

МОЛОДОЙ  
Учёный



VII Международная научная конференция

# ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

Часть I



Москва

Главный редактор: *И. Г. Ахметов*

Редакционная коллегия сборника:

*М. Н. Ахметова, Ю. В. Иванова, А. В. Каленский, В. А. Куташов, К. С. Лактионов, Н. М. Сараева, Т. К. Абдрасилов, О. А. Авдеюк, О. Т. Айдаров, Т. И. Алиева, В. В. Ахметова, В. С. Брезгин, О. Е. Данилов, А. В. Дёмин, К. В. Дядюн, К. В. Желнова, Т. П. Жуйкова, Х. О. Жураев, М. А. Игнатова, К. К. Калдыбай, А. А. Кенесов, В. В. Коварда, М. Г. Комогорцев, А. В. Котляров, В. М. Кузьмина, К. И. Курпаяниди, С. А. Кучерявенко, Е. В. Лескова, И. А. Макеева, Т. В. Матроскина, Е. В. Матвиенко, М. С. Матусевич, У. А. Мусаева, М. О. Насимов, Б. Ж. Паридинова, Г. Б. Прончев, А. М. Семахин, А. Э. Сенцов, Н. С. Сенюшкин, Е. И. Титова, И. Г. Ткаченко, С. Ф. Фозилов, А. С. Яхина, С. Н. Ячинова*

Руководитель редакционного отдела: *Г. А. Кайнова*

Ответственный редактор: *Е. И. Осянина*

Международный редакционный совет:

*З. Г. Айрян (Армения), П. Л. Арошидзе (Грузия), З. В. Атаев (Россия), К. М. Ахмеденов (Казахстан), Б. Б. Бидова (Россия), В. В. Борисов (Украина), Г. Ц. Велковска (Болгария), Т. Гайич (Сербия), А. Данатаров (Туркменистан), А. М. Данилов (Россия), А. А. Демидов (Россия), З. Р. Досманбетова (Казахстан), А. М. Ешиев (Кыргызстан), С. П. Жолдошев (Кыргызстан), Н. С. Игисинов (Казахстан), К. Б. Кадыров (Узбекистан), И. Б. Кайгородов (Бразилия), А. В. Каленский (Россия), О. А. Козырева (Россия), Е. П. Колпак (Россия), А. Н. Кошербаева (Казахстан), К. И. Курпаяниди (Узбекистан), В. А. Куташов (Россия), Кыят Э. Л. (Турция), Лю Цзюань (Китай), Л. В. Малес (Украина), М. А. Нагервадзе (Грузия), Ф. А. Нурмамедли (Азербайджан), Н. Я. Прокопьев (Россия), М. А. Прокофьева (Казахстан), Р. Ю. Рахматуллин (Россия), М. Б. Ребезов (Россия), Ю. Г. Сорока (Украина), Г. Н. Узаков (Узбекистан), Н. Х. Хоналиев (Таджикистан), А. Хоссейни (Иран), А. К. Шарипов (Казахстан), З. Н. Шуклина (Россия)*

Т38 **Технические науки в России и за рубежом : материалы VII Междунар. науч. конф. (г. Москва, ноябрь 2017 г.).** — Москва : Издательский дом «Буки-Веди», 2017. — iv, 98 с.  
ISBN 978-5-4465-0943-0

В сборнике представлены материалы VII Международной научной конференции «Технические науки в России и за рубежом».

Предназначен для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов технических специальностей, а также для широкого круга читателей.

УДК 62(01)

ББК 30

## СОДЕРЖАНИЕ

## ИНФОРМАТИКА И КИБЕРНЕТИКА

**Алешко Р.А.**

Разработка методики автоматизированной обработки детальных аэроснимков с беспилотного летательного аппарата ..... 1

**Бушев Ю.В.**

Интеграция платформы Node.js в мобильное приложение iOS ..... 2

**Вердиев С.Г., Нагиева А.Ф., Гусейнов З.Н.**

Симметричное (одноключевое) шифрование данных при защите информации в компьютерных сетях .. 5

**Груздев О.В.**

Инвалидация кэш-данных с использованием нормального распределения Гаусса в авиационных программных продуктах ..... 7

**Губин Г.В.**

Headless-архитектура информационной системы предприятия. .... 10

**Дроздова И.И., Жилин В.В.**

Генераторы случайных и псевдослучайных чисел ..... 13

**Дроздова И.И., Жилин В.В.**

Безопасность облачных хранилищ ..... 16

**Дроздова И.И., Обухова А.Д.**

Определение авторства текста по частотным характеристикам ..... 18

**Жилин В.В., Дроздова И.И.**

Модели безопасности на основе дискреционной политики ..... 21

**Жилин В.В., Дроздова И.И.**

Искусственный интеллект в современных компьютеризированных системах ..... 23

**Ишбулатов А.Р., Кузнецова Н.Д.**

Система автоматического управления углом поворота нарузки. .... 26

**Ишбулатов А.Р., Кузнецова Н.Д.**

Система управления расходом топлива ..... 29

**Коновалов М.В.**

ETL: обзор и роль в развитии компаний ..... 31

**Обухова А.Д., Дроздова И.И.**

Разработка программного продукта для определения авторства текста ..... 34

## ЭЛЕКТРОНИКА, РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

**Аверченко А.П., Лыжин А.А., Седнев Н.В., Новиков М.Д.**

Особенности работы с приемопередатчиком NRF24L01+. .... 39

**Ткаченко А.С.**

Интегративные модули для электронных систем, включая лазерные диоды, с интенсивной системой охлаждения, базирующейся на алмазно-медных композитных материалах ..... 42

<b>Шибeko P.B.</b> Система мониторинга автотранспорта .....	51
<b>Yusupov Y.T., Jurayeva G.X.</b> Essays on the history of radio in Tashkent .....	55

## ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

<b>Визавитин O.И., Таякин C.Д.</b> Теоретическое описание устройства дистанционного управления освещением при помощи воздействия звуковых сигналов .....	59
--	----

## ЭНЕРГЕТИКА

<b>Абидов K.Г.</b> Влияние самозапуска электродвигателей на устойчивую работу насосных станций оросительных систем .....	67
<b>Абрамов В.В., Бухтояров Л.Д., Черных А.С., Афоничев Д.Н., Троянов И.Н.</b> Оценка эффективности использования бензопил в различных технологических процессах лесосечных работ .....	72
<b>Казаков А.М., Олейник М.А.</b> Настоящее и будущее российского сжиженного природного газа на мировом рынке .....	75
<b>Мысак Н.Б., Марченко М.В.</b> Оценка углеводородного потенциала ОАО «ЛУКОЙЛ» .....	82

## МАШИНОСТРОЕНИЕ

<b>Заслонов В.В., Кравченко Н.А., Ходжаев С.С.</b> Требования по обеспечению живучести и общей работоспособности морских технологических комплексов .....	86
<b>Литвинов А.В., Попов Д.И., Родина Д.Е.</b> Выбор системы возбуждения тяговых электрических двигателей на тепловозах .....	89
<b>Литвинов А.В., Попов Д.И., Родина Д.Е.</b> Оценка эффективности применения универсального стенда для испытаний тяговых двигателей .....	93

# ИНФОРМАТИКА И КИБЕРНЕТИКА

## Разработка методики автоматизированной обработки детальных аэроснимков с беспилотного летательного аппарата

Алешко Роман Александрович, кандидат технических наук  
Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова (г. Архангельск)

*В статье рассматриваются технологии автоматизированной обработки снимков, получаемых средствами беспилотного летательного аппарата в предметной области, связанной с выявлением параметров лесных насаждений.*

**Ключевые слова:** методика, БПЛА, аэроснимки, обработка, цифровые изображения

Большинство современных исследований в области дистанционного зондирования Земли проводятся на основе спутниковых снимков. Разрешающая способность детальных снимков, поставляемых пользователю равна в среднем 0,5 метра на пиксель. Такого разрешения, как правило, недостаточно для идентификации отдельных объектов на изображении.

Альтернативным вариантом получения данных сверхвысокого разрешения о территории является съемка беспилотными летательными аппаратами (БПЛА). По стоимости данный вид съемки близок к детальной спутниковой, но имеет ряд преимуществ, таких как отсутствие помех, связанных с облачностью, высокое разрешение, высокая оперативность съемки и др. Новые методы получения данных требуют, соответственно, новых методов автоматизированной обработки полученной информации. В исследовании предлагается методика автоматизированного выделения крон деревьев по данным аэросъемки, полученных с БПЛА. Методика включает набор алгоритмов обработки изображений, применяемых последовательно к исходному изображению.

Во многом развитие средств съемки с БПЛА предвосхищает развитие спутниковой съемки. Так или иначе, спутниковая съемка развивается по пути увеличения пространственного разрешения, а автоматизированные методы обработки снимков с БПЛА в последствии (при достижении спутниковыми приборами необходимых параметров) могут быть применены к спутниковой съемке.

Исследование свойств объектов лесной растительности с использованием данных дистанционного зондирования проводится на протяжении длительного периода времени в работах многих российских и зарубежных ученых. Большинство работ в области определения параметров лесных древостоев по данным дистанционного зондирования были ориентированы на данные спутниковой съемки среднего и высокого разрешения. Часто данные с космиче-

ских аппаратов не позволяют определить характеристики лесов с необходимой точностью. При этом использование съемки с авиационных средств зачастую является экономически необоснованным и значительно увеличивает стоимость проведения лесоинвентаризационных работ.

Технологической основой получения данных о территории выступили малые БПЛА. По данным аэросъемки был сформирован ортофотоплан территории с привязкой к географическим координатам. Наличие трехосевой системы стабилизации цифровой камеры на БПЛА позволило избежать искажений, связанных различными углами визирования. Пространственное разрешение материалов аэросъемки — 5 см на пиксель.

В качестве опорного материала использовалась растровая карта лесных ресурсов на исследуемый участок предыдущего лесоустройства, а также таксационное описание в форме, принятой в государственных органах лесоправления. Для разработки и тестирования разработанных методов и алгоритмов применялась открытая геоинформационная система QGIS и язык программирования Python.

По аэроснимкам анализировались параметры лесных древостоев. Был проведен анализ данных признаков с использованием методов машинного зрения. В частности, применялись методы ASF-фильтрации, применена сегментация методом водораздела с маркерами. В результате преобразований были получены контуры крон деревьев.

С использованием этих данных была проведена актуализация информации о лесном участке. В частности, за основу брались такие признаки как тон и размер кроны. На основе связей между диаметром кроны и диаметром ствола, установленных в исследованиях Кузьмичева, был выполнен расчет запаса древостоя на участке.

Полученные результаты были проверены на нескольких пробных площадях в полевых условиях инструментальными и глазомерными средствами. Максимальная ошибка в расчете запаса насаждений составила 17,3%.

Этот процент погрешности является допустимым для глазомерной таксации.

В качестве объекта апробации методики использовался лесной участок в Тарнянском участковом лесничестве

Шенкурского лесничества Архангельской области. Достоверность полученных результатов сопоставима с достоверностью глазомерной таксации, а в ряде случаев превышает ее.

#### Литература:

1. Алешко, Р.А., Гурьев А.Т. Методика тематического дешифрирования спутниковых снимков лесных территорий на основе структурных моделей // Известия Вузов. Приборостроение. 2013. Т. 56. № 7. с. 76–77.
2. Алешко, Р.А., Гурьев А.Т. Структурное моделирование взаимосвязей дешифровочных признаков спутниковых снимков и таксационных параметров лесных насаждений — Труды СПИИРАН. Вып. 29 (2013). с. 180–189.
3. Богданов, А.П., Алешко Р.А., Шошина К.В., Демиденко С.А. Использование материалов детальной спутниковой съемки для таксации лиственницы сибирской в Архангельской области // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2016. № 1 (349). с. 74–82. doi:10.17238/issn0536–1036.2016.1.74
4. Гусев, И.И. Таксация древесного ствола срубленного и растущего дерева. Учебное пособие — Архангельск: Издательство АЛТИ. 1992. — 80 с.
5. Кузьмичев, В.В. Закономерности роста древостоев. Новосибирск: Наука. 1977. — 160 с.
6. Сухих, В.И. Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве. Йошкар-Ола: МарГТУ. 2005. — 392 с.

## Интеграция платформы Node.js в мобильное приложение iOS

Бушев Юрий Владимирович, инженер-программист  
ИП Бушев Юрий Владимирович (г. Нижний Новгород)

Популярность и быстрый рост количества разработчиков на платформе Node.js поставили её в один ряд с самыми популярными языками и WEB фреймворками, такими как PHP и Python. Node.js изначально была разработана как серверная платформа с допущениями, которые не всегда соответствуют модели приложения и уникальным задачам мобильных операционных систем. Несмотря на это, интеграция платформы Node.js в мобильное приложение открывает широкие возможности для JavaScript разработчиков.

В статье мы рассмотрим успешный опыт компании *Janea Systems* по адаптации JavaScript движка ChakraCore от *Microsoft*. А также его практическое применение для выполнения Node.js приложений на платформах iOS и Android.

Node или Node.js — программная платформа, основанная на движке V8 (транслирующем JavaScript в машинный код), превращающая JavaScript из узкоспециализированного языка в язык общего назначения. [1]

Одна из проблем, которая полностью блокирующая любые попытки заставить классический Node.js работать в iOS: Apple не разрешает компиляцию Just-In-Time на iOS (за исключением своего собственного механизма JavaScriptCore). Механизм JavaScript, который поддерживает Node — V8 компании Google, полагается на компиляцию JIT для выполнения JavaScript (даже с добавлением интерпретатора Ignition, V8 все равно должен генерировать код во время выполнения, что не соответствует ограничению iOS).

К счастью, Microsoft опубликовала Node-ChakraCore, форк Node.js, который добавляет поддержку для использования движка ChakraCore вместо V8. Вместо того, чтобы модифицировать исходный код Node.js, чтобы использовать другой движок, как это сделал JXcore, они написали адаптацию поверх ChakraCore, которая по существу имитирует V8 API. Благодаря такому подходу форк намного проще синхронизировать с родительским проектом.

Node-ChakraCore открывает возможность для Node.js и iOS, потому что ChakraCore имеет хорошо оптимизированный, 100%-ный режим без интерпретатора JIT.

Для демонстрации рассмотрим интеграцию Node.js и React Native приложения. React Native позволяет разработчикам писать мобильные приложения, в первую очередь, с использованием JavaScript, при этом есть возможность простой интеграции нативного исходного кода (iOS и Android). [2]

Предполагая, что у вас установлен Node.js на рабочем компьютере, используем *npm* для установки утилиты командной строки модуля *create-react-native-app*, Рис. 1.

```
sudo npm install -g create-react-native-app
```

Рис. 1. Установка cli утилиты

Команды, изображенные на Рис. 2, создадут каталог с именем *AwesomeProject* внутри текущего рабочего каталога. Внутри *AwesomeProject* будет создана исходная структура проекта и установлены требуемые NPM зависимости.

```
create-react-native-app AwesomeProject  
  
cd AwesomeProject  
npm start
```

Рис. 2. Создание нового проекта, при помощи cli утилиты

При помощи команды: «*react-native run-ios*» мы можем запустить наше приложение в эмуляторе iOS. Далее, добавим NPM модуль «*nodejs-mobile-react-native*» в зависимости проекта и установим его нативные библиотеки (Рис. 3).

```
npm install nodejs-mobile-react-native --save  
  
react-native link nodejs-mobile-react-native
```

Рис. 3. Интеграция с модулем Node.js

После установки «*nodejs-mobile-react-native*» NPM, внутри приложения будет создан каталог: «*nodejs-assets/nodejs-project*». Эта директория будет упакована вместе с вашим приложением. Фоновый проект будет запущен со входной точкой — *main.js*. По умолчанию директория содержит файлы *sample-main.js* и *sample-package.json* содержащие образец проекта (echo client-server). Для теста необходимо переименовать *sample-main.js* в *main.js* и *sample-package.json* в пакет *package.json*.

В итоге файл *main.js* будет выглядеть следующим образом (Рис. 4):

```
1  const rn_bridge = require('rn-bridge');  
2  
3  // Echo every message received from react-native.  
4  rn_bridge.channel.on('message', msg => {  
5    rn_bridge.channel.send(JSON.stringify({  
6      msg,  
7      versions: process.versions  
8    }));  
9  });
```

Рис. 4. Пример простого приложения (эхо сервера) на Node.js

На стороне React Native приложения, изменим файл *App.js*, как показано на Рис. 5. Непосредственно после загрузки основного компонента приложения, будет создан дополнительный поток для выполнения Node.js. Также, добавим кнопку, по клику на которую будет происходить отправка сообщения через канал, реализованный в библиотеке. Для получения ответа от Node.js приложения, установим обработчик событий на «*nodejs.channel*».

```

1  import React from 'react';
2  import { StyleSheet, Text, View, Button } from 'react-native';
3  //noinspection JSUnresolvedVariable
4  import nodejs from 'nodejs-mobile-react-native';
5
6  export default class App extends React.Component {
7
8      constructor(props) {
9          super(props);
10
11          this.state = {
12              msg: {
13                  msg: 'versions',
14                  versions: {}
15              }
16          }
17      }
18
19      componentWillMount() {
20          nodejs.start();
21          nodejs.channel.addListener('message', (msg) => {
22              this.setState({msg: JSON.parse(msg)});
23          }, this);
24      }
25
26      render() {
27          return (
28              <View style={styles.container}>
29                  <Text>{this.state.msg.msg}</Text>
30                  <Text style={styles.versionsBox}>{JSON.stringify(this.state.msg.versions, null, 2)}</Text>
31                  <Button title="Message Node"
32                      onPress={() => nodejs.channel.send('Hi there!')}
33              />
34              </View>
35          );
36      }
37  }
38
39  const styles = StyleSheet.create({
40      container: {
41          flex: 1,
42          backgroundColor: '#fff',
43          alignItems: 'center',
44          justifyContent: 'center',
45      },
46      versionsBox: {
47          margin: 15,
48          padding: 5,
49          backgroundColor: '#efefef'
50      }
51  });

```

Рис. 5. App.js – основной файл мобильного приложения

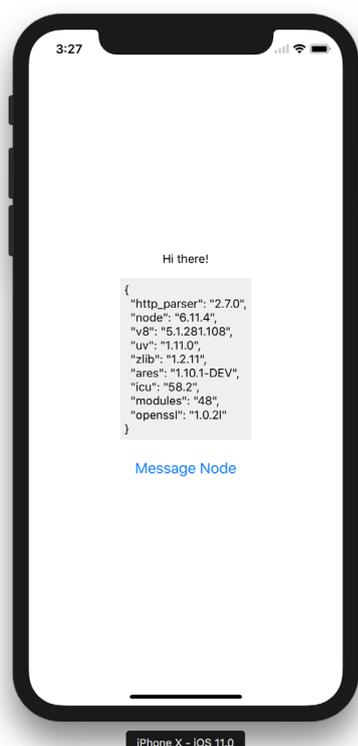


Рис. 6. Демонстрация выполнения приложения в iOS эмуляторе

После запуска приложения, нажмем на кнопку «Message Node», в ответ мы получим и выведем на экран телефона сообщение «Hi there!», а также версии стандартных модулей платформы Node.js. Результат выполнения приложения представлен на Рис. 6.

Конечно, Node.js также можно добавить в любое обычное приложение iOS, написанное в Objective-C или Swift. Для этого нужно слинковать проект с библиотекой Node.js и добавить исходный код JavaScript в XCode проект. В приложении, при старте, нужно создать поток и запустить Node.js. Теперь у вас есть возможность использовать встроенные модули Node.js и экосистему NPM.

#### Литература:

1. Node.js. // Википедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Node.js> (дата обращения: 21.10.2017).
2. React Native. // Facebook: A framework for building native apps using React. URL: <https://facebook.github.io/react-native> (дата обращения: 21.10.2017)

## Симметричное (одноключевое) шифрование данных при защите информации в компьютерных сетях

Вердиев Саки́т Гамбай оглу, доктор технических наук, профессор;  
Нагиева Абабил Фахраддин гызы, старший преподаватель;  
Гусейнов Закир Насиб оглу, и. о. доцента  
Азербайджанский технологический университет (г. Гянджа)

В статье рассматриваются методы и средства защиты информации в компьютерных сетях путем симметричного шифрования в секретных каналах связи при передаче информации, проблемы внедрения. Приводится сравнительный анализ их преимуществ и недостатков.

**Ключевые слова:** информационная безопасность, шифрование данных, генератор ключей, канал связи, симметричное шифрование

Для защиты информации в компьютерных сетях при обмене данными широко применяются методы шифрования информации.

Важным элементом систем с криптографическим шифрованием является наличие «строго засекреченного канала связи» для передачи секретного ключа (рис. 1). Как видно из рисунка, согласно криптографической системе с секретным ключом, лицо передающее информацию, используя секретный ключ алгоритма шифрования, передает незащищённый, «открытый» текст по назначению лицу принимающему.

Для акцентирования внимания на факте использовании отправителем и получателем одного и того же ключа, обычно метод шифрования с секретным ключом называется одноключевым или симметрическим шифрованием.

Ключ шифрования, как правило, формируется генератором ключей и строго предохраняется от соперников (криптоаналитик или злоумышленник) и передается получателю по специальному предохраняемому каналу связи.

Получатель в свою очередь, используя этот же ключ, расшифровывает принятую шифрограмму в открытый текст. Здесь ключ шифрования ( $K$ ) представляет собой последовательность символов условленного алфавита. В качестве подобного алфавита часто используется двоичная  $\{0,1\}$ .

$$T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$$

Согласно предлагаемому методу отправитель создает открытый текст  $T$  и шифрует его с помощью шифратора.

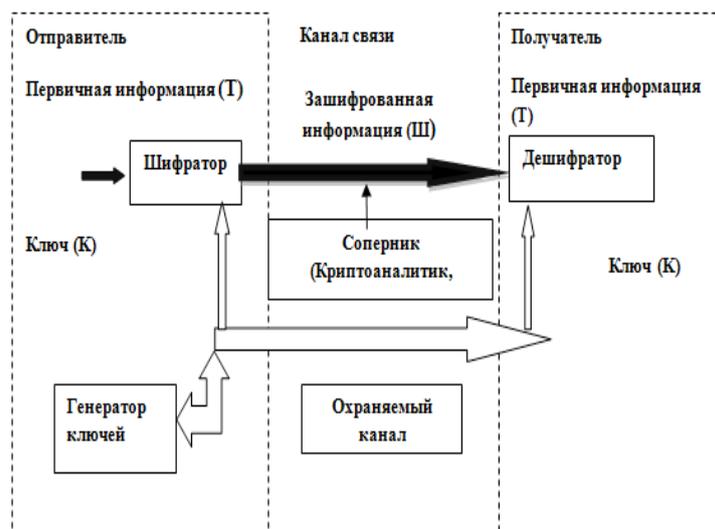


Рис. 1. Общая схема криптографического симметричного шифрования

Как отмечено выше, процедуру шифрования  $S = E_k(T)$  можно представить с помощью функции преобразования.

Очевидно, что криптографическая функция шифрования применяется с использованием ключа  $K$  к открытому тексту  $T$ .

Как видно из схемы на рис. 1 алгоритм, имеющийся у получателя, способен выполнить обратное преоб-

зование. Однако в распоряжении получателя должен быть секретный ключ  $K$ . Получатель, обладающий этим ключом, дешифрует шифротекст с помощью функции

$$T = D_k(S)$$

получая, таким образом первичный текст.

При этом предполагается, что соперник (криптоаналитик или злоумышленник) обладает, кроме первичного текста и ключа  $K$ , всеми деталями процесса шифрования. Другими словами, даже если соперник сумеет перехватить шифротекст, из-за отсутствия у него ключа  $K$ , не сумеет раскрыть его [1].

В зависимости от вида преобразований, выполняемых при шифровании открытых текстов, симметричные системы шифрования реализуются на основе таких методов шифрования, как подмена, перестановка и комбинирование.

Недостатком метода симметричного шифрования является то, что секретный ключ должен быть известен как отправителю, так и получателю, это означает, что перед началом пользования криптографической симметричной системы шифрования обе стороны обязательно должны обладать секретным ключом. В это время возникает проблема передачи ключа получателю по строго предохраняемому секретному каналу связи. Передача ключа должна производиться в условиях максимальной конфиденциальности так, чтобы потенциальный противник (злоумышленник) не смог перехватить его.

Другим недостатком является то, что получатель, располагая шифрованным и открытым текстами не имеет возможности доказать получение информации от какого-то конкретного лица (отправителя), а также возможность получателя собственноручно генерировать какую угодно информацию и его шифротекст и утверждать получение информации от другого лица. Т. е. получатель, обладая секретным ключом, не завися от отправителя, может генерировать аналогичную информацию, шифровать и расшифровывать её.

К криптографическим одноключевым системам можно отнести стандарты DES, DES3, AES и др. Рассмотрим стандарт DES.

Стандарт DES (Data Encryption Standard) был разработан и принят к использованию в качестве криптографического шифрования информации в 1978 г. в Америке. Реализация DES алгоритма позволяет использование его как аппаратного, так и программного обеспечения при скорости шифрования в нескольких мегабайтах в секунду [2].

В основе шифра DES лежит сеть Фейстеля. Основу же сети Фейстеля (обычно называют  $F$  функцией) составляет метод превращения перемещения во множестве блоков.  $F$  функция состоит из отрицаний итераций текста, производимых над блоками.

Если  $X$  - шифруемый текст, а  $X_i = \{A_i, B_i\}$  его блок, то одну итерацию сети Фейстеля и полученный в его конце результат можно выразить следующим образом

$$X_{i+1} = B_i \parallel (A_i \oplus F(B_i, K_i)).$$

Здесь  $K_i$  — ключ шифрования,  $\parallel$  — операция,  $\oplus$  — операция по суммированию (и, или) побитному на базе модуля 2.

Для осуществления шифрования с помощью алгоритма DES используются 4 рабочих режима: электронная книга кодирования — ECB (Electronic Code Book), установка шифровых блоков — CBC (Cipher Block Chaining) обратная связь по зашифрованному тексту CFB (Cipher Feed Back) и обратная связь по выходу — OFB (Output Feed Back).

Алгоритм DES при шифровании использует множество комбинаций операций замены и перестановки. DES оперирует блоками длиной 64 бит и основывается на их 16-ти кратные перестановки [3].

Для шифрования используется ключ, длиной в 56 бит (8 символов ASC по семь бит). На самом же деле длина ключа равняется 64 бит, однако только 56 из них имеют значение, а остальные 8 используются для контрольно-проверочных целей. Другими словами, длина паролей не может быть больше 8 символов. Если в паролях используются только буквы и цифры, тогда количество вариантов пароля будет значительно меньше максимально возможного количества ( $2^{56}$ ). В качестве примера стандарта DES можно рассмотреть метод Vigenere. Ниже показан пример одноразового превращения 64 битного текста, т. е. его шифрование.

DES делит информацию в 64 бит на 2 части по 32 бит. Одна из них называется левый (left) бит, а другая — правый (right) бит. Правый бит после превращения преобразуется в левый, а левый бит в правый бит. Но при преобразовании левого бита в правый, он (левый бит) объединяется с функцией и операцией expansion, в итоге чего получается правый бит в 32 бит. Этот процесс повторяется 16 раз и таким образом вся информация шифруется. Следует отметить, что при шифровании с помощью алгоритма DES приходится использовать множество таблиц. Для максимального усложнения процесса раскрытия шифра путем вычисления ключа, эти таблицы, очень тщательно составленные авторами, должны восприниматься как стандартные и должны быть использованы при реализации алгоритма DES без каких-либо изменений. Как было отмечено ранее, при практическом использовании систем симметричного шифрования, одной проблем возникающих перед пользователями системы является передача (получателю) хранимого в условиях строгой секретности ключа [4].

Если в системе имеются  $n$  абонентов, то для обеспечения безопасности обмена информацией между ними необходимо разработать для каждого пользователя свой собственный ключ.

Из этого следует, что для возможности каждого пользователя осуществлять обмен информацией с другими пользователями, он должен обладать секретными ключами в количестве  $n-1$ , хранить и оберегать их от посторонних лиц. В целом же, в системе должно генерироваться  $n*(n-1/2)$  секретных ключей, которые должны быть доставлены своему «хозяину» и строго оберегаться от злоумышленников.

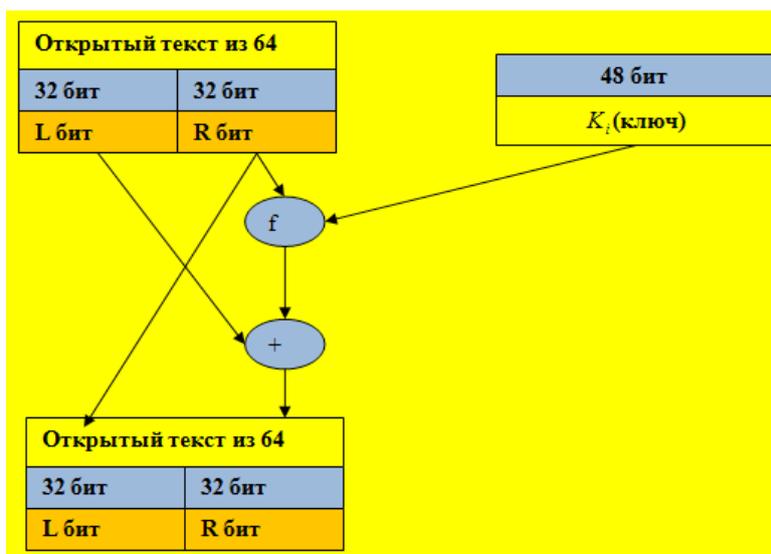


Рис. 2. Структурная схема алгоритма DES (или структура итерации сети Фейстель)

*Литература:*

1. Нагиева, А. Ф. Корпоративные сети и проблемы безопасности. Молодой ученый Международный научный журнал № 29 (133) // г. Казань, 2016. 34–36 стр.
2. В. Ф. Шаньгин. Информационная безопасность компьютерных систем и сетей. Москва, ИД «форум» — инфра-м, 2011. 356 стр.
3. İquluyev, R. M., İmamverdiyev Y. M. Kriptoqrafiyanın saslari. Bakı, «İnformasiya texnologiyaları» 2006–192 s.
4. Firewalls and Internet security [www.anatoy.su.oz.au. //http://www.anatoy.su.oz.au/danny/book-review/h/firewals\\_and\\_Internet\\_Security.html](http://www.anatoy.su.oz.au/danny/book-review/h/firewals_and_Internet_Security.html).

## Инвалидация кэш-данных с использованием нормального распределения Гаусса в авиационных программных продуктах

Груздев Олег Владиславович, магистр

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

*В статье рассматриваются технологические особенности электронной коммерции авиакомпаний. Приводится пример проблемы, связанный с финансовыми затратами на совершение транзакций в хостовую систему авиакомпании и предлагается вариант ее решения с помощью кэширования данных. Предложен метод определения периода инвалидации кэш-данных с заданной вероятностью обновления наличия мест на рейсе, произведен пример расчета.*

**Ключевые слова:** *распределение Гаусса, нормальное распределение, инвалидация кэш-данных, электронная коммерция, хостовые транзакции*

В современном мире роль пассажирских и грузовых авиоперевозок сложно переоценить. Ежедневно совершаются тысячи коммерческих рейсов. Появление интернета и развитие IT технологий в целом, наложило свой положительный отпечаток на бизнес авиакомпаний, если ранее билеты на авиарейс возможно было купить только в специализированных местах у агентов в билетных кассах, то теперь большая часть покупок билетов и дополнительных

услуг совершается через интернет, самостоятельно пользователем, либо агентом по запросу пассажира. Подавляющее большинство авиакомпаний используют комплексные системы и программные разработки специализированных IT компаний, в функционал которых входит хранение и предоставление, с использованием прикладных программных интерфейсов, таких данных как: расписание рейсов, маршруты и хабы, тарифные правила, наличие

мест на конкретном рейсе, интерлайн соглашения и другие. Финансовая модель получения дохода упомянутыми выше специализированными IT компаниями от авиакомпаний часто заключается во взимании платы за каждую совершенную транзакцию при совершении пассажиром таких действий, как поиск необходимого рейса (совершаются транзакции в хостовую систему для получения сведений о наличии мест на рейсе), далее бронирование места и резервирование дополнительных услуг (питание, багаж). Независимо от типа канала продаж авиакомпании (агентская сеть — посредники, собственные кассы, собственный интернет сайт) процесс поиска и бронирования билетов сопряжен с совершением транзакций в хостовую систему авиакомпании, наиболее частые из которых — транзакции по запросу наличия мест на рейсе.

Серьезной проблемой могут стать финансовые потери авиакомпании, которые заключаются в транзакционных издержках. Несмотря на относительную дешевизну каждой отдельной транзакции — запроса на наличие мест в систему резервации авиакомпании, при многочисленных

обращениях пассажиров к сайту авиакомпании на предмет поиска рейсов и услуг, суммарная стоимость таких транзакций может достигать сотен тысяч долларов в месяц.

Решением данной проблемы является программное кэширование данных о наличии мест, т. е. сохранение данных о наличии мест в разных кабинах самолета во внутреннюю базу данных. Таким образом, ответ на основную массу запросов пользователя должен формироваться из внутренней кэш-базы данных, и лишь малая часть из них должна доходить до внешней системы резервации, совершая тем самым платную транзакцию. Основная проблема данного решения — своевременное обновление (инвалидация) кэш-данных. Обновление кэш-данных доступности мест на конкретном рейсе позволяет пользователю всегда получать актуальные данные о ценах оставшихся мест на борту и избегать ошибок при бронировании выбранных мест, в случае, когда пользователь выбрал конкретный тариф, отображенный посредством извлечения данных из кэш-базы, но при этом сами данные о количестве оставшихся мест в данном классе обслуживания утратили свою актуальность.

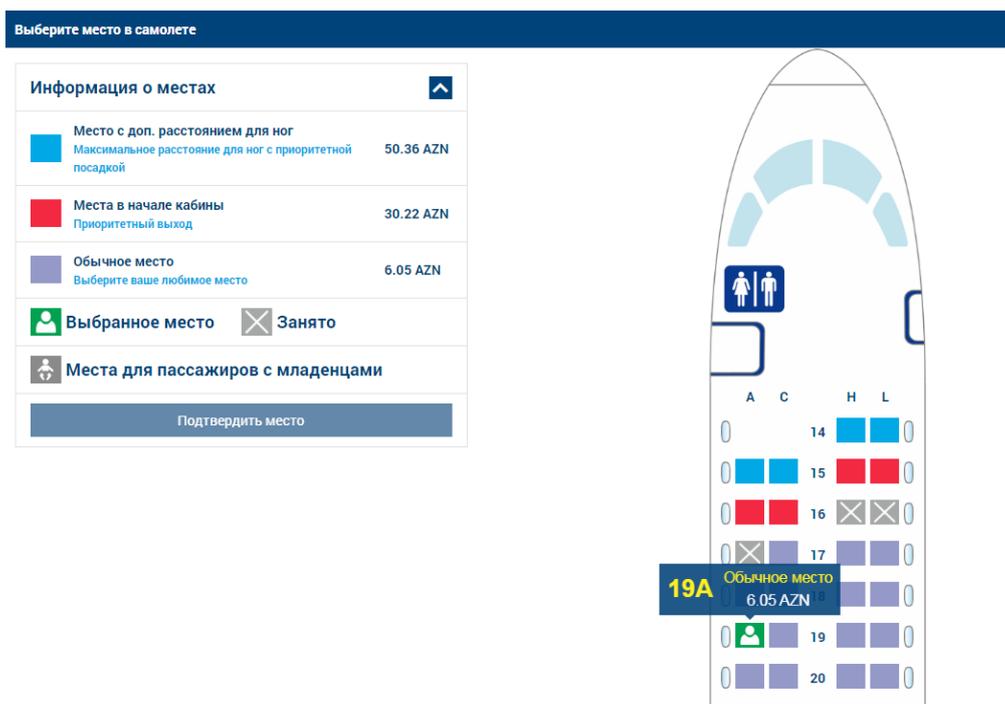


Рис. 1. Процесс проверки наличия мест на борту выбранного рейса и последующего бронирования

Рассмотрим поиск и продажу билетов на конкретный рейс авиакомпании. Классическим подходом к продаже мест в салоне самолета является разделение пассажирских зон на «классы», множество всех мест в самолете разбивается на 10–20 подмножеств, каждое из которых обозначается буквой латинского алфавита. Каждое из таких подмножеств имеет свою цену и продается в порядке возрастания цены, при этом данные подмножества группируются в так называемые «кабины» (по 3–4 «класса» в одной кабине), что позволяет гибко формировать уровни цен и обслуживания пассажиров [2]. В среднем уровень продаж для кон-

кретного рейса значительно меняется не чаще одного раза в сутки. Таким образом, внутри указанного интервала времени покупки билетов на рейс происходят с примерно одинаковой периодичностью. Данный факт говорит о том, что обновление информации в кэш-базе наличия мест должно происходить через определенный промежуток времени, равный периоду покупки билета с небольшими отклонениями — случайными погрешностями, которые могут быть вызваны разбросом количества посетителей сайта авиакомпании в разное время суток, изменением цен конкурентов и многим другим. Исходя из этого, можно утвер-

ждать, что в заданном интервале, распределение промежутков времени покупок билетов подчиняется закону Гаусса (распределение Гаусса или нормальное распределение). Экспериментальным путем, было получено 50 значений периодов покупок билетов на рейс. Среднее значение периода покупок было вычислено по формуле

$$\bar{x} = \frac{x_1+x_2+\dots+x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \tag{1} [1],$$

полученное значение при округлении до одной секунды оказалось  $\bar{x} = 300$ с. Исходя из полученных результатов была построена гистограмма (рис 2.).



Рис. 2. Гистограмма распределения временных периодов покупок авиабилетов

Для того, чтобы понять точное время, через которое необходимо инвалидировать кэш-данные, следует описать случайную погрешность (отклонение значения периода покупки от среднего значения) и указать вероятность  $P(k)$  попадания значения периода покупки в интервал заданной

полуширины  $\Delta x$ , таким образом  $X - \Delta x < x_i < X + \Delta x$  (2), где  $\Delta x$  можно выразить через  $\sigma$  (средняя квадратичная погрешность единичного измерения) и множитель  $k$ :  $\Delta x = k\sigma$  (3) [1]. На рисунке 3 и в таблице 1 представлены вычисленные теоретически значения  $P(k)$

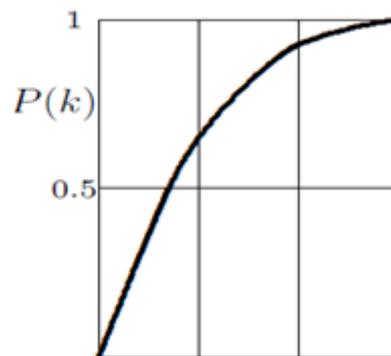


Рис. 3. Функция вероятности

Рассчитаем среднюю квадратичную погрешность измерения используя выражение

$$\sigma = \sqrt{\frac{(x_1-\bar{x})^2+(x_2-\bar{x})^2+\dots+(x_n-\bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i-\bar{x})^2}{n-1}} \tag{4} [1]$$

Результирующая средняя квадратичная погрешность равна 24,802 с. Таким образом, произведя данные расчеты, мы можем вычислить полуширину доверительного интервала по выражению (3), взяв коэффициент  $k = 2$ , имеем  $\Delta x \approx 50$  с. Данный результат имеет важную ин-

Таблица 1

$k = \frac{\Delta x}{\sigma}$	Доверительная вероятность $P(k)$
1	0.68
2	0.95
2.6	0.99
3	0.997

терпретацию, исходя из расчетов можно утверждать, что с вероятностью 95 % период каждой следующей покупки билета будет лежать в пределах значений от 250 до 350 секунд. Таким образом, чтобы покрыть возможность обновления количества оставшихся мест на 95 %, необходимо инвалидировать кэш-данные путем пропуска запросов напрямую в хостовую систему авиакомпании с интервалом 350 секунд. Это позволит максимально сократить финансовые издержки авиакомпании на совершение платных транзакций, т. к. с уверенностью можно считать, что каждая покупка будет совершаться с периодом 350 секунд.

Предложенный метод инвалидации возможно применять к каждому отдельному классу обслуживания, что даст более точные результаты в связи с неравномерностью спроса на тарифы в разных ценовых категориях. Недостатком этого метода является незначительная, но не исключенная полностью, возможность ошибки, которая выражается в том, что реальное обновление количества оставшихся мест на борту может произойти раньше события инвалидации кэш-данных по заданному периоду.

#### Литература:

1. Савельев, А. И., Фетисов И. Н. Обработка результатов измерений при проведении физического эксперимента. — М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1990. — 32 с.
2. Gerald, N. Cook, Bruce G. Billig. Airline Operations and Management: A Management Textbook. — 1. — New York: Routledge, 2017. — 362 с.

## Headless-архитектура информационной системы предприятия

Губин Григорий Викторович, программист

ЗАО «Фанерный завод «Власть труда» (г. Нижний Ломов, Пензенская обл.)

Под термином «headless software» (англ. *программное обеспечение без головы*) подразумевается программное обеспечение, работающее без пользовательского интерфейса (например, веб-сервер или СУБД). Так же, в настоящее время набирают популярность так называемые «Headless websites» (англ. *безголовые веб-сайты*) — это сайты, как правило расположенные в облачной инфраструктуре, но при этом с пользователем напрямую не работают, а передают данные пользовательским приложениям через программные интерфейсы.

В данной статье, применяя термин «headless», я хочу рассмотреть более широкое его определение — это не столько отсутствие пользовательского интерфейса у программного обеспечения, сколько возможное отсутствие «головного» сервера, то есть децентрализованная информационная система. Все части информационной системы при этом взаимодействуют между собой через программные интерфейсы (API), которые должны быть хорошо задокументированы и жестко унифицированы в

пределах всей системы. Пользовательский интерфейс в этом случае может быть построен с помощью любой доступной или предпочтительной технологии — будь то веб-приложение на HTML и JavaScript через посредничество веб-сервера, мобильное или *desktop*-приложение, работающее через нативные для этих систем пользовательские интерфейсы.

Рассмотрим традиционную информационную систему небольшого предприятия (Рис. 1).

На первый взгляд, все выглядит нормально: пользуясь системой учета с единой базой данных, мастер смены указывает выработку продукции, кладовщик ведет учет прихода/расхода материалов, бухгалтерия на основании этих данных ведет бухгалтерский учет. Проблемы начинаются, когда автоматизируются какие-либо участки производства, или возникает потребность во внутреннем сетевом ресурсе — например базе знаний на wiki-движке (Рис. 2).

Как видно на Рис. 2, части системы оказались изолированными, и этому есть несколько серьезных причин.

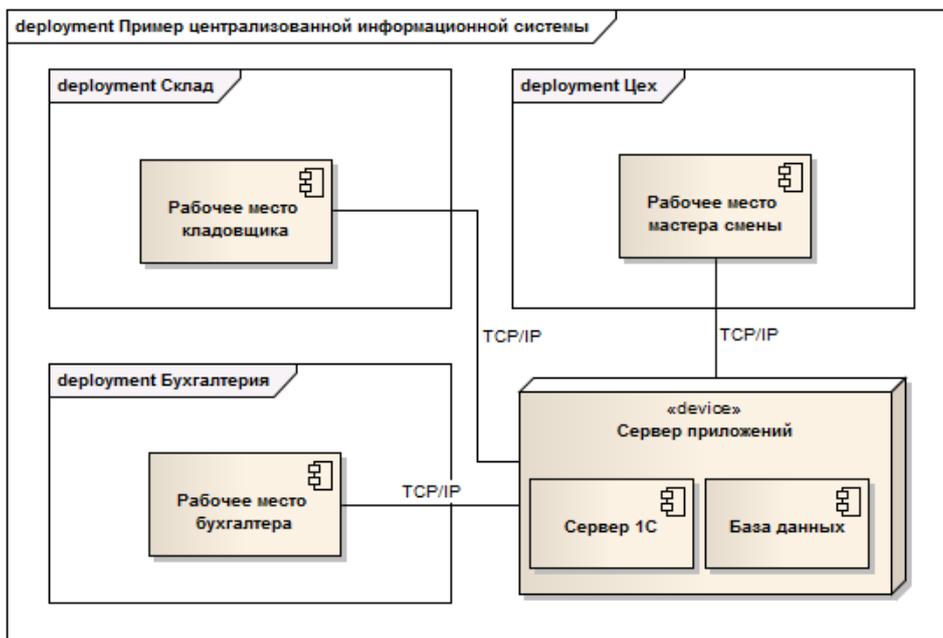


Рис. 1. Пример централизованной информационной системы

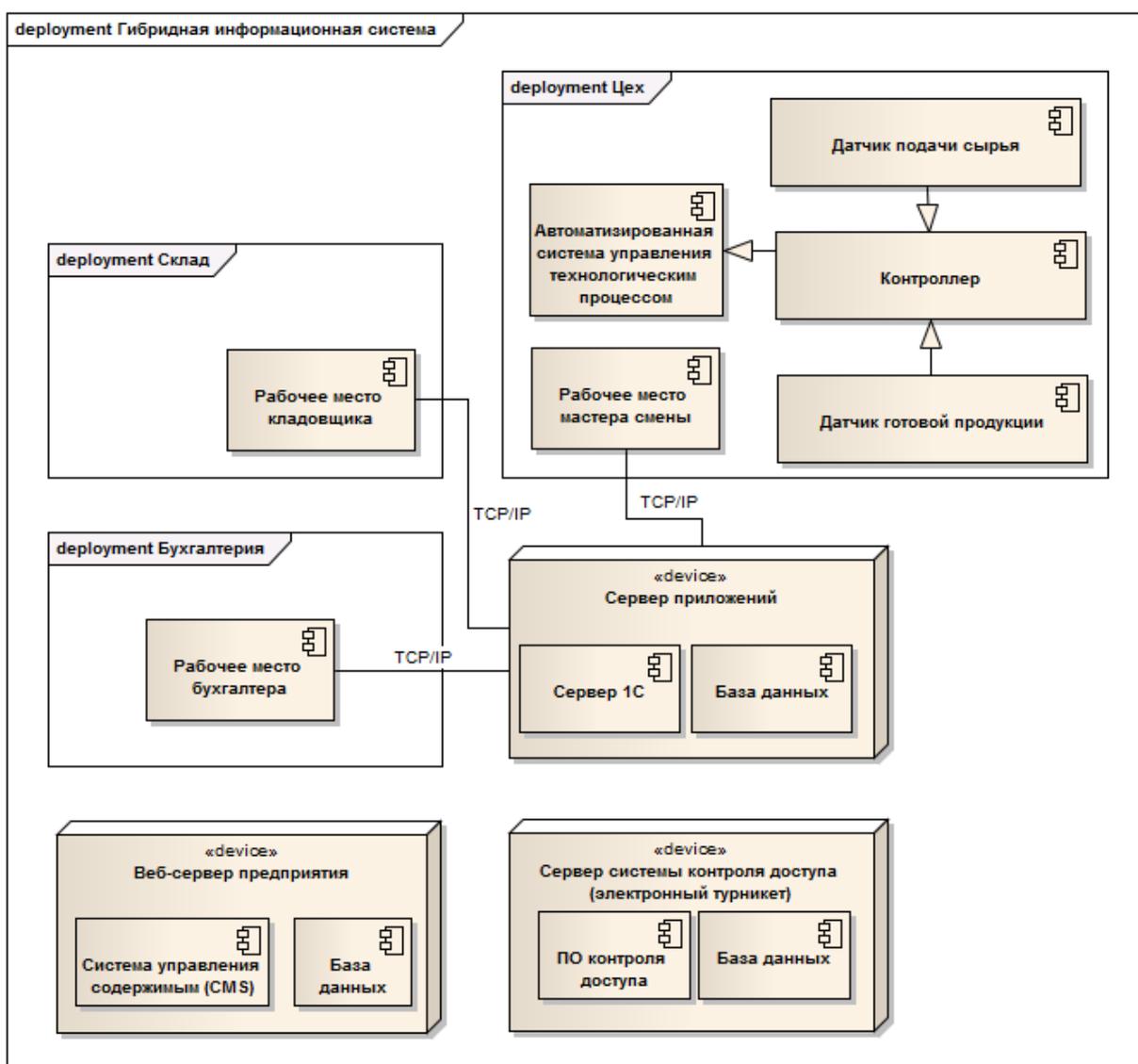


Рис. 2. Гибридная информационная система предприятия

Первая — все они работают с разными системами управления базами данных. Например: сервер 1С работает с СУБД Microsoft SQL Server, wiki-система базы знаний — с MySQL, система контроля доступа — с Firebird. Еще хуже дело обстоит с учетом подачи сырья и готовой продукции: контроллер, собирающий с них данные, передает

их в систему управления технологическим процессом, которая может хранить данные в каком угодно виде, не исключая закрытый проприетарный или зашифрованный формат. Следующая причина — части системы могут находиться в разных сетях, причем одна подсистема может не иметь доступа к какой-либо сети. Пример: база знаний

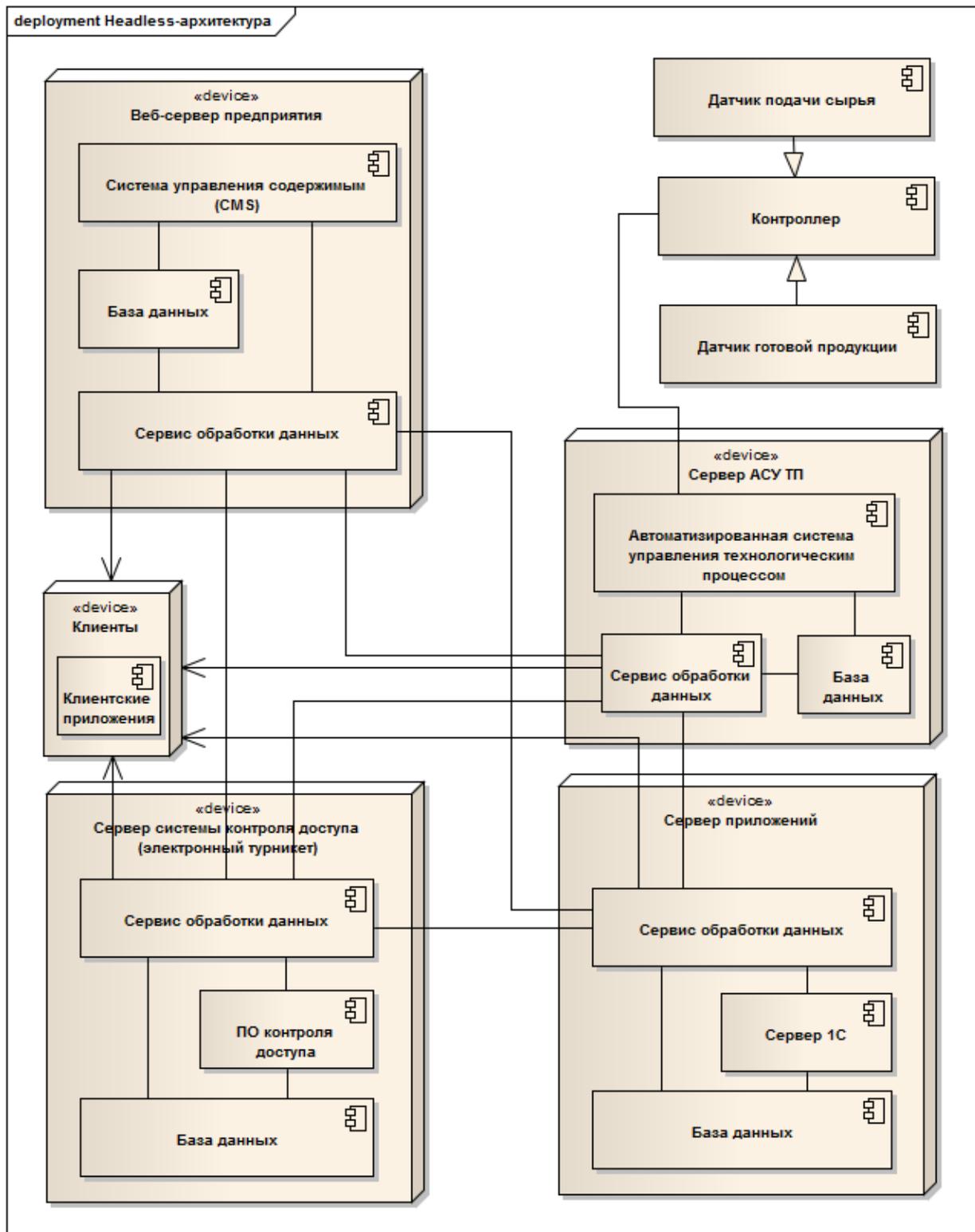


Рис. 3. Пример headless-архитектуры

предприятия находится на веб-сервере, расположенном в сети интернет, но у мастера в цехе доступа туда нет (а пользоваться базой знаний необходимо). Обратный пример: директор предприятия хочет получать ежедневные отчеты о произведенной продукции на электронную почту, но автоматизированная система управления технологическими процессами не имеет доступа к сети интернет.

Кроме того, подобная схема не позволяет до конца раскрыть потенциал автоматизации при используемом оборудовании: мастер цеха все равно вынужден вручную вносить показания по расходу сырья и выпуску продукции в учетную программу, на основании системы контроля доступа можно автоматически заполнять таблицы учета рабочего времени и т. д.

Для решения этих проблем наиболее целесообразно использовать headless-архитектуру информационной системы (Рис. 3).

Пример, приведенный на Рис. 3 сильно упрощен, но на нем хорошо видно взаимодействие компонентов информационной системы: все подсистемы взаимодействуют между собой и с пользователем только через некоторые программные «прослойки», при этом данные из разных источников могут быть объединены и обобщены, что устраняет проблемы, присущие гибридным системам. Как пример с доступом к базе знаний, описанный выше: мастер цеха не имеет доступа к сети интернет, но имеет доступ к ИС. ИС имеет встроенный веб-браузер, так же умеет читать и отправлять данные в различных форматах по сети.

#### Литература:

1. Норенков, И. П. Автоматизированные информационные системы: Учебное пособие / И. П. Норенков. — М.: МГТУ им. Баумана, 2011. — 342 с.
2. Смирнова, Г. Н., Сорокин, А. А., Тельнов, Ю. Ф. Проектирование экономических информационных систем / Г. Н. Смирнова, А. А. Сорокин, Ю. Ф. Тельнов. — М.: Флинта, 2009. — 512 с.
3. Фаулер, М. Шаблоны корпоративных приложений. — М.: ООО «И. Д. Вильямс», 2016. — 544 с.
4. Headless computer // Wikipedia. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Headless\\_computer](https://en.wikipedia.org/wiki/Headless_computer) (дата обращения: 30.10.2017).

## Генераторы случайных и псевдослучайных чисел

Дроздова Ирина Игоревна, студент;  
Жилин Виктор Владимирович, студент  
Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону)

Те, кто знаком с криптографией, прекрасно понимают важность случайных чисел. Практически каждый алгоритм шифрования содержит как минимум один параметр с характеристиками «случайное число». Алгоритмы формирования электронно-цифровых подписей используют случайные числа для формирования ключей. При чём требования к этим числам крайне строгие, ведь от их выполнения зависит криптостойкость всей системы шифрования. Обычный пользователь не может себе представить

Основной сложностью при проектировании подобных систем является обязательное знание предметной области: что уже используется в корпоративной ИС, что планируется использовать, что *может* быть использовано в дальнейшем.

Не важно, на каком языке программирования написано ПО той или иной подсистемы, а также в каком формате данные передаются между ними. Единственное требование — формат, а также структура передаваемых данных должны быть согласованы между подсистемами. На данный момент наиболее распространенными форматами передачи структурированных данных являются XML и JSON — оба они представляют простые текстовые данные. Существует большое количество библиотек для работы с ними для различных языков программирования, так что использование именно этих форматов видится наиболее разумным.

Подводя итоги, можно сделать следующие выводы: headless-архитектура вполне имеет право на жизнь, более того — в той или иной степени она и так используется на большинстве предприятий. Из преимуществ можно выделить более широкое объединение разрозненных подсистем в единую информационную систему предприятия, в какой то степени большую отказоустойчивость по сравнению с централизованными ИС. Из недостатков — заведомо большую сложность при проектировании, так как необходимо учитывать массу параметров.

важность случайного числа в его жизни. Однако, каждый из нас ежедневно отправляет сообщения в интернете, совершает телефонные звонки, но никто не хочет, чтобы третья сторона знала о чём ведётся беседа. Шифрование данных применяется не только для сокрытия важной государственной информации, данные каждого человека ежедневно подвергаются шифрованию. Поэтому нельзя недооценивать роль случайного числа в жизни современного человека. Это обстоятельство подчёркивает известный

афоризм математика ORNL Роберта Кавью: «генерация случайных чисел слишком важна, чтобы оставлять её на волю случая».

Что же такое генератор псевдослучайных чисел — это алгоритм, порождающий последовательность чисел, элементы которой почти независимы друг от друга и подчиняются заданному распределению (обычно равномерному).

Известно, что при реализации криптографических преобразований, используют различные случайные первичные состояния либо целые последовательности. Отсюда следует, что стойкость криптопреобразования напрямую зависит от алгоритма формирования случайных чисел и последовательностей, точнее от их степени случайности.

Современные компиляторы обладают собственной реализацией генератора псевдослучайных последовательностей, однако с криптографической точки зрения они являются непригодными. Основная сложность генерации последовательности псевдослучайных чисел на компьютере в том, что компьютеры детерминистичны по своей сути. Компьютер может находиться только в конечном количестве состояний (количество состояний огромно, но все-таки конечно). Следовательно, любой датчик случайных чисел по определению периодичен. Все периодическое — предсказуемо, т. е. не случайно.

Лучшее, что может произвести компьютер — это псевдослучайная последовательность. Период такой последовательности должен быть таким, чтобы конечная последовательность разумной длины не была периодической. Относительно короткие непериодические подпоследовательности должны быть как можно более неотличимы от случайных последовательностей, в частности, соответствовать различным критериям случайности.

Источники настоящих случайных чисел найти крайне трудно. Физические шумы, такие, как детекторы событий ионизирующей радиации, дробовой шум в резисторе или космическое излучение, могут быть такими источниками. Однако применяются такие устройства в приложениях сетевой безопасности редко. Сложности также вызывают грубые атаки на подобные устройства.

Криптографические приложения используют для генерации случайных чисел особенные алгоритмы. Эти алгоритмы заранее определены и, следовательно, генерируют последовательность чисел, которая теоретически не может быть статистически случайной. В то же время, если выбрать хороший алгоритм, полученная численная последовательность — псевдослучайных чисел — будет проходить большинство тестов на случайность. Одной из характеристик такой последовательности является период повторения, который должен быть больше рабочего интервала, из которого берутся числа.

Альтернативным решением является создание набора из большого количества случайных чисел и опубликование его в некотором словаре, называемом «одноразовым блокнотом». Тем не менее, и такие наборы обеспечивают очень ограниченный источник чисел по сравнению с тем количе-

ством, которое требуется приложениям сетевой безопасности. Хотя данные наборы действительно обеспечивают статистическую случайность, они недостаточно безопасны, так как злоумышленник может получить копию словаря.

В большинстве алгоритмов шифрования, особенно потоковых шифрах, используются генераторы ключевой последовательности. Генератор ключевой последовательности выдает поток битов, который выглядит случайными, но в действительности является детерминированным и может быть в точности воспроизведен на стороне получателя. Чем больше генерируемый поток похож на случайный, тем больше времени потребуется криптоаналитику для взлома шифра.

Однако, если каждый раз при включении генератор будет выдавать одну и ту же последовательность, то взлом криптосистемы будет тривиальной задачей. Например, в случае использования потокового шифрования, перехватив два зашифрованных текста, злоумышленник может сложить их по модулю 2 и получить два исходных текста, сложенных также по модулю 2. Такую систему раскрыть очень просто. Если же в руках противника окажется пара «исходный текст — зашифрованный текст», то задача вообще становится тривиальной.

Поэтому все генераторы случайных последовательностей имеют зависимость от ключа. В этом случае простой криптоанализ будет невозможным. Структуру генератора ключевой последовательности можно представить в виде конечного автомата с памятью, состоящего из трех блоков:

- блока памяти, хранящего информацию о состоянии генератора,
- выходной функции, генерирующей бит ключевой последовательности в зависимости от состояния,
- функции переходов, задающей новое состояние, в которое перейдет генератор на следующем шаге.

В настоящее время насчитывается несколько тысяч различных вариантов генераторов псевдослучайных чисел.

Однако, не все из них могут применяться для решения задач криптографии. Существует отдельный класс таких устройств — криптографически стойкие генераторы псевдослучайных чисел. Они применяются для множества задач, например:

- Генерация ключей,
- Одноразовые случайные числа,
- Одноразовые шифроблокноты,
- Соль в схемах цифровой подписи, например, ECDSA.

Требуемое «качество» случайности меняется от задачи к задаче. Например, генерация одного случайного числа в некоторых протоколах требует только уникальности, тогда как генерация мастер-ключа или одноразового шифроблокнота требует высокой энтропии. В идеале, генерация случайных чисел в КСПСЧ использует высоконадёжный источник энтропии, которым может быть аппаратный генератор случайных чисел или ход непредсказуемых процессов в системе — хотя в обоих случаях возможны неожиданные уязвимости. С точки зрения теории информации количество случайности — энтропия, которая

может быть получена, равна энтропии, предоставляемой системой. Но зачастую в реальных ситуациях требуется больше случайных чисел, чем можно получить при существующей энтропии. К тому же процедура получения случайности из самой системы требует достаточно много ресурсов (памяти и времени). В таких случаях, оправданно использование КСГПСЧ — это позволяет «растянуть» имеющуюся энтропию на большее число бит. Когда вся энтропия доступна до выполнения криптографического алгоритма, получается потоковый шифр. Однако некоторые криптосистемы позволяют добавлять энтропию по мере работы, в таком случае алгоритм не является эквивалентом потокового шифра и не может использоваться в этом качестве. Таким образом, разработка потоковых шифров и КСГПСЧ тесно связаны.

Основная идея криптографически стойких генераторов псевдослучайных чисел в том, что они идеально подходят для потоковых шифров. Выход таких генераторов неотличим (точнее, должен быть неотличим) от настоящих случайных последовательностей. С другой стороны, они детерминистичны.

Известно 4 подхода к их конструированию:

- системно-теоретический подход;
- сложностно-теоретический подход;
- информационно-теоретический подход;
- рандомизированный подход.

Эти подходы различаются в своих предположениях о возможностях криптоанализа, определении криптографического успеха и понятия надежности. Большая часть исследований в этой области теоретическая, хотя среди многих непрacticalных генераторов существуют и удачные варианты.

В системно-теоретическом подходе, криптограф создает генератор ключевого потока, у которого есть проверяемые свойства — период, распределение битов, линейная сложность и т. д. криптограф изучает также различные методы криптоанализа и оптимизирует генератор против этих атак. Этот подход выработал набор критериев для потоковых шифров:

- Большой период, отсутствие повторов;
- Критерий линейной сложности: повышенная линейная сложность, локальная линейная сложность (Линейная сложность генератора — это длина кратчайшего LFSR, которая может сгенерировать выход генератора; линейная сложность есть мера случайности псевдослучайного генератора);

— Статистические критерии, такие как идеальное распределение:

- Перемешивание: любой бит ключевого потока должен быть сложным;
- преобразованием всех или большинства битов ключа;
- Рассеивание: избыточность в подструктурах должна рассеиваться;
- Нелинейные критерии (расстояние до линейных функций, критерий лавинообразности и т. д.).

В общем, этот список критериев годится не только для потоковых шифров, созданных в рамках системно-теоретического подхода, но и для всех потоковых шифров. Более того, эти критерии годятся и для всех блочных шифров. Но при системно-теоретическом подходе потоковые шифры создаются таким образом, чтобы напрямую удовлетворять вышеописанным критериям.

Основная проблема подобных криптосистем в том, что для них трудно доказать какие-либо факты об их криптостойкости. Дело в том, что для всех этих критериев не была доказана их необходимость или достаточность. Потоковый шифр может удовлетворять всем этим принципам и все-таки оказаться нестойким.

С другой стороны, взлом каждой такой системы — отдельная задача. Если бы таких шифров было много, то криптоаналитикам могло бы и не захотеться их атаковать. В конце концов, потоковые шифры во многом похожи на блочные шифры — для них нет доказательств стойкости. Существует набор известных способов атаки, но стойкость к ним ничего не гарантирует.

Самый лучший способ получить случайное число — это обратиться к естественной случайности реального мира — радиоактивный распад, шумные диоды и т. п. В принципе, элемент случайности есть и в компьютерах:

- время дня;
- загруженность процессора;
- время прибытия сетевых пакетов и т. п.

Проблема не в том, чтобы найти источники случайности, но в том, чтобы сохранить случайность при измерениях. Поэтому можно сделать вывод о сложности решения данной задачи и на текущем этапе развития вычислительной техники создание истинно случайной последовательности является практически неразрешимой задачей. Однако, важность подобных генераторов невозможно переоценить и качество построения псевдослучайных последовательностей возрастает с каждым днём.

#### Литература:

1. Долгов, В. И. Криптографическая защита информации в АСУ СН. —: , 1998. — с.
2. Дональд, Э. Кнут. Глава 3. Случайные числа // Искусство программирования. — 3-е изд. — М.: Вильямс, 2000. — 832 с.
3. Жельников, В. Псевдослучайные последовательности чисел // Криптография от папируса до компьютера. — М.: АБФ, 1996. — 335 с.

## Безопасность облачных хранилищ

Дроздова Ирина Игоревна, студент;

Жилин Виктор Владимирович, студент

Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону)

На данном этапе развития информационных технологий трудно представить жизнь современного человека без использования интернета. Не всегда удобно хранить большие объемы данных на своём персональном компьютере, особенно если может возникнуть необходимость использования их находясь вдали от своего ПК. На помощь приходят облачные хранилища. На первый взгляд всё просто и понятно, загружаешь свои данные в облако и получаешь к ним доступ с любого компьютера подключённого к интернету. Но сразу появляется вопрос, а только ли владелец этих данных так просто и легко может получить к ним доступ? Возможно и злоумышленнику не составит труда проникнуть в ваше облачное хранилище.

Когда одного из основателей компании Apple и признанного авторитета в мире цифровых технологий Стива Возняка пару лет назад спросили, доверяет ли он облакам, Стив ответил: «Меня действительно очень беспокоит, что все переносится в облака. Мне кажется, это должно нас пугать... в облаках тебе ничего не принадлежит». И добавил: «Мне кажется, что чем больше данных мы отдаем в сеть, в облака, тем меньше мы на самом деле их контролируем».

В настоящее время облачные сервисы стали настолько распространены и тесно интегрированы с оборудованием ведущих производителей компьютеров и различных гаджетов, что многие даже не задумываются о том, где именно хранятся их данные и что с ними может произойти.

Однако у облачных хранилищ есть ряд преимуществ:

- Возможность доступа к данным с любого компьютера, имеющего выход в Интернет
- Возможность организации совместной работы с данными
- Высокая вероятность сохранения данных даже в случае аппаратных сбоев
- Клиент платит только за то место в хранилище, которое фактически использует, но не за аренду сервера, все ресурсы которого он может и не использовать
- Клиенту нет необходимости заниматься приобретением, поддержкой и обслуживанием собственной инфраструктуры по хранению данных, что, в конечном счёте, уменьшает общие издержки производства
- Все процедуры по резервированию и сохранению целостности данных производятся провайдером «облачного» центра, который не вовлекает в этот процесс клиента.

В пользовательских соглашениях облачных сервисов практически никогда не содержатся обязательства по сохранению конфиденциальности и целостности ваших данных. Организациям следует помнить, что как операторам ПДн им необходимо обеспечивать весь комплекс

требований по обработке и защите персональных данных, что не всегда реализуемо в облаке.

В части доступности облачного сервиса на первый взгляд все хорошо. Большинство поставщиков облачных услуг гарантируют высокую доступность сервиса. Но стоит задуматься, где кончается зона ответственности поставщика облачных услуг и где находится пользователь со своими устройствами доступа в Интернет.

Существуют десятки причин, по которым пользователю могут быть недоступны его данные, хранящиеся в облаке, при том что сам по себе облачный сервис будет полностью работоспособным. Поэтому реальная доступность облачного сервиса значительно ниже заявленных в пользовательском соглашении цифр.

Несмотря на то, что формальных обязательств по обеспечению данных свойств информации у провайдера нет, все известные мировые IT-компании при организации облачных сервисов обеспечивают достаточно высокий уровень защиты данных как от несанкционированного доступа к ним, так и от уничтожения по каким-то техническим причинам. Т. е. прямой атакой на ресурсы провайдера облачных услуг злоумышленники вряд ли смогут достигнуть цели. Хотя, об обратном свидетельствуют периодически появляющиеся в СМИ громкие заявления об утечке пользовательских данных у крупных IT-компаний и интернет-сервисов.

Основная уязвимость интернет-сервисов заключается в использовании практически исключительно парольной аутентификации и применении не вполне надежных способов восстановления забытых аутентификационных данных — логинов и паролей (прежде всего — через электронную почту).

Если пользователь не доверяет поставщику облачного сервиса или хочет обеспечить дополнительную защиту информации в облаке, то он может применить шифрование данных в облаке. Такой способ защиты возможен, если пользователь не планирует обрабатывать информацию в облаке (например, редактировать фото или текст), а только хранить и передавать данные в исходном виде.

При этом надо учесть сложности с распределением и управлением криптографическими ключами (особенно для больших организаций) и потери в мобильности (для доступа к данным у пользователя на устройстве должен быть актуальный криптографический ключ, хранящийся безопасным способом, а с этим могут возникнуть технические или технологические проблемы).

Желательно минимизировать использование облачных сервисов для хранения конфиденциальной информации, включая собственные персональные данные, либо размещать их в зашифрованном виде со стойким методом крипто-

графической защиты. Часто пользователи размещают на временное хранение персональные документы в облачные хранилища, которые индексируются поисковыми службами, что делает их доступными для злоумышленников.

Существует множество бесплатных средств криптографической защиты информации — PGP, RAR-архивы с паролем и шифрованием имен файлов. Последнее — наиболее приемлемый вариант, миллионы пользователей используют архивы по всему миру, так что выделить вашу информацию среди всех остальных, да еще и с паролем, будет достаточно сложно.

Так какое же облачное хранилище стоит использовать если пользователь всё-таки решился загрузить туда свои данные. Рассмотрим пять самых популярных сервисов: Dgopbox, Яндекс. Диск, Google Drive, iCloud, OneDrive.

Как и большая часть конкурентов, Dgopbox шифрует данные клиентов на стороне сервера, однако отказывается от шифрования в клиентской части программы. Также потоковая передача файлов с серверов компании не всегда зашифрована. Таким образом становится возможной компрометация данных в ходе загрузки и выгрузки файлов на сервера. Кроме того, у Dgopbox внушительная история инцидентов безопасности. Из-за вышеперечисленных проблем Dgopbox является самым ненадежным сервисом из всех рассматриваемых.

Помимо базовой версии, у Dgopbox существует тарифный план для бизнеса. В нем обеспечено дополнительное шифрование при передаче данных и в приложениях, хранение содержимых файлов в виде зашифрованных блоков, а также раздельное хранение метаданных и блоков данных.

Один из самых популярных отечественных сервисов хранения — «Яндекс. Диск», являющийся несколько более надежным чем Dgopbox. В него встроена интеграция с другими сервисами «Яндекса», кроме того, присутствует двухфакторная аутентификация, в том числе с использованием пин-кода, QR-кода и TouchID. При загрузке файлы проверяются на вирусы, а данные передаются по зашифрованному каналу. Без скандалов в своей истории сервис тоже не обошелся.

Следующим по надежности является Google Drive. В нем присутствует двухфакторная аутентификация, восстановление аккаунта осуществляется с помощью секретного вопроса, сам сервис проверяет придуманный пользователем пароль на надежность и не разрешает использовать легко взламываемые пароли. Данные шифруются при передаче, что исключает их компрометацию в ходе загрузки, однако для шифрования данных на сервере понадобятся сторонние программы.

У Google Drive существует версия для бизнес-аккаунтов, которая позволяет обеспечивать более высокий уровень защиты файлов. В ней, например, отсутствует анализ передаваемой информации для показа рекламы и присутствуют система единого входа, правила защиты электронной почты, например, принудительное включение протокола TLS, а также технологии IRM и DLP.

Для пользователей техники Apple существует облачное хранилище iCloud drive. С этим сервисом связан, наверное, самый крупный скандал в истории облачных хранилищ, когда в 2014 году произошел массовый взлом аккаунтов в iCloud, в результате которого в сеть попало множество персональных данных пользователей. После инцидента Apple серьезно взялась за улучшение безопасности сервиса — сейчас данные в iCloud Drive шифруются и при передаче, и на сервере, пароль проверяется на надежность, присутствует двухфакторная аутентификация. С учетом вышеперечисленного облачное хранилище от Apple на данном этапе является крайне надежным.

Благодаря популярности офисных продуктов Microsoft обрел немалую известность и облачный сервис этой компании OneDrive. Базовая версия продукта обеспечивает шифрование передаваемых между клиентом и сервером данных, а также двухфакторную авторизацию; кроме того, пароль от аккаунта Microsoft проверяется на надежность.

Бизнес-версия OneDrive обладает улучшенными функциями безопасности. Заявляется, что в ней обеспечивается «физическая безопасность центра обработки данных, сетевая безопасность, безопасность доступа, безопасность приложений и данных». Типы хранилищ, применяемые в бизнес-версии, — хранилище зашифрованного контента, база данных контента и хранилище ключей — физически разделены, благодаря чему при взломе любого из них нельзя скомпрометировать информацию. Все это делает OneDrive самым безопасным из рассматриваемых хранилищ.

На основании вышеизложенных данных можно выделить основные проблемы облачных хранилищ:

— Безопасность при хранении и пересылке данных является одним из основных вопросов при работе с «облаком», особенно в отношении конфиденциальных и приватных данных. Так, например, провайдер имеет возможность просматривать данные клиента (если они не защищены паролем), которые также могут попасть в руки хакеров, сумевших взломать системы защиты провайдера

— Надежность, своевременность получения и доступность данных в «облаке» очень сильно зависит от многих промежуточных параметров, таких как: каналы передачи данных на пути от клиента к «облаку», надежность последней мили, качество работы интернет-провайдера клиента, доступность самого «облака» в данный момент времени. Если же сама компания, предоставляющая онлайн-хранилище, будет ликвидирована, клиент может потерять все свои данные

— Общая производительность при работе с данными в «облаке» может быть ниже, чем при работе с локальными копиями данных.

— Абонентская плата за дополнительные возможности (увеличенный объем хранения данных, передача больших файлов и т. д.)

Облачные хранилища имеют множество недостатков, но в тоже время и не меньшее количество преимуществ. Доверять ли свои персональные данные «облакам» —

это личный вопрос для каждого пользователя. Компании, предоставляющие данные сервисы, с каждым годом стараются увеличить безопасность своих хранилищ. Они заинтересованы в новых пользователях, а те в свою очередь нуждаются в конфиденциальности, поэтому степень защиты персональных данных будет только увеличиваться.

#### *Литература:*

1. Можно ли спрятаться от спецслужб в облаках // Газета. ru. URL: [https://www.gazeta.ru/tech/2013/07/12\\_a\\_5426173.shtml](https://www.gazeta.ru/tech/2013/07/12_a_5426173.shtml) (дата обращения: 12.10.2017).
2. Облачное хранилище данных // Википедия. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Облачное\\_хранилище\\_данных](https://ru.wikipedia.org/wiki/Облачное_хранилище_данных) (дата обращения: 12.10.2017).
3. Безопасны ли облачные хранилища данных? // Mobile-Dom. ru. URL: <http://mobile-dom.ru/internet/bezopasny-li-oblachnyie-hranilishha-dannyih> (дата обращения: 12.10.2017).
4. Жизнь на облаках // Российская газета. URL: <https://rg.ru/2012/05/17/oblaka.html> (дата обращения: 12.10.2017).
5. Облачные технологии //. URL: <http://sdo.gtn.lokos.net/mod/book/view.php?id=609&chapterid=264&lang=en> (дата обращения: 12.10.2017).

## **Определение авторства текста по частотным характеристикам**

Дроздова Ирина Игоревна, студент;

Обухова Алина Дмитриевна, студент

Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону)

**В** данной статье будет рассмотрена тема определения авторства анонимного текста за счёт частотных характеристик. Тема является достаточно актуальной на сегодняшний день и охватывает большой спектр целей: от отыскания автора необходимой вам статьи в интернете или запоминающегося отрывка художественного произведения до достаточно серьёзных военных целей.

Рассмотренные в данной работе методы и приёмы помогают достаточно точно определить автора необходимого вам текста или сообщения, т. к. базируются на особенностях речи людей.

Для определения истинного автора текста зачастую приходится обращаться к экспертам, которые могут идентифицировать автора неизвестного текста или определить принадлежность произведения другому автору при помощи характерных языковых особенностей и различных стилистических приемов. Важно отметить, что задача установления авторства текстов (задача атрибуции) встречается в различных областях и представляет интерес для филологов, литературоведов, юристов, криминалистов, историков. В настоящее время для атрибуции текстов применяются подходы из теории распознавания образов, математической статистики и теории вероятностей, алгоритмы нейронных сетей и кластерного анализа и многие другие.

Целью данной статьи является разработка программного продукта, который решал бы задачу об определении авторства художественных и научных текстов, выявление различных зависимостей результатов работы программы от входных параметров, а также определение влияния стиля исходного текста на точность определения автора.

Проведём анализ существующих систем по определению авторства текста.

Атрибуция текста — исследование текста с целью установления авторства или получения каких-либо сведений об авторе и условиях создания текстового документа. Задачи атрибуции можно разделить на идентификационные и диагностические.

Идентификационные задачи решаются из предположения, что автор текста известен. Диагностические задачи позволяют определить личностные характеристики автора (образовательный уровень, родной язык, знание иностранных языков, происхождение, место постоянного проживания и др.) и факт сознательного искажения письменной речи. Диагностические задачи решаются из предположения, что автор текста неизвестен.

Существует довольно много методов анализа стиля. В целом можно разделить их на две большие группы — экспертные и формальные. Экспертные методы предполагают исследование текста профессиональным лингвистом-экспертом. К формальным относятся приемы из теории вероятностей и математической статистики, алгоритмы кластерного анализа и нейронных сетей.

Приведём примеры существующего программного обеспечения по определению авторства текста.

Система «Лингвоанализатор». Метод, применяемый в этой системе для определения авторства текста, основан на формальной математической модели. Программа учитывает следующие характеристики языка автора: число служебных слов; используемые морфемы; уровень сложности употребленных грамматических конструкций; словарный запас.

Система «Атрибутор». Данная программа является онлайн лингвистическим процессором для машинного сравнения текстов и их классификации по параметрам индивидуального авторского стиля. Произведения подбирались так, чтобы тексты разных писателей имели как можно больше различий, а тексты одного писателя имели максимальные сходства. На данный момент система обучена сравнивать только тексты романов. Для атрибуции достаточно примерно шесть печатных страниц.

Система «СМАЛТ». Система состоит из двух основных блоков: функционального (анализ, база данных) и аналитического (реализация методик статистического анализа текстов). Проект еще не доработан до конца и предполагает разработку информационной системы, применяющую статистические методы анализа. В основе должна иметься база литературных произведений, состоящая из публицистики 60–70 гг. 19 века. Обработка текстов в данной системе производится поэтапно. Сперва производится автоматизированное разбиение исходного текста на: раздел, абзац, предложение, слово. Затем осуществляется автоматическая обработка текста, его морфологический разбор и синтаксический анализ. После чего пользователем выполняются операции из базы данных по анализу текстов.

Система «Авторовед». Программа, основанная на фоносемантическом анализе, составляет психологический портрет автора. Система содержит набор DLL-библиотек, которые подключаются к текстовому процессору Word for Windows и в главном меню появляется новый пункт. Таким образом, данная программная система позволяет пользователю работать в привычной для него среде.

Среди программных продуктов для определения авторства текстов можно выделить систему «Антиплагиат» (<http://www.antiplagiat.ru>). Этот интернет-сервис предлагает осуществить проверку текстовых документов на наличие заимствований из общедоступных сетевых источников. Система позволяет проводить атрибуцию текстов на различных языках. Поиск совпадений осуществляется методом сравнения последовательностей символов без учета языковых особенностей и речевых взаимосвязей. За счет этого достигается высокая, в несколько секунд, скорость поиска совпадений.

Для выполнения поставленной задачи применяются методы из теории вероятностей и математической статистики для атрибуции текстов. Предлагаемый метод основан на учете статистики употребления пар элементов любой природы, идущих друг за другом в тексте (букв, морфем, словоформ и т. п.), т. е. на формальной математической модели последовательности букв (и любых других элементов) текста как реализации цепи Маркова. По темам произведений авторов, которые достоверно ими созданы, вычислялась матрица переходных частот употребления пар элементов (букв, грамматических классов слов и т. п.). Она служила оценкой матрицы вероятности перехода из элемента в элемент. Для каждого автора строилась матрица переходных частот и оценивалась вероятность того, что именно он написал анонимный текст (или фрагмент текста). Автором анонимного текста считался тот, для кого вычисленная оценка вероятности больше.

Существуют различные подходы к решению данной задачи, отличающиеся способами формализации предметной области, объектов обучающей выборки и синтеза математической модели.

В данной статье будут рассмотрены три основные меры распознавания авторства: мера Хмелёва, дивергенция Кульбака, мера  $X^2$ . Рассмотрим их более подробно.

Идеей алгоритма Хмелева является учет и хранение различных частотных характеристик текста, биграмм (сочетание двух букв). Перед началом работы необходимо сделать подготовительные мероприятия. Задается начальное количество известных авторов и их произведений. Для каждого автора определяются статистические значения биграмм, и проводится частотный анализ заданного текста. Для определения авторства входного анонимного текста проводятся аналогичные вычисления частот биграмм и букв по тексту, далее полученные значения сравниваются с уже имеющимися статистическими. После нахождения минимальной разницы между частотными значениями анонимного текста и какого-либо текста из статистических, можно считать задачу о нахождении авторства решенной.

Для оценки эффективности методов зафиксируем элементы подсчета. Будем использовать биграммы, входной текст должен быть обработан. Так как матрицы частот переходов являются двумерными распределениями, то и сравниваются они с помощью мер сравнения двумерных распределений.

$$L = - \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k m_{1ij} * \ln \left( \frac{m_{1ij}}{n_{1j}} / \frac{m_{2ij}}{n_{2j}} \right)$$

где индекс «1» — принадлежит неизвестному автору;

индекс «2» — принадлежит известному автору;

$m_{1ij}, m_{2ij}$  — число переходов из буквы  $i$  в букву  $j$ ;

$n_{1j}, n_{2j}$  — общее количество повторений текущей буквы в тексте;

$k$  — мощность алфавита, над которым происходит исследование.

Значение  $L$  тем меньше, чем меньше разница между матрицами биграмм анонимного и текущего автора. Когда значение  $L$  минимально, считается что найден автор анонимного текста.

Аналогичным образом формируется мера Хмелёва на основе частотного анализа текста. За основу берётся матрица расстояний между частотами букв известного автора и частотным анализом по анонимному входному тексту.

$$L = - \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k m_{1ij} * \ln \left( \frac{n_{1i}}{n_1} / \frac{n_{2i}}{n_2} \right)$$

Рассмотрим дивергенцию Кульбака. Безусловную направленную дивергенцию Кульбака называют информационной мерой расхождения безусловных распределений (частот биграмм). Она может быть построена по следующей формуле:

$$I = 2 \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \frac{m_{1ij}}{n_1} * \ln \left( \frac{m_{1ij}}{n_1} / \frac{m_{2ij}}{n_2} \right)$$

$$n_1 = \sum_{i=1}^k n_{1i}$$

$$n_2 = \sum_{j=1}^k n_{1j}$$

Безусловной эта мера названа, потому что в ней нет отношений типа  $m_{ij}/n_{ij}$ .

Мера  $\chi^2$ . Меры, описанные ранее, «направлены» от матрицы анализируемого текста к матрице-эталону (усреднение по анализируемому тексту). Возможны и другие варианты — направленность на анализируемый текст (усреднение по матрице-эталону), симметричная мера (сумма мер в одну и в другую сторону пополам).

$$\chi^2 = n_1 n_2 \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \frac{1}{m_{1ij} + m_{2ij}} * \ln \left( \frac{m_{1ij}}{n_1} - \frac{m_{2ij}}{n_2} \right)^2$$

В отличие от меры Хмелева и дивергенции Кульбака мера  $\chi^2$  является ненаправленной. Эта мера также, как и предыдущие, базируется на матрицах биграмм статистических открытых авторов и анонимного входного текста.

В данной статье были рассмотрены основные системы и методы по определению авторства текста, которые позволяют с высокой точностью идентифицировать автора заданного анонимного текста. Данные алгоритмы показывают хорошие результаты при условии достаточно больших входных текстов, а также имеет важность объём базы данных произведений известных авторов.

#### Литература:

1. Батура, Т. В. Формальные методы определения авторства текстов / Т. В. Батура. — Новосибирск: Вестник НГУ, серия «Информационные технологии», Том 10, Выпуск 4
2. Поддубный, В. В. Сравнительный анализ эффективности алгоритмов распознавания авторства текстов по частотам переходов / В. В. Поддубный, О. Г. Шевелев, А. А. Фатыхов. — Томск: Вестник Томского государственного университета, Выпуск № 290 / 2006
3. Мощенкова, Д. С. Обзор программных продуктов, разработанных для атрибуции художественных текстов / Д. С. Мощенкова, Д. А. Кривицкая, Н. С. Амосова. — Молодежь и наука: сборник материалов X Юбилейной Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 80-летию образования Красноярского края
4. Романов, А. С. Методика идентификации автора текста на основе аппарата опорных векторов / А. С. Романов. — Томск: Доклады ТУСУРа, часть 2, 2009
5. Кукушина, О. В., Определение авторства текста с использованием буквенной и грамматической информации / О. В. Кукушина, А. А. Поликарпов, Д. В. Хмелёв. — Статья опубликована в журнале «Проблемы передачи информации». Т. 37, № 2 — М., 2001.

## Модели безопасности на основе дискреционной политики

Жилин Виктор Владимирович, студент;

Дроздова Ирина Игоревна, студент

Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону)

Для начала стоит отметить, для чего необходима так называемая модель безопасности. Её целью является формулировка требований к безопасности, которой должна обладать рассматриваемая система. Модель безопасности анализирует свойства системы и определяет те потоки информации, которые в ней разрешены.

При рассмотрении модели безопасности используются такие понятия как доступ к информации, правила разграничения доступа, объект и субъект доступа. Дадим точные определения каждого из них.

Доступ к информации подразумевает ознакомление с информацией и проведение над информацией таких операций как обработка, копирование, модификация и уничтожение информации.

Правила разграничения доступа — набор правил, регламентирующих права доступа субъектов к объектам доступа.

Объект доступа — единица информационного ресурса автоматизированной системы, доступ к которой регламентируется правилами разграничения доступа.

Субъект доступа — это лицо или процесс, действия которого регламентируются правилами разграничения доступа.

Сами модели безопасности различают по используемой в ней политике безопасности. Политика безопасности может зависеть от конкретной технологии обработки информации, используемых технических и программных средств и от расположения организации, в которой описана данная политика безопасности.

Рассмотрим основные модели безопасности, среди которых можно выделить, пятимерное пространство Хартсона, модели на основе матрицы доступа, модель Харисона-Руззо-Ульмана, а также модель take-grant и её модификация.

Своё название пятимерное пространство Хартсона получила из количества основных наборов:

1. Установленные полномочия (A);
2. Пользователи (U);
3. Операции (E);
4. Ресурсы (R);
5. Состояния (S);

Таким образом, область безопасности в данной модели будет представлять собой декартово произведение данных наборов. В данном случае, в качестве доступа будут считаться запросы, введённые пользователями для выполнения каких-либо операций над ресурсами системы.

Пользователи запрашивают доступ к ресурсам. Если у них это удаётся, система переходит в новое для неё состояние. Запрос в данном случае выглядит как четырёх-

мерный кортеж вида  $q = (u, e, R', s)$ , где  $u \in U$ ,  $e \in E$ ,  $s \in S$ ,  $R' \subseteq R$  ( $R'$  — требуемый набор ресурсов).

После формирования кортежа происходит выполнение следующего алгоритма:

1. Вызываются все вспомогательные программы, которые необходимо задействовать для принятия того или иного решения.

2. Из  $U$  определяются та группа пользователей, которая владеет  $u$ . Из  $P$  происходит выбор тех полномочий, которыми обладают выбранные пользователи. Эти полномочия определяют привилегию самого пользователя.

3. Определяется набор полномочий  $F(e)$ , для которых  $e$  считается основной операцией. Данное действие называется привилегией операции  $e$ .

4. Из множества  $A$  необходимо определить такой набор полномочий  $P = F(R')$ , который разрешал бы доступ к набору ресурсов  $R$ . Такой набор полномочий будет определять привилегию ресурсов  $R'$ .

5. Требуется убедиться, что тот набор ресурсов, к которому пользователь запрашивает доступ содержится в домене запроса  $D(q)$ .

6. Вся группа элементов  $D(q)$  разбивается на эквивалентные классы таким образом, чтобы полномочия содержались в одном классе.

7. Далее необходимо найти условие фактического доступа ЕАС, которое соответствует запросу.

8. Полученное значение ЕАС оценивается и на основании данной оценки принимается решение о разрешении или отказе в доступе.

Однако по мнению самого автора модели Хартсона данный алгоритм не всегда требуется осуществлять в полном объеме. Другими словами, некоторые из этих шагов можно опустить при решении задачи доступа к ресурсам.

Следует отметить, что в связи с трудоёмким алгоритмом модель безопасности Хартсона не получила широкого практического применения в отличие от модели на основе матрицы доступа. Она представляет собой прямоугольную таблицу строки которой соответствуют субъектам доступа, а столбцы — объектам доступа соответственно.

В ячейках такой таблицы 1 описаны все операции над объектам, которые разрешены субъекту.

В данной таблице под  $w$  понимается запись объекта, под  $r$  — чтение объекта, под  $e$  — запуск объекта. Значения, записанные в ячейках таблицы определяют виды безопасных доступов соответствующего субъекта к соответствующему объекту.

Такой способ отображения прав доступа является гораздо более удобным, в отличие от пятимерного пространства Хартсона. Таблица содержит всю необходимую

Таблица 1

Матрица доступа

	$O_1$	$O_2$	...	$O_j$	...	$O_N$
$S_1$		w				
$S_2$	r					
...						
$S_i$				r, w		
...						
$S_M$						e

информацию о политике разграничения доступа в рассматриваемой компьютерной системе.

Модель Харисона-Руззо-Ульмана используется при формальной верификации в высокозащищённых автоматизированных системах. Она, помимо самой матрицы доступа, имеются множества исходных объектов и субъектов. При этом, если у субъекта имеется право, то он может проводить следующие операции над объектами:

- добавление нового права субъекту над объектом;
- удаление права субъекта над объектом;
- создание нового субъекта;
- создание нового объекта;
- удаление субъекта;
- удаление объекта.

Преимуществом такой модели являются простота, эффективность и высокий уровень безопасности. То есть, для реализации данного алгоритма не обязательно знание сложных механизмов оперирования субъектами и объектами, при этом непосредственное управление правами пользователей происходит в матрице доступа, в которой описаны сами права субъектов. Эти права могут быть подвёрнуты очень гибкой настройке.

Недостатком такой системы является тот факт, что для произвольной системы необходим свой собственный алгоритм проверки на безопасность. Кроме того, данная модель считается сильно уязвимой к «троянским коням», так как отсутствует проверка потоков данных между субъектами.

В качестве основы модель Take-Grant использует понятие графов. Напомним, что графом называется объект, содержащий вершины и рёбра. В качестве узлов в данной модели используются либо объекты, либо субъекты. При этом данные узлы (вершины) соединены дугами (ребрами). Значения данных дуг характеризуют права, которыми обладает такой узел. Существуют 4 различных правила преобразования:

- take;
- grant;
- create;
- remove.

Правило take позволяет субъекту брать права другого объекта, grant позволяет субъекту предоставлять собственные права другому объекту, create позволяет субъекту создавать новые объекты, а remove — удалять права

субъекта, которыми тот обладает над каким-либо объектом.

Использование модель безопасности компьютерных систем take-grant можно установить, каким образом изменяется состояние системы при изменении прав субъектов над объектами. Таким образом, с использованием графа можно продемонстрировать, возможна ли утечка информации при изменении прав.

Хорошая наглядность данной модели стала причиной возникновения расширенной модели take-grant. Основным отличием от классической модели является наличие шести различных операций преобразования графа доступов. Первые два правила названий не имеют. Одно из них заключается в том, что субъект имеет возможность записи информации сам в себя, осуществляя при этом доступ к определенному объекту. Вторая операция позволяет субъекту читать информацию путём доступа к объекту. Кроме этого, в данной модели используются операции post, spy, find, pass.

Команда post означает возможность чтения информации субъектом через объект от другого субъекта, который также имеет доступ к объекту. При этом второй субъект имеет возможность записи информации в первый.

При использовании команды spy субъект 1 приобретает возможность чтения и записи информации из объекта через субъект 2. Субъект 2 при этом также имеет доступ-чтение к объекту.

При использовании команды find субъект 1 приобретает возможность чтения и записи информации из объекта через субъект 2. Субъект 2 при этом также имеет доступ-запись к объекту.

Команда pass означает, что субъект получает доступ-чтение к объекту 1 на внесение из него информации в объект 2. При этом к объекту 2 субъект имеет доступ-запись.

Модель take-grant предназначена для анализа систем защиты с дискреционной политикой безопасности. В ней описаны те правила, при которых происходит передача или несанкционированное получение прав доступа. С практической точки зрения, в основном, возникают довольно простые взаимосвязи объектов. Сами правила take и grant также используются довольно редко. Чаще всего используются права доступа на чтение и запись.

Таким образом, основой дискреционной политики безопасности можно назвать дискреционное управление доступом, которое содержит два основных правила:

— все субъекты и объекты, используемые в данной модели должны быть однозначно определены или идентифицированы;

— права доступа субъекта системы к объекту определяются из некоторого правила, которое заранее не описано.

#### *Литература:*

1. Девянин, П.Н. Элементы теории ХРУ // Модели безопасности компьютерных систем. — М.: Академия, 2005. — 144 с.
2. Гаценко, О.Ю. Защита информации. Основы организационного управления. — СПб: Сентябрь, 2001. — 228 с.
3. Прокопьев, И.В., Введение в теоретические основы компьютерной безопасности: учебное пособие — М.: МИЭМ, 1998. — 184 с.

## **Искусственный интеллект в современных компьютеризированных системах**

Жилин Виктор Владимирович, студент;

Дроздова Ирина Игоревна, студент

Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону)

**И**дея формирования термина «искусственный интеллект» по большей части неразрывно связана со знаниями в области истории, философии, психологии и нейрофизиологии. В середине XX века человечество задумалось о работе и структуре человеческого мозга. После появления первых компьютеров, а далее их совершенствования, был сделан вывод о том, что скорость работы ЭВМ и непосредственно вычислений в них в тысячи раз выше скорости обработки информации человеческим мозгом. В связи с этим появились предпосылки формализовать окружающий мир и содержащиеся о нём знания.

В настоящее время термин «искусственный интеллект» предполагает способность компьютеризированной системы мыслить таким же образом, как и человек. В середине XX столетия людьми задавался вопрос о границе возможностей компьютеров, но чем быстрее развивались технологии, тем более сложным становился этот вопрос.

Чем больше работ проводилось по исследованию вычислительных алгоритмов и компьютерной техники, тем более глобальными становились цели исследования данной области. Таким образом, сейчас можно сформулировать две цели развития и исследования ИИ.

Первая из них заключается в решении проблемы приближения систем ИИ к возможностям человека. Было предпринято огромное количество попыток внедрения искусственного интеллекта в компьютеры, но в большинстве случаев все эти попытки были неудачными и в череде тестов человек показывал гораздо лучшие результаты. Что касается вопросов, на которые существует однозначный конкретный ответ, машина показывала должные резуль-

Достоинством дискреционной политики безопасности является простая реализация механизмов защиты, так как современные автоматизированные системы удовлетворяют правилам конкретной политики безопасности.

Недостатком можно назвать отсутствие гибкости в настройке системы. Кроме этого, при использовании дискреционной политики возникает вопрос о том, какие правила распространения прав доступа следует использовать и как они влияют на безопасность системы в целом.

Но если для ответа на вопрос требовалось провести размышления, ИИ оставался бессильным и выдавал неверные ответы. То есть, проблема формализации информации существует и по сей день.

Второй целью исследования ИИ является создание такой системы искусственного интеллекта, которая представляла бы собой объединение всех существующих систем. Идея создания такой системы остаётся одной из самых перспективных среди всех исследований, ведущихся в области компьютерных технологий и автоматизированных систем. Последние наработки используют технологии нейронных сетей и генетических алгоритмов для повышения скорости и точности необходимых вычислений.

Самой большой проблемой создания искусственного интеллекта является непосредственно понимание, что можно считать интеллектом. Среди исследователей данного направления не существует какой-либо единой точки зрения по данному вопросу.

Кроме того, можно выделить понятие чистого искусственного интеллекта (метаразума). Сторонники данного интеллекта считают, что он должен быть лишен эмоций и предназначен только для конкретного выполнения задачи.

Существует также противоположная точка зрения, которая заключается в том, что искусственный интеллект представляет собой некую модель формализованного разума, а, следовательно, он должен мало чем отличаться от разума человеческого. Т. е. в данном случае у машины имеется способность мыслить и осознавать, что они есть машины.

Однако у сторонников данных теорий мнение о разумной машине частично сходится, и она должна обладать следующими свойствами:

- принятие различных решений в условиях неопределенности;
- представление знаний;
- планирование и обучение;
- общение.

Первое свойство было рассмотрено ранее, поэтому его смысл сейчас будет опущен.

Что касается представления знаний, то оно означает способность искусственного интеллекта хранить знание об окружающем их мире таким образом, чтобы дочерние компьютеризированные системы, а также использующиеся в них программное обеспечение могли обрабатывать их на подобие человеческого мозга.

Планирование заключается в проработке стратегии решения такой задачи, которая требует работы в многомерном пространстве и выбор наиболее оптимального решения среди всех возможных. Решение данной задачи предусматривает наличие начального условия и конечной цели. При этом система ИИ должна обработать все возможные действия, которые необходимо реализовать для достижения данной задачи.

Для большей понятности, система, обладающая искусственным интеллектом, должна обладать способностями анализа и обработки естественного языка, а также автоматической генерацией текста, наиболее приближенного к человеческому. При этом компьютеризированная система должна распознавать речь, анализировать её, генерировать непосредственно сам текст и производить синтез речи.

Наиболее развивающимся в искусственном интеллекте является метод машинного обучения. Он заключается в том, что принятие решения на одну задачу может меняться с течением времени. В данном случае никогда не происходит прямого решения, а искусственный интеллект анализирует похожие ситуации и в зависимости от их исходом самообучается, что повышает точность будущего ответа. Помимо этого машинное обучение обеспечивает увеличение скорости принятия решений.

Целью использования машинного обучения является автоматизация решения задач в различных сферах. Оно наиболее распространено в спектрах распознавания речи, жестов, рукописного ввода, образов, биржевый и финансовый анализ и многих других направлениях.

В связи с быстрым развитием современных мобильных устройств появилась сильная необходимость в совершенствовании информационного поиска. Совершенствование систем искусственного интеллекта также является необходимым условием для повышения скорости работы современных компьютеризированных систем. Причиной этому служит постоянное увеличение объема данных. При этом возникающие задачи требуют гораздо более глубокого анализа для прогнозирования успешных показателей.

Что касается конкретно мобильной индустрии и сферы современных операционных систем, то наиболее известным использованием элементов искусственного интеллекта являются голосовые помощники. Голосовой помощник или интеллектуальный персональный программный агент — это программа, вступающая в отношение посредничества с пользователем или другой программой, которая выполняет поступившую на вход задачу на основе информации, введённой пользователем или данных, полученных с использованием различного рода интернет ресурсов.

Наиболее известными интеллектуальными голосовыми помощниками являются Voice Mate, S Voice, SILVIA, Hidi, Google Now и пришедший ему на замену Google Assistant, Cortana, Siri, Bixby. Самыми распространенными являются Siri, ассистент от Google, Cortana и набирающий популярность Bixby. Это обусловлено широким распространением таких операционных систем как Android, Windows и iOS. Что касается Bixby, то его разработкой занимается компания Samsung, которая находится в тройке лучших производителей смартфонов.

Рассмотрим более подробно каждого помощника с элементами искусственного интеллекта. Для начала следует рассмотреть помощника Cortana. Данный голосовой помощник был разработан компанией Microsoft для операционных систем Windows 10 и Windows Phone в 2014 году.

Основная задача Cortana — предугадывать действия пользователя. Данный голосовой помощник заменяет стандартную поисковую систему. Количество его возможностей увеличивается, если предоставить ему личные данные. Кроме того, помощник предусматривает гибкие настройки, благодаря которым пользователь сам выбирает, какого рода информацию он разрешает ему обрабатывать. Таким образом, обеспечение такого уровня конфиденциальности является большим преимуществом по сравнению с остальными интеллектуальными помощниками.

Но при этом, столь гибкие настройки делают данный ассистент не столь удобным, как тот же самый Siri, а также Cortana не может продемонстрировать таких функциональных возможностей. Вторым недостатком является количество поддерживаемых языков. Если у неё их 15, то у уже устаревшего Google Now их 37. Как показывает практика количество устройств на ОС Windows гораздо меньше, чем Android и iOS, а на стационарных компьютерах использование голосового помощника является довольно редким. Многоплатформенность Cortana не дает ей преимуществ на устройствах с другой ОС, так как она фактически не выдерживает конкуренции Siri и Google Assistant.

Google Now, в общем смысле, это сервис поиска от google. Его функционал является ограниченным. Впервые был продемонстрирован в 2012 году. Он имел вид виджета на рабочем экране устройства и включал 36 различных функциональных особенностей. Работа искусственного интеллекта заключалась в том, что он запоминал часто

посещаемые страницы в браузере и наиболее часто запускающиеся приложения и предоставлял актуальную новостную информацию, исходя из интересов пользователей, а также помогал оптимизировать программное обеспечение под более быстрый запуск конкретного приложения. С 2017 года данный интеллектуальный помощник больше не поддерживается в связи с выходом Pixel launcher и разработкой Google Assistant.

Google Assistant был представлен на ежегодной конференции, проводимой непосредственно самой компанией Google в 2016 году. Компанией также было заявлено, что система машинного обучения будет реализована путём сбора персональных данных пользователей. Главным отличием персонального ассистента от Google Now является поддержка двусторонних переговоров. Если устаревший помощник предоставлял необходимую или интересную для пользователя информацию, то Assistant может отвечать на вопросы. Это стало возможным благодаря различного рода алгоритмам обработки естественного языка. Помимо улучшенного функционала, данный агент обладает гораздо более проработанным дизайном, что повышает удобство пользования им.

Siri это умный помощник, входящий в программную составляющую продукции компании Apple и продемонстрированный в 2011 году. Основными задачами данного интеллектуального помощника являются предоставление диалогового интерфейса, распознавание контекста и сервисной делегации. Siri, как и любой другой помощник, предоставляет пользователю необходимую информацию и даёт рекомендации различного рода. Огромным преимуществом является приспособление данного интеллектуального агента под каждого пользователя индивидуально. Данный процесс может занимать довольно длительное время, в течение которого происходит обработка запросов и действий пользователя. Стоит отметить, что на момент написания статьи, Siri предоставляет гораздо меньший функционал по сравнению с конкурентами. Интеллекту-

альный помощник часто использует информацию, хранящуюся в открытых базах данных, а не собирает персональные данные пользователей, в связи с чем, возникает проблема улучшения производительности продукта.

Vixby — виртуальный ассистент, разработанный компанией Samsung. Впервые был продемонстрирован в апреле 2017 года. Он работает на основе технологий искусственного интеллекта и глубокого обучения. В связи с тем, что это один из самых новых голосовых ассистентов, его функционал ограничен и находится в постоянном совершенствовании. Важной особенностью Vixby является полная поддержка голосового управления. Другими словами, пользователь может выполнять абсолютно все действия, которые доступны ему на дисплее устройства. Интеллектуальный помощник подстраивается под каждое отдельно запущенное приложение, что повышает скорость работы и удобство пользования. Ещё одним преимуществом среди других ассистентов является повышенная естественность в общении с пользователем. Vixby понимает даже те команды, которые являются неполными, анализируя возможные варианты дальнейшего решения и подбора ответа. На данный момент, Vixby можно назвать одним из самых перспективных интеллектуальных помощников в современных устройствах. Однако он обладает гораздо меньшим функционалом из-за своей даты выхода. У других компаний, занимающихся разработкой помощников, уже существует многолетний опыт и огромное количество наработок.

Российская компания Яндекс продемонстрировала голосового ассистента «Алиса». Основными функциями являются предоставление пользователю основной информации о погоде, курсе валют, прокладывание маршрута и т. д. Пока приложение от Яндекс находится в стадии бета-тестирования и находится в разработке, однако можно утверждать, что на момент своего официального выхода, интеллектуальный помощник будет обладать широким функционалом и удобством пользования.

#### *Литература:*

1. Корсаков, С. Н. Начертание нового способа исследования при помощи машин, сравнивающих идеи / Под ред. А. С. Михайлова. — М.: МИФИ, 2009. — 44 с.
2. Воронцов, К. В. Курс «машинное обучение» школы анализа данных компании Яндекс.
3. Шлезингер, М., Главач В. Десять лекций по статистическому и структурному распознаванию. — Киев: Научная мысль, 2004. — 535 с.

## Система автоматического управления углом поворота нагрузки

Ишбулатов Артём Рашитович, студент;

Кузнецова Надежда Дмитриевна, студент

Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск)

*В данной работе проведен анализ исходной системы автоматического управления, включающий проверку соответствия системы требованиям технического задания. Для улучшения показателей исходной системы проведен синтез корректирующего устройства на основе метода ЛАЧХ.*

Рассматриваемая автоматическая система является замкнутой, нелинейной из-за наличия усилителя мощности, непрерывной (между входными и выходными величинами всех элементов системы существует непрерывная связь) и одномерной (одна регулируемая величина). Параметры элементов системы не изменяются со временем, следовательно, система стационарная.

Объектом для анализа является система управления углом поворота нагрузки, принципиальная схема которой представлена на рисунке 1.

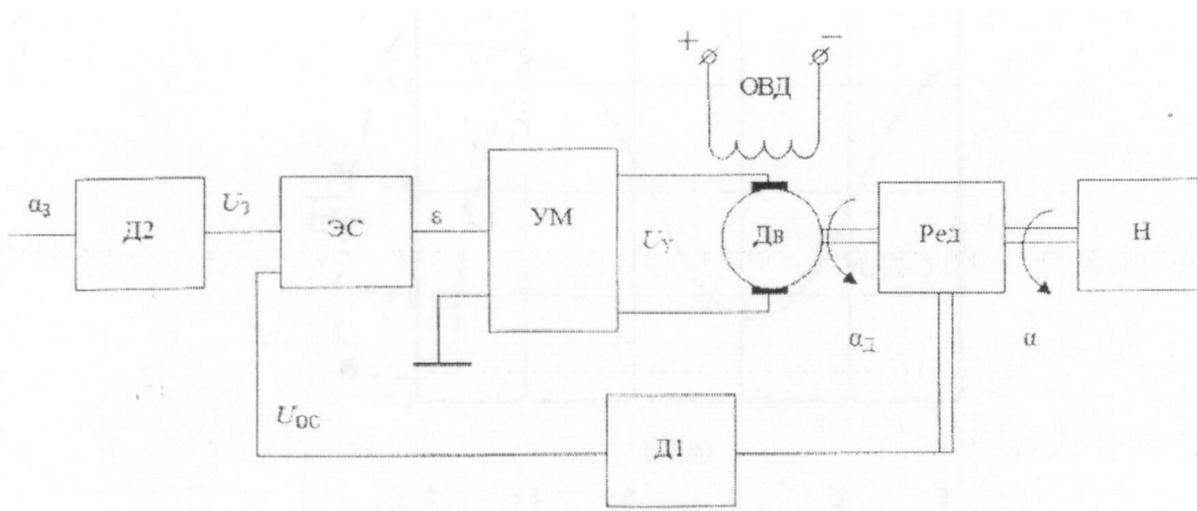


Рис. 1. Принципиальная схема системы управления углом поворота нагрузки

Объектом управления в данной системе является группа элементов, состоящая из двигателя и редуктора. Управляемая величина — угол поворота нагрузки. Датчиком обратной связи служит потенциометр Д1, который механически связан с редуктором (Ред.) Потенциометр преобразует угол  $\alpha\alpha$  поворота в напряжение  $U_{ос}$ . Опорный (задающий) сигнал  $U_z$  формируется с помощью задающего потенциометра Д2. Элемент сравнения (ЭС) сравнивает рассогласование  $\epsilon$ , который в свою очередь усиливается усилителем мощности (УМ) и подается на обмотку управления двигателя (Дв). Двигатель через редуктор вращает нагрузку (Н), обеспечивая поворот нагрузки на угол  $\alpha\alpha$ .

Функциональная схема замкнутой системы управления углом поворота нагрузки представлена на рисунке 2. Усилитель мощности (УМ) выступает в качестве усилительно — преобразовательного элемента (УПЭ), двигатель вместе с редуктором — в качестве объекта управления (ОУ), потенциометр Д1 — в качестве датчика обратной связи.

Согласно требованиям технического задания должны выполняться следующие условия:

Относительная ошибка ( $\epsilon_g$ ) воспроизведения сигнала  $g=2 \cdot \sin(2,3)$  не более 2,3%;

Показатель колебательности (М) не более 1,4.

Выполнив анализ показателей качества и точности системы, можно сделать вывод, что показатель колебательности соответствует требованиям технического задания, а относительная ошибка воспроизведения гармонического сигнала не соответствует требованиям ТЗ. Это означает, что систему необходимо корректировать.

Для целей синтеза корректирующего устройства (КУ) чаще всего применяют метод логарифмических амплитудных характеристик, так как построение ЛАЧХ не требует сложных вычислений. Особенно удобно использовать асимптотические ЛАЧХ. [1].

Для того, чтобы осуществить синтез регулятора, необходимо выполнить следующие шаги:

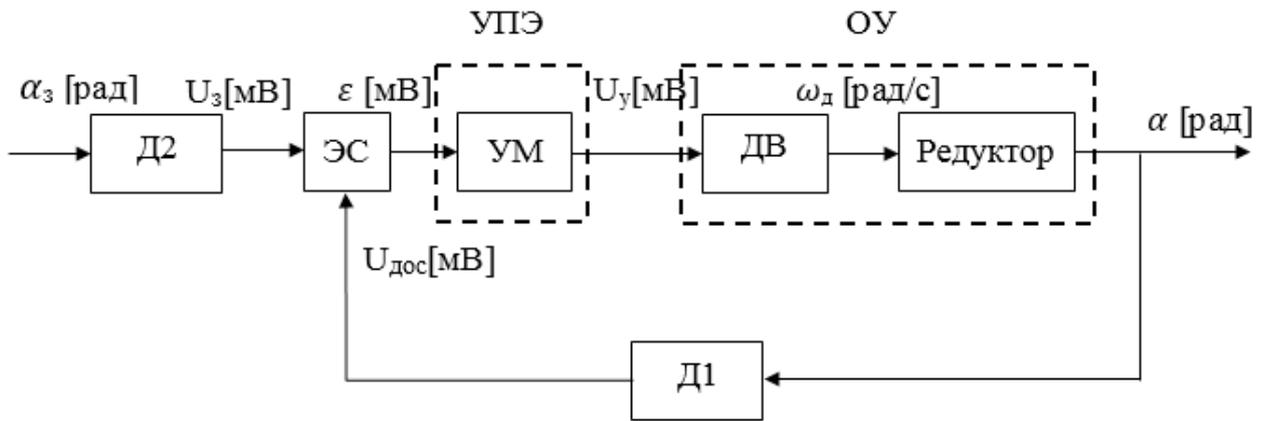


Рис. 2. Функциональная схема системы управления углом поворота нагрузки

Построить ЛАЧХ располагаемой системы. Под исходной ЛАЧХ понимается характеристика исходной системы регулирования, построенной исходя из требуемых режимов стабилизации.

Построить желаемую ЛАЧХ системы. Построение желаемой ЛАЧХ происходит на основании требований, предъявляемых к проектируемой системе регулирования.

Получить ЛАЧХ последовательного корректирующего устройства вычитанием исходной ЛАЧХ из ЛАЧХ желаемой. По ней получить передаточную функцию корректирующего устройства

Выполнить физическую реализацию последовательного корректирующего устройства на базе активных или пассивных четырёхполюсников.

Выполнить расчёт, подтверждающий соответствие спроектированной системы требованиям ТЗ.

Для того, чтоб построить асимптотическую ЛАЧХ исходной системы необходимо записать передаточную функцию разомкнутой системы и определить частоты сопряжения  $\omega_i = 1/T_i$ , где  $T_i$  — постоянные времени отдельных звеньев.

Построение желаемой ЛАЧХ. При построении желаемой ЛАЧХ выделяют три области: низкочастотную область, средне частотную и высокочастотную. Низкочастотная асимптота желаемой ЛАЧХ характеризует точность воспроизведения эталонного сигнала. Область средних частот определяет динамические свойства системы (быстродействие, колебательность). Высокочастотная асимптота отвечает за помехозащищённость системы. С точки зрения упрощения модели корректирующего устройства удобно ВЧ асимптоты выполнить параллельно ВЧ асимптотам исходной ЛАЧХ [2].

Для того, чтобы относительная ошибка воспроизведения входного воздействия не превышала  $\epsilon_g$ , ЛАЧХ системы должна находиться не ниже контрольной точки  $A_k$  с координатами  $(lg\omega_0; 20lg(1/\epsilon_g))$ . Область, расположенная ниже контрольной точки  $A_k$  и двух прямых, проведённых через нее с наклонами  $-20$  и  $-40$  дБ/дек, является запретной областью для ЛАЧХ следящей системы с астатизмом любого порядка [1]. Так как реальная ЛАЧХ в точке перегиба проходит на 3 дБ ниже асимптотической, то чтобы исключить попадание в запретную область, необходимо низкочастотную асимптоту поднять на 3 дБ относительно контрольной точки. На рисунке 3 показано построение запретной области.

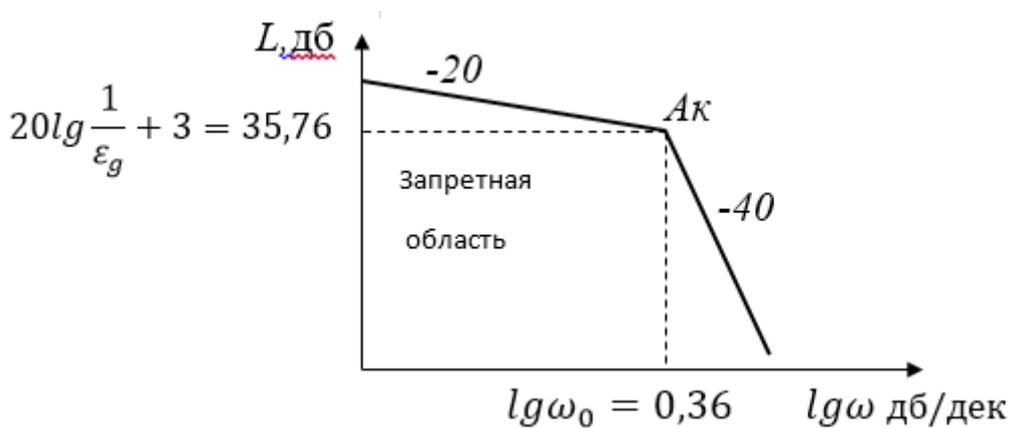


Рис. 3. Построение запретной области

Построение среднечастотного участка. СЧ участок формируется асимптотой с наклоном  $-20$  дБ/дек, которая проводится таким образом, чтобы ось частот пересекалась на частоте  $\omega_{\text{ср}}$ . Данная асимптота проводится в обе стороны от  $\omega_{\text{ср}}$  до достижения модулей, равных  $L1$  и  $L2$  [1] (Рисунок 4).

После этого совершают сопряжение асимптот среднечастотного и низкочастотного участка.

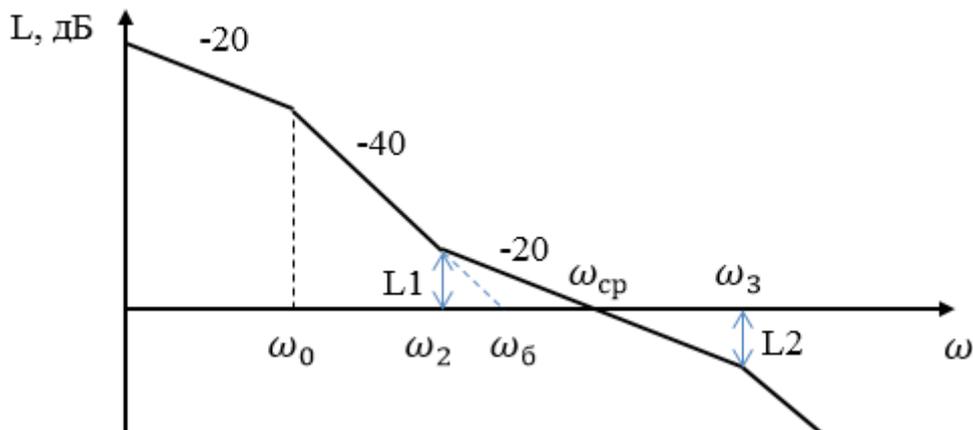


Рис. 4. Построение СЧ участка

Для построения данного участка ЛАЧХ воспользуемся методом Бессекерского, так как в требованиях по показателям качества системы задан показатель колебательности ( $M=1,4$ ). Согласно методу постоянные времени на участке определяются по следующим формулам:

$$\omega_6 = \sqrt{20 \lg\left(\frac{\omega_0}{\varepsilon_g}\right) * \omega_0};$$

$$T_2 \geq \frac{1}{\omega_6} \sqrt{\frac{M}{M-1}};$$

$$T_3 \leq \frac{1}{\omega_6} \frac{\sqrt{M(M-1)}}{(M+1)} - T_b - T_c,$$

где  $T_b$  и  $T_c$  малые постоянные времени.

Построение ВЧ участка. Вид ЛАЧХ на данном участке детерминирует помехоустойчивость системы. Установив, как можно больший наклон асимптот, можно ослабить воздействие высокочастотных помех. Начинать строить высокочастотный участок необходимо на частоте  $\omega_3$ , затем для уменьшения порядка передаточной функции КУ ВЧ асимптоты проводим параллельно ВЧ асимптотам исходной ЛАЧХ.

Получаем ЛАЧХ корректирующего участка путем вычитания исходной ЛАЧХ из желаемой ЛАЧХ. По полученной характеристике определяем передаточную функцию КУ, представленную как последовательное соединение инерционных и форсирующих звеньев с определенными постоянными времени.

Передаточная функция синтезированного корректирующего устройства:

$$W_{\text{пкы}}(s) = \frac{K_{\text{пкы}} (ST_a + 1)(ST_2 + 1)}{(ST_b + 1)(ST_3 + 1)},$$

где  $K_{\text{пкы}} = 21,38$ ,  $T_a = 0,11$  с,  $T_b = 0,435$  с,  $T_2 = 0,105$  с,  $T_3 = 0,00129$  с.

Реализацию будем проводить на базе активного четырехполюсника, схема которого выбирается по передаточной функции и виду ЛАЧХ корректирующего устройства. Параметры элементов схемы выбираются по алгоритму, представленному Смольниковым в [3]. Затем номинальные параметры четырехполюсника выбираются из ряда E24. Таким образом, передаточная функция корректирующего устройства примет следующий вид:

$$W_{\text{ПКУ}}(S) = \frac{22(1 + 0,101S)(1 + 0.113S)}{(1 + 0.443S)(1 + 0,0013S)};$$

Произведем анализ скорректированной по методу ЛАЧХ системы на соответствие требованиям технического задания. Сравнение характеристик полученной после синтеза системы и исходной системы с требованиями ТЗ приведено в таблице 1.

Таблица 1

Сравнение характеристик системы

Характеристика системы	Требование ТЗ	Исходная система	Скорректированная система
Относительная ошибка воспроизведения сигнала $g=2\sin(2,3)$ , %	не более 2,3	37,34	2,292
Показатель колебательности	не более 1,4	1,121	1,313

Полученные показатели полностью удовлетворяют требованиям технического задания, следовательно, введение корректирующего устройства позволило улучшить характеристики исходной системы.

#### Литература:

1. Бессекерский, В. А. Теория систем автоматического управления / В. А. Бессекерский, Е. П. Попов. — 4-е изд., перераб. и доп. — СПб: Изд-во Профессия, 2004. — 752 с.
2. Павловская, О. О. Теория автоматического управления. В 2 ч. Ч. 2: Линейные системы: Учебное пособие. — Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2004. — 75 с.
3. Смольников, А. П. Линейные Системы Автоматического Управления: учебное пособие / А. П. Смольников — Красноярск: Изд. СФУ, 2007—100 с.

## Система управления расходом топлива

Ишбулатов Артём Рашитович, студент;  
Кузнецова Надежда Дмитриевна, студент  
Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск)

*В статье рассмотрен принцип построения системы управления расходом топлива, её основные функции, приведены основные задачи терминального управления расходом топлива.*

**Ключевые слова:** жидкостный реактивный двигатель, система управления расходом топлива, терминальное управление, ракета-носитель

В начале 50-х годов прошлого века при создании первой межконтинентальной баллистической ракеты (МБР) Р-7 были поставлены две новые задачи: управление кажущейся скоростью ракеты и управление двигательной установкой с целью повышения энергетических характеристик ракеты. В связи с этим по поручению С. П. Королева в Институте проблем управления им. В. А. Трапезникова были начаты работы по созданию теории и систем управления жидкостных реактивных двигателей (ЖРД). Ответственным за исследования в данной области был назначен советский учёный Б. Н. Петров. Он был одним из основоположников теории, принципов построения и алгоритмов управления как для МБР Р — 7, так и для

большинства последующих объектов ракетно-космической техники.

В исследованиях Б. Н. Петрова ЖРД рассматривался как основной объект управления ракеты. ЖРД при изготовлении настраивается на соотношение компонентов топлива с точностью  $\pm (2 \div 4) \%$  [1]. В полете под действием различных возмущений соотношение компонентов топлива двигателя может изменяться в ещё большем диапазоне. Это может привести к преждевременному израсходованию одного из компонентов топлива до момента выключения двигателя. Так как двигатель не может работать на одном компоненте (происходит несанкционированный останов или взрыв двигателя), то необходимо резервиро-

вать гарантийные запасы топлива. Для уменьшения гарантийного запаса топлива целесообразно применение систем управления соотношением компонентов топлива. Эти системы основываются на измерении уровней компонентов в баках или на измерениях секундных расходов топлива через двигатель.

Наиболее широкое практическое применение получила система управления расходом топлива (СУРТ). Объектом управления СУРТ является динамическая система, состоящая из двигательной установки ступени, топливных баков и связывающих их трубопроводов. Исполнительным органом системы является дроссель, установленный в линии подачи одного из компонентов, чаще всего линии горючего, и приводимый в действие электрическим приводом. Дроссель изменяет соотношение компонентов расхода топлива в соответствии с командами системы управления.

За счет синхронизации выработки окислителя и горючего, а также прогнозирования момента окончания компонентов топлива достигается рациональное использование располагаемых запасов топлива.

Синхронизация выработки окислителя и горючего на ступени реализуется путем автоматического изменения коэффициента соотношения расходов компонентов топлива через ЖРД в допустимом диапазоне регулирования.

Прогнозирование момента окончания компонентов топлива осуществляется на основе измерительной информации о фактическом расходе компонентов топлива в процессе полета ракеты.

СУРТ можно отнести к классу терминальных систем управления, так как основной целью управления является не мгновенная компенсация отклонения соотношения текущих запасов окислителя и горючего в баках, а выполнение заданных технических требований к моменту времени выключения двигательной установки ступени.

Основные задачи терминального управления расходом топлива содержательно формируются следующим образом [2].

1. Временное рассогласование уровней компонентов топлива в баках в момент окончания работы двигателя  $\Delta t_k$  должно быть минимальным.

2. Изменение коэффициента соотношения расхода компонентов топлива через двигатель от номинального значения в процессе регулирования системой не должно превышать допустимого значения ( $K_{т доп}$ ), определяемого работоспособностью двигателя.

Рассмотрим принципы построения СУРТ на примере структурной схемы (рисунок 1), включающей в себя упрощенное изображение ракетного блока — пара баков и ЖРД с исполнительными органами СУРТ [3].

Датчики уровня окислителя и горючего представляют собой штанги с набором равного количества  $N$  измерительных точек (ИТ), которые реагируют на факт пересечения уровня, на котором они установлены, зеркалом жидкого компонента. Для номинального процесса опорожнения баков пересечение компонентами топлива уровней

ИТ одинаковых,  $i$ -тых ( $i = 1, 2, \dots, N$ ) номеров происходит одновременно ( $t_{oi} = t_{ri}$ ). При наличии возмущений возникает неодновременность пересечения компонентами топлива уровней ИТ одинаковых номеров и появляется рассогласование  $\Delta t = t_o - t_r \neq 0$ , которое однозначно характеризует рассогласование относительных запасов окислителя и горючего на  $i$ -той паре ИТ уровней. Сигнал  $\Delta t$  формируется в усилителе-преобразователе 3 и поступает на вход вычислительного устройства 4, где по алгоритму управления рассчитывается управляющее воздействие  $u_i$ . Обработка управляющего сигнала  $u_i$  осуществляется с помощью привода дросселя 6, устанавливаемого в одной из основных топливных магистралей двигателя после турбонасосного агрегата 5. Изменение положения дросселя, установленного в магистрали горючего, приводит к изменению расхода горючего и, соответственно, коэффициента соотношения компонентов через ЖРД. Описанная схема повторяет свое действие при срабатывании каждой из последующих пар ИТ, вплоть до последних перед финальным моментом.

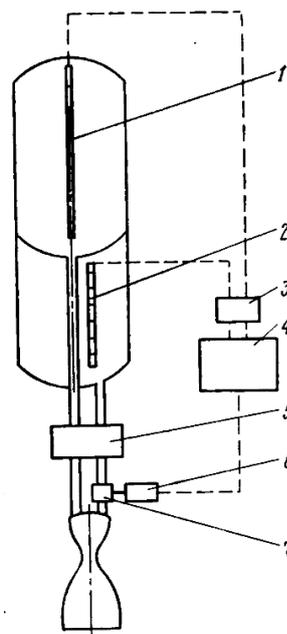


Рис. 1. Структурная схема СУРТ

СУРТ может объединить в себе ряд подсистем для решения следующих задач: внутриблочного и межблочного регулирования опорожнения баков окислителя и горючего, прогнозирования момента времени окончания топлива и др. [4,5].

1) Система регулирования соотношения расходов компонентов топлива (РСК) поддерживает с помощью расходомерных датчиков окислителя и горючего заданное значение соотношения расходов компонентов топлива.

2) Система регулирования опорожнения баков (СОБ) решает задачу синхронизации опорожнения баков окислителя и горючего на основе использования информации от датчиков уровней окислителя и горючего.

3) Система управления межблочной синхронизацией (МБС) опорожнения баков осуществляет синхронизацию по информации об отклонении суммарного количества топлива в каждом блоке от среднеблочного его значения. Это позволяет повысить эффективность применения системы в условиях, когда существенно ограничивается диапазон изменения давления в камере сгорания.

4) Система поддержания давления в камере сгорания двигателей формирует по информации от датчика давления газа в камере сгорания управляющий сигнал на привод винта газового редуктора для стабилизации давления в камере сгорания относительно заданного значения.

5) Система прогнозирования момента времени окончания топлива применяется для выключения двигателей

II ступени — при организации полной выработки топлива центрального бака и двигателя III ступени для обеспечения безопасности выключения в некоторых аварийных ситуациях.

Заключение. В период становления ракетно-космической техники основные методы повышения энергетических характеристик ракеты основывались на построении энергетически выгодных траекторий полета, но с развитием теории автоматического управления появились новые пути совершенствования этих показателей. Одним из важнейших инженерных решений стало создание системы управления расходом топлива, которая позволила значительно повысить энергетические возможности ракетных летательных аппаратов, благодаря высокой точности управления.

#### Литература:

1. Игдалов, И. М. Ракета как объект управления / И. М. Игдалов, Л. Д. Кучма, Н. В. Поляков, Ю. Д. Шептун. — Днепропетровск: АРТ-ПРЕСС, 2004. — 544 с.
2. Челомей, В. Н. и др. Пневмогидравлические системы двигательных установок с жидкостными ракетными двигателями / В. Н. Челомей и др. — Москва: Машиностроение, 1978. — 296 с.
3. Петров, Б. Н. и др. Бортовые терминальные системы управления / Б. Н. Петров и др. — Москва: Машиностроение, 1983. — 200 с.
4. Андриенко, А. Я. Вопросы теории и практики создания бортовых терминальных систем жидкостных ракет-носителей / А. Я. Андриенко, В. П. Иванов. — Автоматика и телемеханика. — № 3. — 2013. — с. 103–119.
5. Андриенко, А. Я., Иванов В. П. Совершенствование энергетических характеристик жидкостных ракет средствами автоматического управления. Ч. 1. Физико-технические основы управления расходом жидкого топлива ракет // Проблемы управления. — 2009. — № 1. — с. 66–71.
6. Шориков, А. Ф. Формирование линейной дискретной динамической модели для решения задач оптимального терминального управления расходом топлива ракеты-носителя / А. Ф. Шориков, В. И. Калёв // Информационные технологии и системы: труды Пятой Международной научной конференции. — 2016. — с. 61–67.

## ETL: обзор и роль в развитии компаний

Коновалов Михаил Владимирович, системный аналитик  
АО «Райффайзенбанк» (г. Москва)

*В статье рассматриваются понятия ETL, ETL-инструмент, а также OLTP и OLAP. Проводится краткий обзор ETL-инструментов от крупнейших мировых компаний разработчиков их роль в современном мире и развитии бизнеса крупных компаний.*

**Ключевые слова:** ETL, ETL-инструменты, хранилище данных, ХД, DWH, OLTP, OLAP, анализ, бизнес-процесс, бизнес-анализ, ИТ

### Введение

Последние десятилетия технологии и ИТ-индустрия в частности развиваются по экспоненте, оказывая влияние не только на смежные, но и, пожалуй, на все виды деятельности человека. В геометрической прогрессии растут объемы обрабатываемых данных, разнообразие инструментариев для создания и усовершенствования систем и приложений, используемых в промышленных целях.

Разнообразие программного обеспечения направлено, с одной стороны на упрощение ручного труда, автоматизацию бизнес-процессов, сокращение издержек и расходов компаний, но, вместе с этим значительно усложняется ИТ-инфраструктура и архитектура системного ландшафта в организациях. Это бросает вызовы ИТ-персоналу и требует все более высокой квалификации от специалистов, ответственных за информационные системы компании.

Вместе с тем растет количество источников и потребителей данных. Это обусловлено не только тенденциями внутри компании, но и увеличением количества внешних провайдеров информации, таких как, например, web-ресурсы государственных органов или коммерческих организаций, агрегирующих и предоставляющих справочные данные юридическим лицам.

### Понятие ETL

Данные, загружаемые из каких-либо источников, как правило, требуется не просто хранить внутри одной системы, а передавать для обработки и анализа в другие системы. Для этого существуют, так называемые, хранилища данных (ХД или DWH — Data Warehouse). ХД — это базы данных для сбора и обработки различной инфор-

мации, разработанные и ориентированные специально для подготовки отчетов и бизнес-анализа, с целью поддержки принятия решений на предприятии. [1]

Из-за множества используемых технологий, различий в системах с точки зрения архитектуры и структуры данных, при передаче информации в системы потребители, ее необходимо преобразовывать.

Таким образом, учитывая вышесказанное, можно выделить три этапа в процессе работы с данными:

1. Извлечение (Extract),
2. Преобразование (Transform),
3. Загрузка (Load).

Эти три этапа и составляют аббревиатуру ETL — одного из основных процессов в управлении данными при получении их из множества систем источников и загрузки в ХД, с целью получения достоверной информации (см. Рис. 1).



Рис. 1. ETL-процесс

Рассмотрим подробнее выделенные этапы:

1. Извлечение. На этом этапе данные извлекаются из систем источников без преобразований (как есть, произвольного качества) и загружаются в промежуточную область.

2. Преобразование. Данные группируются, преобразуются к формату, соответствующему структуре хранилища данных. Выполняются очистка, проверка данных на полноту, формируются отчеты об ошибках для дальнейшего исправления.

3. Загрузка. Данные загружаются из промежуточной области в хранилище данных. Причем загружается не вся информация, а только новая или измененная части, с поддержкой версионности. Это необходимо для возможности получить актуальную версию записи на произвольную дату.

Часто ETL является промежуточным слоем между OLTP системами и OLAP системой или хранилищем данных.

OLTP (Online Transaction Processing) — понятие относится к транзакционным системам сравнительно небольшого размера, обрабатывающих большие потоки данных в реальном времени.

OLAP (Online analytical processing) — понятие относится к системам для динамического построения отчетов и документов, составления сложных запросов к базе данных для глубокого анализа.

Краткие сравнительные характеристики OLTP и OLAP систем приведены в Таблица 1.

### ETL-инструменты

Вообще, для реализации ETL-процесса можно использовать большинство современных языков программирования. Но, если требуется не просто выполнить разовую конвертацию данных, а речь идет о реализации постоянного процесса интеграции данных из нескольких разнородных источников, то имеет смысл рассмотреть использование специализированных инструментов, облегчающих автоматизацию типовых операций, поддержку основных используемых форматов и наиболее распространенных информационных систем. При этом следует принимать во внимание параметры масштабируемости, скорости и расширяемости таких инструментов.

Наиболее распространенными разработчиками ETL-инструментов на сегодняшний день можно назвать Oracle,

Таблица 1

## Сравнительные и характеристики OLTP и OLAP [2]

№	Характеристика	OLTP	OLAP
1	Источник данных	Деятельность компании	Внутренние и внешние данные
2	Объем данных	Как правило, необходимо за последние несколько месяцев	На порядки больше, чем для OLTP-систем. Необходимо, как правило, за несколько лет.
3	Качество данных	Эквивалентная информация может быть в разных форматах, и даже противоречивая	Единообразная, согласованная и очищенная информация.
4	Набор запросов	Для конкретных задач и выборки относительно небольшого объема данных. Набор может быть заранее известен.	Заранее предсказать набор невозможно (нерегламентированные запросы). Выбираются большие объемы данных.
5	Изменчивость	Сильная изменчивость, данные не упорядочены	Малая изменчивость, упорядоченность данных
6	Защита	Защита на уровне таблиц	Большая грануляция защиты из-за большой критичности для компании

Informatica и IBM. Как правило, системы таких производителей перекрывают потребности бизнеса настолько, что большинство клиентов не используют и половины имеющегося функционала. Поэтому имеет смысл выбирать ETL-инструменты, основываясь на требуемых задачах решения и имеющейся платформе предприятия.

К примеру, если в компании доминируют системы от компании IBM — то можно рассмотреть решение Data Stage от IBM. С приобретением в 2008 году канадской компании Cognos, у IBM появилось и второе решение Data Manager, к одному из достоинств которого можно отнести наличие OLAP, чего нет у ряда других систем. Это позволяет обходиться без построения сложных ХД, что сильно экономит средства компании.

При использовании Unix/Linux подобных операционных систем часто используются решения от Informatica или Oracle. К преимуществам решений PowerCenter и PowerMart от Informatica можно отнести следование за новыми технологиями, регулярные релизы и, как следствие, наибольший набор инструментов для интеграции данных. Гибкости системе добавляет возможность программировать на языке разработки Java. [3,4] Для Oracle Data Integrator характерна возможность масштабирования от небольшой организации до целого предприятия, наличие специальных технологии для манипулирования большими объемами данных. Также для поддержки разработчиков в системе имеются специальные модули знаний для многих других систем, содержащие шаблоны кода. [5]

Если в компании преобладают системы от компании Microsoft, то ETL могут быть построены на продукте SSIS от Microsoft. Данный продукт имеет развитый пользова-

тельский интерфейс, предоставляет широкую библиотеку стандартных компонентов потоков данных. В дополнении к ним, SSIS предоставляет инфраструктуру для создания пользовательских компонентов. Это позволяет компаниям разрабатывать узкоспециализированные высокоэффективные компоненты обработки данных. Но продукт не является кроссплатформенным и ориентирован на взаимодействие с продуктами Microsoft. [6]

### Заключение

Сегодня ETL-системы рассматриваются не только как инструмент для создания отчетов или исправления ошибок, которые могут возникать на уровне ввода, переноса данных, по причине системных ошибок или различий в данных между смежными ИТ-системами. Эти задачи действительно крайне важны для бизнеса, т. к. при наличии огромного количества различных систем в компании с противоречивыми данными, критичной является возможность получать достоверные и качественные данные, приведенные к единой системе значений и детализации. Но в понятие ETL-система сегодня вкладывается значительно больший смысл, т. к. решаемые задачи стали одними из наиболее приоритетных для компаний. Бизнес осознал необходимость внедрения подобных интеллектуальных систем для принятия своевременных решений и успешного ведения конкурентной борьбы. А это значит, что разработчики и интеграторы подобных решений и впредь должны все больше стремиться к тому, чтобы предлагать бизнесу новые инновационные решения с еще более развитым и интеллектуальным функционалом.

### Литература:

1. Ralph Kimball, Joe Caserta. The Data Warehouse ETL Toolkit: Practical Techniques for Extracting, Cleaning, Conforming, and Delivering Data. — John Wiley & Sons, 2004.

2. Проектирование баз данных: Распределенные базы и хранилища данных. Лекция 2: Многомерное представление данных. Общая схема организации хранилища данных. Характеристики, типы и основные отличия технологий OLAP и OLTP. Схемы звезда и снежинка. Агрегирование // Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ». URL: [http://www.intuit.ru/studies/professional\\_retraining/953/courses/214/lecture/5508/](http://www.intuit.ru/studies/professional_retraining/953/courses/214/lecture/5508/) (дата обращения: 23.10.2017).
3. PowerCenter // DIS Group. URL: <http://www.dis-group.ru/products/informatica/powercenter/> (дата обращения: 23.10.2017)
4. Informatica Basic Features — Power Centre, Power Mart // DATAWAREHOUSE CONCEPTS. URL: <http://dwlaureate.blogspot.ru/2012/08/informatica-basic-features.html> (дата обращения: 23.10.2017).
5. Oracle Data Integrator Enterprise Edition // ORACLE. URL: <http://www.oracle.com/us/products/middleware/data-integration/odi-ee-11g-ds-168065.pdf> (Дата обращения: 23.10.2017).
6. Бергер, А. Б. Microsoft SQL Server 2005 Analysis Services. OLAP и многомерный анализ данных / Бергер А. Б., Горбач И. В., Меломед Э. Л., Щербинин В. А., Степаненко В. П. / Под общ. Ред. А. Б. Бергера, И. В. Горбач. — СПб.: БХВ-Петербург, 2007.
7. Основные функции ETL-систем // Хабрахабр. URL: <https://habrahabr.ru/post/248231/> (Дата обращения: 23.10.2017).

## Разработка программного продукта для определения авторства текста

Обухова Алина Дмитриевна, студент;

Дроздова Ирина Игоревна, студент

Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону)

В предыдущей работе нами были рассмотрены основные понятия и методики, необходимые для определения авторства текста. В данной статье описан алгоритм работы программного продукта, реализованного с целью идентификации автора анонимного документа, на основании данных, приведенных ранее, а также проведены исследования степени точности каждой из мер по определению авторства текста. Проведён сравнительный анализ зависимости качества идентификации создателя текста от его стилистической принадлежности.

Задача об определении авторства анонимного текста, в данном программном продукте, решается с помощью четырёх мер, описанных в предыдущей статье. Для вычисления каждой из них необходимы следующие параметры: частотный анализ по тексту (граммы, биграммы), общее количество символов в тексте, размерность алфавита. Эти параметры необходимы для текста анонимного автора и для библиотеки известных авторов.

Для построения библиотеки авторов предварительно были рассчитаны все необходимые параметры для каждого из них. Всего в библиотеке данного программного продукта представлено 16 авторов художественной литературы (был выбран 19–20 век русской литературы, в библиотеке представленные классические авторы), а также 8 текстов научного стиля. Частотные анализы по текстам этих авторов были подсчитаны заранее и хранятся в отдельных файлах, в корневой папке проекта.

В самом начале работы программы пользователю необходимо выбрать режим работы: определение автора анонимного текста или добавление в библиотеку ещё одного автора. Опишем работу каждого из этих режимов.

Для наилучшей работы данного программного продукта на первом этапе необходимо произвести предварительную обработку текста анонимного автора. Следует привести к одному регистру все буквы, исключить из текста все символы, не принадлежащие кириллическому алфавиту, числа и специальные знаки, кроме того, существует возможность удаления пробелов между словами. Рекомендуемыми параметрами для очистки входного текста являются: удаление сторонних символов, замена заглавных букв на строчные и наличие пробелов между словами. Однако, параметры очистки каждый пользователь может выбрать на своё усмотрение. Панель выбора представлена на рисунке 1.

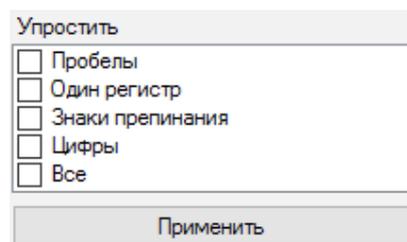


Рис. 1. Панель выбора предварительной обработки текста

Также в программе предусмотрено добавление нового автора к уже имеющимся или обновление текущей библиотеки. После нажатия данной кнопки пользователю необходимо указать, в какое литературное направление он желает добавить автора: научное или художественное. В каждом из этих разделов существуют идентичные

функции: дополнение уже существующего автора, либо же добавление совершенного нового автора в библиотеку. При обновлении или дополнении сведений об уже известном авторе необходимо выбрать нужную фамилию в выпадающем списке и указать путь к файлу с новым текстом этого автора. После проведения этих действия этот документ допишется к уже существующему и проведётся новый частотный анализ, и данные будут обновлены.

Если же пользователь желает добавить нового автора, то ему необходимо указать его фамилию и путь к файлу с его произведением. По тексту этого автора будет проведён частотный анализ, новые файлы будут сохранены в корневом каталоге проекта, и он добавится в библиотечный список программы.

Для определения авторства текста по частотам биграмм прежде всего необходимо знать количество символов во входном документе. Это значение определяется на стадии считывания текста из файла. Также необходимо знать мощность алфавита, т. е. количество букв в алфавите. Изначально задаются массивы для хранения значений биграмм и количества их повторений в тексте. Опишем алгоритм работы.

Шаг 1. До начала общего цикла по всему тексту необходимо произвести сохранение значения первой пары букв текста в массив значений, а количество повторений данной биграммы задать равным 1.

Шаг 2. Организация общего цикла по всему тексту, начиная со второго элемента

Шаг 3. Если очередная пара (текущая и следующая за ней буква) присутствует в соответствующем массиве, то её количество увеличивается на 1, а алгоритм переходит на Шаг 2. Если же такой биграммы нет в массиве, то она сохраняется в нём, а её количество в необходимом массиве становится равным 1, алгоритм переходит на Шаг 2.

Алгоритм завершает свою работу, когда цикл дойдёт до последней пары букв.

Проводится сортировка по частоте биграмм, таким образом, чтобы самая часто встречающаяся биграмма стояла в массиве на первом месте.

Аналогичным образом происходит частотный анализ текста на основе грамм, только работа ведётся не с парами букв, а с каждой из них в отдельности.

Далее происходит подсчёт каждой из четырёх мер. Для их вычисления необходимы значения по текущему известному автору и анонимному. Значения биграмм и частотный анализ по анонимному тексту составляется один раз для одного текста, в соответствии с описанными выше алгоритмами.

Далее организуется цикл по всем имеющимся известным авторам и проводится подсчёт мер Хмельёва, дивергенции Кульбака и меры  $X^2$ .

Шаг 1. Значения частотного анализа и значений биграмм текущего известного автора считываются из соответствующего файла и сохраняются в необходимый массив.

Шаг 2. Происходит поиск необходимой по алгоритму работы биграммы, её частоты и частотной характеристики необходимой одиночной буквы.

Шаг 3. Вычисление промежуточного значения каждой из мер и переход на Шаг 2.

Шаг 4. После подсчёта конечного значения мер происходит сравнение значения текущей меры и минимального значения. Если текущее значение меньше минимального, то необходимо переприсвоить значения, а также сохранить фамилию известного автора, по которому производилось сравнение. Переход на Шаг 1 до тех пор, пока не будет произведено сравнение по всему списку известных авторов из базы данных программы.

Шаг 5. Вывод результатов атрибуции текста на экран.

Пример изображен на рисунке 2.

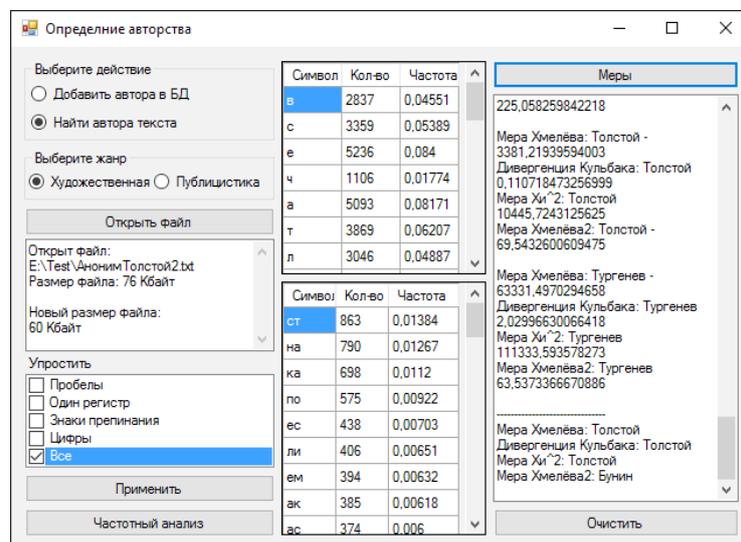


Рис. 2. Пример работы процедуры по определению авторства

Далее в работе представлены результаты экспериментов по выявлению эффективности работы методов определения авторов художественной и научной литературы различных размеров входного (анонимного) файла, а также разных объемов известных авторов, чьи тексты хранятся в базе данных программы.

Следует отметить, что на период написания данной статьи в базе данных программы находится 16 авторов художественной и 8 — научной литературы.

Проведём сравнительную оценку эффективности ме-

тодов определения авторов художественной и научной стилистики. В качестве неизвестного автора художественной литературы для данного эксперимента был выбран Л. Н. Толстой, а среди научных — Роджер Пенроуз (английский академик, активно работающий в различных областях математики, общей теории относительности и квантовой теории).

В таблице 1 и на рисунке 3 представлены результаты сравнительного анализа по мере Хмелёва (с использованием частотам биграмм).

Таблица 1

Автор	Размер анонимного текста					
	25 Кб	50 Кб	75 Кб	100 Кб	125 Кб	150 Кб
Толстой	4406	3732	3381	3046	2759	2732
Пенроуз	4393	3879	3896	3614	3373	2940

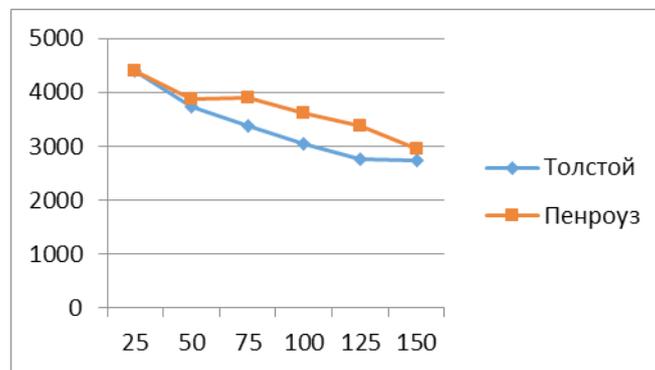


Рис. 3. График по результатам сравнительного анализа по мере Хмелёва

Значения данной меры Хмелёва с использованием биграмм становятся точнее с увеличением размера анонимного текста. В результате всех экспериментов с данной мерой был правильно определен истинный автор текста.

В таблице 2 и на рисунке 4 представлены результаты сравнительного анализа по второй мере Хмелёва (без использования биграмм).

Таблица 2

Автор	Размер анонимного текста					
	25 Кб	50 Кб	75 Кб	100 Кб	125 Кб	150 Кб
Толстой	124	109	70	8	67	65
Пенроуз	71	17	41	81	89	146

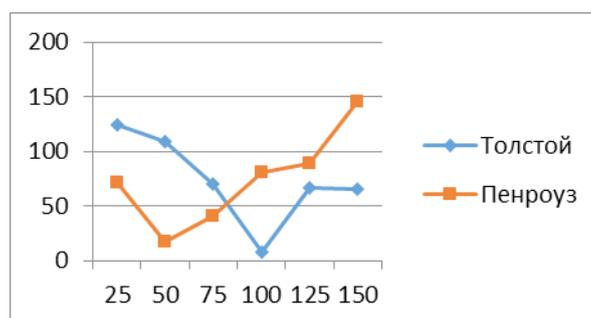


Рис. 4. График по результатам сравнительного анализа по мере Хмелёва

Нельзя не отметить тот факт, что данная мера весьма нестабильна в своих результатах и имеет очень низкий процент правильности определения автора (1 из 12 опытов).

В таблице 3 и на рисунке 5 представлены результаты сравнительного анализа по значениям дивергенции Кульбака.

Таблица 3

Автор	Размер анонимного текста					
	25 Кб	50 Кб	75 Кб	100 Кб	125 Кб	150 Кб
Толстой	0,434	0,189	0,111	0,073	0,051	0,045
Пенроуз	0,394	0,171	0,116	0,079	0,062	0,043

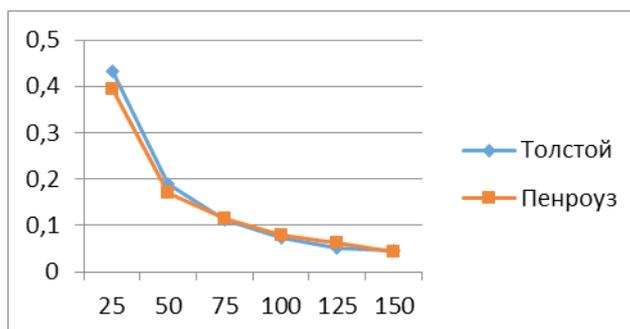


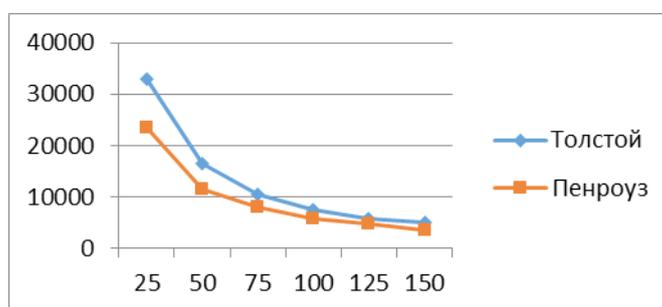
Рис. 5. График по результатам сравнительного анализа по дивергенции Кульбака

Значения дивергенции Кульбака становятся точнее при увеличении размера анонимного текста. В результате всех экспериментов с данной мерой был правильно определен автор текста.

В таблице 4 и на рисунке 6 представлены результаты сравнительного анализа по значениям меры  $X^2$ .

Таблица 4

Автор	Размер анонимного текста					
	25 Кб	50 Кб	75 Кб	100 Кб	125 Кб	150 Кб
Толстой	32917	16458	10445	7607	5863	5035
Пенроуз	23556	11441	7982	5759	4706	3638

Рис. 6. График по результатам сравнительного анализа по мере  $X^2$ 

Значения меры  $X^2$  становятся точнее при увеличении размера анонимного текста. В результате всех экспериментов с данной мерой, кроме художественного текста размером 25Кб, был правильно определен автор текста.

На основе данных, полученных в результате сравнительного анализа в этой статье, можно сделать выводы о том, что все рассмотренные меры, кроме второй

меры Хмелёва (без использования биграмм), обладают большой эффективностью на файлах размером от 25Кбайт. А также в значении мер нет значительной разницы в том, какой стиль использован для определения авторства: художественный или научно-популярный. Однако художественный все же имеет большую степень узнаваемости.

*Литература:*

1. Романов, А. С. Методика и программный комплекс для идентификации автора неизвестного текста / А. С. Романов. — Томск, 2010. — 26 с.
2. Поддубный, В. В. Классификация текстов по авторству с помощью метода Хмелева и его модификаций / В. В. Поддубный, О. Г. Шевелев; Материалы X Всероссийской научно-практической конференции ч. 1. — Томск: ТГУ, 2006. — с. 175–177.
3. Хмелев, Д. В. Распознавание автора текста с использованием цепей А. А. Маркова / Д. В. Хмелев. — Москва: Вестник МГУ. Сер. 9: Филология. 2000. — с. 115–126.
4. Кукушкина, О. В. Определение авторства текста с использованием буквенной и грамматической информации // Проблемы передачи информации / О. В. Кукушкина, А. А. Поликарпов, Д. В. Хмелев. 2001. Т. 37. Вып. 2. с. 96–109.
5. Мощенкова, Д. С. Обзор программных продуктов, разработанных для атрибуции художественных текстов / Мощенкова Д. С., Кривицкая Д. А., Амосова Н. С. — Молодежь и наука: сборник материалов X Юбилейной Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 80-летию образования Красноярского края. 2014. — 3 с.

# ЭЛЕКТРОНИКА, РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

## Особенности работы с приемопередатчиком NRF24L01+

Аверченко Артем Павлович, старший преподаватель, научный руководитель;  
Лыжин Артем Александрович, студент;  
Седнев Никита Вадимович, студент;  
Новиков Максим Дмитриевич, студент  
Омский государственный технический университет

*В статье приведен обзор и особенности работы с популярным однокристалльным цифровым приемопередатчиком NRF24L01+.*

**Ключевые слова:** NRF24L01+, беспроводная сеть, приемопередатчик

В настоящее время с функционированием беспроводных технологий передачи данных используют целые сети цифровых устройств различных масштабов: от глобальных мобильных сетей сотовой связи до локальных, которые необходимы для взаимодействия самодельных радиолюбительских устройств. Приемопередатчик NRF24L01+ — микросхема радиочастотного трансивера, с помощью которого можно организовать передачу данных, к примеру, для создания удаленного управления и мониторинга устройств на промышленном предприятии. Рабочие частоты связи приемопередатчика 2.400–2.4835 ГГц [1].

Частота рабочего канала может изменяться, доступно 126 каналов шириной менее 1 МГц при использовании трансивера на скорости передачи 250 кБит/с. При максимальной скорости передачи ширина канала может превышать 1 МГц. Несмотря на качественную документированность микросхемы, задача сопряжения ее с микроконтроллером имеет свои особенности. Среди радиолюбителей широко распространены модули с распаянной микросхемой, необходимой обвязкой и антенной, это обусловлено низким энергопотреблением модуля и низкой ценой. Модуль приемопередатчика представлен на рисунке 1.

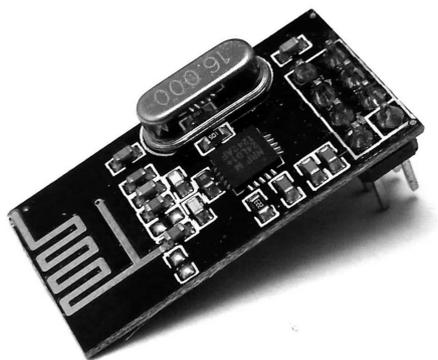


Рис. 1. Приемопередатчик NRF24L01+

В приемопередатчик входят: передатчик с программируемой выходной мощностью, приемник с маломощным усилителем, синтезатор частот, блок управления питанием, блок для связи с микроконтроллером, позволяющий обмениваться данными по интерфейсу SPI [2]. Прием и передача данных может осуществляться с разной скоростью: 250 кБит/с, 1 Мбит/с, 2 Мбит/с. Однако, при более высокой скорости передаче данных увеличивается веро-

ятность появления коллизий (одновременной передачи данных несколькими трансиверами).

Управление приемопередатчиком осуществляется посредством микроконтроллера по интерфейсу SPI.

Приемопередатчик может находиться в четырех состояниях: выключенном, режиме бездействия, режимы приема и передачи. Так же микросхема NRF24L01+ имеет режимы энергосбережения. Напряжение питания мо-

дуля 1.9–3.6 В, рекомендуемое — 3.3В. Максимальный ток потребления в режиме передачи 11.3 мА, в режиме приема — 12.3 мА. Стоит отметить, что у микросхемы приемопередатчика входы интерфейса SPI толерантны к напряжению 5 В. Это является неоспоримым преимуществом при использовании отладочных плат с различными напряжениями логических уровней.

Стоит отметить, что для стабильной работы трансивера необходима дополнительная установка на отладочную плату двух конденсаторов между выводами VCC и GND: конденсатор в SMD корпусе емкостью 0,1 мкФ, электролитический конденсатор емкостью не менее 10 мкФ на напряжение 10 В. В противном случае возможна некорректная работа приемопередатчика в режиме передачи.

Приемопередатчик имеет собственный аппаратно-реализованный протокол обмена Enhanced ShockBurst™, который гарантирует надежный обмен данными. Данный протокол является усовершенствованным протоколом ShockBurst™. Основным отличием усовершенствованного протокола является возможность простой и эффективной передачи данных с обратной связью. Таким образом, в трансивере аппаратно реализована отправка подтверждения приема пакета. В противном случае передача пакета повторяется. Использование вышеупомянутой функции позволяет снизить нагрузку с управ-

ляющего микроконтроллера, сняв с него задачу анализа потерянных пакетов. Также данный протокол удобен для передачи данных в режиме «точка-точка» или создания беспроводной сети топологии «звезда».

Все данные, передаваемые по беспроводной сети, представляют собой пакеты из 49 байт. Из них 32 байт зарезервированы для полезной нагрузки, остальные 17 байт являются служебными.

Зачастую необходимо передать как можно больше данных, не беспокоясь о количестве ошибок и потерянных пакетов (например, при передаче изображений или аудио). Это обусловлено тем, что при потере нескольких пакетов данных во время передачи изображений, видео или аудио потоков ухудшение качества данных не влияет на информативность. Для этого используется протокол ShockBurst™. При использовании данного протокола биты контроля пакета не передаются, а контрольная сумма может не передаваться, что увеличивает скорость передачи данных до 2 Мбит/с но снижает надежность безошибочной передачи данных. Структурная схема ShockBurst™ представлена на рисунке 2. Первая часть пакета содержит стартовые биты, которые необходимы для стабилизации приемника. Далее — адрес по которому направлен пакет данных. Следом идет полезная нагрузка размером до 32 байт. Заключительной частью пакета является его контрольная сумма.



Рис. 2. Структура сетевого пакета протокола ShockBurst™

В других ситуациях требуется надежная передача пакетов, что гарантирует усовершенствованный протокол Enhanced ShockBurst™. При передаче по этому протоколу увеличивается адрес, все биты контроля пакета передаются, и дополнительно передается девять бит идентификации пакета. Первые 2 бита используются как двухразрядный двоичный счетчик, значение которого увеличивается на 1 при приеме каждого пакета. Данный счетчик позволяет отслеживать верную очередность приема пакетов данных. Остальные семь бит в трансивере NRF24L01+ не используются и зарезервированы под будущие продукты. Таким образом, пакет данных переданный по протоколу Enhanced ShockBurst™, увеличивается на 9 бит. Благодаря тому, что процессор Enhanced ShockBurst™ выполняет все

высокоскоростные операции канального уровня исключается потребность в частом обращении управляющего микроконтроллера к трансиверу. Порядок действия приемника и передатчика следующая. Анализируя принятые пакеты приемник определяет, от какого передатчика пришел данный пакет. Если приемник успешно принимает и идентифицирует пакет, он отправляет пакет подтверждения на адрес, от которого он получил пакет. Если передатчик не получает пакет подтверждения, он отправляет пакет повторно.

Проблема в том, что при использовании протокола Enhanced ShockBurst™ NRF24L01+ работает на более низкой скорости (до 256 Кбит/с), хотя размер полезной нагрузки остается постоянным. Структурная схема Enhanced ShockBurst™ представлена на рисунке 3.

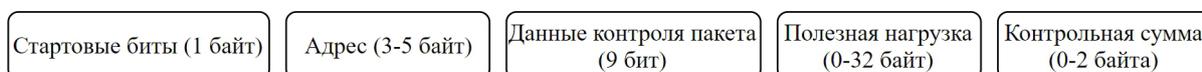


Рис. 3. Структура сетевого пакета протокола Enhanced ShockBurst™

По умолчанию на приемопередатчике NRF24L01+ установлен режим Enhanced ShockBurst. Чтобы его от-

ключить и перейти на режим ShockBurst необходимо включить бит NO\_ACK.

Набор функций, реализуемых модулем NRF24L01+, поддерживается библиотекой Mirf. Библиотека подключается к основному проекту и инициализируется в прошивке управляющего микроконтроллера.

Функция `init()` инициализирует модуль, устанавливает значения для настраиваемых контактов и инициализирует интерфейс SPI. Синтаксис: `Mirf.init()`. Параметров нет.

Функция `setRADDR()` устанавливает адрес получателя. Синтаксис: `Mirf.setRADDR(byte *addr)`. Параметр: `addr` — адрес получателя.

Функция `setTADDR()` устанавливает адрес отправителя. Синтаксис: `Mirf.setTADDR(byte *addr)`. Параметр: `addr` — адрес отправителя.

Функция `config()` устанавливает определенные в параметрах номер канала `Mirf.channel` и емкость буфера `Mirf.payload`. Свойствам `channel` и `payload` класса `Mirf` должны быть присвоены соответствующие значения до исполнения функции. Синтаксис: `Mirf.config()`. Параметров нет.

Функция `dataReady()` определяет, есть ли данные для получения. Синтаксис: `Mirf.dataReady()`. Параметров нет. Возвращаемые значения: `true` — есть данные для получения; `false` — нет данных для получения. Так как мы не знаем точного времени передачи информации, то необходимо циклично проверять наличие пакетов в эфире с помощью данной функции.

Функция `getData()` получает данные из буфера размером `Mirf.payload`. Синтаксис: `Mirf.getData(byte *data)`. Параметр: `data` — указатель на массив для получения данных.

Функция `send()` отправляет данные. Синтаксис: `Mirf.send(byte *data)`. Параметр: `data` — указатель на массив данных.

Функция `isSending()` определяет, отправляются данные или нет. Синтаксис: `Mirf.isSending()`. Параметров нет. Возвращаемые значения: `true` — данные отправляются; `false` — данные не отправляются.

Приведенный код реализует инициализацию приемопередатчика, прием и передачу пакета:

```
Mirf.spi = &MirfHardwareSpi; /*Подключение SPI драйвера*/
Mirf.init(); /*Установка пинов*/
Mirf.setRADDR ( (byte *)» serv1»); /*Задаём адрес приёмника.*/
Mirf.payload = sizeof (unsigned long); /*Устанавливаем размер полезной нагрузки*/
Mirf.config(); /*Включаем приём*/
byte data [Mirf.payload]; /*Приёмный буфер*/
if (!Mirf.isSending () && Mirf.dataReady ()) { /*Если пакет получен*/
Mirf.getData (data); /*Загружаем пакет в буфер*/
Mirf.setTADDR ( (byte *)» clie1»);
Mirf.send (data); /*Отправляем данные назад клиенту*/
```

Благодаря низкой цене, трансивер NRF24L01+ можно встретить во множестве проектов. Данные трансиверы широко применяются в элементах умного дома, системах передачи телеметрии с квадрокоптеров. При подключении к чипу дополнительных усилителей существуют возможность увеличить дальность связи до тысячи метров. Увеличение дальности работы приемопередатчика может способствовать применению его в самоорганизующихся масштабируемых сетях. Таким образом, с использованием расширенного протокола передачи данных, учитывая особенности работы трансивера, мы можем добиться надежной и быстрой передачи данных на большие дистанции.

#### Литература:

1. Nordic Semiconductor, Техническая характеристика nRF24L01 — Отто Нилсенс. — 2007. — 74 с.
2. Лихолетова, М. В., Устюгов В. А. Технический обзор микросхемы приемопередатчика nRF24L01+ // Международный научный журнал «Juvenis Scientia». СПб: Издательство «Социально-гуманитарное знание». — 2016. № 6. с. 4–5.

## Интегративные модули для электронных систем, включая лазерные диоды, с интенсивной системой охлаждения, базирующейся на алмазно-медных композитных материалах

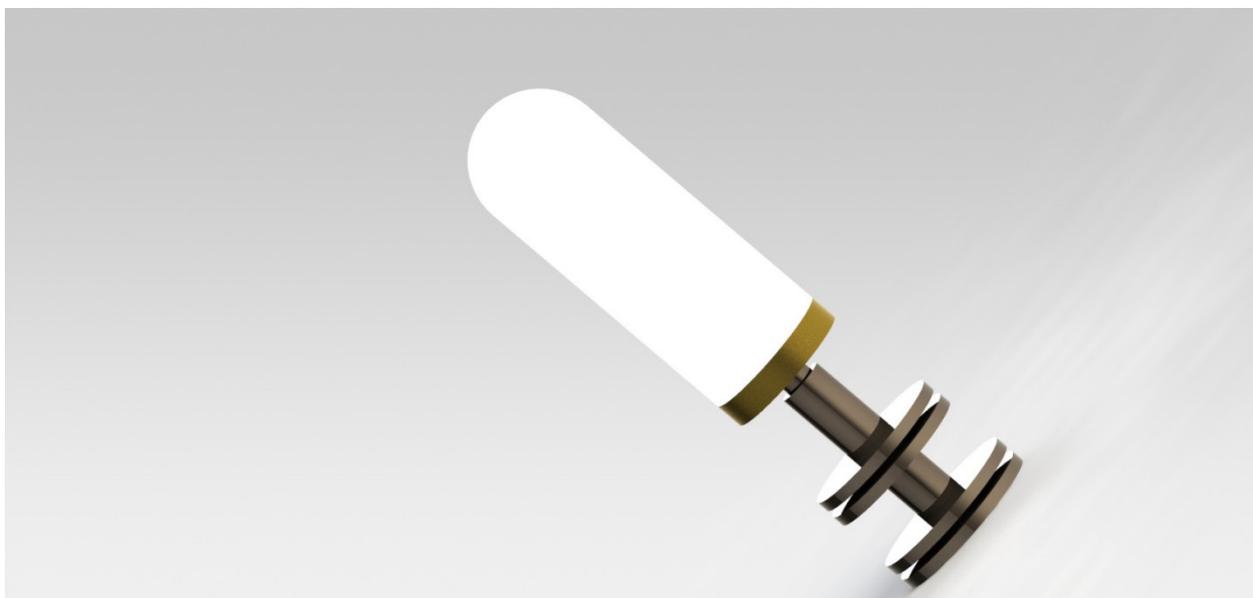
Ткаченко Артем Сергеевич, инженер

Поволжский государственный технологический университет (г. Йошкар-Ола)

Как показала практика последних лет одним из основных вопросов и проблем сложных электронных устройств, особенно включающих лазерные диоды, — является вопрос надёжного и эффективного охлаждения

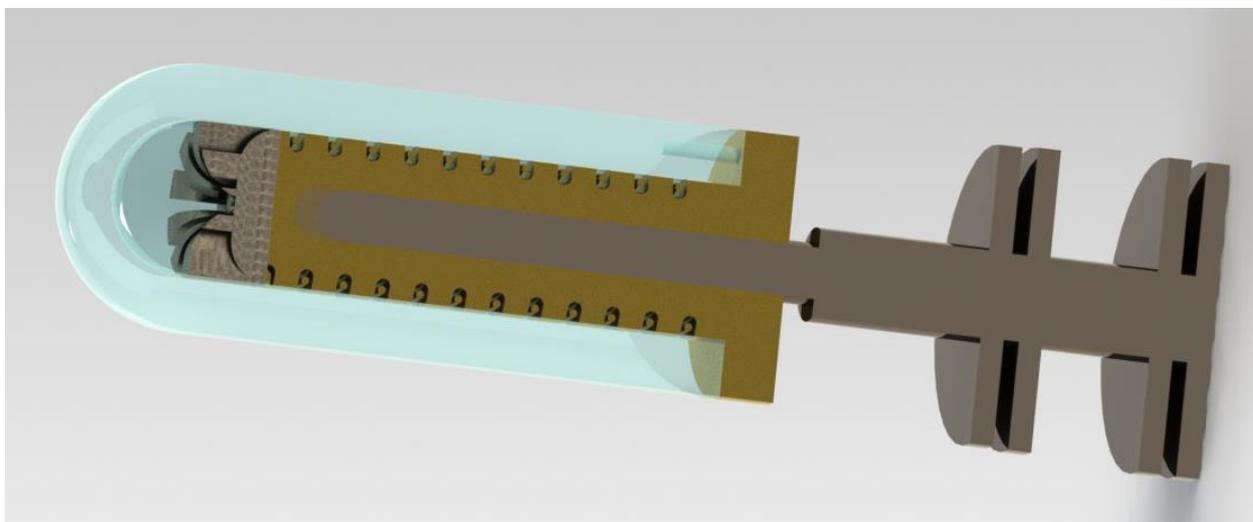
Для того, чтобы исключить потери энергии и поднять выход эффективной энергии, особенно в различных осветительных системах, ведётся активный поиск интегративных технических решений, позволяющих без применения дополнительных конструктивных элементов и дополнительных затрат энергии на охлаждение

Параллельно ведётся поиск и отработка технических решений, позволяющих при максимально лаконичном и простом дизайне получить возможность наращивать выходную световую мощность осветительных устройств при сравнительно небольшой мощности и соответственно небольшом энергопотреблении



На фото показана одна из инновационных разработок по преобразованию лазерного излучения в световое излучение привычных и стандартных световых спектров

На следующем фото показано осевое сечение такого устройства, более удобное для рассмотрения и анализа



Как видно, в конструкции инновационной лампы совмещены функции нескольких базовых конструктивных элементов

Держатель лампы имеет вихревой радиатор, ось и диски которого изготовлены из алмазно-медного композита, являющегося важнейшим компонентом системы охлаждения лампы

Каждая деталь этой системы является многофункциональной, то есть кроме чисто теплопередающих и теплоаккумулирующих функций структура этих деталей, изготовленная из множества микроглобул композита, выполняет параллельно важнейшую функцию по рассеиванию тепловых потоков, что обеспечивается благодаря псевдопористой структуре композита

Остановимся на инновационной структуре алмазно-медного композита (приложение 1)

Оригинальный процесс изготовления глобул композита начинается с формирования алмазных сфер из искусственного алмаза, диаметром в 5–7 микрон (этот размер может варьироваться в зависимости от профиля и габаритов детали и условий её эксплуатации)

После этого, на специальном оборудовании эти сферы покрываются медью по оригинальной инновационной технологии (приложение 2)

Толщина покрытия выбирается такой, чтобы при формировании в пресс-форме детали лампы, на алмазных сферах было бы достаточно пластичного материала для развития процесса жидкотекучести металла и заполнения при этом полостей между сферами из искусственного алмаза

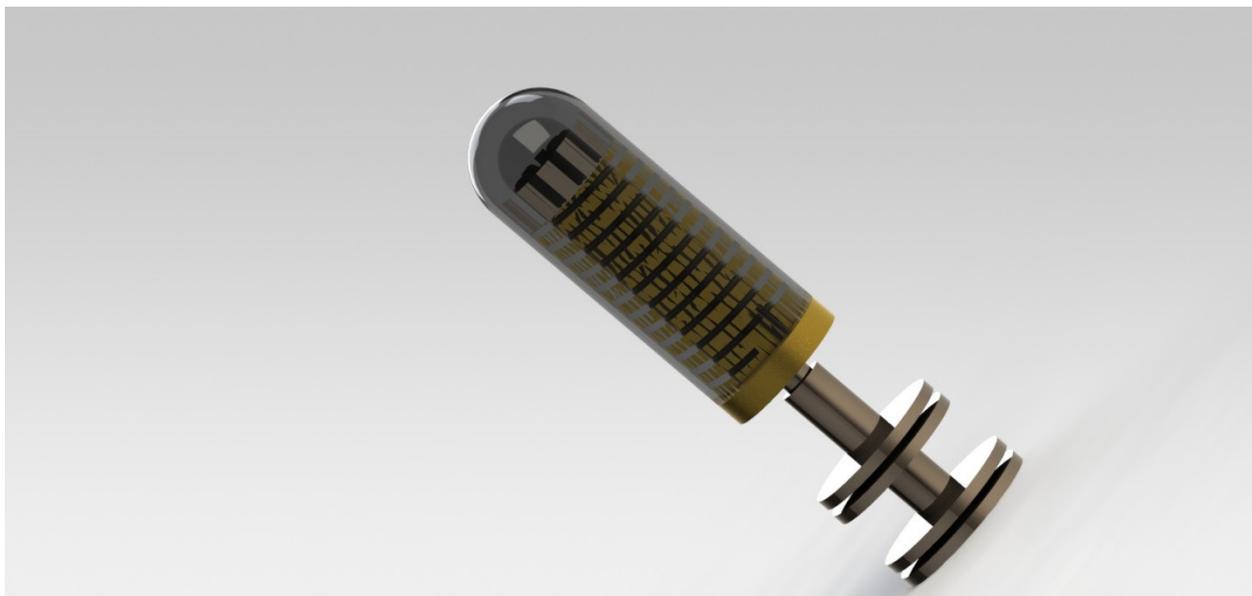
В результате получается псевдопористая структура в которой равномерно распределены алмазные сферы, являющиеся лучшим теплопроводящим материалом при полном отсутствии токопроводности

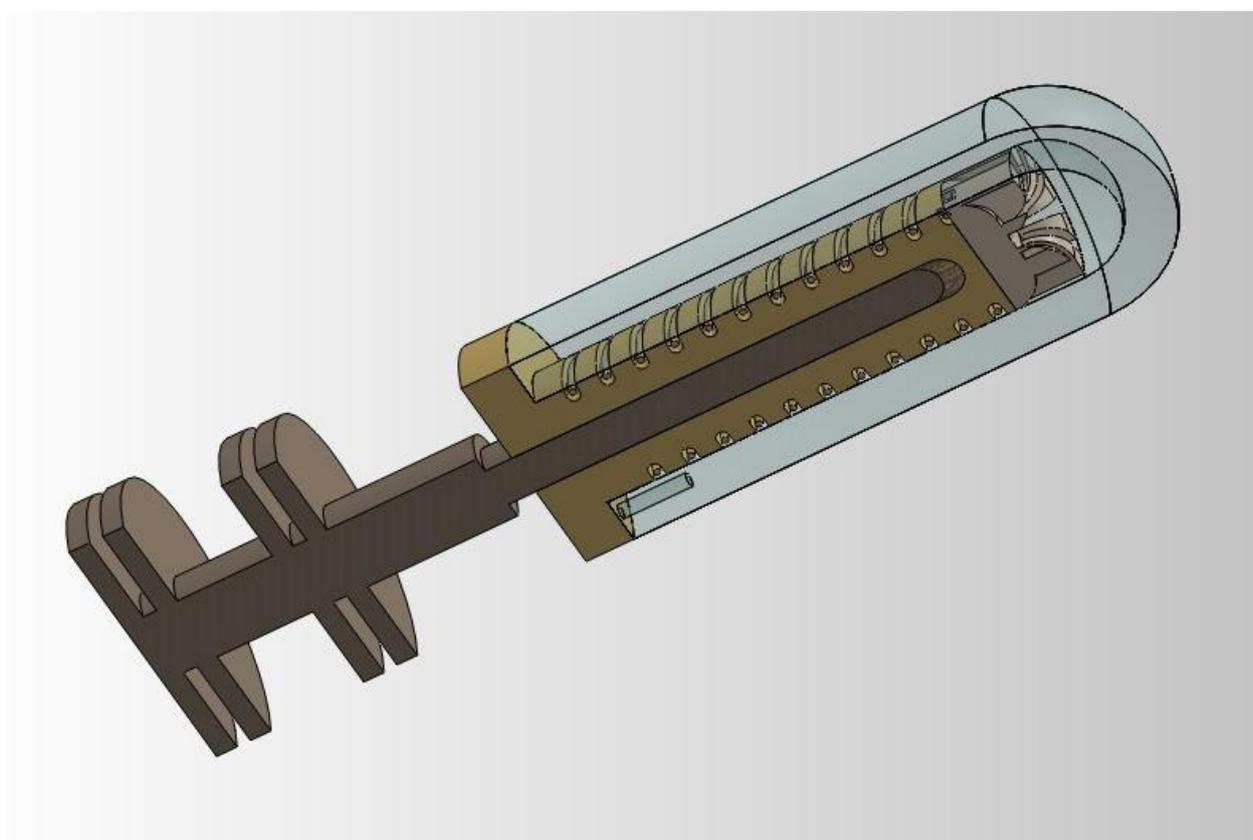
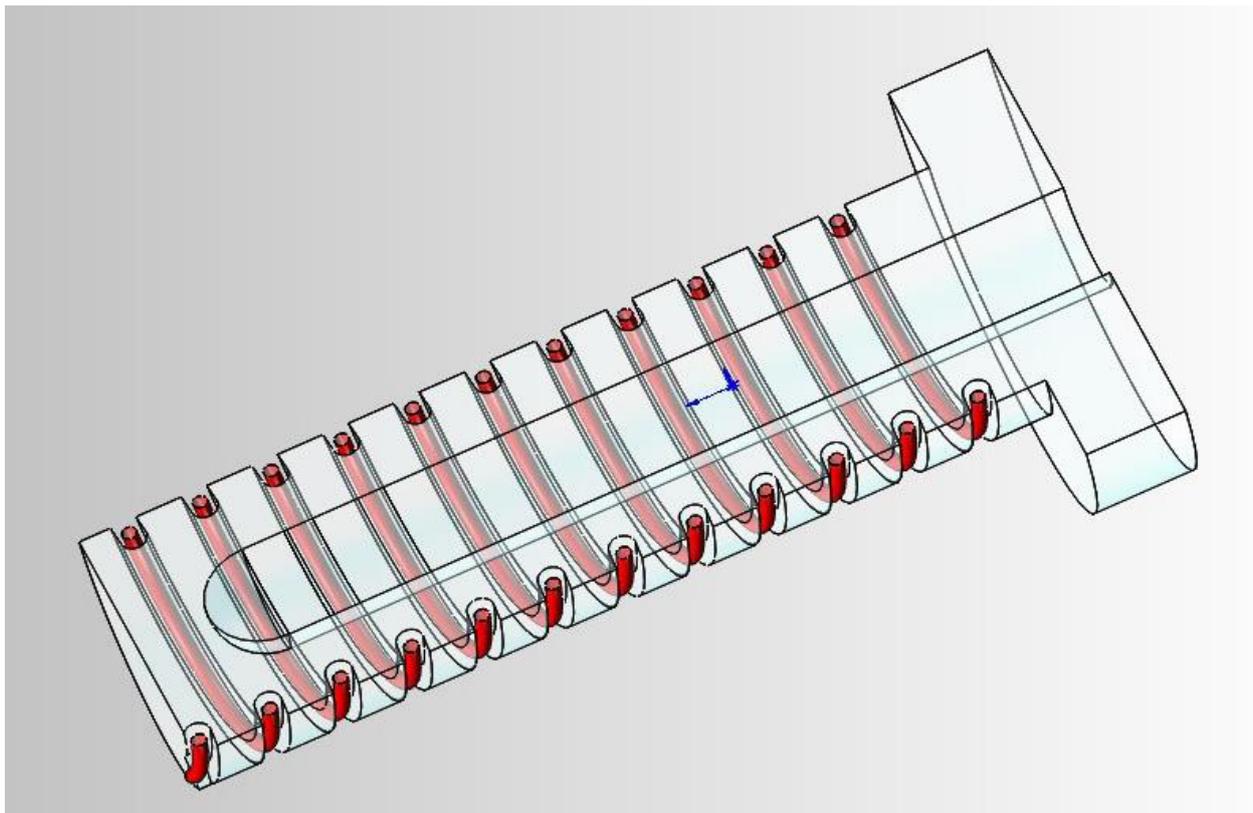
Такая структура позволяет моментально рассеять тепло и равномерно распределить его по площади сечения дисков радиатора

В спиральных пазах корпуса лампы помещён оптический кабель, на который от лазерного модуля подаётся луч лазерного излучения; Оптический кабель свёрнут по спирали и помещён в пазы корпуса на таком диаметре, который вызывает свечение кабеля по всей цилиндрической поверхности, что намного эффективнее свечения передающегося по торцу кабеля

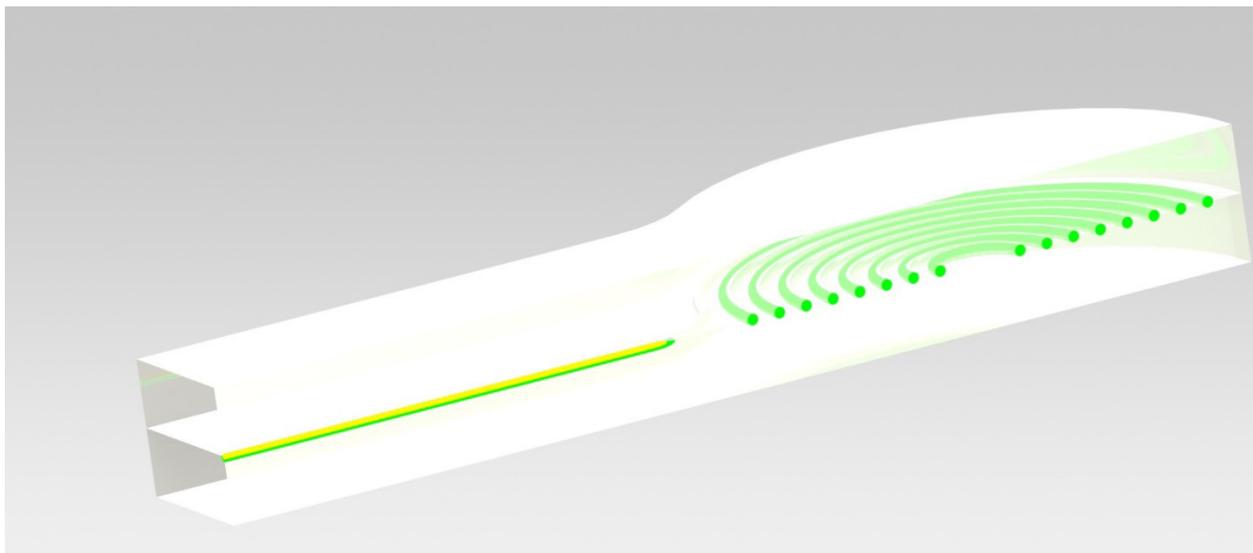
Для того, чтобы разделить излучение лазера и выходное излучение лампы, на оптический кабель наносится слой люминофора, рассчитанный на определённый спектр излучения

Таким образом конечное излучение лампы абсолютно не токсичное и, благодаря в тысячи раз большей площади излучения чем от торца оптического кабеля, при мощности лазерного диода в 1–2 ватта, выходной эквивалент лампы соответствует 60–75 ватт

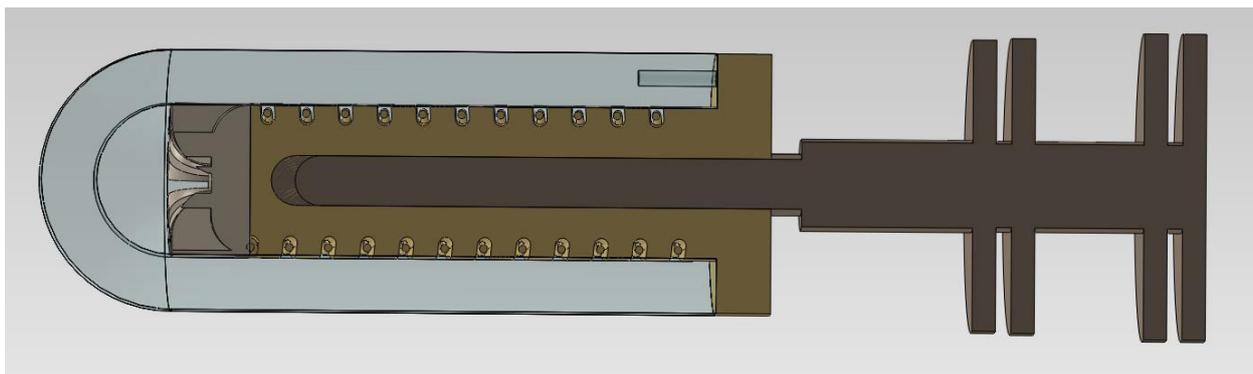




Формирование излучения от свечения изогнутого по определённому радиусу оптического кабеля имеет много альтернатив, как например показанный на следующем фото в поперечном сечении излучатель в котором цилиндрическая поверхность оптического кабеля начинает излучать свет при определённом радиусе изгиба



На следующем фото показана структурная схема лампы в поперечном продольном сечении, где хорошо видны отдельные технические детали, каждая из которых несёт определённую смысловую и техническую нагрузку и выполняет определённые технологические и концептуальные нагрузки

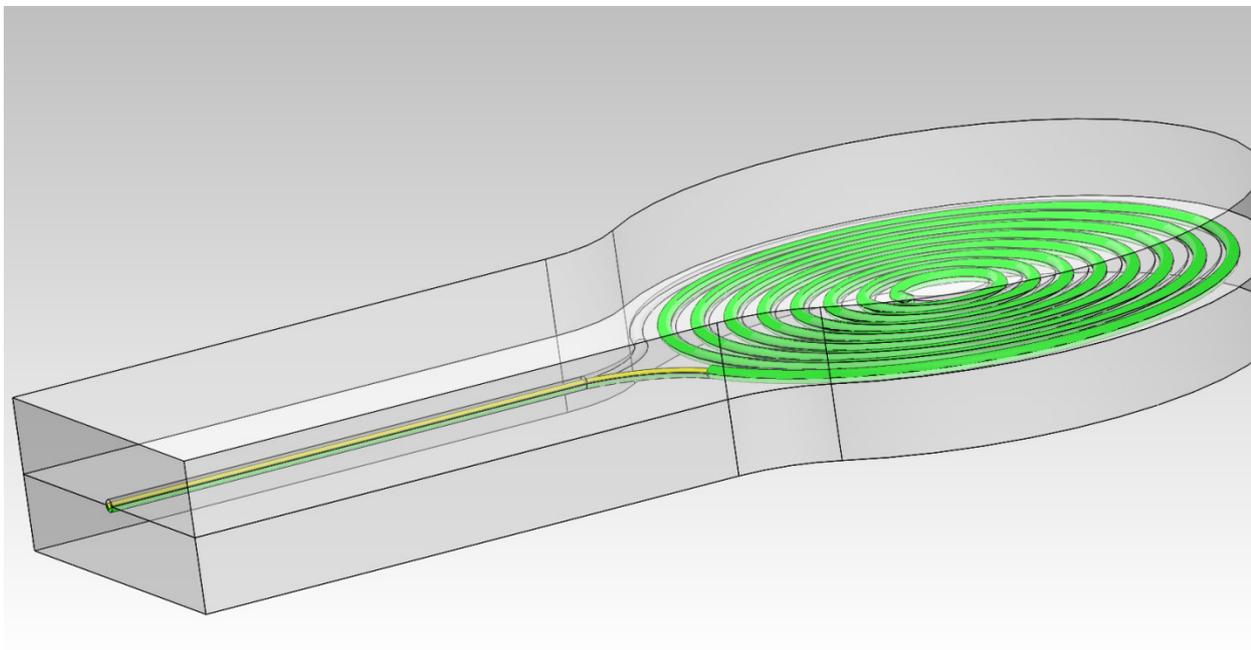


Предложенная конструкция имеет много инновационных элементов и, что самое важное, полностью готова к серийному и массовому производству, и кроме того такая конфигурация лампы, сочетания в ней технологических принципов и конструктивных материалов позволяют в дальнейшем интегрировать в инновационное изделие те новые технические решения, которые могут возникнуть в процессе дальнейшего развития как лазерных технологий, техники композитных материалов и новых экономичных систем управления и охлаждения



На следующем фото показана мини-лампа в которой на конец оптического кабеля по определённой геометрии в трёх-мерной системе координат нанесена смесь люминофоров, обеспечивающая свечение (излучение) в белом диапазоне спектра

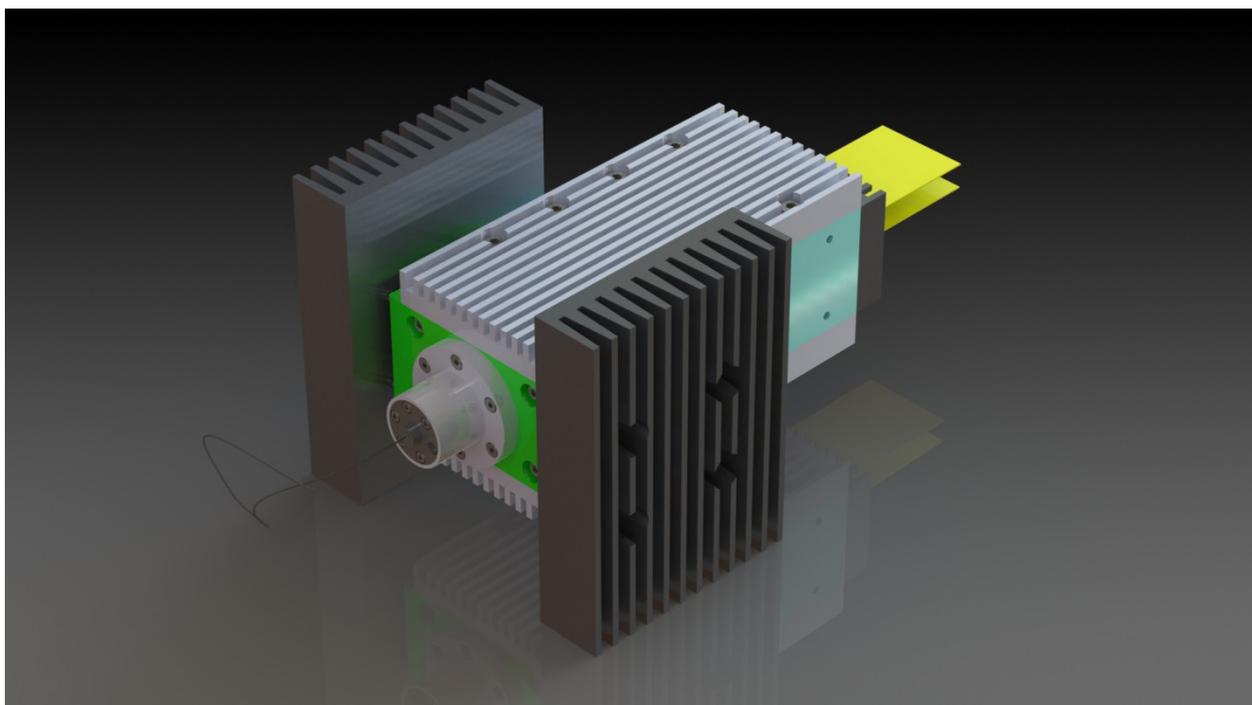
Диаметр оптического кабеля составляет всего 120 микрон, что позволяет создавать микро-миниатюрные источники света для использования в наиболее компактных оптоэлектронных системах



На следующем фото показана лампа с плоским излучателем, подключенная всего к одному оптическому кабелю

Такая система помимо общей экономичности позволяет добиться при минимальных затратах и максимальной простоте требуемого уровня освещения на требуемой площади

Эта же система позволяет наносить на спиральную (плоская спираль) часть конца оптического кабеля, практически любое сочетание или смесь люминофоров и получать требуемые параметры светового излучения

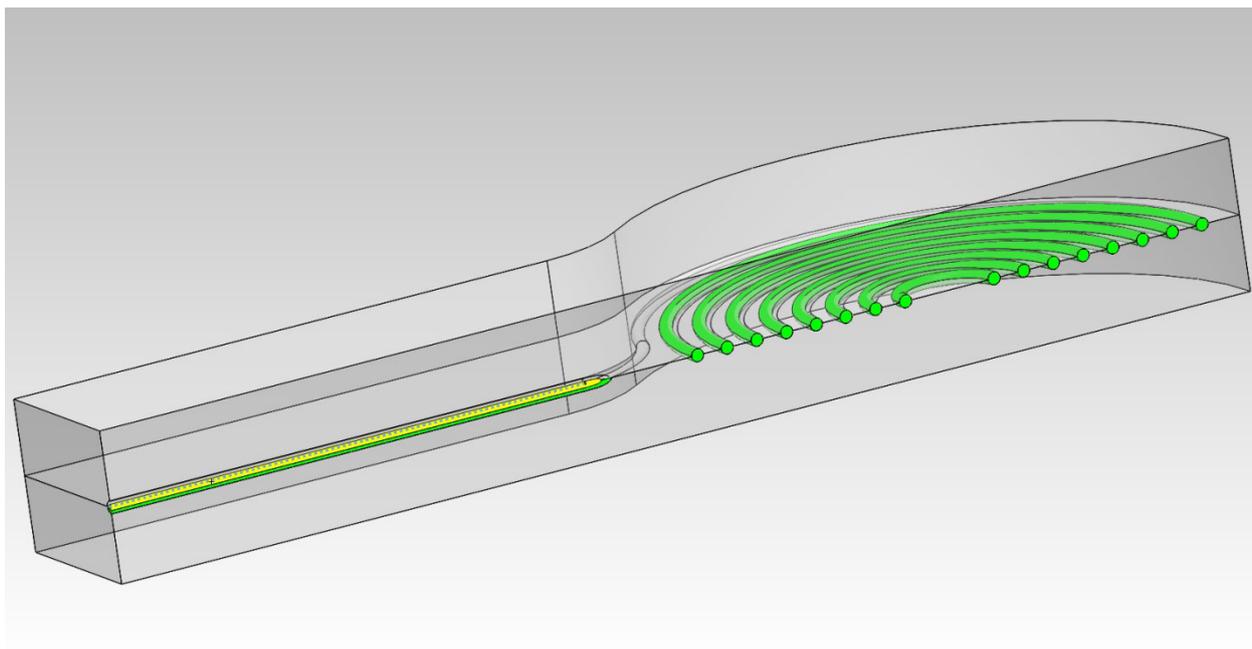


На следующем фото показан модуль лазерного диода, который построен на базе принципов активного охлаждения при помощи рассеивающего эффекта в деталях, изготовленных из псевдопористого алмазно-медного композита

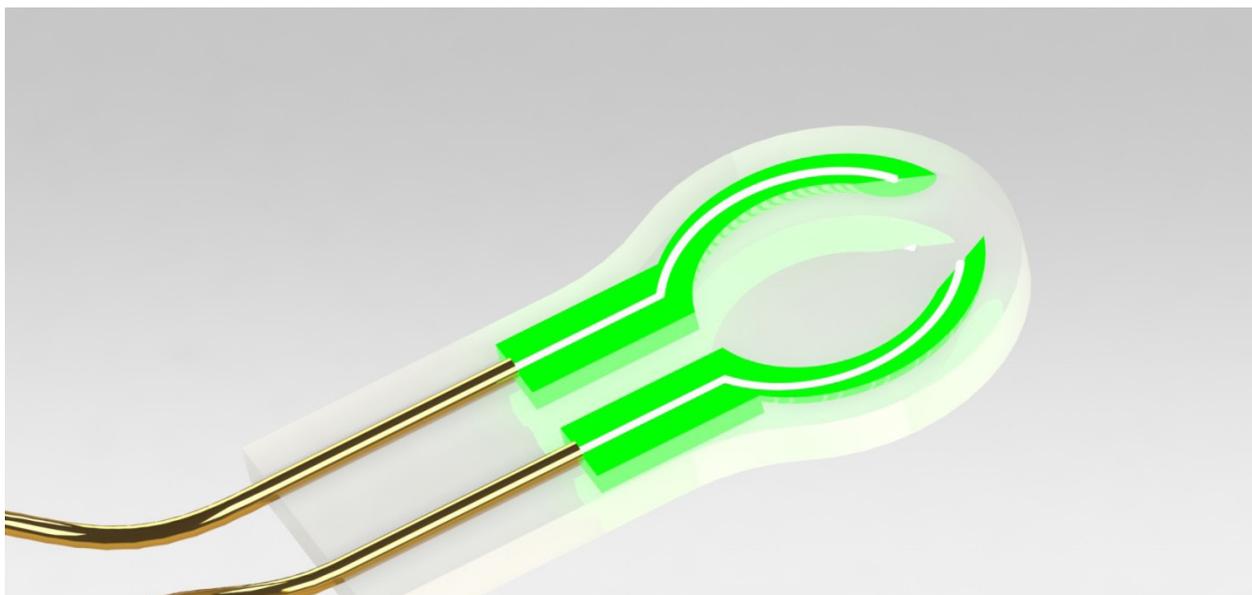
Одной из инновационных интегративных особенностей представленной конструкции является использование термоэлектрокулеров в сочетании с теплопроводящими и теплорассеивающими элементами корпусных конструкций модуля

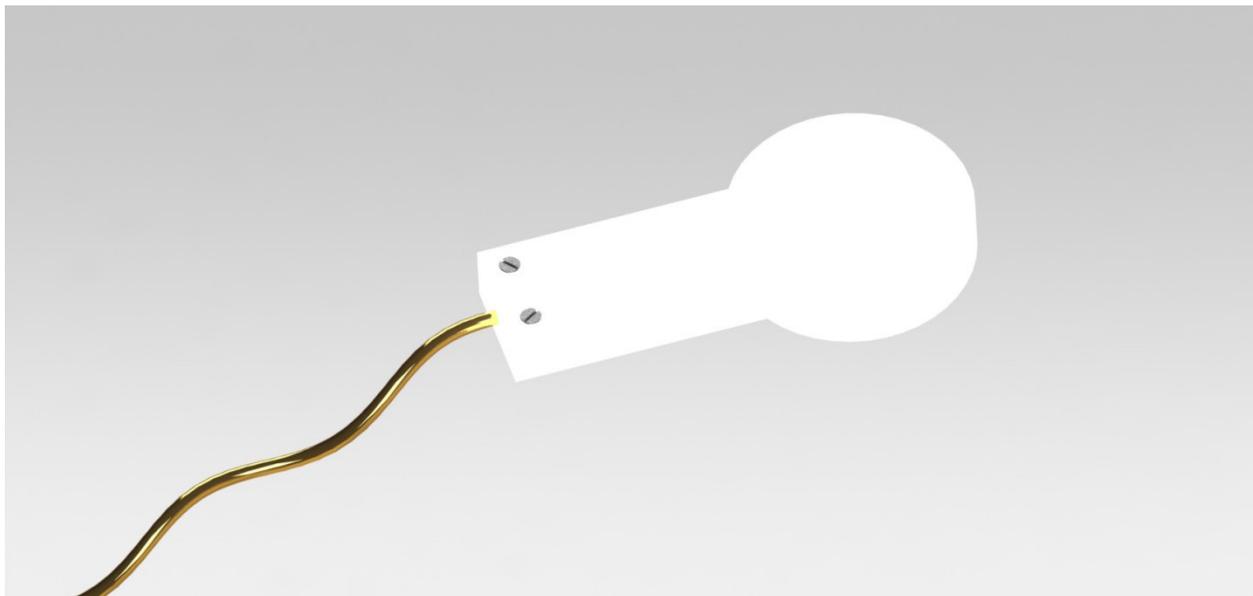
Термоэлектрокулеры располагаются между внешними радиаторами и корпусом модуля, причём теплопроводящие элементы конструкции ведут тепловые потоки от печатной платы до стенок корпуса на которых закреплены термоэлектрокулеры, к которым в свою очередь прижаты базовые плоскости радиаторов, на которых при необходимости могут быть закреплены другие элементы модуля, требующие постоянного охлаждения

Как показала практика, надёжное охлаждение позволяет предельно стабилизировать выходные параметры лазерного излучения, что в свою очередь позволяет значительно расширить номенклатуру выходных систем модуля и при необходимости позволяет разделить лазерное излучение между несколькими оптическими кабелями, каждый из которых осуществляет питание одного осветительного устройства



На фото показаны модели таких устройств





Самым важным остаётся первичный отбор тепла от непосредственно лазерного диода

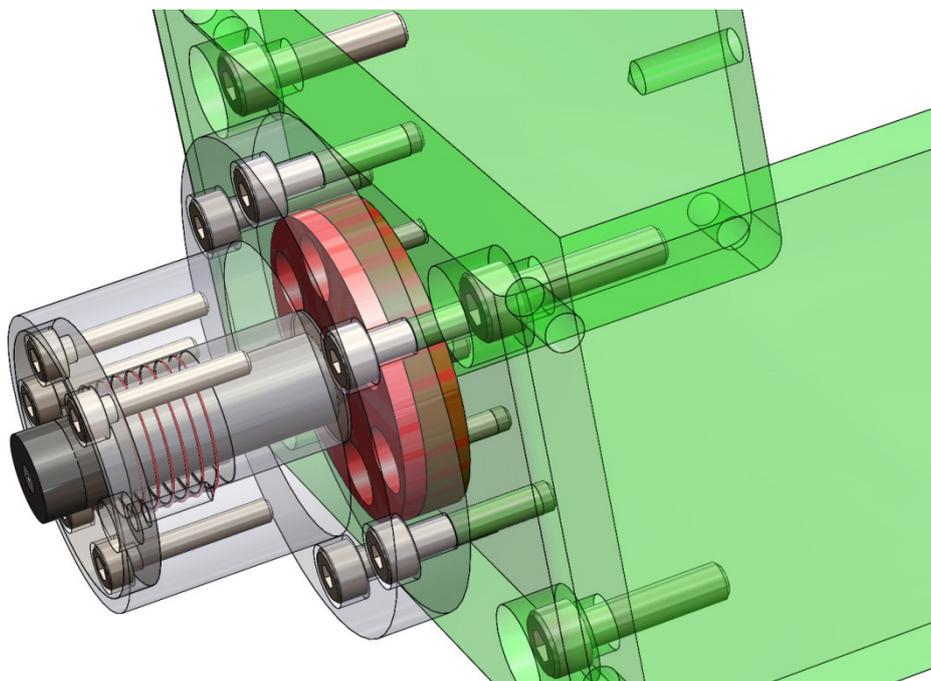
На представленных трёхмерных моделях показаны теплопроводящие и одновременно базовые элементы крепления лазерного диода в корпусе модуля

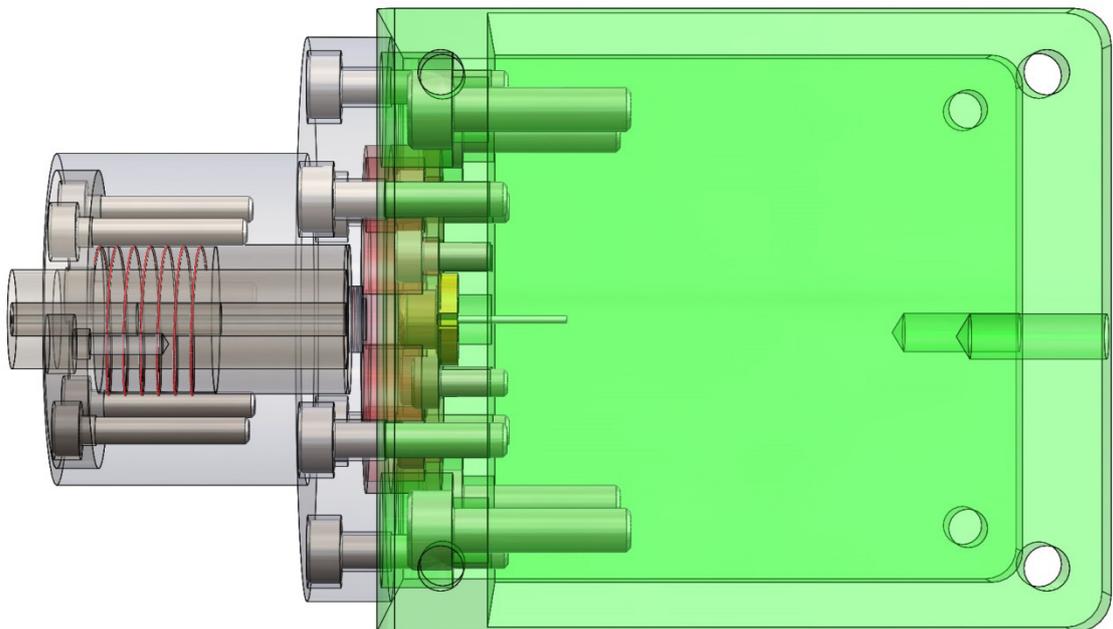
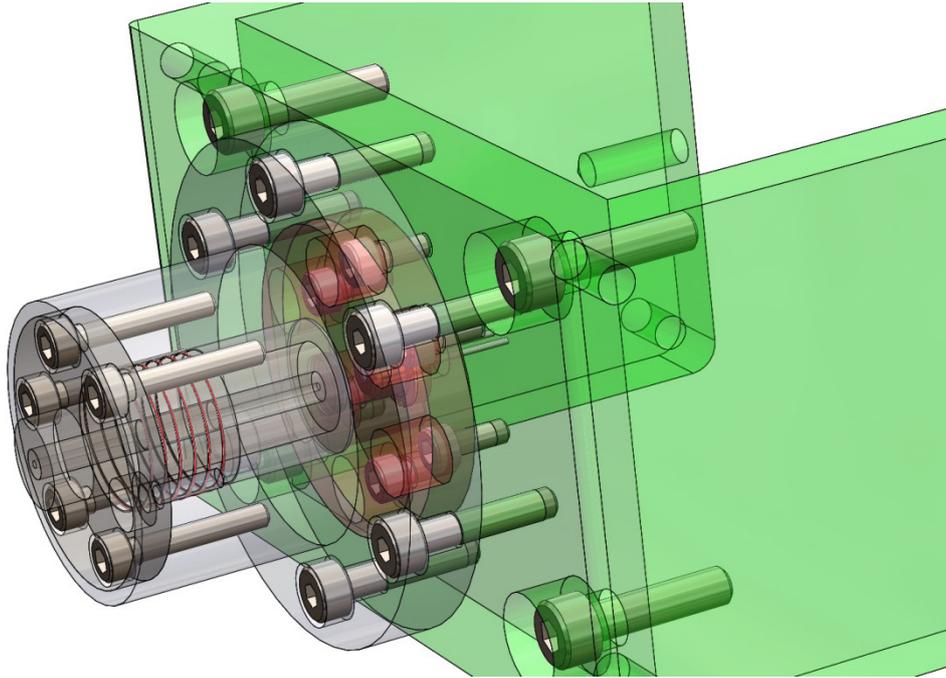
Как видно из моделей, — при всей своей простоте и технологичности несущий диск лазерного диода (на моделях выделен красным цветом) полностью защищает лазерный диод от перегрева, исходя из многих факторов, что как уже было сказано выше существенно повышает стабильность работы модуля и снижает расход энергии на освещение

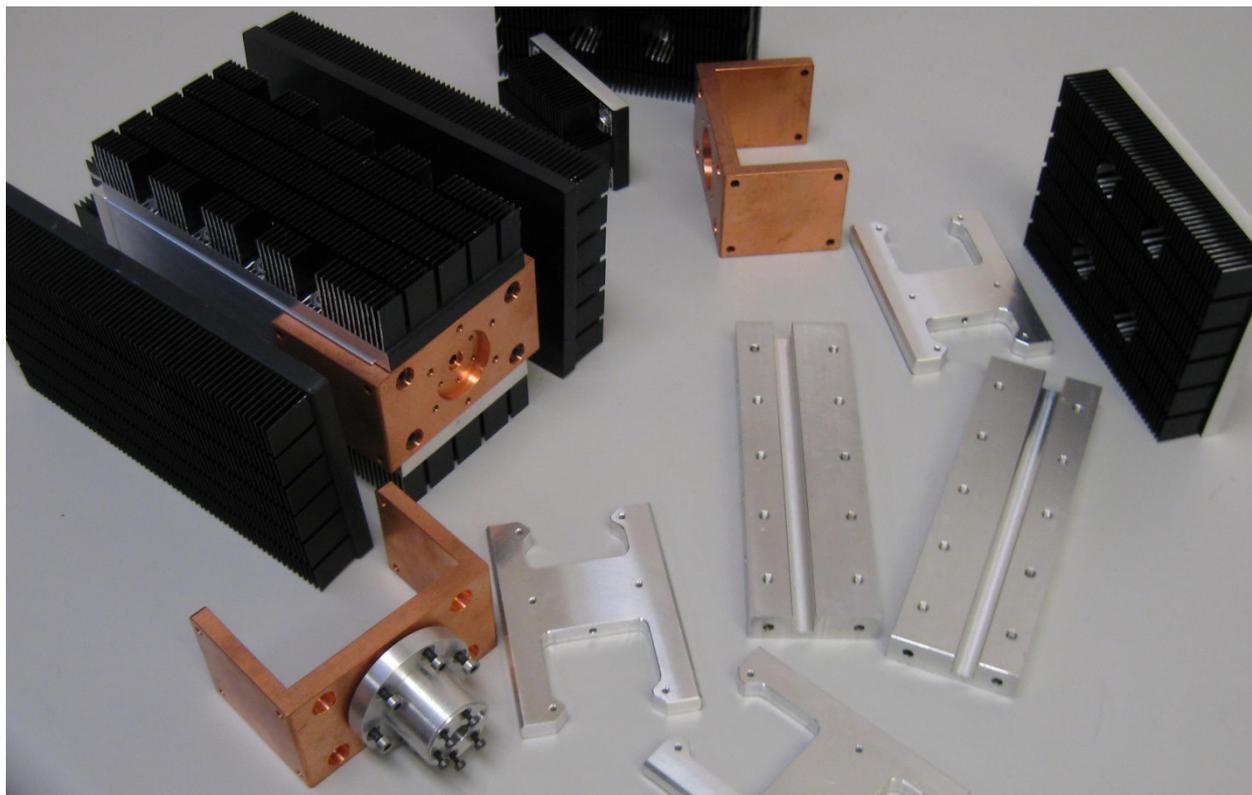
На моделях также представлена система кодирования и декодирования, которая позволяет идентифицировать подключённые к модулю оптические кабели с осветительными устройствами

Такая система позволяет в дополнение к основным рабочим функциям получить место для введения и контроля различных компьютерных моделей управления и распределения энергии

Эти функции всецело зависят от назначения и условий эксплуатации модуля, важность для дальнейшего развития темы, представляет возможность встраивания программной составляющей системы именно в наиболее критичном месте







На фото показаны реальные конструктивные элементы инновационного модуля лазерного диода с охлаждающей системой и держателем лазерного диода, выполненным из алмазно-медного композита

Как видно из фото, все остальные детали корпуса и системы охлаждения лазерного модуля выполнены из стандартных профилей и материалов и не требуют для изготовления каких-либо спец материалов и специального технологического оборудования, — всё также выполнено при помощи стандартного режущего и мерительного инструмента

Это можно рассматривать как пример интеграции и комбинирования инновационных решений по эффективному и безопасному преобразованию излучения лазерного диода в безопасное и интенсивное излучение люминофора, при практически полном рассеивании тепла и отсутствии тепловых и световых потерь

Все основные выходные параметры этой комплексной осветительной системы полностью отвечают действующим стандартам и нормам безопасности

#### Приложение 1

<b>United States Patent Application</b>	<b>20120040166</b>
<b>Kind Code</b>	<b>A1</b>
	<b>February 16, 2012</b>

Composite Material, Method of Manufacturing and Device for Moldable Calibration

#### Abstract

Composite materials and methods and systems for their manufacture are provided. According to one aspect, a composite material includes a collection of molded together multilayer capsules, each capsule originally formed of a core and shell. The shell, after a plastic deformation process, forms a pseudo-porous structure, with pores locations containing the capsule cores. The cores are made of a material, e. g., synthetic diamond, which is harder than the external shell, which can be formed of, e. g., a ductile metal such as copper. The composite material has high thermal and/or electrical conductivity and/or dissipation.

#### Приложение 2

<b>United States Patent Application</b>	<b>20100224497</b>
<b>Kind Code</b>	<b>A1</b>
	<b>September 9, 2010</b>

## DEVICE AND METHOD FOR THE EXTRACTION OF METALS FROM LIQUIDS

**Abstract**

A volume-porous electrode is provided which increases effectiveness and production of electrochemical processes. The electrode is formed of a carbon, graphitic cotton wool, or from carbon composites configured to permit fluid flow through a volume of the electrode in three orthogonal directions. The electrode conducts an electrical charge directly from a power source, and also includes a conductive band connected to a surface of the electrode volume, whereby a high charge density is applied uniformly across the electrode volume. Apparatus and methods which employ the volume-porous electrode are disclosed for removal of metals from liquid solutions using electroextraction and electro-coagulation techniques, and for electrochemical modification of the pH level of a liquid.

**Система мониторинга автотранспорта**

Шибeko Роман Владимирович, старший преподаватель

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет (Хабаровский край)

*В статье приводится система мониторинга автотранспорта организации, которая обеспечивает контроль за несанкционированными действиями обслуживающего персонала (контроль за расходом топлива, контроль за перемещением автотранспорта, контроль за километражем перемещения автотранспорта).*

**Ключевые слова:** автомобиль, автотранспорт, мониторинг, датчик, микроконтроллер, координаты, GSM, GPS, уровень топлива, энкодер

У каждого предприятия, имеющего парк автомобильной техники, возникают проблемы с контролем состояния данной техники. Исходя из этого, наличие такой системы мониторинга является актуальной задачей. Автотранспортное предприятие может работать на обширных территориях с большим удалением от центральной диспетчерской службы, причем иногда в труднодоступных местах, что затрудняет контроль за несанкционированными действиями обслуживающего персонала. К таким предприятиям можно отнести станции скорой помощи, пожарные части, предприятия по благоустройству территории, предприятия по дорожному строительству и другие.

Представлена система осуществляющая мониторинг за автотранспортом и решающая следующие задачи:

- контроль за расходом топлива;
- контроль за перемещением автотранспорта;
- контроль за километражем перемещения автотранспорта.

Максимальное количество контролируемых машин — 100. На каждой машине установлены: датчик уровня топлива в топливном баке, схема измерения километража, модуль определения координат, радиоканал для передачи данных на центральный диспетчерский пульт. Максимальная дальность контроля автотехники — 100 км.

Далее идет речь о системе, устанавливаемая на автомобиле. Принимающая сторона на центральном пульте не рассматривается.

На рисунке 1 представлена структурная схема, на которой обозначено:

— ДУТ — датчик уровня топлива. Служит для измерения уровня топлива в топливном баке;

— ДК — датчик километража. Служит для измерения пути пройденной автотехникой;

— СОК — схема определения координат. Служит для определения местоположения автотехники;

— БРк — блок радиоканала. Служит для передачи данных на центральный диспетчерский пульт;

— БМк — блок микроконтроллера. Является центральным управляющим звеном системы;

— Т — таймер реального времени. Предназначен для подсчета временных интервалов.

— ОЗУ — оперативное запоминающее устройство. Предназначено для запоминания измеренных данных.

— БИ — блок интерфейса. Связывает проектируемую систему с другими системами автомобиля.

Структурная схема системы представлена на рисунке 1.

Ниже представлена функциональная схема системы.

Блоки системы следующие:

— Э — энкодер. Сообщает микроконтроллеру данные о направлении движения и позволяет вычислить пройденный километраж.

— ЧРВ — часы реального времени. Ведут подсчет временных интервалов.

— П — память системы. Служит для запоминания измеренной информации при отсутствии связи с последующей передачей при наличии связи.

— GSM — схема организации канала сотовой связи.

— AVR — центральный микроконтроллер. Управляет всей системой и производит необходимые вычисления.

— GPS — схема определения географических координат автомобиля.

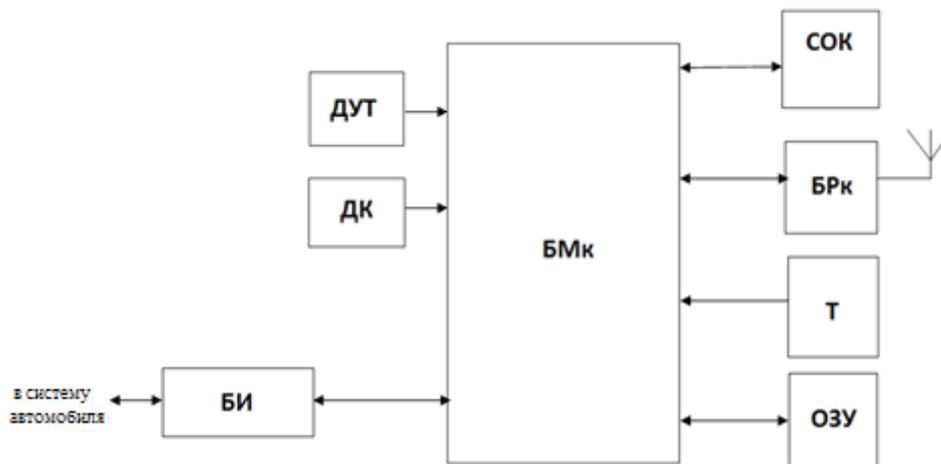


Рис. 1. Структурная схема системы

— ДУТ — датчик уровня топлива. Сообщает микроконтроллеру об уровне топлива в баке.

— СП — супервизор питания. Формирует сигнал сброса для микроконтроллера.

Система построена по радиальному принципу и работает следующим образом. Центральным звеном является микроконтроллер, который имеет прямую информационную связь со всеми блоками системы.

Энкодер сообщает микропроцессору о текущем абсолютном угле поворота контролируемого колеса. В результате микроконтроллер может определить направление движения (вперед, назад, стоянка) и пройденный километр. Энкодер обслуживается по CAN-интерфейсу.

Часы реального времени сообщают текущее время микроконтроллеру и обслуживаются по интерфейсу I-Wire.

Память системы обслуживается по интерфейсу SPI и предназначена для запоминания данных измерений.

GSM-модуль предназначен для организации канала сотовой связи и обслуживается по интерфейсу USB. Данный GSM-модуль используется постоянно после каждого цикла измерений. В цикл измерения входит опрос энкодера, часов реального времени, датчика уровня топлива и GSM-модуля. Передается информация о текущей географической координате, текущем уровне топлива на направление движения. Если в данный момент сотовая связь отсутствует то результаты измерения с временными отметками запоминаются в памяти системы с последующей передачей посредством GPS-модуля при наличии связи. Каждый цикл измерения повторяется через одну минуту. Энкодер опрашивается чаще.

В системе предполагается использование следующих элементов.

**Микроконтроллер AT32UC3C2512C.** AVR32 UC3 — это 32-разрядное процессорное ядро разра-

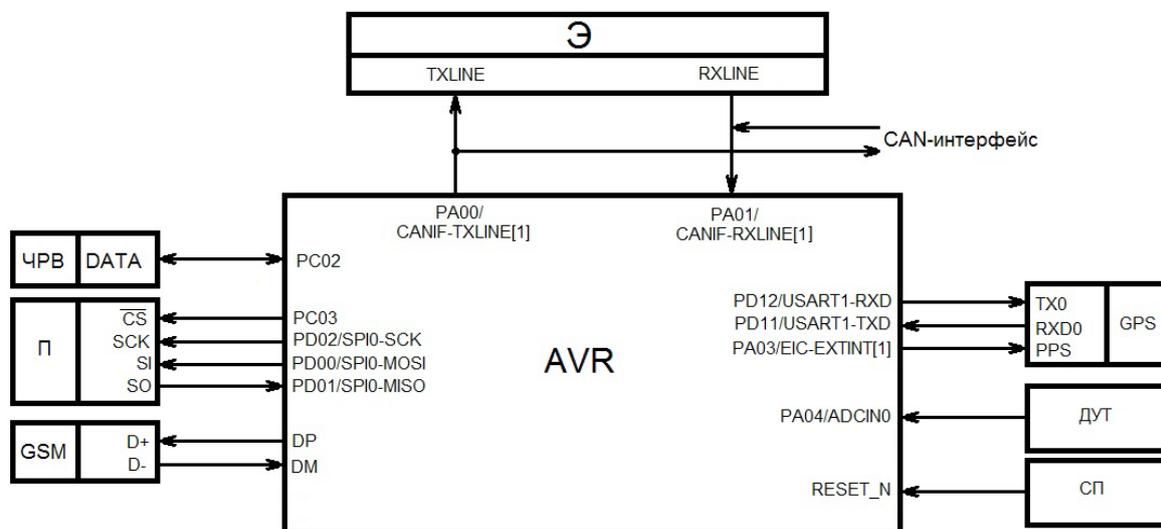


Рис. 2. Функциональная схема системы

ботки 2007 года, ориентированное на широкий круг задач, в которых требуется применение маломощного быстродействующего 32-разрядного микроконтроллера с высокой степенью интеграции, снабженного Flash-памятью и ОЗУ. Ядро процессора является упрощенной версией ядра AVR32, но ориентировано оно на

рынок изделий, где традиционно применяются процессоры класса ARM7 и Cortex-M3. Благодаря тому, что ядро AVR32 UC3 разрабатывалось совсем недавно, в нем учтены недостатки выпущенных ранее решений и требования современного рынка к 32-разрядным процессорам общего назначения.

Таблица 1

Параметры микропроцессора

ЦПУ: Ядро	AVR32
ЦПУ: F, МГц	от 0 до 66
Память: Flash, Кбайт	256
Память: RAM, Кбайт	64
I/O (макс). шт.	45
Таймеры: 16-бит. шт	3
Таймеры: Каналов ШИМ. шт.	15
Таймеры RTC	Да
Интерфейсы: UART, шт.	4
Интерфейсы: SPI, шт.	1
Интерфейсы: I <sup>2</sup> C, шт.	2
Интерфейсы: USB, шт.	1
Интерфейсы: CAN, шт.	2
Интерфейсы: Ethernet, шт.	1
Интерфейсы: DMA, шт.	5
Интерфейсы LIN, шт.	12
Аналоговые входы: Разрядов АЦП, бит	12
Аналоговые входы: Каналов АЦП, шт.	5
Аналоговые входы: Быстродействие АЦП, kSPS	2000
Аналоговые входы: Аналоговый компаратор, шт	-5
Аналоговые выходы: Разрядов ЦАП, бит	12
Аналоговые выходы: Каналов ЦАП, шт.	2
V <sub>cc</sub> , В	от 3 до 5.5

### Абсолютный энкодер CEV58-DN.

Таблица 2

Параметры CEV58-DN

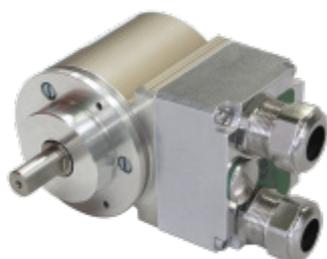


Рис. 3 Абсолютный энкодер CEV58-DN

Напряжение питания	11...27В
Потребление тока без нагрузки	<= 350 мА
Тип	Одно-/многооборотный
Общее разрешение	<= 31 бит
Число шагов на оборот	<= 8192
Число оборотов	<= 256000
Выходной код	25 бит
Интерфейс	CAN DeviceNet. EN 50325-2
Спецификация CAN 2.0 А	11-битный идентификатор
Скорость передачи данных	125, 250, 500 кбит/с

**GPS- модуль.** В проекте используется модуль EB-500 предназначены для встраивания в мобильные устройства поэтому имеет весьма небольшие габариты 13 x 15 x 2.2 мм. Модуль умеет работать как с пассивными, так и с активными антеннами.

Для того чтобы с большой точностью определять координаты, приемник должен принять сигнал как минимум с трех спутников. При увеличении числа спутников, с которых ловится сигнал, увеличивается и точность вычисления координат приемника. EB-500 имеет 66 каналов,

для обнаружения спутников, их слежения и сохранения положения в пространстве. Благодаря этому время горячего старта — Hotstart (когда спутники уже найдены и сохранены в памяти модуля), согласно документации, составляет всего 1,5 секунды. Тогда как время холодного старта от 35 секунд. Эти времена указаны при ясном небе без видимых помех и с хорошей антенной. Так как модуль предназначен для мобильных устройств, питающихся от батарей, то диапазон питающих напряжений стандартный — от 4,2 до 3,0 вольт. Потребление модуля во время работы менее 28мА.

**Часы реального времени DS1904.** RTC iButton DS1904 является модулем часов реального времени, доступ к которым может быть осуществлен с минимальными аппаратными затратами. Передача данных производится последовательно, с применением протокола 1-Wire, который требует наличия всего одного провода данных и контакта корпуса. DS1904 имеет свой уникальный 64-х разрядный ROM — регистрационный номер, зашиваемый в чип лазером на стадии производства и часы реального времени/ календарь, реализованные в виде двоичного счетчика. Прочный MicroCap корпус имеет высокую устойчивость к воздействию внешних неблагоприятных факторов, таких как загрязнение, влажность и вибрация. Аксессуары DS1904 позволяют закрепить его практически на любой поверхности, включая печатные платы и пластмассовые брелоки для ключей. Дополнительно DS1904 имеет такие функции, как календарь, штамп времени и даты, секундомер, счетчик часов, таймер интервалов и формуляр к любому типу электронных устройств или программного обеспечения, используемого микроконтроллерами.

**GSM-модуль.** iRZMC52PU — конструктивно законченный GSM модем, предназначенный для приема и пе-

редачи данных, текстовых сообщений и факсов. Отлично приспособлен как для обеспечения мобильного доступа к сети Интернет, так и для промышленных приложений — телеметрии, беспроводного сбора данных с датчиков, дистанционного наблюдения и сигнализирования. Управление осуществляется стандартными AT-командами. Модем оборудован светодиодом, позволяющим отслеживать статус соединения.

Основные характеристики:

- диапазоны частот: GSM 900/1800 МГц или S50/900/1800/1900 МГц (определяется GSM модулем)
- выходная мощность 2W (класс 4 для EGSM900).
- GPRS класс 8/10 (определяется GSM-модулем):
- TCP/IP стек, доступный через AT-команды:
- MC класс B:
- CSD до 14.4 kbps;
- USSD:
- SMS:
- передача голоса:
- факс — группа 3: класс 1.
- напряжение питания от 9 до 25 В.

Интерфейсы:

- разъём RJ11 для подключения питания.
- разъём USB B для подключения USB интерфейса.
- разъём DB9 для подключения RS-232 интерфейса.
- разъём FME для подключения GSM антенны

Модем MC52PU представляет собой компактное устройство, выполненное в пластмассовом корпусе.

Таким образом, представленная система позволяет более качественно организовать работу имеющегося автотранспорта, исключить несанкционированное его использование, а также различные манипуляции с топливом.

#### Литература:

1. Барканов, П.А. Справочник конструктора РЭА: компоненты, механизмы, надежность / П.А. Барканов, Б.Е. Бердиневский, П.Д. Верхопятницкий. — М.: Радио и связь, 1985. — 384 с.
2. Борщенко, Я. А., Васильев, В.И. Электронные и микропроцессорные системы автомобилей: Учебное пособие. / Я.А. Борщенко, В.И. Васильев. — Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2007. — 207 с.
3. Быков, Б.В. Основы конструкции современного автомобиля / Б.В. Быков — М.: Маршрут, 2004. — 36 с.
4. Гаврилов, К.Л. Профессиональная диагностика ДВС, систем: топливоснабжения, зажигания, энергосбережения, пуска: Учебник для вузов автомобильного трансп. / К.Л. Гаврилов. 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Транспорт, 1980. — 439 с.

## Essays on the history of radio in Tashkent

Yusupov Yarashbek Taxirbayevich;  
Tashkent State Technical University named after Islam Karimov

Jurayeva Gulchehra Xamidovna  
Tashkent university information technology

Article dedicate to the blessed memory of our teacher and mentor professor Tashkent University of Information Technologies A. A. Abduazizov

The great achievement of humankind — the invention of the radio. It was invented at the beginning of 1895 in Russia, AS Popov, and then in 1896 in England, the Italian G. Marconi. However, the backwardness of industry and social development in Tsarist Russia was reflected in the course of its further implementation of this powerful means of delivering information to distant points of the Russian Empire, the rise of its culture and to ensure its security. A S. Popov first industrial sample of their radio was forced in 1898 to order the French company Dyukrete. He was only in 1902 in Kronstadt (St. Petersburg) was able to organize a small workshop, which over the years has been able to manufacture 12 sets of radio stations. These radios were used to equip the Naval Department Russian ships.

The interest of Russian Naval Ministry to the invention and introduction of the radio is associated with the following events. In November 1899, the battleship «General-Admiral Apraksin» in the way of sailing from Kronstadt to Libau ran aground near the island of Hogland. The aid has been sent to the icebreaker «Ermak» and AS Popov and P.N. Rybkin (his student — assistant) were invited to organize radio communication between the island of Gogland and Kotka (43 mile). This radio was installed in February 1900. At the same time, about Lavezhari (now that place belongs to Finland) came off the ice floe with the anglers, from St. Petersburg, Kotka commander came telegraphic order for assistance. This is one of the main reasons for providing a lot of attention on the part of Russian Naval Department leadership to the inventive A. S. Popov radio.

The Army of the Russian Empire with the radio the situation was much worse in comparison with the equipment of the Navy as the Navy in 1900 already had a radio factory and laboratory, are at a high level, enable them to radio communication.

In 1910, he organized the laboratory and production enterprise «wireless telegraphy business» Naval Department, where the best engineers of the time: M. V. Shuleikin, A. A. Petrovsky, V.P. Vologdin, N.N. Tsyklinsky et al. Subsequently, M. V. Shuleikin and V.P. Vologdin they became the founders of Radio Engineering, academicians. Radio stations built «radiotelegraph affair» soon replaced the similar foreign installation from the Navy.

Since 1910, the War Ministry of Planning started to create a network of military radios strategic purpose. Under the plan, it planned to create a network of radio stations along

the borders of the Russian Empire, including those along the southern border. In accordance with this plan, in 1910, he planned construction of stations in Moscow to communicate with Baku, Tashkent and Bobruisk. In addition, Moscow via Tashkent had contact Kushkov situated on the border with Afghanistan, and in Baku and Ashgabat Kars. However, the beginning of the First World War disrupted the implementation of the plan.

In 1913, «wireless telegraphy business» was reorganized into «radiotelegraph factory» Sea department. Within the walls of the same under the direction of MV plant Shuleikin developed instrumentation.

By the beginning of the First World War (1914), almost all Russian warships were equipped with radios, developed and manufactured in the radiotelegraph factory.

The Army Radio Russia was introduced much later, and relatively slow. Only with the beginning of the First World War in the Army has accelerated the pace of the introduction of radio-communication equipment — radio stations (transmitters and receivers). After the outbreak of the First World War, in 1914, to communicate with the French and British command, which, together with Russia were a coalition in Petrograd and Moscow (at Khodynka) built 100-kilowatt spark radio. In the future, the powerful radio station were also constructed military departments in the cities. Nikolaev, Tashkent, Chita and Kushka. Construction and putting into operation of radio stations in the cities. Tashkent Kushka had strategic importance for Russia, for further communication with their bordering Afghanistan and Iran, and through them with other Asian countries.

The development of radio until the early 20-ies of XX century was accompanied by the constant extension of the wavelength of radio stations. This happened in the first place, because the radio long waves were easy to shape by means of spark and engine generators, as they say, to emit them with enough power, and secondly, if mistakenly believed that the longer the wavelength, the more will be distributed radio.

By the beginning of 1918, the state of wireless communication was very poor in the country councils. Many wired communication lines were destroyed «white bandits». The sharp decline in the capacity of a wired telegraph forced the People's Commissariat of Posts and Telegraphs (PCPT) to transfer a significant portion of the information on the wireless. Such communication was very necessary to communicate the capital with two remote sites. However, at this time PCPT radio transmission network had only 4 transmission stations of relatively low power and 67 receiving stations. Since the beginning of the Civil War, all the powerful radio

station and spare parts for them were transferred to the military authorities.

April 1, 1918 the Council of People's Commissars was discussed a draft resolution prepared PCPT to centralize radiotelegraph business in the country and about the concentration of radio communications in the same department.

April 3, 1918 SNK considered a draft decision on the transfer of a number of high-power transmitting stations in PCPT, with the consent of the Supreme Military Council. However, a number of Military Council members spoke against the transfer of military radio stations in PCPT.

April 16, 1918 issue of the transfer of high-power radio stations was considered Soviet People's Commissariat for the third time. People's Commissars adopted a decision on the immediate transfer of large power stations — Moscow, Tver, Khabarovsk and Kushkinskoy available PCPT. However, the military strongly demanded removal from the list transmitted Tsarskoye Selo and Tashkent stations, as the first enables communication with Europe, and the second — with the countries of the East — Iran, Afghanistan and the Caucasus.

During the first half of 1918, radiotelegraphic PCPT department he began assembling stations in areas where there was the greatest need for establishing communication. Therefore, on the instructions of the CPC needed urgently to provide the Caspian Sea and the Volga area radio communication with Moscow and Turkestan (referring to the city of Turkestan, in the territory of Kazakhstan) through a powerful radio station in Tashkent. For this station, formerly owned by the Defense Ministry has been used.

Derived from Bobruisk at the end of the First World War the French spark transmitter release in 1909, and a second transmitter of the same station, made RSTT (Russian Society of the wireless telegraph and telephone), and were aimed: first in Orenburg, Saratov in the second. Mounted in a small hut on the outskirts of Saratov spark transmitter provides radio Moscow-Tashkent, transferring military command orders in being far enough away from the center of the Central Asian city. With only one set of machines, without reserve, the transmitter was working 15 hours a day or more without stopping.

July 21, 1920 was adopted the Council of Labor and Defense Resolution of the Russian Federation, based on the recommendations of Radio PCPT Council on the organization of radio communication. HC Task was delivered this decree construction radiotelephone stations in the next two to three years. The third paragraph of this decision in order to develop the internal radiotelegraph network of the federal republics within the RSFSR, it was recommended to make reconstruction of the Moscow (Khodynskoe), Tashkent, Odessa and the Omsk radio stations and equip their cars (radios) high frequency Vologdina engineer.

In December 1920, a prototype of the radiotelephone transmitter power of 5 kW, developed in the Nizhny Novgorod Radio Laboratory, was established in the Khodynka radio station (Moscow). With this transmitter, December 16, 1920 at

7 o'clock in the morning transfer speech was organized by Moscow time for the residents of Berlin in German.

After this pilot transmission, Moscow-Berlin radio station remained on the Khodynka radio station for its trial operation. The first speaker was one of the Khodynka radio technicians radio I. S. Khomich, has a good voice and diction. To interest the first radio — radio operators receiving duty station PCPP — announcer read articles from the magazine on radio «Telegraphy and Telephony», published by the Nizhny Novgorod laboratory. On successful reception of a telegram transmission indicated in Tashkent, Obdorsk, Semipalatinsk, Irkutsk, Christians and other cities of the Russian Federation and from abroad.

Only in the first half of the 20-ies of the last century, it was found that the waves are short (20–80 meters in length) extend much farther long waves. Then began a reverse process — shortening the lengths of radio waves. By definition CCIR ITU radio signals with a frequency of 3 MHz... 30 (10... 100 meters) are called short waves or decameter frequency range.

In the early 20-ies of the last century, around the world, including in the Russian Federation (in the Nizhny Novgorod Radio Laboratory), actively conducted research work on the development of short waves. Experiments in this lab back in 1920–1921, showed that with negligible power of 50... 100 W, at wavelengths of about 100 m could be carried out landslide radio for almost the entire night at a distance of 2000–3000 km.

In 1923, scientists and engineers of the Nizhny Novgorod laboratory was constructed tube shortwave transmitter with an output of 15 kW, operating with the length of the emitted electromagnetic waves of 96 m. The operation of this radio could be heard regularly at all points of the globe. After mastering the radio wave length of 70–100 m foreign and Russian experts started to study means of radio communication at shorter wavelengths. It turned out that the wavelength of 10... 50 m have the same properties as the theme, which is more long, but with a more pronounced influence of the so-called «dead zone».

After that, sometime Radio laboratory experts decided that a further reduction in useless wavelength and frequency range with shorter wavelengths of 10... 30 meters handed over to the radio amateurs. Conducted numerous experiments at first did not give success. Communication on short wave was obtained at much shorter distances than in the long and medium wave and was unstable and unreliable. Experiments on the use of short waves were discontinued. CCIR waves Decision of 50 to 200 m were recognized as unsuitable for professional radio and radio amateurs are given, they were allowed to build not only radios, but also radio transmitting apparatus.

With relatively low-power transmitters, and the order of a few tens of watts, radio amateurs rather quickly discovered that the waves propagate not as long and medium wave. At close range, the connection was very unstable, and the signal passing stopped quite quickly, with increasing distance be-

tween transmitter and receiver. At the same time, good communication was established precisely at very large distances compared with the results calculated using a spread formula for long and medium waves. For example, at the end of 1921 at the two-way short-wave amateur radio between France and America, and in 1923 between the United States and Australia, New Zealand, Ceylon west coast of Scotland shortwave signals American radio amateurs were adopted in 1922 it has been set. At the same amateur radio transmitters, output power does not exceed 30 watts. Advances in development of amateur radio short waves were growing like an avalanche, growing number of amateur radio operators. By 1924, the establishment of short-wave radio communications at a distance of several thousand kilometers does not surprise anyone.

The results achieved hams naturally interested in radio specialists in many research laboratories newly started large-scale studies on radio on shortwave. Without discussing the properties and conditions of short radio waves, our thoughts continue research aimed at studying the development of radio in our Republic.

In the world since 1924 are starting to build the short-line commercial and professional radio long distance, parallel study conditions of short waves at different times of the day depending on solar activity and other factors. In the former Soviet Union in 1923, work was begun on the establishment of an experienced shortwave radio communication between Moscow and Tashkent. Experimental work on the establishment of short-wave radio communication between Moscow and Tashkent headed Nizhny Novgorod Radio Officer with V. V. Tatarinov, who used jointly developed with M. A. Bonch-Burievich directed short-wave antenna, in which the quarter-metal «insulators» was first used.

Thus, in 1924 (ninety years ago), the first foundations were laid in the former Union distant shortwave radio link. After that, in 1925, the short-wave radio line was built between Moscow and Tomsk. Since 1927, the radio was built through shortwave transceiver station, built in nearby areas of Tashkent region, to establish a long-distance shortwave radio via Tashkent, with and without relay with cities such as Kabul, New Delhi, Beijing, Karachi, Hanoi, Khabarovsk, Vladivostok etc. It should be noted, is another historical fact — shortwave transmitter power of 50 kW at the station — 3, still in the village Sunni installed from Moscow engineer B. P. Terentyev (later Prof. MTUCI) and a technician from Tashkent H. H. Khaidarov in 1927. H. H. Khaidarov for a long time he worked as chief of the radio station. Since 1927 radio station to claim. Sunni joined the network of ultra-long-short-wave radio. With the entry into operation of long-distance radio communication lines Moscow-Tashkent-Moscow and Khabarovsk started reorganization of the radio network of the former Union. During 1927, about 70 and these lines were put into operation.

The study of the origins of the emergence of funds radiotelegraph and radiotelephone communications in Central Asia, mostly in Tashkent and Kushka, forced the author to

think about the reasons for the selection of these cities in the south of the former Russian Empire and then the Soviet Red Empire to establish these stations cities. The interest of the Russian Empire and the Soviet Red States located in Central Asia has quite a long history. He highlighted efforts by Russia of Peter the Great in the control period. History tells us that he was constantly aware of the relationship between Kokand, Khiva Khanate and the Bukhara Emirate, had information about natural resources, mineral resources, the state of agriculture — especially cotton, and silk, and on goods produced by artisans; system of irrigation, etc.

Subsequently, after the predatory joining Kokand Khanate to Russia and the subordination of the Bukhara Emirate and Khiva Khanate of Turkestan Governorate General, whose residence is in the European part of Tashkent; transition management and control throughout the vast territory of the then Turkestan province, at the disposal of the Governor-General, who in turn carried out by the Russian tsars and harmonization of all the current issues related to the political and economic situation; in the region needed a regular, first mail and wire and wireless radio in the future. In addition, in the 17–20 centuries before independence in September 1947 India was a colony of England, as well as twice (1838–1842. Moreover, 1878–1880.) English colonists captured Afghanistan and were forced to leave the country because of the hard, persistent, stubborn resistance exerted by the Afghan people only in 1880. Before total destruction of the Bukhara Emirate and Basmachis on its territory with a certain frequency and the task of the British envoys appeared in different cities of Turkestan.

Before the October Revolution Kokand»s and the Khanate of Khiva, Bukhara Emirate, and after the revolution first Khorezm, Bukhara and Kokand»s khanate, and since 1924, Uzbek, Tajik, Turkmen, Kyrgyz and Kazakh (southern provinces) of the country had great economic and strategic importance for Russia. Therefore, Tsarist Russia and the Soviet empire was in need of prompt and timely information about all the events in this region and in the neighboring countries: Iran, India, Afghanistan, Turkey and the Arab countries. To this end, since the beginning of the twentieth century it was organized by regular mail, and subsequently wired (cable) connection and wireless 1910 radiotelegraphy operative system and radio communication.

By the end of the 20s of the twentieth century for the needs of mail, wire and radio technician in 1929 in Tashkent, the first in Central Asia Tashkent Polytechnic connection was established.

Since 1927 in Tashkent radiohouse, broadcasts to the public was distributed in the medium frequency range (wavelength 695 m) was organized. The article names of cities are in the same sequence as in the sources used to emphasize the need to build a radio station in Tashkent and its role in telegraphy and radio stations for transmitting and receiving information, not only in this region, but at the same time this implement retransmission of radio signals of neighboring stations, radio links included in the network to provide long-

distance radio communication. Until 1929, Aeroflot did not use radio and communication between airports conducted by wires belonging to the People's Commissariat of Posts and Telegraphs. The need for air communication was great in the thirties of the 20th century.

Aeroflot starts, opens new and new lines, the length of their growing. Operational radio communication becomes vital. Moscow Station Shortwave radio amateurs and society Dobrolet got experienced hams N.A. Baykuzov and V.B. Vostriakov developed for civil aviation (DCA) shortwave radio. Experienced shortwave radio designed N.A. Baykuzov and V.B. Vostriakov were immediately, immediately,

set in Moscow and Tashkent, the newly opened line of Aeroflot. Radio stations worked flawlessly Radar Reports and operational messages instantly transmitted from one city to another. CAF Managers were satisfied and praised her talent Design NA Baykuzov, he was asked to go to work in Aeroflot. Therefore, he became the first radio operator Aeroflot. Thus, the first short-wave radio in the former land of the Soviets was organized between the airports of the Moscow-Tashkent civil aviation. Later, N.A. Baykuzov became Major General engineering services, has become one of the leading experts in the field of aeronautical radio, he took part in the Finnish and the Great Patriotic War. He died in 1952 at the age of 51 years.

#### References:

1. Первышин Э. К., Русаков А. А., Федоровский Е. Г. Индустрия передачи информации. М.: Радио и связь, 1984.
2. Родионов В. М. Зарождение радиотехники. М.: Наука, 1985.
3. Лебединский В. К. Изобретение беспроводного телеграфа (1895). А. С. Попов. Из-во МГСПС «Труд и Книга». М.: 1925.
4. Фортюшенко А. Д. 50-лет радио. ГИЛ по вопросам связи и радио. М.: 1945.
5. А. С. Попов и современное радио. Стенограмма публичной лекции академика Б. А. Введенского, прочитанной 16 февраля 1945 года в Доме ученых в Москве. М.: 1945.
6. Шамшур В. И. Первые годы советской радиотехники. Изд-во «Знание». М.: 1969.
7. Попов А. С. О беспроводной телеграфии. Под ред. Академика А. И. Берга. ГИФМЛ. М.: 1959.

# ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

## Теоретическое описание устройства дистанционного управления освещением при помощи воздействия звуковых сигналов

Визавитин Олег Игоревич, студент;  
Таякин Сергей Дмитриевич, студент  
Московский технологический университет

*Данная статья теоретически описывает устройство дистанционного управления освещением с применением звукового сигнала в качестве управляющего воздействия. В качестве устройств ввода-вывода используются микрофон и лампы люстры. Устройство может дистанционно управлять люстрой с одной или двумя группами осветительных ламп мощностью не более 300 Вт каждая. В статье представлена принципиальная электрическая схема устройства, структурная схема и трассировка печатной платы, а также произведен расчет электрических узлов.*

**Ключевые слова:** управление, освещение, сигнал, микросхема, конденсатор

## Theoretical description of the remote-control device for lighting by the impact of sound signals

Vizavitin Oleg Igorevich, student;  
Taiakin Sergei Dmitrievich, student  
Moscow technological university

*This article theoretically describes a remote-control lighting device using a sound signal as a control. The microphone and chandelier lamps are used as input-output devices. The device can remotely control the chandelier with one or two groups of illuminating lamps with a power of not more than 300 W each. The article presents the principal electrical circuit of the device, the structural diagram and the trace of the printed circuit board, and also the calculation of electrical assemblies.*

**Keywords:** control, lighting, signal, microcircuit, capacitor

Проектируемое устройство позволяет управлять осветительными приборами без помощи проводов. Сигналами управления будут громкие короткие звуки, наиболее оптимальным вариантом для их извлечения будет звук хлопка ладонями. Предлагаемая схема может использоваться для управления двухканальной люстрой или двумя отдельными люстрами, с суммарной мощностью ламп 300Вт каждая. Акустические импульсы улавливаются микрофоном М1. Питание на него подается через резистор R1, который одновременно является его нагрузкой. Далее следует усилитель на VT1.

Усиленные импульсы поступают на формирователь логических импульсов, выполненный на интегральном таймере DD1. Таймер формирует требуемую задержку, формирующую из одного хлопка, в который входит огромное количество хаотических импульсов, один логический импульс правильной формы. Этот импульс поступает на счетный вход интегральной микросхемы двоичного счетчика DD2.

В схеме используются только два младших разряда счетчика этой микросхемы. Цепь, состоящая из конденсаторов и резисторов C5-R5, обеспечивает начальную установку счетчика микросхемы в начальное состояние после подачи питания (или после перебоя в электропитании).

В исходном состоянии, нули — на выходах микросхемы DD2. Оба силовых транзисторно-тиристорных ключа VT2-VS1 и VT3-VS2 в этот момент закрыты, на лампы не подается напряжение и лампы не горят. При первом хлопке, на выводе 3 интегральной микросхемы DD1, возникает логический импульс, который переводит микросхему DD2 в состояние — 01. Формируется единица на выводе 3 DD2, и открывается ключ VT2-VS1. Зажигается лампа Н1. Второй хлопок формирует на выходе микросхемы счетчика состояние 10.

При этом единица оказывается на его выводе 4, а на выводе 3 — ноль. Лампы группы Н1 гаснут, одновременно зажигаются лампы группы Н2. После третьего хлопка состояние счетчика становится 11, на все лампы подается напряжение и все лампы горят, а после четвертого — на выходе счетчика формируется сигнал 00, и лампы гаснут.

Лампы питаются пульсирующим постоянным током через выпрямительный мост, выполненный на диодах VD4-VD7. Логическая часть устройства (микросхемы) получает питание от бестрансформаторного источника постоянного тока, выполненного на элементах VD1-VD3, С6, С7. Источник питания представляет собой дополнительный выпрямитель постоянного напряжения, которым питаются группы ламп люстры. Избыток напряжения гасится на реактивном сопротивлении конденсатора С7.

Далее опишем некоторые составные части устройства.

Интегральная микросхема КР1006ВИ1 представляет собой достаточно сложный таймер для стабильного формирования импульсов напряжения расчётной длительностью  $T = 1,1 \times R \times C$  ( $R$  и  $C$  — внешние времязадающие элементы) от нескольких микросекунд до десятков минут. Корпус используется типа 2101.8–1 и 4309.8-А.

Данная микросхема предназначена для использования в стабильных датчиках времени, генераторах импульсов, широтно-импульсных, частотных и фазовых модуляторах, преобразователях напряжения и сигналов, ключевых схемах, исполнительных устройствах в системах управления, контроля и автоматики.

Назначение выводов КР1006ВИ1: 1 — общий; 2 — запуск; 3 — выход; 4 — сброс; 5 — контроль делителя; 6 — срабатывание; 7 — цепь разряда; 8 — напряжение питания.

Схемы включения микросхемы КР1006ВИ1 представлены на рис. 1., предельно допустимые режимы эксплуатации приведены в табл. 1.

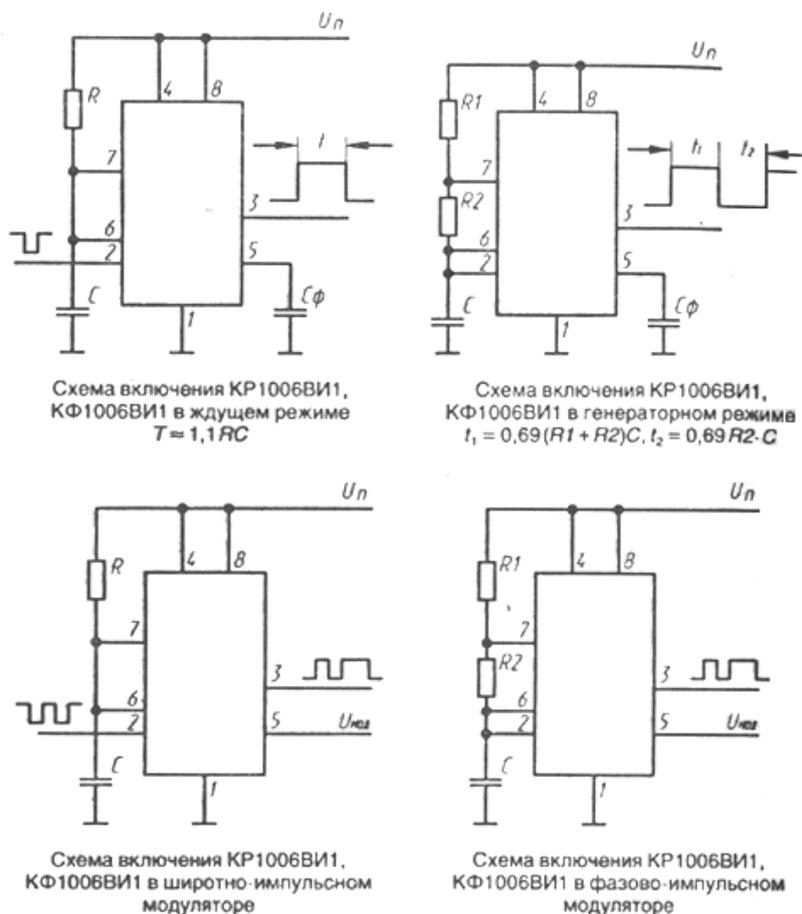


Рис. 1. Схемы включения КР1006ВИ1 в различных режимах

Таблица 1

**Предельно допустимые режимы эксплуатации КР1006ВИ1**

1	Напряжение питания	5...15 В
2	Ток нагрузки выхода	не более 100 мА
3	Рассеиваемая мощность при температуре 50 °С	не более 50 мВт
4	Температура окружающей среды	-45...+70 °С
5	Допустимое значение статического потенциала	200 В

Примечания:

– Ток сброса — значение тока, протекающего в цепи сброса таймера в заданном режиме при номинальном напряжении;

– начальная погрешность — относительное отклонение длительности импульса  $T_x$ , генерируемого таймера с заданными времязадающими элементами  $R$  и  $C$ , от значения длительности, определяемой из выражения:

$$T_{\text{вых}} = R \times C \times \ln 3;$$

– максимальное напряжение сброса — максимальное значение напряжения на выводе цепи сброса, при котором на выходе ИС обеспечивается значение напряжения низкого уровня.

Запуск интегральной схемы возможен при условии  $U_{\text{вх}}^0$  не более 0,3 от  $U_n$ , передаваемое на вывод «запуск». Для достижения нестабильности запуска таймера не выше заданной, полученной при пульсации источника питания, рекомендуется параллельно с выводами источника питания в непосредственной близости к выводам интегральной микросхемы включать конденсатор емкостью 1...10 мкФ. При неиспользовании вывода микросхемы «контроль делителя» его необходимо замкнуть на корпус или общий провод источника питания через блокирующий конденсатор емкостью 0,01...0.1 мкФ. Минимальная длительность импульса, которая достигается при использовании генерируемого таймера, не превышает 20 мкс. Не рекомендуется подавать на выводы интегральной микросхемы 2, 4, 6, 7 напряжение, значительно превышающее напряжение питания.

Микросхема К176ИЕ1 — шестиразрядный двоичный счётчик-делитель, который удобно использовать совместно с таймером. Каждый отсчёт кода на выходах микросхемы обрабатывает по отрицательному перепаду на тактовом входе  $C$ . Сброс выходных данных в ноль — асинхронный, происходит, когда на вход  $R$  микросхемы приходит логический сигнал, имеющий высокий уровень. Технические данные микросхемы приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Технические данные микросхемы**

Напряжение питания в границах	3...15 В
Ток потребления при максимальном напряжении питания	0,2 мА
Температура окружающей среды при эксплуатации	-45...+85°C

Транзистор КТ3102 — эпитаксиально-планарный, п-р-п структуры, кремниевый, универсальный. Применяется в низкочастотных устройствах, требовательных к уровню шумов, а также в генераторных и усилительных СЧ и ВЧ устройствах.

Транзистор КТ605АМ — мезапланарный, структуры п-р-п, кремниевый. Применяется в импульсных и переключающих высокочастотных устройствах, усилителях. Имеет жёсткие выводы и пластмассовый корпус. Масса пластмассового варианта — не более 1 г. Предельные эксплуатационные характеристики приведены в табл. 3.

Таблица 3

**Предельные эксплуатационные характеристики**

Напряжение К-Б (постоянное):	300 В
Напряжение К-Э (постоянное) при $R_{\text{сб}} = 1 \text{ кОм}$ :	250 В
Напряжение Э-Б (постоянное):	5 В
Рассеиваемая мощность (постоянная):	400 мВт
Рабочая температура (окружающей среды и корпуса)	-40...+150°C

Стабилитрон КС207В:

Номинальное напряжение стабилизации стабилитрона — 12 В;

Ток стабилизации стабилитрона — 5 мА;

Дифференциальное сопротивление стабилитрона 30 (5 мА) Ом;

Минимально допустимый ток стабилизации стабилитрона 0,5 мА;

Максимально допустимый ток стабилизации стабилитрона 32 мА;

Прямая рассеиваемая мощность 0,45 Вт.

Диод КД209 — диффузионный, кремниевый. Выпускаются с гибкими выводами и в пластмассовом корпусе. Анод обозначен красной полоской. Масса — не более 0.5 г. Электрические параметры описаны в табл. 4.

Таблица 4

Электрические параметры диода КД209

Максимальное постоянное обратное напряжение	600 В
Максимальный постоянный прямой ток.	1,5 А

При работе диодов КД209 на ёмкостную нагрузку эффективное значение прямого тока не должно превышать  $1,57 \times I_{пр. макс.}$ . Допускается работа диодов на частотах выше 1000 Гц в режимах, при которых средний обратный ток не превышает 500 мкА.

Тиристоры кремниевые КУ201Л, планарно-диффузионные, структуры р-п-р-п, триодные, не запираемые. Предназначены для применения в качестве переключающих элементов устройств коммутации больших напряжений малыми управляющими сигналами.

Диод КД226. Диоды кремниевые, диффузионные. Предназначены для преобразования переменного напряжения частотой до 35 кГц. Выпускаются в пластмассовом корпусе с гибкими выводами. Масса диода не более 0,5 г.

Разрешается последовательное соединение двух диодов одного типа; при этом максимальное обратное напряжение не должно превышать  $2 \times U_{обр. макс.}$ . При последовательном соединении большего числа диодов рекомендуется применять диоды одного типа и шунтировать каждый диод резистором с любым сопротивлением.

Допускается параллельное соединение диодов, если обеспечивается исключение перегрузок любого подключенного диода по максимально допустимому прямому току.

При работе диодов на емкостную нагрузку действующее значение тока через диод не должно превышать  $1,57 \times I_{пр. ср. макс.}$ . Параметры диода представлены в табл. 8.

Таблица 8

Параметры диода КД226

Параметр	Обозначение	Значение	Ед. изм.
Максимальное постоянное обратное напряжение.	$U_{обр. макс.}$	600	В
Максимальный постоянный прямой ток.	$I_{пр. макс.}$	1.7	А

Резисторы СФ-125 мощностью 0.125 Вт. Допуск 5 %, материал углеродистый. Резисторы используются для ограничения тока в цепи за счёт разной электропроводности у разных проводников (выделяемая мощность преобразуется в тепло). Служат для задания рабочих режимов элементов схемы, ограничения тока и уровня сигнала.

Резисторы с сопротивлением  $10 \text{ кОм} \pm 5 \%$  (коричневый, оранжевый, золотистый, коричневый) 6 штук.

Резистор СФ-1 мощность 1Вт, сопротивление 1 МОм, допуск 5 %. Ограничивают ток в источнике питания, служит для разряда конденсатора С7.

Конденсатор К50—35 электролитический, алюминиевый, миниатюрный. Емкость 470 мкФ, Напряжение 50В, размер корпуса 6x12мм. Служит в качестве фильтра пульсаций в цепи питания.

МЭК-03. Микрофон электретный, диаметр 10мм, диапазон частот 50—13000Гц, чувствительность 55мВ/Па. Громкость 40дБА. Используется в качестве датчика звукового воздействия.

Беспаячная макетная плата 840pin. Размеры (ШxВxD): 66x8.5x174мм. Служит для макетирования разрабатываемого устройства, для окончательной наладки и тестирования.

Набор перемычек для макетных плат и межплатного соединения с разной длиной провода (241 мм, 200 мм, 160 мм и 117 мм).

#### Расчёт электрических узлов

Для усиления сигнала, полученного с микрофона, используем усилительный каскад, выполненный по схеме с общим эмиттером, характеризующийся наибольшими значениями коэффициентов усиления напряжения, тока и мощности по сравнению со схемами включения транзистора с общей базой и общим коллектором. Входной сигнал поступает на базу и изменяет ее потенциал относительно заземленного эмиттера. Это приводит к изменению тока базы, а, следовательно, к изменению тока коллектора и напряжения на нагрузочном сопротивлении  $R_k$ . Разделитель-

ный конденсатор  $C1$  служит для предотвращения протекания постоянной составляющей тока базы через источник входного сигнала. С помощью конденсатора  $C2$  на выход каскада подается переменная составляющая напряжения  $U_{кэ}$ , изменяющаяся по закону входного сигнала, но значительно превышающая его по величине. Важную роль играет резистор  $R_{\sigma}$  в цепи базы, обеспечивающий выбор исходной рабочей точки на характеристиках транзистора и определяющий режим работы каскада по постоянному току. Схема резистивного усилительного каскада с общим эмиттером и питанием от одного источника показана на рис. 2.

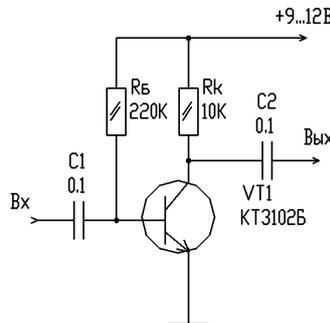


Рис. 2. Резистивный усилительный каскад

Для обеспечения режима работы класса А, необходимо установить соответствующие этому режиму токи электродов. Наиболее просто это получается, если задать расположение рабочей точки. Примем  $U_{кэ0} = 5В$  и ток в точке покоя  $I_{к0} = 0,5мА$ .

Расчитаем сопротивление в цепи коллектора:

$$R_k = \frac{E_n - U_{кэ0}}{I_{к0}} = \frac{10 - 5}{0,5 \times 10^{-3}} = 10 \times 10^3 \text{ Ом}$$

Примем сопротивление  $R_k = 10кОм$ .

Для обеспечения смещения тока базы определим сопротивление  $R_{\sigma}$

$$R_{\sigma} = \frac{E_n}{I_{\sigma 0}} = \frac{10}{0,5 \times 10^{-4}} = 2 \times 10^5 \text{ Ом},$$

где  $I_{\sigma 0}$  принимается  $\sim 0,1I_k$ , т. е.  $I_{\sigma 0} = 0,1, I_{к0} = 0,5мА$ .

Примем сопротивление  $R_{\sigma} = 220кОм$ .

Ёмкость разделительных конденсаторов примем величиной рекомендованной для схемы подключения микрофона.

Коэффициент усиления каскада по току  $K_i$  принимается равным минимальному значению  $h_{21э}$ , которое приводится в справочной литературе на используемый транзистор.

$$K_i = h_{21э} = 150$$

Коэффициент усиления по напряжению

$$K_0 = \frac{\beta \cdot R_{к\sim}}{R_{вхТР}} = \frac{150 \cdot 7143}{6910,5} = 155,$$

$$\text{где } R_{к\sim} = \frac{R_k \cdot R_n}{R_k + R_n} = \frac{10000 \cdot 25000}{10000 + 25000} = 7143 \text{ Ом}$$

где  $R_n = 25кОм$  — входное сопротивление таймера DD1;

$$R_{вхТР} = r_{\sigma} + r_s \cdot (1 + \beta) = 40 + 45,5 \cdot (1 + 150) = 6910,5 \text{ Ом},$$

где можно принять значение  $r_{\sigma} = 40 \text{ Ом}$  т. к. транзистор VT4 маломощный.

$$r_s = \frac{0,025}{I_s} = \frac{0,025}{I_{\sigma нач} + I_{к нач}} = \frac{0,025}{0,00005 + 0,0005} = 45,5 \text{ Ом}.$$

Входное сопротивление каскада

$$R_{\text{вх}} = R_{\sigma} \parallel R_{\text{вхТР}} = \frac{220000 \cdot 6910,5}{220000 + 6910,5} = 6700 \text{ Ом.}$$

Выходное сопротивление каскада

$$R_{\text{вых}} = R_{\kappa} = 10000 \text{ Ом.}$$

Расчет формирователя импульсов

Формирователь импульсов представляет собой одновибратор собранный микросхеме таймера КР1006ВИ1.

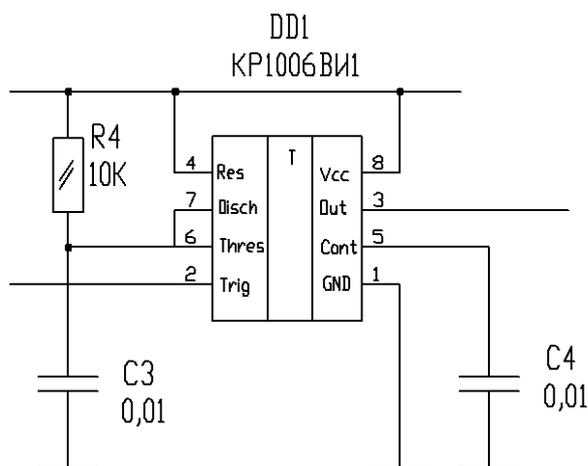


Рис. 3. Формирователь импульсов

В изначальном состоянии емкость  $C3$  заряжена от транзистора входящего в состав схемы таймера КР1006ВИ. В момент поступления на вход 2 таймера короткого импульса, переключается триггер, выключая короткозамкнутую цепь конденсатора  $C1$ .

Одновременно с этим на выходе 3 таймера появляется напряжение высокого уровня. По экспоненциальному закону на емкости  $C3$  растет напряжение заряда с постоянной времени  $T = C3 \times R1$ .

При достижении потенциала на конденсаторе примерно 60 % от напряжения питания схемы, компаратор переводит триггер в свое первоначальное положение. Сам триггер, тем временем, резко разряжает конденсатор, в результате чего на выходе 3 таймера появляется электрический сигнал низкого уровня.

Подобная схема одновибратора активизируется импульсом отрицательного характера, имеющего уровень около 30 % напряжения источника питания. Одновибратор будет находиться в таком состоянии на протяжении всего заданного временного периода, даже если в этот момент на вход будут поступать еще импульсы.

При подаче отрицательного сигнала на вывод 4 (сброс) микросхемы КР1006ВИ1, конденсатор  $C1$  будет разряжен и цикл работы одновибратора начнется заново. Положительный фронт импульса поступающего на вывод сброса является началом нового цикла работы одновибратора. До тех пор, пока отрицательный импульс находится на выводе сброса, на выходе одновибратора будет низкий уровень. В случае если в режим сброса нет необходимости, то данный контакт нужно подсоединить с плюсом источника питания, для того чтобы предупредить возможные нестабильные состояния схемы.

Для надежного срабатывания счетчика, при одновременном снижении вероятности ложного срабатывания (переключения источников света) при хлопке, длительность импульса должна быть около 1с. Временной интервал, в процесс которого на выходе 3 таймера КР1006ВИ1 будет находиться высокий логический уровень, можно вычислить по формуле

$$T = 1,1 \times R4 \times C3,$$

где сопротивление в килоомах, а ёмкость в микрофарадах, время в секундах.

Откуда, приняв сопротивление резистора  $R4 = 10 \text{ кОм}$ , найдем емкость конденсатора:

$$C3 = \frac{T}{1,1 \times R4} = \frac{1}{1,1 \times 10} = 0,091 \text{ мкФ}$$

Примем емкость конденсатора  $C3 = 0,1 \text{ мкФ}$ .

В данном устройстве номиналы резисторов и конденсаторов остальных узлов взяты из технической документации, которая прилагается к узлам и элементам устройства.

Схема электрическая принципиальная представлена на рис. 4.

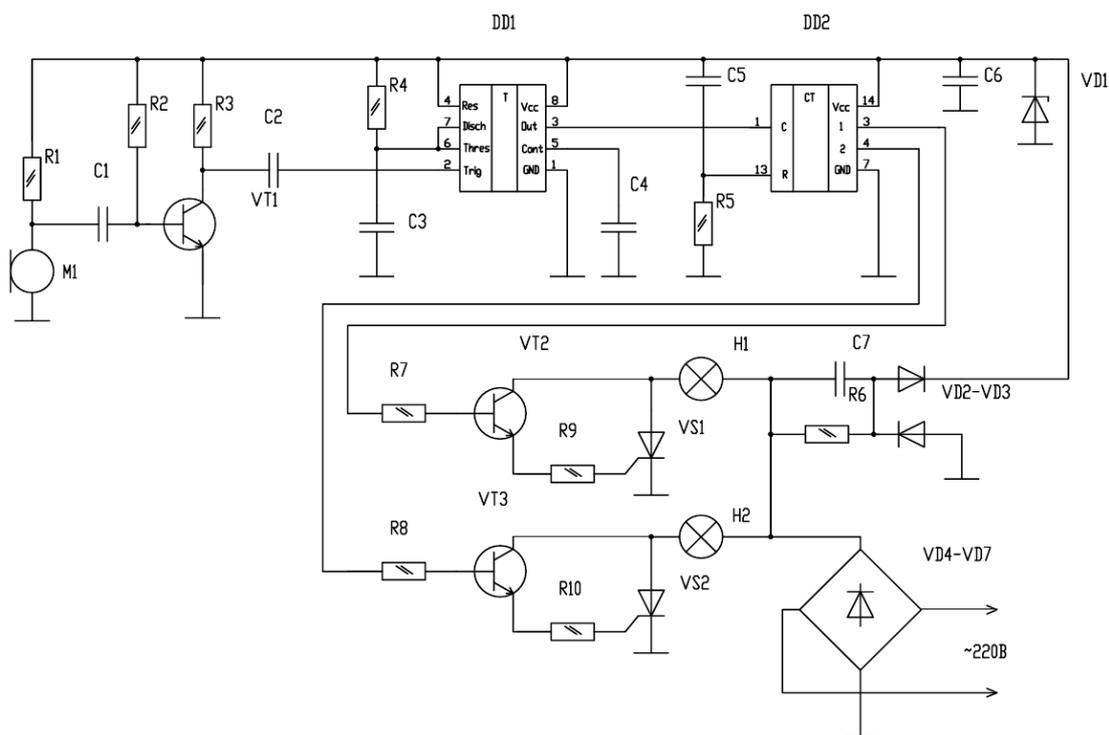


Рис. 4. Схема электрическая принципиальная

R1, R3, R4, R5, R7, R8 – 10 кОм R2 – 220 кОм R6 – 1 МОм R9, R10 – 470 Ом C1, C2, C5 – 0,1 мкФ C3, C4 – 0,01 мкФ C6 – 470 мкФ 50В C7 – 1,0 мкФ 600В DD1 – КР006ВИ1 DD2 – К176ИЕ1	VT1 – КТ3102Б VT2, VT3 – КТ605АМ VD1 – КС207 VD2, VD3 – КД209 VD4-VD7 – КД226 VS1, VS2 – КУ201Л N1 – МЭК-3А
--	---

Структурная схема устройства представлена на рис. 5.

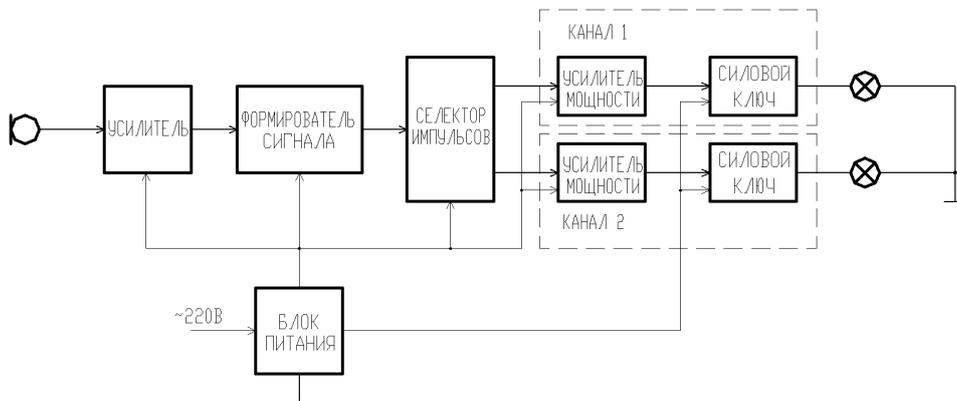


Рис. 5. Структурная схема

Трассировка печатной платы представлена на рис. 6.

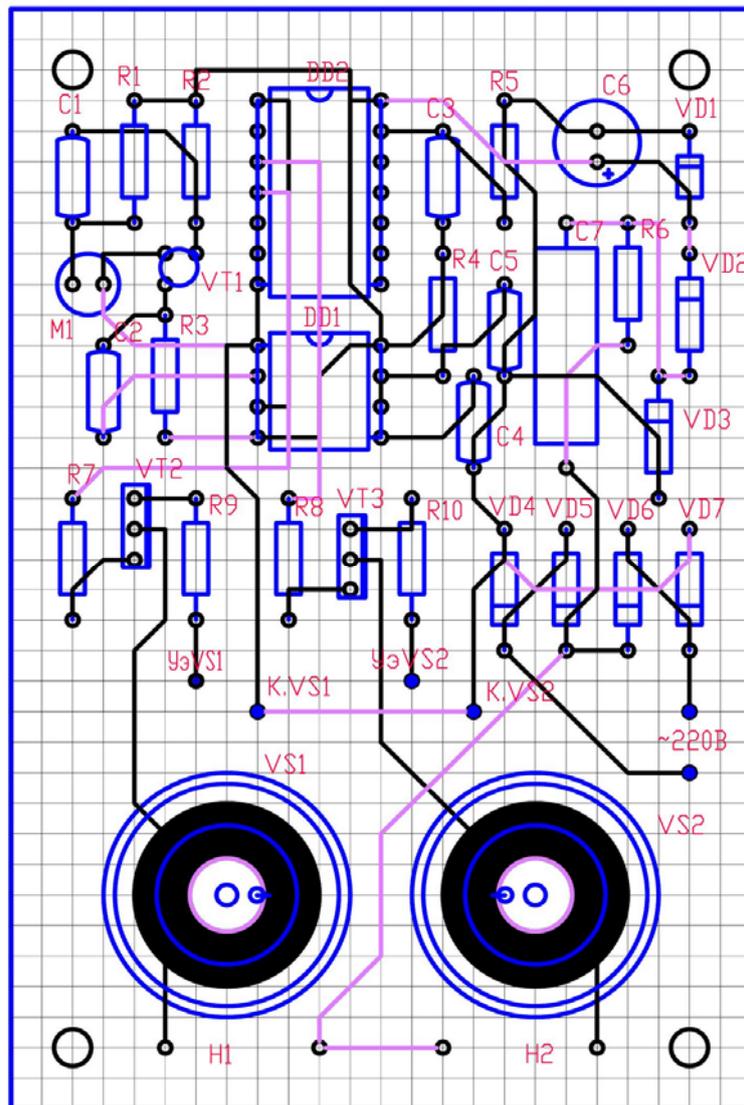


Рис. 6. Трассировка печатной платы

В статье были подобраны некоторые необходимые компоненты устройства, произведены расчёты электрических цепей усилителя сигнала и формирователя импульсов. Было выполнено проектирование структурной схемы, электрической принципиальной схемы и проведена трассировка печатной платы.

#### Литература:

1. Давиденко, Ю.Н. Современная схемотехника в освещении. Эффективное электропитание люминесцентных, галогенных ламп, светодиодов, элементов «Умного дома». — СПб.: Наука и техника, 2008.
2. Днищенко, В.А. 500 схем для радиолюбителей. Дистанционное управление моделями. — СПб.: Наука и техника, 2007.
3. Дж. Кригер Микропроцессорные устройства. — М.: Радио, 2000.
4. Коломбет, Е. А Микроэлектронные средства обработки аналоговых сигналов. — М.: Радио и связь, 1999.

# ЭНЕРГЕТИКА

## Влияние самозапуска электродвигателей на устойчивую работу насосных станций оросительных систем

Абидов Кудрат Гайратович, кандидат технических наук, доцент

Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова (Узбекистан)

*В статье рассматриваются основные процессы, протекающие при самозапуске насосных агрегатов насосных станций систем машинного водоподъема для орошения, обеспечивающий устойчивую работу и рациональное использование электроэнергии, насосно-силового оборудования и оросительной воды. Показаны особенности переходных процессов при аварийном отключении насосных агрегатов от энергосистемы и самозапуске, даются методики, позволяющие определить оптимальные режимы самозапуска. Приведены результаты экспериментальных исследований, проведенные на насосных установках мелиоративных насосных станциях. Предложены технические решения по модернизации насосных агрегатов, позволяющие применение режима самозапуска на мелиоративных насосных станциях.*

Применение насосных установок, с учетом специфических особенностей орошаемого земледелия, позволило решать сложные инженерно-мелиоративные задачи. Строительство и ввод в действие крупных машинных каналов с уникальными каскадами насосных станций и сложными гидротехническими сооружениями позволили перебросить сток многоводных рек на крупные орошаемые массивы, расположенные в низовьях маловодных рек Заравшана, Кашкадарьи, Сурхандарьи, Исфайрамская и др., где недостаток воды и систематически повторяющееся маловодье тормозили развитие сельского хозяйства.

Переходные процессы более опасны для электрооборудования, в том числе насосной установки, чем установившиеся. Насосные установки открытой оросительной системы работают на трубопроводы сравнительно небольшой длины, оканчивающиеся сифонными водовыпусками. При плановом отключении насосного агрегата в начале закрывается регулировочная задвижка, после приводной двигатель отключается от сети. Благодаря этому насосный агрегат останавливается и не вращается в другую сторону.

В известных работах [1,2,3,4] агрегаты насосной станции открытой оросительной системы отключаются при кратковременном исчезновении (АПВ успешно), а также посадке напряжения ниже  $0,8 U_i$  отключается от сети и запуск осуществляется дежурными операторами станции после доводки до первоначального рабочего состояния насосных агрегатов.

Каждый насосный агрегат может работать на один напорный трубопровод или несколько их объединяют в общий напорный трубопровод. Такой компоновке насосные агрегаты работают параллельно в общий трубопровод. Для покрытия значительных статических напоров используется последовательное включение насосных агрегатов. Наряду с этим несколько насосных агрегатов могут подключаться к общему напорному трубопроводу последовательно — параллельно. Для этих вариантов, как правило, применяют электропривод с центробежными насосами. Для двух напорных трубопроводов на совместную и последовательно — параллельную работу могут объединяться 2–5 насосных агрегатов.

При аварийных отключениях из-за того, что регулировочная задвижка не закрыта, когда нет обратного клапана или он не срабатывает, вода в трубопроводе после отключения агрегата пойдет обратно. В начале частота вращения агрегата уменьшается и доходит до нуля, далее под действием воды в трубопроводе изменяет направление и вращается в другую сторону и значение обратной угонной скорости станет больше номинальной. Когда насос вращается в другую сторону, выходят из строя сальники насоса. Это приводит к нарушению системы герметизации насоса. Поэтому после такого режима перед пуском снимают заглушки насоса и удаляют сгоревшие сальники и забивают новые сальники. Запускается вакуум-насос для подготовки насоса к пуску так как регулировочная задвижка плотно не закрывается, требуется заполнение водой коллектора.

Когда насосы вертикального исполнения, осевые, где нет затворов, любое отклонение связано с вращением в другую сторону, что отрицательно влияет на работу подпятника на крепления насоса и обмоток двигателя. Все это связано с расходом дефицитных материалов, большого времени и квалифицированных ремонтников. Если насос работает с под-

сосом, то за время перерыва питания он может потерять воду, включиться незаполненным. Опыт показывает, что потеря столба воды происходит, как правило, лишь при снижении скорости ниже 50%. После каждого погашения или посадки напряжения сети насосы отключаются. Для восстановления первоначального рабочего состояния станции требуется много времени. Простой насосной станции в период интенсивного орошения недопустим, поэтому имеет большое технико-экономическое значение уменьшение времени простоя насосных агрегатов насосной станции применением самозапуска. Расчёты токов самозапуск асинхронных двигателей необходимо выполнять как при проектировании, так и в процессе эксплуатации электроэнергетических объектов.

В настоящее время накоплен огромный опыт расчёта токов самозапуска асинхронных двигателей. Расчет переходных процессов в самозапускаемых насосных установках с асинхронным электроприводом описывается системой уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} U_{1\alpha} = R_1 i_{1\alpha} + \frac{d\psi_{1\alpha}}{dt}; \\ U_{1\beta} = R_1 i_{1\beta} + \frac{d\psi_{1\beta}}{dt}; \\ 0 = R_2 i_{2\alpha} + \frac{d\psi_{2\alpha}}{dt} + \omega_{эл} \psi_{2\beta}; \\ 0 = R_2 i_{2\beta} + \frac{d\psi_{2\beta}}{dt} - \omega_{эл} \psi_{2\alpha}; \\ M_{\partial\delta} = p_{II} L_{12} (i_{1\beta} i_{2\alpha} - i_{1\alpha} i_{2\beta}); \\ J \frac{d\omega}{dt} = M_{\partial\delta} - M_{Г} - M_{Т}; \\ H_H = H_{Г} + \Delta H + H_{II} + H_{ИТ}; \\ Q_H = Q_{ак} + Q_{II} + Q_{И}. \end{array} \right. \quad (1)$$

Разработан ряд программ расчёта указанного режима для промышленных предприятий, то есть развитие идёт по пути программной реализации математической модели [5]. Организации, занимающиеся в этой области, используют разные методы программной реализации

При подаче питания осуществляется режим самозапуска электродвигателей собственных нужд, когда частота вращения возрастает. Самозапуск будет успешным, если насосные установки, участвующие в этом режиме, развернутся до рабочей частоты вращения за допустимое время. Успешность самозапуска зависит от времени перерыва питания, параметров питающей цепи, суммарной мощности не отключенных электродвигателей и их загрузки, механических характеристик механизмов и других факторов.

Самозапуск может происходить после кратковременного глубокого снижения напряжения, вследствие близкого короткого замыкания, отключаемого релейной защитой. При этом в самозапуске будут одновременно участвовать те двигатели насосных установок, у которых напряжение снизилось до значения, вызвавшего снижение угловой скорости. Двигатели всё время остаются подключенными к источникам питания. Выполнение самозапуска требует комплексного решения вопросов, связанных с работой электродвигателя и его системы управления, электрической сети, а также самого приводимого механизма. В некоторых случаях самозапуск может быть запрещён по условиям техники безопасности или технологии производства.

Во всех случаях осуществление самозапуска должно быть обоснованным. Главная задача самозапуска — сохранить работоспособность насосной станции при кратковременном погашении. Если мощность системы электроснабжения достаточна, в одновременном самозапуске могут участвовать все насосные установки, для которых он необходим. Если же ограниченная мощность системы электроснабжения этого не допускает, то предусматривается несколько ступеней самозапуска, то есть поочерёдный самозапуск нескольких групп насосных установок. При этом возникает также вопрос взаимного влияния системы электроснабжения и двигателей насосных установок, участвующих в самозапуске. Более существенное ограничение в применение самозапуска насосных установок вызывается опасением возможности гидравлического удара в напорном трубопроводе при внезапном включении нагруженного насоса.

Приведенный выше анализ влияния различных факторов на режимы работы насосной установки при самозапуске, а также полученные расчетные данные и динамический анализ требуют рассмотреть процесс самозапуска в натуральных условиях. Натурные исследования проводились на насосных станциях Аму-Занг I-I Сурхандарьинской области Рес-

публики Узбекистан. Высоковольтные линии электропередачи насосных станций Аму-Занг и приводные электродвигатели эксплуатируются в сложных климатических условиях. В течение поливного сезона наблюдаются погашения напряжения сети, а также кратковременное понижение сети. В период интенсивного орошения требуется устойчивая и бесперебойная работа насосных установок, поэтому целесообразно внедрение самозапуска на этих насосных станциях насосных установок при погашениях, посадках напряжения сети. В предлагаемой работе время включенного состояния двигателя при погашениях определяется при помощи датчика, записывающего манометра, установленных на выходе насоса (рис.1) или расчетным путем на основе четырех квадратных характеристик насоса и параметров насосной установки. Зона самозапуска находится в пределах изменения напора от номинального значения до минимального значения.

После погашения и кратковременного исчезновения напряжения в сети, допустимую зону самозапуска для двигателя можно определить на основе:

**а) проектных данных насосной станции и четырех квадратной характеристики насоса (расчетным путем);**

Для расчета переходных процессов, происходящих в насосных установках, используются четырехквadrантные характеристики насоса или, так называемые, полные энергетические характеристики. Процесс выбега агрегата является одним из составных частей переходного процесса, поэтому при определении параметров выбега пользуются этими характеристиками. Для пересчета параметров насоса в координатах  $\bar{Q}_H$  и  $\bar{n}_H$  полной энергетической характеристики используются зависимости [6]:

$$\bar{Q}_H = \frac{Q}{D^2 \sqrt{g|H|}}; \quad \bar{n}_H = \frac{nD}{\sqrt{g|H|}}; \quad \bar{M}_H = \frac{M}{\rho g |H| D^3}; \quad (2)$$

где  $n$  — частота вращения насоса;  $D$  — диаметр рабочего колеса;  
 $H$  — напор.

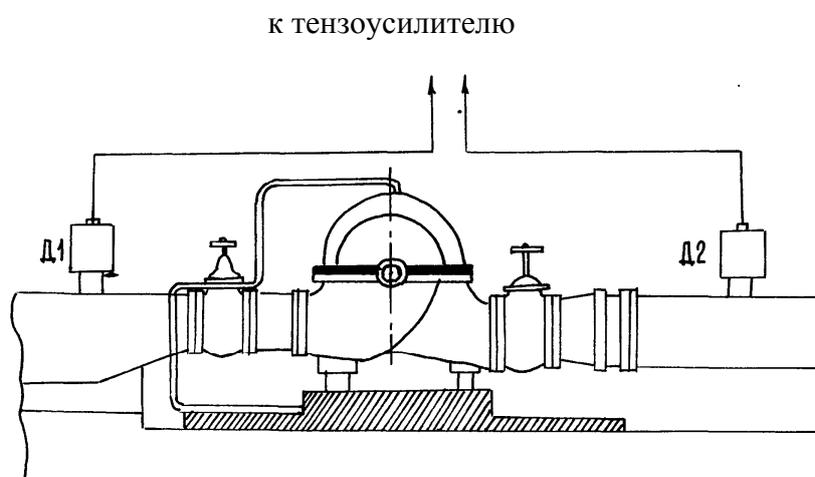


Рис.1. Место установки датчиков давления типа.

Для обратного пересчета используются зависимости:

$$Q = \bar{Q}_H D^2 \sqrt{g|H|}; \quad n = \frac{\bar{n}_H \sqrt{g|H|}}{D}; \quad M = \bar{M}_H \rho g |H| D^3; \quad (3)$$

где  $\rho$  — плотность жидкости;  $g$  — ускорение силы тяжести.

**б) измерения напора при помощи датчиков или записывающего манометра, установленного на выходе насоса (для повышения точности) или образцового манометра (рис.2);**

Самозапуск агрегата № 6 при перерыве питания в 4,5 сек приводится на рис.2.. Время самозапуска  $t_{САМ}=3,5$  сек. Скачок тока при самозапуске составляет  $6,8I_{НОМ}$ . Продолжительность переходного процесса от момента погашения составляет 4,6 сек. Максимальное значение давления при самозапуске на напорном трубопроводе составляет  $1,6H_{Н.Н}$ . При самозапуске пульсация давления на напорном трубопроводе устанавливается за 10,5 сек.

в) характеристики выбега насосного агрегата, по которой определяют зону для успешного самозапуска (рис.3).

Характер переходного процесса при отключении насоса типа 24НДС с приводным двигателем типа ДАЗО 15–59–10У1 мощностью 630 кВт, построенный по расчетным данным, приводится на рис.3.

Интенсивность изменения частоты вращения ротора, напора и расхода при выбеге имеет различный характер и зависит от множества причин: от типа и быстроходности насоса, маховых моментов ротора агрегата, длины и конфигурации напорного трубопровода, от быстроты отключения напорного трубопровода от отводящего канала, от характера протекания гидравлического удара и др.

В установившемся режиме работы насосного агрегата момент двигателя равняется моменту сопротивления  $M_c = M_{Г} + M_{Т}$ . В момент «а», когда произошло отключение питания (потеря привода)  $M_{дв} = 0$ , сохраняется момент сопротивления  $M_c$ , под действием которого снижается частота вращения  $n$  и развиваемый напор  $H$ , что приводит к уменьшению подаваемого расхода  $Q$ . К времени «b» частота вращения снижается настолько, что расход становится равным нулю и с этого момента начинается движение воды по водоводам и через рабочее колесо из верхнего бьефа в нижний.

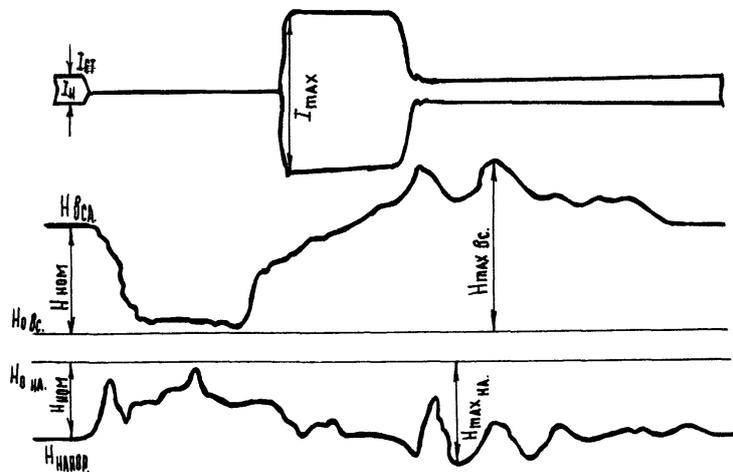


Рис.2. Самозапуск насосного агрегата № 6 при  $t_{отк}=4,5$  сек.

Начинается турбинный режим. Но направление вращения еще сохраняется насосным. Так как в этом случае пропускная способность насоса невелика, то происходит повышение давления в спиральной камере напора, а также момента сопротивления.

В момент времени «с» частота вращения становится равной нулю, а затем под воздействием потока рабочее колесо начинает вращаться в обратном направлении. При этом момент сопротивления  $M_c$  достигает своего максимального значения и начинает снижаться. В точке «d» момент сопротивления  $M_c = 0$ . Наступает установившийся разгонный режим.

Самозапуск предлагается осуществить в пределах участка, когда подача насоса меняется от номинального значения до нуля, на первом квадрате в режиме выбега, что соответствует минимальному значению напора.

Способ самозапуска электроприводов должна учитывать технологические ограничения, действия технологических защит и автоматики восстановления работы вспомогательных механизмов. При проектировании и определении условий их эксплуатации необходимо учитывать влияние различного вида переходных процессов, особенно вызываемых сбросами нагрузки и отключением привода.

Применение самозапуска повышает устойчивость и надежность работы насосной установки в целом, сокращается время простоя, уменьшается расход дефицитных материалов. Использование способа позволяет высвободить труд квалифицированных рабочих или специалистов, т. к. отпадает возможность создания аварийной ситуации на насосных станциях.

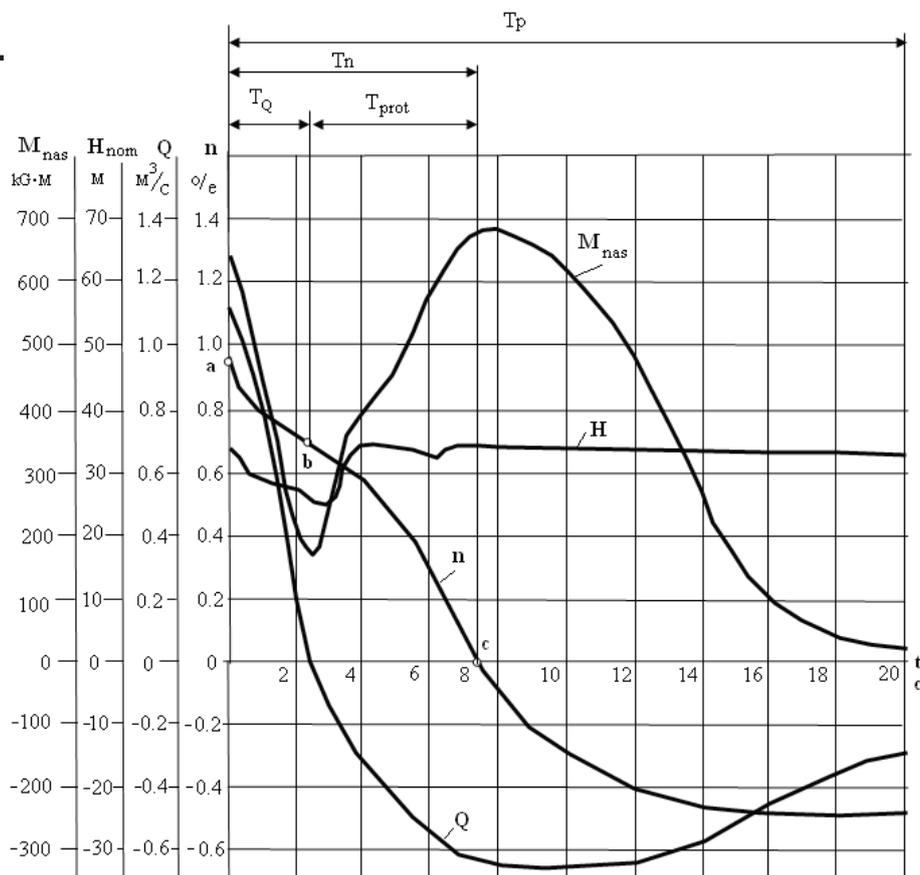


Рис. 3. Характер переходного процесса при выбеге насоса типа 24НДС с приводным двигателем типа ДАЗО 15–59–10У1

#### Литература:

1. Курбангалиев, У.К. Самозапуск двигателей собственных нужд электростанций. — М.: Энергоиздат, 1982—56 с.
2. Носов, К.Б., Дворок Н.М. Способы и средства самозапуска электродвигателей. — Энергоатомиздат, 1992, 144 с.
3. Эрнст, А.Д. Самозапуск асинхронных электродвигателей. // Учебное пособие. Омск: Изд-во ОмГУ, 2006. 46 с.
4. Хашимов, А.А., Абидов К.Г. Анализ режимов самозапуска электродвигателей насосных установок. // Электротехника. 2001. № 10. 22—26 с.
5. Хашимов, А.А., Абидов К.Г. Самозапуск насосных установок. Ташкент, ТашГТУ, 2002г, 112 с.
6. Хашимов, А.А., Абидов К.Г. Энергоэффективные способы самозапуска электроприводов насосных станций. — Т.: «Фан ва технологиялар», 2012, 176 с.

## Оценка эффективности использования бензопил в различных технологических процессах лесосечных работ

Абрамов Виталий Викторович, кандидат технических наук, доцент;  
Бухтояров Леонид Дмитриевич, кандидат технических наук, доцент;  
Черных Александр Сергеевич, кандидат технических наук, доцент  
Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова

Афоничев Дмитрий Николаевич, доктор технических наук, профессор  
Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Троянов Игорь Николаевич, аспирант  
Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова

*Статья посвящена оценке эффективности использования бензиномоторного инструмента в различных технологических вариантах лесосечных работ показателем удельных приведенных энергозатрат.*

**Ключевые слова:** обрабатывающие операции лесосечных работ, имитационное моделирование, бензиномоторный инструмент

Для лесозаготовительных предприятий постоянно актуален вопрос принятия эффективных решений при выборе наилучших из возможных вариантов технологий, лесосечных машин или оборудования [5].

В настоящее время при имеющемся разнообразии существующих комплектов бензопил научно-обоснованный их выбор в различных технологических вариантах и лесоэксплуатационных условиях реализуем на основе использования методов моделирования и оптимизации лесопромышленных процессов. Для оценки эффективности выполнения обрабатывающих операций представляется целесообразным использовать удельные приведенные энергозатраты [7]

$$\mathcal{E}_{уд} = \frac{\sum_{k=1}^K N_k t_k N_{pk}}{\Pi_{cmk}}, \quad (1)$$

где  $N_k, t_k$  — мощность и время, затрачиваемые на выполнение  $k$ -го элемента операции из  $K$  элементов, слагающих данную операцию;

$\Pi_{cmk}$  — сменная производительность машины, механизма или оборудования при выполнении операции, состоящей из  $K$  элементов;

$N_{pk}$  — число рабочих, занятых на выполнении этой операции.

Алгоритм автоматизированного расчета удельных приведенных энергозатрат в зависимости от выполняемой технологической операции (валка деревьев, очистка деревьев от сучьев) [1, 6] представлен в таблице 1.

В таблице приняты следующие обозначения:  $k$  — удельная работа резания, Дж/м<sup>3</sup>;  $U_z$  — подача на 1 зуб, м;  $b$  — ширина пропила, м;  $\alpha_n, \alpha_w, \alpha_p, \alpha_t$  — поправочные коэффициенты на породу, влажность, затупление режущих кромок, температуру древесины;  $N_n, N_{e.n.}$  — мощность на пиление и номинальная (паспортная) мощность двигателя моторного инструмента, Вт;  $\Pi_{чн}$  — производительность чистого пиления, м<sup>2</sup>/с;  $\varphi_g$  — коэффициент использования времени смены;  $m$  — количество часов в смене;  $t_{nz}$  — время подготовительно-заключительных работ (прогрев двигателя в холодное время года, заправка ГСМ, уборка рабочего места и т. д.), с;  $t_o$  — время отдыха рабочего, с;  $t_m$  — время простоев по техническим причинам (устранение мелких неисправностей оборудования), с;  $t_{мл}$  — время простоев по технологическим причинам (отсутствие запасов полуфабрикатов при различной производительности труда на смежных операциях и т. п.), с;  $t_{op}$  — время простоев по организационным причинам (несвоевременная доставка топлива или рабочих на лесосеку и т. п.), с;  $\varphi_{ч.н}$  — коэффициент использования моторного инструмента на чистом пилении;  $\bar{d}_{cp}$  — среднее значение диаметра по месту пиления на валке, м;  $v_{мд}$  — средняя скорость движения

Таблица 1

## Расчетные формулы для автоматизированного расчета удельных приведенных энергозатрат

Расчетные формулы, составляющие математическую модель на операциях	
Валка	Очистка от сучьев
1. Удельная работа резания:	
$k = \frac{2,65 \cdot 10^5}{(U_z \cdot b)^{0,33}} \alpha_n \alpha_w \alpha_\rho \alpha_t$	
2. Мощность, затрачиваемая на пиление:	
$N_n = (0,8 \dots 0,85) N_{e.n.}$	$N_n = (0,6 \dots 0,7) N_{e.n.}$
3. Производительность чистого пиления:	
$P_{чп} = \frac{N_n}{k \cdot b}$	
4. Коэффициент использования времени смены:	
$\varphi_s = 1 - \frac{1}{3600m} (t_{nz} - t_o - t_m - t_{мл} - t_{op})$	
5. Коэффициент использования бензопилы на чистом пилении:	
$\varphi_{ч.п} = \frac{1}{\left[ 1 + \frac{4P_{ч.п}}{\pi \bar{d}_{cp}^2 k} \left( \frac{100}{v_{мд}} \sqrt{\frac{\bar{V}_{хл}}{q_s}} + t_{np} + t_{cm} \right) + \frac{t_3}{T_0} \right]}$	$\varphi_{ч.п} = \frac{1}{\left[ 1 + \frac{P_{ч.п}}{f} \left( \frac{100}{v_{мд}} \sqrt{\frac{\bar{V}_{хл}}{q_s}} + \frac{2(l_{хл} - l_\delta)}{v_{вдо}} \right) + \frac{t_3}{T_0} \right]}$
6. Коэффициент квалификации моториста бензопилы:	
$K_{кв} = \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \bar{t}_{ij}^M}{\bar{t}_ц^\phi}$	
7. Продолжительность обработки единицы предмета труда:	
$t_{ч.п} = \frac{\pi \cdot \bar{d}_{cp}^2}{4P_{ч.п}}$	$t_{ч.п} = \frac{f}{P_{ч.п}}$
8. Сменная производительность:	
$P_{см} = \frac{T_{см} \varphi_s \varphi_{ч.п} K_{кв} \bar{V}_{хл}}{t_{ч.п}}$	
9. Удельные приведенные энергозатраты:	
$\mathcal{E}_{y\delta} = \frac{\sum_{k=1}^K N_k t_k N_{pk}}{P_{см k}}$	

моториста с мотоинструментом при выполнении соответствующей операции, м/с;  $\bar{V}_{хл}$  — средний объем хлыста в насаждении, отведенном в рубку, м<sup>3</sup>;  $q_s$  — ликвидный запас древесины на один га площади, отведенной в рубку лесосеки, м/с;  $t_{np}$  — время на подготовку рабочего места, с;  $t_{cm}$  — время на сталкивание дерева с пня, с;  $t_3$  — время, необходимое на замену затупленной пильной цепи на острозаточенную, с;  $T_0$  — продолжительность межзаточного периода (стойкость пильной цепи), с;  $f$  — суммарная площадь среза сучьев на одном дереве, м<sup>2</sup>;  $l_{хл}$  — длина хлыста,

м;  $l_0$  — длина бессучковой зоны ствола дерева, м;  $V_{\text{вдо}}$  — скорость движения моториста вдоль ствола дерева в процессе обрезки сучьев, м/с;  $T_{\text{см}}$  — продолжительность рабочей смены, с;  $\bar{d}$  — среднее значение диаметра по месту пиления на раскряжке, м;  $n$  — среднее число резов приходящееся на один хлыст;  $V_{\text{вдр}}$  — скорость движения моториста вдоль ствола дерева в процессе раскряжки хлыстов, м/с;  $K_{\text{кв}}$  — коэффициент квалификации моториста бензопилы;  $\bar{t}_{ij}^M$  — среднее модельное значение  $j$ -го рабочего приема в  $i$ -ом элементе операции, с;  $\bar{t}_i^{\phi}$  — среднее значение фактической продолжительности времени цикла обработки дерева одного дерева, с,  $t_{ч,n}$  — продолжительность обработки единицы предмета труда, с.

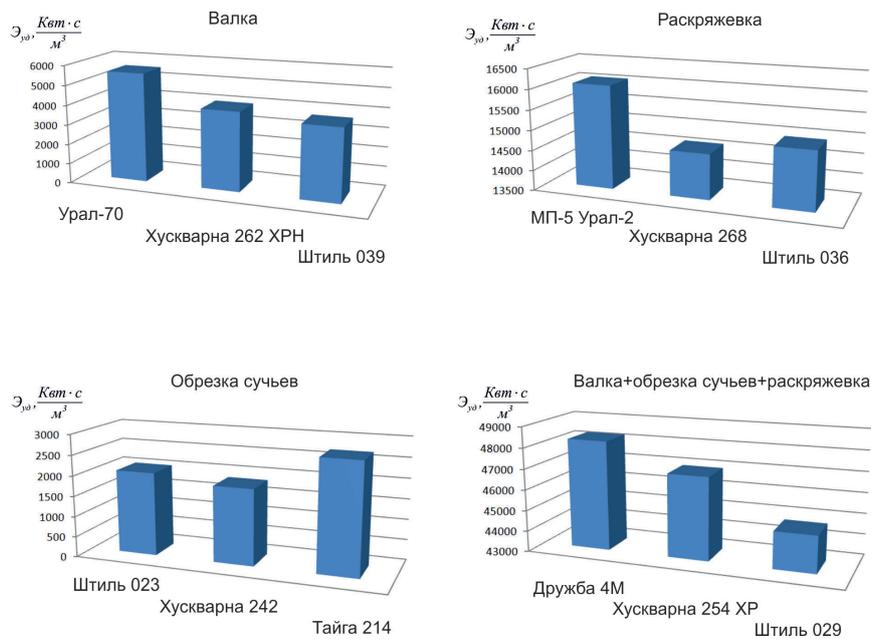


Рис. 1. Результаты имитационного эксперимента по определению Эуд при работе с бензопилой на пасеке в различных технологических вариантах выполнения обрабатываемых операций



Рис. 2. Производственная проверка результатов имитационного эксперимента на ЭВМ по производительности бензиномоторных инструментов на валке, обрезке сучьев и раскряжке хлыстов в условиях ООО «ЛК Кедр»

Достоверность результатов имитационного эксперимента по определению удельных приведенных энергозатрат при работе с бензопилой на пасеке в различных технологических вариантах выполнения обрабатываемых операций применительно к условиям ООО «ЛК Кедр» была подтверждена в ходе производственной проверки на предприятии в июле 2017 года (рис. 2). В этой связи были предложены к использованию в зависимости от реализации технологий следующие оптимальные варианты бензопил: на валке (В) — Штиль 039; при очистке сучьев на пасеке (ОЧ на П); при раскряжке хлыстов на пасеке (Р на П) — Хускварна 268; при последовательном выполнении всех обрабатываемых операций на пасеке (В-ОЧ-Р) — Штиль 029.

#### Литература:

1. Абрамов, В.В. Исследование направленной валки деревьев бензиномоторным инструментом [Текст] / Абрамов В.В., Бухтояров Л.Д., Троянов И.Н. // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2017. Т. 5. № 1 (27). с. 131–135.
2. Абрамов, В.В. Обоснование оптимального выбора бензиномоторного инструмента в различных условиях производства и природной среды [Текст] / Абрамов В.В., Бухтояров Л.Д., Черных А.С., Афоничев Д.Н., Илунина А.А., Троянов И.Н. // Научный альманах. 2017. № 4–3 (30). с. 17–23.
3. Абрамов, В.В. Повышение эффективности выполнения обрабатываемых операций бензиномоторным инструментом в меняющихся условиях производства и природной среды [Текст] / В.В. Абрамов, Л.Д. Бухтояров, И.Н. Троянов, П.М. Калинин // Актуальные направления науки и образования на современном этапе: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. — 2016. — № 13. — с. 17–27.
4. Афоничев, Д.Н. Оптимизация размещения внутриплощадочных дорог в сырьевых базах лесозаготовительных предприятий [Текст] / Д.Н. Афоничев // Природопользование: ресурсы, техническое обеспечение: Межвуз. сб. научн. тр. / Воронежская государственная лесотехническая академия. — Воронеж, 2007. — Вып. 3. — с. 36–42.
5. Афоничев, Д.Н. Формирование проектных решений в автоматизированной системе проектирования объектов лесопромышленного комплекса [Текст] / Д.Н. Афоничев, П.С. Рыбников // Моделирование систем и процессов. — 2012. — Вып. 4. — с. 16–19.
6. Бухтояров, Л.Д. Обоснование оптимального комплекта машин для рубок ухода за лесом [Текст] / Л.Д. Бухтояров, В.В. Абрамов, И.Н. Троянов, П.М. Калинин // Молодой ученый. 2016. № 13. с. 150–154.
7. Иевлев, А.И. Моделирование и оптимизация лесопромышленных процессов [Текст]: тексты лекций в 2-х частях. Часть 1. / А.И. Иевлев, И.А. Сидельников; Воронеж: «Воронеж. гос. лесотехн. акад». 1997. — 70 с.

## Настоящее и будущее российского сжиженного природного газа на мировом рынке

Казakov Алексей Михайлович, студент;  
Олейник Мария Алексеевна, студент  
Санкт-Петербургский горный университет

*Мировой рынок сжиженного природного газа (СПГ) в последние годы демонстрирует ускоренное развитие. Стремясь расширить на нем свое присутствие, Россия планирует значительно нарастить мощности по сжижению природного газа, реализовав ряд крупных экспортноориентированных проектов в среднесрочной перспективе. В статье рассмотрены такие вопросы, как состояние российского экспорта СПГ на сегодняшний день, его направления, проблемы и перспективы.*

**Ключевые слова:** сжиженный природный газ, СПГ, торговля, экспорт, развитие, перспективы, проекты

## The present and the future of Russian LNG on the global market

Kazakov A.M., student;  
Oleynik M.A., student  
Saint-Petersburg Mining University

*The global market for liquefied natural gas (LNG) in recent years shows the rapid development. To expand the presence there, Russia plans to increase the power of liquefaction of natural gas by realising the great number of export-*

oriented projects in medium-term. In this article are considered such questions as a state of Russian export of LNG at present, its direction, problems and perspectives.

**Keywords:** liquid natural gas, LNG, trade, export, development, prospects, projects

Являясь безусловным лидером мировой газовой промышленности, Россия на рынке сжиженного природного газа (СПГ) все еще находится в числе отстающих, а сегодняшние экономические реалии явно не способствуют исправлению ситуации. Санкции, низкие цены на углеводороды и стремительный рост конкуренции за рынки сбыта СПГ заставляют российские нефтегазовые компании кардинально пересматривать планы по реализации

СПГ-проектов и переносить сроки их ввода в эксплуатацию на более поздний период. Не в пользу развития отечественной СПГ-индустрии играет также изменчивый характер мирового рынка, не позволяющий сформировать долгосрочные планы по развитию отрасли [1].

Крупнейшими в мире экспортерами СПГ являются Катар, Австралия, Малайзия, Нигерия и Индонезия. Россия в этом списке стоит только на восьмом месте (рис. 1) [2].

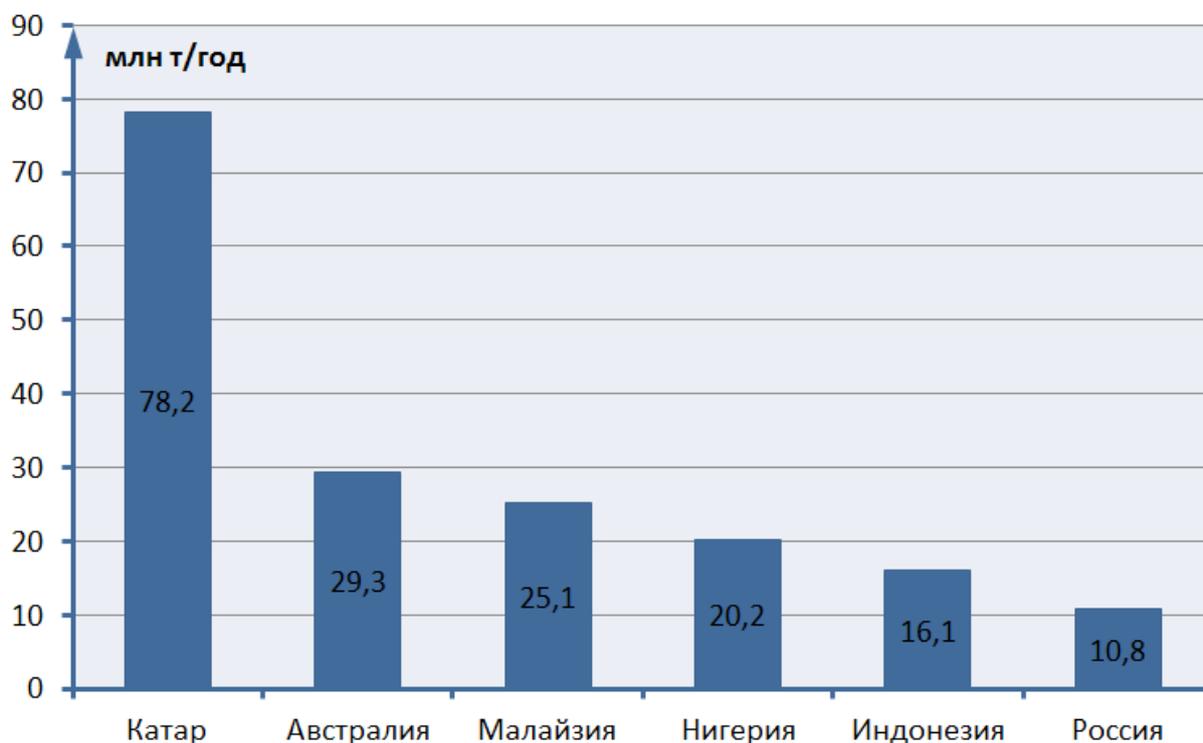


Рис. 1. Объемы производства СПГ пятерки крупнейших стран-экспортеров и России

«Сахалин-2», совместный проект ОАО «Газпром» и компании Shell, — единственный завод по сжижению природного газа в России, запущенный в 2009 году — работает на максимуме своих возможностей, производя свыше 10 млн тонн в год. Все новые проекты по производству СПГ, анонсированные уже несколько лет назад, никак не перешагнут рубеж принятия окончательных инвестиционных решений [3].

Наиболее перспективным для российских СПГ-проектов представляется рынок Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР), поэтому большинство запланированных к строительству мощностей ориентированы на него. Причем сегодня он рассматривается не только как емкий и растущий рынок сбыта, но и как источник привлечения финансирования проектов (важный фактор в условиях санкционного ограничения доступа российских компаний к западным рынкам) [1].

В 2016 году доля СПГ в доходах казны от всего экспорта природного газа составила около 9%. Основная часть российского СПГ (табл. 1) экспортируется в Японию, где после аварии на АЭС в Фукусиме спрос на сжиженный природный газ стабильно растет, что в свою очередь подталкивает цены вверх. Помимо этого, голубое сжиженное топливо в больших объемах поставляется в Южную Корею, Тайвань и Китай, для которых объемы поставок российского СПГ в последние годы начали стремительно расти. Доля России в мировом экспорте СПГ на 2016 г составила 8,1% [4].

В последнее время отрицательной тенденцией стало падение доходов от экспорта: они составили \$1,971 млрд в 2017 году по сравнению с \$2,124 млрд за аналогичный период 2016 года, что на 7,1% меньше [7]. Главной причиной тому является избыточное предложение в Азии. В

Таблица 1

## Объемы экспорта СПГ из России в страны АТР

Год	2013		2014		2015		2016	
	млн. м <sup>3</sup>	%						
Япония	24,1	91,7	17,57	85,7	16,735	78,2	16,94	70
Южная Корея	2,07	7,9	2,624	12,8	4,58	21,4	5,84	23,3
Тайвань	0,026	0,1	0,1845	0,9	0,0428	0,2	1,258	5,2
Китай	0,0526	0,2	0,0615	0,3	0,0214	0,1	0,3388	1,4
Всего	26,3	99,9	20,5	99,7	21,4	99,9	24,2	99,9

2016 г. в мире было произведено 250 млн т СПГ, треть — в Катаре; появилось 18,2 млн т/г новых мощностей по производству сжиженного природного газа, а в 2017 г. прогнозировался рост еще на 33,5 млн т/г. Из них 16,5 млн т/г — в России: должна заработать первая очередь «Ямал СПГ» (подконтролен «Новатэку») [5].

Кроме того, обороты наращивает и Австралия: в 2017–2018 гг. экспорт СПГ составит 63,8 млн тонн по срав-

нению с 52 млн тонн в 2016–2017 гг., что вплотную приблизит ее к Катару [6].

Но на фоне общего падения прибыли с экспорта СПГ, продукция российского завода «Сахалин-2», по большей части принадлежащего «Газпрому», оказалась самой дорогостоящей: с каждого проданного миллиона кубометров компания получает в среднем \$124,8 тыс. чистой прибыли (рис. 2).

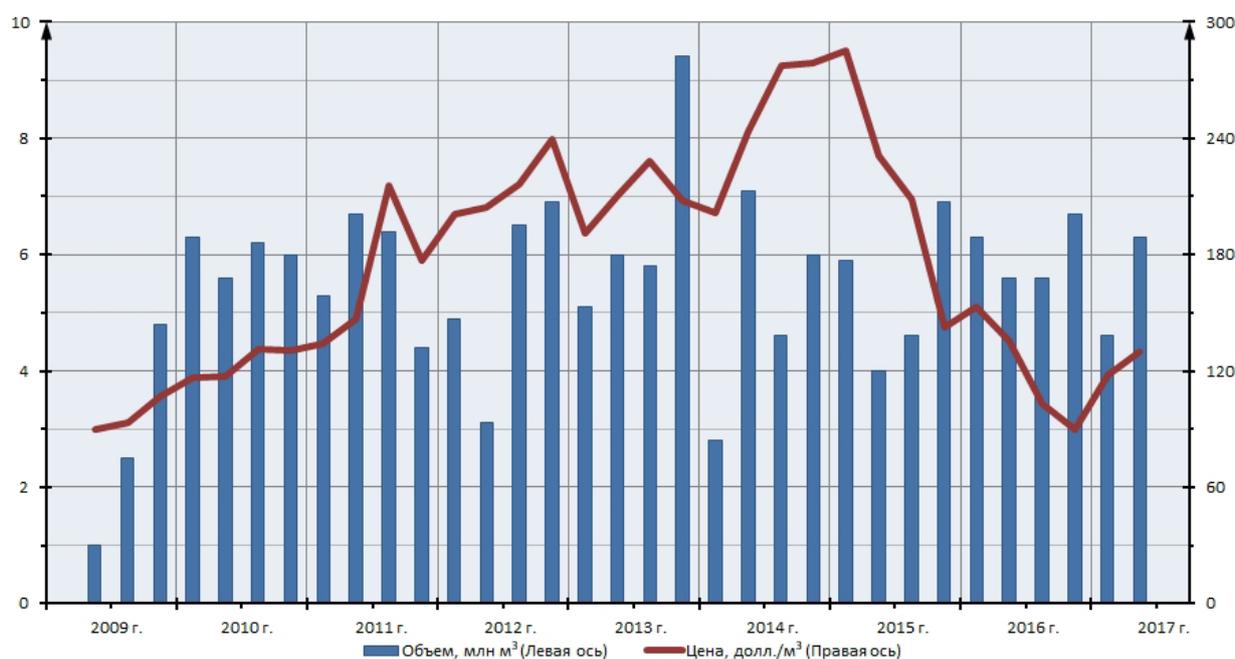


Рис. 2. Объемы экспорта СПГ из России и его цена в период 2013–2017 гг.

Несмотря на то, что стоимость СПГ варьируется в зависимости от времени года и спроса на рынке, согласно данным ОПЕК на апрель 2016 г., Россия стабильно продает газ дороже своих конкурентов как минимум последние два с половиной года, хотя по объемам торговли значительно им уступает (рис. 3) [8].

Традиционно рынки Японии и Южной Кореи были самыми притягательными для поставщиков: высокие внутренние цены на газ делают поставки туда более выгодными, чем в Европу. Неудивительно, что именно здешние

рынки и облюбовал «Газпром», реализовав здесь львиную долю продукции с «Сахалина-2». Российский газ очень конкурентоспособен: низкие затраты на добычу, транспортировку и сжижение позволяют завышать цену, а непосредственная близость к Японии и Корее делает итоговую стоимость, с учетом доставки, меньше либо равной стоимости газа конкурентов. К примеру, чтобы доставить газ танкером от Австралии потребуются неделя, в то время как из России газ достигнет потребителя уже через день.

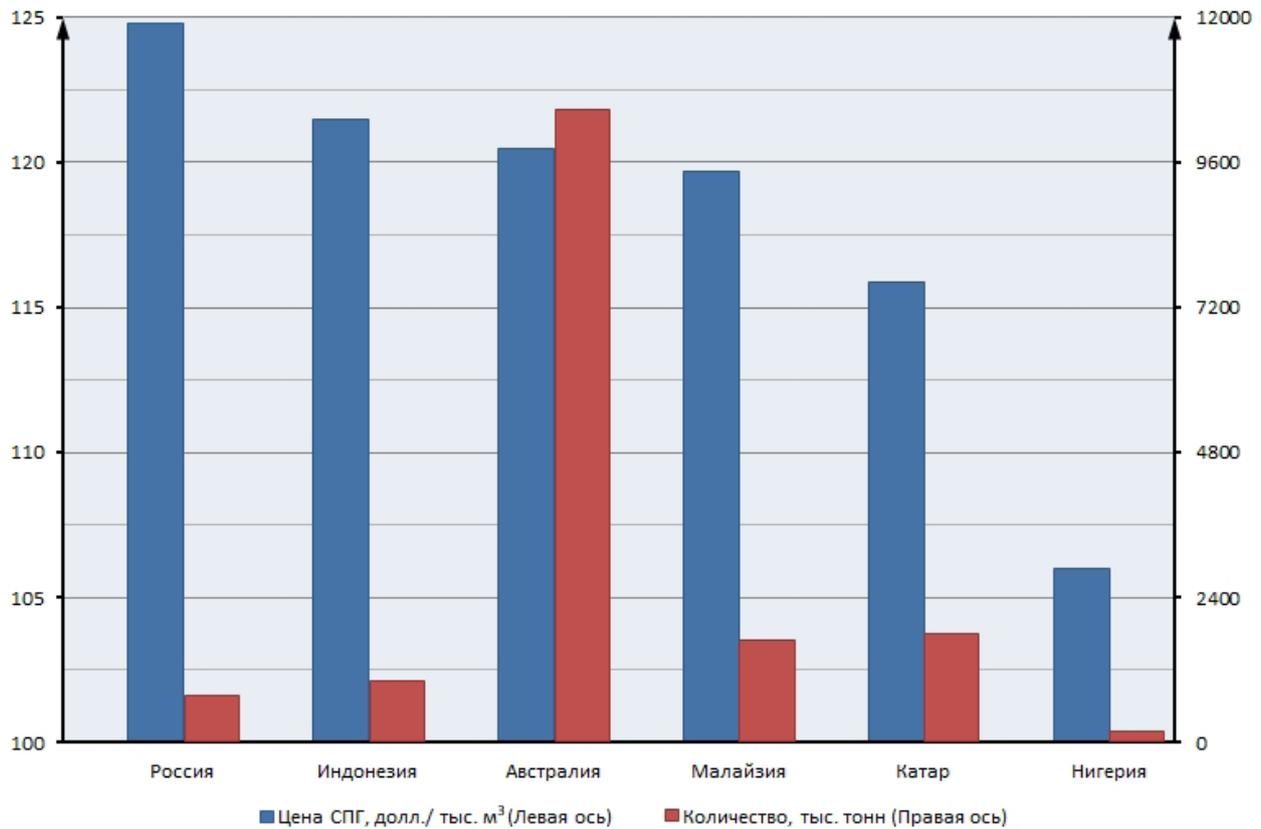


Рис. 3. Объемы экспорта СПГ и его цена за апрель 2016 г.

### Малотоннажное производство

Малотоннажным заводом СПГ считается предприятие с объемом производства до 100 тыс. т/г (заводы с мощностью до 1 млн т/г — среднетоннажные, более производительные относятся к крупным). Сравнительно низкие затраты на строительство малотоннажных заводов СПГ позволяют производить дешевое топливо, в том числе для удаленных от трубопроводов территорий страны. Однако все чаще продукция таких предприятий идет на экспорт. Потребители СПГ, производимого небольшими заводами, особые: это объекты или предприятия с автономной газификацией [9].

Интерес к развитию малотоннажного производства СПГ сегодня проявляют «Газпром» и другие игроки российского газового рынка. Мощность каждого из малотоннажных заводов, принадлежащих «дочке» Газпрома ЗАО «Криогаз», составляет от 9 до 23 тыс. тонн сжиженного природного газа в год [10]. Один из них — малотоннажный комплекс, совмещенный с АГНКС на базе ГРС Калининград-1. СПГ с данного завода экспортируется автомобильным транспортом промышленным и коммунально-бытовым потребителям Польши, не подключенным к газотранспортной сети [11].

Другой малотоннажный завод СПГ, направляющий свою продукцию на экспорт, находится в Пскове, где основными направлениями поставок СПГ являются Северо-Западный регион России и Европа. ООО «Газпром

экспорт» и Eesti Gaas в мае 2016 года подписали соглашение о намерениях по сотрудничеству в сфере поставок СПГ, производимого на заводе, на рынок Эстонии. Таким образом, с февраля 2017 году эстонская компания Tallink управляет свой новый пассажирский паром Megastar сжиженным природным газом, производимым в Пскове [12].

Уральский СПГ экспортируется в Астану. 15 февраля 2017 г. в Казахстан была отгружена первая партия российского СПГ (19 тонн), сжиженного на ГРС-4 в г. Екатеринбург. Тем самым была открыта новая глава в энергетическом партнерстве России и Казахстана [13].

Малотоннажное производство использует криогенное оборудование, спроектированное российскими машиностроительными заводами и пользующееся спросом у зарубежных покупателей. По данным российского производителя криогенного оборудования компании «Криогенмаш», более чем из 260 малых и средних заводов по сжижению газа в Китае 90 работают на российском оборудовании.

Значительно увеличить присутствие России на мировом рынке СПГ малотоннажное производство не может из-за ограниченности рынка потребления сжиженного природного газа в небольших объемах. А на внутреннем рынке СПГ сложно конкурировать с трубопроводным топливом: отечественному потребителю газ поставляют в основном по газопроводам, разветвленная сеть которых сконцентрирована в европейской части страны.

Но у российских малотоннажных производств вполне есть шансы занять свой сегмент зарубежного рынка с постоянными потребителями [10].

### Перспективы развития отечественной СПГ-индустрии

Государственная энергетическая стратегия предполагает значительное наращивание производственных мощ-

ностей: так, согласно оптимистичным прогнозам Минэнерго [14], к 2020 году доля России на мировом рынке СПГ может вырасти до 14,3% (55,1 млн тонн), а в 2025 году — до 19,3% (87 млн тонн) за счет реализации крупных проектов (табл. 2). Кроме того, российские газовые компании настроены еще более оптимистично: к примеру, руководство «Новатэка» считает, что к 2025–2030 гг. Россия займет все 20% мирового рынка СПГ.

Таблица 2

Крупнотоннажные СПГ-проекты России [2]

Проект	Акционеры	Производительность, млн т/год	Кол-во линий сжижения	Заявленный срок запуска	Возможность расширения
Сахалин-2	«Газпром», Shell, Mitsui, Mitsubishi	10,8	2	запущены	Строительство 4-й линии не исключено
Сахалин-2, 3-я очередь		5,4	1	2021 г.	
Балтийский СПГ	«Газпром», Shell (вероятный акционер)	10	2	2021	Возможно расширение до 4-х линий
Владивосток СПГ	«Газпром», ExxonMobil (стратегический партнер)	5 (1-я линия) +10 (2-я и 3-я линии)	3	2018–2020 гг. — 1-я линия (сроки запуска 1 и 2 линии не заявлены)	—
Ямал СПГ	«Новатэк», Total, CNPC, Silk Road Fund	5,5+5,5+5,5	3	2017–2018–2019 гг.	Возможно расширение до 4-х линий
Арктик СПГ	«Новатэк»	5,5+5,5+5,5	3	2020–2022–2024 гг.	—
Печора СПГ	«Роснефть», Alltech	2,6	1	2023 г.	Возможно расширение до 5,9 млн т/год
Дальневосточный СПГ	«Роснефть», ExxonMobil (стратегический партнер)	5	1	после 2023 г.	Расширение возможно

В настоящее время на заключительной стадии практической реализации находится лишь один проект — «Ямал СПГ». Финансирование проекта общей суммой \$27 млрд полностью закрыто, законтрактован практически весь объем СПГ (96%), большая часть объектов (в том числе порт и международный аэропорт) готова к эксплуатации. Кроме того, запущено строительство линейки 15-ти уникальных танкеров-газовозов ледового газа, причем два из них, «Кристоф де Маржери» и «Эдуард Толль», уже спущены на воду. Реализация проекта «Ямал-СПГ» позволит России занять одну из лидирующих позиций в отрасли [16]. Другие СПГ-проекты не предусматривают реализации в ближайшей перспективе (рис. 4).

На введении в эксплуатацию завода по сжижению природного газа на Ямале руководство «Новатэка» пообещало не останавливаться. Второй проект компании «Арктик СПГ» предполагает последовательный запуск трех технологических линий сжижения мощностью по 5,5 млн

т/г каждая. В отличие от «Ямала СПГ», стоимость «Арктик СПГ», вероятно, будет значительно меньше. Уникальным проектом делает тот факт, что половину производимого СПГ планируется продавать по краткосрочным спотовым контрактам. Такая схема, являющаяся основным риском предприятия, осложняет привлечение внешнего финансирования, поэтому до сих пор состав акционеров и конкретные источники инвестиций достоверно не определены. Несмотря на все трудности, данный проект вполне вероятно будет реализован до 2025 года [15].

«Владивосток СПГ» — второй восточный СПГ-проект «Газпрома», предусматривающий строительство завода по сжижению природного газа в районе Владивостока, максимальная мощность которого составит 15 млн т/г. Запуск проекта запланирован на 2018 год, но срок вряд ли будет выдержан, т. к. на сегодняшний день проект не входит в список приоритетных. Одной из возможных причин задержки проекта может быть конкуренция с расши-

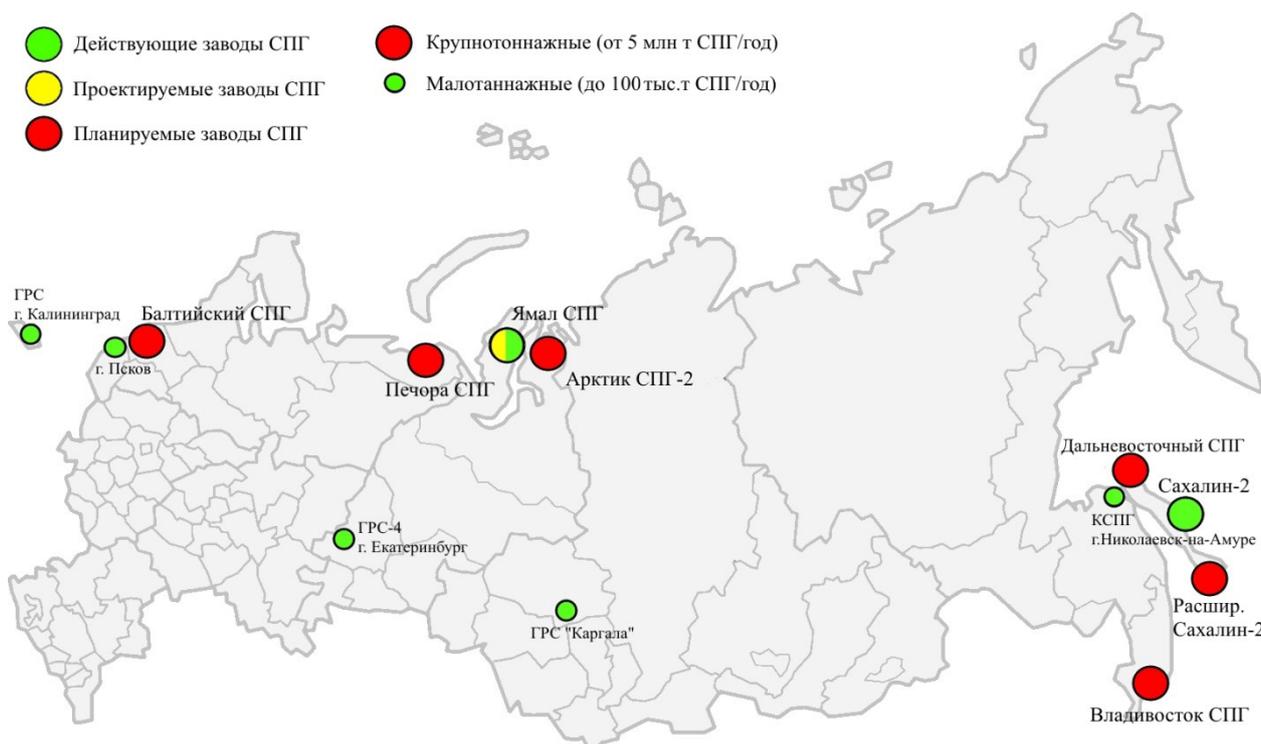


Рис. 4. География экспорториентированных российских СПГ-проектов

рящимся проектом «Сахалин-2», мощность которого планируется нарастить до 16,2 млн т/г к 2021 году с предпосылками дальнейшего расширения [17].

Крупный проект «Газпрома» в западной части России — «Балтийский СПГ» — предусматривает строительство завода по сжижению природного газа мощностью 10 млн т/г (с возможностью расширения до 15 млн т/г) в районе порта Усть-Луга Ленинградской области. Изначально ввод завода в эксплуатацию планировался в 2018 году, но срок был сдвинут до 2021 года. Большая часть продукции «Балтийского СПГ» будет отправляться на экспорт. Однако, на проект возложена и другая, стратегическая задача — создание альтернативного прямого маршрута поставок газа в Калининградскую область, где будет построен регазификационный терминал мощностью 9 млн м<sup>3</sup>/сут, достаточной для полного обеспечения потребностей региона. Сейчас природный газ поступает туда по газопроводу транзитом через Литву.

«Роснефть» совместно со своим партнером ExxonMobil (США) реализует проект строительства завода по производству СПГ на юге Сахалина — «Дальневосточный СПГ». По информации российской нефтяной компании, в рамках первой стадии проектирования разработан концептуальный проект, определены параметры и согласована предполагаемая площадка для строительства, технология сжижения газа, проведена подготовка к началу второй стадии проектирования. Проектная мощность завода — 5 млн т/г, а сырьевая база — месторождения проекта «Сахалин-1» и запасы «Роснефти» на Дальнем Востоке. Сроки реализации проекта постоянно переносятся,

по последней информации он будет запущен после 2023 года [17].

Перспективы проекта «Печора СПГ», реализуемого «Роснефтью» и группой Alltech, предполагающего строительство завода мощностью 2,6 млн т/год на первом этапе (позднее — 5,9 млн т/год), также туманны. Поскольку по Федеральному закону «Об экспорте газа» организация экспорта СПГ проекту пока не разрешена (до внесения в него ожидаемых поправок), скорее всего проект не будет реализован в заявленный срок (2023 г.) [15].

Так или иначе, в случае реализации перечисленных крупных СПГ-проектов в заявленные сроки, объемы производства в стране будут стабильно увеличиваться с каждым годом (рис. 5).

Помимо существующих рынков сбыта СПГ, Россия, запуская новые производственные мощности, заключает контракты на поставки СПГ в Европу. Испанская Gas Natural Fenosa подписала контракт на закупку сжиженного природного газа у «Ямал СПГ» сроком на 25 лет. Ежегодно Fenosa будет получать 3,2 млрд м<sup>3</sup> СПГ (2,32 млн тонн) с ямальского проекта Новатэка. Поставки должны начаться до конца 2020 года. Все это идет вразрез с намерениями одного из главных партнеров Испании — США. Американцы активно поставляют СПГ в страну, но теперь туда придут российские экспортеры, у которых есть одно важное преимущество — цена. СПГ американского производства дороже российского газа на 70–80% [18].

Ранее «Ямал-СПГ» уже подписал соглашение с китайской CNPC на поставку не менее 3 млн тонн СПГ в год в течение 15 лет с возможностью пролонгации. Сейчас Но-

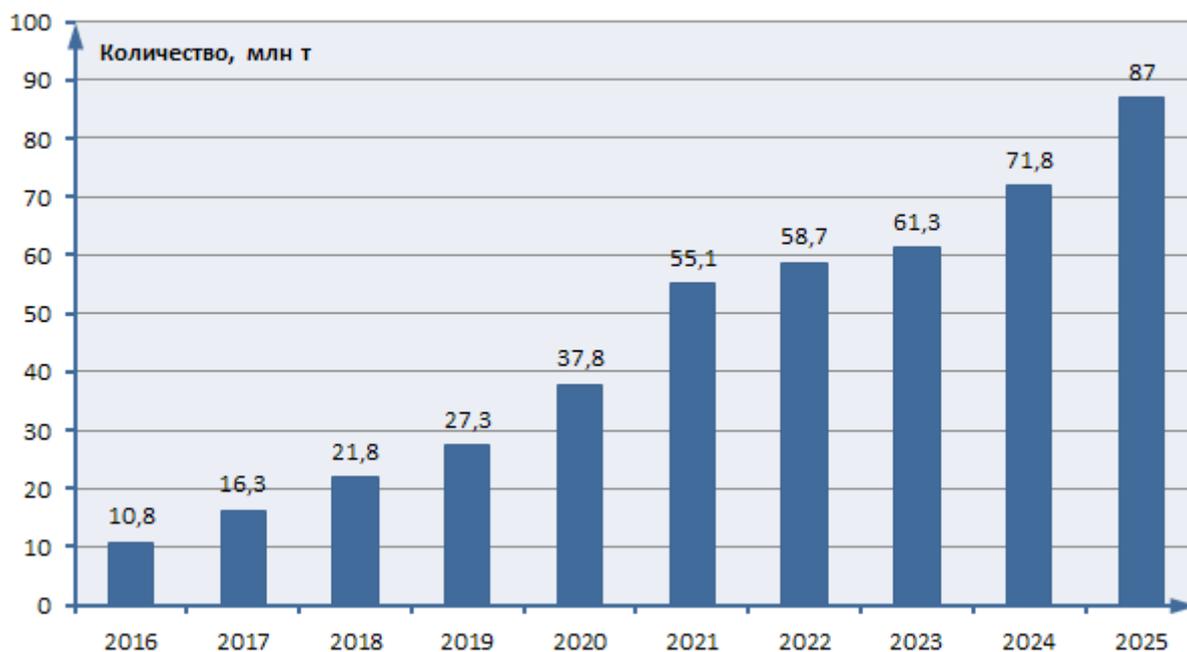


Рис. 5. Рост российского производства СПГ при реализации известных проектов в заявленные сроки

ватэк ведет переговоры о продаже СПГ с Японией, Кореей и Индией.

Помимо этого, Россия будет поставлять СПГ в Пакистан. Соглашение об этом подписали правительства двух стран. По данным Минэнерго России, документ рассчитан на три года с последующей автоматической пролонгацией на трехлетние периоды. «Газпром» и госкомпания Pakistan LNG ltd планируют в течение двух месяцев подготовиться к подписанию долгосрочного договора купли-продажи сжиженного газа. Российский СПГ будет ис-

пользоваться электростанциями Пакистана. В каких объемах, правда, пока неизвестно [19].

В целом, говоря о СПГ-сегменте отечественного топливно-энергетического комплекса, следует отметить, что, несмотря на имеющиеся и умножающиеся трудности, работы по ряду крупнотоннажных проектов ведутся в той или иной мере. По заявлению президента Владимира Путина Россия имеет возможности нарастить свою долю на мировом рынке СПГ и должна воспользоваться ими сполна, реализовав намеченные масштабные проекты.

#### Литература:

1. Производство и экспорт СПГ: мировые тенденции и российские перспективы / Морские вести России [Электронный ресурс]. — Открытый доступ: <http://www.morvesti.ru/tems/detail.php?ID=53362> (Дата обращения: 10.10.2017).
2. Сжиженный природный газ в мире и России: текущее состояние и перспективы развития / Vostock Capital [Электронный ресурс]. — Открытый доступ: <https://www.vostockcapital.com/spg/szhizhennyiy-prirodnyiy-gaz-v-mire-rossii-tekushhee-sostoyanie-perspektivy-razvitiya/> (Дата обращения: 12.10.2017).
3. Мельникова, С. Развитие мирового рынка СПГ и перспективы экспорта сжиженного газа из России / Cedigaz «Natural Gas in the world», 2013 [Электронный ресурс]. — Открытый доступ: <https://www.eriras.ru/files/svetlana-melnikova-razvitie-mirovogo-rynka-spg-i-perspektivy-eksporta-szhizhennogo-gaza-iz-rossii.pdf> (Дата обращения: 13.10.2017).
4. Экспорт сжиженного природного газа из России / Ru-Stat [Электронный ресурс]. — Открытый доступ: <http://ru-stat.com/date-M201301-201312/RU/export/world/05271111> (Дата обращения: 13.10.2017).
5. Цены на СПГ обвалились с начала года / газета «Ведомости» [Электронный ресурс]. — Открытый доступ: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2017/04/17/685887-tseni-spg> (Дата обращения: 14.10.2017).
6. Австралия по экспорту СПГ приближается к Катару / Интерфакс [Электронный ресурс]. — Открытый доступ: <http://www.finmarket.ru/news/4624245> (Дата обращения: 10.10.2017).
7. Доходы Sakhalin Energy от экспорта СПГ за восемь месяцев снизились на 7,1% / ТАСС [Электронный ресурс]. — Открытый доступ: <http://tass.ru/ekonomika/4632450> (Дата обращения: 11.10.2017).
8. Почему «Газпром» держит самые высокие цены на СПГ для Азии / Проектирование газоснабжения [Электронный ресурс]. — Открытый доступ: <http://proekt-gaz.ru/news/> (Дата обращения: 15.10.2017).

9. Федорова, Е. Б., Мельников В. Б. Роль и значение малотоннажного производства сжиженного природного газа для Российской Федерации // Газовая промышленность. — 2015. — № 8. — с. 90–94.
10. Малотоннажные российские заводы по производству СПГ захватывают свою долю европейского рынка / Региональная энергетика и энергосбережение [Электронный ресурс]. — Открытый доступ: <https://energy.s-kon.ru/malotonnazhnye-rossijskie-zavody-po-proizvodstvu-spg-zahvatyvayut-svoyu-dolyu-evropejskogo-rynka/> (Дата обращения: 16.10.2017).
11. КриогазТех. Карта реализованных проектов [Электронный ресурс]. — Открытый доступ: <http://www.styogastech.ru> (Дата обращения 6.07.2017).
12. Кондратенко, А. Д., Карпов А. Б., Козлов А. М., Мещерин И. В. Российские малотоннажные производства по сжижению природного газа // Журнал «НефтеГазХимия». — Москва: Изд-во ООО «Обракадемнаука». — 2016. — 6 с.
13. ООО «Газпром Трансгаз Екатеринбург». Новости [Электронный ресурс]. — Открытый доступ: <http://ekaterinburg-tr.gazprom.ru> (Дата обращения 2.07.2017).
14. Прогноз экспорта СПГ / Минэнерго РФ [Электронный ресурс]. — Открытый доступ: <https://minenergo.gov.ru/> (Дата обращения 5.10.2017).
15. Коркунов, С. Реальные перспективы российских крупнотоннажных СПГ-проектов // журнал «Арматуростроение». — 2016. — № 6. — с. 28–33.
16. Казаков, А. М. Танкер-газовоз «Кристоф де Маржери»: уникальный в своем роде, первый в своем классе // WORLD SCIENCE: PROBLEMS AND INNOVATIONS: сборник статей XIII Международной научно-практической конференции. В 2 ч. Ч. 1. — Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». — 2017. — с. 73–80.
17. Сдержанный оптимизм: Обзор российских СПГ-проектов / Vostock Capital [Электронный ресурс]. — Открытый доступ: <https://www.vostockcapital.com/spg/sderzhannyiy-optimizm-obzor-rossijskih-spg-proektov/> (Дата обращения: 17.10.2017).
18. Сжиженный — до Испании: Заключен первый контракт по продаже российского СПГ в Европу / Взгляд. Деловая газета [Электронный ресурс]. — Открытый доступ: <https://vz.ru/economy/2013/11/1/657817.html> (Дата обращения: 21.10.2017).
19. Пакистану нужен российский СПГ: хватит ли его у «Газпрома» / Вся правда [Электронный ресурс]. — Открытый доступ: <http://allpravda.info/pakistanu-nuzhen-rossiyskiy-spg-khvatitli-ego-ugazproma-49312.html> (Дата обращения: 21.10.2017).

## Оценка углеводородного потенциала ОАО «ЛУКОЙЛ»

Мысак Наталья Богдановна, магистрант;  
Марченко Максим Вадимович, магистрант  
Тюменский индустриальный университет

*Статья посвящена проблемам и перспективам развития нефтегазового комплекса России. Обозначены перспективные направления развития нефтяных компаний. В статье проведен анализ динамики основных показателей доказанных запасов газа, нефти и углеводородов в целом по ОАО «ЛУКОЙЛ» за 2005–2016 гг.*

**Ключевые слова:** нефтяная промышленность, добыча, доказанные запасы, ОАО «ЛУКОЙЛ», углеводороды, нефть, природный газ, разработка месторождений

Нефтяная промышленность все больше сосредотачивает свое внимание на экономически обоснованные нетрадиционные и труднодоступные источники углеводородов, стараясь максимально удовлетворить непрерывно растущие потребности общества в энергии. В условиях истощения традиционных энергетических ресурсов тяжелые нефти и газовые гидраты приобретают все большее значение в мировой экономике. Доступные запасы этих углеводородов огромны, их добыча все еще представляет трудности, но она уже стала рентабельной.

Особое значение они имеют и для российских нефтедобывающих компаний, где месторождения легкой нефти выработаны более чем наполовину и происходит стимулирование, в первую очередь, тех пластов, которые и так дают хорошую отдачу.

ОАО «ЛУКОЙЛ» располагает доказанными запасами нефти и газа в шести странах мира. Основная часть запасов относится к традиционным, что является важнейшим конкурентным преимуществом и позволяет нефтяной компании обеспечивать низкие удельные расходы на разработку и добычу полезных ископаемых.

Объем доказанных запасов углеводородов ОАО «ЛУКОЙЛ» по стандартам SEC на конец 2016 года составил 16398 млн. барр. н. э., из которых на нефть приходится 76%, на конец 2005 года данный показатель составлял 20330 млн. барр. н. э., 79% приходящимися на нефть.

Несмотря на тенденцию снижения темпов прироста доказанных запасов углеводородов, ОАО «ЛУКОЙЛ» продолжает оставаться одним из лидеров среди российских и международных нефтяных компаний по объему и качеству доказанных запасов (см. табл. 1).

Таблица 1

Доказанные запасы углеводородов ОАО «ЛУКОЙЛ» за 2005–2016гг.

Год	Доказанные запасы		
	Запасы нефти, млн. барр.	Запасы газа, млрд. фут <sup>3</sup>	Запасы углеводородов, млн. барр. н. э.
2005	16114	25298	20330
2006	15927	26597	20360
2007	15715	27921	20369
2008	14458	29253	19334
2009	13696	22850	17504
2010	13319	23615	17255
2011	13403	23169	17269
2012	13381	23487	17296
2013	13461	23642	17401
2014	13594	23946	17585
2015	12585	23838	16558
2016	12482	23493	16398

Основная часть доказанных запасов нефти ОАО «ЛУКОЙЛ» расположена в традиционных регионах добычи углеводородов, в разработанных еще в советское время скважинах Западной Сибири, Предуралья, Поволжья. Главное преимущество — хорошо развитая инфраструктура. Большая часть запасов этих регионов, разрабатывается, а вовлечение в разработку оставшихся запасов не требует значительных материальных вложений.

Структура запасов отражает высокий потенциал наращивания добычи компанией в среднесрочной перспективе,

и в особенности добычи газа. Значительная часть доказанных запасов ОАО «ЛУКОЙЛ» расположена в требующих крупных инвестиций новых регионах, таких как Тимано-Печора, Северный Каспий, Большехетская впадина, Ирак и др.

Эти регионы характеризуются высокой вероятностью обнаружения крупных запасов углеводородов. Нефть занимает доминирующее положение в запасах компании — на нее приходится около 76% всех доказанных запасов.

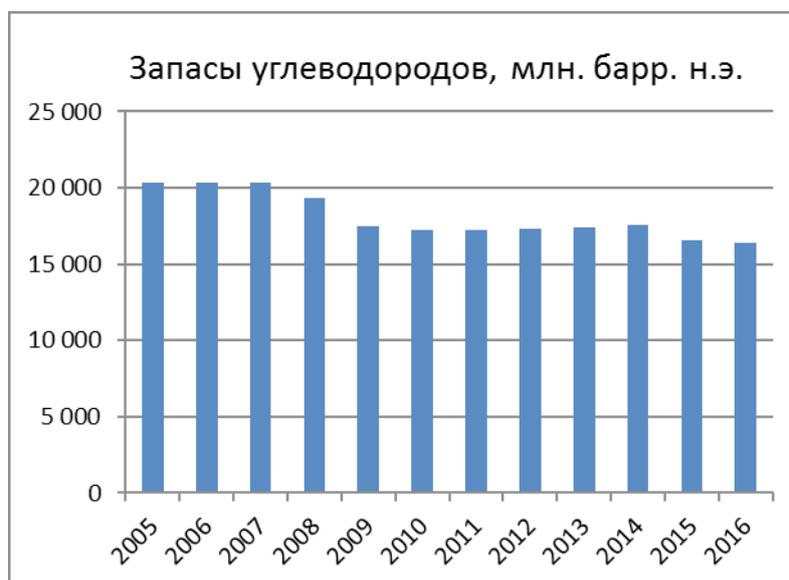


Рис. 1. Запасы углеводородов, млн. барр. н. э.

Запасы нефти в мире оцениваются по-разному, однако принято считать запасы, которые, исходя из инженерно-геологических данных, с высокой достоверностью могут быть извлечены промышленным способом, при современном уровне развития техники и технологии, принятыми способами эксплуатации.

Исходя из опыта, ожидаемые запасы открытых месторождений, как правило, оказываются меньше, чем удаётся извлечь реально. Это связано с разными причинами, например, с применением более дорогих технологий, например, третичных методов нефтедобычи, зачастую можно повысить коэффициент извлечения нефти на 5–10 %, а в некоторых случаях даже возобновить разработку месторождений, закрытых после использования традиционных технологий.

Основой научно-технической политики нефтегазодобывающих предприятий являются мероприятия по увеличению добычи нефти, выполнение геолого-технических мероприятий: ввод новых добывающих скважин, ввод новых скважин под закачку с целью поддержания пластового давления, методы повышения нефтеотдачи пластов, перевод нерентабельных скважин в бездействие, возвраты на другие горизонты, ремонтно-изоляционные работы и т. п.

По перспективным проектам обеспечение прироста добычи нефти и ее стабилизация в традиционных регионах является приоритетной задачей ОАО «ЛУКОЙЛ». Продолжится стабилизация добычи и в традиционных регионах за счет еще большего вовлечения запасов в разработку.



Рис. 2. Запасы нефти, млн. барр.

Все большую значимость для энергетической отрасли приобретает природный газ — ресурс с наименьшим уровнем вредных выбросов, цена на который в перспективе будет увеличиваться, так как потребность в нем постоянно растет.

Еще несколько десятилетий назад мировые доказанные запасы нефти почти в два раза превышали запасы природного газа. На сегодняшний день ситуация изменилась. Разведанные запасы природного газа практически сравнялись по своим показателям с «черным золотом» и продолжают стремительно расти.

Проанализировав динамику доказанных запасов углеводородов ОАО «ЛУКОЙЛ» за последнее десятилетие, можно говорить, что доля газа в составе углеводорода возросла на 3,14 %, а доказанные запасы газа снизились на 2805 млрд. фут<sup>3</sup> (рис 3.).

Для воспроизводства минерально-сырьевой базы ОАО «ЛУКОЙЛ» проводит геологоразведочные работы в России и за рубежом, ведет постоянный мониторинг новых проектов. Приоритетным для предприятия явля-

ется восполнение добычи углеводородов запасами промышленных категорий, подготовка сырьевой базы в перспективных регионах, а также обеспечение расширенного воспроизводства запасов в перспективе.

Воспроизводство минерально-сырьевой базы является основой долгосрочного и стабильного развития так отдельной компании, так и нефтяной отрасли в целом. Вероятно, что в перспективе объемы углеводородов, классифицированные как условные ресурсы, будут переведены в запасы по мере приближения сроков их ввода в разработку и применения новейших технологий, позволяющих осуществлять рентабельную разработку трудноизвлекаемых запасов.

Разработка месторождения ведется в соответствии с основными положениями действующих проектных документов. В соответствии с проектными решениями на месторождениях ОАО «ЛУКОЙЛ» идет активное эксплуатационное разбуривание пластов. Помимо эксплуатационных, на месторождениях идет бурение поисково-разведочных скважин, выполняются оперативные приросты запасов углеводородов.

Рис. 3. Запасы газа, млрд. фут<sup>3</sup>

Таким образом, нефтедобывающее предприятие ОАО «ЛУКОЙЛ» продолжает оставаться одним из лидеров среди российских и международных компаний по объемам доказанных запасов углеводородов.

#### Литература:

1. Кравченко, Т. П. Ресурсоведение нефти и газа: учеб. пособие / Т. П. Кравченко. — М.: ГЕОС, 2014. — 196 с.
2. Мысак, Н. Б. Статистический анализ динамики и прогнозирования добычи нефти Урьевского месторождения // Техника. Технологии. Инженерия. — 2017. — № 1. — с. 33–36.
3. ПАО Лукойл [Электронный ресурс] / Основные факты. Режим доступа: [http://www.lukoil.ru/static\\_6\\_5id\\_2160\\_.html](http://www.lukoil.ru/static_6_5id_2160_.html).

## МАШИНОСТРОЕНИЕ

### Требования по обеспечению живучести и общей работоспособности морских технологических комплексов

Заслонов Владимир Валерьевич, аспирант, старший преподаватель;  
Кравченко Наталья Александровна, аспирант, старший преподаватель;  
Ходжаев Сердар Сапардурдыевич, аспирант  
Государственный морской университет имени адмирала Ф.Ф. Ушакова (г. Новороссийск)

*Ключевые слова:* морской технологический комплекс, беспилотные морские системы, требования безопасности, электробезопасность, взрывобезопасность, пожаробезопасность, требования стандартизации и унификации

На сегодняшний день в мировой практике накоплен значительный методологический и практический опыт создания и использования подводных робототехнических систем, предназначенных для решения различных научно-исследовательских и прикладных задач. Целью развития морской робототехники является повышение эффективности и расширение функциональных возможностей использования морских технологических комплексов.

Современные морские технологические комплексы представляют собой управляемые объекты с присущими им особенностями технологии и составом систем. При этом входящие в комплекс системы и судовое оборудование отличаются большим разнообразием назначения, функций и физических принципов работы, что порождает достаточно жесткие и противоречивые требования по обеспечению живучести и общей работоспособности этих комплексов. [1, 2, 4].

**Общие положения.** Все радиоэлектронные и технические системы и механизмы, обеспечивающие работу морского технологического комплекса, должны правильно выполнять свои функции, сохранять заданные технические характеристики в пределах установленных норм.

Для радиоэлектронных и технических средств, размещаемых на аппаратах и их носителях, должны быть исключены ложные срабатывания в следующих случаях:

- при воздействии механического удара при постановке (выборке) аппарата с пиковым ударным ускорением  $68,6 \text{ м/с}^2$  ( $7 \text{ g}$ ) длительностью  $0,5...2,0 \text{ мс}$ ;
- при воздействии помех нормального вида напряженностью до  $10 \text{ мВ}$  в диапазоне частот от  $50$  до  $4000 \text{ Гц}$ ; общего вида напряженностью до  $10 \text{ В}$  в диапазоне частот от  $50$  до  $4000 \text{ Гц}$ ;
- при воздействии температуры окружающего воздуха от минус  $40^\circ\text{C}$  до плюс  $50^\circ\text{C}$  и относительной влажностью до  $100\%$  в указанном диапазоне температур;

- при длительных (без ограничения времени) кренах и дифферентах до  $\pm 15^\circ$ ;
- при кратковременных (в течение  $3 \text{ мин}$ ) кренах и дифферентах до  $\pm 45^\circ$ ;
- при многоударной вибрации с амплитудой ускорения  $19,6 \text{ м/с}^2$  ( $2 \text{ g}$ ) с частотой  $1...60 \text{ Гц}$ ;
- при одновременном воздействии бортовой качки с амплитудой  $\pm 45^\circ$  и периодом  $7...9 \text{ с}$  и килевой качки с амплитудой  $\pm 15^\circ$  и периодом  $6...8 \text{ с}$ ;
- при давлении окружающей среды в интервале от  $600$  до  $1140 \text{ мм. рт. ст.}$

Для радиоэлектронных и технических средств, размещаемых на аппаратах и устройствах погружения (дополнительно к требованиям написанных ранее), должны быть исключены ложные срабатывания при:

- изменении внешнего гидростатического давления в пределах от нуля до давления, соответствующего предельной глубине погружения (только для оборудования, подвергающегося внешнему гидростатическому давлению);
- температуре забортной воды от минус  $2^\circ\text{C}$  до плюс  $35^\circ\text{C}$ .

Радиоэлектронные средства должны обеспечивать работу при давлении окружающей среды в прочных боксах в интервале  $600...1140 \text{ мм. рт. ст.}$  [2,3].

**Требования по транспортировке изделий.** Оборудование комплексов должно быть приспособлено к транспортированию авиатранспортом, автомобильным, железнодорожным и морским транспортом, согласно условиям, оговоренным в технических заданиях. Мобильные комплексы проектируются с учетом их перевозки в универсальных контейнерах.

Оборудование должно быть приспособлено для перегрузочных операций на транспортное средство типовыми грузоподъемными устройствами.

Резервуары, а также воздушные, топливные, гидравлические системы должны исключать течи и травления в

условиях воздействия на них различных нагрузок, перепадов давления или температур, возникающих при транспортировке.

Все оборудование комплекса должно сохранять свою работоспособность после его длительного транспортирования, для этого проводятся испытания на транспортабельность.

**Требования по безопасности.** При работе с морскими технологическими комплексами должно быть обеспечено исключение следующих воздействий на человеческий ресурс и технические средства:

- воздушных шумов и вибраций (шумовибрационная безопасность);
- высоких температур (тепловой безопасности);
- движущихся частей механизмов (механическая безопасность);
- открытого огня и взрыва (пожаровзрывобезопасность);
- радиоактивных излучений и загрязнений (радиационная безопасность);
- токсичных и дурнопахнущих веществ (токсикологической безопасности);
- электрических, магнитных, электромагнитных полей (электромагнитная безопасность);
- электрического тока (электрическая безопасность).

Отказы и повреждения радиоэлектронных и технических средств, связанные с изменением условий эксплуатации устройства в соответствии с требованиями, приведёнными ранее, не должны приводить к возникновению аварийных ситуаций. Должны быть предусмотрены конструктивные мероприятия, обеспечивающие безопасность технических средств и персонала в условиях эксплуатации, оговоренных в тактико-техническом задании (ТТЗ). Эти мероприятия разрабатываются, как правило, на основании специальных перечней аварийных ситуаций, определяемых в требованиях и стандартах. На случай возникновения аварийной ситуации при работе комплекса должна быть предусмотрена аварийная сигнализация, автоматическое прекращение работы оборудования. [3].

**Требования по электробезопасности, предъявляемые к морскому технологическому комплексу.** Электрооборудование комплекса в целом должно быть обеспечено:

- блокировка и защита от повреждений, вызываемых токами утечки, короткого замыкания, перегрузки, режимом холостого хода;
- заземление всех стационарных электротехнических устройств. Сопротивление цепей заземления не должно быть ниже установленных норм;
- заземление металлических корпусов всех переносных электротехнических устройств (электрогрелки, вентиляторы и т. п.), предназначенных для работы при напряжениях выше 24 В постоянного тока;
- изоляция диэлектрическими ковриками палубы и настила в районах электротехнических устройств, требующих обслуживания с доступом к токоведущим частям;

— надежное закрепление электротехнических устройств;

— установка предохранительных знаков и надписей на дверцах и крышках электротехнических устройств.

Запрещается использование корпуса устройства в качестве токопровода.

Аппаратура и приборы не должны создавать электромагнитных полей с частотами и напряжениями, превышающими допустимые общепринятые нормы. [3].

**Требования по взрывобезопасности и пожаробезопасности комплекса.** На пунктах управления, спуска и подъема, и особенно, при подготовке к работе аккумуляторных батарей или иных источников энергии должно быть исключено образование взрывоопасных ситуаций. При установке и съеме отстреливаемых гидроакустических буев на корпусе устройств предусматриваются организационно-технические мероприятия по работе с пиропатронами.

Пожаростойкость изделия обеспечивается применением негорючих или трудногорючих и не способствующих распространению огня конструкционных и изоляционных материалов, смазок и всех видов лакокрасочных покрытий.

На постах управления, обслуживания и хранения подводного аппарата должны быть установлены переносные средства пожаротушения.

Конструкции аппарата, пунктов управления и спуска не должны иметь острых углов и выступающих частей, способных нанести травму личному составу или повреждение сопрягаемым объектам, если их наличие не обусловлено функциональной необходимостью.

В процессе подготовки к работе и технического обслуживания должны использоваться ложементы и приспособления, входящие в комплект с комплексом. Должно быть исключено самопроизвольное отсоединение всех видов механических соединений.

Должно быть обеспечено стопорение механизмов и составных устройств, которые могут нанести травму человеческому ресурсу и повредить близко расположенное оборудование при выполнении устройством своих функций, а также его транспортировке и обслуживании.

В пунктах управления и спуска-подъема аппарата должны быть исключены:

- контакт личного состава с движущимися частями оборудования при его работе;
- падение личного состава и оборудования в воду или на палубу судна-носителя.
- смещение составных частей оборудования в процессе эксплуатации.

По условиям безопасности уровни звукового давления постоянного акустического шума, ультразвука (с частотой более 11,2 кГц) на рабочем месте оператора не должны превышать значений, указанных в стандартах, регламентирующие пределы влияния на человека вредных факторов [3].

**Общие требования по стандартизации и унификации устройств.** Выполнение требований по стандартизации не

должно приводить к снижению качества и технического уровня, а также возрастанию массогабаритных характеристик морского технологического комплекса.

При разработке комплекса должны быть применены в оптимальном объеме стандартные и унифицированные составные части, материалы и параметры. Уровень стандартизации и унификации должен обеспечивать выполнение заданных в ТТЗ (ТЗ) тактико-технических и эксплуатационных характеристик и оцениваться показателями стандартизации и унификации, включающими коэффициенты применимости по типоразмерам, коэффициенты повторяемости и межпроектной унификации.

При разработке необитаемых подводных аппаратов следует применять топлива, масла, смазки и специальные жидкости из марок, указанных в ограничительных перечнях (для морской техники) от производителя изделия. Для гидроприводов в качестве рабочей жидкости должна применяться негорючая жидкость.

С материалами технического проекта должна представляться химмотологическая карта, а при необходимости и перечень применяемых горюче-смазочных материалов (ГСМ).

В случае морального или физического старения электроники, систем, участвующих в управлении аппаратом возможно обновление аппаратной технической базы в соответствии с обновленными техническими требованиями, например, в случае обновления программной базы. [3].

**Общие требования по технологичности и конструктивные требования.** Конструкция комплекса должна быть приспособлена к организации серийного производства. В случае необходимости применения новой технологии или материала в проекте должно быть представлено технико-экономическое обоснование.

Конструкция элементов, узлов и устройства в целом должна быть технологичной, допускающей серийное производство. Изделие должно сочетать простоту конструкции и схемного решения, минимально возможные габариты, массу и вес в воде, близкий к нулевой плавучести, с обеспечением необходимого доступа для осмотра и замены отдельных узлов в процессе эксплуатации. Конструкция должна предусматривать функционирование без внешнего принудительного охлаждения.

Корпус устройства и его отдельные корпусные конструкции должны сохранять прочность и не иметь остаточной деформаций при воздействии сил, возникающих в результате:

- погружения на предельную глубину гарантированное число раз;
- спуска, подъема грузоподъемными устройствами при нахождении на борту судна-носителя и в период доставки в район использования авиа- и автотранспортом;
- транспортирования по железной дороге или водным транспортом.

Конструкция аппарата должна допускать консервацию его оборудования.

Для обеспечения бесперебойной эксплуатации, а также для сокращения сроков ремонта, аппарат должен быть снабжен одиночным, групповым и ремонтным комплектом запасных частей, специнструментом и приспособлениями.

Требования по метрологическому обеспечению, указываемые в ТТЗ, а также конструкторская документация по метрологическому обеспечению должны соответствовать требованиям ЕСКД. [3].

Количество средств измерений, используемое при метрологическом обеспечении устройства, должно быть минимальным и достаточным для достижения требуемого качества измерений. Входящая в состав комплекса встроенная система контроля технического состояния должна выполнять следующие функции:

- выдача информации по результатам диагностирования;
- контроль технического состояния при включении и периодически за время не более 1 мин;
- контроль функционирования образца в процессе использования без перерыва в работе;
- поиск места отказа за время не более 15 мин с глубиной до типового элемента замены, предусмотренного в составе ЗИП-0 (возимая часть).

В результате технического диагностирования должны отображаться и регистрироваться:

- при контроле функционирования — обобщенный сигнал нормального функционирования образца;
- результаты контроля технического состояния и поиска места отказа.

Отказ встроенной системы контроля не должен приводить к нарушению работоспособного состояния морского комплекса.

**Общие требования по защите от коррозии и старения морского технологического комплекса.** При разработке комплекса должны быть предусмотрены мероприятия, обеспечивающие его защиту от коррозии и старения. При этом принятые мероприятия не должны снижать технические характеристики устройства или накладывать на них какие-либо ограничения в процессе эксплуатации, в том числе при транспортировке подводным носителем.

Выбор способа защиты или комплекса защитных мер от коррозии и старения определяется назначением аппарата, особенностями его конструктивного исполнения, а также условиями и режимами его эксплуатации с учетом воздействия биологических факторов.

Конструктивные материалы, применяемые для аппарата, подвергающиеся воздействию агрессивной рабочей среды, наряду с необходимыми прочностными и техническими характеристиками должны обладать коррозионной и эрозионной стойкостью, а также удовлетворять требованиям по допустимым и недопустимым контактам металлов.

**Требования к математическому, программному и информационному обеспечению комплекса.** Программное обеспечение (ПО) может состоять из комплексов задач и

отдельных задач, обеспечивающих автоматизацию процессов управления. Каждый комплекс задач ПО должен представлять собой функционально законченный программный модуль, совместимый с другими компонентами ПО. ПО системы должно обеспечивать возможность наращивания и модификации.

#### Литература:

1. Войтов, Д. В. Телеуправляемые необитаемые подводные аппараты. Моркнига, 2012.
2. Ляхов, Д. Г. Современные задачи подводной робототехники. Подводные исследования и робототехника, 2012, № 1 (13).
3. ГОСТ РВ 15.203–2001 Система разработки и постановки продукции на производство. Военная техника. Порядок выполнения опытно-конструкторских работ по созданию изделий и их составных частей. Основные положения — М.: Госстандарт России, 2001. — 117 с.
4. Заслонов, В. В., Кравченко Н. А. Развитие глубоководной роботизированной техники. История вопроса. Международный научный журнал «Молодой ученый» № 7 (111). Казань. ООО «Издательство Молодой ученый», 2016 — с. 85–88.

Разработка математического и программного обеспечения и программной документации должна вестись — в соответствии с требованиями ЕСПД. ПО должно пройти фактографическую и экспертную сертификацию. Сертификат качества ПО включается в состав конструкторской документации. [3].

## Выбор системы возбуждения тяговых электрических двигателей на тепловозах

Литвинов Артем Валерьевич, кандидат технических наук, доцент;

Попов Денис Игоревич, кандидат технических наук, доцент;

Родина Дарья Евгеньевна, студент

Омский государственный университет путей сообщения

В связи с интенсивным развитием силовой преобразовательной электронной техники и микропроцессорных систем управления стала возможной разработка новых видов тягового электропривода, обеспечивающих высокие технико-экономические показатели подвижного состава, автоматическое управление режимами их работы, а также снижение затрат в эксплуатации. Как известно, тяговый электропривод может быть бесколлекторного или коллекторного типа. Про достоинства и недостатки указанных типов тягового электропривода известно достаточно много и, как отмечается во многих источниках, будущее стоит за бесколлекторным типом. Однако на сети железных дорог большая часть локомотивного парка имеет в своем составе именно коллекторные тяговые двигатели, обеспечивающие требуемые характеристики. При этом, если рассматривать локомотивы с коллекторными тяговыми двигателями, практически все они выполнены с последовательным возбуждением, исключение, к примеру, составляют электровозы 2ЭС6.

Если рассматривать тепловозный парк, то все локомотивы с коллекторными тяговыми двигателями работают по системе последовательного возбуждения. В статье приведены результаты расчетов при различных алгоритмах системы возбуждения тяговых двигателей локомотивов, которые подчеркивают возможные преимущества в случае применения системы независимого возбуждения или комбинирования системы независимого и последовательного возбуждения в тепловозной тяге.

При независимом возбуждении регулирование магнитного потока позволяет получить оптимальные характеристики тягового электродвигателя. Поэтому применение тяговых двигателей независимого возбуждения служит одним из путей дальнейшего улучшения тяговых характеристик тепловоза и технико-экономических показателей электропередачи. Однако в этом случае тепловоз необходимо оборудовать более сложной системой регулирования тока возбуждения тяговых электродвигателей.

Для обоснования эффективности применения системы независимого возбуждения на магистральных тепловозах выполним расчет тяговых характеристик на примере тепловоза 2ТЭ116. Тяговые характеристики тепловоза 2ТЭ116 с коллекторными тяговыми двигателями последовательного возбуждения приведены на рисунке 1. Как видно из данного рисунка, характеристики на каждой позиции регулирования «мягкие», т. е. с увеличением скорости движения снижается сила тяги.

При использовании независимого возбуждения тяговых двигателей ток возбуждения изменяется по закону:

$$I_B = I_{B0} + kI_x, \quad (1)$$

где  $I_{B0}$  — уставка тока возбуждения, А;  
 $k$  — коэффициент компаундирования обратной связи по току якоря;

$I_x$  — ток якоря ТЭД, А.

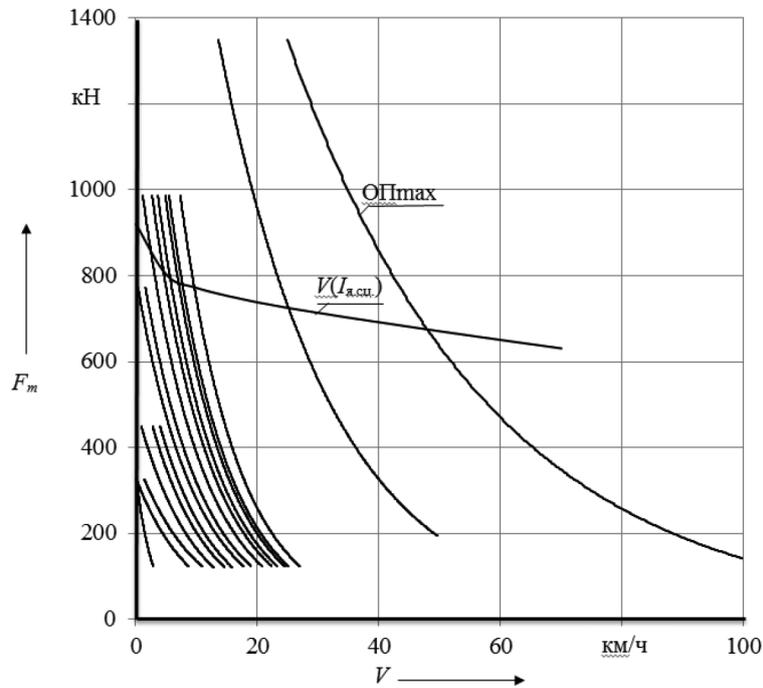


Рис. 1. Тяговые характеристики тепловоза 2ТЭ116

При этом необходимо задаться ограничениями по максимальному току возбуждения, минимальному и максимальному ослаблению возбуждения. Для тепловоза 2ТЭ116 — это ток возбуждения  $I_B \leq 800$  А, минимальный коэффициент ослабления возбуждения  $_{min} = 0,36$ .

Выполним расчет следующих вариантов работы системы возбуждения тяговых электродвигателей на анализируемом тепловозе 2ТЭ116.

Первый вариант характеризуется тем, что система управления поддерживает ток возбуждения постоянным за счет изменения коэффициента компаундирования  $k$  при постоянном значении уставки тока возбуждения [1, 2]. Ток якоря будет принимать значения от 50 до 720 А. Значение уставки тока возбуждения примем равным 50 А. Расчет будет проводиться для значений тока возбуждения от 100

до 800 А для параллельного соединения тяговых двигателей. Коэффициент компаундирования рассчитывается по формуле:

$$k = \frac{I_B - I_{B0}}{I_A} \tag{2}$$

Для дальнейших расчетов потребуются значения кривой намагничивания двигателей (рисунок 2):

$$c_v \Phi = \frac{U_d - I r_d}{V} \tag{3}$$

где  $U_d$  — напряжение, приложенное к ТЭД, В;  
 $r_d = 0,082$  Ом — сопротивление обмоток ТЭД типа ЭД-125;

$I$  — ток двигателя, А;

$V$  — скорость тепловоза, км/ч.

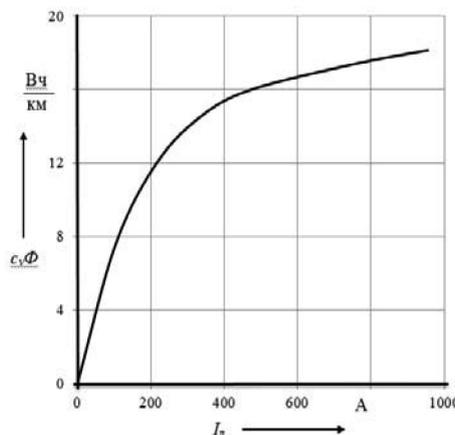


Рис. 2. Кривая намагничивания ТЭД типа ЭД125

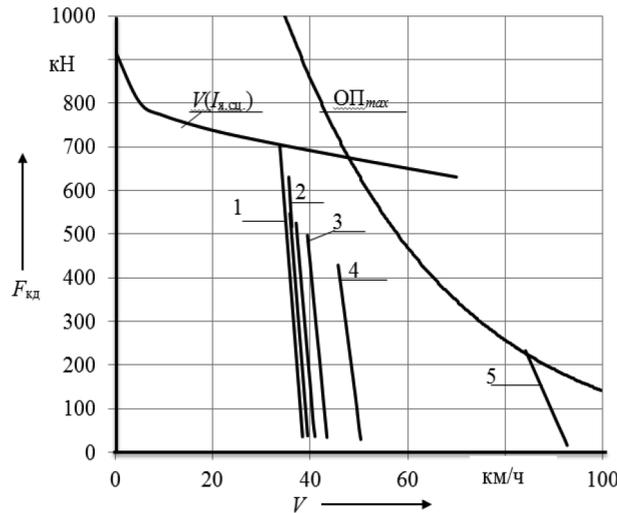


Рис. 3. Тяговые характеристики ТЭД на зонах ослабления возбуждения, при  $I_b = \text{const}$  на параллельном соединении ТЭД: 1 –  $I_b = 800 \text{ A}$ ; 2 –  $I_b = 650 \text{ A}$ ; 3 –  $I_b = 500 \text{ A}$ ; 4 –  $I_b = 300 \text{ A}$ ; 5 –  $I_b = 150 \text{ A}$

Результаты расчета тяговых характеристик при работе системы независимого возбуждения с поддержанием постоянным током возбуждения приведены на рисунке 3.

Во втором варианте система управления поддерживает постоянным значение коэффициента компаундирования  $k$ , при этом ток возбуждения при постоянном значении уставки равен:

$$I_B = k \cdot I_x + I_{BO} \tag{4}$$

Результаты расчета тяговых характеристик при работе системы независимого возбуждения с поддержанием постоянным коэффициента компаундирования приведены на рисунке 4.

В третьем варианте система управления поддерживает постоянной скорость тепловоза, при этом ток возбуждения при постоянном значении уставки выбираем из графика кривой намагничивания в зависимости от магнитной постоянной  $c_v \Phi$ .

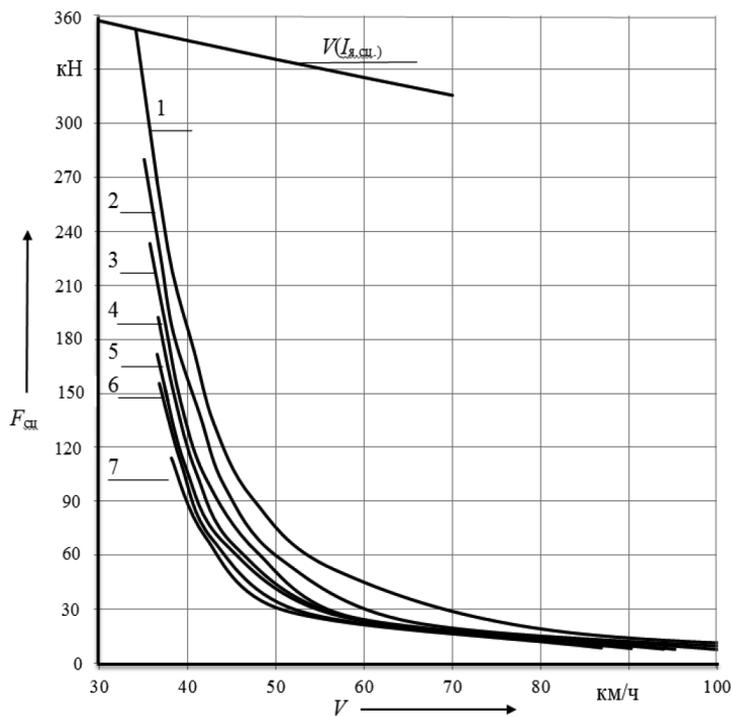


Рис. 4. Тяговые характеристики ТЭД на зонах ослабления возбуждения при  $k = \text{const}$ : 1 –  $k = 1$ ; 2 –  $k = 1,25$ ; 3 –  $k = 1,5$ ; 4 –  $k = 1,75$ ; 5 –  $k = 2$ ; 6 –  $k = 2,25$ ; 7 –  $k = 2,5$

По результатам расчетов можно сделать следующие выводы:

— применение независимого возбуждения, за счет реализации различных алгоритмов регулирования тока возбуждения, позволяет получить любые тяговые характеристики;

— наибольшую эффективность независимое возбуждение для тепловоза 2ТЭ116 имеет для скоростей свыше 35 км/ч, при этом достигаются высокие показатели силы

тяги, широкий диапазон регулирования скорости движения. До 35 км/ч рекомендуется использование последовательного возбуждения тяговых двигателей, что позволит обеспечить высокий пусковой момент, силу тяги и необходимую скорость набора позиций;

— работа системы независимого возбуждения может быть использована для имитации последовательного возбуждения тяговых электродвигателей за счет поддержания постоянным коэффициента компаундирования.

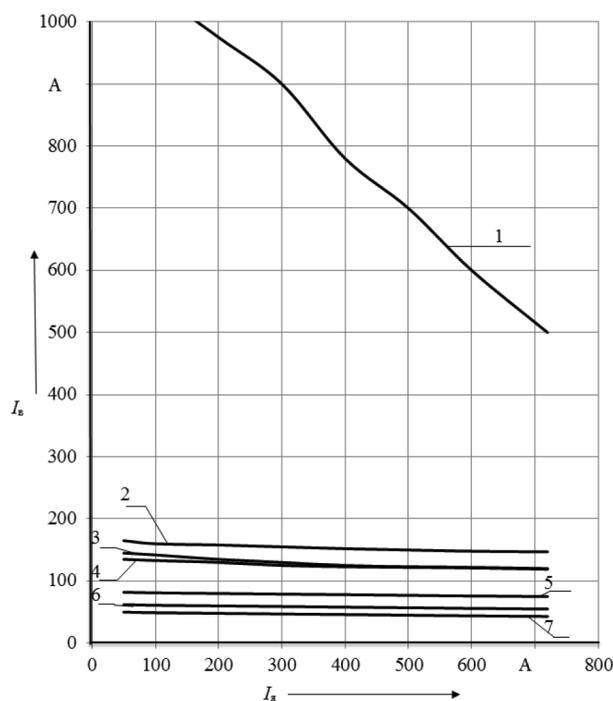


Рис. 5. График зависимости тока якоря от тока возбуждения: 1 –  $V = 20$  км/ч; 2 –  $V = 32$  км/ч; 3 –  $V = 40$  км/ч; 4 –  $V = 46$  км/ч; 5 –  $V = 60$  км/ч; 6 –  $V = 80$  км/ч; 7 –  $V = 100$  км/ч.

#### Литература:

1. Системы управления электрическим подвижным составом постоянного тока: методические указания к курсовой работе для студентов специальности 190300 — «Подвижной состав железных дорог»: утв. ред.-изд. советом ун-та / В. О. Мельк, А. П. Шиляков; Омский государственный университет путей сообщения. — Омск: ОмГУПС, 2014. — 49 с.: рис. — Библиогр.
2. Плакс, А. В. Системы управления электрическим подвижным составом: учебник для студентов вузов железнодорожного транспорта по специальности «Электрический транспорт железных дорог»: рекомендовано Управлением кадров и учебных заведений Федерального агентства железнодорожного транспорта / А. В. Плакс; Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте. — Электрон. текстовые дан. — М.: УМЦ ЖДТ, 2005.

## Оценка эффективности применения универсального стенда для испытаний тяговых двигателей

Литвинов Артем Валерьевич, кандидат технических наук, доцент;  
 Попов Денис Игоревич, кандидат технических наук, доцент;  
 Родина Дарья Евгеньевна, студент  
 Омский государственный университет путей сообщения

В статье приводится расчетное обоснование применения универсального стенда для испытаний тяговых двигателей постоянного и переменного тока методом их взаимной нагрузки [1–3]. Для удобства проведения оценки эффективности указанного стенда, выполним условное разделение схемы универсального стенда на две части:

- первая часть — схема для испытаний тяговых двигателей постоянного тока (рисунок 1);
- вторая часть — схема для испытаний асинхронных тяговых двигателей (рисунок 2).

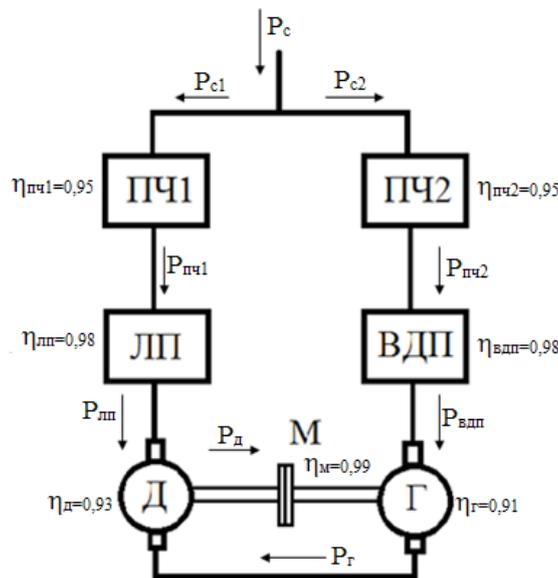


Рис. 1. Схема расчета мощности, потребляемой из сети, при проведении испытаний двигателей постоянного тока методом взаимной нагрузки в номинальном режиме: ПЧ1 – первый преобразователь частоты; ПЧ2 – второй преобразователь частоты; ЛП – линейный преобразователь; ВДП – вольтодобавочный преобразователь; Д – двигатель, работающий в режиме двигателя; Г – двигатель, работающий в режиме генератора; М – муфта, соединяющая испытуемые двигатели

На приведенных схемах (рисунки 1 и 2) стрелками показаны направления передачи мощности (энергии) в процессе работы основных элементов схем испытаний, а также приблизительные значения коэффициентов полезного действия основных элементов схемы: испытуемого двигателя, нагрузочной машины (генератора), преобразователей частоты и его составляющих (выпрямительной установки, звена постоянного тока, инвертора) при работе испытуемого двигателя на номинальной нагрузке.

Расчет проведем на примере тягового двигателя пульсирующего тока НБ 418К6 с номинальным напряжением на зажимах 900 В, часовой мощностью 775 кВт, часовым током 915 А.

В качестве критерия для оценки эффективности предлагаемой схемы испытаний выбрана величина потребляемой из сети мощности, необходимая для компенсации потерь в схеме испытаний [4]. При анализе схем испытаний выбраны реальные тяговых электродвигатели постоянного и переменного тока, эксплуатируемые на локомотивах российских железных дорог.

Выполним расчет мощности линейного преобразователя  $P_{лп}$  по формуле, Вт,

$$P_{лп} = \Delta P_m + \Delta P_{ст} + \Delta P_{доб} + \Delta P_{тр.щ} + \Delta P_{подш} \tag{1}$$

где  $\Delta P_m$  — потери в меди, Вт;

$\Delta P_{ст}$  — потери в стали, Вт;

$\Delta P_{\text{доб}}$  — добавочные потери, Вт;

$\Delta P_{\text{тр.щ}}$  — потери в местах трения щеток о коллектор, Вт;

$\Delta P_{\text{подш}}$  — потери на трение в подшипниках, Вт.

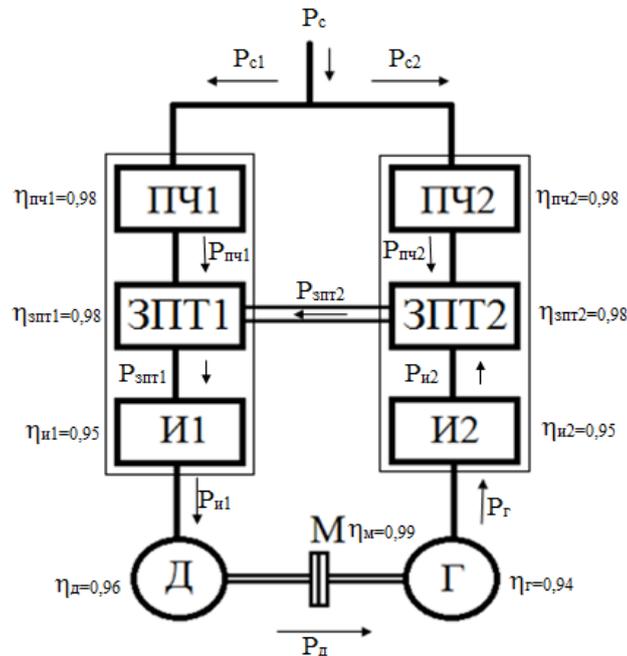


Рис. 2. Схема расчета мощности, потребляемой из сети, при проведении испытаний асинхронных двигателей методом взаимной нагрузки в номинальном режиме: ПЧ1 — первый преобразователь частоты; ПЧ2 — второй преобразователь частоты; ЗПТ1 — первое звено постоянного тока; ЗПТ2 — второе звено постоянного тока; И1 — первый инвертор; И2 — второй инвертор; Д — двигатель, работающий в режиме двигателя; Г — двигатель, работающий в режиме генератора; М — муфта, соединяющая двигатели

Потери в меди  $\Delta P_{\text{м}}$  рассчитаем по формуле, Вт,

$$\Delta P_{\text{м}} = I^2 (r_a + \beta \cdot r_{\text{гп}} + r_{\text{дп}}) \quad (2)$$

где  $I$  — часовой ток, кА;

$r_a$  — сопротивление обмотки якоря, Ом;

$\beta$  — коэффициент ослабления возбуждения;

$r_{\text{гп}}$  — сопротивление главных полюсов, Ом;

$r_{\text{дп}}$  — сопротивление добавочных полюсов, Ом;

$r_{\text{ко}}$  — сопротивление компенсационной обмотки, Ом;

$$\Delta P_{\text{м}} = 915^2 \cdot (0,0139 + 0,94 \cdot 0,00853 + 0,00298 + 883) = 28238 \text{ Вт.}$$

Потери в стали  $\Delta P_{\text{с}}$  рассчитаем по формуле, Вт,

$$\Delta P_{\text{с}} = 2,5 \cdot (m_a p_a + m_z p_z) \quad (3)$$

где  $m_a$  — масса сердечника, кг;

$p_a$  — удельные потери в стали сердечника, Ом;

$m_z$  — масса зубцов якоря, кг;

$p_z$  — удельное сопротивление зубцов якоря, Ом;

2,5 — падение напряжения под щетками обеих полярностей;

$$\Delta P_c = 2,5 \cdot (463,3 \cdot 5,28 + 120,7 \cdot 13,9) = 10310 \text{ Вт.}$$

Добавочные потери  $\Delta P_{\text{доб}}$  рассчитываем по формуле, Вт,

$$\Delta P_{\text{доб}} = k_d \cdot \Delta P_c, \tag{4}$$

где  $k_d$  — коэффициент добавочных потерь;

$$\Delta P_{\text{доб}} = 0,3 \cdot 10310 = 3093 \text{ Вт.}$$

Потери в местах трения щеток о коллектор  $\Delta P_{\text{тщ}}$  найдем по формуле, Вт,

$$\Delta P_{\text{тщ}} = 9,81 \sum S_{\text{щ}} \cdot p_{\text{щ}} \cdot \rho \tag{5}$$

где  $\sum S_{\text{щ}}$  — суммарная площадь щеток, см<sup>2</sup>;

$p_{\text{щ}}$  — число щеткодержателей;

$\rho$  — плотность тока под щеткой, А/см<sup>2</sup>;

$V_k$  — окружная скорость коллектора,

$$\Delta P_{\text{тщ}} = 9,81 \cdot 152,4 \cdot 0,4 \cdot 0,16 \cdot 23,4 = 2239 \text{ Вт.}$$

Потери на трение в подшипниках  $\Delta P_{\text{подш}}$ , находим по формуле, Вт,

$$\Delta P_{\text{подш}} = 0,002 \cdot U \cdot I_n, \tag{6}$$

где 0,002 — коэффициент

$U$  — номинальное напряжение двигателя, В;

$I_n$  — часовой ток двигателя, кА;

$$\Delta P_{\text{подш}} = 0,002 \cdot 900 \cdot 915 \text{ Вт.}$$

$$P_{\text{лп}} = 2 \cdot (2239 + 1647 + 2745 + 3039 + 7135) = 33718 \text{ Вт.}$$

Мощность вольтодобавочного преобразователя  $P_{\text{вдп}}$  рассчитываем по формуле, Вт,

$$P_{\text{вдм}} = I^2 \cdot 2 \cdot (r_{\text{я}} + r_{\text{гп}} + r_{\text{дп}}) \tag{7}$$

$$P_{\text{вдм}} = 915^2 \cdot 2 \cdot (0,0139 + 0,00853 + 0,00298 + 0,0083) = 56446 \text{ Вт.}$$

Мощность, получаемая двигателем от генератора  $P_d$ , рассчитывается по формуле, кВт,

$$P_g = P_d \cdot h_g, \tag{8}$$

$$P_g = 775 \cdot 0,91 = 705,25 \text{ кВт.}$$

Мощность, вырабатываемая первым преобразователем частоты  $P_{\text{пч1}}$ , рассчитывается по формуле, Вт,

$$P_{\text{пч1}} = \frac{P_{\text{лп}}}{\eta_{\text{пч1}}}, \tag{9}$$

$$P_{\text{пч1}} = \frac{33718}{0,95} = 35492,6 \text{ Вт.}$$

Мощность, вырабатываемая вторым преобразователем частоты  $P_{\text{пч2}}$ , рассчитывается по формуле, Вт,

$$P_{\text{пч2}} = \frac{P_{\text{лп}}}{\eta_{\text{пч2}}}, \tag{10}$$

$$P_{\text{пч2}} = \frac{56446}{0,95} = 59416,8 \text{ Вт.}$$

Мощность, потребляемая из сети первым преобразователем частоты  $P_{\text{с1}}$ , рассчитывается по формуле, Вт,

$$P_{\text{с1}} = \frac{P_{\text{пч1}}}{\eta_{\text{пч1}}}, \tag{11}$$

$$P_{\text{с1}} = \frac{35492,6}{0,95} = 37360,6 \text{ Вт.}$$

Мощность, потребляемая из сети вторым преобразователем частоты  $P_{c2}$ , рассчитывается по формуле, Вт,

$$P_{c2} = \frac{P_{пч2}}{\eta_{пч2}}, \quad (12)$$

$$P_{c2} = \frac{59416,8}{0,95} = 62544 \text{ Вт.}$$

Мощность, потребляемая из сети  $P_c^I$ , определяется по формуле, Вт,

$$P_c^I = P_{c1} + P_{c2}, \quad (13)$$

$$P_c^I = 37360,6 + 62544 = 99904,6 \text{ Вт.}$$

Далее выполним расчет мощности, необходимой для компенсации потерь, в схеме испытаний асинхронных тяговых двигателей без учета потерь в выпрямительных установках преобразователей частоты (рисунок 2), по следующей формуле, кВт,

$$P_{с.п} = P_d - P_d \cdot \eta_d \cdot \eta_m \cdot \eta_r \cdot \eta_{и2} \cdot \eta_{зпт2} \cdot \eta_{зпт1} \quad (14)$$

Расчет проведем на примере асинхронного двигателя тепловоза 2ТЭ25А «Витязь» ДТА-350 Т, мощностью 350 кВт,

$$P_{с.п} = 350 - 350 \cdot 0,96 \cdot 0,99 \cdot 0,94 \cdot 0,95 \cdot 0,98 \cdot 0,98 \cdot 0,98 = 70,4 \text{ кВт.}$$

Полная мощность  $P_c^{II}$  с учетом потерь в выпрямительных установках преобразователей частоты, потребляемая из сети, определяется по формуле, кВт,

$$P_c^{II} = \frac{P_{с.п}}{\eta_{пч1}}, \quad (15)$$

$$P_c^{II} = \frac{70,4}{0,98} = 71,8 \text{ кВт.}$$

Рассчитаем мощность, потребляемую из сети, на компенсацию потерь при испытании методом взаимной нагрузки в номинальном режиме тяговых двигателей постоянного и переменного тока по схеме, приведенной на рисунке 3.

Мощность, потребляемая из сети при одновременном испытании асинхронных двигателей и двигателей постоянного тока, вычислим по формуле, кВт,

$$P_{с\text{ одновр.}} = P_c^I + P_c^{II}, \quad (16)$$

$$P_{с\text{ одновр.}} = 99,9 + 71,8 = 171,7 \text{ кВт.}$$

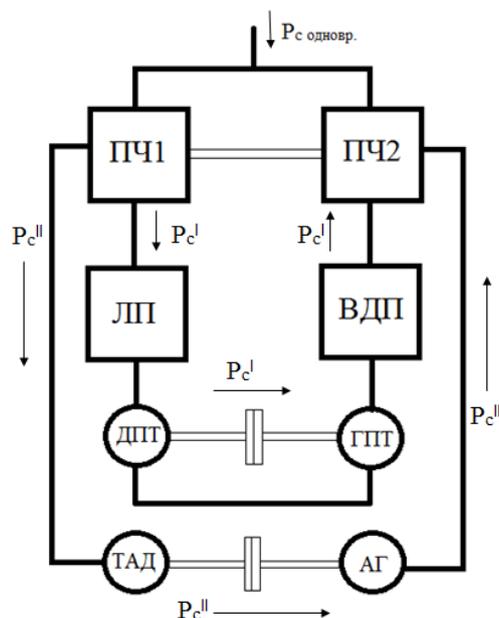


Рис. 3. Схема расчета мощности, потребляемой из сети, при одновременном проведении испытаний двигателей постоянного и переменного тока методом взаимной нагрузки в номинальном режиме: ТАД — тяговый асинхронный двигатель; АГ — асинхронный генератор

Таким образом, величина потребляемой мощности из сети составляет 15,2% при одновременном испытании асинхронных тяговых двигателей и тяговых двигателей постоянного тока, что говорит о высокой энергоэффективности универсального стенда.

*Литература:*

1. Пат. 170708 Российская Федерация, МПК G01R 31/34, 2006. Стенд для испытания асинхронных двигателей и двигателей постоянного тока с параллельным (независимым) возбуждением / Харламов В. В., Попов Д. И., Литвинов А. В., Данковцев В. Т., Лузин В. М., Молчанов В. В.; заявитель и патентообладатель Омский гос. ун-т путей сообщ. — № 2016139744; заявл. 10.10.2016; опубл. 03.05.2017, Бюл. № 13. — 5 с.
2. Пат. 168633 Российская Федерация, МПК G01R 31/34, 2006; G01M15/00, 2006. Стенд для испытания асинхронных двигателей и двигателей постоянного тока с последовательным возбуждением / Харламов В. В., Попов Д. И., Литвинов А. В., Данковцев В. Т., Лузин В. М., Молчанов В. В.; заявитель и патентообладатель Омский гос. ун-т путей сообщ. — № 2016139746; заявл. 10.10.2016; опубл. 13.02.2017, Бюл. № 5. — 5 с.
3. Универсальный энергоэффективный стенд для нагрузочных испытаний асинхронных тяговых двигателей и двигателей постоянного тока / В. В. Харламов, Д. И. Попов, А. В. Литвинов. «Известия Транссиба». № 3 (27), 2016. с. 58–66.
4. Методика определения потребляемой мощности во время испытаний асинхронных тяговых двигателей методом взаимной нагрузки с учетом особенностей их питания / В. В. Харламов, Д. И. Попов, А. В. Литвинов. «Известия Транссиба». Научно-технический журнал. ОмГУПС, № 3, 2015. с. 53–62.

*Научное издание*

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

VII Международная научная конференция  
Москва, ноябрь 2017 г.

Сборник статей

*Материалы печатаются в авторской редакции*

Дизайн обложки: *Е.А. Шишков*

Верстка: *П.Я. Бурьянов*

Издательский дом «Буки-Веди», г. Москва

Подписано в печать 24.11.2017. Формат 60x90 1/8.

Гарнитура «Литературная». Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 6,54. Уч.-изд. л. 4,65. Тираж 300 экз.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый»

420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.