: anv@msa.pstu.ru

Могильников Андрей Вячеславович – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. ИСУП-20-1м; преподаватель Пермского авиационного техникума им. А.Д. Швецова, г. Пермь, e-mail: mogilnikov.andrej@mail.ru

А.Г. Паньков, С.В. Бочкарев

**ГРАФИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПЕРЕДАТОЧНЫХ
ФУНКЦИЙ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ
В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ
ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ СТЕНДОВ**

В статье рассматриваются вопросы построения математической модели исполнительных механизмов испытательного стенда методом графической идентификации на примере контура регулирования давления воздуха стенда испытательных рабочих колес турбин жидкостных ракетных двигателей. Описан общий ход процесса идентификации, произведено сравнение переходных характеристик полученных моделей с графиком переходного процесса рассмотренной системы.

Ключевые слова: идентификация систем управления, испытательный стенд, исполнительное устройство, математическая модель.

A.G.Pankov, S.V. Bochkarev

**TRANSFER FUNCTIONS GRAPHICAL IDENTIFICATION
OF ACTUATOR DEVICES IN AUTOMATICAL
SYSTEMS OF TESTING STANDS**

In this article discusses the issues of constructing a mathematical model of the actuators of a test bench by the method of graphical identification using the example of the air pressure control circuit of a test bench for impellers of turbines of liquid rocket engines. The general course of the identification process is described; the transient characteristics of the obtained models are compared with the transient process schedule of the system under consideration.

Keywords: control system identification; testing stand, actuator, mathematical model.

Испытание агрегатов и изделий относится к числу ответственных и трудоемких этапов их создания и производства. Процесс испытания заключается в проверке правильности конструкции какого-либо изделия или установлении неизвестных факторов и явлений, протекающих в нем, то есть это единственная возможность убедиться в надежной работе сложной системы [1].

Поэтому необходимо на высоком техническом уровне решать задачи комплексной автоматизации испытательного стенда [2], которая позволяла бы автоматизировать процесс сбора и обработки информации.

При проведении испытаний агрегатов и изделий одной из распространенных задач является регулирование технологических параметров. Регулирование технологических параметров в процессе испытания происходит за счет воздействия системы управления на исполнительные устройства стенда. Управляющее воздействие на исполнительные устройства стенда формируется человеком в неавтоматизированных испытательных стендах либо автоматизированной системой. К исполнительным устройствам относят: управляемые элементы пневматических и гидравлических систем (дроссельные заслонки, регуляторы давлений, электропневматические преобразователи, электропневматические распределители, клапаны, задвижки), электрические машины и аппараты (электроприводы, коммутационное оборудование, агрегаты зажигания, электромагниты), а также прочее оборудование, преобразующее управляющие воздействия системы управления в изменения физических величин технологических параметров.

Зачастую исполнительные устройства, применяемые в испытательных стендах для регулирования технологических параметров, являются не серийными изделиями, также характеристики устройств могут изменяться в процессе эксплуатации, что делает невозможным аналитическое определение их математической модели.

В современных автоматизированных испытательных стендах задачи управления технологическими параметрами в процессе испытания реализуются за счет использования автоматических регуляторов.

Наиболее часто использующимся на практике типом автоматических регуляторов являются ПИД регуляторы. Для осуществления синтеза ПИД регуляторов необходимо получить математическую модель объекта управления в виде передаточной функции или модели пространства состояний.

Процесс получения модели исследуемой системы называется идентификацией. В конструктивном смысле идентификация – это определение по входным и выходным воздействиям такой модели из определенного класса моделей, которой реальная исследуемая система эквивалентна [3].

Рассмотрим метод графической идентификации как один из самых широко применяемых на практике.

Графическая идентификация, или идентификация с помощью тестовых сигналов, широко применяется для динамических систем невысогого порядка.

Данный метод является разновидностью структурной идентификации. Чаще всего применяется идентификация с помощью ступенчатого сигнала – графоаналитическая идентификация переходной характеристики объекта исследования [4].

Произведем идентификацию передаточной функции системы на примере контура регулирования давления воздуха стенда испытаний рабочих колес турбин жидкостных ракетных двигателей. При подаче напряжения управления ЕРР1 на электропневматический преобразователь ЭПП1 на его выходе формируется давление воздуха. В свою очередь, ЭПП1 подает давление в полость управления редуктора TESCOМ, на выходе которого формируется давление управления расходным редуктором КР2 [5, 6].

Величина давления воздуха Р9 на выходе расходного редуктора КР2 пропорциональна подаваемому давлению управления.

Кривые переходного процесса параметров ЕРР1 и Р9 представлены на рис. 1:

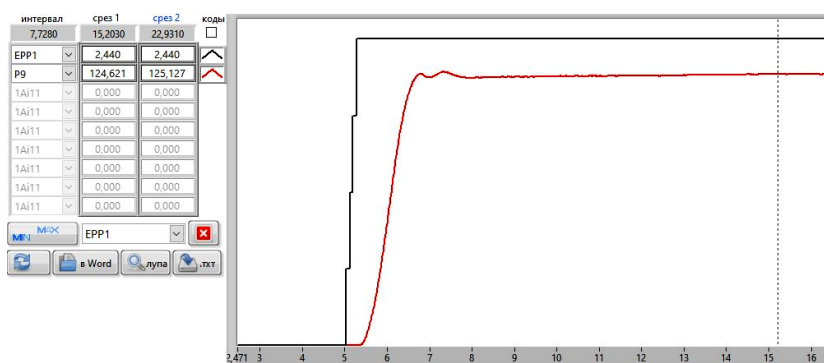


Рис. 1. Переходный процесс давления воздуха

Произведем графическую идентификацию передаточной функции параметра Р9. Из графика, приведенного на рис. 1, следует, что параметр Р9 имеет S-образную кривую переходного процесса, а также имеет колебания вокруг установившегося значения. Колебания параметра Р9 обусловлены работой регулятора давления электропневматического преобразователя ЕРР1 и представляют собой колебание давления в зоне нечувствительности. Соответственно, при идентификации системы пренебрежем колебательным процессом и рассмотрим передаточную функцию как аperiодическое звено n -го порядка и звено запаздывания.

Представим переходный процесс давления Р9 в виде аperiodического звена n -порядка.

В общем виде идентификация передаточной функции аperiodического звена n -порядка происходит из графической оценки параметров переходного процесса (рис. 2).

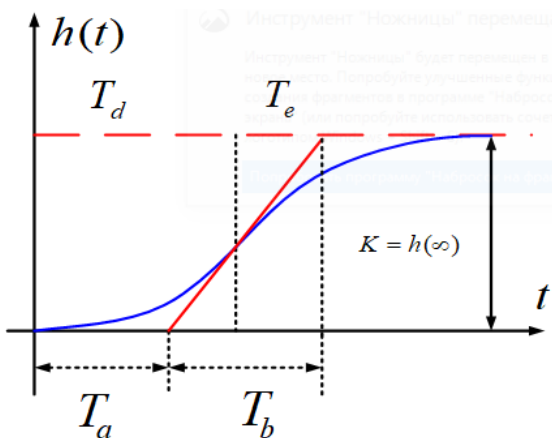


Рис. 2. Параметры переходного процесса аperiodического звена n -го порядка

По графику переходного процесса найдем постоянные времени:
 $T_a = 0,353$; $T_b = 0,568$; $T_d = 0,663$; $T_e = 0,285$.

Найдем постоянные времени без учета времени наклона начального сигнала:

$$T_{a2} = T_a - T_{н.с.} = 0,353 - 0,24 = 0,113,$$

$$T_{b2} = T_b - T_{н.с.} = 0,568 - 0,24 = 0,348,$$

$$T_{d2} = T_d - T_{н.с.} = 0,663 - 0,24 = 0,428,$$

$$T_{e2} = T_e = 0,285,$$

$$\frac{T_{a2}}{T_{b2}} = \frac{0,113}{0,348} = 0,325,$$

$$\frac{T_{e2}}{T_{d2}} = \frac{0,285}{0,428} = 0,663.$$

По табл. 1 определим порядок апериодического звена.

Таблица 1

n	1	2	3	4	5	6
T_a / T_b	0,000	0,104	0,218	0,319	0,410	0,493
T_e / T_d	1,000	0,736	0,667	0,647	0,629	0,616

Принимаем $n = 4$, и по табл. 2 определяем соотношения, из которых находим обобщенную постоянную времени.

Таблица 2

n	1	2	3	4	5	6
T_a / τ	0,000	0,282	0,805	1,425	2,100	2,811
T_b / τ	1,000	2,718	3,695	4,463	5,119	5,699
T_e / τ	0,000	1,000	2,000	3,000	4,000	5,000
T_d / τ	1,000	2,000	2,500	2,888	3,219	3,510

Решив, полученные выражения, получим четыре варианта обобщенных постоянных времени.

Тогда:

$$\frac{T_{a2}}{\tau} = 1,425, \quad \frac{T_{b2}}{\tau} = 4,463, \quad \frac{T_{e2}}{\tau} = 2,888, \quad \frac{T_{d2}}{\tau} = 3,000,$$

$$\tau_1 = \frac{0,113}{1,425} = 0,07930, \quad \tau_2 = \frac{0,348}{3,463} = 0,07797,$$

$$\tau_3 = \frac{0,285}{2,888} = 0,0987, \quad \tau_4 = \frac{0,428}{3,000} = 0,1427.$$

Полученные передаточные функции примут вид:

$$W(p)_1 = \frac{k}{(\tau_1 p + 1)^4} = \frac{51,074}{(0,0793 p + 1)^4},$$

$$W(p)_2 = \frac{k}{(\tau_2 p + 1)^4} = \frac{51,074}{(0,07797 p + 1)^4},$$

$$W(p)_3 = \frac{k}{(\tau_3 p + 1)^4} = \frac{51,074}{(0,0987 p + 1)^4},$$

$$W(p)_4 = \frac{k}{(\tau_4 p + 1)^4} = \frac{51,074}{(0,1427 p + 1)^4}.$$

Промоделируем каждую передаточную функцию в пакете Simulink и оценим полученные модели (рис. 3).

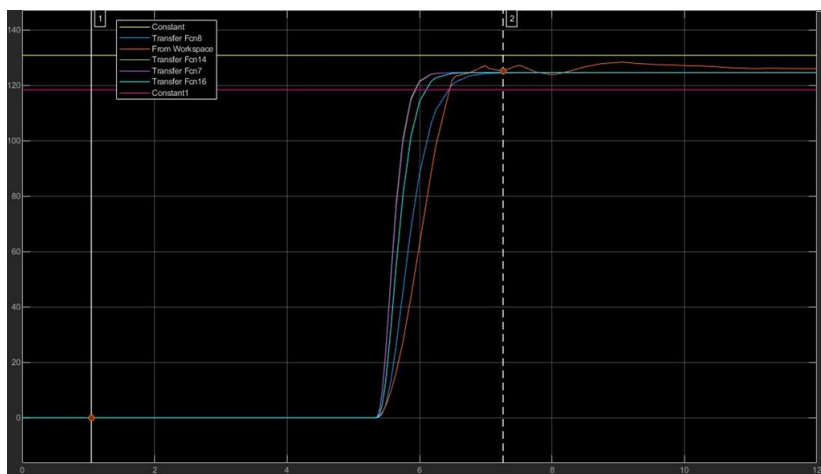


Рис. 3. График переходного процесса при моделировании в Simulink

Где From Workspace (оранжевый) – график исследуемого параметра P9 Transfer Function 7, Transfer Function 8, Transfer Function 14,

Transfer Function 16 – модели, полученные в процессе идентификации. Constant 1, Constant 2 – границы установившегося режима (95 и 105 % от установившегося режима).

Из графика видно, что функция $W(p)_4$, соответствующая модели Transfer Function 8 на графике, наиболее точно описывает исследуемый переходный процесс.

Таким образом, исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что метод графической идентификации передаточных функций может быть применен в автоматизированных системах испытательных стендов. Данный метод достаточно прост для применения. Использование данного метода позволяет получить достаточно грубую модель исследуемых исполнительных устройств, которую можно уточнить путем дальнейшего моделирования. Полученный результат может быть применен для дальнейшего синтеза автоматических регуляторов технологических параметров.

Библиографический список

1. Шамсеева Г.Ф. Автоматизация стендовых испытаний ГТД // Вестник современных исследований. – 2018. – № 10.1 (25). – С. 387–389.
2. Попов А.Н., Потапов И.А., Севрюгин Н.Н. Автоматизированная информационно-измерительная система для стендовых акустических испытаний авиационных двигателей//Авиакосмическое приборостроение. – 2007. – № 9. – С. 49–53.
3. Андриевская Н.В., Матушкин Н.Н., Южаков А.А. Идентификация систем управления: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 170 с.
4. Андриевская Н. В. Проектирование и исследование идентификационных моделей управляющих систем реального времени: учеб. пособие для вузов. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2013. – 240 с.
5. Бесекерский В.А. Теория систем автоматического управления. – СПб.: Профессия, 2003. – 752 с.
6. Нагорный В.С., Денисов А.А. Устройства автоматики гидро- и пневмосистем: учеб. пособие техн. вузов. – М.: Высшая школа, 1991. – 367 с.

Сведения об авторах

Бочкарев Сергей Васильевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: bochkarev@msa.pstu.ru

Паньков Александр Германович – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. ИСУП 20-1м, г. Пермь, e-mail: pankov.work@yandex.ru

**И.С. Петрунин, Г.А. Толмачев,
Р.Р. Фарваев, П.Ю. Сокольчик**

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОМПРЕССОРНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

В системах управления технологическими процессами давление сжатого воздуха используется для работы исполнительных устройств, преобразователей сигналов и др. К такому воздуху предъявляются определённые требования по стабильности давления, чистоте воздуха, влажности, непрерывности подачи. Для проведения занятий по изучению АСУТП, приборов и средств автоматизации в учебные лаборатории необходимо подводить подготовленный воздух КИПиА. В статье рассматривается система управления подготовки воздуха КИПиА на несколько лабораторий, используемая в учебном заведении.

Ключевые слова: система управления, воздухоподготовка, КИПиА.

**I.S. Petrunin, G.A. Tolmachev,
R.R. Farvaev, P.Yu. Sokolchik**

DEVELOPMENT OF A COMPRESSOR UNIT CONTROL SYSTEM TO IMPROVE THE EFFICIENCY AND SAFETY OF THE EDUCATIONAL PROCESS

In process control systems, compressed air pressure is used to operate actuators, signal converters, etc. Certain requirements are imposed on such air in terms of pressure stability, air purity, humidity, and continuity of supply. To conduct classes on the study of automated process control systems, devices and automation equipment, it is necessary to supply the prepared instrumentation and control air to the training laboratories. The article discusses the control system of air preparation of instrumentation and control systems for several laboratories used in an educational institution.

Keywords: management system, air preparation, I&C System.

Для управления технологическими процессами на предприятиях технологической направленности используется подготовленный воздух, который применяется для работы исполнительных устройств, пробоотборников, преобразователей сигналов и т.п. Поэтому для организации лабораторных работ по изучению соответствующих средств автоматизации и подсистем АСУТП на кафедре «Оборудование и автоматизация химических производств» (ОАХП) Пермского национального исследовательского политехнического университета используется

компрессорная установка, обеспечивающая сжатым воздухом КИПиА несколько учебных лабораторий. В случае неисправности компрессора происходит нарушение учебного процесса, так как на кафедре отсутствует возможность оперативной диагностики состояния как компрессора, так и системы его электропитания. Нарушение режимов работы приводит к поломкам компрессора. Использование компрессора для проведения разных лабораторных работ в одно и то же время приводит к необходимости преподавателей кафедры договариваться между собой о порядке включения компрессора. Цель настоящей работы – разработка и реализация системы автоматизации компрессорной установки для удобного управления установкой из разных лабораторий и обеспечения безопасной эксплуатации. Для достижения этих целей в системе управления предусматривается введение блокировок, предотвращающих аварийные режимы работы компрессора, сигнализации состояния компрессорного оборудования и введение постов дистанционного управления в лабораториях.

При разработке системы управления произведен анализ различных схем автоматизации компрессорных установок, каждая из которых имеет свои достоинства и недостатки. Например, управление возможно осуществлять через специализированный контроллер, который будет выполнять функции как регулирования, так и блокировок, но недостатком является высокая стоимость такого решения. Реализация управления с помощью релейной логики повышает доступность, однако такая система становится избыточно сложной и не гибкой. Поэтому произведен синтез схемы управления, которая наилучшим образом выполняет поставленные задачи управления компрессорной установкой кафедры, структурная схема которой представлена на рисунке. Принципы, которые были учтены при разработке схемы управления, следующие: доступность приборной базы, безопасность работы, ремонтпригодность, возможность диагностики состояния оборудования без применения специальных средств, возможность эксплуатации без специального обучения (интуитивность управления).

Измерение давления в системе подачи воздуха КИПиА производится датчиком давления с токовым выходом, дублируется двумя манометрами (в том числе электроконтактным).

Базовые функции пуска компрессора реализуются в классической схеме с электромагнитным пускателем [1]. Схема пуска управляется с помощью ручного управления по месту, а состояние схемы, сигнализация осуществляются с помощью ламп, входящих в сигнализацию по месту.

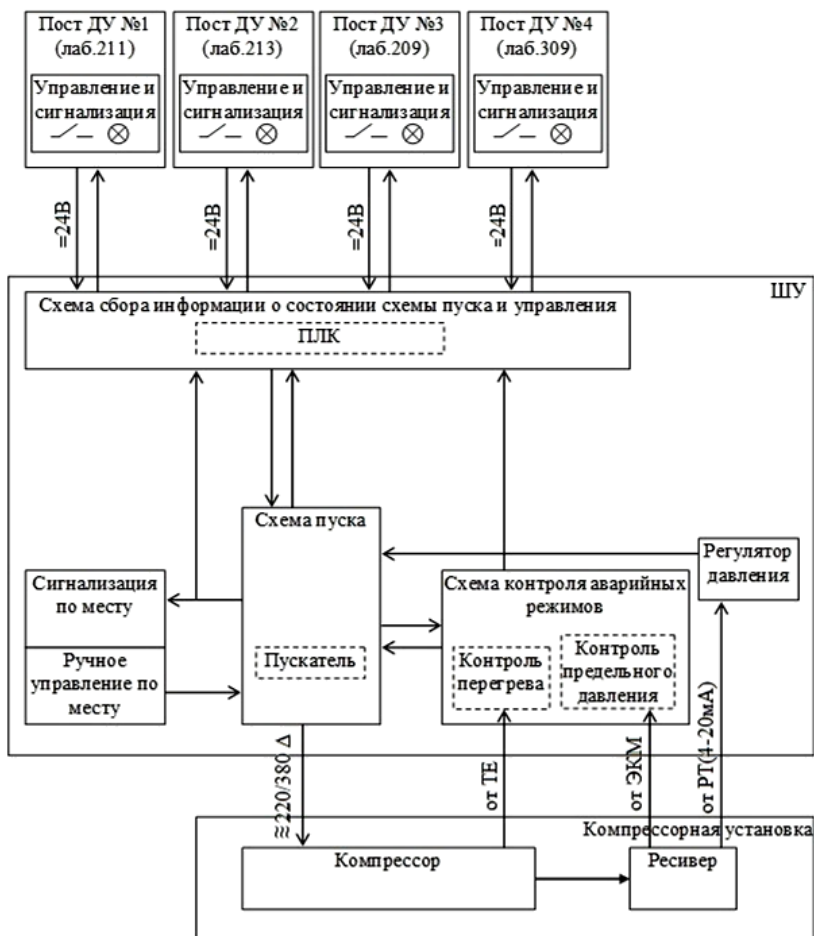


Рис. Структурная схема системы управления

Защита компрессора осуществляется в схеме контроля аварийных режимов: тепловая защита; защита по перекосу фаз; защита по перегреву цилиндра двигателя; защита при достижении давления выше допустимых пределов.

Задача поддержания давления на нужном уровне (регулирование) осуществляется с помощью локальной АСР на базе двухпозиционного регулятора в отдельном приборном исполнении [2]. В случае отказа системы дистанционного управления, использующей микропроцессор-

ный контроллер, локальная АСР будет выполнять свою функцию, что повышает живучесть системы.

Дистанционное управление и сигнализация осуществляются с дистанционных постов управления. Сбор, обработка и передача информации по управлению и сигнализации состояния системы подготовки воздуха реализуются с помощью многоканального МПК, который собирает информацию всей системы подготовки воздуха в виде дискретных и аналоговых сигналов и в обработанном виде передает на дистанционные пульты, а сигналы о дистанционном пуске передает в схему пуска. На пультах управления отображается в виде световых сигналов информация о наличии электропитания, причинах вероятного аварийного останова, состоянии работы схемы пуска, кнопки пуска/останова, давление в системе подачи воздуха. Так как вся информация собирается в виде слаботочных сигналов, на дистанционных постах управления и в каналах передачи информации не образуется опасных токов и напряжений. Количество дистанционных пультов при необходимости может быть увеличено.

При опасном изменении условий работы, грозящем аварией в компрессорной установке, должны срабатывать устройства автоматической защиты, останавливающие компрессор или иным способом предотвращающие аварию. Приборы автоматической защиты должны одновременно с остановкой компрессора включать соответствующую сигнализацию.

Автоматическая защита компрессорной установки, выраженная в автоматическом отключении компрессора, осуществляется: при повышении температуры цилиндра электродвигателя; при повышении давления в ресивере.

Защита электродвигателя компрессора осуществляется: при повышенной нагрузке на двигатель (например, при малом уровне масла в цилиндре или попадании механической примеси); при выходе напряжения питания трехфазной сети за допустимые пределы или неправильном подключении очередности фаз.

Реализация системы управления выполнена на следующих средствах автоматизации: регулятор давления ELHART ECD2-M-CR-RS, сигнализатор температуры REX-C900, микропроцессорный контроллер STARDOM FCJ, электромагнитный пускатель SIEMENS. Произведен расчет электрических параметров и выбрана следующая защита: тепловое реле, реле контроля фаз, защита по перегреву. Система управления смонтирована в навесном шкафу 1400×800×300 мм и располагается

непосредственно в компрессорном помещении. Выносные пульты управления смонтированы в компактных ящиках и располагаются в учебных лабораториях.

Разработанная система управления позволяет подключать, при необходимости, различные типы компрессоров с минимальными дополнительными настройками, что важно при замене компрессора. Состояние работы компрессорной установки определяется даже неподготовленным специальным образом мастером кафедры. Отображение состояния работы системы регулирования давления позволит преподавателям, работающим в разных лабораториях, согласовывать использование компрессора. В случае по каким-либо причинам потери давления в системе отображение значения давления на выносных постах управления позволит сократить потерю времени учебных занятий, связанную с анализом причин неработоспособности лабораторных установок.

Библиографический список

1. Клюев А.С, Глазов Б.В. Проектирование систем автоматизации технологических процессов. – М.: Альянс, 2015. – 464 с.
2. Голубятников В.А., Шувалов В.В. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности. – М.: Химия, 1985. – 345 с.

Сведения об авторах

Петрунин Иван Сергеевич – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АТП-18-16, г. Пермь, e-mail: ivan_petrudin@mail.ru

Толмачев Григорий Андреевич – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АТП-18-16, г. Пермь, e-mail: g.a.tolmachev@gmail.com.

Фарваев Руслан Ринатович – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АТП-18-16, г. Пермь, e-mail: farvaev_ruslan@mail.ru.

Соколыч Павел Юрьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Оборудование и автоматизация химических производств» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: psokol@pstu.ru.

С.М. Стрельцов

НАВИГАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ МОБИЛЬНЫМ РОБОТОМ С ПОМОЩЬЮ НЕЧЕТКОГО РЕГУЛЯТОРА

Предлагается оригинальный способ навигации на базе алгоритмов нечёткой логики мобильного робота. Разработана математическая модель системы автоматического управления, архитектуры нечётких регуляторов объезда препятствий и движения к цели. Предложен групповой нечёткий регулятор для совместной работы регуляторов в случаях возникновения противоречий. Реализация системы автоматического управления и моделирование выполнены в среде MatLab Mobile Robotics Toolbox.

Ключевые слова: мобильный робот, нечеткий регулятор, фаззификатор, блок правил, дефаззификатор, метод среднего взвешенного, групповой регулятор.

S.M. Streltsov

NAVIGATION AND CONTROL OF A MOBILE ROBOT USING A FUZZY CONTROLLER

An original way of navigation based on fuzzy logic algorithms of a mobile robot is proposed. A mathematical model of the automatic control system, the architecture of fuzzy controllers for avoiding obstacles and moving towards the target has been developed. A group fuzzy controller is proposed for the joint operation of controllers in cases of contradictions. The implementation of the automatic control system and simulation were performed in the MatLab Mobile Robotics Toolbox environment.

Keywords: mobile robot, fuzzy controller, fuzzifier, block of rules, defuzzifier, weighted average method, group controller.

В современном мире всё чаще вместо людской рабочей силы отдается предпочтение роботизированным системам, для продуктивной работы которых требуется точное и емкое написание системы автоматического управления (САУ), отражающей поставленную перед роботом задачу и позволяющей принимать адекватные решения в различных нестандартных ситуациях. В данной работе рассматривается навигация мобильного робота на базе алгоритмов нечеткой логики, которая позволяет более эффективно выполнять поставленные задачи [1].

Структурная схема представлена на рис. 1. Объектом управления является блок «Робот (ОУ)», представляющий собой самоходную тележку с двумя колесами. В блоке «цель» задаются координаты точки, которую должен достичь мобильный робот. С помощью заданных и текущих

координат в «блоке вычисления заданного угла» определяется угол поворота робота относительно оси x («gamma_зад») по формуле

$$\text{gamma_зад} = \arctg \left(\frac{y_зад - y_тек}{x_зад - x_тек} \right). \quad (1)$$

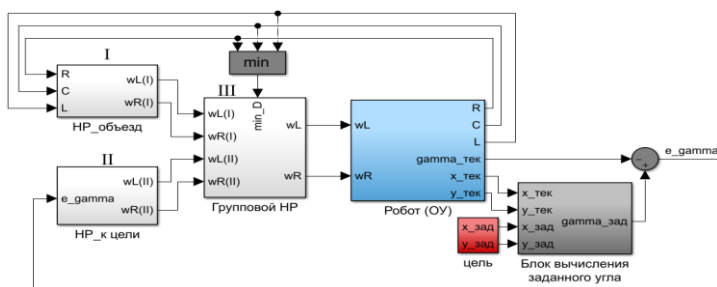


Рис. 1. Структурная схема САУ мобильным роботом

Для объезда препятствий предлагается нечеткий регулятор (см. «Д» на рис. 1), состоящий из трех входов (показания с датчиков дальности) и двух выходов (угловые скорости колёс). На выходе фаззификатора, представленного на рис. 2, получаем степени принадлежности: μ_B^R (степень принадлежности к терм-множеству «Б» для датчика «R»), μ_D^R , μ_B^C , μ_D^C , μ_B^L , μ_D^L .

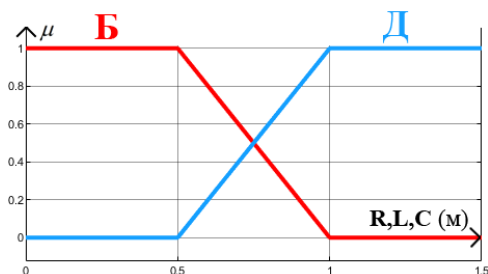


Рис. 2. Графическое представление фаззификатора, где терм-множество «Б» означает близкую дистанцию; терм-множество «Д» – дальнюю

Аналитическое описание терм-множеств фаззификатора (см. рис. 2) представлено в выражении (2) [2].

$$\mu_B^{R,C,L}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 0,5; \\ \frac{1-x}{1-0,5}, & 0,5 < x < 1; \\ 0, & x \geq 1. \end{cases} \quad \mu_D^{R,C,L}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0,5; \\ \frac{x-0,5}{1-0,5}, & 0,5 < x < 1; \\ 1, & x \geq 1. \end{cases} \quad (2)$$

Блок правил содержит четыре правила:

1) если «R» = «Б» (датчик справа показывает близкую дистанцию), то $\omega L_1 = -1$ $\omega R_1 = 1$ (поворот влево);

2) если «C» = «Б» (датчик по центру показывает близкую дистанцию), то $\omega L_2 = -1$ $\omega R_2 = 1$ (поворот влево);

3) если «C» = «Д» (датчик по центру показывает дальнюю дистанцию), то $\omega L_3 = 1$ $\omega R_3 = 1$ (движение прямо);

4) если «L» = «Д» (датчик слева показывает близкую дистанцию), то $\omega L_4 = 1$ $\omega R_4 = -1$ (поворот вправо);

Дефазификация осуществляется по методу среднего взвешенного (3) [3].

$$\omega L(I) = \frac{\mu_B^R \cdot \omega L_1 + \mu_B^C \cdot \omega L_2 + \mu_D^C \cdot \omega L_3 + \mu_B^L \cdot \omega L_4}{\mu_B^R + \mu_B^C + \mu_D^C + \mu_B^L};$$

$$\omega R(I) = \frac{\mu_B^R \cdot \omega R_1 + \mu_B^C \cdot \omega R_2 + \mu_D^C \cdot \omega R_3 + \mu_B^L \cdot \omega R_4}{\mu_B^R + \mu_B^C + \mu_D^C + \mu_B^L}.$$
(3)

На рис. 3 приведено сравнение работы нечеткого регулятора с регулятором на чёткой логике. Эффективность нечёткого регулятора обосновывается плавным изменением угловых скоростей колёс за счёт активации нескольких правил в один момент времени и расчёте их среднего взвешенного значения.

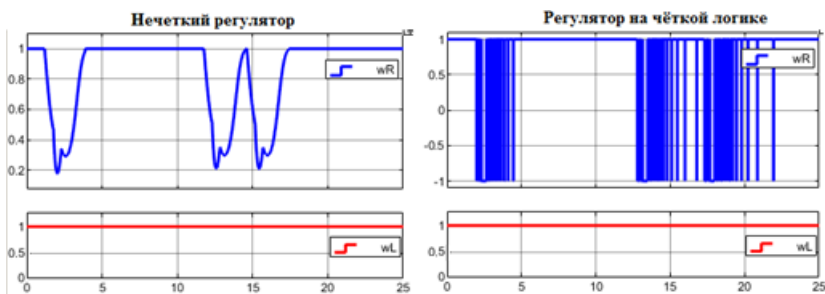


Рис. 3. Угловые скорости колёс мобильного робота при работе регуляторов объезда препятствий, где «wR» – угловая скорость правого колеса; «wL» – угловая скорость левого колеса; горизонтальная ось – ось времени моделирования

Для движения к цели предлагается нечеткий регулятор (см. «П» на рис. 1), состоящий из одного входа (отклонение от заданного угла) и двух выходов (угловые скорости колёс). На выходе фаззификатора,

представленного на рис. 4, получаем степени принадлежности: μ_O (степень принадлежности к терм-множеству «О» для разницы углов «e-gamma»), μ_H , μ_P .

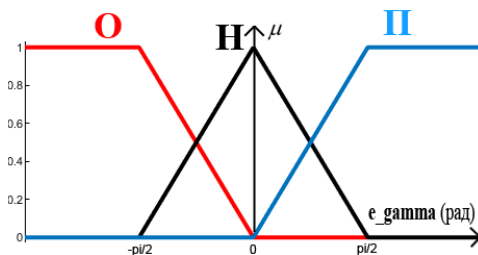


Рис. 4. Графическое представление фаззификатора, где терм-множество «О» означает отрицательную разницу углов; терм-множество «Н» – нормальную разницу углов; терм-множество «П» – положительную разницу углов

Аналитическое описание терм-множеств фаззификатора (см. рис. 4) представлено в выражении (4) [2].

$$\mu_O(x) = \begin{cases} 1, & x \leq -\frac{\pi}{2}; \\ \frac{0-x}{0-(-\frac{\pi}{2})}, & -\frac{\pi}{2} < x < 0; \\ 0, & x \geq 0. \end{cases} \quad \mu_H(x) = \begin{cases} 0, & x \leq -\frac{\pi}{2}; \\ \frac{x-(-\frac{\pi}{2})}{0-(-\frac{\pi}{2})}, & -\frac{\pi}{2} < x < 0; \\ \frac{\frac{\pi}{2}-x}{\frac{\pi}{2}-0}, & 0 \leq x < \frac{\pi}{2}; \\ 0, & x \geq \frac{\pi}{2}. \end{cases}$$

$$\mu_P(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0; \\ \frac{x-0}{\frac{\pi}{2}-0}, & 0 \leq x < \frac{\pi}{2}; \\ 1, & x \geq \frac{\pi}{2}. \end{cases} \quad (4)$$

Блок правил содержит три правила:

1) если «e_gamma» = «О» (если отклонение от заданного угла отрицательное), то $\omega L_1 = 1$ $\omega R_1 = -1$ (поворот вправо);

2) если «e_gamma» = «Н» (если отклонение от заданного угла нормальное), то $\omega L_2 = 1$ $\omega R_2 = 1$ (движение прямо);

3) если «e_gamma» = «П» (если отклонение от заданного угла положительное), то $\omega L_3 = -1$ $\omega R_3 = 1$ (поворот влево);

Дефазификация осуществляется по методу среднего взвешенного (5) [3].

$$\omega L(II) = \frac{\mu_O \cdot \omega L_1 + \mu_H \cdot \omega L_2 + \mu_P \cdot \omega L_3}{\mu_O + \mu_H + \mu_P};$$

$$\omega R(II) = \frac{\mu_O \cdot \omega R_1 + \mu_H \cdot \omega R_2 + \mu_P \cdot \omega R_3}{\mu_O + \mu_H + \mu_P}.$$
(5)

На рис. 5 приведено сравнение работы нечеткого регулятора с регулятором на чёткой логике.

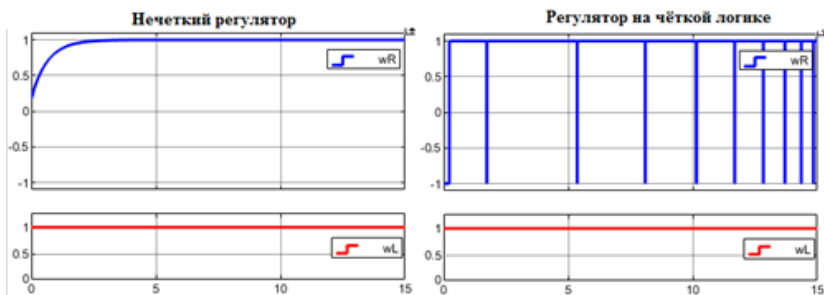


Рис. 5. Угловые скорости колёс мобильного робота при работе регуляторов движения к цели, где «wR» – угловая скорость правого колеса; «wL» – угловая скорость левого колеса; горизонтальная ось – ось времени моделирования

С целью объединения рассмотренных нечетких регуляторов разрабатывается нечеткий групповой регулятор (см. «III» на рис. 1), который имеет 5 входов («wL(I)», «wR(I)» – результат работы нечеткого регулятора объезда препятствий; «wL(II)», «wR(II)» – результат работы нечеткого регулятора движения к цели; «min_D» – минимальное значение датчиков дальности) и два выхода (результатирующие управляющие воздействия на колёса мобильного робота «wL» и «wR»), позволяет учитывать значения обоих регуляторов в расчете управляющих воздействий [4, 5].

На выходе фаззификатора, представленного на рис. 6, получаем степени принадлежности: $\mu_{\text{объезд}}$ (степень принадлежности к терм-множеству «объезд» для минимального показания датчиков «min_D»), $\mu_{\text{к цели}}$ (степень принадлежности к терм-множеству «к цели» для минимального показания датчиков «min_D»)

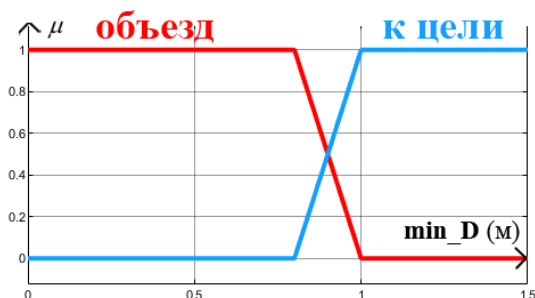


Рис. 6. Графическое представление фаззификатора, где терм-множество «объезд» означает состояние объезда препятствий; терм-множество «к цели» – состояние движения к цели

Аналитическое описание терм-множеств фаззификатора (см. рис. 6) представлено в выражении (6) [2].

$$\mu_{\text{объезд}}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 0,8; \\ \frac{1-x}{1-0,8}, & 0,8 < x < 1; \\ 0, & x \geq 1. \end{cases} \quad \mu_{\text{к цели}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0,8; \\ \frac{x-0,8}{1-0,8}, & 0,8 < x < 1; \\ 1, & x \geq 1. \end{cases} \quad (6)$$

Блок правил содержит два правила:

1) если «min_D» = «объезд» (если минимальное показание датчиков принадлежит к терм-множеству «объезд»), то $\omega L_1 = \omega L(I)$ $\omega R_1 = \omega R(I)$ (значения нечеткого регулятора объезда);

2) если «min_D» = «к цели» (если минимальное показание датчиков принадлежит к терм-множеству «к цели»), то $\omega L_2 = \omega L(II)$ $\omega R_2 = \omega R(II)$ (значения нечеткого регулятора движения к цели).

Дефаззификация осуществляется по методу среднего взвешенного (7) [3].

$$\omega L = \frac{\mu_{\text{объезд}} \cdot \omega L_1 + \mu_{\text{к цели}} \cdot \omega L_2}{\mu_{\text{объезд}} + \mu_{\text{к цели}}}; \quad \omega R = \frac{\mu_{\text{объезд}} \cdot \omega R_1 + \mu_{\text{к цели}} \cdot \omega R_2}{\mu_{\text{объезд}} + \mu_{\text{к цели}}}. \quad (7)$$

Результаты моделирования САУ с групповым регулятором (см. рис. 1), представленные на рис. 7, подтверждают работоспособность разработанной САУ мобильного робота.

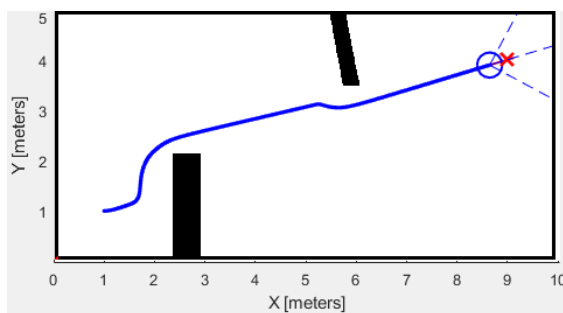


Рис. 7. Траектория движения робота (синяя линия)

Библиографический список

1. Мартыненко Ю.Г. Управление движением мобильных колесных роботов // Фундаментальная и прикладная математика. – 2005. – Т. 11. – Вып. 8. – С. 29–80.
2. Хижняков Ю.Н. Алгоритмы нечеткого, нейронного и нейро-нечеткого управления в системах реального времени: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2013. – 156 с.
3. Гостев В.И. Проектирование нечетких регуляторов для систем автоматического управления. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 416 с.
4. Петунин В.И. Математические модели многосвязных систем автоматического управления с селекторами каналов // Вестник УГАТУ. – 2011. – Т. 15, № 2 (42). – С. 52–58.
5. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MatLab. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 288 с.

Сведения об авторе

Стрельцов Сергей Максимович – магистрант Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АТ-21-1м, г. Пермь, e-mail: StreltsovSM@yandex.ru

П.С. Шаманаев, О.А. Билоус

РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПАССАЖИРСКОГО ЛИФТА

В статье разрабатывается и реализуется имитационная модель системы автоматического управления пассажирским лифтом. Это позволит наглядно показать работу алгоритмов движения и выявить их недостатки. Кроме того, данная модель позволит определить и показать, какое звено регулирования лучше всего подходит для пассажирского лифта.

Ключевые слова: лифт, имитационная модель, система автоматического управления, LabView.

P.S. Shamanaev, O.A. Bilous

DEVELOPMENT OF A SIMULATION MODEL OF THE AUTOMATIC CONTROL SYSTEM OF A PASSENGER ELEVATOR

This article considers a simulation model of an automatic control system for a passenger elevator is developed and implemented. This will allow you to visually show the work of motion algorithms and identify their shortcomings. In addition, this model will allow you to determine and show which control link is best suited for a passenger elevator.

Keywords: elevator, simulation model, automatic control system, LabView.

Современное здание сложно представить без инженерных систем, которые представляют собой совокупность элементов коммуникаций и инженерного оборудования, используемых для проживания людей в безопасных условиях или для повышения условий труда, одним из таких элементов является лифт.

На рис. 1 можно увидеть обобщенную функциональную схему [1]. Она состоит из нескольких основных частей. Это кабина лифта, приводы лебедки, приводы дверей и шкаф управления.

Для управления лифтом необходима трёхуровневая система автоматизации:

– верхний уровень – реализован в виде автоматизированной системы контроля, управления и диспетчеризации. Она позволяет опреде-

лять в любой момент времени положение кабины. Формировать отчеты об ошибках в работе алгоритмов, неисправностей системы. В случае получения сигнала о неисправности диспетчер сразу отправляет ремонтную бригаду на точку. Взаимодействие диспетчера с данной системой осуществляется через SCADA-систему с визуализацией;

- средний уровень – отвечает за слаженную работу всех составляющих системы и за функционирование алгоритмов работы. Он занимается приемом и обработкой всех сигналов, поступающих с датчиков;

- нижний уровень – состоит из устройств, с помощью которых осуществляется работа лифта. Из датчиков положения, кнопок вызова, электрического привода, частотного преобразователя, грузозвешивающего устройства, датчиков движения дверей.

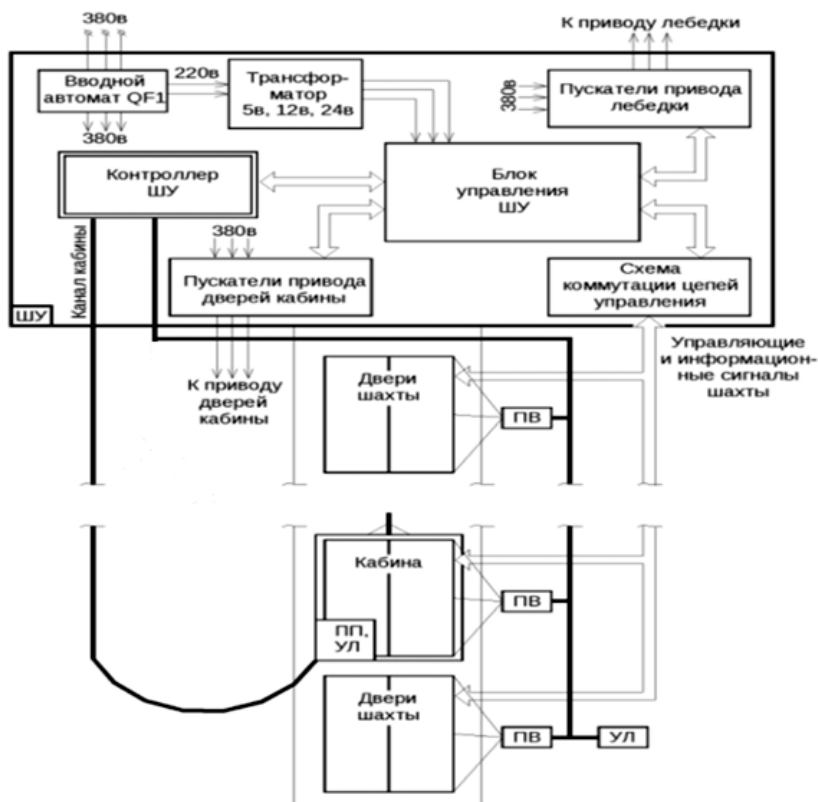


Рис. 1. Обобщенная функциональная схема

На рис. 2 показана структурная схема данной системы. Здесь обозначены элементы системы: АРМ – автоматизированное рабочее место; ЧП – частотный преобразователь; УУД – устройство управления дверьми; АД – асинхронный двигатель; ПД – привод дверей; ДС – датчик скорости; ГВУ – грузозвешивающее устройство; ДТО – датчик точной остановки; УУЛ – устройство управления лифтом [2].

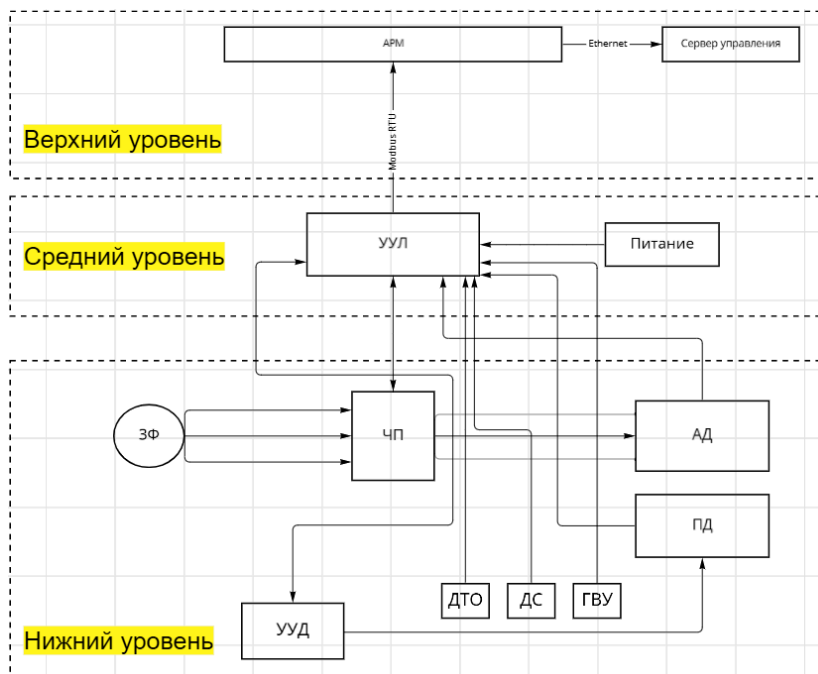


Рис. 2. Структурная схема лифта

В реальных лифтах используется оборудование, перечисленное ниже.

1. Наиболее распространенный тип двигателя в лифтах – это одно- или двухскоростные асинхронные с короткозамкнутым ротором. Конструкция такого типа позволяет быстро изменять частоту вращения за счет переключения обмотки на другое число полюсов. Также они дешевле и надежнее, чем, например, АД с фазным ротором. Маркировка: 5АН200МВ4/24.

2. Основным критерием для выбора частотного преобразователя для управления двигателем является то, чтобы он превосходил по мощ-

ности двигатель, к которому будет подключен. Маркировка: INVT CHV180A-015G-4.

3. В качестве датчиков скорости и остановки используются герконовые датчики. Геркон является герметизированным переключателем с пружинными контактами, изготовленными из ферромагнитного материала, замыкающимися под действием магнитного поля. Датчик представляет собой баллон малого диаметра, внутри которого создан вакуум. При возникновении напряженности магнитного поля концы пружины, находящиеся на расстоянии десятых долей миллиметра, притягиваются друг к другу и замыкают контакт. При уменьшении величины напряженности поля пружины возвращаются в исходное положение и контакт размыкается. Маркировка: DGM16-NO/NC-DC-2-PL.

4. Грузовзвешивающее устройство выбираем подпольного типа. Таким образом оно позволит не только определять массу кабины лифта, но и блокировать движение при недостаточном весе пассажира. Например, чтобы маленький ребенок случайно никуда не уехал. Маркировка: Eco-ring.

5. Для управления дверьми используется устройство управления дверьми. Данное устройство обеспечивает плавное и быстрое перемещение дверей, определяет текущее положение дверей и выдает сигналы открытого (ВКО) и закрытого (ВКЗ) положения, а также сигнал наличия препятствия (РВМ). Кроме того, обеспечивает защиту от перенапряжения и помех. Маркировка: EcoDrive-2.

6. Также отдельно понадобится устройство управления лифтом. Оно будет управлять алгоритмом движения лифта, а также контролировать работу вышеупомянутого оборудования. Маркировка: Gate-IC-Elevator.

Разработка алгоритма последовательного движения лифта, определение зависимости скорости от массы и типа звена – эти задачи могут выполняться и аналитически, но гораздо удобнее, когда эти процессы можно не только вычислить, но и промоделировать. При создании модели лифта необходимо учитывать:

- алгоритм последовательного движения;
- зависимость скорости от звена регулирования;
- зависимость тока якоря от массы пассажиров.

Разработка модели состоит из двух этапов:

1. Создание алгоритма работы модели.
2. Визуализация.

Для этого нам понадобится программная среда разработки, где будет реализован алгоритм работы (рис. 3) и SCADA-система, которая эти алгоритмы сможет визуализировать.

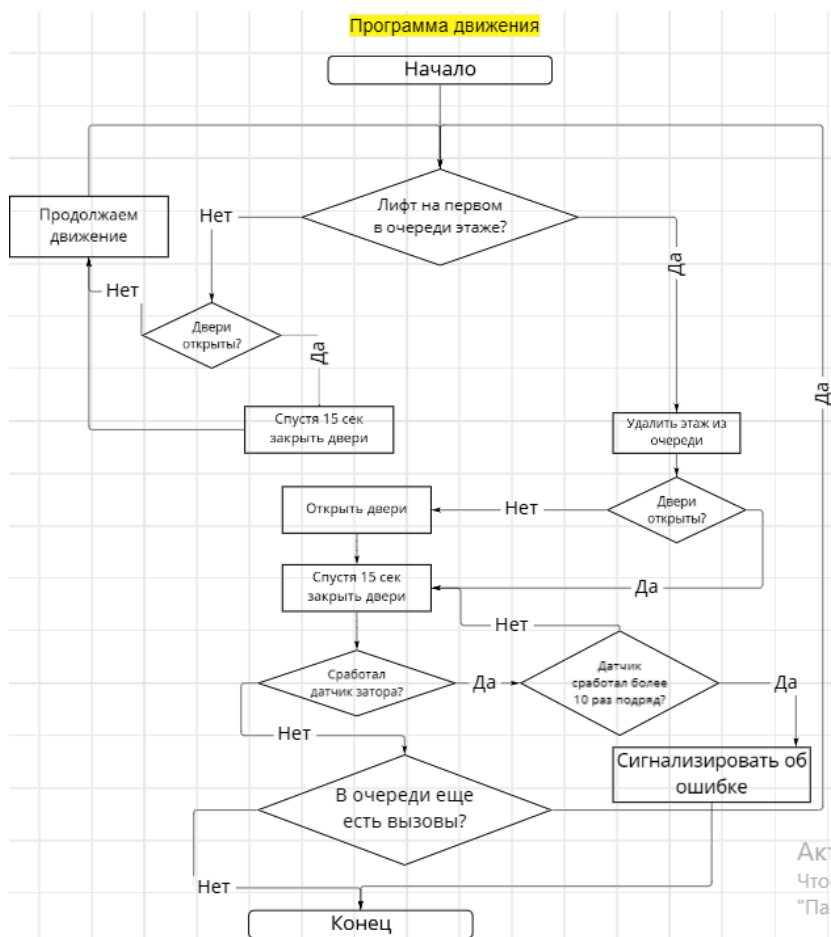


Рис. 3. Пример алгоритма обработки движения кабины и дверей

После того как описаны алгоритмы управления лифтом, необходимо их реализовать. Для этого была выбрана программная среда LabView. Программа LabView является виртуальным прибором и состоит из двух частей:

- блочной диаграммы, описывающей логику работы виртуального прибора;
- лицевой панели, описывающей внешний интерфейс виртуально-го прибора.

На рис. 4 представлен вид лицевой панели САУ лифта. Слева находится шахта с имитацией движения кабины и дверей. Рядом находится панель в кабине лифта с выбором нужного этажа и командой открытия и закрытия дверей. Справа можно наблюдать график скорости лифта и график тока якоря.

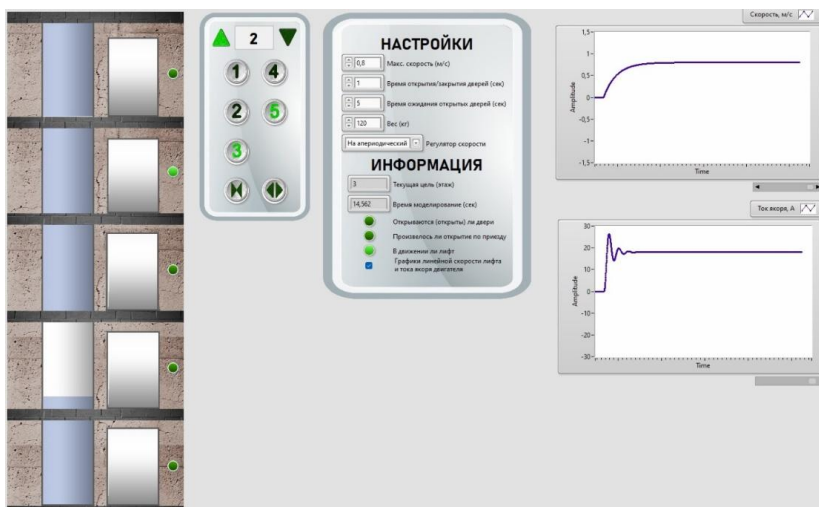


Рис. 4. Лицевая панель модели

На панели настроек модели лифта можно задавать основные параметры работы лифта, а также выбирать звенья для регулирования графика скорости.

На данный момент там установлены:

- линейный регулятор скорости;
- апериодический регулятор скорости;
- ПИД-регулятор скорости.

Но при необходимости этот список можно легко дополнить, если возникнет необходимость.

Библиографический список

1. Шалыто А.А., Наумов Л.А. Искусство программирования лифта. Объектно-ориентированное программирование с явным выделением состояний // Информационно-управляющие системы. – 2003. – № 6. – С. 38–49.
2. Егоров К.А. Системы управления пассажирскими лифтами. – М.: Стройиздат, 1977. – 236 с.

Сведения об авторах

Шаманаев Павел Сергеевич – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета, гр. АТПП-18-16, г. Пермь, e-mail: pasha_shamanaev@mail.ru

Билоус Ольга Анатольевна – старший преподаватель кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации» Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, e-mail: bilous_oa@pstu.ru

СОДЕРЖАНИЕ

Секция I. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ	3
Кузнецов Д.Б., Аксенов М.А. Шаблионизация в веб-разработке	4
Антипова А.С., Прозорова Л.Ю. Значимость информационной системы вуза для школьников и абитуриентов	9
Аптукова А.Ф., Тарутин А.В. Автоматизация учета движения заказов в общественном питании	15
Артемьев И.А., Посягин А.И., Цыганцев В.А. Разработка основного измерительного нейрона на базе микроконтроллера STM8 для самомаршрутизирующегося аналого-цифрового преобразователя	19
Ахмаров А.А., Петренко А.А. Модель программного обеспечения задачи «Оплата пользования веб-сервисом объявлений об аренде складских помещений»	26
Барышникова Н.А., Тарутин А.В. Информационно- измерительная система диагностики состояния организма на основе анализа параметров пульсовой волны	31
Бахматов Д.Н., Тарутин А.В. Исследование процесса аутентификации, авторизации и учета	36
Богданов М.В., Петренко А.А. Алгоритм повышения точности определения местоположения на стороне клиента за счет применения методов сглаживания задержки	41
Борисов К.С., Долгова Е.В. Автоматизированная система торговли ценными бумагами предприятия	48
Погудин А.Л., Вахрушев И.А. Разработка автоматизированной системы управления насосным оборудованием в производстве СОЖ в ООО «ЛЛК-Интернешнл»	53
Кузнецов Д.Б., Гилязов Р.А. Использование цифровой подписи в электронном документообороте	59
Суворов А.О., Глазырин К.В. Автоматизация учета личного состава службы связи	63
Глухова О.А., Малышева Е.С., Тур А.И. Разработка модели оценки оптимальности конструкции шагающей платформы	69

Диденко А.Б., Куций Д.Н. Основные этапы разработки компьютерной игры	73
Домрачев К.Е., Федоров А.Б. Разработка системы автоматизированного управления умным домом	81
Дунина М.А., Мыльников Л.А. Исследование процесса обеспечения контроля состояния оборудования	88
Иванникова О.М., Кузнецов Д.Б. Особенности расчёта ёмкости и мощности ИБП для телекоммуникационного шкафа в дата-центре	92
Иванов А.С., Тарутин А.В. Сравнение быстродействия веб-сервисов на основе архитектур REST и GraphQL	96
Кавалеров Б.В., Килин Г.А., Суслов А.И. Разработка и применение искусственных нейронных сетей для управления энергетическими газотурбинными установками	102
Кузнецов Д.Б., Калинин Н.А. Особенности наследования объектов в веб-программировании с ReactJS	109
Каплина К.И., Никулин В.С. Адаптивный виртуальный измеритель температуры за камерой сгорания на базе нечеткой логики	116
Касимов Д.В., Щапов В.А. Разработка информационной модели данных системы учёта кабельных трасс	124
Кирпа А.К. Исследование внедрения лабораторной информационной системы	129
Ковыляев Д.А., Данилова Е.Ю. Сравнение эвристических методов для построения диагностической последовательности для модели единичных константных отказов ПЛИС	134
Куликов В.С. Использование контейнеризации для развертывания приложений	140
Федоров А.Б., Куракин В.А. Разработка матричного дисплея на адресных светодиодах	144
Курушин Д.С., Курушина Д.Д., Хохрякова Е.А. О возможности организации разновозрастных групп ДО	148
Кылосова К.А., Прозорова Л.Ю. Разработка модели повышения мотивации сотрудников предприятия	152

Максимцов В.С., Широков А.А. Совершенствование методики тестирования программного обеспечения в условиях коллективной разработки	158
Фёдоров А.Б., Набатов Е.С. Разработка автоматизированной системы построения изображений на белой маркерной доске	164
Никитина К.А., Есипенко И.А. Модификация искусственной радиально-базисной нейронной сети для аппроксимации теплового дрейфа волоконно-оптического гироскопа	168
Никитин М.С. Разработка и моделирование отказоустойчивой ячейки LUT	174
Опокина Д.В., Шапов В.А. Разработка модуля «Электронный дневник практик студентов колледжа»	180
Мыльников Л.А., Отинова О.В. Разработка метода оценки инновационных проектов с помощью машинного обучения	184
Федоров А.Б., Ощепков К.В. Режимы работы светотехники рюкзака	191
Перетягин И.О., Масич Г.Ф. Разработка автоматизированной системы учета заявок пользователей корпоративной сети	195
Петров М.С., Федоров А.Б. Разработка программного обеспечения для информационно-развлекательного стенда ...	200
Письменный Д.А., Полевщиков И.С. Совершенствование программных модулей веб-системы сбора и обработки данных об успеваемости студентов	204
Погудин А.Л., Хохрякова Е.А., Некрасов К.Л. Применение робототехнических конструкторов при изучении робототехники детьми различного возраста	210
Подлесных И.А., Бахтин В.В. Методы декомпозиции искусственных нейронных сетей с учетом возможности распараллеливания вычислений	215
Полякова О.А., Гончаров А.В. Проектирование и разработка программной системы автоматизации учета и анализа параметров износа бандажей колесных пар промышленных локомотивов	221
Поносова В.О., Аксёнов А.А., Файзрахманов Р.А. Исследование математической модели для выявления манипуляции «фронтраннинг» на московской бирже	228

Расселл А.Н.Н. Применение свойств амплитудно-частотных характеристик для определения состояний электродвигателя постоянного тока	234
Рубцов Ю.Ф., Шипицын А.О. Разработка электронного журнала учёта выполненных работ по калибровке средств измерений	239
Полякова О.А., Савин С.А. Разработка программного обеспечения задачи оценки и анализа ключевых показателей производительности работы сотрудников предприятия на базе платформы Websoft HCM	244
Прозорова Л.Ю., Яруллин Д.В., Сухих И.И. Информационная система поддержки принятия решений для абитуриентов	250
Трошев И.И., Виноградов М.Н., Тарутин А.В. Формирование прогноза цен на электроэнергию в ПАО «Пермэнергосбыт»	257
Карлов Д.А., Трутнев Д.В. Анализ состояния существующей локальной вычислительной сети кафедры ИТАС	262
Тюлькин И.Ф., Масич Г.Ф. Теоретические основы построения системы безопасности сети	266
Тютюных А.А., Тютюных Е.А. Моделирование троса методом интегрирования Верле с переменным числом сегментов	272
Уваров А.А. Обзор и сравнение библиотек для компьютерного зрения	279
Цинкер Н.С., Щапов В.А. Применение протокола SOAP для взаимодействия с веб-сервисом Роскомнадзора	284
Чеха А.М., Куший Д.Н. Актуальность применения и принципы разработки чат-бота для подготовки к ЕГЭ	289
Гусин А.Н., Шадрин М.В. Разработка автоматизированной системы для зарядных станций	295
Шмелев П.Ю., Прозорова Л.Ю. Выбор архитектурного подхода для создания интеграционной системы	299
Секция II. АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ	305
Андриевская Н.В., Алексутина-Князева П.О. Анализ методов управления качеством воды	306

Петроченков А.Б., Семенов А.С., Бартова Е.С. Цифровое «клонирование» электротехнических комплексов нефтедобывающих объектов	312
Даденков Д.А., Белькевич К.С. Реализация многосвязной системы автоматического управления абсорбцией формальдегида	319
Волков Е.М., Андриевская Н.В. Расчет регулятора для системы поддержания пластового давления на нефтяном месторождении	326
Зиануров А.Ш., Шумихин А.Г. Сбор и интеграция данных для разработки калибровочных моделей поточного анализатора качества химических продуктов	336
Исламов Р.Р., Шумихин А.Г. Модернизация системы программно-логического управления пакетоформирующей машиной ф. Möllers в производстве сыпучих материалов	342
Корнилицин Д.К., Дадиев Р.Ю., Шумихин А.Г. К приобретению знаний по управлению технологическим процессом сушки КСI в печи кипящего слоя на калийном предприятии с целью разработки экспертной системы	350
Могильников А.В., Андриевская Н.В. Исследование биоэлектрической системы управления макетом бионической руки на основе датчиков регистрации биосигналов ViTronics	355
Паньков А.Г., Бочкарев С.В. Графическая идентификация передаточных функций исполнительных устройств в автоматизированных системах испытательных стендов	360
Петрунин И.С., Толмачев Г.А., Фарваев Р.Р., Сокольчик П.Ю. Разработка системы управления компрессорной установки для повышения эффективности и безопасности учебного процесса	367
Стрельцов С.М. Навигация и управление мобильным роботом с помощью нечеткого регулятора	372
Шаманаев П.С., Билоус О.А. Разработка имитационной модели системы автоматического управления пассажирского лифта	379

Научное издание

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ**

Материалы всероссийской научно-технической
конференции
(г. Пермь, 8–10 июня 2022 г.)

В двух томах
Том I

Корректор *М.Н. Афанасьева*

Подписано в печать 22.12.2022
Формат 60×90/16. Усл. печ. л. 24,44
Тираж 100 экз. Заказ 215/2022

Издательство
Пермского национального исследовательского
политехнического университета.
Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, к. 113.
Тел. (342) 219-80-33.