СибАК
www.sibac.info

ISSN 2310-4066

LXXXII СТУДЕНЧЕСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

№10(81)

# НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО СТУДЕНТОВ XXI СТОЛЕТИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

г. НОВОСИБИРСК, 2019

# НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО СТУДЕНТОВ XXI СТОЛЕТИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Электронный сборник статей по материалам LXXXII студенческой международной научно-практической конференции*

№ 10 (81)
Октябрь 2019 г.

Издается с Октября 2012 года

Новосибирск
2019

УДК 62
ББК 30
Н34

Председатель редколлегии:
***Дмитриева Наталья Витальевна*** – д-р психол. наук, канд. мед. наук, проф., академик Международной академии наук педагогического образования, врач-психотерапевт, член профессиональной психотерапевтической лиги.

Редакционная коллегия:
***Ахмеднабиев Расул Магомедович*** – канд. техн. наук, доц. Полтавского национального технического университета им. Ю. Кондратюка;
***Ахметов Сайранбек Махсутович*** – д-р техн. наук, проф., академик Национальной инженерной академии РК и РАЕН, профессор кафедры «Механика» Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева, руководитель Казахского отделения (г. Астана) международной научной школы устойчивого развития им. ак. П.Г. Кузнецова;
***Елисеев Дмитрий Викторович*** – канд. техн. наук, доцент, бизнес-консультант Академии менеджмента и рынка, ведущий консультант по стратегии и бизнес-процессам, «Консалтинговая фирма «Партнеры и Боровков».

**Н34** **«Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки»:** Электронный сборник статей по материалам LXXXII студенческой международной научно-практической конференции. – Новосибирск: Изд. ООО «СибАК». – 2019. – № 10(81) / [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: https://sibac.info/archive/technic/10%2881%29.pdf

Электронный сборник статей по материалам LXXXII студенческой международной научно-практической конференции «Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки» отражает результаты научных исследований, проведенных представителями различных школ и направлений современной науки.

Данное издание будет полезно магистрам, студентам, исследователям и всем интересующимся актуальным состоянием и тенденциями развития современной науки.

Статьи сборника «Научное сообщество студентов. Технические науки» размещаются на сайте научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU.

ББК 30

ISSN 2310-4066
© ООО «СибАК», 2019 г.

**Оглавление**

**Секция «Информационные технологии»** **5**

ПРИМЕНЕНИЕ ЯЗЫКА PHP ПРИ РЕГИСТРАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ НА САЙТЕ 5
Игнатьев Рудольф Петрович

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРАФИЧЕСКОГО ПРОЦЕССОРА В ЗАДАЧАХ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ 9
Ларьков Иван Вячеславович

ИГРОВЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРАТЕГИИ ЗАЩИТЫ КОНФИДЕНЦИАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ 13
Саврадым Денис Сергеевич
Емельянов Владимир Евгеньевич

**Секция «Космос, авиация»** **19**

АНАЛИЗ ЯДЕРНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МАРСА 19
Виницкая Ангелина Владимировна
Сгибнева Ксения Александровна
Колодяжная Ирина Николаевна

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КРИОСТАТОВ С ЗАМКНУТЫМ ЦИКЛОМ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ МАЛОГАБАРИТНЫХ СПУТНИКОВ 30
Жолтаева Жаксыгул Ертаевна
Колодяжная Ирина Николаевна

**Секция «Машиностроение»** **39**

СТЕНД ДЛЯ РЕСУРСНЫХ ИСПЫТАНИЙ ГИДРОЦИЛИНДРОВ 39
Старченко Сергей Владимирович
Антоненко Владимир Ильич

**Секция «Радиотехника, электроника»** **52**

СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПЕРИОДИЧЕСКИХ СИММЕТРИЧНЫХ ТРЕУГОЛЬНЫХ ИМПУЛЬСОВ 52
Евдокимов Павел Алексеевич

**Секция «Энергетика»** **59**

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ПОТЕРИ ПО ТРАКТУ ПАРОПРОВОДА 59
Бакиров Сакен Келесбаевич
Наринбаев Тимур Хамидуллаевич
Лочинов Мухриддин Хошимжонович
Тимофеева Анна Стефановна

НЕОБХОДИМОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ 64
Балабанов Евгений Николаевич
Лысенко Михаил Сергеевич
Смолин Иван Анатольевич
Колмаков Виталий Олегович

# СЕКЦИЯ
# «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

## ПРИМЕНЕНИЕ ЯЗЫКА PHP ПРИ РЕГИСТРАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ НА САЙТЕ

***Игнатьев Рудольф Петрович***
*студент, кафедра информационных систем в экономике*
*Поволжский государственный технологический университет,*
*РФ, г. Йошкар-Ола*
*E-mail: rudolfignatev@gmail.com*

В данной исследовательской работе процесс регистрации пользователя будет рассмотрен на практическом примере — с использованием программирования. Следует уточнить, что этот процесс подразумевает обращение к сайту путём отравления запроса на сервер.

Рассмотрим инструментарий, необходимый для демонстрации регистрации нового пользователя. Во-первых, на сайте необходимо создать соответствующую минимальному функционалу форму. Это будет обеспечено благодаря HTML. «HTML (от англ. HyperText Markup Language — «язык разметки гипертекста») — стандартный язык разметки документов во Всемирной паутине» [3]. Во-вторых, сайт следует разместить на сервере. И для этих нужд будет применена программа Denwer. Denwer — набор дистрибутивов (локальный сервер WAMP) и программная оболочка, предназначенные для создания и отладки сайтов на локальном ПК (без необходимости подключения к сети Интернет). В-третьих, для хранения информации о новых пользователях требуется наличие базы данных (БД). Так, система управления базами данных (СУБД) MySQL, администрирование которой будет обеспечено веб-приложением PhpMyAdmin, позволит структурированно хранить данные. PhpMyAdmin, в свою очередь, входит в упомянутый ранее Denwer. И, наконец, в качестве языка программирования выбран PHP — серверный скриптовый язык программирования.

Затем представим рассматриваемую в данной работе задачу регистрации нового пользователя на сайте. Отвечающий минимуму требований интерфейс содержит следующие элементы:

1) поле для ввода логина;
2) поле для ввода пароля;
3) поле для повторного ввода пароля;
4) кнопку для регистрации;
5) сопроводительные уточняющие надписи (рисунок 1).

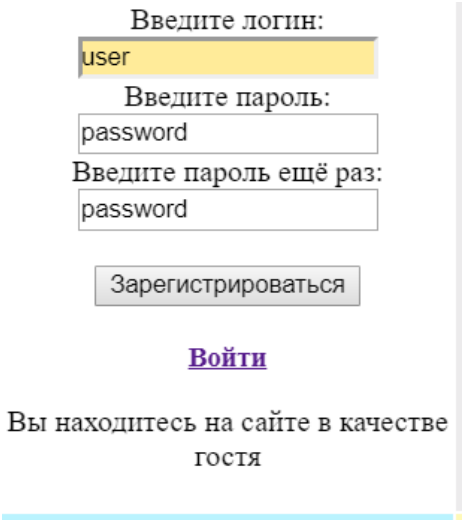



***Рисунок 1. Входные данные для проведения запроса на добавление в БД***

Обмен данными с сервером произойдёт благодаря коду на языке PHP, хранящемся в соответствующем документе, что запустит процесс отправки данных после нажатия на кнопку “Зарегистрироваться” (рисунок 2).

```php
<?php
    $dbConn = mysqli_connect('localhost','root','','kursovaya');
    if(isset($_POST['submit'])){
        $user_name = mysqli_real_escape_string($dbConn, trim($_POST['user_name']));
        $user_password1 = mysqli_real_escape_string($dbConn, trim($_POST['user_password1']));
        $user_password2 = mysqli_real_escape_string($dbConn, trim($_POST['user_password2']));
        if(!empty($user_name) && !empty($user_password1) && !empty($user_password2) && ($user_password1 == $user_password2)){
            $query = "SELECT * FROM sign_up WHERE user_name = '$user_name'";
            $dt = mysqli_query($dbConn, $query);
            if(mysqli_num_rows($dt) == 0){
                $query = "INSERT INTO sign_up (user_name, user_password) VALUES ('$user_name', SHA('$user_password1'))";
                mysqli_query($dbConn, $query);
                echo 'Регистрация завершена - войдите под своей учетной записью';
                mysqli_close($dbConn);
                exit();
            }else{
                echo 'Данный логин уже занят';
            }
        }
    }
?>
```

***Рисунок 2. Php-фрагмент для проведения запроса на добавление в БД***

Предыдущее действие даст результат проведённого запроса, показанный в программе phpMyAdmin (рисунок 3).

```
SELECT *
FROM `sign_up`
LIMIT 0 , 30
```

Показать : Начальная строка: 0 Количество строк: 30 Заголовки каждые 100 строк

Сортировать по индексу: Нет

+ Параметры

| ←T→ | user_id | user_name | user_password |
|---|---|---|---|
| Изменить Копировать Удалить | 1 | hukiki | qwerty1 |
| Изменить Копировать Удалить | 5 | user | 5baa61e4c9b93f3f0682250b6cf8331b7ee68fd8 |

***Рисунок 3. Php-фрагмент для проведения запроса на добавление в БД***

Необходимо обратить внимание на различие между паролем, введённым в поле формы, и паролем, хранящимся в БД. Это вызвано тем, что любой текст, вводимый в поле ввода пароля, обрабатывается функцией SHA, являющейся в языке SQL алгоритмом хеширования. Уточним, что хеширование — процесс, в результате которого к некоторым данным генерируется новое значение, по которому невозможно «восстановить» исходные данные и которое с большой вероятностью является уникальным. В данном случае, цель применения хеширования состоит в обеспечении безопасности хранимых данных.

Как итог, на самом сайте регистрация сопровождается изменениями интерфейса, вызванными входом пользователя в свой новый аккаунт, — происходит переход к форме авторизации (рисунок 4).

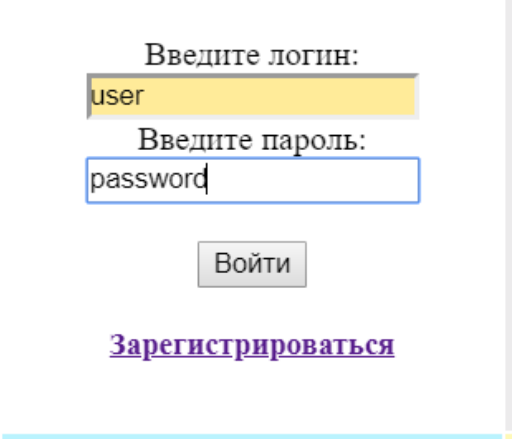



***Рисунок 4. Авторизация***

Таким образом, созданная с помощью PHP и MySQL система регистрации показала высокий уровень обеспечения безопасности авторизации и регистрации, что немаловажно при создании нового сайта.

**Список литературы:**

1. Кузнецов С.Д. Основы баз данных / С.Д. Кузнецов. - М.: Бином. Лаборатория знаний, Интернет-университет информационных технологий, 2017. – 488 с.
2. Локхарт Д. Современный PHP. Новые возможности и передовой опыт [Текст] / Джош Локхарт; пер. с англ. Рагимов Р.Н. - Москва : ДМК Пресс, 2016. – 304 с.
3. Словари и энциклопедии на Академике [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://dic.academic.ru (Дата обращения 10.10.2019).

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРАФИЧЕСКОГО ПРОЦЕССОРА В ЗАДАЧАХ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ

***Ларьков Иван Вячеславович***
*магистрант,*
*кафедры «Информатика» факультета компьютерных систем и сетей,*
*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники*
*Республика Беларусь, г. Минск*
*E-mail: larkou.ivan@yandex.ru*

В цифровой обработке сигналов критичным является время обработки данных. Для достижения наилучших результатов применяется распараллеливание алгоритмов. В современном мире, для решения этой задачи подходят графические процессоры общего назначения (GPGPU), программируемые логические интегральные схем (FPGA) и интегральные схемы специального назначения (ASIC). ASIC дорогостоящие и не обладают возможностью перепрограммирования, поэтому их целесообразно использовать только при большом серийном производстве.

Графические процессоры обладают преимуществом перед FPGA при использовании вычислений с плавающей запятой, а также меньшими затратами на разработку, по причине использования более высокоуровневого языка. Помимо этого, графические процессоры обладают меньшей стоимостью, но проигрывают в энергоэффективности.

GPU ограниченны интерфейсом PCIe, поэтому сопряжение с устройствами, реализующими любые другие стандартные или специальные интерфейсы, потребует дополнительной электроники. FPGA обладает огромной гибкостью, позволяя реализовать практически любой аппаратный интерфейс [1].

Из таблицы 1 мы можем увидеть, что GPU обладают высокой производительностью при относительно низкой стоимости, что, с учетом меньшей трудозатратности на реализацию алгоритмов, подталкивает к рассмотрению GPU как базу для дальнейших решений.

*Таблица 1.*

**Сравнение характеристик FPGA и GPU**

| Модель | Максимальная производительность, TFLOPS | Производительность/Ватт, GFLOPS/W | Стоимость, € | €/Производительность, €/GFLOPS |
|---|---|---|---|---|
| GPU | | | | |
| NVidia GT 730 | 0.69 | 7 | 80 | 0.1 |
| Radeon R9 390X | 5.91 | 16 | 420 | 0.07 |
| Radeon R9 Fury X | 7.17 | 20 | 600 | 0.08 |
| FPGA | | | | |
| Artix-7 200T | 0.65 | 72 | 190 | 0.29 |
| Kintex-7 480T | 1.8 | 72 | 2500 | 1.39 |
| Virtex-7 690T | 3.12 | 78 | 11200 | 3.59 |

Для выбора оптимального параллельного алгоритма необходимо рассмотреть структуру ядра GPU. Архитектурно GPU представляет собой планировщик задач и массив Потоковых Мультипроцессоров(SM). Когда программа вызывает часть, исполняемую на GPU, планировщик передает задачи свободным мультипроцессорам. На каждом мультипроцессоре может обрабатываться несколько блоков потоков. Каждый такт мультипроцессор исполняет одну и ту же инструкцию над группой потоков, называемой варп(warp).

*Рисунок 1. Структура GPU*

В качестве примера параллельного алгоритма для GPU рассмотрим алгоритм корреляции. Данный алгоритм является хорошим примером в силу своей двумерной структуры. Корреляционная функция представляет собой интеграл от произведения двух копий сигнала, сдвинутых друг относительно друга на время $\tau$:

$$R_s(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} S(t) \cdot S`(t - \tau)dt,$$

где: S – это коррелируемый сигнал.

Мы можем представить этот алгоритм суммой произведений всех выборок сигналов. Поскольку ко всем выборкам сигнала применяются одинаковые операции, напрашивается распараллеливание алгоритма по длине сигнала. Также следует учитывать влияние эффекта Доплера, которое также будет обрабатывать параллельно [2].

Таким образом, быстродействие алгоритма будет зависеть от шага сдвига сигнала, а также от длины сигнала и количества рассматриваемых частотных смещений в случае, когда эти параметры превышают количество доступных ресурсов GPU [3].

Результат реализации данного алгоритма тестировался на GPU NVidia GeForce 750 TI, которая имеет 640 мультипроцессоров, а размер варпа равен 32.

На рисунке 2 изображена зависимость времени обработки от количества рассматриваемых сигналов, при длине сигнала равной 256 дискрета и без учета времени записи и чтения данных. Мы видим, что время обработки растет скачкообразно. Это происходит из-за превышения максимального количества потоков GPU, поэтому данные, для которых не хватает ресурсов, будут обработаны в новом цикле. Скачки значений на графике объясняются тем, что ПК, на котором проводился эксперимент, оборудован только одной GPU, поэтому часть ресурсов использовалось для обработки графического интерфейса.

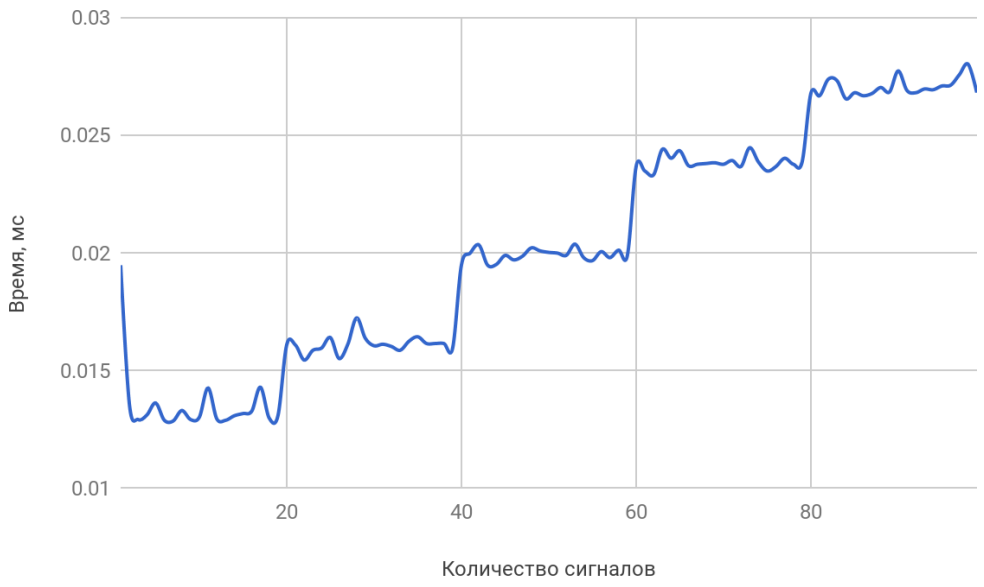



***Рисунок 2. Зависимость времени обработки от количества обрабатываемых сигналов***

Важно отметить, что время чтения и время записи могут занимать достаточно много времени, что значительно снижает производительность. Кроме того, жесткая синхронность операций в одном варпе может привести к простою ядра при наличии сложных ветвлений в реализации алгоритма.

Таким образом, в системах не критичных к задержке между приемом и обработкой данных, использование графических процессоров является целесообразным, в силу наименьшей трудоемкости и высокой масштабируемости.

**Список литературы:**

1. GPU vs FPGA Performance Comparison [Электронный ресурс] // BERTEN Digital signal processing. – Режим доступа: https://bit.ly/2pCblLo. – Дата обращения: 03.04.2018.
2. Оппенгейм А. Цифровая обработка сигналов / Р. Шафер, А. Оппенгейм – М: Техносфера, 2006 – 856 с.
3. Боресков А.В. Параллельные вычисления на GPU. Архитектура и программная модель CUDA: Учебное пособие. / А.В. Боресков и др. – М.: Издательство Московского университета, 2012 – 336 с.

# ИГРОВЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРАТЕГИИ ЗАЩИТЫ КОНФИДЕНЦИАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ

***Саврадым Денис Сергеевич***
*студент, Факультет ПМ и ВТ,*
*Московский государственный технический университет гражданской авиации*
*РФ, г. Москва*
*E-mail: zbctvz@mail.ru*

***Емельянов Владимир Евгеньевич***
*научный руководитель, профессор, д-р техн. наук, доцент,*
*Московский государственный технический университет гражданской авиации*
*РФ, г. Москва*
*E-mail: v.emelyanov@mstuca.aero*

## АННОТАЦИЯ

В работе предложены методы оценки эффективности стратегии защиты конфиденциальной информации, основанной на методах теорию игр и теории равновесных решений Нэша. Предложены методики выбора оптимальной до уровня затрачиваемых ресурсов стратегии защиты локальных и корпоративных вычислительных сетей.

**Ключевые слова:** информационная безопасность, система обнаружения вторжений, функция полезности, равновесие Нэша, модели злоумышленника.

В работе [1] отмечается, что в последнее время актуализируется проблема защиты от DOS атак, направленных на уменьшения быстродействия проверяющих сигнатур или перегрузку сенсоров систем обнаружения вторжений(СОВ), что в свою очередь, представляет серьёзную угрозу уровню информационной безопасности(ИБ) локальных и корпоративных вычислительных сетей (ЛВС и КВС) [2].

В настоящей работе предлагается игровая модель взаимодействия СОВ и атак на сеть, вызванных действиями злоумышленника(ЗУ).

Представим следующим образом модель взаимодействия СОВ и ЗУ. Каждая атака ЗУ представляет некоторую последовательности шагов, которая порождают

некоторый вид активности, обнаруживаемый СОВ. После регистрации первой подозрительной активности СОВ осуществляет попытку предсказать последующие шаги предполагаемого ЗУ, а так же расширяет множество - $I_{\omega\in\Omega}$ отслеживаемых параметров. Далее СОВ наблюдает расширенный список отслеживаемых параметров в течение определённого периода времени $t_m$.

Обозначим $J_{\omega\in\Omega}$ множество дополнительных отслеживаемых параметров наблюдения. До фиксации подозрительной активности СОВ наблюдает базовый набор критических параметров. Следовательно, что в это время цена системных ресурсов постоянна. Обозначим S(t) – цену дополнительных ресурсов, затрачиваемых на мониторинг множества $J_{\omega\in\Omega}$. Предположим, что S(t) линейно зависит от t, то есть

$$S(t) = \sum_{\omega\in\Omega}\sum_{j\in J} s(\omega, j, t) = \varphi k t, \tag{1}$$

где: $\varphi$ – средний весовой коэффициент, определяющий цену одного наблюдаемого параметра, k – количество наблюдаемых пар «объект – параметр».

Рассмотрим модель с ненулевой суммой и несколькими итерациями. Считаем, что количество итераций зависит от количества шагов атаки. Предположим, что СОВ и ЗУ априорно предполагают стратегии и функции полезности друг друга.

ЗУ разрабатывает личную стратегию на основе следующего алгоритма действий: {«завершить атаку»; «продолжить без паузы»; «сделать паузу на некоторый период времени»} [3]. Для наглядности игры используем несколько типичных периодов подобных пауз. Считаем, что в случае прекращения нападения или обнаружения СОВ атаки, выигрыш для СОВ будет α у.е, иначе – α у.е.

ЗУ может в зависимости от своих целей реализовать один из векторов атак: проведение атаки на защищаемую систему или же на саму СОВ.

В первом случае он получает условный выигрыш β у.е в случае успешной атаки, а иначе –β у.е. Считая, что Z(t) – стоимость паузы для ЗУ, которую, так же

как и в случае с СОВ, для упрощения считаем линейной функцией времени и запишем её в виде:

$$Z(t) = gt,$$

где: g — весовой коэффициент, определяющий стоимость единичного периода паузы.

Таким образом, функция полезности для первого типа ЗУ можно представить в следующем виде:

$$U_{at} = \left.\begin{matrix} 0, & \overline{N} \\ \beta - R(\,t_a\,), & 0 \le t_m \le t_a \\ -\beta - R(\,t_a\,), & t_m > t_a \ge 0 \end{matrix}\right\}, \tag{2}$$

где: $t_a$ — пауза между действиями ЗУ, $\overline{N}$ здесь и далее обозначает выбор ЗУ завершить атаку.

Соответствующая первому типу ЗУ функция полезности СОВ имеет вид:

$$U^1_{mon} = \left.\begin{matrix} a - R(\,t_m) & 0 \le t_a < t_m, \overline{N}, \\ -a - R(\,t_m) & 0 \le t_m < t_a. \end{matrix}\right\}, \tag{3}$$

Для второго типа ЗУ примем, что n — количество генерируемых нападающим различных сигнатур. Так как предполагается, что с увеличением количества наблюдаемых объектов и времени их мониторинга, а также величины n вероятность определить тип ЗУ возрастает, примем, что если n меньше некоторой величины, зависящей от $t_m$ и k, то атака проходит успешно:

$$U_{at} = \left.\begin{matrix} 0, & \overline{N} \\ \beta - f(n+k)t_m, & n < \Psi(t_m k) \\ -\beta, & n \ge \Psi(t_m k) \end{matrix}\right\}, \tag{4}$$

Функцию $\Psi(t_m k) = N/l^{t_m k}$ используем для упрощения последующих вычислений, где $N$ и $l$ — числовые параметры, задаваемые начальным состоянием системы и особенностями реализации СОВ. Соответствующая второму типу ЗУ функция полезности СОВ:

$$U^2_{mon} = \left.\begin{matrix} a - f(n+k)t_m & n \ge \Psi(t_m k), \overline{N}, \\ -a - f(n+k)t_m & n < \Psi(t_m k). \end{matrix}\right\}, \tag{5}$$

В соответствии с тем, что игроки выбирают одну из чистых стратегий в соответствии с вероятностями их успешной реализации. Выбор стратегии осуществляется перед началом каждой игры и не меняется до её конца. Так-как каждая чистая стратегия является частным случаем смешанной стратегии [4]. Поэтому решение ищем в смешанных стратегиях. Ожидаемой выплатой для СОВ является:

$$U_T = \sum_a \sum_b U_{mon}(a, b) p(a) p(b), \tag{6}$$

где: $U_{mon}(a, b)$ — выплата СОВ, когда игроки выбирают стратегии $a$ и $b$, а $p(a)$ и $q(b)$ — вероятности выбора этих стратегий СОВ и злоумышленника соответственно.

Так ни один из участников игры не может увеличить свой выигрыш, если изменит свое решение в одностороннем порядке, а другие игроки ничего не изменят в своей стратегии. Данная ситуация описывается равновесием Нэша. Для решения данной задачи воспользуемся возможностями программного обеспечения Gambit [5].

Рассмотрим пример того, как работает наша модель. СОВ будет осуществлять выбор на множестве из четырех действий: { $a_1$ = «игнорировать», $a_2$ = «увеличить количество наблюдаемых пар “объект — параметр” на 50, время мониторинга на 100 с», $a_3$ = «увеличить количество пар на 100, время мониторинга на 500 с», $a_4$ =«увеличить количество пар на 200 , время мониторинга на 1500 с»}. ЗУ выбирает на множестве: {$b_1$ = «завершить нападение», $b_2$ = «продолжить атаку на защищаемый объект без паузы», $b_3$ =«сделать паузу на 400 с и продолжить атаку на защищаемый объект», $b_4$ =«сделать паузу на 1000 с и продолжить атаку на защищаемый объект», $b_5$ =«сформировать 10 различных сигнатур для атаки на СОВ», $b_6$ =«сформировать 1000 различных сигнатур для атаки на СОВ»}. Кроме того, при $N$ = 2000, $a$ = 5000, $\beta$ = 2000 и $l$ = 1,0001. В таблице 1 представлены результаты одного раунда.

*Таблица 1.*

**Результаты первой итерации игры**

| | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ |
|---|---|---|---|---|
| $b_1$ | 0; 5000 | 0; 4950 | 0; 4500 | 0; 2000 |
| $b_2$ | 2000;-5000 | -2000; 4950 | -2000; 4500 | -2000; 2000 |
| $b_3$ | 1800;-5000 | 1800;-5050 | -2200; 4500 | -2200; 2000 |
| $b_4$ | 1500; -5000 | 1500;-5050 | 1500;-5500 | -2500; 2000 |
| $b_5$ | 2000;-5000 | 2060;-5060 | 2550;-5550 | -2000;1985 |
| $b_6$ | 2000;-5000 | 3050;-6050 | -2000;4450 | -2000;1985 |

Таблицы 2 и 3 показывают стратегии игроков.

*Таблица 2.*

**Стратегия ЗУ**

| $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | $b_4$ | $b_5$ | $b_6$ | Ожидаемая полезность |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.6995816 | 0.02153313 | 0.0 | 0.0 | 0.2490239 | 0.02986128 | 0.0 |
| 0.6995493 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2489484 | 0.05150225 | 0.0 |
| 0.6995799 | 0.02040104 | 0.0 | 0.0 | 0.2800189 | 0.0 | 0.0 |
| 0.6995493 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3004506 | 0.0 | 0.0 |

*Таблица 3.*

**Стратегия СОВ**

| $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ | Ожидаемая полезность |
|---|---|---|---|---|
| 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 1995.81672214 |
| 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 1995.49323986 |
| 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 1995.79971523 |
| 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 1995.49323986 |

В частности, из представленных таблиц видно, что в рассмотренном примере системе обнаружения вторжений следует выбирать с одинаковой вероятностью стратегии $a_1$ и $a_4$. В этом случае выплаты игроков будут 1995 у.е. и 0 у.е. для СОВ и ЗУ соответственно.

Данная методика позволяем выбрать эффективную стратегию защиты конфиденциальной информации основываясь на различных стратегиях СОВ и ЗУ, в следствие чего выбирается оптимальная стратегия с минимизацией стоимости.

**Список литературы:**


1. Акбарова Ш.А., Ганиев А.А. Классификация IDS // Молодой ученый. — 2017. — № 15. — С. 1-3. — URL https://moluch.ru/archive/149/41931/ (Дата обращения: 29.03.2019).
2. Емельянов В.Е., Назаров П.В. Анализ процессов и процедур защиты информации // Научный вестник МГТУ ГА серия Информатика. — 2005. — № 92. (10) . — URL https://cyberleninka.ru/article/v/analiz-protsessov-i-protsedur-zaschity-informatsii (Дата обращения: 30.03.2019).
3. Игровые сценарии взаимодействия ложной информационной системы и злоумышленника — URL https://studbooks.net/2043943/informatika/igrovye_stsenarii_vzaimodeystviya_lozhnoy_informatsionnoy_sistemy_zloumyshlennika (Дата обращения: 15.04.2019).
4. Мазалов В.В. Математическая теория игр и приложения. — СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2010. — 446 с.
5. Software Tools for Game Theory — URL http://www.gambit-project.org/ (Дата обращения: 03.04.2019).

# СЕКЦИЯ
# «КОСМОС, АВИАЦИЯ»

## АНАЛИЗ ЯДЕРНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МАРСА

***Виницкая Ангелина Владимировна***
*студент,*
*кафедра «Конструкция и испытания летательных аппаратов»*
*филиала «Восход» Московского авиационного института,*
*РФ, г. Байконур*

***Сгибнева Ксения Александровна***
*студент,*
*кафедра «Конструкция и испытания летательных аппаратов»*
*филиала «Восход» Московского авиационного института,*
*РФ, г. Байконур*
*E-mail: i_sgibneva@mail.ru*

***Колодяжная Ирина Николаевна***
*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент,*
*филиал «Восход» Московского авиационного института,*
*РФ, г. Байконур*

Исследование Марса это одна из перспективы задач, которую пытаются реализовать многие страны. Основной перспективой исследования Марса является исследование на наличие полезных ископаемых или материалов, которые будут доступны только на поверхности данной планеты. На сегодняшний день, имеется большое количество марсианских программ, в которых главной целью является добыча грунта с поверхности Марса. Исследование Марса началось с 1960 года, СССР запустил свои первые спутники, но пуски были неудачными, а в 1962 году запустили "Марс - 1", пуск прошёл успешно, но была потеряна связь со спутником. Для того, чтобы осуществить все планируемые программы на данном этапе, необходим не только комический аппарат, а также главная его составляющая - ракетный двигатель, который должен обеспечить быстрый и минимальный по времени полёт, а также

возможность его применения уже сейчас. Одним из важнейших перспектив использования именно ядерных ракетных двигателей это их способность работать непрерывно, так как реакция в данном двигателе идёт непрерывно.

Ракетный двигатель – это единственный применяемый способ вывода полезной нагрузки на любые орбиты Земли и планет Солнечной системы. За счёт преобразования исходной энергии в кинетическую энергию реактивной струи реактивного тела в ракетном двигателе возникает сила тяги. В наше время существует большое количество различных ракетных двигателей, которые имею разную массу, компоновку, топливо и самое главное импульс тяги. Жидкостные ракетные двигали, которые активно используют на данный момент, не могут достигнуть того импульса, который достигают ядерные ракетные двигатели.

Ядерные ракетные двигатели создавались ранее, но из-за недостатка средств, почти все проекты были закрыты. Так, например, конструкция и принцип работы первого ядерного ракетного двигателя была создана в 50-х годах, а уже в 70-х США начли испытания ядерного двигателя «NERVA», а СССР - РД – 0410.

В США в 1955 году начали разрабатывать проект «Nerva». На первоначальной стадии проекта было простроено 8 экспериментальных реакторов, а на второй и третьей стадиях изучались реакторы большей мощности. В 1966 году состоялся первый наземный пуск двигателя, который успешно проработал 2 часа, из которых 28 минут – работа на полной тяге двигателя. Второй двигатель был запущен 28 раз и проработал в общей сложности 115 минут, что подтверждало его пригодность для использования в космической технике (рисунок 1). На этот проект были возложены планы для полёта на Марс (1978 г) и Луну (1981 г.)

В это же время в Советском Союзе создавался двигатель РД – 0410, где предполагалось использовать для первой ступени атомный воздушно – реактивный двигатель (рисунок 2). Разработка РД – 0410 была уникальной, потому что этот двигатель должен был работать на газофазном топливе. Целью создания такого двигателя являлась миссия «Марс – 94», которая была запланирована на 1994 год.

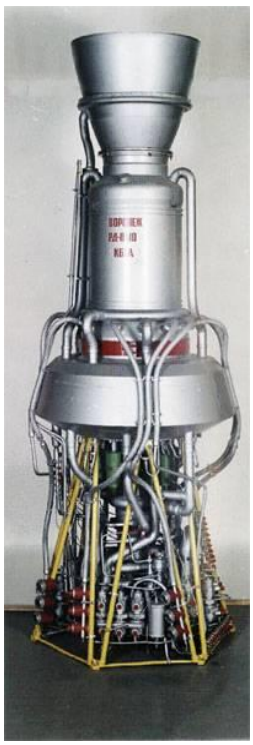


***Рисунок 1. Двигатель Nerva*** ***Рисунок 2. Двигатель РД – 0410***

На сегодняшний день можно найти большое количество проектов, которые реализуются с помощью ядерных ракетных двигателей с различными реакторами, но у всех у них похожий принцип работы, единственным отличием является тяговая характеристика, которая создаётся за счёт синтеза ядерного ядра.

Реактор в ядерном ракетном двигателе является более компактным, но все основные компоненты и механизмы управления аналогичны другим ракетным двигателям. Реактор выступает в роли нагревателя, в который подаётся жидкий водород (рисунок 3). Температуры в активной зоне достигают 3000 градусов. Затем разогретый газ выпускают через сопло.

Активной зоной реактора служит камера сгорания, в которой подаваемый под большим давлением водород нагревается до 3000 и более градусов. Этот предел определяется только жаропрочностью материалов реактора и свойствами топлива, хотя повышение температуры увеличивает удельный импульс. Тепловыделяющие элементы — это жаропрочные ребристые цилиндры-«стаканы», заполненные урановыми таблетками. Они «омываются» потоком газа, играющего роль и рабочего тела, и охладителя реактора. Вся конструкция

изолирована бериллиевыми экранами-отражателями, не выпускающими опасное радиационное излучение наружу. Для управления выделением тепла рядом с экранами расположены специальные поворотные барабаны (рисунок 4).

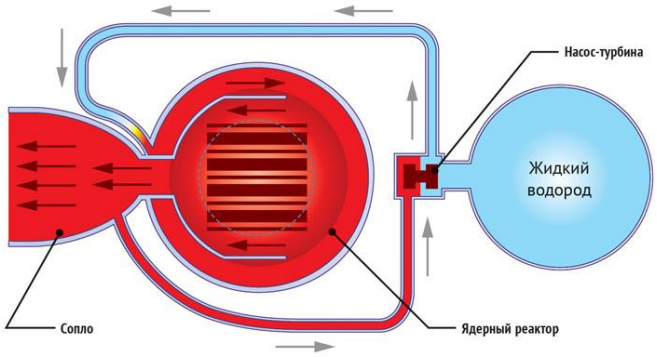



***Рисунок 3. Принцип работы ЯРД***

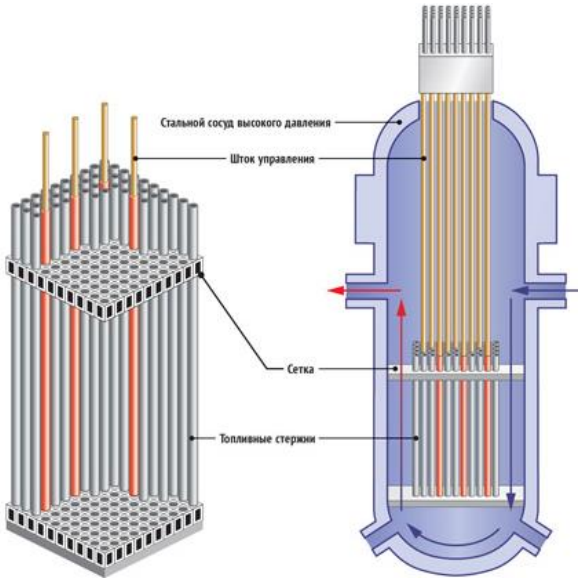



***Рисунок 4. Активная зона ядерного реактора***

Из известных на сегодняшний день ядерных ракетных двигателей, работающих на разных активных зонах (твердофазные, гозофазые, жидкостные, импульсные), можно провести анализ. В таблице 1 приведены сравнительные характеристики каждого ядерного ракетного двигателя [2].

Помимо данных рабочих тел имеются перспективы применения и других, таких как:

1. Дейтерий и тритий

Реакция этих компонентов позволяет осуществить значительный выход энергии. Из преимуществ можно выделить дешевизну данных компонентов, длительность периода полураспада, которые будет длиться примерно 12 лет.

Недостатком является очень большой выход нейтронной радиации, которая способна снизить КПД двигателя.

***Таблица 1.***

**Характеристики ядерных ракетный двигателей с реакторами деления**

| **Вид реактора деления** | **Удельный импульс, м/с** | **Рабочее тело** |
|---|---|---|
| Твёрдофазный | 8 000 – 9 500 | Водород, Гелий, Аммиак, Вода |
| Жидкофазный | 10 000 – 12 000 | |
| Газофазный | 30 000 – 50 000 | Уран – 233 (235), Плутоний – 239, Америций – 243, Кюрий – 245, Калифорний – 251 (252) |
| Импульсный | 45 000 – 100 000 | |

2. Дейтерий и гелий-3

Условия её достижения значительно сложнее. Гелий-3, кроме того, редкий и чрезвычайно дорогой изотоп. В промышленных масштабах на настоящее время не производится. Кроме того, что энергетический выход этой реакции выше, чем у реакции дейтерия и трития, она имеет следующие дополнительные преимущества:

Данная реакция позволяет увеличить энергетический выход, но её получение значительно сложно, т. к. гелий-3 является дорогим изотопом, но также эта реакция имеет свои преимущества: сниженный нейтронный поток, меньшая масса радиационной защиты, меньшая масса магнитных катушек реактора.

Применение новых элементов топлива в качестве рабочих тел могут изменить характеристики всех двигателей, т. к. их применение не было рассмотрено ранее.

Все рассмотренные ядерные ракетные двигатели имеют большие перспективы в развитии, а также они могут применяться в качестве двигателей, которые могут использовать на космических аппаратах или космических кораблях для путешествий на Марс, Луну и Венеру. В качестве доказательства, рассмотрим таблицу 2 в который приведены сравнительные характеристики

удельных импульсов разных ракетных двигателей, которые существуют на сегодняшний день, а также те, которые возможно применять теоретически.

***Таблица 2.***

**Сравнительные характеристики ракетных двигателей**

| Вид ракетного двигателя | Удельный импульс, м/с |
|---|---|
| ЖРД | 4 500 – 4 600 |
| ЭРД | 16 000 – 60 000 |
| РДТТ | 2 500 – 3 000 |
| ПРД | 100 000 и выше |
| ЯРД | 8 000 – 100 000 |

По данным в таблице можно судить о том, что использование ядерных, плазменных и электрических ракетных двигателей предпочтительнее, т. к. их удельный импульс выше остальных.

Применение ядерного ракетного двигателя предполагается на космических аппаратах и космических кораблях, потому что их использование на ступенях ракеты-носителя нанесёт большой ущерб экологии. В таблице 3 приведены виды разных космических аппаратов и космических кораблей, на которых возможно применение ядерных ракетных двигателей.

***Таблица 3.***

**Виды полезного груза выводимого с помощью ядерных ракетных двигателей**

| Виды ПГ | Масса ПГ | Задачи | КА на каком РН выводится |
|---|---|---|---|
| «Орион» | 15 т | Доставка грузов и экипажа на МКС. Пилотируемые полёты к Луне и Марсу. | SLS<br>Delta IV<br>Heavy (испытательный полёт)<br>Арес-1 (отменён) |
| Дедал (проект) непилотируемого межзвёздного космического аппарата | 54000 т | За 50 лет долететь до звезды Барнарда не тормозясь пройти мимо неё по пролётной траектории, собрать сведения о звезде и планетах и затем по радиоканалу передать результаты исследований на Землю. | |
| Тяжёлый межпланетный корабль | 1630 т | Предназначен для многолетних космических экспедиций и высадок космонавтов на ближайшие планеты Солнечной системы (Марс и в обозримом будущем Венера) | Н-1 |

Эти программы были закрыты, т. к. создаются более новые, уникальные и перспективные разработки для полёта на Марс и на другие планеты Солнечной системы. Так, например, Российская Федерация разрабатывает несколько вариантов проектов по исследованию Марса – «Марс – Грунт» и спутнику Фобос – автоматическая межпланетная станция «Фобос – Грунт».

Рассмотрим программу «Марс – Грунт», где основной задачей космического аппарата является доставка образцов марсианского грунта на Землю в автоматическом режиме [4].

При заданных параметрах космических аппаратов и кораблей можно рассчитать, характеристическую скорость, которую смогут они развить, если установить ядерный ракетный двигатель. В данной программе могут рассматриваться два варианта запуска:

1. Однопусковой (рисунок 5).
2. Двухпусковой (рисунок 6).

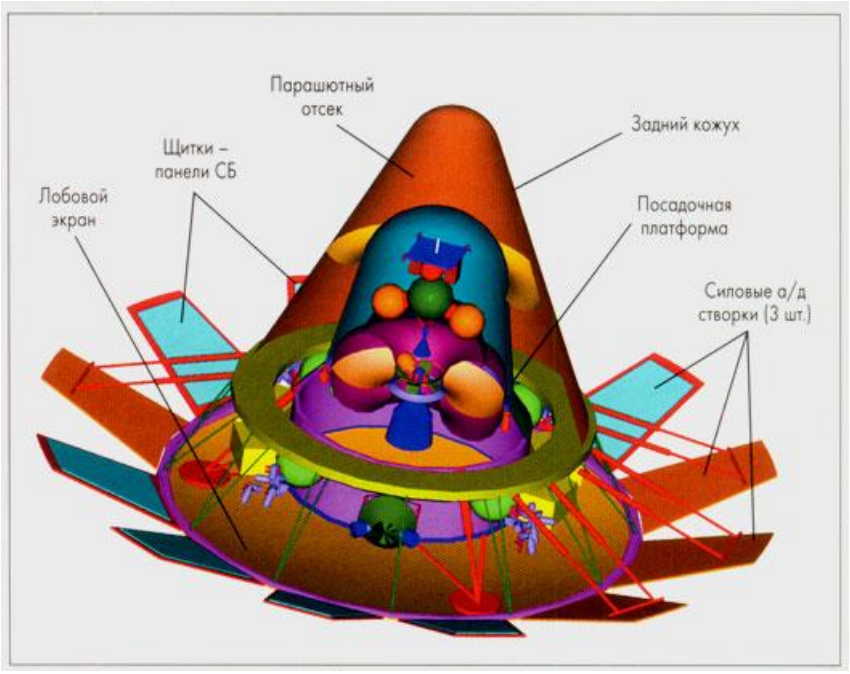



***Рисунок 5. Однопусковой вариант схемы перелёта автоматической космической станции***

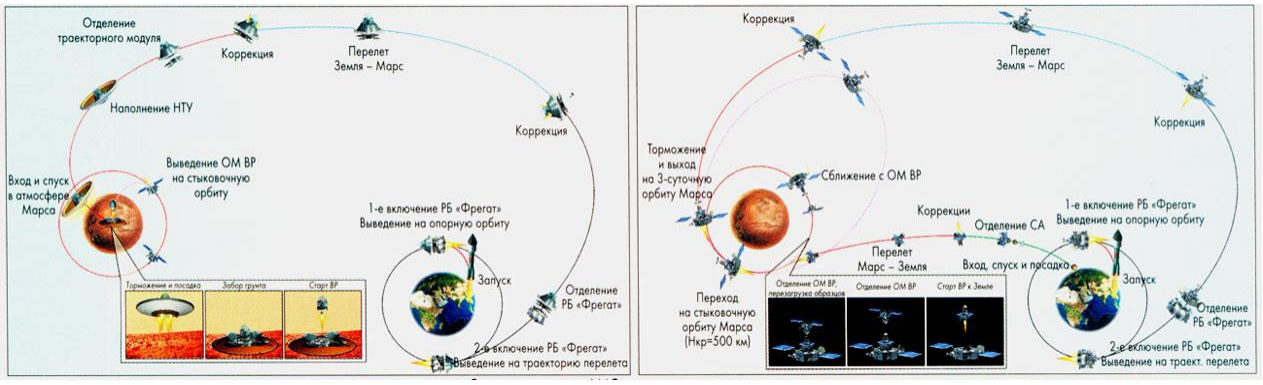



***Рисунок 6. Двухпусковой вариант схемы перелёта автоматической космической станции***

В таблице 4 приведены примерные массовые характеристики космического аппарата и его элементов.

***Таблица 4.***

**Массовые характеристики составляющих космического аппарата**

| Перелётно-десантный модуль, кг | Топливо, кг | Посадочная платформа, кг | Взлётная ракета, кг | Стартовая масса КА, кг |
|---|---|---|---|---|
| 2 740 | 500 | 752 | 1 700 | 5 200 |

По этим данным можно сделать расчёт для определения характеристической скорости аппарата при использовании на нём ядерного ракетного двигателя с различными видами активных зон реактора.

По формуле Циолковского (1) рассчитываем характеристическую скорость:

$$V = I * \ln\left(\frac{M_2}{M_1}\right), \qquad (1)$$

где: $I$ – удельный импульс ядерного ракетного двигателя;

$M_2$ – масса космического аппарата без учёта топлива;

$M_1$ – масса космического аппарата с учётом топлива.

1. Ядерный ракетный двигатель с твердофазной активной зоной.

$$V = I * \ln\left(\frac{M_2}{M_1}\right) = 9\,500 * \ln\left(\frac{4\,700}{5\,200}\right) \approx 960 \text{ м/с}$$

2. Ядерный ракетный двигатель с жидкофазной активной зоной.

$$V = I * \ln\left(\frac{M_2}{M_1}\right) = 12\ 000 * \ln\left(\frac{4\ 700}{5\ 200}\right) \approx 1\ 213\ \text{м/с}$$

3. Ядерный ракетный двигатель с газофазной активной зоной.

$$V = I * \ln\left(\frac{M_2}{M_1}\right) = 50\ 000 * \ln\left(\frac{4\ 700}{5\ 200}\right) \approx 5\ 055\ \text{м/с}$$

4. Импульсный ядерный ракетный двигатель.

$$V = I * \ln\left(\frac{M_2}{M_1}\right) = 100\ 000 * \ln\left(\frac{4\ 700}{5\ 200}\right) \approx 10\ 110\ \text{м/с}$$

Для полёта на Марс первой космической скорости может быть недостаточно, поэтому зададим условие, что нужна скорость 9 000 м/с. «Марс – Грунт» имеет массу топлива 500 кг, но для достижения заданной скорость необходимо провести увеличение или уменьшение этой массы, т. к. эта вариация будет зависеть от типа ядерного ракетного двигателя.

1. Ядерный ракетный двигатель с твердофазной активной зоной.

При увеличении массы топлива в 15 раз получим массу топлива 7 500 кг:

$$V = I * \ln\left(\frac{M_2}{M_1}\right) = 9\ 500 * \ln\left(\frac{4\ 700}{12\ 200}\right) \approx 9\ 062\ \text{м/с}$$

2. Ядерный ракетный двигатель с жидкофазной активной зоной.

При увеличении массы топлива в 10,6 раз получим массу топлива 5 300 кг:

$$V = I * \ln\left(\frac{M_2}{M_1}\right) = 12\ 000 * \ln\left(\frac{4\ 700}{10\ 000}\right) \approx 9\ 060\ \text{м/с}$$

3. Ядерный ракетный двигатель с газофазной активной зоной.

При увеличении массы топлива в 1,86 раз получим массу топлива 930 кг:

$$V = I * \ln\left(\frac{M_2}{M_1}\right) = 50\ 000 * \ln\left(\frac{4\ 700}{5\ 630}\right) \approx 9\ 062\ \text{м/с}$$

4. Импульсный ядерный ракетный двигатель.

При уменьшении массы топлива в 1,124 получим массу топлива 445 кг:

$$V = I * \ln\left(\frac{M_2}{M_1}\right) = 100\ 000 * \ln\left(\frac{4\ 700}{5\ 200}\right) \approx 10\ 110\ \text{м/с}$$

Для выведения космического аппарата предлагается использовать ракета-носитель среднего класса, например «Союз – 2» с разгонным блоком «Фрегат» или же ракета-носитель тяжёлого класса «Протон – М» с разгонным блоком «Бриз – М», а также разрабатываемые ракеты-носители серии «Ангара» и «Енисей».

В данной исследовательской работе были рассмотрены ядерные ракетные двигатели, применение которых планируется на космических аппаратах и космических кораблях. Выбор ядерного двигателя обуславливается преимуществом удельного импульса по сравнению с другими ракетными двигателями, а также основным достоинством этих двигателей является также время работы двигателя, которое увеличивается в несколько раз, что необходимо полёта на Марс. По проведённому анализу был сделан вывод, что удельный импульс твердофазного ядерного ракетного двигателя составляет 8 000 – 9 500 м/с, жидкофазного – 10 000 – 12 000 м/с, газофазного – 30 000 – 50 000 м/с, импульсного – 45 000 – 100 000 м/с. В качестве рабочего тела предполагается использовать Уран – 233, т. к. использование этого топлива возможно в различных состояниях, т. е. оно является уникальным и наиболее подходящим, помимо этого компонента топлива можно использовать водород, плутоний, гелий, и возможность их применения планируется рассмотреть дальше и выяснять, какое же рабочее тело пойдёт лучше для данного вида ядерного ракетного двигателя.

Применение ядерных ракетных двигателей возможно в Российских проектах для вывода космического аппарата или корабля, которые будут проводить исследования поверхности Марса. Например, в программе «Марс-Грунт» использование ядерных ракетных двигателей позволит добраться до Марса за более короткий срок, потому реакция рабочего тела идёт непрерывно.

По проведенному примерному расчёту (без учёта гравитации и т. д.) скорости космического аппарата значительно отличаются в зависимости от применения рабочего тела. Из полученных данных можно судить о том, что предпочтительнее использовать импульсный ядерный ракетный двигатель, потому что его удельный импульс намного выше, чем у других двигателей, а также при вариации массы топлива было рассчитано, что её можно уменьшить не теряя параметров заданной скорости. Установка импульсного двигателя является больше теоретической, чем практической, взамен этого двигателя предлагается установить ядерный ракетный двигатель с газофазной активной зоной, так как создание такого двигателя уже было осуществлено.

**Список литературы:**


1. Дорофеев А.А. Основы теории тепловых ракетных двигателей. – М.: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014.
2. Дорофеев А.А. Ядерные ракетные двигатели и энергетические установки. Введение в теорию, расчет и проектирование: учеб. пособие / под ред. чл.-кор. РАН И.И. Федика. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. — 342 с. : ил.
3. «Как работает ядерный двигатель» https://oyla.xyz/article/kak-rabotaet-adernyj-dvigatel
4. Копик А. «Новости космонавтики» http://epizodsspace.airbase.ru/bibl/nk/2005/10/52-56.html
5. Космонавтика: Энциклопедия. – М.: Сов. Энциклопедия, 1985.
6. Фертрегт М. Основы космонавтики. – М.: Просвещение, 1969.
7. «Ядерные двигатели» http://nuclphys.sinp.msu.ru/students/nphm/06_tt.htm.

# ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КРИОСТАТОВ С ЗАМКНУТЫМ ЦИКЛОМ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ МАЛОГАБАРИТНЫХ СПУТНИКОВ

***Жолтаева Жаксыгул Ертаевна***
*студент, кафедра КиИЛА,*
*Московский авиационный институт филиал «Восход»,*
*РФ, г. Байконур*
*E-mail: zhaksygul280398@gmail.com*

***Колодяжная Ирина Николаевна***
*научный руководитель, канд. техн. наук,*
*доцент, кафедра КиИЛА,*
*Московский авиационный институт филиал «Восход»,*
*РФ, г. Байконур*

В последнее десятилетие отмечается значительный рост числа запусков космических аппаратов, масса которых не превышает 10 кг, так называемых пико (до 1 кг) и наноспутников (от 1 до 10 кг).

Традиционно такие спутники используются для обучения и отработки новых технологий, однако сфера их применения постоянно расширяется. Важную роль в этом направлении играет стандарт «CubeSat», в соответствии с которым выполнено большинство подобных спутников. В статье приводится краткий обзор состояния работ в области создания спутников стандарта «CubeSat», указаны тенденции и возможные перспективы развития данного направления. Появление стандарта «CubeSat» связано с необходимостью решения одной из важнейших проблем подготовки специалистов в космической отрасли — проблемы проведения практических занятий. С одной стороны, практические работы по созданию и эксплуатации реальных, пусть даже простейших, спутников могли бы существенно повысить уровень подготовки будущих специалистов. С другой стороны, такие работы требуют значительного времени и попросту не вписываются в учебные планы, а необходимые для этого финансовые средства слишком велики даже для бюджетов крупнейших учебных центров.

Концепция создания спутников следующая. Существующие разработки явились предпосылками стандарта, накладывающего ограничения на размеры и массу спутника: его корпус должен представлять собой алюминиевый куб

объемом 10 × 10 × 10 см$^3$, общая масса которого не должна превышать 1 кг. Характеристики всех остальных систем и устройств разработчик выбирает по-своему усмотрению. В стандарте предусмотрена возможность создания двойных (объемом 10 × 10 × 20 см$^3$ и массой 2 кг — 2U) и тройных (10 × 10 × 30 см$^3$, 3 кг — 3U) спутников. На рисунке 1 изображены наноспутники серии «Кубсат».

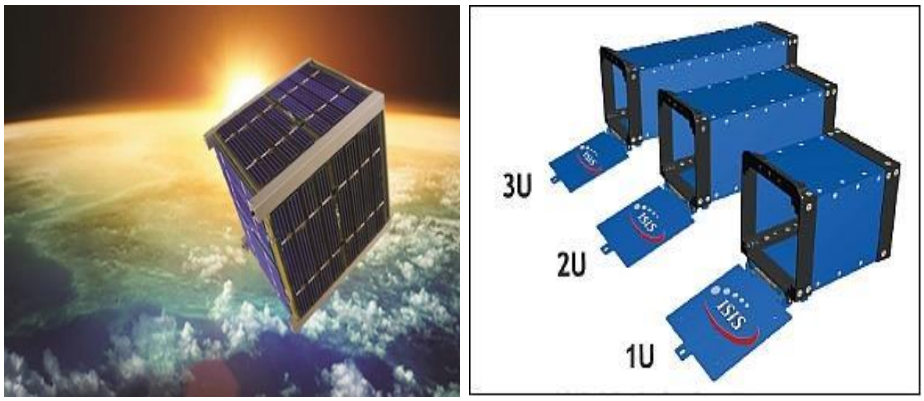



***Рисунок 1. Наноспутники серии «Кубсат»***

С момента появления популярность стандарта «CubeSat» неизменно растет. Если в 2001 г. над проектами подобных спутников работало всего семь организаций, то сейчас их 95, причём 38 спутников уже запущено. Работы ведутся отнюдь не только в развитых космических державах, но и в Дании, Нидерландах, Израиле, Норвегии, Швейцарии, Турции, Колумбии.

Внешние элементы спутника подвергаются тепловым воздействиям в диапазоне температур от –120 °С до +100 °С при переходе с теневой стороны орбиты на освещенную, причем скачок температуры происходит в течение нескольких минут. Такой перепад температур может привести к сбоям в работе или выходу из строя бортовой аппаратуры. Согласно данным внутри спутника температура изменяется не так резко: от –20 до +20 °С. Основные электронные компоненты, отвечающие промышленным стандартам, способны работать в диапазоне температур от –40 до +85 °С. Большинство проектов «CubeSat» используют пассивные способы управления тепловым режимом (специальные облицовка, окраска). Известно, однако, что ряд «CubeSat» имели проблемы с работой аккумуляторов. Дело в том, что температурный диапазон нормальной

работы современных литиевополимерных аккумуляторов составляет от 0 до +60 °С. Анализ показал, что на теневой стороне орбиты температура батарей будет падать ниже этого предела, если использовать только пассивные методы обеспечения теплового режима. Другим уязвимым местом может стать аппаратура полезной нагрузки. Поскольку возможности активного управления температурой на борту «CubeSat» (особенно одиночного) весьма ограничены, выходом из ситуации является разработка такой компоновки, при которой батареи будут «подогреваться» теплом от других элементов спутника.

Наземная экспериментальная отработка. Разработчики «CubeSat» проводят наземное тестирование спутника в целом и отдельных его систем. Как правило, обязательными являются термовакуумные, вибрационные и радиационные испытания. В ходе радиационных испытаний критические узлы спутника подвергаются воздействию дозы радиации, эквивалентной годичному пребыванию на орбите. Подобные испытания спутника XIIV позволили выбрать наиболее радиационно устойчивый вариант конструкции. Вибрационные испытания проводятся как для отдельных узлов, так и для спутника в целом, помещенного в стартовый контейнер PPOD. Кроме этого, при создании XIIV проводились испытания системы связи: приемник и передатчик размещались на метеорологическом зонде, поднимавшемся до высоты 400 км. Этот спутник прошел также тепловые испытания (равномерным нагревом в печи) для изучения диапазонов температур, в которых его элементы сохраняют работоспособность.

Для имитации условий движения РН и КА необходимо применять установки, которые позволяют создать низкие и даже сверхнизкие температуры чтобы исследовать воздействие этого фактора на элементы конструкции исследуемых объектов.

Существуют некоторые лабораторные исследования и технологические процессы, протекающие при сверхнизких (-150°С и ниже) температурах. Подобного температурного режима требуют исследования сверхпроводимости, исследования прочности материалов, используемых при конструировании космических аппаратов, а также ряд производственных процессов в таких

отраслях, как радиотехника, оптика, электротехника, криотехнологии. Криостат - это устройство, в камере которого создается температура ниже 0°С. Обработке в криостатах подвергают сверхпроводящие электротехнические устройства: трансформаторы, магниты, соленоиды, гироскопы. В связи с широким диапазоном температур, в которых функционируют КА, для испытаний при низких температурах используются криостаты.

Криостат представляет собой сосуд, заключенный в теплоизолирующий корпус, в котором обеспечена постоянная циркуляция хладагента. Поскольку прибор предназначен для создания сверхнизких температур, в качестве хладагента используется не фреон, как в холодильниках и морозильниках, а газы с более низкой температурой конденсации: жидкий азот, гелий, водород. Также современные криостаты оснащены электронными блоками управления и регулировки температуры. Одной из важнейших проблем при разработке криостата является его теплоизоляция – минимизация влияния тепла окружающей среды на температуру в рабочей камере устройства. В качестве теплоизолирующих технологий могут применяться вакуум, отражающие экраны, дополнительные охлаждающие контуры. Выпускаются также криостаты, оснащенные манипуляторами, позволяющими перемещать исследуемый объект в камере криостата, не открывая его.

Классификация криостатов осуществляется по используемому хладагенту (то есть по пределу достижимого температурного минимума), по материалу корпуса, по функциональному назначению. В настоящее время корпуса криостатов чаще всего изготавливают из стекла, металла (меди, стали, различных сплавов) или пластика. Корпуса лабораторных криостатов чаще всего стеклянные, поскольку прозрачность часто бывает необходима для визуального контроля процесса исследования. Однако такие криостаты требуют особенно бережного обращения в силу своей малой прочности. Поэтому для процессов, не требующих визуального контроля, лучше использовать криостат в металлическом или пластиковом корпусе: такие устройства достаточно

универсальны, выпускаются в разнообразных модификациях, что позволяет с легкостью выбрать наиболее подходящую модель.

Простейший криостат для исследований при температурах, близких температуре кипения жидкого гелия (4,2 К) при атмосферном давлении, состоит из двух сосудов Дьюара, вставленных один в другой. Внутренний сосуд заполняют жидким гелием, а наружный - жидким азотом. Ниже на рисунке 2 представлен простейший криостат.

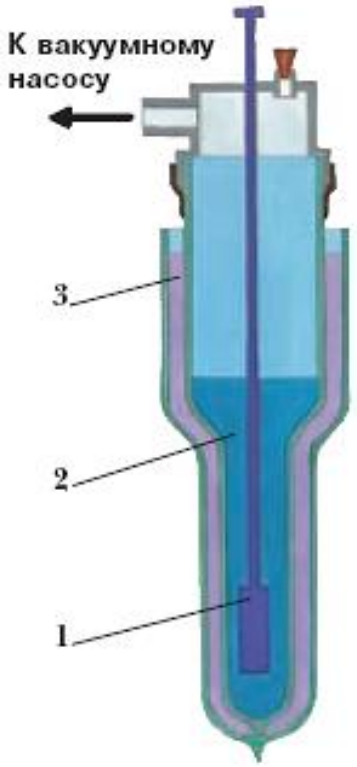



***Рисунок 2. Стеклянный гелиевый криостат: 1 – охлаждаемый предмет; 2 – сосуд Дьюара с гелием; 3 – сосуд Дьюара с азотом***

Современные криостаты имеют, как правило, металлические стенки. В межстеночных пространствах создается глубокий вакуум, который поддерживается в процессе эксплуатации с помощью адсорбента, поглощающего остатки газа после вакуумирования.

Криостаты замкнутого цикла не требуют криогенных жидкостей. Они обладают низким уровнем вибраций и акустических шумов, а также исключительной температурной стабильностью. Предельная температура криостатов

достигает 1,5 К. Каждый криостат может быть оснащен сверхпроводящим магнитом, а для снижения вибраций криостаты помещаются в специальный вибропоглащающий корпус. На рисунке 3 представлен современный криостат с замкнутым циклом.

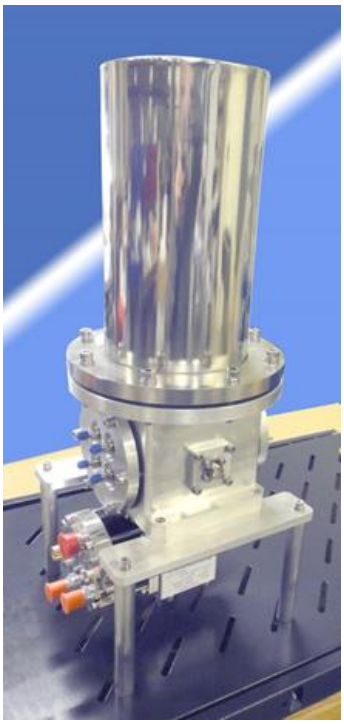


***Рисунок 3. Криостат с замкнутым циклом***

Фундаментальные исследования в физике, равно как и исследования образцов в материаловедении, часто требуют охлаждения до сверхнизких температур. Многие явления также связаны с использованием магнитного поля.

Существуют разработки криостатов с замкнутым циклом (attoDRY) и жидкие гелиевые (attoLIQUID). Криостаты замкнутого цикла линейки attoDRY не требуют криогенных жидкостей, что делает их все более популярными во всех областях, где требуются низкие температуры. Криостаты этой серии обладают низким уровнем вибраций и акустических шумов, а также исключительной температурной стабильностью. Предельная температура криостатов этой линейки достигает 1,5 К. Для измерений в высоких магнитных полях криостаты могут быть оснащены сверхпроводящими магнитами. Криостаты attoDRY1100 и attoDRY2100 лежат в основе исследовательских комплексов attoDRY LAB

и по своей сути являются их упрощенными версиями. Для случаев, когда требуется предельная стабильность в чувствительных к вибрациям измерениях, а также предельно низкие температуры. Криостаты (attoDRY) особенно полезны для научных приложений таких, как дефектоскопия, микроскопия, спектроскопия.

Особое внимание было уделено снижению уровня вибраций. Компания attocube разработала линейку заливных криостатов attoLIQUID. Предельная температура криостатов этой линейки достигает 20 мК. Каждый криостат может быть оснащен сверхпроводящим магнитом, а для снижения вибраций все криостаты линейки attoLIQUID помещаются в специальный вибропоглощающий корпус. Это делает возможным проведение экспериментов с использованием сканирующей зондовой микроскопии при различных температурах с максимально возможной чувствительностью и разрешением. На рисунке 4 представлен криостат attoDRY.

***Рисунок 4. Криостат attoDRY***

Зависимость от жидкого гелия по-прежнему связана с тяжелой логистикой, высокими ценами и ненадежными поставками. Следовательно, криостаты с замкнутым циклом становятся все более популярными во всех областях, связанных с измерениями при переменных или низких температурах. С серией attoDRY attocube предлагает уникальные криогены без криогена с непревзойденными и проверенными низкими механическими колебаниями, беспрецедентным низким уровнем акустического шума и исключительной температурной стабильностью. Следовательно, они особенно полезны для научных приложений, таких как микроскопия и оптическая спектроскопия, но также и для транспортных измерений.

Кроме того, данные системы были оптимизированы для быстрого выполнения оборота и, следовательно, обеспечивают максимальное количество циклов измерения за минимальное время. Сверхпроводящие магниты в форме одиночных соленоидов или векторных магнитов доступны для измерений в сильных магнитных полях. Наконец, что не менее важно, особое внимание было уделено простоте использования благодаря автоматизации рутинных процедур, таких как контроль температуры и магнитного поля.

На основании проведенных исследований была составлена таблица (таблица 1) существующих криостатов, обеспечивающих необходимый диапазон температур для имитации условий движения космических аппаратов. Диапазон температур от -269° С (4° К) до +147° С (420° К)

***Таблица 1.***

**Перечень криостатов**

| п/п | Название криостата | Диапазон температур |
|---|---|---|
| 1 | Криостат CF – 1 hf | < 50° K |
| 2 | Криостат CF – 1 vn | 10° K – 325° K |
| 3 | Криостат CFC – 101 – RM | 4° K – 325° K |
| 4 | Криостат CFSG – 311 - MESS | 4,2° K – 325° K |
| 5 | Криостат CFSC – 100 – SCONTYPE | 2,4° K – 325° K |
| 6 | Криостат CFA – 200H – GRAD | 10° K – 420° K |
| 7 | Криостат CFA – 101 | 10° K – 325° K |
| 8 | Криостат CFSG – 300CELLNEUTRON | 4° K – 325° K |
| 9 | Криостат CFSG – 400 – C | 4° K – 300° K |

В результате проведенного анализа делается вывод о том, что применение современных криостатов со сверхпроводящими магнитами можно применять при экспериментальной отработке материалов и элементов конструкции КА серии Кубсат (они имеют небольшие размеры), а также проводить различные исследования в области технической диагностики с последующим прогнозом.

**Список литературы:**


1. Пироженко А.В., Храмов Д.А. Схема развертывания малой космической тросовой системы // Вісник Дніпропетровського ун-ту. Ракетно-космічна техні-ка. — 2007. — № 9/2. — С. 198–204.
2. Tsuda Y., et al. University of Tokyo's CubeSat Project — Its Educational and Technological Significance // 15th Annual AIAA/USU Conference on Small Satellites Logan, Utah, August 13–16, 2001. — Logan, 2001. — SSC01_VIIIb_7. — 8 p.
3. https://chemtest.com.ua/kriostati_termostati_nizkotemperaturnii
4. Oehrig J.H., et al. TU Sat 1 — An Innovative Low_Cost Communications Satellite // 15th Annual AIAA/USU Conference on Small Satellites Logan, Utah, August 13-16, 2001. — Logan, 2001. — SSC01_VIIIb_4. — 15 p.

# СЕКЦИЯ
# «МАШИНОСТРОЕНИЕ»

## СТЕНД ДЛЯ РЕСУРСНЫХ ИСПЫТАНИЙ ГИДРОЦИЛИНДРОВ

***Старченко Сергей Владимирович***
*студент,*
*кафедра безопасность жизнедеятельности и инженерная экология*
*Донского государственного технического университета,*
*РФ, г. Ростов-на-Дону*
*E-mail: sergey.starchenko12@mail.ru*

***Антоненко Владимир Ильич***
*научный руководитель, канд. техн. наук,*
*доц. кафедры «Гидравлика, гидропневмоавтоматика и тепловые процессы»*
*Донского государственного технического университета,*
*РФ, г. Ростов-на-Дону*

## АННОТАЦИЯ

Гидроцилиндры являются изделиями массового или серийного производства, они на разных этапах жизненного цикла по ГОСТ 22976-78 должны подвергаться различным испытаниям. Основными параметрами, исследуемыми при испытаниях гидроцилиндров, являются давление страгивания и холостого хода, внутренняя и наружная герметичность, удельный объём выносимой рабочей жидкости через уплотнитель штока, прочность, гидромеханический КПД., а также ресурс и наработка до отказа. Наиболее трудоемкими являются ресурсные испытания, которые проводятся или непосредственно на машине в процессе эксплуатации, или на специальных стендах. Ресурсные испытания проводят в 4 этапа продолжительностью каждого 25% ресурса. После каждого этапа производятся приемо-сдаточные испытания. Опыт ресурсных испытаний гидроцилиндров свидетельствует о необходимости повышение экономичности и качества испытаний. Для этого был предложен комплексный стенд на базе специального оборудования, позволяющий проводить приемо-сдаточные испытания по ходу ресурсных испытаний гидроцилиндров. Приведено описание конструкции стенда и его систему автоматического управления.

**Ключевые слова:** ресурсные, приемо-сдаточные испытания; гидроцилиндры; гидросистема стенда; система управления моделирование

## 1. Введение

Гидроцилиндры являются изделиями массового или серийного производства, они на разных этапах жизненного цикла по ГОСТ 22976-78 должны подвергаться приемо-сдаточным, периодическим и типовым испытаниям. В ходе периодических испытаний проводится проверка показателей надежности гидроцилиндров ресурса и наработки на отказ. Наиболее трудоемкими являются ресурсные испытания, которые проводятся или непосредственно на машине в процессе эксплуатации, или на специальных стендах. Исследования в лабораторных и производственных условиях проводятся с целью:

а) определения рабочих характеристик гидроцилиндров;

б) изучения внутренних процессов и влияния их на потери мощности и силовой режим гидроцилиндров;

в) выявления зависимости надежности гидроцилиндров от различных факторов и изучения их эксплуатационных качеств.

Основными параметрами, исследуемыми при испытаниях гидроцилиндров, являются давление страгивания и холостого хода, внутренняя и наружная герметичность, удельный объём выносимой рабочей жидкости через уплотнитель штока, прочность, гидромеханический к.п.д., а также ресурс и наработка до отказа.

Актуальность работы заключается в том, чтобы разработать стенд для ресурсных испытаний гидроцилиндров. Цель работы заключается в повышении эффективности ресурсных испытаний, путем разработки гидростенда для ресурсных испытаний гидроцилиндров и для проведения на нём также приемо-сдаточных испытаний путем разработки инновационных технических решений.

## 2. Программа-методика ресурсных испытаний гидроцилиндров

Объектом испытаний являются гидроцилиндры.

Количество гидроцилиндров одновременно подлежащих ресурсным испытаниям, являющихся частью периодических – 2 шт.

Предварительно гидроцилиндры подвергаются на стенде приемо-сдаточным испытаниям, включающих в себя:

- поверка функционирования без нагрузки при разблокированных гидроцилиндрах;
- проверка прочности и наружной герметичности по неподвижным соединениям при давлении 1,5 $p_{ном}$;
- определение внутренней утечки в двух крайних положениях в течение 30 сек.;
- определение удельного объема выносимой рабочей жидкости через уплотнитель штока;
- определение давления холостого хода;

Гидроцилиндры, прошедшие приемо-сдаточные испытания устанавливаются на стенд в качестве испытываемого и нагрузочного, блокируются на шасси и прокачиваются в составе схемы для ресурсных испытаний.

Проверка ресурса производится с учетом обеспечения выдержки гидроцилиндров в фиксируемых положениях продолжительностью до 0,5 сек. Так как технический ресурс гидроцилиндров (выбранных в качестве примера, исходя из ТУ 23.2.1954-88 составляет 19200 циклов, то испытания проводят в 4 этапа продолжительностью каждого 25% ресурса- 4800 циклов). Измерение циклов производится счетчиком. После каждого этапа производятся приемо-сдаточные испытания в составе схемы для ресурсных испытаний. При этом при приемо-сдаточных испытаниях в составе схемы для ресурсных испытаний не определяется давление холостого хода. Если все технические характеристики гидроцилиндров соответствуют техническим условиям, то ресурсные испытания продолжаются. После отработки полного технического ресурса производятся приемо-сдаточные испытания в полном объеме. После завершения испытаний

следует измерить диаметры гильзы поршня, опорных колец, штока и определить износ трущихся поверхностей.

Для испытаний гидроцилиндров в лабораторных условиях используются различные по конструктивному и схемному исполнению гидравлические стенды. Определяющее значение для стенда имеет принципиальная гидрокинематическая схема. Анализ рекомендуемых стандартами и существующих принципиальных схем [2,3] свидетельствует, что конкретные схемы используются для решения строго определенного круга задач.

## 3. Устройство стенда

Для реализации программы-методики ресурсных испытаний гидроцилиндров, на основании анализа аналогов и прототипов стендов с учетом выявленных недостатков и поставленных задач была разработана гидрокинематическая схема стенда для проведения ресурсных испытаний гидроцилиндров Принципиальная гидрокинематическая схема приведена на рисунке 1.

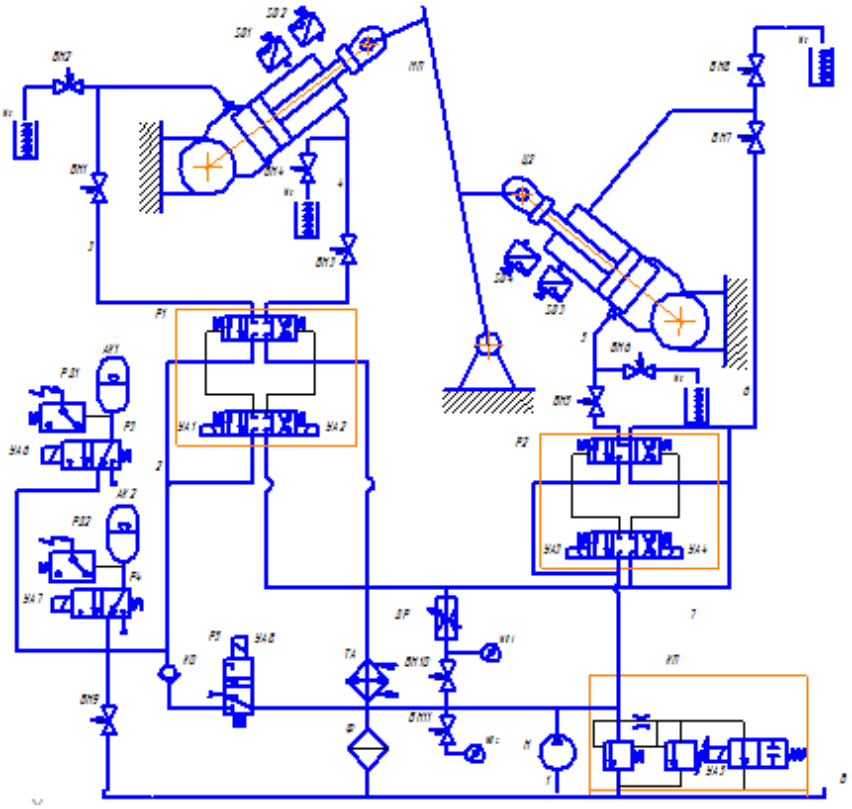


***Рисунок 1. Принципиальная гидрокинематическая схема стенда***

Принципиальная гидрокинематическая схема стенда для ресурсных испытаний гидроцилиндров состоит из следующих элементов:

Н – нерегулируемый насос, служит для обеспечения необходимым расходом рабочей жидкости.

КП – предохранительный клапан, служит для ограничения максимального давления в гидросистеме.

ДР – регулируемый дроссель, предназначен для определения давления страгивания и давления холостого хода.

Ц1 – испытываемый гидроцилиндр, функционально предназначен также для создания давления нагружения.

Ц2 – испытываемый гидроцилиндр, функционально только объект испытания.

АК1, АК2 – гидропневмоаккумулятор, предназначен для создания давления нагружения в рабочих полостях цилиндра нагружения.

Р1 – гидрораспределитель, служит для подачи давления к гидроцилиндру нагружения при проведении ресурсных испытаний и определения его параметров при проведении приемо-сдаточных испытаний.

Р2 – гидрораспределитель, служит для подачи давления к испытываемому гидроцилиндру при проведении ресурсных испытаний и определения его параметров при проведении приемо-сдаточных испытаний.

Р3 – гидрораспределитель, служит для подачи давления от аккумулятора АК1 в поршневую полость гидроцилиндра нагружения при проведении ресурсных испытаний

Р4 – гидрораспределитель, служит для подачи давления от аккумулятора АК2 в штоковую полость гидроцилиндра нагружения Ц1 при проведении ресурсных испытаний

Р5 – гидрораспределитель, служит для периодической подзарядки аккумуляторов при проведении ресурсных испытаний, их предварительной зарядки и определении параметров гидроцилиндра Ц1 при проведении приемо-сдаточных испытаний.

МН1, МН2 – манометры служат для контроля низкого давления (холостого хода) и высокого (номинального и при проверке на прочность) соответственно.

ВН1-ВН8 – вентили, обеспечивают определение параметров гидроцилиндров при проведении приемо-сдаточных испытаний.

ВН9 – вентиль, обеспечивает при необходимости разрядку аккумуляторов в ручном режиме.

ВН10, ВН11 – вентили, обеспечивают подключение манометров при проведении испытаний.

МС – мерный сосуд, предназначен для контроля объема утечки рабочей жидкости.

SQ1-SQ4 – конечные выключатели, контролируют точки хода гидроцилиндров и обеспечивают работу автоматической системы для управления по пути.

РД1, РД2 – реле давления, контролируют минимальное рабочее давлении в гидроаккумуляторах и обеспечивают их автоматическую подзарядку в конечных точках хода гидроцилиндров.

ТА – водяной теплообменник, поддерживает допустимую температуру рабочей жидкости.

Ф - фильтр в сливной магистрали, служит для обеспечения заданной тонкости фильтрации.

МП – механизм платформы шасси, обеспечивает блокировку цилиндров и инерционное нагружение.

Б – гидробак.

Насосная установка содержит основной бак Б, теплообменный аппарат ТА и сливной фильтр Ф, нерегулируемый аксиально – поршневой насос Н, предохранительный клапан непрямого действия с электромагнитным золотником нормально открытого исполнения КП, манометры МН1,МН2, подключаемые вентилями ВН10,ВН11 и регулируемый дроссель ДР. К напорным участкам гидролиний относятся участки 2-6. 1-й участок всасывающий, 7 – сливной.

В соответствии с разработанной программой-методикой ресурсных испытаний гидроцилиндров при работе стенда должны быть реализованы ручной и автоматический режимы работы гидросистемы.

Ручной (приемо-сдаточный) режим позволяет оператору непосредственно произвести запуск гидросистемы в эксплуатацию, предварительную зарядку аккумуляторов, обеспечивает наладочный режим с настройкой реле давления и предохранительного клапана и оперативное проведение комплекса приемо-сдаточных испытаний на каждом из четырех этапов ресурсных испытаний.

Автоматический режим - позволяет оператору запустить автоматический алгоритм управления ресурсными испытаниями, после чего система сама отрабатывает весь процесс каждого из четырех этапов ресурсных испытаний от начала до конца. В автоматическом режиме происходит циклическое функционирование. Цикл включат в себя подзарядку аккумулятора АК1; выдвижение гидроцилиндра Ц2 и втягивание гидроцилиндра Ц1, подзарядку аккумулятора АК2; втягивание гидроцилиндра Ц2 и выдвижение гидроцилиндра Ц1.

В данном режиме все элементы цикла отрабатываются поочерёдно и непрерывно. Работа гидросистемы в этом режиме может быть прервана нажатием на пульте управления кнопки «Стоп», либо кнопки «АВ. Стоп».

Для реализации данных режимов разработана панель управления. Панель управления является одной из основных частей системы автоматизированного управления. Необходимые режимы работы возможно реализовать используя ПУ, представленный на рисунке 2.

Обозначения на ПУ:

«Пуск» - кнопка нормально-разомкнутая без фиксации. Обеспечивает запуск автоматического цикла ресурсных испытаний;

«Стоп» - кнопка нормально-замкнутая без фиксации. Обеспечивает остановку автоматического цикла ресурсных испытаний;

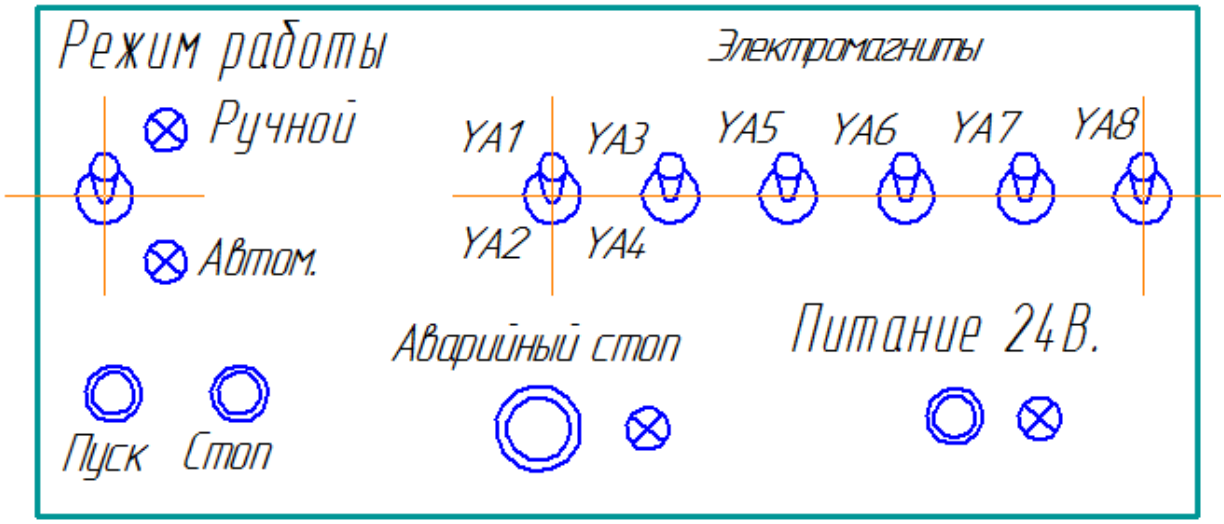



***Рисунок 2. Панель управления гидросистемой стенда***

«Пит. 24В» (SA1) – кнопка нормально-разомкнутая с фиксацией. Подача питания на исполнительные элементы электросхемы;

«Авт/Руч» (SA2) – тумблер двухпозиционный. Осуществляет переключение между автоматическим и ручным режимом работы;

«YA1/YA2» (SA3) – тумблер трехпозиционный. Осуществляет включение электромагнитов YA1, YA2 в ручном режимом работы;

«YA3/YA4» (SA4) – тумблер трехпозиционный. Осуществляет включение электромагнитов YA3, YA4 в ручном режиме работы;

«YA5» (SA5) – тумблер двухпозиционный. Осуществляет включение электромагнита YA5 в ручном режиме работы;

«YA6» (SA6) – тумблер двухпозиционный. Осуществляет включение электромагнита YA6 в ручном режиме работы;

«YA7» (SA7) – тумблер двухпозиционный. Осуществляет включение электромагнита YA7 в ручном режиме работы;

«YA8» (SA8) – тумблер двухпозиционный. Осуществляет включение электромагнита YA8 в ручном режиме работы;

«Аварийный СТОП» (SA9) – кнопка нормально-замкнутая с фиксацией. Предназначена для экстренной остановки ГС и включения режима аварийной остановки.

Для построения высокоэффективной системы управления стендом использован программируемый логический контроллер семейства Delta. Разработанная принципиальная электрическая схема системы управления стендом представлена на рисунке 3.

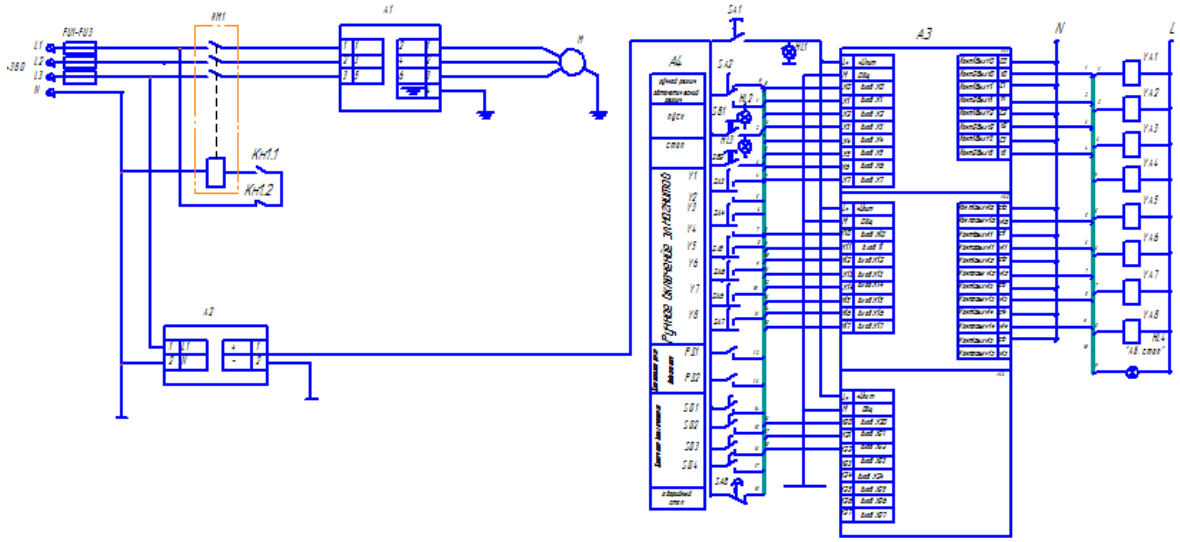


***Рисунок 3. Схема электрическая принципиальная системы управления***

Принципиальная электрическая схема состоит из следующих элементов:

А1 – Автомат защиты двигателя. Предназначен для проведения электроэнергии в нормальном режиме и отключения электродвигателей при токах перегрузки, коротких замыканиях.

А2 – Блок питания. Обеспечивает необходимое значение мощности и питающего напряжения.

А3 – Программируемый логический контроллер. Предназначен для управления гидросистемой испытательного стенда.

А4 – Панель управления Предназначена для управления данной гидросистемой испытательного стенда.

КМ1, – Пускатель электромагнитный. Обеспечивает пуск приводного асинхронного электродвигателя.

FU1, FU2, FU3 – Плавкий предохранитель. Защищает систему от токовой перегрузки.

Кн1.1-2.2 – Кнопка сдвоенная. Предназначена для управления пускателем электромагнитным.

YA1-YA8 – Электромагнит. Предназначен для управления работой гидрораспределителя и предохранительного клапана непрямого действия.

SA1 – Кнопка с фиксацией. Предназначена для включения питания блока и панели управления.

SA2 – Тумблер двухпозиционный. Данным тумблером осуществляется переключение между ручным и автоматическим режимами работы.

SB1-3 – Кнопки без фиксации. Служат элементами управления гидросистемой. Расположены на панели управления.

SA2 – Тумблер трёхпозиционный – управляющий элемент для реализации ручного режима управления.

SA3 – Кнопка аварийная – активирует режим аварийной остановки гидросистемы.

HL1-3 – Арматура сигнальная для панели управления.

HL4 – Арматура сигнальная для режима аварийной остановки.

M – Приводной электродвигатель насоса стенда.

Разработанная программа система управления (в статье не приводится) обеспечивает, как ручное управление посредством подачи на входы контролера оперативных воздействий, так и автоматическое управление этапами ресурсных испытаний.

На основании циклограммы автоматического функционирования электромагнитов в ходе ресурсных испытаний составляется специальная таблица. Она содержит количество столбцов, равное количеству управляемых электромагнитов и количество строк, равное количеству элементов цикла. Под элементом цикла понимается отрезок времени, в течении которого состояние всех управляемых электромагнитов неизменно.

В таблице указывается состояние управляемых электромагнитов для каждого элемента цикла. Управляющая программа разрабатывается на языке LAD. В соответствии с таблицей 1 осуществляет включение и выключение

исполнительных элементов на соответствующих этапах циклов в автоматическом режиме при проведении ресурсных испытаний. Эта же часть программы может быть использована для реализации ручного режима при проведении приемо-сдаточных испытаний на каждом их четырех этапов ресурсных испытаний.

***Таблица 1.***

**Состояние исполнительных электромагнитов для различных элементов цикла**

| | Элементы рабочего цикла | | | |
|---|---|---|---|---|
| Электромагнит | Прямой ход Ц2 | Подзарядка АК2 | Обратный ход Ц2 | Подзарядка АК1 |
| YA1 | + | | | + |
| YA2 | | + | + | |
| YA3 | + | | | |
| YA4 | | | + | |
| YA5 | + | + | + | + |
| YA6 | + | | | + |
| YA7 | | + | + | |
| YA8 | | + | | + |

В качестве управляющего устройства наиболее целесообразно выбрать программируемый логический контроллер, так как данный тип управляющих устройств отличается гибкость настроек и наиболее целесообразен как с технической, так и с экономической точки зрения.

Для данного проекта был выбран ПЛК отечественно производителя Delta. Выбор обоснован низкой стоимостью продуктов данной компании в сравнении с иностранными производителями, а также, актуальной в настоящее время, политикой импортозамещения. Из общей линейки продукции был выбран ПЛК из серии Delta DVP-SS (DVP-14SS), так как данная серия контроллеров отличается низкой стоимостью, простотой, компактными массогабаритными размерами и возможностью расширения.

Данные устройства представляют из себя центральный процессорный модуль с 14 точками ввода/вывода. Контроллеры типа DVPSS предназначены для решения несложных задач, где не требуется большой объем расчетов.

Они поддерживают все базовые команды, а также наиболее распространенные прикладные инструкции. Один процессорный модуль поддерживает до 256 точек ввода/вывода и до 8 специальных модулей (аналоговые, температурные). DVP-SS не имеют встроенных часов реального времени. Поддерживается протокол Modbus Master/Slave ASCII/RTU.

В качестве остального электрооборудования были выбраны следующие элементы [7]:

- Кнопка B132K20KY сдвоенная красно-зеленая с подсветкой неон (1НО+1НЗ).
- Пускатель электромагнитный КМ 2251

Пускатели электромагнитные серии КМ предназначены для дистанционного пуска непосредственным подключением к сети, остановки и реверсирования трехфазных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором при напряжении до 660В переменного тока частотой 50Гц, а в исполнении с трехполюсными тепловыми реле серии РТЛ (либо аналогичными) – для защиты управляемых электродвигателей от перегрузок недопустимой продолжительности и от токов, возникающих при обрыве одной из фаз.

- Блок питания MDR-20

Варианты входного напряжения:85-264В переменного тока или 120-370В постоянного тока. Комплекс защит: от короткого замыкания, перегрузки, перенапряжения, перегрева; Ограничение пускового тока, мягкий старт; Механическая подстройка Uвых: -+10%, 12В: 12-14, 15В: 15-18, 24В: 24-28, 48В 48-53; Электрическая прочность изоляции: 3кВ

переменного тока; Диапазон рабочих температур: -10...+60°С.

- MKS1TM-0.40 Автомат защиты двигателя термомагнитный 0.25-0.40А
- B060XK Арматура сигнальная красная со светодиодом 12-30 В перем. и пост. тока.

- S140K2 Сигнальная арматура 14мм красная с лампой 24В.
- B200FY Кнопка с фиксацией зеленая (1НЗ)
- Тумблеры MA112 ON-ON / MA113 ON-OFF-ON
- Кнопка B290DY с подсветкой-светодиод зеленая (1НЗ) 12-30 В переменного и постоянного тока.
- Кнопка B102E аварийная с фиксацией и возвратом - поворотом (1НО+1НЗ)

## Выводы

В ходе выполнения данной работы, были реализованы все намеченные цели и задачи по разработке стенда для ресурсных испытаний гидроцилиндров

- Изучены требования и методы ресурсных испытаний гидроцилиндров
- Разработана программа-методика ресурсных испытаний гидроцилиндров;
- Проанализирована работа рассматриваемого стенда
- Предложено инновационное техническое решение по разработке системы автоматизированного управления стендом.

Работу в данном направлении целесообразно продолжить произведя детальный динамический анализ гидросистемы.

**Список литературы:**


1. ГОСТ 22976-78 Гидроприводы, пневмоприводы и смазочные системы. Правила приемки.
2. ГОСТ 18464-96 «Гидроприводы объемные. Гидроцилиндры. Правила приемки и методы испытаний.
3. Навроцкий К.Л. Теория и проектирование гидро и пневмоприводов / К.Л. Навроцкий. - М.: Машиностроение, 1991. 384 с.
4. Свешников В.К. Станочные гидроприводы: Справочник / В.К. Свешников, А.А. Усов. -М.: Машиностроение, 1982. 464 с.
5. http://www.delta-electronics.info/PLC Программируемые логические контроллеры.
6. http://emas.su/ On-line каталог электрооборудования.
7. Моделирование гидравлических систем в MATLAB / А.А. Руппель, А.А. Сагандыков, М.С. Корытов –Омск: СибАДИ, 2009. – 172.

# СЕКЦИЯ

# «РАДИОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОНИКА»

## СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПЕРИОДИЧЕСКИХ СИММЕТРИЧНЫХ ТРЕУГОЛЬНЫХ ИМПУЛЬСОВ

***Евдокимов Павел Алексеевич***
*студент, кафедра электронной техники*
*Севастопольского государственного университета,*
*РФ, г. Севастополь*
*E-mail: 08evdokimov2001@gmail.com*

## 1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

### 1.1. Цель

Провести спектральный анализ периодического сигнала s(t) (рис. 1.1). Построить спектрограммы амплитуд и начальных фаз. Определить эффективную ширину спектра. Выполнить суммирование гармоник спектра. Исходные данные приведены в таблице 1.1. Для проведения расчетов воспользуемся пакетом математических прикладных программ «MathCAD»

### 1.2. Исходные данные

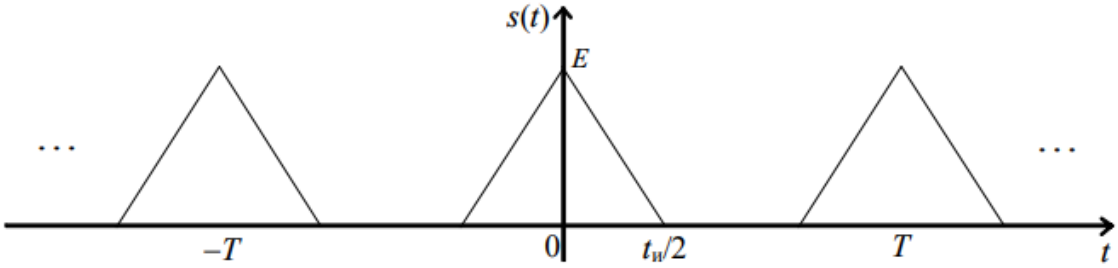



***Рисунок 1.1. График периодических треугольных импульсов***

***Таблица 1.1.***

**Исходные данные**

| | |
|---|---|
| Скважность Q | 3 |
| E, В | 90 |
| Период T, мс | 9 |

## 2. ХОД РАБОТЫ

Воспользовавшись исходными данными, найдем длительность импульса и угловую частоту:

$$\tau := \frac{T}{Q} \tag{1}$$

$$\tau = \frac{9 \times 10^{-3}}{3} = 3 \times 10^{-3}\ \text{с}$$

$$\omega := 2\frac{\pi}{T} \tag{2}$$

$$\omega = 698\ {}^{\text{град}}/_{\text{с}}$$

Зададим аналитическое выражение для сигнала s(t) на интервале времени, равном периоду T:

$$S(t) := \begin{cases} \left(1 - 2\frac{|t|}{\tau}\right)\ if\ |t| \le \frac{\tau}{2} \\ \left(1 - 2\frac{|t+T|}{\tau}\right)\ if\ |t+T| \le \frac{\tau}{2} \\ \left(1 - 2\frac{|t-T|}{\tau}\right)\ if\ |t-T| \le \frac{\tau}{2} \\ 0\ if\ |t| \ge \frac{\tau}{2} \end{cases} \tag{3}$$

Построим график s(t):

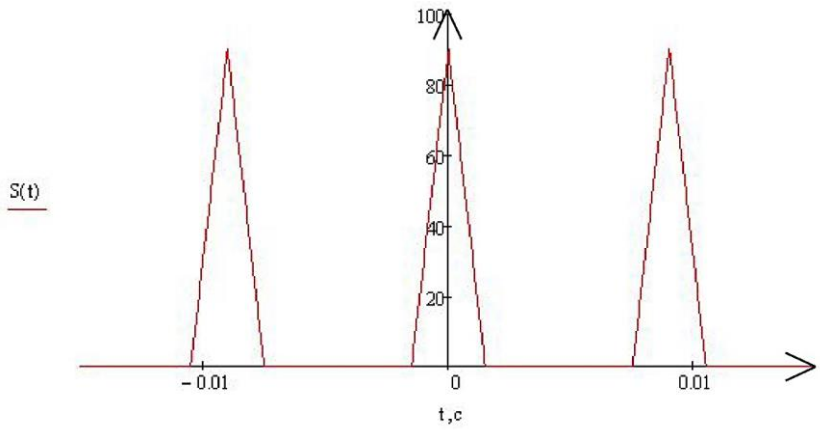



***Рисунок 2.1. График аналитически заданной функции $S(t)$***

Зададим количество гармоник:

$$N := 10;\ n := 0,1 \dots N$$

Рассчитаем коэффициенты разложения:

$$a_n := \frac{2}{T}\int_0^T S(t)\cos(n\omega t)dt \tag{4}$$

$$b_n := -\frac{2}{T}\int_0^T S(t)\sin(n\omega t)\,dt \tag{5}$$

Определим амплитуды и начальные фазы гармоник спектра:

$$A_n := \sqrt{(a_n)^2 + (b_n)^2} \tag{6}$$

$$\theta_n := angle(a_n, b_n) \tag{7}$$

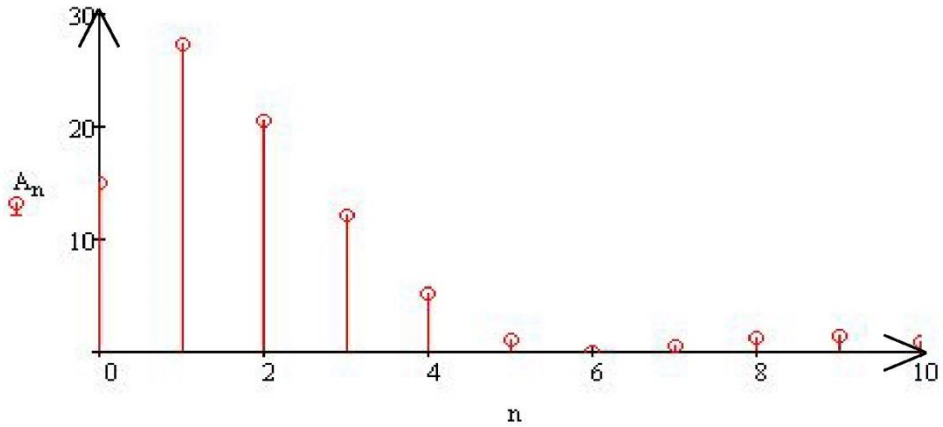
Рассчитаем постоянную составляющую:

$$A_0 := \frac{1}{T}\int_0^T S(t)dt \tag{8}$$

$$A_0 = 15$$

Построим спектрограммы амплитуд и начальных фаз:

а)



б)

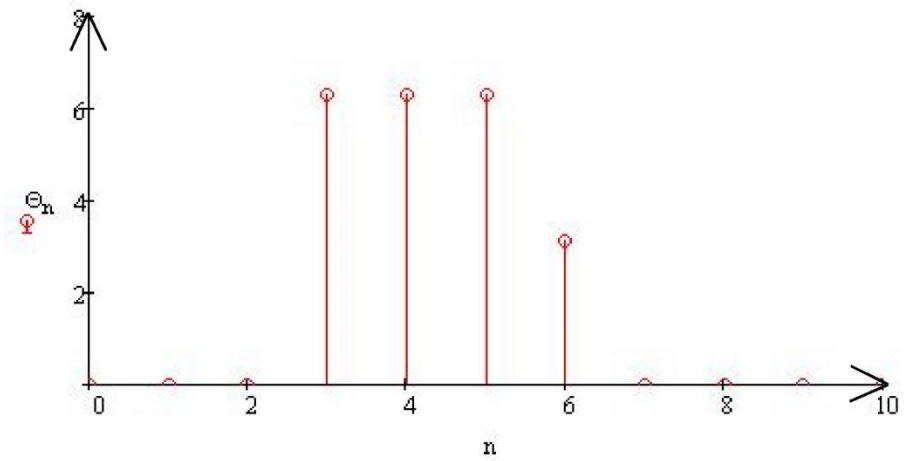


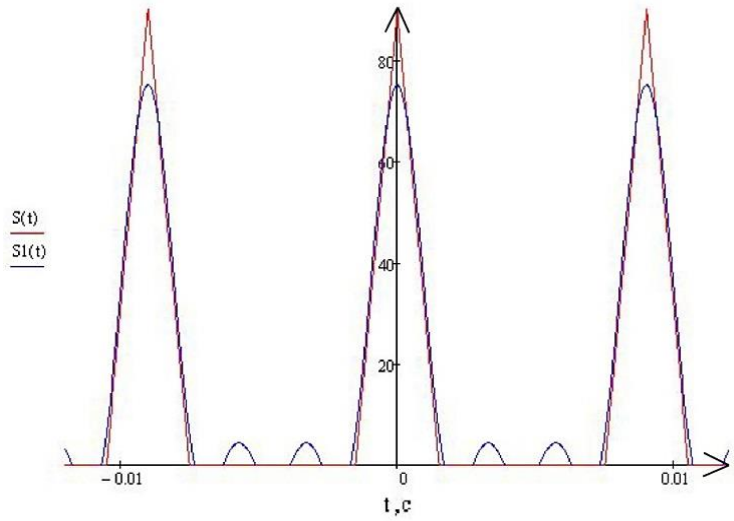

***Рисунок 2.2. Спектрограммы: Амплитуд (а) и Начальных фаз (б)***

Представим спектр периодического сигнала путем разложения его в гармонический ряд Фурье:

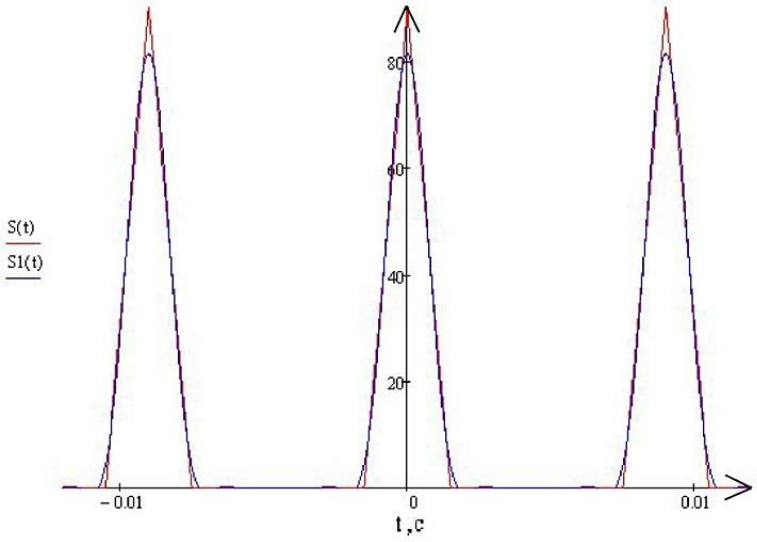
$$S_1(t) := A_0 + \sum_{n=1}^{N} (A_n \cos(n\omega t + \theta_n)) \tag{9}$$

Проведём суммирование гармоник спектра с целью иллюстрации сходимости ряда Фурье к исходному сигналу. Рассмотрим этот процесс в динамике, увеличивая число гармоник до получения приемлемого результата:

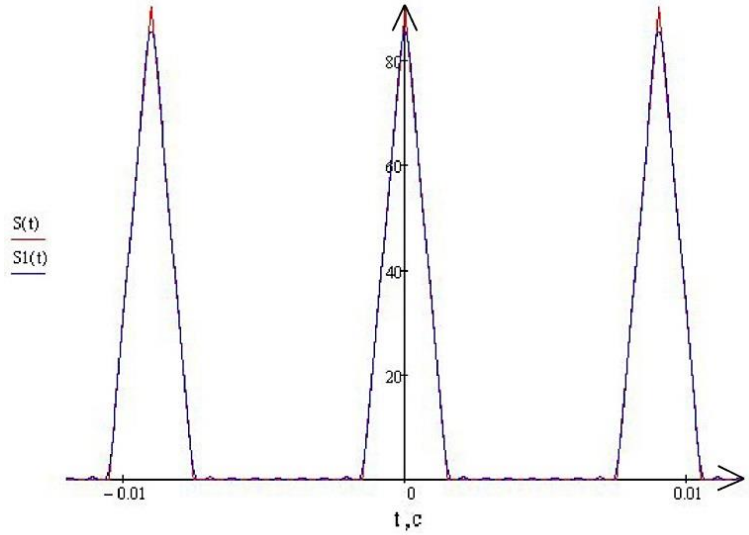
а)



б)




в)




г)

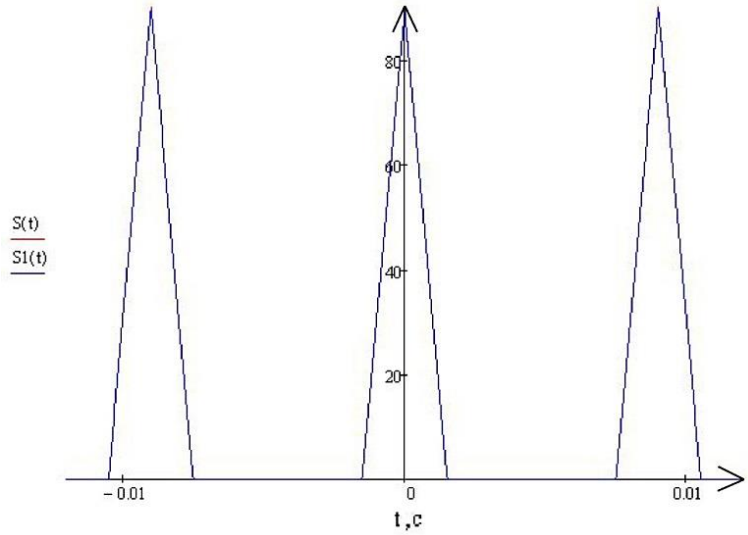



***Рисунок 2.3. Графики $S(t)$и $S_1(t)$ при N = 3(а),5(б),10(в),100(г)***

Отметим, что при N = 100 ряд Фурье почти идентичен исходному сигналу.

Определим эффективную ширину спектра, воспользовавшись энергетическим критерием. В соответствии с этим критерием эффективная ширина спектра периодического сигнала — это полоса частот, в пределах которой сосредоточено 90% средней мощности этого сигнала. Сначала определим среднюю мощность сигнала без учета мощности постоянной составляющей:

$$P_{\text{ср}} := \frac{1}{T}\int_0^T (S_1(t))^2\,dt - (A_0)^2 \tag{10}$$

Средняя мощность, заключенная в составляющих спектра вплоть до N-ой гармоники, без учета мощности постоянной составляющей равна:

$$P_n := \frac{1}{2}\sum_{n=1}^{N}(A_n)^2 \tag{11}$$

Найдем такое N, при котором:

$$\frac{P_n}{P_{\text{ср}}} \cong 0.9 \tag{12}$$

Подбирая N, находим, что при N = 3:

$$P_n := \frac{1}{2}\sum_{n=1}^{3}(A_n)^2$$

$$\frac{P_n}{P_{\text{ср}}} = 0.923$$

Тогда эффективная ширина спектра будет равна:

$$\omega_{\text{эф}} := 3\omega = 2094\,{}^{\text{град}}/_{\text{с}}$$

**Список литературы:**


1. Гимпилевич Ю.Б. Сигналы и процессы в радиоэлектронике: Учеб. пособие / Ю.Б. Гимпилевич. — Севастополь: Изд-во СевГУ, 2018. — 248 с.
2. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы / И.С. Гоноровский. — М.: Дрофа, 2006. — 720 с.
3. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы / С.И. Баскаков. — М.: Высшая школа, 2005 — 464 с.

# СЕКЦИЯ
# «ЭНЕРГЕТИКА»

## ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ПОТЕРИ ПО ТРАКТУ ПАРОПРОВОДА

***Бакиров Сакен Келесбаевич***
*студент, кафедра металлургии и металловедения,*
*Старооскольский технологический институт «МИСиС»*
*РФ, г. Старый Оскол*

***Наринбаев Тимур Хамидуллаевич***
*студент, кафедра металлургии и металловедения,*
*Старооскольский технологический институт «МИСиС»*
*РФ, г. Старый Оскол*

***Лочинов Мухриддин Хошимжонович***
*студент, кафедра металлургии и металловедения,*
*Старооскольский технологический институт «МИСиС»*
*РФ, г. Старый Оскол*
*E-mail: www.saken1997@mail.ru*

***Тимофеева Анна Стефановна***
*научный руководитель, канд. техн. наук, доц.,*
*кафедра металлургии и металловедения,*
*Старооскольский технологический институт «МИСиС»*
*РФ, г. Старый Оскол*

## АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрен вопрос определения температурных потерь по тракту паропровода. Представлены причины, их решения. Анализ применения видов потерь позволил оценить, как влияют потери на теплообмен.

**Ключевые слова:** паропровод, температура, потери, теплота, потери энергии.

Температурное распределение паропровода влияет на качество пара, которое характеризуется термодинамическими величинами, определяющими энергетическую мощность теплового потока в трубопроводе. Качество пара определяется сочетанием его свойств, дающих максимальное эффективное

применение энергетических возможностей пара для проведения механической деятельности или сообщения тепловой энергии в теплообменных устройствах. Качество пара, доставляемого потребителю, должно быть гарантировано: по исполнению технологических операций, удалению недочетов по понижению эффективности выдаваемой продукции; по продуктивному применению энергетической возможности использования пара с наименьшими потерями [1]. При переносе тепловой энергии появляются линейные (Qл) и местные (Qм) потери [2].

Линейные потери энергии определяются по всей протяженности прямых или криволинейных участков трубопроводов, местные потери энергии – расчетами опорных систем, фланцевых сцеплений, запорно-стабилизирующего скелета и других усложненных устройств в данном месте их определения [3]. Данные потери зависят от сложности устройств, через которые проходит пар, от его параметров.

Потеря энергии при передаче потребителю вызвана падением температуры теплопровода, из-за этого потери теплоты изменяются в зависимости от длины трубопровода. Так, если имеется участок небольшой длины, то понижение температуры теплоносителя происходит на уровне до 5 % от заданного числа. Поэтому уравнение теплового баланса можно представить в виде:

$$Q = G_2(t_{2к} - t_{2н}),$$

где: Q - удельные тепловые потери в начальной части теплопровода, Вт;

G - расход пара, кг/ч;

c - теплоемкость пара, кДж/(кг°С);

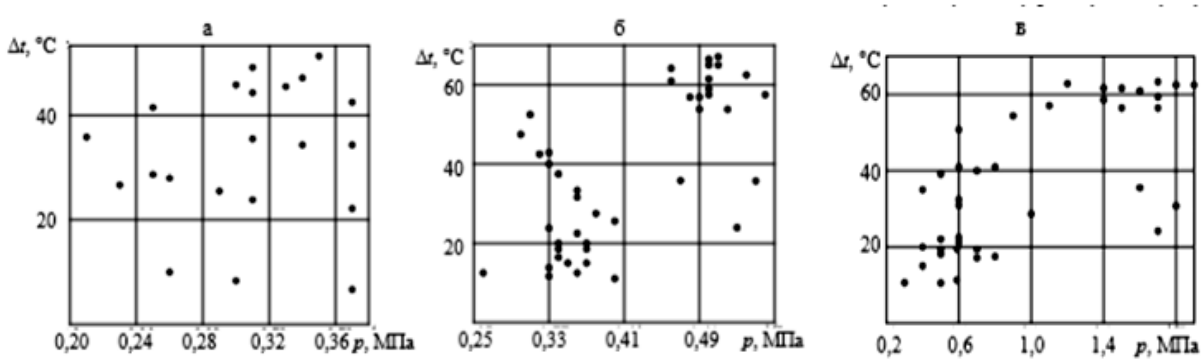
$t_1$ и $t_2$ температура пара в начале и конце его длины [4].

Тепловая энергия, поступающая из котельной к теплоносителю, идет на теплоснабжение и на нужды потребителей. При правильно спланированной и гидравлически поставленной системе паропроводов, потери температуры пара не должны составлять более 5-7% на расстоянии не менее 1,5-2 км. Но в практике они могут превышать значения в 25% и более [5].

Рассмотрим снижение температур, обусловленное температурой пара в конце паропровода, давлением и температурой пара на входе, температурой окружающей среды и доставляемого пара.

В теплопроводах скорость пара на входе имеет значительные величины, но при перемещении носителя по тракту, в зависимости от его длины, она уменьшается. Если же существует конденсация пара, то скорость может вообще оказаться равной нулю. При входе пара в теплопровод пар движется вихреобразно. С конденсацией пара скорость уменьшается на порядок, и вихревой режим может прейти в ламинарный [6].

Авторы [7] показывают, что же уменьшение температуры пара при разных давлениях на входе и выходе показывает изменение температуры на выходе, причем корреляции между этими величинами нет (рис.1) [7].




*Примечание: а - изменение температуры при изменении давления пара на выходе из паропровода; б - тоже но при избыточных давлениях на входе в паропровод; в- то же при изменении давления пара по тракту.*

***Рисунок 1. Влияние изменения давления пара на температуру выхода из паропровода***

Если пар движется по тракту с большой скоростью, то при образовании конденсата образуется кольцевая пленка, при этом часть конденсата уносится паром. Тогда понижается динамическое давление пара, а при этом уменьшается и унос пара. Если скорость пара не велика, то последовательность изменения в движении пара остается, только кольцевая пленка преобразуется в расслоенное течение [9].

Падение температуры определяется в паропроводе в зависимости от температуры и давления на входе по данным авторов [9] (рис. 2).

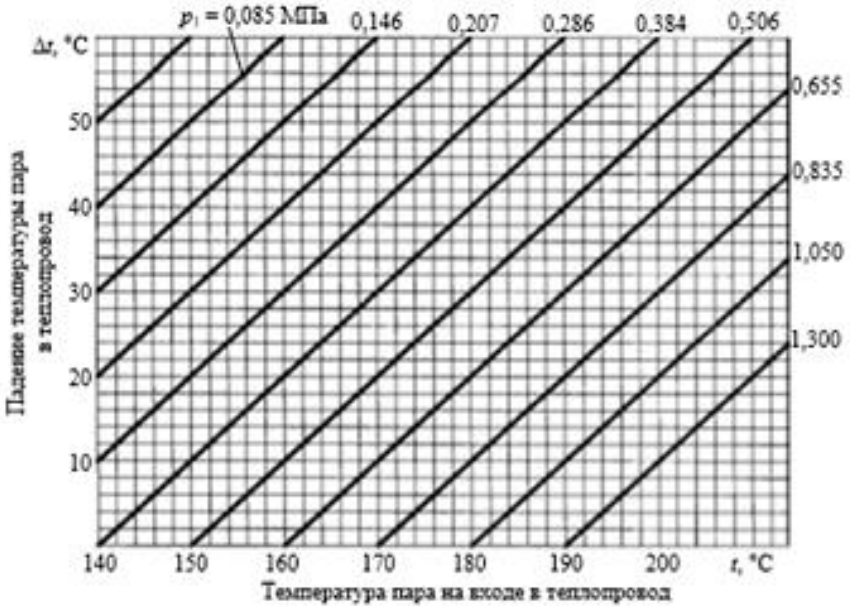



***Рисунок 2. Зависимость падения температуры пара от давления и температуры пара на входе в паропровод***

По данным авторов можно наблюдать переход перегретого влажного пара в сухой за счет потерь на трение в паропроводе, местных потерь, наличия дросселей. А затем сухой пар превращается в насыщенный влажный с уменьшением температуры. Чем больше температура и давление на входе в паропровод, тем больше должно быть сечение его при таком переходе [8].

Уменьшить падение температур в паропроводе можно улучшением теплоизоляции или использовать соответствующие значения температур и давлений пара на входе (рис. 2).

Имея диаграмму (рис. 2) можно заранее просчитать уменьшение температуры пара в теплопроводе для более эффективной экономии перегретого пара.

**Список литературы:**

1. Михайлов С.А. Теплоснабжение Российской Федерации в цифрах. // Новости теплоснабжения, № 8, 2002.

2. Методические указания по определению тепловых потерь в водяных тепловых сетях. РД 34.09.255-97. – М.: СПО ОРГРЭС, 1998.
3. Слепченок В.С., Рондель А.Н., Шаповалов Н.Н. Влияние различных эксплуатационных факторов на тепловые потери в бесканальных подземных трубопроводах тепловой сети. / /Новости теплоснабжения, № 6, 2002 г.
4. СНиП 2.04.11-88. «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов» / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1998.
5. Методические указания по определению расходов топлива, электроэнергии и воды на выработку тепла отопительными котельными коммунальных теплоэнергетических предприятий / АКХ им. К.Д. Памфилова – М.: Стройиздат, 1994.
6. Бобров Ю.Л. Долговечность теплоизоляционных минераловатных материалов. – М.: Стройиздат, 1987.
7. Витальев В.П.. Бесканальные прокладки тепловых сетей. – 2-е изд. – М.: Энергоатомиздат, 1983.
8. Скворцов А.А., Заверткин И.А. Повышение надежности конструкций подземных тепловых сетей. - М.: Энергоатомиздат, 1986.

# НЕОБХОДИМОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

***Балабанов Евгений Николаевич***
*студент,*
*Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения» (КрИЖТ ИрГУПС),*
*РФ, г. Красноярск*
*E-mail: evgen_balu@mail.ru*

***Лысенко Михаил Сергеевич***
*студент,*
*Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения» (КрИЖТ ИрГУПС),*
*РФ, г. Красноярск*

***Смолин Иван Анатольевич***
*студент,*
*Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения» (КрИЖТ ИрГУПС),*
*РФ, г. Красноярск*

***Колмаков Виталий Олегович***
*научный руководитель, канд. техн. наук,*
*Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения» (КрИЖТ ИрГУПС),*
*РФ, г. Красноярск*

Актуальность темы настоящей статьи определяется необходимостью развития процессов энергосбережения в стране, так как по оценками специалистов, примерно одна треть энергоресурсов расходуется непроизводительно [2, с. 1020-1022].

Энергетическая политика в Российской Федерации в качестве основного приоритета определяет повышение эффективности использования энергетических ресурсов. Однако, задача имеет и практический аспект, то есть политика энергоэффективности должна быть принята на уровне каждого отдельного предприятия, региона и страны в целом. Для того, чтобы государственная политика заработала на уровне каждого отдельного предприятия, необходимы специальные знания у работников в этой сфере с учетом современных тенденций. С этой непростой задачей может справиться система дополнительного профессионального образования.

Курсы повышения квалификации в сфере энергоэффективности на предприятиях помогут приобрести теоретические знания, при их отсутствии. Кроме того, основой информации может стать положительный опыт использования материалов, призванных обеспечить энергоэффективность. Для города Красноярска и его предприятий это необходимо, так как к основным проблемами энергоснабжения мегаполиса можно отнести:

- экологические проблемы города;
- сложные климатические условия;
- проблему необходимости экономии ресурсов в условиях устаревших основных фондов энергоснабжающих организаций.

Для предприятий региона необходимо организовать обучение специалистов в области энергосбережения и энергетической эффективности, в том числе по вопросам проведения энергетических обследований, подготовки и реализации энергосервисных договоров (контрактов). Специалисты, обладающие такими знаниями должны транслировать свои знания на своих рабочих местах, принимать участие в разработке региональных и муниципальных программ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Очевидно, что для реализации государственной политики в сфере энерго-сбережения на рабочих местах специалисты должны быть в курсе современных разработок в сфере энергоэффективности.

Следует отметить, говоря о современной системе дополнительного профессионального образования, что инвестиции именно в дополнительное профессиональное образование (ДПО) зачастую бывают более рентабельны, предсказуемы и надежны, чем в любую другую форму образования [1]. Руководители предприятий осознают необходимость приобретения работниками специальных навыков в сфере энергоэффективности и энергосбережения, применимых только для их предприятия. При этом профессиональное обучение будет эффективно лишь тогда, когда работник уже имеет достаточный уровень общих компетенций.

Существующую систему ДПО следует совершенствовать, включая профессиональную подготовку, переподготовку и повышение квалификации специалистов в области энергоэффективности и энергосбережения и их информационного обеспечения. Следует в обязательном порядке обязать широкий круг специалистов пройти дополнительное обучение, которое впоследствии окупится путем экономии затрат. К таким специалистам относятся руководители энергетических служб предприятий, инженеры электро- и теплотехники, проектировщики строительных и других организаций, специалисты энергохозяйств в сфере ЖКХ, широкого круга бюджетных учреждений.

Обобщив существующие программы дополнительного профессионального образования, можно говорить о том, что лишь незначительное число организаций уделяют внимание трансляции современного опыта в сфере энергоэффективности и энергосбережения. Практически все программы курсов по переподготовке и повышению квалификации рассчитаны на специалистов, имеющих базовое техническое высшее образование или профессионально занимающихся вопросами энергоснабжения и энергопотребления и не уделяют этому аспекту должного внимания. Курсы не используют такую прогрессивную форму обучения как сочетание выездной работы на производство слушателя курсов с теоретическими аспектами проблемы. Для того, чтобы предложить эффективное решение в сфере энергосбережения на производстве преподаватели курсов должны сами обладать знаниями в области новых разработок и знать особенности производства.

Возникает проблема повышения квалификации преподавателей курсов ДПО, так как, зачастую, их ведут преподаватели, обладающие огромным опытом, но недостатком знаний в сфере новых технологий.

Главным требованием к составлению программ курсов повышения квалификации является их соответствие существующим недостаткам в компетенции слушателей по вопросам энергоэффективности и энергосбережения. Предполагается, что каждый слушатель должен четко видеть необходимость своего участия в курсах, понимать их связь со своей профессиональной деятельностью.

С этой целью необходимо проведение исследований образовательных потребностей слушателей при помощи анкетирования. Анкетирование позволяет оценить недостатки, дефициты, а результаты опроса могут стать основой для определения содержания основных блоков программы курсов. Это должно сказаться на привлекательности курсов. С учетом специфики деятельности предприятий и организаций слушателей курсы могут быть ориентированы на:

- промышленные предприятия;
- бюджетную сферу;
- жилищно-коммунальное хозяйство;
- теплоэнергетические системы;
- сельское хозяйство;
- транспорт;
- строительство [3, с.633-640].

В целом, обучение персонала позволит сэкономить на затратах, повысить производительность труда и, в конечном счете, получить дополнительную прибыль. Ведь внедрение система энергосбережения на предприятии – это уже не только и не столько современная тенденция, но и необходимость для выживания в современных условиях. Для предприятий Красноярского края процессы крайне актуальны. Например, освоение северных территорий уже несколько лет является приоритетной задачей и ресурсом экономики в РФ, а развитие инфраструктуры северных территорий не мыслимо без использования энергетических ресурсов. Система электроснабжения входит в систему

жизнеобеспечения жителей районов Крайнего севера обеспечивая возможность реализовать свои физиологические потребности и социальные интересы.

Масштабные проекты энергосбережения запущены на уровне города Красноярска. В настоящее время в крупных городах разрабатываются и реализуются современные проекты освещения. Реализация такого проекта происходит и в Красноярске. В городе реализовано освещение и подсветка Октябрьского и коммунального мостов. Это очень сложная работа, требующая высокой квалификации и современных знаний. Проекты основаны на использовании светодиодов. Роль создания нового источника света, который служил бы в несколько раз дольше и был более дешевым в эксплуатации, колоссальна, так как в настоящее время, с учетом постоянного поиска более совершенных технологий, способных изменить жизнь человечества к лучшему, даже в напряженных экономических условиях, ученые стараются усовершенствовать те технологии, которые жизненно необходимы для человека. Система дополнительного профессионального образования может и должна стать современным транслятором знаний в сфере новых технологий.

**Список литературы:**


1 Непрерывное образование в политическом и экономическом контекстах / Г.А. Ключарев, О.В. Агапова, И.Н. Гаврилова и др. — М.: Институт социологии РАН, 2008. — 400 с.

2 Фазлиева Я.С., Ахмадеева О.А. Проблемы энергосбережения и энерго-эффективности зданий в России // Молодой ученый. - 2016.- № 7. - С. 1020-1022.

3 Щипцова А.В. Организационные аспекты энергетического мониторинга региона / А.В. Щипцова, А.И. Кузьмичёв // Современное состояние прикладной науки в области механики и энергетики: материалы всероссийской научно-практической конференции - Чебоксары: ФГБОУ ВО «Чувашская ГСХА», 2016. - С. 633-640.

*ДЛЯ ЗАМЕТОК*

# НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО СТУДЕНТОВ XXI СТОЛЕТИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Электронный сборник статей по материалам LXXXII студенческой международной научно-практической конференции*

№ 10 (81)
Октябрь 2019 г.

В авторской редакции

Издательство ООО «СибАК»
630049, г. Новосибирск, Красный проспект, 165, офис 5.
E-mail: mail@sibac.info

16 +

СибАК

www.sibac.info