



# Завалишинские чтения | 2019



ВИБРАЦИЯ- 2019  
VIBRATION- 2019

XIV международная конференция  
по электромеханике и робототехнике

XIII Международная  
научно-техническая конференция  
"ВИБРАЦИЯ-2019. Вибрационные  
технологии, мехатроника и  
управляемые машины"

Курск, Россия, 17-20 апреля 2019

Web: <http://suai.edu.ru/conference/zav-read>



# ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКАЯ МАЛОМОЩНАЯ СЛЕДЯЩАЯ СИСТЕМА.

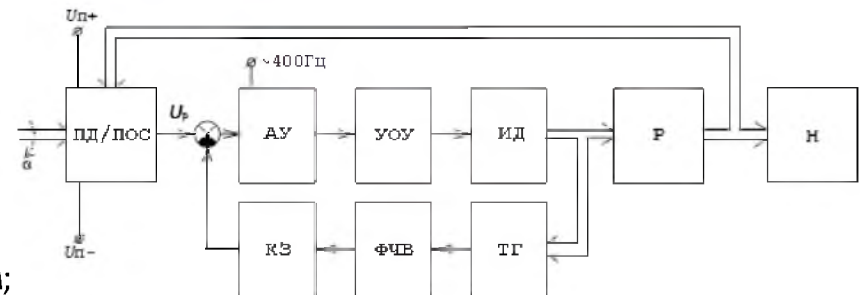
*В.С. Акопов, Т.Г. Полякова, С.С. Тимофеев*

Санкт-Петербургский государственный университет  
аэрокосмического приборостроения

Учебно-исследовательский комплекс выполнен на современной элементной базе и предназначен для реализации, практико-ориентированной подготовки специалистов в области «Управления в технических системах».

Стенд обеспечивает выполнение следующего комплекса исследований:

- анализ динамики исходной непрерывной следящей системы;
- анализ точности исходной системы;
- идентификация элементов системы управления, обладающих переменными (задаваемыми) параметрами;
- синтез закона управления для непрерывной следящей системы;
- исследование скорректированной непрерывной следящей системы с новым управляющим устройством;
- измерение, автоматическую обработку и регистрацию информации в процессе выполнения исследований.



# ГИБРИДНЫЙ ПРИВОД ДИСКОВЫХ ТОРМОЗОВ КОЛЕС АВТОМОБИЛЯ



Завалишинские  
чтения | 2019

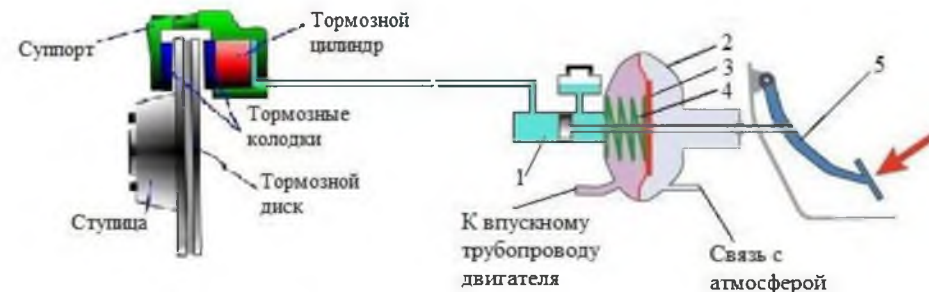
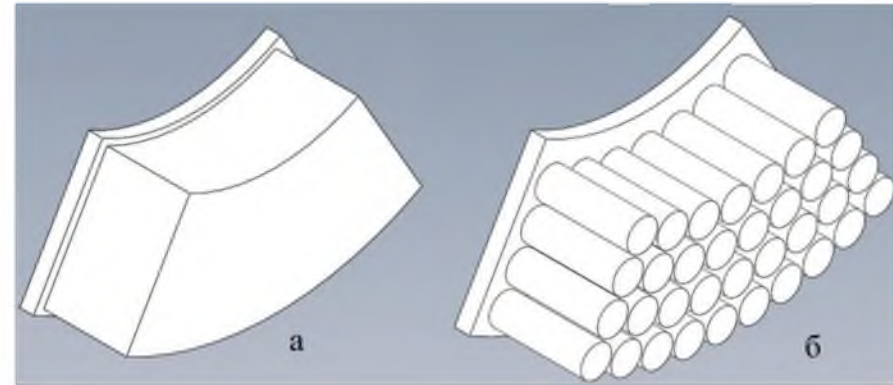
**В.С. Акопов, Н.А. Беседин**

Санкт-Петербургский государственный  
университет аэрокосмического приборостроения

Предлагаемая гибридная система, благодаря дополнительной комплектации исполнительной части пьезоэлементами, в момент возникновения опасности юза, оказывается значительно более быстродействующим исполнительным устройством чем классическая гидравлическая.

Гибридный привод имеет следующие преимущества перед гидравлической системой:

- Сокращение тормозного пути
- Сокращение времени разблокировки колеса
- Удержание высокого тормозного момента
- Удержание величины скольжения в заданном пределе
- Улучшение маневренности автомобиля в период работы антиблокировочной системы



# Специфика внедрения энергоменеджмента в промышленные предприятия России



Завалишинские  
чтения | 2019

**Г.С. Армашова-Тельник\***

кандидат экономических наук, доцент кафедры Программно-целевого управления в приборостроении

**П.Н. Соколова**

магистрант

\*Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

В целях повышения качества реализации системы энергоменеджмента в российских промышленных компаниях, необходимо осуществлять переход на широкомасштабное внедрение системы энергетического менеджмента что позволит обеспечить высокую эффективность реализации государственной политики в сфере энергосбережения и энергоэффективности.

Высокая значимость реализации системы энергоменеджмента в структуре управления промышленного субъекта хозяйствования объясняется ее уникальностью с точки зрения участия всех органов и департаментов предприятия в реализации проекта и интеграции процессов управления, которые направлены на увеличение показателей результативности функционирования на всех уровнях управления, посредством оптимизации изменений в структуре менеджмента предприятия.



Рисунок 2 – Модель системы энергетического менеджмента



С. В. Беззатеев, доктор технических наук, доцент

В. А. Мыльников, кандидат технических наук, доцент

Т. Н. Елина, кандидат экономических наук, доцент

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

Предложена методика вычислений прогнозного значения параметра аварийности с использованием нейронной сети с прямым распространением сигнала и обратным распространением ошибки при условии, что нейронная сеть находится в облачном сервисе, а данные клиента требуют высокого уровня защиты. Рассмотрен метод гомоморфного шифрования в качестве криптографической защиты входной и выходной информации. Приведена схема взаимодействия клиента и облачного сервера



С. В. Беззатеев, доктор технических наук, доцент

В. А. Мыльников, кандидат технических наук, доцент

Т. Н. Елина, кандидат экономических наук, доцент

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

Интеграция автомобильного транспорта в сеть Интернет с использованием технологий «Internet of things» предоставляет комплекс возможностей, значительно повышающих уровень комфортности, надежности и безопасности жизни как водителя, так и пассажиров. Существует несколько вариантов взаимодействия в рамках интернета автомобилей. Однако, при этом появляется необходимость решения проблем информационной безопасности, связанных с процедурами идентификации и аутентификации пользователя, передачей и хранением данных. Протоколы многофакторной аутентификации значительно повысят информационную безопасность данной системы



# АНАЛИЗ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

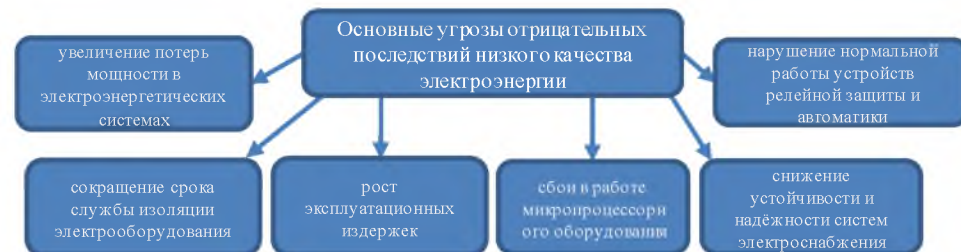


Завалишинские  
чтения | 2019

**А.В. Беляева** – магистрант кафедры электромеханики и робототехники  
**О.Я. Солёная** – кандидат технических наук, доцент, научный руководитель  
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»

**Актуальность.** «Энергетическая стратегия России на период до 2030 года» ставит одной из актуальных задач обеспечение надёжности, безопасности и управляемости электроэнергетических систем, с обязательным условием генерации высокого качества электрической энергии. Поэтому стандартизация и нормативно-правовое обеспечение качества электрической энергии являются безусловно актуальными вопросами.

Низкое качество электроэнергии приводит к ущербу, стоимость которого насчитывает миллиарды рублей в год.



В России уже более 40 лет функционирует нормативная база в сфере качества электроэнергии. Начиная с 1967 был введен стандарт по качеству электрической энергии. С 1997 и до 2014 года основным нормативным документом, устанавливающим в России нормы на показатели качества электрической энергии, был стандарт ГОСТ 13109-97. В 2000-е годы было решено издать два стандарта, которые бы соответствовали базе международного стандарта: ГОСТ 51317.4.30-2008, ГОСТ 51317.4.7-2008.

В 2012 году РФ вступила во Всемирную торговую организацию и с 1 июля 2014 года приказом Росстандарта вступает в силу новый межгосударственный стандарт ГОСТ 32144-2013, который действует по сей день.

## Этапы развития нормативной базы контроля качества электрической энергии



Структурная схема взаимодействия участников сертификации электрической энергии

## Сравнительный анализ основных показателей качества энергии

Параметр	ГОСТ 13109-97	ГОСТ 32144-2013
Отклонение напряжения	$\Delta U = \pm 5 \% \text{ и } \pm 10 \%$	$\Delta U = \pm 10 \%$
Отклонение частоты	$\Delta f = 20 \text{ с.}$	$\Delta f = 10 \text{ с.}$
Несимметрия напряжения – время интеграции	$\Delta t = 10 \text{ мин.}$	$\Delta t = 3 \text{ с.}$

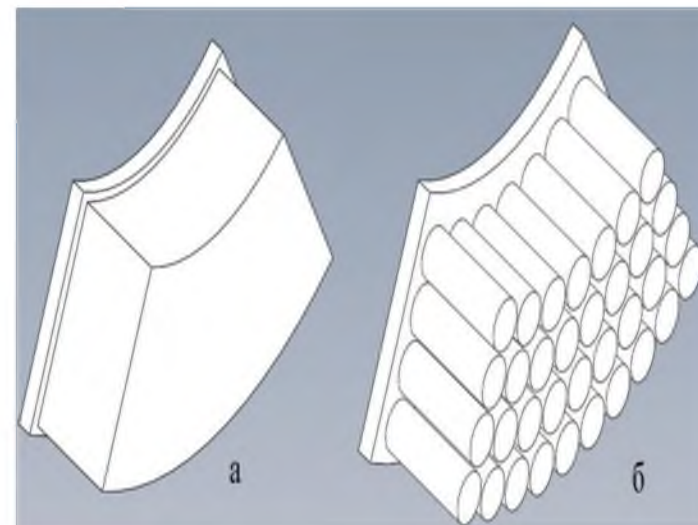
**Основные результаты.** Контроль показателей и сертификация качества электроэнергии является актуальной задачей, которая требует незамедлительного поиска решений путем внедрения современного инновационного оборудования, повышающего уровень энергоэффективности функционирования электроэнергетического комплекса страны, тем самым обеспечивая бесперебойное электроснабжение потребителей.

В. С. АКОПОВ, канд. техн. наук, ст. научн. сотр.

Н. А. БЕСЕДИН, магистрант кафедры управления в технических системах

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

Предлагается концепция использования пьезоактуаторов для увеличения быстродействия гидравлической колесной тормозной системы автомобиля. Выполнены предварительные расчеты, подтверждающие работоспособность предлагаемой гибридной дисковой тормозной системы автомобиля. Предложены эскизы конструкции



Варианты конструкций тормозных колодок с пьезоактуаторами

Таблица 1. Параметры пакетных пьезоактуаторов

Модель	Изменение размеров, мкм	Диаметр D, мм	Длина L, мм	Блокирующая сила, Н
P-056.20	30	56	33	60000
P-056.40	60	56	58	66000
P-010.20	30	10	30	2100
P-010.40	60	10	56	2200



# Анализ проблематики устаревания кадров в энергоотрасли



**Завалишинские  
чтения | 2019**

## **Т.А. Бобович**

магистрант кафедры программно-целевого управления в приборостроении

**Г.С. Армашова-Тельник** – кандидат экономических наук, доцент – научный руководитель

Проблема дефицита квалифицированных кадров является чрезвычайно острой для современной российской энергетики и тревожит руководителей всех энергетических компаний без исключения. Нехватка персонала и низкоэффективная организация труда являются основными факторами, сдерживающими развитие экономики нашей страны в ближайшие 10-15 лет. В связи с этим основной целью государственной поддержки энергетической отрасли на современном этапе является сохранение существующего кадрового потенциала и опережающее его развитие в дальнейшем.

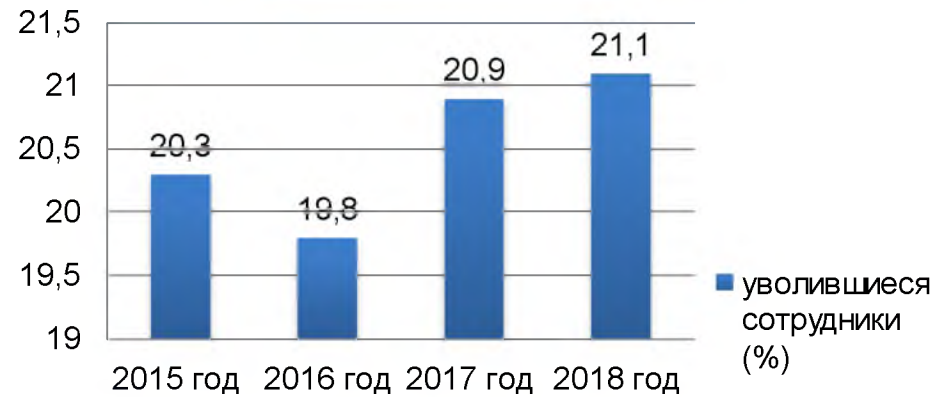


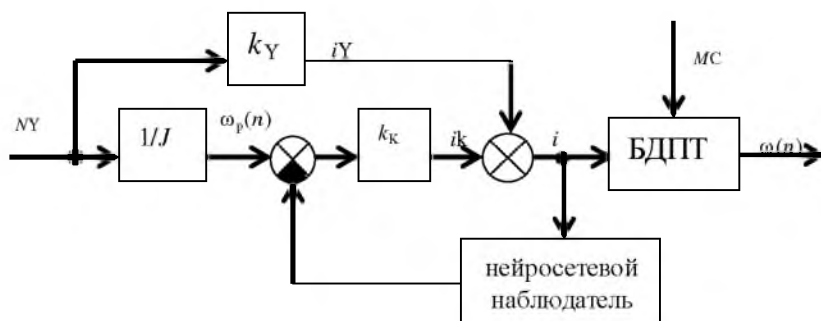
Рисунок 1. Динамика текучести кадров в электроэнергетике

Стаж работы	Количество сотрудников (%)			
	2015 год	2016 год	2017 год	2018 год
Менее одного года	2	3	1	2
Один – три года	6	4	4	3
Три – пять лет	12	13	9	10
Пять – десять лет	16	14	21	18
Десять - двадцать лет	38	39	40	42
Более двадцати лет	23	27	25	25

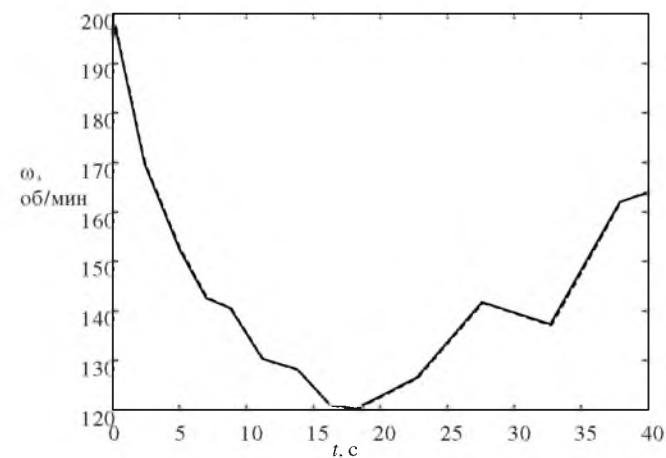
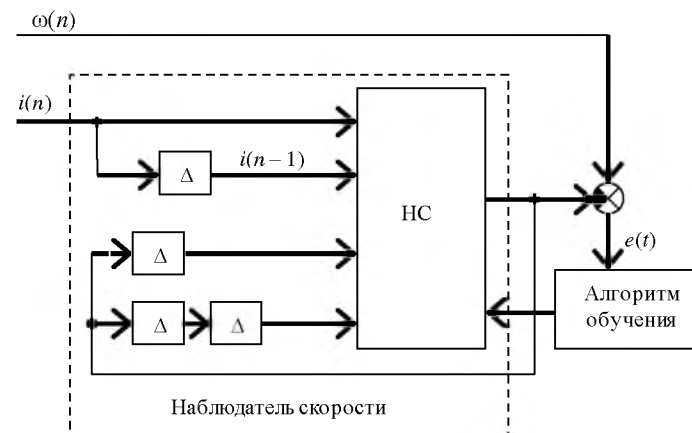
Таблица 2. Стаж работников электроэнергетической отрасли

Бураков М.В., Якимовский Д.О.  
ГУАП

.В последние годы наметилась тенденция к отказу от датчиков механических и магнитных переменных за счет использования наблюдателей состояния, в частности – наблюдателей скорости вращения. Использование наблюдателей может снизить стоимость и повысить отказоустойчивость электропривода.



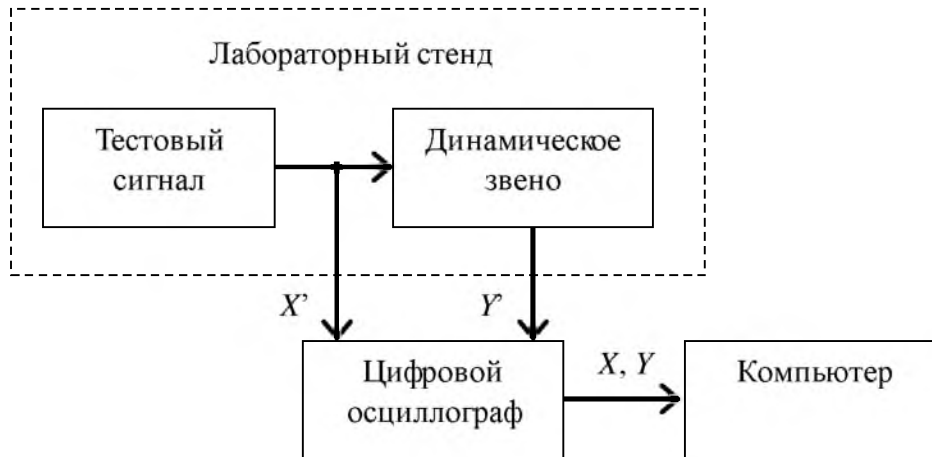
Вычислительные эксперименты показали, что в качестве наблюдателя скорости может быть использована двухслойная сеть прямого распространения с пятью нейронами 1-го слоя и одним нейроном 2-го слоя. Первый слой имеет нелинейные активационные функции (tansig), 2-й слой имеет линейную активационную функцию.



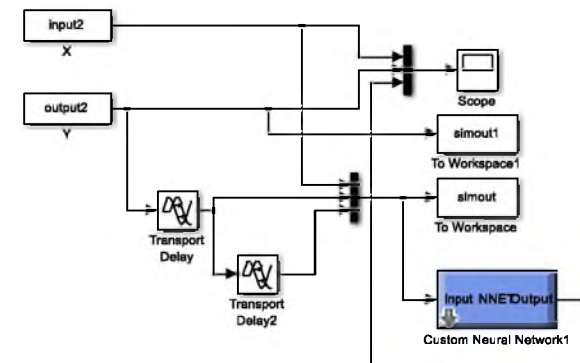
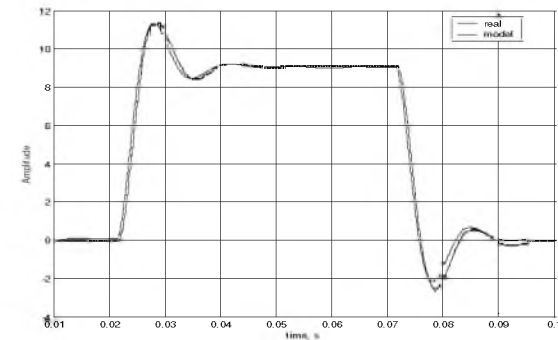
Скорость ротора: выход объекта (сплошная) и выход наблюдателя (пунктир)

## Бураков М.В., Брунов М.С. ГУАП

Лабораторный стенд «Теория автоматического управления» предназначен для получения опыта исследования систем управления. Одной из задач, которые могут быть поставлены перед студентами, является идентификация динамического объекта по экспериментальным характеристикам.



Были рассмотрены два популярных алгоритма идентификации: метод наименьших квадратов (МНК) и нейросетевая идентификация.

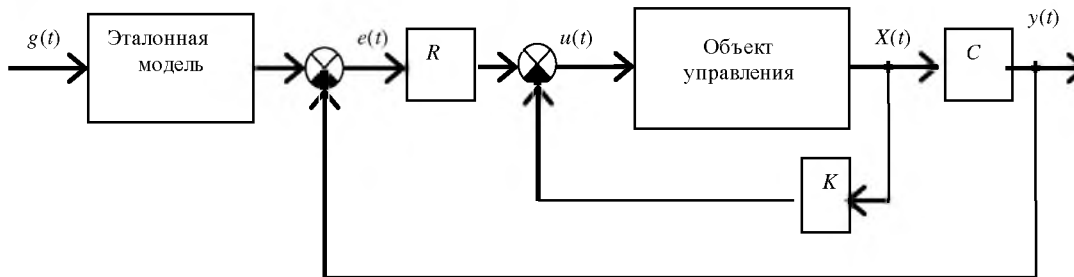




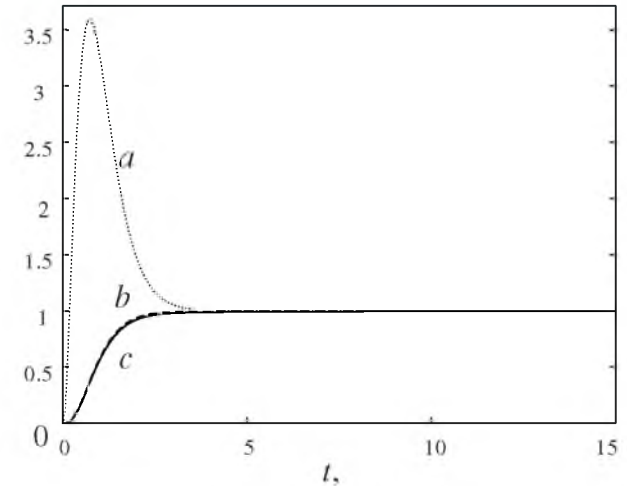
Бураков М.В., Брунов М.С.  
ГУАП

Процедура модального синтеза не учитывает влияние малых нулей объекта на динамику системы, которое может выражаться в резком увеличении перерегулирования во время переходного процесса.

В работе рассмотрен вариант синтеза модального регулятора для объекта с малыми отрицательными нулями, который базируется на введении дополнительной отрицательной обратной связи, устраняющей негативное влияние нулей.



Внутренний контур системы использует описание желаемого расположения полюсов, заданное с помощью стандартных полиномов (Ньютона, Баттерворта, Чебышева или Бесселя), либо с помощью корневых показателей качества. Внешний контур рассматривает текущую ошибку выхода системы  $e(t)$ , которая служит входом регулятора  $R$ .



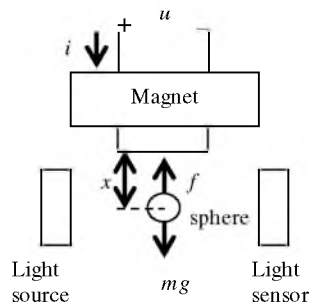
Реакция на единичный скачок:  $a$  – система с модальным регулятором,  $b$  и  $c$  – эталонный процесс и двухконтурная система

Рассмотренный метод введения дополнительной обратной связи по ошибке выхода позволяет нивелировать влияние медленных нулей и обеспечить заданные критерии качества переходного процесса.

Burakov M.V.

SUAI

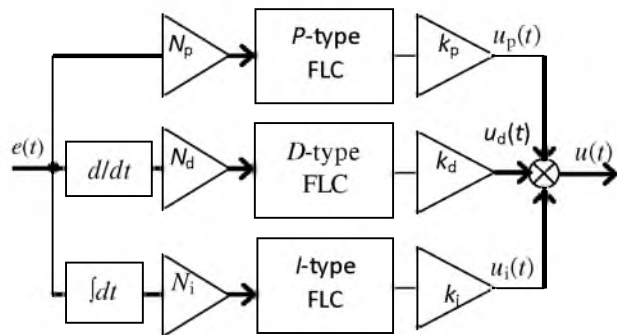
This paper has developed a fuzzy PID controller for the magnetic levitation control system. This control plant is highly nonlinear, which makes inefficient use of linear controllers. The synthesis technique of fuzzy PID controller as three-channel structure in which each channel has nonlinear control function settings are configured by means of a genetic algorithm is considered in the article.



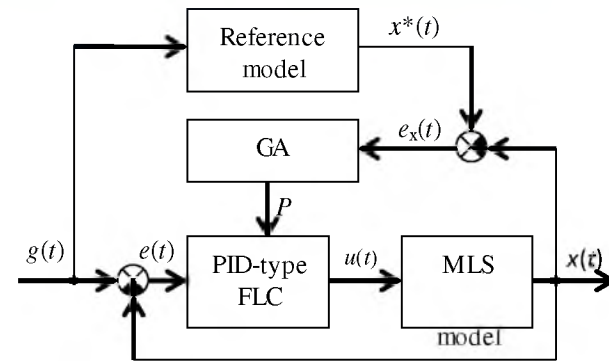
$$u(t) = i(t)R + L \frac{di(t)}{dt},$$

$$\frac{di(t)}{dt} = -i(t) \frac{R}{L} + \frac{u(t)}{L}.$$

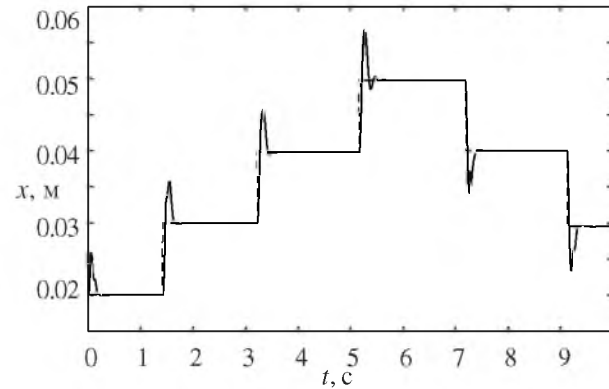
$$m \frac{d^2x}{dt^2} = mg - k \left( \frac{i}{x} \right)^2.$$



Decomposition of PID-type FLC



Genetic training of fuzzy PID controller

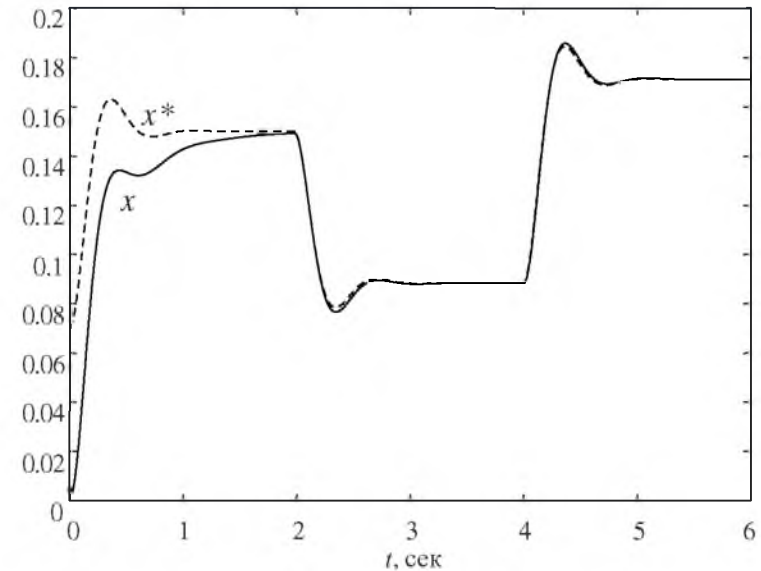
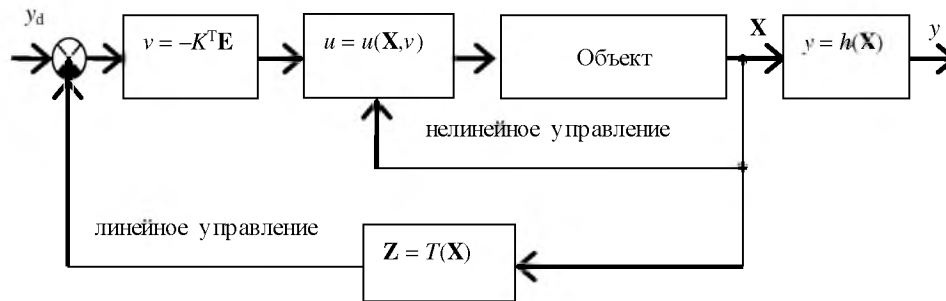


Transition processes in the MLS with a fuzzy PID controller



## Бураков М.В. ГУАП

Системы магнитной левитации (МЛ) широко используются в промышленности и на транспорте, и сфера их использования непрерывно растет. В работе рассматривается вариант линеаризации обратной связи системы МЛ, динамика которой существенно нелинейна.



Переходные процессы в системе магнитной левитации

$$\alpha(\mathbf{X}) = L_f^3 h(\mathbf{X}) = \frac{k}{m} \left( \frac{x_3^2 x_2}{x_1^3} \right) + \frac{2k}{m} \left( \frac{x_3^2}{x_1^2} \right) \frac{R}{L};$$

$$\beta(\mathbf{X}) = L_g (L_f^2 h(\mathbf{X})) = -\frac{2k}{Lm} \left( \frac{x_3}{x_1^2} \right);$$

$$u = \frac{\alpha(\mathbf{X}) + v}{\beta(\mathbf{X})}.$$

Недостатком рассмотренного подхода является необходимость вычисления 2-й производной задающего воздействия, что может быть затруднительно на практике.



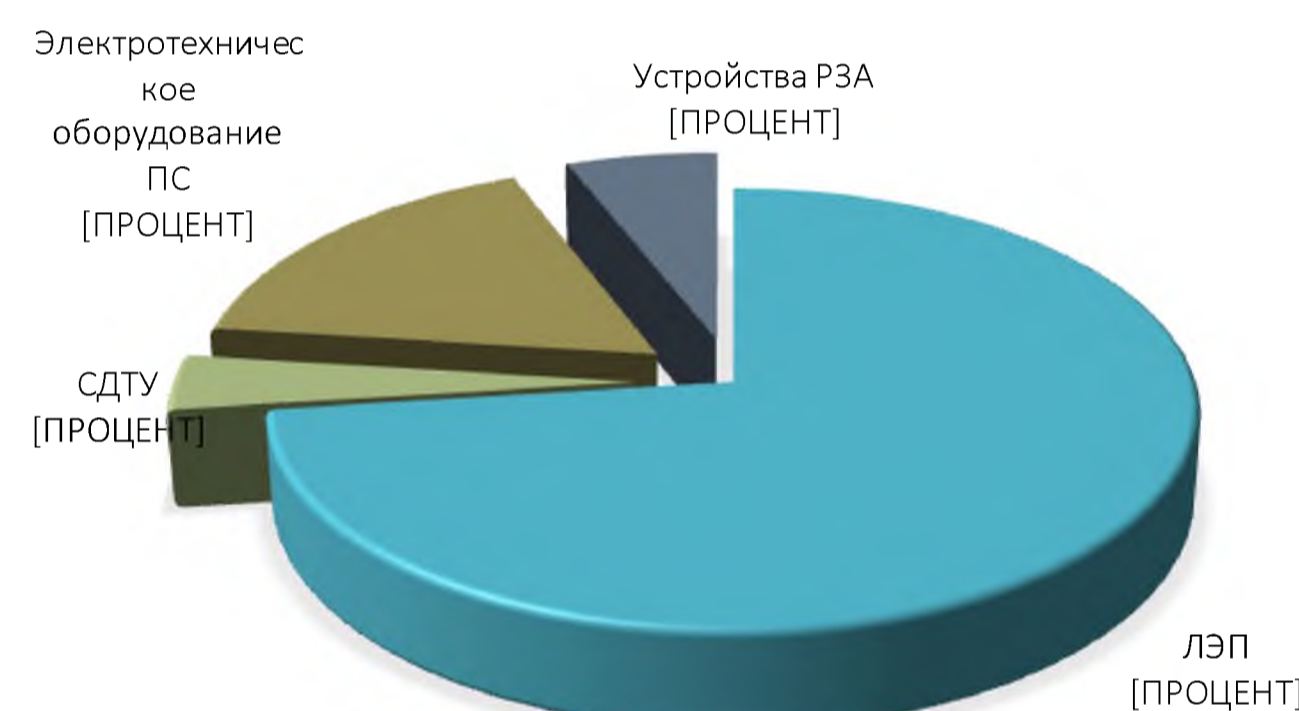
# Электрические сети нового поколения



**Завалишинские чтения | 2019**

Работу выполнил: студент кафедры «Электромеханики и робототехники» Важник В.С.  
 Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Солёная О.Я.  
 Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

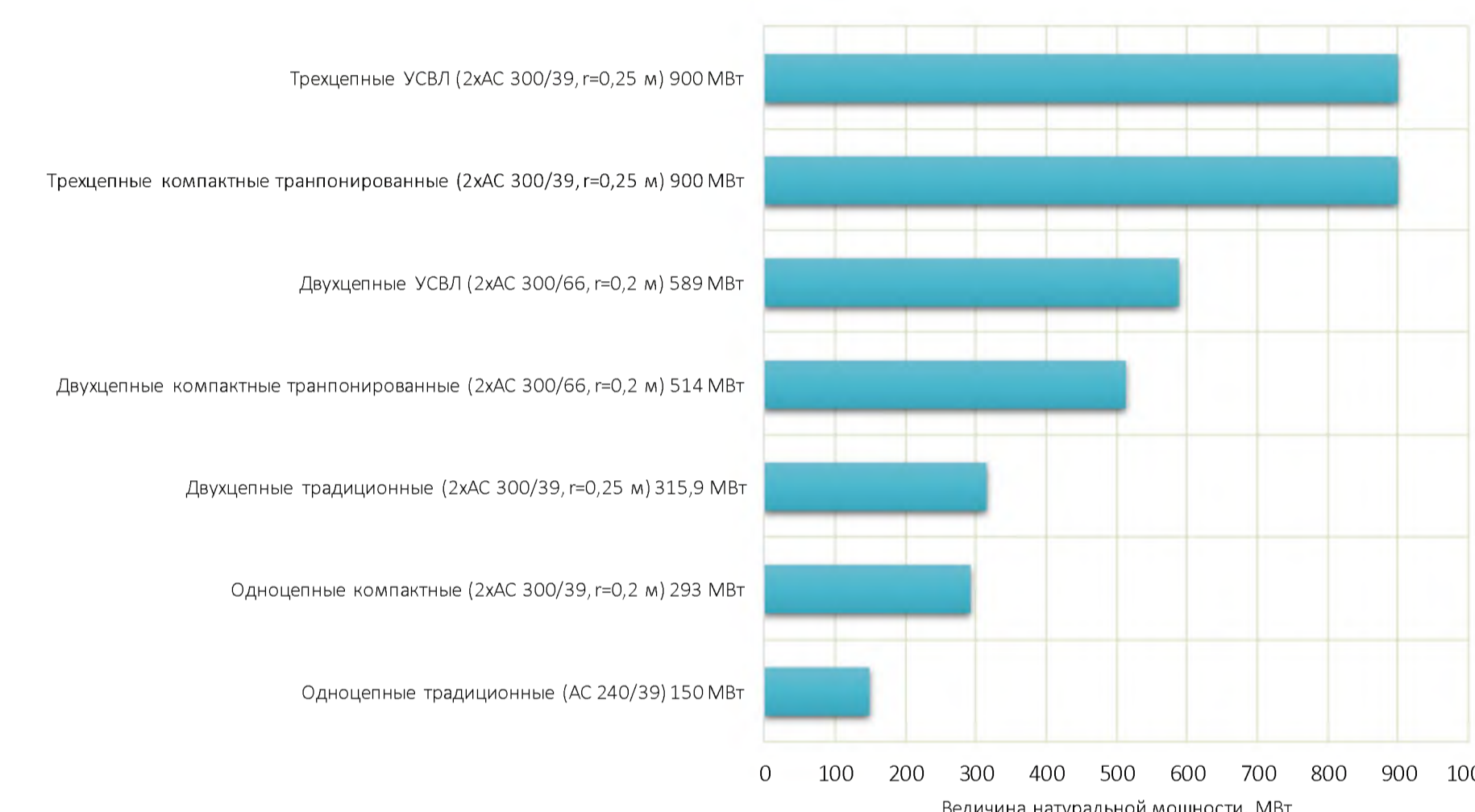
В соответствии со статистикой технологических нарушений на электросетевых объектах РФ за 2018 г. следует, что большая часть нарушений приходится на повреждение линий электропередач. Исходя из этого, вытекает одна из главных целей стоящих в мировой электроэнергетике – повышение надежности и энергоэффективности электрических сетей.



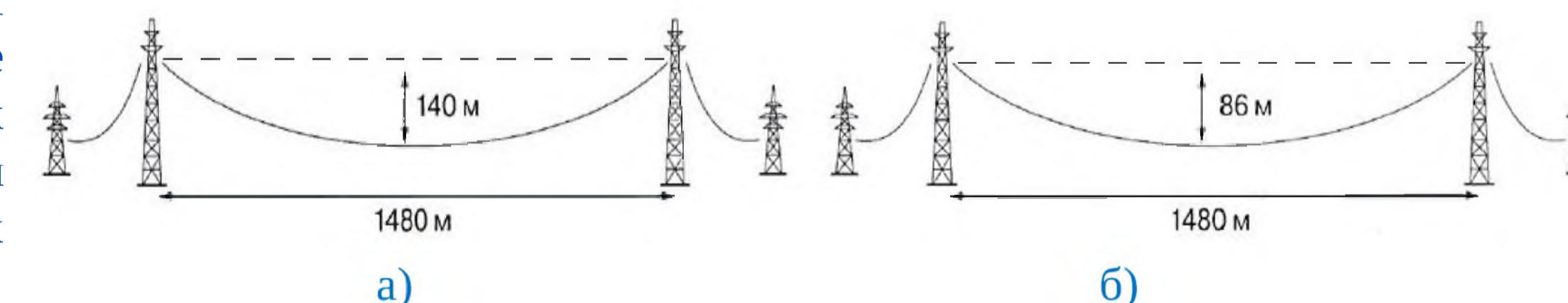
Рассматриваемые системы имеют функцию управления разъединителями и выключателями на линии поврежденного участка, а также возможность производить монтаж/демонтаж с помощью управляемого дрона.



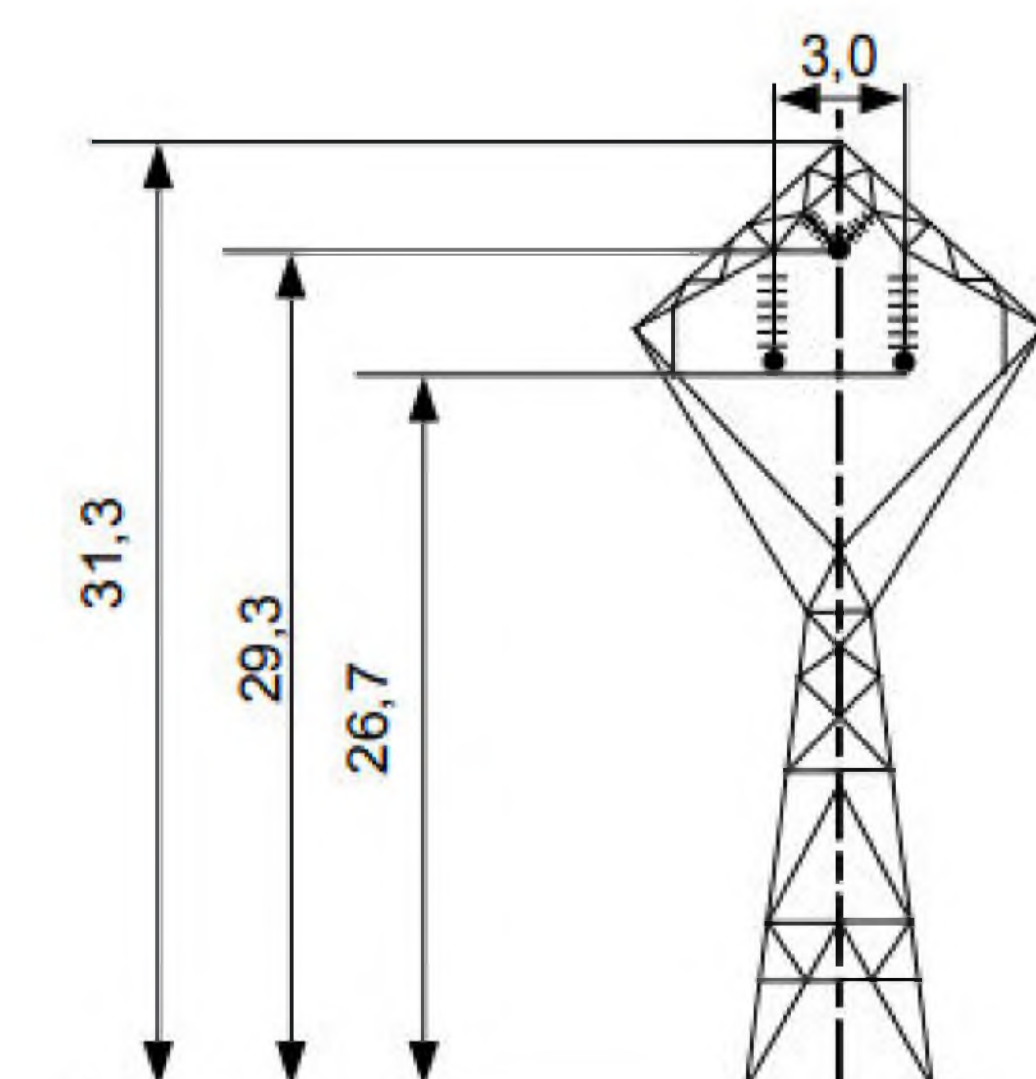
Главные электрические параметры ВЛЭП – активное и реактивное удельное сопротивление, а также удельная емкостная проводимость. Данные величины определяют величину натуральной мощности, которая используется для проведения сравнительного анализа различных вариантов и типов ВЛ.



Под электрическими сетями нового поколения понимаются трехфазные воздушные ЛЭП, которые созданы на основе принципиально новых технических решений по части их схемного и конструктивного исполнения, компоновки средствами управления и использования нестандартных способов регулирования параметров режимов.



Для повышения надежности и энергоэффективности ЭС необходим оперативный и качественный контроль состояния сетей.

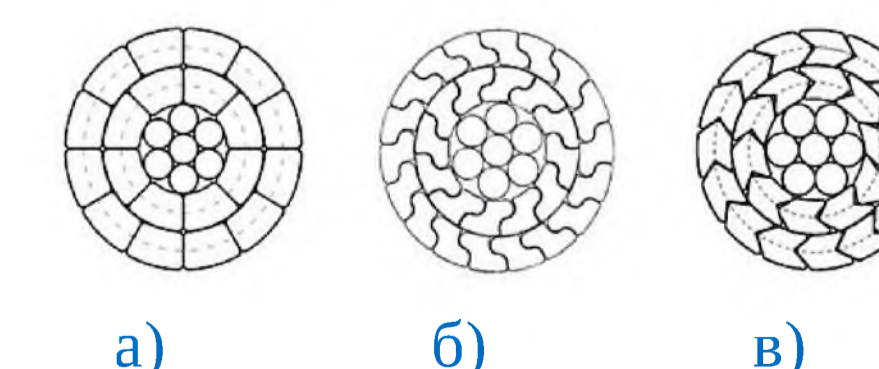


Трехфазная одноцепная ВЛЭП 220 кВ

Варианты перехода двухцепной ВЛ 220 кВ:

- а) с проводами марки АС 500/336;
- б) с проводами марки ТАСR/АС с сечением ТПЧ 521 мм<sup>2</sup>.

Использование высоковольтных проводов нового поколения – это еще один шаг на пути к достижению поставленной цели.



Нестандартные формы проволок токопроводящей части провода:

- а) трапециевидная;
- б) Z-образная;
- в) стреловидная.



Васин М. А. студент-магистрант  
СПб ГУАП

В процессе выполнения работы, был рассчитан высокочастотный трансформатор с немагнитным зазором. С целью уменьшения потерь в трансформаторе его магнитопровод выполнен из нанокристаллического сплава марки ГМ 412В с низкими удельными магнитными потерями, равными 3 Вт/кг.

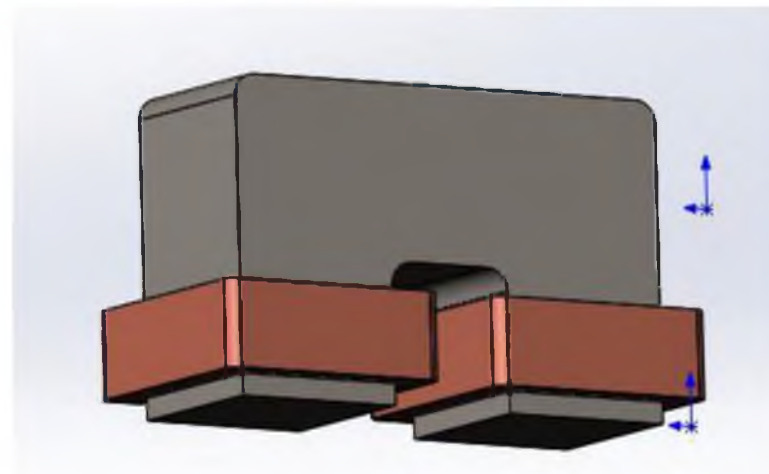


Рис. 1 модель половинки высокочастотного трансформатора для бесконтактного ЗУ АКБ НПА



# ВЫСОКОТОЧНЫЙ АНАЛОГО-ЦИФРОВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НА БАЗЕ МИКРОСХЕМЫ LM358

Для большинства современных устройств на базе микроконтроллеров, которым так или иначе приходится работать с аналоговыми сигналами, всегда необходимо преобразовывать аналоговый сигнал в цифру для последующих вычислений. Некоторым устройствам необходимо преобразование с очень большой точностью.

На данный момент широко используются внутренние схемы аналого-цифрового преобразования контроллеров, однако их точность ограничивается в основном 10 (в редких случаях 12) разрядами, к тому же с пороговым входом сигнала не превышающим напряжение питания микроконтроллера (от 3 до 5 вольт). Это значит, что максимальная точность оцифровки сигнала будет составлять 3 вольта поделенные на 1023 бита, что равняется 3мВ. Также существуют специализированные выносные модули АЦП, с повышенной точностью до 24 разрядов. При этом напряжение сигнала не должно превышать 2.048 вольта. В таком варианте реализации точность измерения достигает тысячных милливольта, однако добавляется существенное ограничение по порогу напряжения входного сигнала. К тому же данный модули достаточно дорогостоящие.

В данной статье необходимость такого АЦП будет рассматриваться для модуля проверки аккумуляторных батарей, в котором необходимо анализировать напряжение 12-ти вольтовой батареи с высокой точностью и переводить его в цифру для микроконтроллера. Так как вышеперечисленные решения не подходят по напряжению входного сигнала, а так же являются достаточно дорогими и требуют необходимой программы настройки для общения микроконтроллера и модуля, был собран простой аналого-цифровой преобразователь на базе микросхемы LM358.

Для того, что бы повысить точность измерения дельта U, в блоке тестирования АКБ, необходимо вычесть постоянную составляющую, ниже которого напряжение не упадет при подачи нагрузки на АКБ. К примеру, если на АКБ подать максимальный тестовый сигнал, напряжение даже самого плохого АКБ не просядет ниже 11 вольт. Следовательно, мы можем вычесть это напряжение из АКБ. Для этого используем схему LM358 в режиме вычитания напряжения, изображенную на рисунке 1. На выходе операционного усилителя формируется напряжение по формуле:

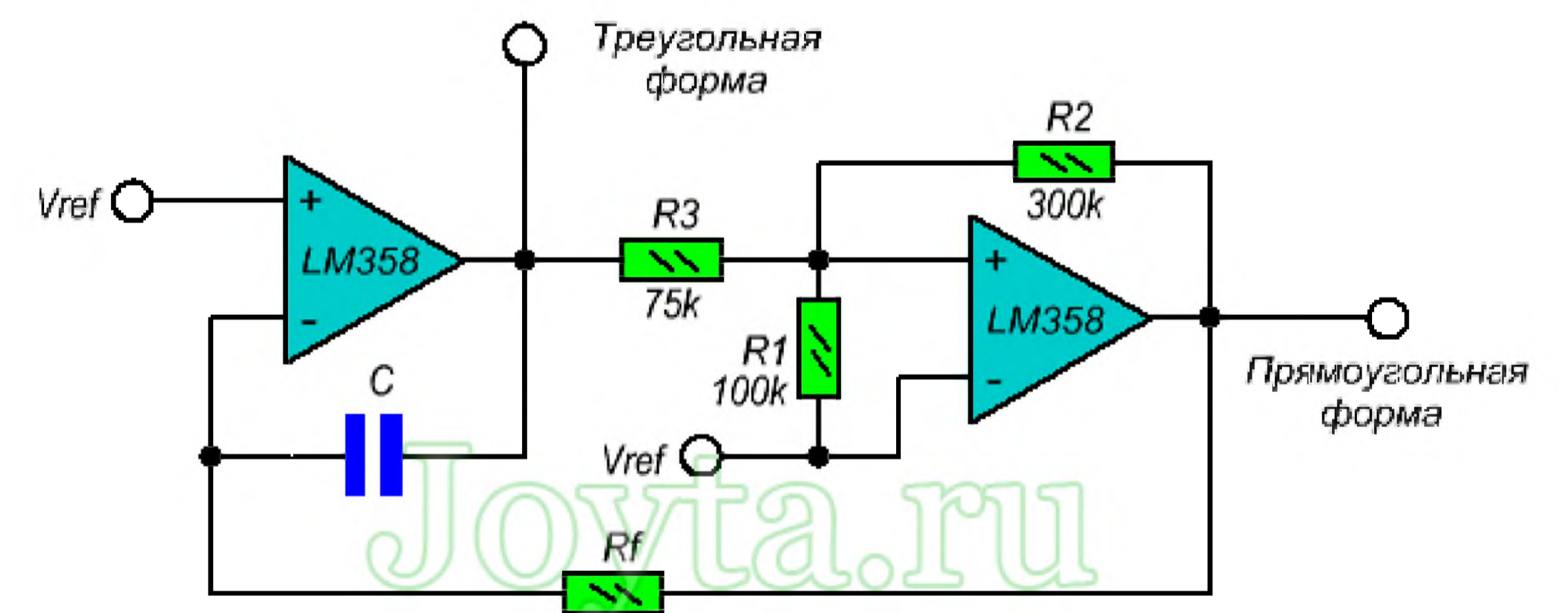
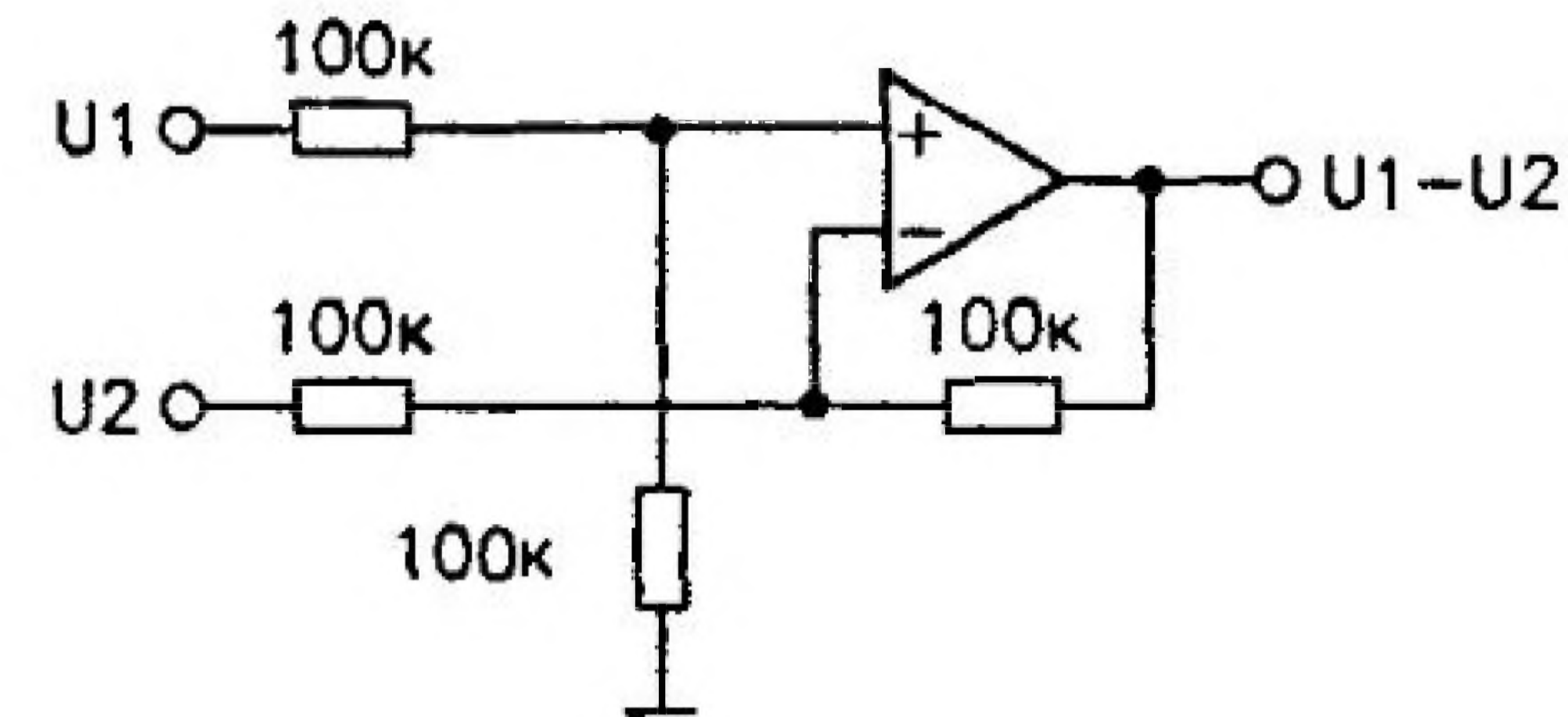
$$U_{\text{вых}} = U1 - U2$$

На вход U1 подается напряжение с АКБ, на U2 подается опорное напряжение которое хотим вычесть. На выходе усилителя, динамика напряжения будет в точности повторять динамику самого АКБ с вычетом из его опорного напряжения. Таким образом, мы преобразуем зазор измеряемого напряжения.

Далее, для того, что бы с высокой точностью оцифровать напряжения дельта U, будет использоваться схема конвертера напряжение-частота, собранная на двух операционных усилителях LM358. Схема приведена на рисунке 2.

Данная схема преобразует входное напряжение в частоту, которую в дальнейшем контроллер сможет посчитать при помощи обыкновенного счетчика без каких либо дополнительных программных настроек микроконтроллера или посчитать таймером время между импульсами и также определить частоту. Также схема способна принимать и конвертировать сигнал в широком диапазоне частот, которая ограничена напряжением питания LM358. Значение частоты может достигать, в теории мегагерцы, что позволяет с большой точностью измерять напряжение. Аппаратно, точность измерения, то есть выходная частота, рассчитывается по формуле из рисунка 2.

Таким образом, всего на 3-х операционных усилителях, можно собрать высокоточный АЦП, который способен вычислять и преобразовывать в цифру напряжение с точностью до тысячных милливольта, без специальных программных настроек и гораздо более дешевым, относительно выносных модулей АЦП.



$$f = \frac{R1 + R3}{4 * C * R1 * R2} \quad R3 = \frac{R2 * R1}{R2 + R1}$$



**Д.А. Галичин**

магистрант кафедры программно-целевого управления в приборостроении

**Г.С. Армашова-Тельник**

кандидат экономических наук, доцент – научный руководитель

Стратегию планирования предприятия в сфере электроэнергетики в рамках современного рынка необходимо рассматривать как структурный план действий, основанный на исследовании рынка, инновационных технологий, среды хозяйствования с содержащимися в них компонентами риска. Структурная область стратегии планирования в отрасли электроэнергетики связана с потребностью придания ей конкретной эластичности, обеспечивающей соответствующие перемены в данных условиях с точки зрения экономических обстоятельств и иных немаловажных факторов и тенденций сферы хозяйствования.

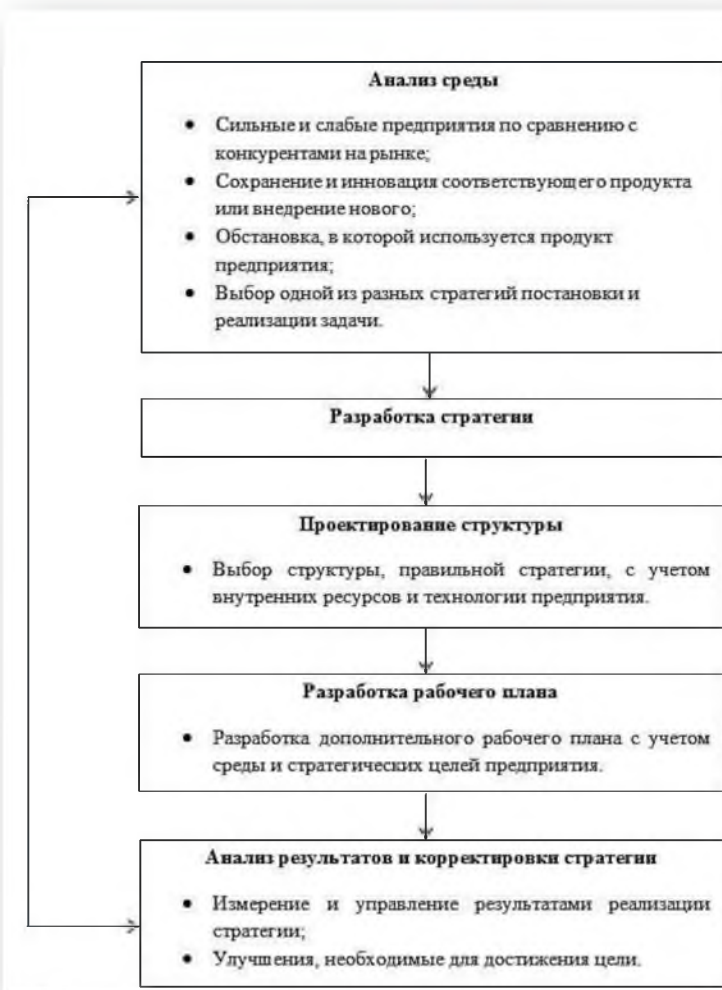


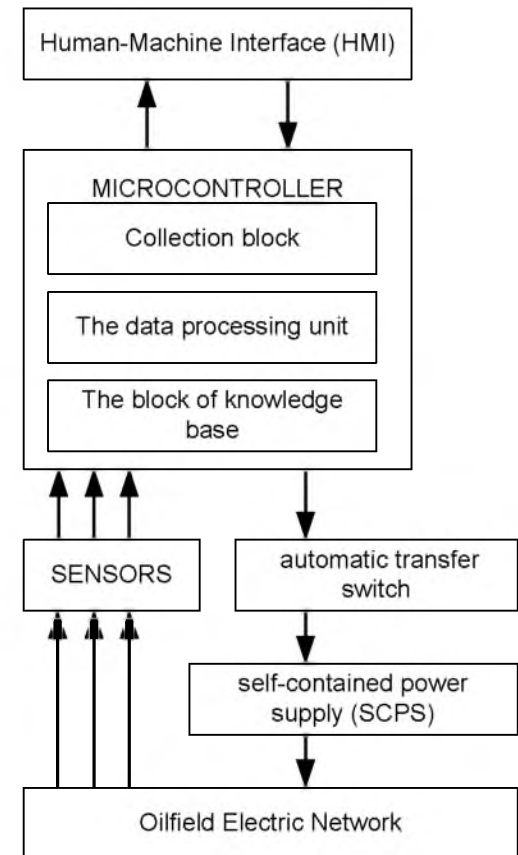
Рисунок 1 – Среда, стратегия и структура энергопредприятий



Tatyana D. Gladkikh  
Industrial University of Tyumen

This intelligent system determines the potential consequences for the consumer in case of voltage dips in electrical networks. Intelligent system analyzes system state variables, using the gathered experience of a system crashes and decides on the technical measures to minimize the damage to the consumer. For the recognition of process equipment stop due to the voltage dip is proposed to use an artificial neural Learning Vector Quantization LVQ-network. The proposed information system with the recognition of the network mode is a step towards the creation of smart-grid and its development will make a trouble-free power supply to consumers. The results can be applied not only in the oil fields, but in any power supply system that provides alternative sources of electricity.

The block diagram of  
the information system



# КОМПЛЕКТ АВТОМАТИКИ ДЛЯ СИСТЕМ ПРОМЫШЛЕННОГО КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ

## Соавторы

К.О. Головин — студент кафедры управления в технических системах;  
А.А. Ефимов — профессор, доктор технических наук;

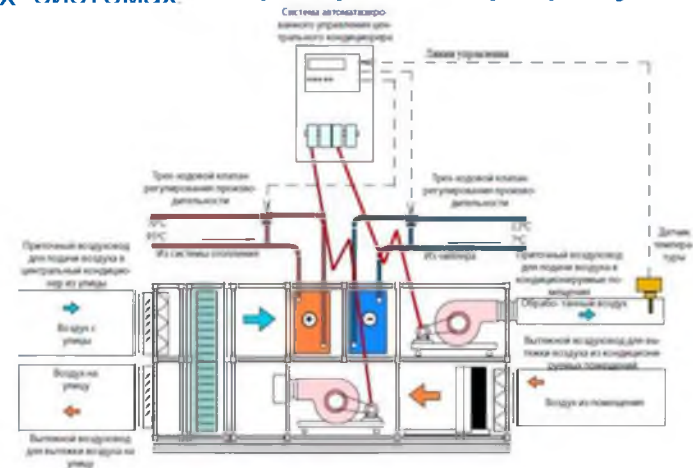
## Основные результаты

В ходе исследований было изучено основное технологическое устройство и принцип работы приточно - вытяжной вентиляции.

Целью данной работы являлось разработка и описание беспроводной (дистанционной) системы контроля и управления автоматизированных систем вентиляции и кондиционирования для комплексов АСУ воздухообмена.

Проведён поиск микроконтроллерного устройства для использования его в шкафах управления в системе вентиляции и кондиционирования. Разработана программа дистанционного контроля и управления на базе сети ZigBee и сетевого стандарта типа IEEE.

## Изображения, графики, формулы



Принципиальная схема приточно-вытяжной вентиляции



Контроллер системы вентиляции и кондиционирования

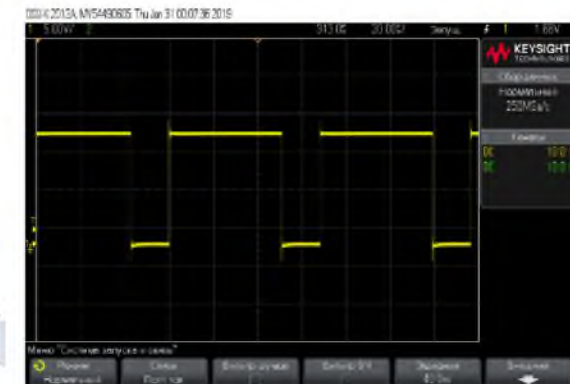
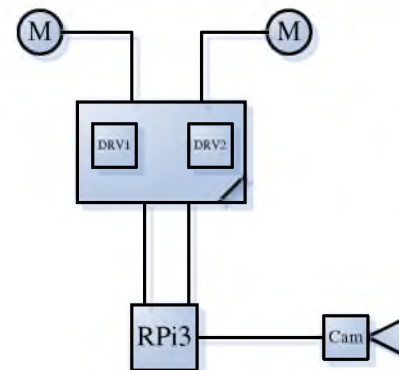
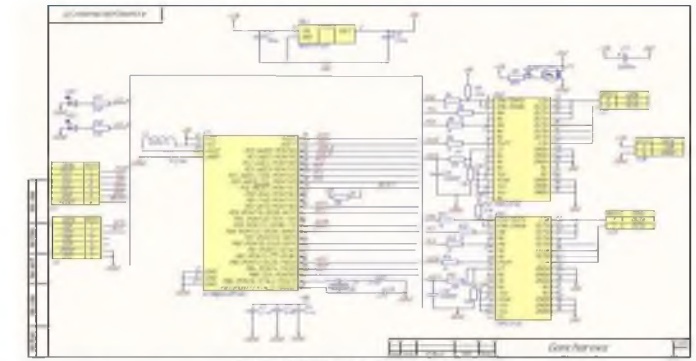
Соавторы: Гончарова В.И., Шишлаков Д.В.

Организации: Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

Основные результаты:

- Была проведена Широтно-импульсная модуляция (далее ШИМ), при которой подвергался изменения коэффициент заполнения  $k_z$ . Так как при проведении ШИМ частота и амплитуда сигнала являются величинами неизменными, то  $k_z$  – самый важный параметр. Осциллограммы испытаний представлены на рис. 3 – 5 и представлены с разными величинами  $k_z$ . Так же введем величину обратную  $k_z$  и обозначим её  $S$  – скважность;

-Из результатов проведенных лабораторных исследований видно, что увеличение величины коэффициента заполнения  $k_z$  влияет на увеличение скорости вращения моторов и уменьшает скважность.





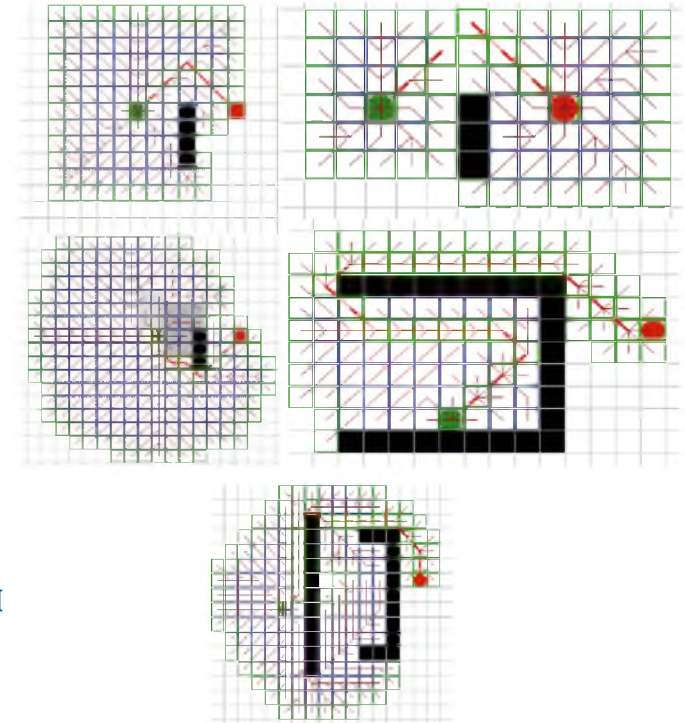
Автор: В. И. Гончарова,

Науч. руководитель: Д.В. Шишлаков,

Организация: Санкт-Петербургский государственный  
университет аэрокосмического приборостроения (ГУАП)

Основные результаты:

- 1)Траекторный метод управления;
- 2)Метод управления с использованием нечеткой логики;
- 3)Методы нейронных сетей;
- 4)Метод потенциалов в задаче выбора пути;
- 5)Методы построения траектории движения мобильного робота.



$$\dot{x}(t) = \frac{R}{2r} (\omega_R(t) + \omega_L(t)) \cos \theta(t),$$

$$\dot{y}(t) = \frac{R}{2r} (\omega_R(t) + \omega_L(t)) \sin \theta(t),$$

$$\dot{\theta}(t) = \frac{R}{br} (\omega_R(t) - \omega_L(t)) \cos \theta(t),$$

$$f(n)=g(n)+h(n),$$

Н.С.Горбач – магистрант кафедры №32  
 Е.Е. Усина – м.н.с. СПИИРАН  
 А.Р. Шабанова – м.н.с. СПИИРАН  
 Р.Н. Яковлев – м.н.с. СПИИРАН  
 СПбГУАП, СПИИРАН

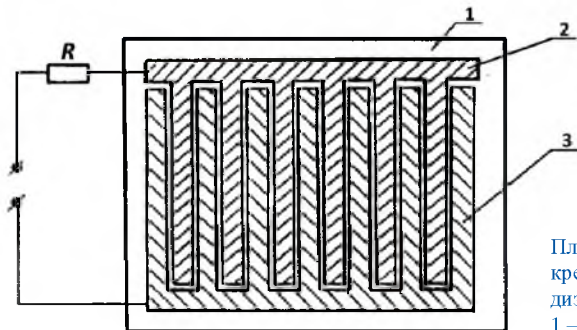
**Электроадгезия** – взаимодействие объектов, приводящее к их скреплению друг с другом, вследствие приложения к этим объектам электрического напряжения.

В данной работе предлагается методика расчета силовых характеристик управляемого электроадгезионного контакта, применяющегося для захвата проводящих и диэлектрических объектов.

Формула для расчета силы удержания при захвате диэлектрического объекта:

$$F = U^2 \frac{2\epsilon_0 L \lambda}{\pi a(a+b)} \epsilon_2 \left( \frac{\epsilon_2 - \epsilon_1}{\epsilon_1 - \epsilon_2} \right) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin \frac{\pi n a}{a+b}}{n} \frac{1}{\left( ch \frac{\pi n h}{a+b} + \frac{\epsilon_2}{\epsilon_1} \cdot sh \frac{\pi n h}{a+b} \right)^2}$$

U – приложенное напряжение;  
 $\epsilon_1$  – диэлектрическая проницаемость среды;  
 $\epsilon_2$  – диэлектрическая проницаемость закрепляемого диэлектрического объекта;  
 a – расстояние между электродами, b – ширина электродов, l – длина электродов.  
 $\alpha = 2la / [2(a+b)]$ ,  $\lambda = 2(a+b)$ ,  $L = N(a+b)$

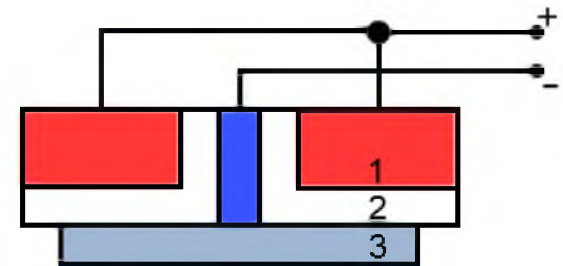
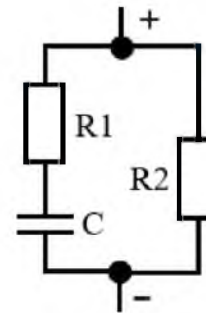


Планарное электроадгезионное крепежное устройство для захвата диэлектрических объектов.  
 1 – диэлектрическая плата  
 2,3 – электроды;  
 R – балластное сопротивление.

Формула для расчета силы удержания при захвате проводящего объекта:

$$F = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r S U^2}{2d^2}$$

U – приложенное напряжение,  $\epsilon_0$  – электрическая постоянная,  
 $\epsilon_r$  – относительная диэлектрическая проницаемость диэлектрика;  
 S – площадь контакта, d – толщина диэлектрика.



Поперечное сечение электроадгезионного крепежного устройства для захвата проводящих объектов.  
 1 – электрод, 2 – диэлектрик, 3 – проводниковый объект.

Предложенные расчетные зависимости позволяют оптимизировать параметры электроадгезионного захвата для достижения наибольшего усилия закрепления при минимальном энергопотреблении, а также прогнозировать электроадгезионное усилие в зависимости от электрофизических характеристик и геометрии электроадгезионного захвата.



Автор Григорьев А.В., студент-магистр  
Организации ГУАП

Основные результаты

В выполненной работе для электропривода целесообразно применять преобразователь в виде инвертора напряжения с широтно-импульсной модуляцией. При этом регулирование частоты и величины осуществляется средствами самого инвертора.

Схема управления должна осуществляться от микропроцессорного контроллера.

Изображения, графики,  
формулы

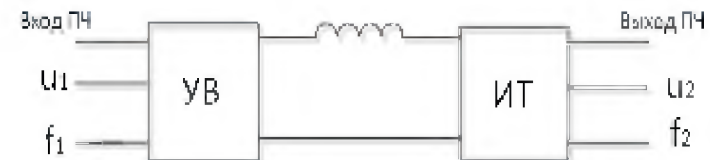


Рис.1 ПЧ с управляемым выпрямителем и инвертором

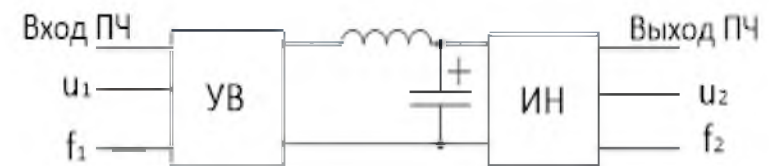


Рис.2 ПЧ с управляемым выпрямителем и инвертором напряжения

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ



Завалишинские  
чтения | 2019

**Г.К. Григорьев** – студент кафедры электромеханики и робототехники

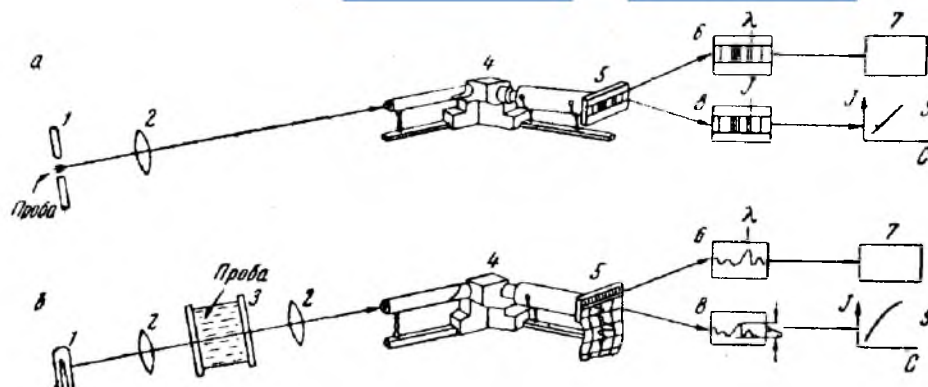
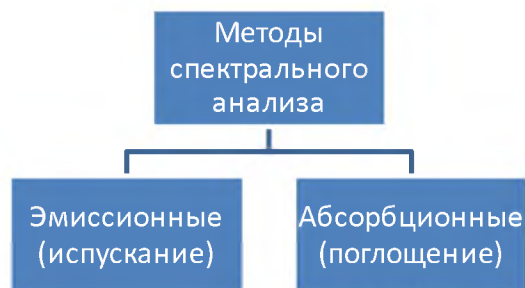
**О.Я. Солёная** (кандидат технических наук, доцент) – научный руководитель

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»

В условиях высоких темпов производства, серьезных требований к качеству изделий и их точности особое место отводится контролю продукции: он должен отвечать показателям чувствительности и скорости, но в то же время быть достаточно дешевым в использовании. Этим обусловлена актуальность использования рассматриваемого вида анализа.



Спектрограф SLO100M



Принципиальная схема спектрального анализа: а — эмиссионного; б — абсорбционного:

1 — источник света; 2 — осветительный конденсор; 3 — кювета для анализируемой пробы; 4 — спектральный аппарат; 5 — регистрация спектра; 6 — определение длины волны спектральных линий или полос; 7 — качественный анализ пробы с помощью таблиц и атласов; 8 — определение интенсивности линий или полос; 9 — количественный анализ пробы по градуировочному графику

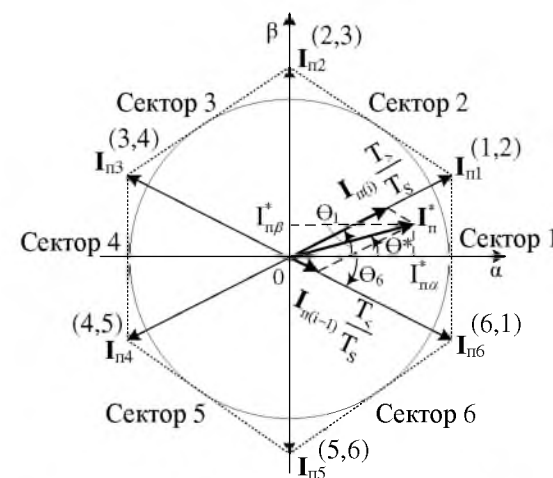
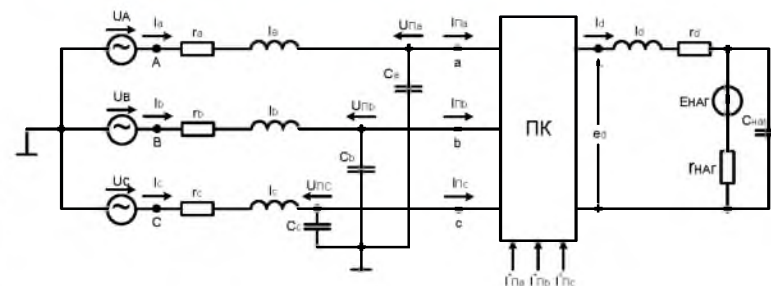
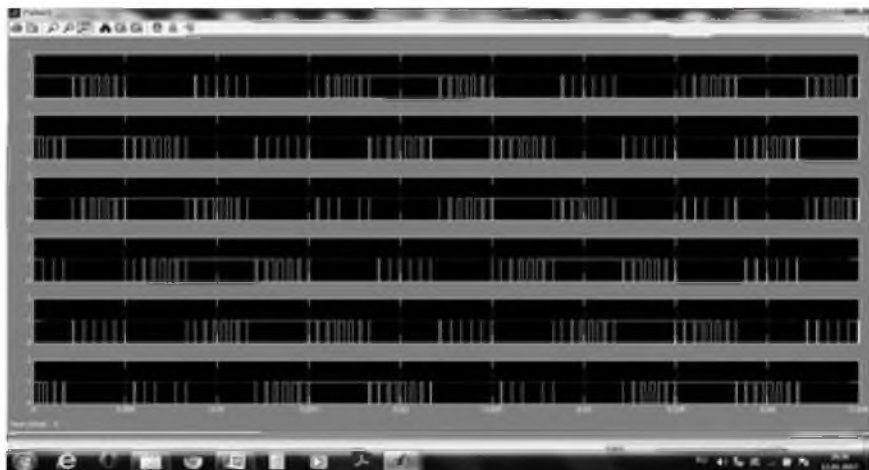
В металлообрабатывающей промышленности особенно важна скорость и точность при анализе заготовок и сплавов с целью предотвращения брака в готовых изделиях и непроизводительного труда. Для проведения подобного контроля используется **метод спектрального анализа**.

В пищевой промышленности широко применяются методы эмиссии и абсорбции для определения количественного содержания различных металлов и возможных иных включений в продуктах питания и сырье. Также спектральные анализаторы применяются в различных датчиках, обеспечивающих безопасность производства и поддержания заданных условий среды.

А.А. Ефимов, С.Ю. Мельников

ГУАП

Импульсы управления силовыми ключами ПК



По сравнению с алгоритмом синусоидальной ШИМ, алгоритм векторной ШИМ обладает большими по величине коэффициентами передачи по напряжению (ВШИМ - 2,12; СШИМ - 1,84), по току (ВШИМ - 1; СШИМ - 0,866) и меньшим в два раза коэффициентом гармоник токов питающей сети (ВШИМ - 4,33%; СШИМ - 8,73%).

$$\begin{bmatrix} \tau_{<} \\ \tau_{>} \end{bmatrix} = \frac{1}{I_d} \times \begin{bmatrix} \sin(2i-1) \cdot \frac{\pi}{6} & -\cos(2i-1) \cdot \frac{\pi}{6} \\ -\sin(2i-3) \cdot \frac{\pi}{6} & \cos(2i-3) \cdot \frac{\pi}{6} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} I_{\Pi\alpha}^* \\ I_{\Pi\beta}^* \end{bmatrix}$$

$$\tau_0 = 1 - \tau_{<} - \tau_{>}$$

*М.С.Романова; Е.А. Комарова; А.И.Соколова  
СПб ГУАП*

- Величина запасаемой энергии магнитной системы ITER - 55 ГДж;
- Продолжительность выделения энергии в резисторе - 11 секунд ;
- Блок ITER FDU прерывает ток до 70 кА при напряжении до 10 кВ

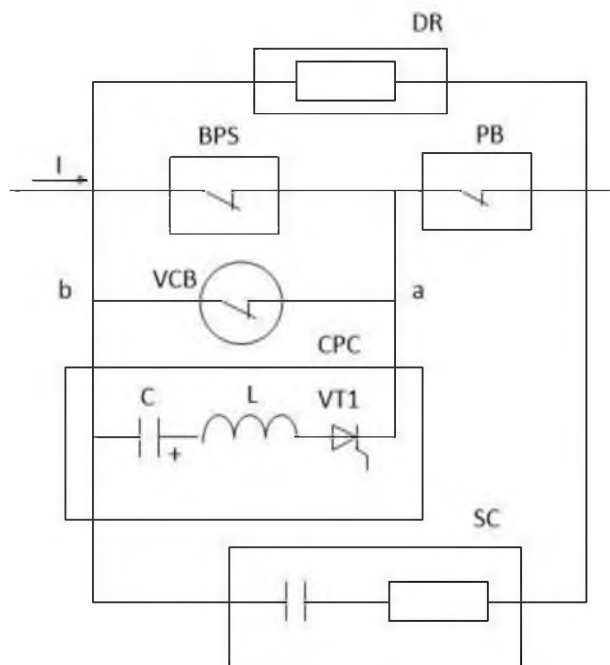


Рис.1 - Цепь питания FDU для тока  
однонаправленной катушки

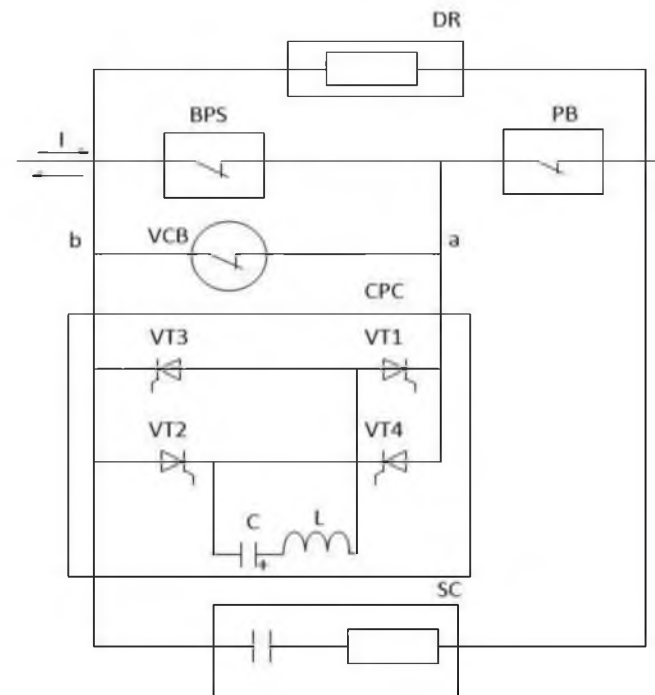


Рис.2 - Цепь питания FDU для тока  
двунаправленной катушки

**А.С. Иванов** магистрант кафедры

программно-целевого управления в приборостроении

**В.А. Семенова** кандидат экономических наук, доцент – научный руководитель

Несмотря на весомое количество достоинств, солнечные батареи имеют высокую стоимость и недостаточный коэффициент полезного действия.

Наиболее эффективным способом снизить цену на солнечные батареи является увеличение мощности солнечного потока, падающего на единицу площади фотоэлемента. Достигнуть этого можно благодаря устройствам концентрации солнечной энергии.

По всему миру используются четыре основные технологии концентрации.

Таблица 1 - Преимущества и недостатки различных типов концентраторов солнечной энергии

Тип концентратора	Преимущества	Недостатки
Параболоцилиндрический концентратор	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Достаточно использовать одноосный следящий механизм.</li><li>2. Температура теплоносителя может достигать 400°С, поэтому это – самая прогрессивная технология в сфере получения электроэнергии из тепла.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. При использовании фотоэлемента необходима дополнительная установка охлаждающего устройства для защиты от перегрева.</li></ol>
Плоский зеркальный отражатель с зеркалами Френеля	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Плоские отражатели дешевле, чем сферические зеркальные отражатели.</li><li>2. Монтаж производится близко к поверхности земли, что уменьшает структурные требования.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Менее эффективны в преобразовании солнечной энергии в электрическую, чем парабоцилиндрические концентраторы.</li><li>2. Имеются сложности с внедрением аккумуляторов в данную конструкцию.</li></ol>
Параболический концентратор	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Является на наиболее эффективной системой, имеющей КПД около 30% с применением двухосевой системы слежения.</li><li>2. Каждый модуль имеет собственный приемник, благодаря чему система может работать как автономно, так и быть частью системы из множества концентраторов.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Использование зеркал параболической формы, которые дороги и сложны в изготовлении.</li></ol>
Солнечные башни	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Очень эффективны благодаря гелиостатам, управляемым по двум осям.</li><li>2. Использование тепловых аккумуляторов, позволяющих запасать тепловую энергию и обеспечивать работу даже при отсутствии солнечного излучения.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Достаточно дорогостоящие.</li><li>2. Требуется большие пространства для размещения.</li></ol>

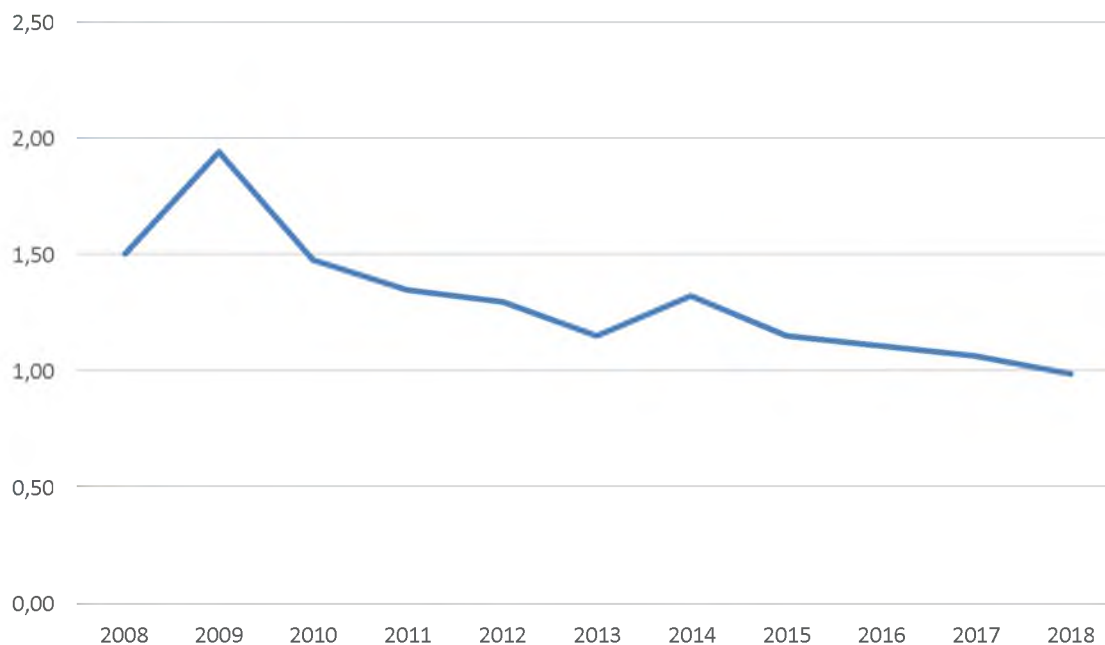
МВт в 2005 году. По состоянию на 2018 год на долю Испании приходилась почти половина мировой мощности - 2300 МВт, что делает эту страну мировым лидером по концентрации солнечной энергии. Далее следует США с 1740 МВт. Интерес в концентрации также заметен в Северной Африке и на Ближнем Востоке.





Р.Ю. Иванов; В.А. Семенова

По данным диаграммы видно, что за последние 10 лет стоимость 1 мегаватта мощности ветрогенератора снизилась более, чем в 2 раза. Подобного рода удешевление производства связано с развитием технологий, оптимизацией производственных процессов и повышением уровня локализации.



средняя рыночная цена ветрогенераторов (в  
долларах США на мегаватт мощности)

# Организация безопасного доступа к системе промышленной автоматизации и IoT систем



Завалишинские  
чтения | 2019

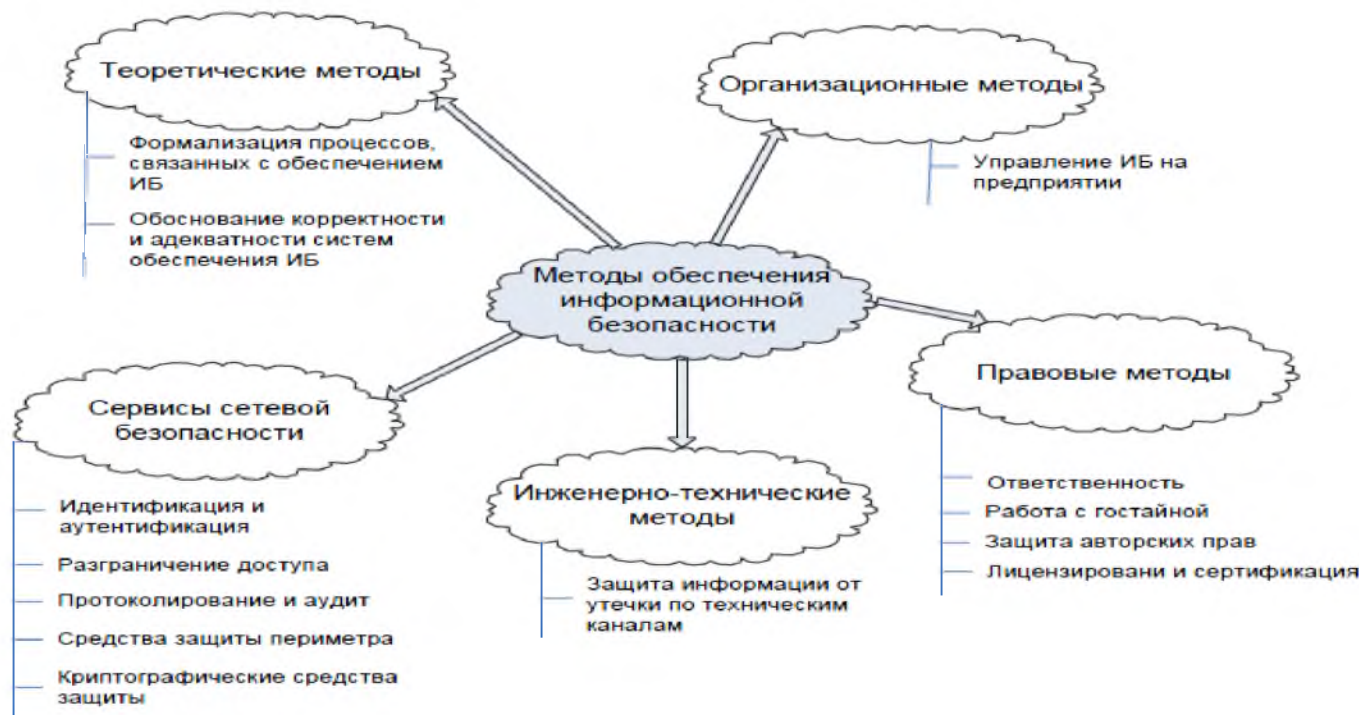
## Авторы:

Квас Е.С., Кузьменко В.П., Сериков С.А., Солёный С.В., Шиплаков В.Ф.

ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

**Цель:** Обзор хакерских атак на системы автоматизации и жизнедеятельности предприятий. Поиск мероприятий направленных на повышение информационной безопасности. Анализ данных методов и поиск наилучшего решения.

**Результаты:** Произведён анализ видов хакерских атак, основывавшийся на данных Kaspersky Lab. Предложены варианты решения данной проблематики.



Основные методы обеспечения информационной безопасности, направленные на повышение уровня противостояния противозаконного доступа к системам управления.



**А.Е. Керс** – магистрант кафедры программно-целевого управления в приборостроении

**М.В. Канавцев** – кандидат экономических наук, доцент – научный руководитель

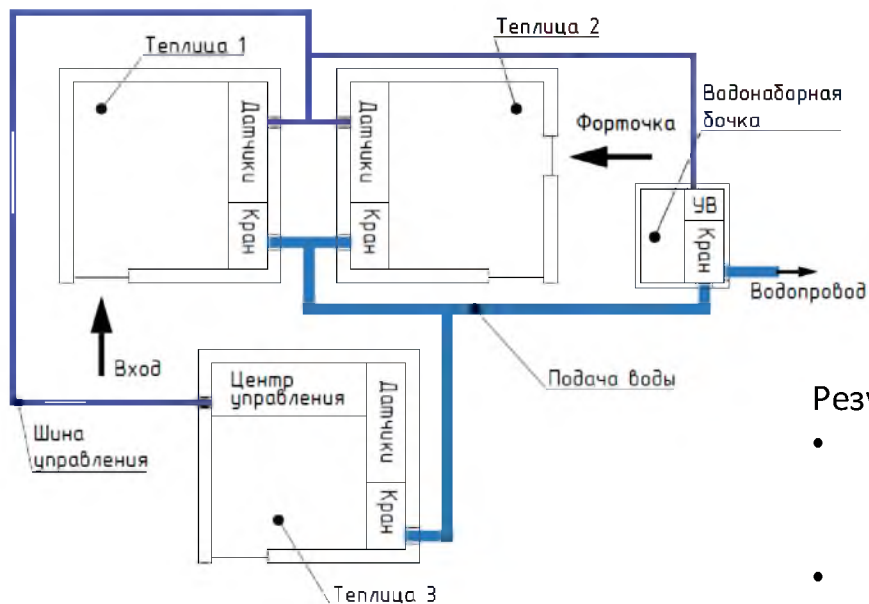
## Основные результаты

На сегодняшний день руководство предприятий не видит смысла внедрения данных систем по причине невнимательности к ERP, отсутствия четких целей, стратегий развития и неготовности предприятий к изменениям, ввиду сложности данных систем.

По причине сложности существующего интерфейса систем, рядовым кадрам предприятия трудно работать с ERP. Необходимо модернизировать структуру работы управляющего персонала с интерфейсом ERP, а именно – реорганизация рабочих процессов и их интеграция в мобильные приложения, которые позволят интуитивно работать с ERP, а также исключат проблему мобильности, оперативности контроля и принятия решений.

Сегодня всё более актуальной становится модернизация системы управления предприятием, посредством цифровизации большинства отделов предприятия и включения их в единую систему, на основе технологии нейросетей, что позволит оптимизировать контроль каждого участка предприятия и даст возможность быстрого анализа бизнес-процессов. Нейросети позволят интегрировать имеющиеся системы предприятия в ERP, что повлечет за собой оптимизацию расходов. Наличие комплексного подхода к решению проблем предприятия, позволит внедрять данные системы на предприятия любого типа, независимо от масштабов, отрасли и специфики деятельности, что упростит задачи, автоматизирует множество процессов, тем самым увеличив энергоэффективность.

А.О. Киселева – магистр кафедры №32  
С.В. Солёный – к.т.н., доцент СПбГУАП

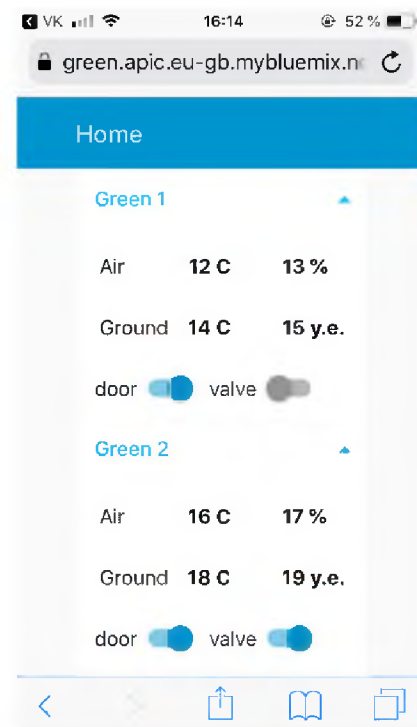


Применение технологий IoT изменит облик многих индустрий и областей жизнедеятельности – как с учетом экономической составляющей, так и с точки зрения потребительского опыта. В ряде областей человеческие трудозатраты и ошибки будут сведены к минимуму.

При использовании «умных теплиц» (датчики, устройства и ПО для удаленного управления теплицами) операционная экономия достигается путем более эффективного расхода удобрений, химикатов, а также воды. Технология также позволяет оптимизировать количество персонала, который нужен для ухода за культурами, и снизить потери, возникающие из-за человеческого фактора.

Результаты проекта:

- Веб-интерфейс удаленного доступа со смартфона.
- Электронная схема компонентов тепличного комплекса с управляющим программным обеспечением.





Опасное распространение малярии, а также всплеск инфекционных заболеваний, создают большие проблемы в уходе за больными в условиях ограниченных ресурсов (**resource-limited settings** – далее RLS). Переломные диагностические технологии не могут быть осуществлены в RLS в основном из-за экономических ограничений. Простая и недорогая диагностика в полевых пунктах ухода за больными (**point-of-care** – «у постели больного», далее – **POC**) может играть важную роль в оказании медицинской помощи, особенно для клинического ведения и эпидемиологического надзора за болезнями как в развитых, так и в развивающихся странах, поскольку они недороги, быстры, просты в использовании и не зависят от оборудования [2].

В отличие от стационарной лабораторной диагностики, диагностика POC осуществляется для профилактики и контроля инфекционных заболеваний и мониторинга состояния здоровья вне лабораторных условий, а, как правило, в местах, где нет хорошо подготовленных технических специалистов и сложной лабораторной инфраструктуры. Гибкие полимеры используются в создании платформ для диагностики POC из-за их улучшенных и регулируемых физико-химических свойств, таких как прозрачность, теплопроводность или электрохимическая стойкость [3].

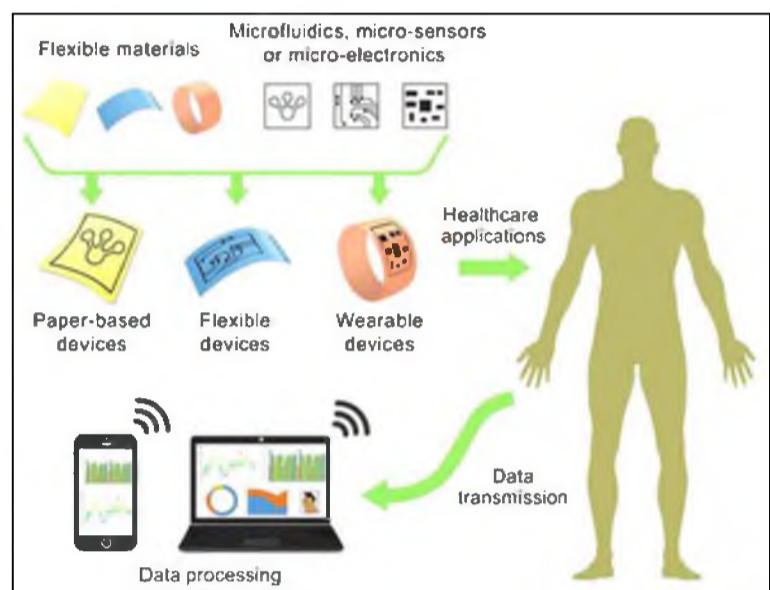


Рис. 1. Обзор гибких субстратных устройств для диагностики POC

## Обзор устройств на основе гибких полимеров

Гибкие устройства на основе полимеров подробно обсуждаются с точки зрения их способности обнаруживать / измерять целевые биомаркеры из биологических жидкостей или контролировать физиологические параметры [4] и интегрировать в носимые устройства. Новые беспроводные технологии для смартфонов и компьютеров предлагают беспрецедентную простоту сбора, анализа, хранения и связи данных, и они все больше привязываются к носимым устройствам для приложений POC. Обзор последних достижений в разработке гибкой диагностики POC на основе субстрата представлен на рисунке 1.

Гибкие полимеры благодаря улучшенным физико-химическим свойствам все чаще используются в качестве субстратов для разработки устройств диагностики POC. Так был разработан гибкий графитовый электрод на основе углеродных нанотрубок (УНТ) для определения глюкозы с пределом обнаружения 30 мкМ. Устройство было надежным и не повредилось после механического изгибания до 200 циклов, поэтому оно может быть пригодным для дальнейшего развития в качестве чувствительного и удобного устройства для мониторинга уровня глюкозы.

Кроме того, был разработан гибкий биосенсор на основе нанопористого материала для обнаружения и количественного определения уровня кортизола в поту [рис. 2B] [6]. Этот гибкий датчик состоял из трех электродов, нанесенных на гибкие полиамидные подложки с нанопористыми структурами. Полупроводниковые нанопористые структуры при взаимодействии с жидкими электролитами образовывали двойной электрический слой, который значительно улучшал емкость накопления заряда и, следовательно, чувствительность и динамический диапазон электрического датчика. Тонкая пленка оксида титана (TiO<sub>2</sub>) также была нанесена для формирования активной области для иммобилизации каталитического агента. Гибкий датчик кортизола можно превратить в носимое устройство для неинвазивного мониторинга уровня кортизола в клинически значимых пределах.

Недавно был представлен гибкий диагностический анализ на основе электрохимического обнаружения графита для анализа дофамина (DA) и мочевой кислоты (UA) в образцах мочи [9].

Кроме того, разработаны гибкие диагностические устройства на основе субстрата для анализа различных непереносимых/патогенных микроорганизмов. На рис. 2C продемонстрировано гибкое диагностическое устройство на основе полиэстера для обнаружения ВИЧ-1.

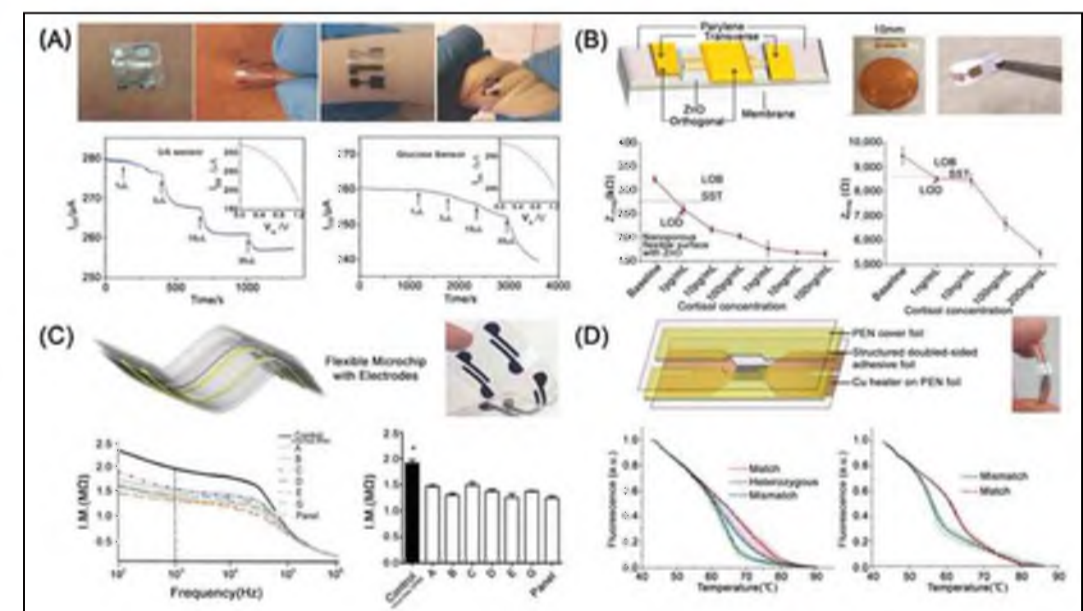


Рис. 2. Гибкие субстратные диагностические устройства на основе POC.

(A) Гибкие OECTs для обнаружения мочевой кислоты и глюкозы в слюне. (B) Гибкие нанопористые электрохимические датчики на основе полиамида с детектированием кортизола в поту [6]. (C) Гибкий электрический сенсор на основе полимеризованной пленки для обнаружения ВИЧ-1 [7]. (D) Биосенсор «лаборатория на фольге» для обнаружения полимеризованных олигонуклеотидов в гене диабета II типа Lcat7Pro с помощью анализа кривой плавления [8].

Для считывания полученных сигналов, анализа данных, а также передачи клинических результатов может быть использованы смартфон и компьютерная беспроводная электроника синхронизированные с носимыми устройствами для экспресс-диагностики POC.

## Условия использования смарт-повязки для диагностики состояния хронических раневых повреждений

Кожа обладает превосходными регенеративными свойствами, которые обеспечивают ее быстрое заживление после травмы. Однако, некоторые заболевания (диабет) или травматические повреждения, которые вызывают значительные изменения в состоянии кожи (ожоги), могут подавлять ее регенеративные способности.

Хронические раны представляют собой серьезную проблему для здоровья и затрагивают жизни сотней миллионов человек по всему миру. Раны чувствительны к инфекции и являются основной причиной негравитативных ампутиаций конечностей. Среды в ране лимфичны, но, если назначить терапию в нужное время, можно повысить скорость заживления. В работе [1] представлена интеллектуальная автоматизированная гибкая повязка на рану с встроенными в нее датчиками температуры и pH, которые в реальном времени отслеживают состояние раны. Более того, повязка также оснащена системой

высвобождения лекарств, которая состоит из гидрогеля, загруженного термочувствительными носителями лекарств, и гибкого нагревателя с электронным управлением, чтобы высвободить лекарства по требованию. Инфекция является ключевой проблемой, связанной с хроническими ранами, и пациенты должны либо госпитализироваться, либо проходить постоянный осмотр у медицинских работников на наличие признаков инфекции, что увеличивает стоимость лечения.

Появление гибкой электроники позволило усовершенствовать современные интеллектуальные биомедицинские устройства для диагностики и лечения заболеваний. Разработанная повязка позволяет контролировать водородный показатель (pH) среды в ране, который является сильным показателем бактериальных инфекций. Во время фазы заживления pH нормальных заживающихся ран находится в диапазоне 5,5-6,5. В незаживающихся инфицированных ранах pH будет выше 6,5 [10,11]. Диета и болезни также могут незначительно влиять на pH крови, тем не менее, колебания pH раны в ответ на воздействие инфекции были гораздо более серьезными. Таким образом, мониторинг pH может предоставить важные данные о возможной инфекции.

Современные способы лечения инфекции часто требуют перорального и местного (например, для всей раны) введения антибиотиков, которое требует гораздо большей дозы лекарства, чем, если бы антибиотик вводился конкретно в ту часть раны, которая в этом нуждается. Такие пути введения антибиотиков могут оказывать несколько побочный эффект на здоровые ткани или органы.

## Устройство и принцип работы смарт-повязки при мониторинге раневых повреждений

С помощью новой гибкой биоэлектроники была разработана платформа, способная обнаруживать бактериальную инфекцию путем постоянного мониторинга pH раны, а также локально вводить антибиотики по требованию. Для разработки саморегулирующихся средств доставки лекарств, которые могут автоматически высвободить антибиотик, использовались pH-чувствительные материалы, функционирующие за счет изменения их ионизации и состояния полимера [12]. Электроника оснащена встроенным беспроводным передатчиком Bluetooth, который передает данные датчика и может получать инструкции для запрограммированного высвобождения лекарственного средства. Такие возможности беспроводной связи используются не только для улучшения заживления, но и для поддержания удаленного взаимодействия между врачами и пациентами на протяжении всего процесса ухода за раной.

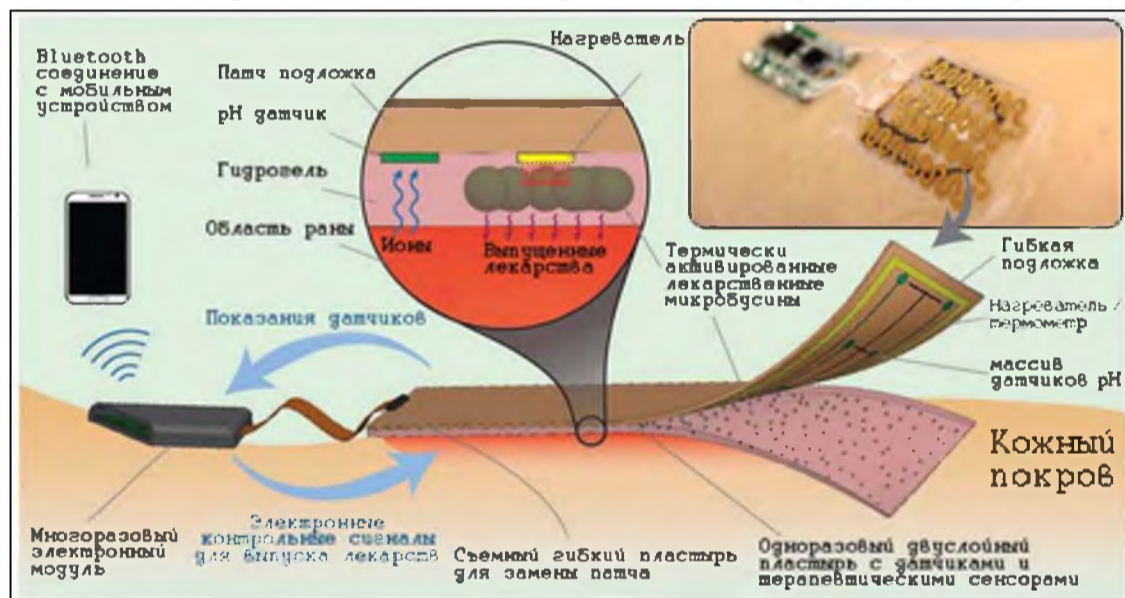


Рис. 3. Концептуальное представление смарт-повязки

На рисунке 3 изображено схематическое и концептуальное представление автоматизированной умной повязки. Повязка состоит из набора гибких датчиков pH и гибкого нагревателя для запуска термочувствительных лекарств-носителей, содержащих антибиотик. Термочувствительные лекарственные носители были встроены в слой альгинатного (A\*) гидрогеля, который был отлит под гибким нагревателем и вокруг датчиков pH. Датчики и нагреватель подключены к электронному модулю, который может записывать сигнал датчиков и при необходимости включать нагреватель. Электронный модуль также может осуществлять беспроводную связь с компьютерами и смартфонами.

1 \* Гидрогель - полимер с большим количеством поперечных связей способен поглощать воду. Его можно сравнить с губкой, с той разницей, что губка при впитывании воды сохраняет постоянный размер, а гидрогель расширяется или сжимается в зависимости от объема поглощенной воды. Таким образом, он функционирует как водный резервуар. Альгинаты представляют собой полисахаридные полимеры из остатков β-D-мануроновой и α-L-гулароновой кислот, соединенных между собой. Только альгинатная сеть - термически необратим. Т.е., если гель, образованный сахарами и кардиналином могут разжаться, сополимеризоваться - альгинатная сеть это сделать не в состоянии.

Термочувствительные лекарственные носители на основе PNIPAM, введенные в лист альгинатного гидрогеля, использованы для высвобождения антибиотика по команде в зависимости от изменения температуры. Пластирь размещен непосредственно на гибком нагревателе, который в свою очередь контролируется с помощью встроенного микроконтроллера. Вся конструкция крепится к прозрачной медицинской ленте для образования переносимой платформы толщиной менее 3 мм. Платформа сконструирована таким образом, чтобы сенсорные модули и встроенный нагреватель были недорогими и могли быть утилизированы, а электронику можно было повторно использовать.

## Устройство датчика pH

Потенциометрические датчики pH состоят из рабочего электрода углерод/полианилин (PAN) и твердотельного электрода сравнения Ag/AgCl. Они изготовлены на PET пленке. Показание напряжения на двух электродах привязывается к уровню pH раствора аналита. PANI используется в качестве положительной обменной мембраны (рис. 4 A - C). Принцип действия включает протонирование и депротонирование рабочего электрода в кислотной и основной среде, где накопление заряда приводит к выходному напряжению, которое можно измерить для определения pH.

Функция датчика оценивалась с точки зрения стабильности и повторяемости в широком диапазоне значений pH (от 4 до 10 и обратно до 4). Датчики последовательно помещали в растворы, содержащие Na<sup>+</sup> (142 ммоль) и Ca<sup>2+</sup> (2,5 ммоль) с ионным составом, подобным экссудату человека, с различными уровнями pH и измеряли генерируемый потенциал между рабочим и контрольным электродами (рис. 4D).

Измерение потенциала датчика при каждом растворе pH регистрируется после достижения равновесного состояния и получения стабильности на выходе. Датчики демонстрировали относительно линейную зависимость (r<sup>2</sup> = 0,946) со средней чувствительностью ~ 50 мВ pH<sup>-1</sup>. Чтобы оценить стабильность, датчики были погружены в среду с самым высоким и самым низким физиологическими уровнями pH, изменением потенциала датчиков было зарегистрировано через некоторое время. Датчик выдает стабильный сигнал с дрейфом менее 6 мВ в течение 12-часового периода, обеспечивая достаточную стабильность для применения в мониторинге ран, в котором повязки обычно меняются ежедневно. В настоящее время не существует стандартного теста для

оценки *in vitro* функции носимых датчиков. Таким образом, чтобы проверить функцию датчика на коже, среда была имитирована путем создания гидрогелей агаразы (2\*) (3%-е соотношение масса/объем) с различными значениями pH. Инженерные гидрогели имитируют физические свойства раневой кожи. Датчик был помещен сверху гидрогеля для регистрации выходного сигнала.

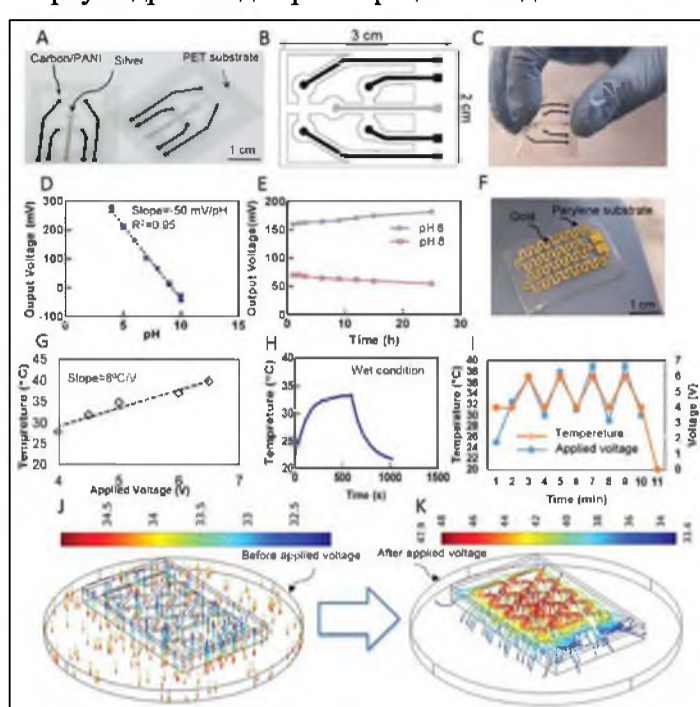


Рис. 4. Изготовление и характеристики датчиков. A - C) Оптические изображения и конструкция изготовленного датчика pH на ПЭТ пленке углерод / PANI и серебро / хлорид серебра служили рабочим электродом и электродом сравнения. D) График поведения датчика pH в диапазоне 4-10 с R<sup>2</sup> = 0,95 и чувствительностью ~ 50 мВ pH<sup>-1</sup>. E) Отклик датчика pH в течение 24 часов, показывающий его долговременную стабильность. F) Оптическое изображение гибкого нагревателя изготовленного с использованием эпоксидной смолы на парниковой подложке. G) Калибровочный участок нагревателя с наклоном 8 ° C V<sup>-1</sup>. H) Кратковременный отклик нагревателя на различные состояния показывает время отклика 5 мкс при приложении 3 В. I) Изменение температуры в ответ на диссипацию приложенного напряжения к нагревателю для изменения температуры платформы. J, K) Моделирование распределения тепла внутри геля до и после подачи электрической энергии, на примере температурной кожи, показывающее, что выделяемое тепло воздействует на гидрогель и не влияет на температуру кожи.

(2\*) Агараза - главная фракция агара, представляющая собой линейный полисахарид, построенный из строго чередующихся остатков галактозы. Используется как желатин в хроматографии и электрофорезе.

## Устройство датчика температуры

Резистивный микронагреватель с сопротивлением 20 Ом был спроектирован и изготовлен на гибкой парниковой (3\*) подложке, которая была легкой и одобрена FDA (рис. 4F). Электрическая мощность передается на нагреватель с помощью электрического драйвера, управляемого микроконтроллером Arduino (LightBlue Bean, MA). Микроконтроллер также может обмениваться данными с внешними источниками по беспроводной связи, используя низковольтный модуль Bluetooth (LightBlue Bean, MA), собранный на электрической плате. Для регулировки температуры, генерируемой нагревателем, и предотвращения перегрева датчика, в повязку рядом с гибким нагревателем был установлен коммерчески доступный гибкий датчик температуры (OMEGA, CT) с линейным откликом и чувствительностью 10 Ом ° C<sup>-1</sup>. Обратная связь с датчиком температуры использовалась для регулировки температуры платформы.

(3\*) Парлен - торговая марка для различных поли (n-кислихлорных) полимеров, осаждаемых из паровой фазы, используемых в качестве влаго- и диэлектрических барьеров.

График калибровки показывает, что температура изменяется линейно по отношению к приложенной электрической мощности (Рисунок 4G). Кроме того, промежуточный график подтвердил относительно быстрый отклик микронагревателя с временным интервалом менее 5 минут (рис. 4H). Микронагреватель в сочетании с датчиком температуры и электронной системой также обеспечивает стабилизацию температуры среды раны. Эксперимент показал способность платформы динамически переключаться между различными температурами. Платформа была запрограммирована на переключение температуры между 30 и 40 ° C (рис. 4I). Распределение тепла по гидрогелю на коже было предсказано с помощью численного моделирования с использованием COMSOL Multiphysics. Результаты моделирования до и после подачи электрической энергии подтвердили точный контроль распределения температуры в слое гидрогеля (рис. 4, J, K).

## Частицы PNIPAM и высвобождение лекарства

Чтобы иметь возможность высвободить антибиотики по требованию, мы поместили в повязку реагирующие на внешние стимулы носители лекарств. Был выбран температурный механизм стимуляции для доставки антибиотиков, поскольку он является безопасным (при температуре ниже 42 ° C) и простым в применении. PNIPAM представляет собой биосовместимый термочувствительный материал, который может осуществлять гидрофильно-гидрофобный переход выше своей критической температуры [13]. Критическая температура частиц PNIPAM, при которой они могут высвободить антибиотик, составляет около 32 ° C. Однако, если PNIPAM соединить с другими мономерами или сополимеризовать, то, таким образом, можно повысить его критическую температуру до ~ 37 ° C, уменьшая вероятность нежелательного высвобождения лекарственного средства.

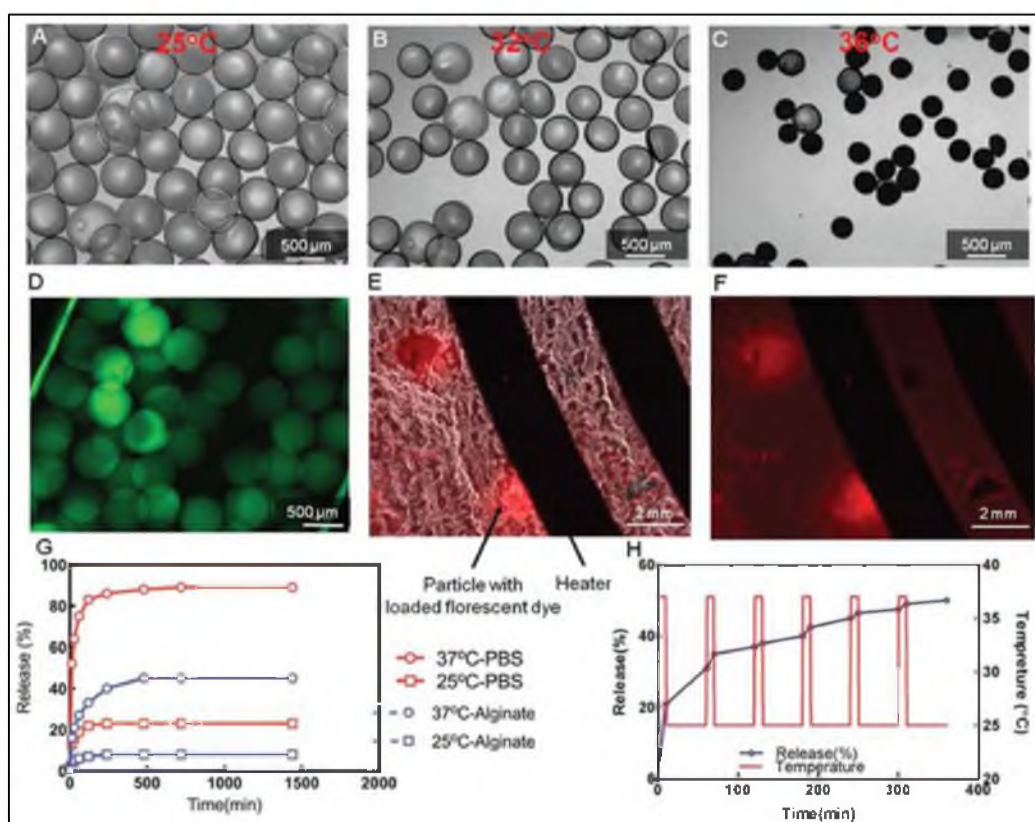


Рис. 5. Исследование высвобождения лекарств. A - C) Оптическое изображение частиц в диапазоне температур. D - F) Флуоресцентные изображения носителей лекарств, встроены в гидрогель, прикрепленный к микронагревателю, использован родами В для лучшей визуализации. G) Профиль высвобождения дефазолиновых антибиотиков при разных температурах и условиях. H) Регулирование скорости высвобождения дефазолиновых антибиотиков путем регулирования температуры.

Частицы PNIPAM были изготовлены с использованием метода микрофлюидной фокусировки потока, при котором раствор PNIPAM вводился в микрораунд и был обернут масляным раствором, содержащим поверхностно-активное вещество, для

образования капелек. Размер сгенерированных капелек можно настроить, регулируя соотношение между расходами двух потоков. Затем капли были связаны ультрафиолетовым облучением. Диаметр частиц составил 300 нм, и они связались при нагревании выше 32°C, как показано на рис. 5 (A-C). Эта критическая температура частиц PNIPAM делает их пригодными для местного применения, когда температура кожи составляет менее 37 ° C.

Лекарственные носители были встроены в слой альгинатного гидрогеля (рис. 5D). Чтобы свести к минимуму сопротивление теплового контакта между микронагревателем и слоем гидрогеля, гидрогель располагался непосредственно под нагревателем. Хронические раны известны своей высокой скоростью образования экссудата, и потому управление экссудатом важно для правильного функционирования датчиков и модулей доставки лекарств. Используемые гидрогели на основе альгината известны высоким коэффициентом поглощения и набухания воды и использовались при разработке влажных повязок на рану. Кроме того, поскольку датчики находятся в непосредственном контакте с кожей, разбухание гидрогеля не должно влиять на показания. Чтобы визуализировать высвобождение лекарственного средства, родами В (флуоресцирующий краситель) загружали в частицы PNIPAM и систему нагревали, при этом контролируя процесс под микроскопом. Высвобождение родами В наблюдалось с использованием флуоресцентных изображений (рис. 5E, F).

Для загрузки лекарства лиофилированные (высушенные) частицы PNIPAM вымачивали в растворе дефазолина (10 мг / мл) при 4 ° C, при этом частицы быстро набухали при нагрузке антибиотика. Дефазолин является эффективным антибиотиком, используемым против *S. aureus* (Золотистый стафилококк), который является наиболее распространенной бактерией при инфицированных хронических ранах. После подачи тепла к альгинату, когда температура стала выше критической температуры раствора, произошел фазовый переход, и частицы PNIPAM претерпели, из гидрофильного полимера в гидрофобный полимер. Такое изменение привело к вытеснению антибиотика. Это поведение высвобождения и набухания является обратным процессом, который не вызывает морфологического повреждения.

Время высвобождения дефазолина было зафиксировано. Данные свидетельствуют о быстром всплеске, за которым следовало контролируемое высвобождение препарата; около 80% препарата высвободилось в течение 1 часа. Как и ожидалось, более высокие температуры привели к более высокой скорости высвобождения (рис. 5G). Чтобы оценить возможность динамического высвобождения лекарства, нагревание применяли периодически (30 мин нагревание, 30 мин остывание) и определяли количество высвобождения лекарственного средства. Результаты показали, что после снижения температуры скорость высвобождения антибиотика была значительно снижена. При повторном нагревании высвобождение лекарственного средства восстанавливалось (рис. 5H).

## Реакция бактерий

При проведении стандартного анализа на парашине для оценки миграции клеток в присутствии бактерий тест имитировал миграцию клеток во время заживления инфицированной раны и демонстрировал эффективность заживления. Чтобы выполнить этот эксперимент, травма (парашина) была создана на монотипе из кератиноцитов (основные клетки эпидермиса кожи человека), которые были заранее заражены *S. aureus*. Для этой серии экспериментов использовали три группы: (1) порошок дефазолина в качестве положительного контроля, (2) альгинат без нагрузки антибиотиками в качестве отрицательного контроля и (3) альгинат, содержащий дефазолин. Оптимизированный контроль показал взаимодействие бактериального заражения с пролиферацией (разрастание ткани организма путем размножения клеток делением) и миграции клеток, наблюдаемых при закрытии раны. При сравнении положительного контроля под действием антибиотиков, высвобождаемых из пластира, оказалось, что термическая стимуляция не влияла на эффективность антибиотиков.

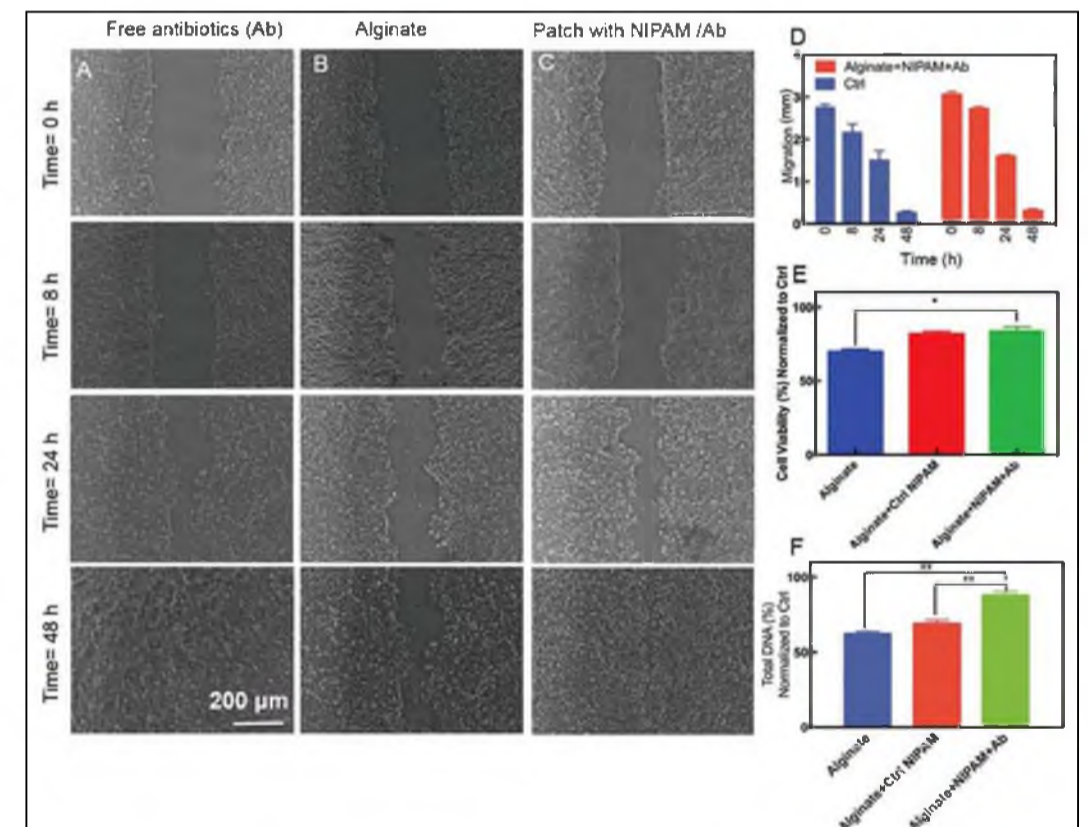


Рис. 6. Тест для оценки миграции клеток в ране:

A) контрольный образец из раствора дефазолина, B) образец альгината без антибиотика и C) пластирь с антибиотиком. D) Количественный анализ миграции клеток показывает размер зазора в анализе царапин в ране. E, F) Жизнеспособность кератиноцитов и общее содержание ДНК в качестве показателя клеточной пролиферации в присутствии антибактериальных и контрольных образцов.

Первоначально снятые изображения показали одинаковую ширину раскрытия (раны) для разных образцов (рис. 6). Во время эксперимента на образцах с порошком дефазолина и с содержащим дефазолин альгинатом наблюдалась быстрая миграция в направлении пореза. Более того, все пространство раны было покрыто мигрировавшими клетками. В другой группе образцов при использовании альгинатного пластиря без антибиотиков эффективной миграции не наблюдалось.

Повязка на рану не должна быть цитотоксической или не должна отрицательно влиять на клеточный рост. Хотя исследования на животных являются наиболее подходящим инструментом для доклинической оценки функции продуктов для ухода за раной *in vivo*, культура клеток человека также подходит для предварительных исследований. Таким образом, сконструированные повязки были сопряжены с культурой человеческих кератиноцитов, затем была оценена потенциальная токсичность сконструированной повязки. Как показано на рис. 6E, F, жизнеспособность клеток и общее содержание ДНК в присутствии антибиотик-высвобождающего пластиря были аналогичны контрольному пластирю с жизнеспособностью более 90%.

Для оценки эффективности термочувствительной доставки антибиотиков были проведены тесты зон ингибирования (ZOI) и количества колониеобразующих единиц (CFU). Для теста ZOI бактерии *S. aureus* культивировали и добавляли на поверхность чашки с агаром. Затем два набора гидрогелевых пластирей с антибиотиками и без них помещали на бактериальную культуру. Для приготовления гидрогелевого пластиря с антибиотиками частицы PNIPAM, как описано ранее, загружали дефазолином и помещали внутрь альгинатного гидрогеля. Нагреватель запускался, чтобы выпустить лекарство. Уменьшение параметра ZOI (<10 мм) наблюдалось вокруг пластиря, загруженного антибиотиками, по сравнению с тем, где антибиотика не было. Таким образом, была подтверждена эффективность высвобожденного лекарственного средства для ингибирования роста бактерий (рис. 7A, B).

Эксперимент CFU также был проведен для дальнейшего количественного определения эффективности термочувствительного антибиотик-высвобождающего пластиря. В то время, как коэффициент жизнеспособности бактерий для альгинатного пластиря без антибиотиков составлял ≈100%, использование загруженного антибиотиком пластиря снижало коэффициент их жизнеспособности до менее чем 10% (Рисунок 7E).

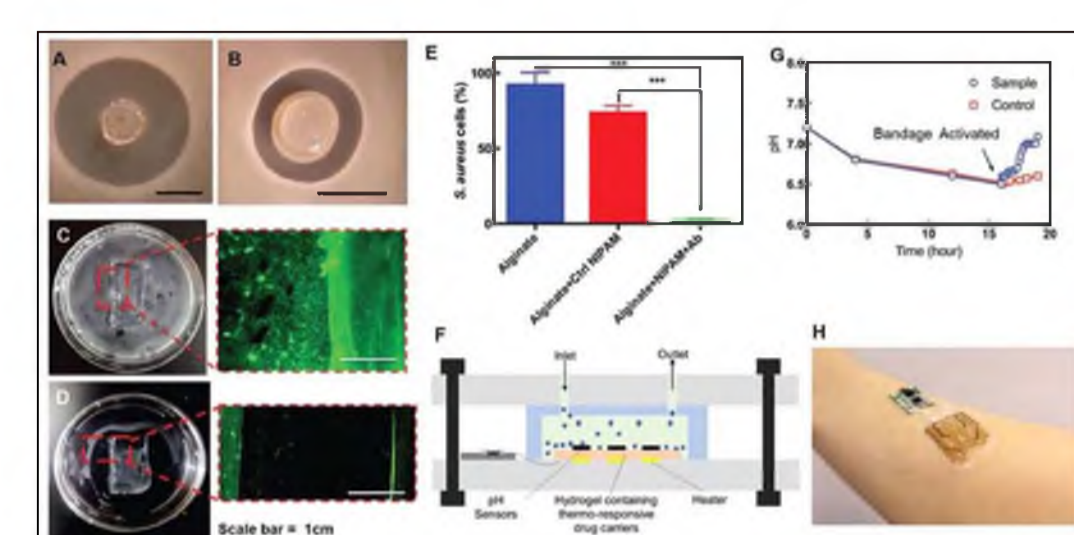


Рис. 7. Оценка *in vitro* антибактериальной активности повязки. A, B) Диффузионный тест на антибактериальные свойства. Высвобождение лекарства из гидрогеля и отрицательный контроль (гидрогель без антибиотиков). C) Уморяющие от формирования биопленки бактерии на контрольном патче. D) Окрасивание умирающих бактерий от образования биопленки на антибактериальном пластире; живые бактерии подсвечены зеленым светом. E) Тест подсчета КОЕ для *S. aureus* с использованием дефазолина. F) Схема модели *in vitro* для культивирования *S. aureus*. Бактерии в биореакторе контролируются датчиком pH и последующего обрабатывания пластирем, загруженным антибиотиком. G) *In vitro* тест, показывающий изменение pH во времени с последующей активацией нагревателя при pH = 6,5. H) Интеграция электронного компонента, датчиков pH, микронагревателя и загруженного лекарством гидрогеля. Патч был размещен на руке автора.

## Вывод

В предлагаемой смарт повязке датчики pH и температуры, а также лекарственное средство-антибиотик служат моделями датчиков и лекарственного средства. В систему можно встроить больше датчиков измерений, чувствительных компонентов, лекарственных средств и факторов роста исследуемых культур для специфического определения конкретного маркера заживления.

Известно, что в ране при воспалении из мелких кровеносных сосудов выделяется экссудат. Он проникает на кожные покровы, в результате чего происходит их мацерация. Для того, чтобы убрать из раны экссудат в повязку можно поместить слой материала, состоящего из графитовых частей, представляющих собой расширенную форму интеркалированного соединения фторированного графита. Наноструктурированный графитовый материал, имеющий длину частиц до 5-6 мм с толщиной графеновых слоев 1-10 нм и размером пор от нанометра до 10 мкм, удельную площадь поверхности не менее 500-600 м<sup>2</sup>/г, обладает адсорбционной способностью до 8000-26000% по отношению к жидкостям. Графитовый материал прочно фиксирует в межклеточных порах раневые выделения. В итоге полностью снижается возможность десорбции гноя и ухудшаются условия вегетирования микрофлоры в ране. Полная воздухо- и паронепроницаемость сорбционного слоя на основе частиц расширенной формы графита позволяют поддерживать сбалансированный воздухообмен и уровень влажности раневой среды.

При использовании смарт-повязки в полевых условиях (удаленные районы с режимом ЧС, при ведении боевых действий, в геологических партиях) следует дополнить антибиотиками, размещенные в повязке, обезболивающими средствами, не терпящими свои свойства в кислой среде. Примером таких обезболивающих средств являются тримекани и совкани. Это позволяет сохранить дееспособность пострадавшего до момента доставки его в стационарное лечебное учреждение.

Развитие диагностики (проб) POC для RLS, казалось бы, простая задача, решаемая использованием недорогостоящих материалов и простейших технологий. Но это совершенно не так! Выполнение данной задачи требует не только мультидисциплинарных экспертных знаний базовых дисциплин, разработки аппаратного и программного обеспечения, иммунологии, молекулярной биологии и медицины, а также их оценки, регулирования, совместности с существующими регламентами в RLS. Эта задача пугающе сложная, так как требует высокого уровня качества диагностических клинических проб при ограниченном бюджете со строгими эксплуатационными требованиями в реальных условиях. Это намного сложнее, чем усовершенствовать диагностику POC для RLS. Ведь процесс административно установить сложный протокол для диагностических технологий высокого уровня для RRS.

Внедрение новых методов экспресс-диагностики POC позволит реально спасти жизни, полноценно лечить пациентов в RLS, а также предотвращать развитие болезни.

## Использованные материалы:

- [1] Mostafalu, Pooria; Tamayol, Ali; Rahimi, Rahim; Ochoa, Manuel; Khalilpour, Akbar; Kiaee, Gita; Yazdi, Iman K.; Bagherifard, Sara; Dokmeci, Mehmet R.; Ziaie, Babak; Sonkusale, Sameer R.; and Khademhosseini, Ali, "Smart Bandage for Monitoring and Treatment of Chronic Wounds" (2018). *Mechanical & Materials Engineering Faculty Publications*. 284. <http://digitalcommons.unl.edu/mechengfacpub/284>
- [2] ShuQi Wang, Mark A. Lifson, Fath Inci, Li-Guo Liang, Ye-Feng Sheng, and Utkan Demircid «Advances in addressing technical challenges of point-of-care diagnostics in resource-limited settings», *Expert Rev Mol Diagn.* 2016 April ; 16(4): 449-459. doi:10.1586/14737159.2016.1142877.
- [3] Mani V, Wang S, Inci F, et al. «Emerging technologies for monitoring drug-resistant tuberculosis at the point-of-care.» *Adv Drug Deliv Rev.* 2014; 78:105-117. *Comprehensive review on diagnostics for tuberculosis drug resistance.* [PubMed: 24882226].
- [4] ShuQi Wang, Thirupathiraja Chinnamsamy, Mark Lifson, Fath Inci, and Utkan Demircid «Flexible substrate-based devices for point-of-care diagnostics». *Trends Biotechnol.* 2016 November ; 34(11): 909-921. doi:10.1016/j.tibtech.2016.05.009.
- [5] Liao C, et al. Flexible organic electrochemical transistors for highly selective enzyme biosensors and used for saliva testing. *Advanced materials.* 2015;27:676-681. [PubMed].
- [6] Munje RD, et al. Flexible nanoporous tunable electrical double layer biosensors for sweat diagnostics. *Scientific reports.* 2015; 5:14586. [PubMed].
- [7] Shafice H, et al. Paper and flexible substrates as materials for biosensing platforms to detect multiple biomarkers. *Scientific reports.* 2015; 5:8719. [PMC free article] [PubMed].
- [8] Ohlander A, et al. Genotyping of single nucleotide polymorphisms by melting curve analysis using thin film semi-transparent heaters integrated in a lab-on-foil system. *Lab on a Chip.* 2013; 13:2075-2082. [PubMed].
- [9] Cai W, et al. Electrochemical determination of ascorbic acid, dopamine and uric acid based on an exfoliated graphite paper electrode: A high performance flexible sensor *Be: Chemical.* 2014;193:492-500.
- [10] L. A. Schneider, A. Korber, S. Grabbe, J. Dissemund. *Arch. Dermatol. Res.* 2007, 298, 413;
- [11] R. Rahimi, M. Ochoa, A. Tamayol, S. Khalili, A. Khademhosseini, B. Ziaie, *ACS Appl. Mater. Interfaces* 2017, 9, 9015.
- [12] N. Ninan, A. Forget, V. P. Shastri, N. H. Voelcker, A. Blencowe, *ACS Appl. Mater. Interfaces* 2016, 8, 28511.
- [13] A. Tamayol, A. H. Najafabadi, P. Mostafalu, A. K. Yetisen, M. Comotto, M. Aldhahri, M. S. Abdel-wahab, Z. I. Najafabadi, S. Latif, M. Akbari, N. Annabi, S. H. Yun, A. M. Dokmeci, A. Khademhosseini, Sci. Rep. 2017, 7, 9220.
- [14] Раны и раневая инфекция. Руководство для врачей. / Под ред. М.И. Кузина, Б.М. Косточконок. М.: Медицина, 1990. 592 с.
- [15] Абаев Ю.К. Биология заживления острой и хронической раны // Мед. новости. 2003. № 6. С. 3-10.
- [16] Облесенский В.Н., Родман Г.В., Никитин В.Г., Карен М.А. Трофические язвы нижних конечностей - обзор проблемы // PMJ. 2009. Т. 17. № 25 (364). С. 1647-1662.





*К.А. Кологрив, А.А. Ефимов*

На основе изложенного в статье материала был разработан измеритель энергетических показателей трехфазных систем с активными выпрямителями, блок-схема которого представлена на рис.1. Измеритель был испытан на авиационной системе генерирования электроэнергии 270В постоянного тока, силовая часть которой содержит магнитоэлектрический генератор (МЭГ) и активный токовый выпрямитель. Параметры такой системы следующие: номинальное фазное напряжение - 120В; число пар полюсов МЭГ – 2; диапазон изменения скорости вращения ротора от 12000 до 24000 об/мин; активное сопротивление фазы статора – 0,036 Ом; индуктивности по осям d и q – 0,000535 Гн, сопротивление нагрузки – 13,5 Ом,  $C_H=50\mu\text{Ф}$ ,  $E_H=0$  В. Номинальная частота МЭГ - 400 Гц. Энергетические показатели системы были измерены на промежуточной частоте 600 Гц (табл.1).

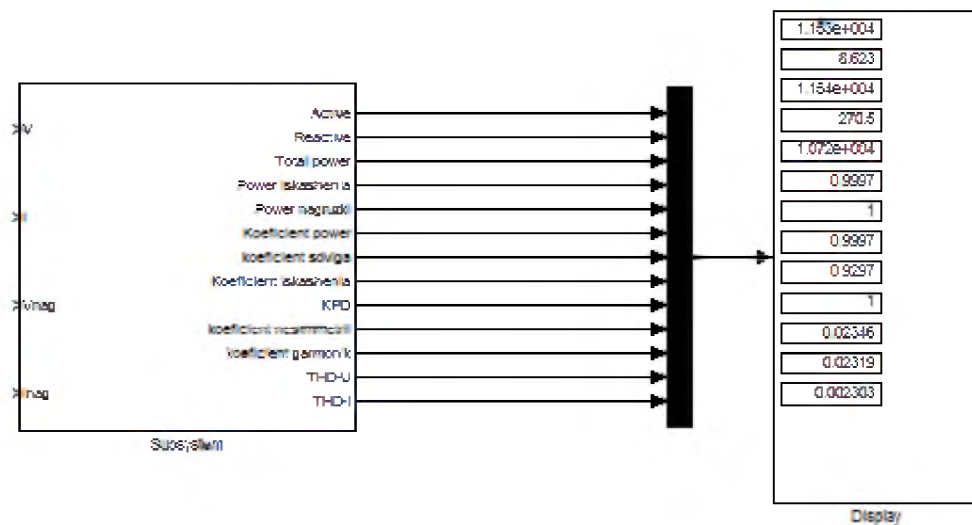


Таблица 1 – Энергетические показатели системы

Энергетические показатели	Значение
Активная мощность P, Вт	11532.046
Реактивная мощность Q, В*Ар	8.623
Полная мощность S, В*А	11535.221
Мощность искажения D, Вт	270.5
Мощность нагрузки P <sub>н</sub> , Вт	10721.422
Коэффициент мощности K <sub>м</sub>	0.9997
Коэффициент сдвига K <sub>с</sub>	1
Коэффициент искажения	0.9997
Коэффициент полезного действия η, %	92.97~93
Коэффициент несимметрии	1
Коэффициент гармоник	0.02346
Коэффициент гармонического искажения напряжения K <sub>ТНДУ</sub>	0.02319
Коэффициент гармонического искажения тока K <sub>ТНДИ</sub>	0.02303

Рисунок 1 - Измеритель энергетических показателей



# SWaP-C based comparison of onboard computers for unmanned vehicles

Korobov N., Shipitko O., Konovalenko I., Grigoryev A. and Chukalina M.

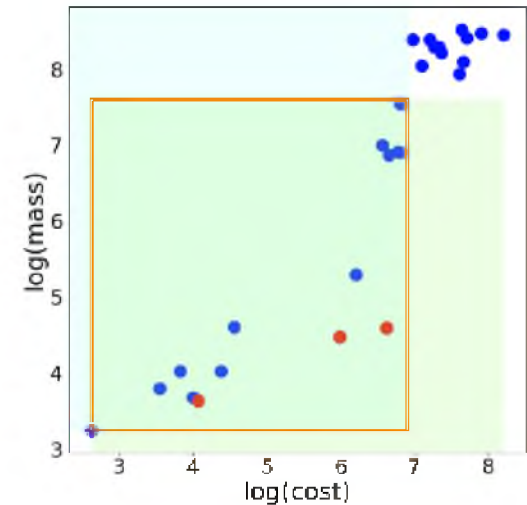
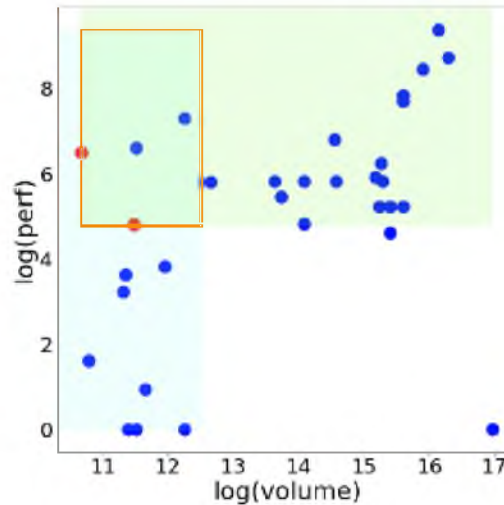
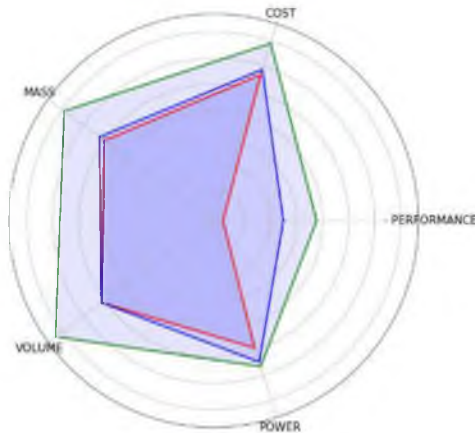
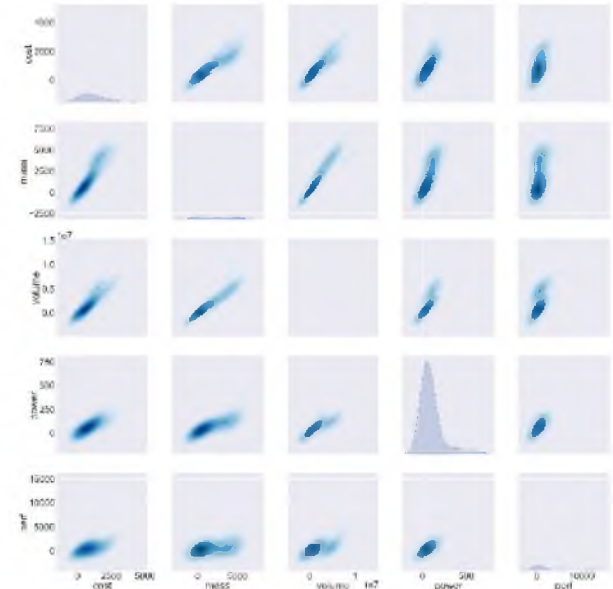
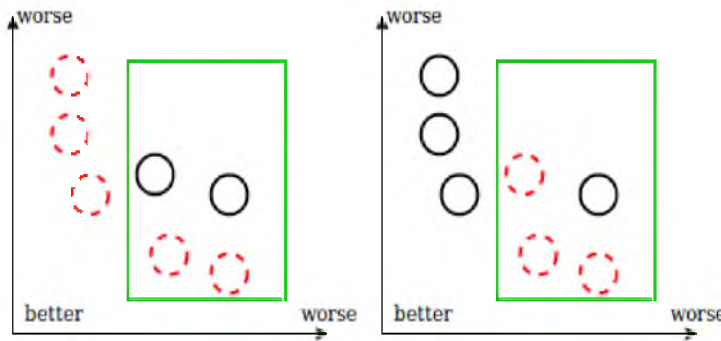
Institute for Information Transmission Problems – IITP RAS, Moscow, Bolshoy Karetny Pereulok 19, 127051, Russia  
 korobov@visillect.com



Zavalishin's  
 Readings | 2019

$$\vec{f}(\vec{x}) = \vec{x} = [-x_1, \dots, x_5] = [-g, c, m, v, p],$$

$$\nexists \hat{x} \in \hat{X}: f_i(\hat{x}) > f_i(x); \forall i = (1, 1),$$

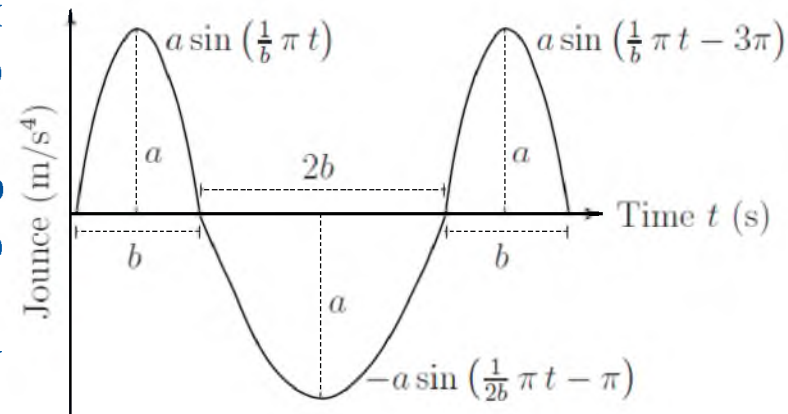


А.А. Косухина

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

В приближенном методе генерации траектории, используется симметричная функция, которая определяется тремя синусоидальными функциями. Первая половина данной функции, увеличивает ускорение до определенного значения, а затем вторая половина уменьшает его до нуля. Это ускорение генерирует постоянную скорость. Зеркальное отображение функции можно использовать для замедления скорости до нулевого значения. Конечная позиция зависит от параметров  $a$  и  $b$  синусоидальных функций и времени  $t$  между ускоряющей частью и замедляющей частью.

$$f(t) = \begin{cases} a \sin\left(\frac{1}{b} \pi t\right), & 0 \leq t \leq b; \\ -a \sin\left(\frac{1}{b} \pi t - \pi\right), & b \leq t \leq 3b; \\ a \sin\left(\frac{1}{b} \pi t - 3\pi\right), & 3b \leq t \leq 4b. \end{cases}$$



ФГБУО ВО "Брянский государственный технический университет"

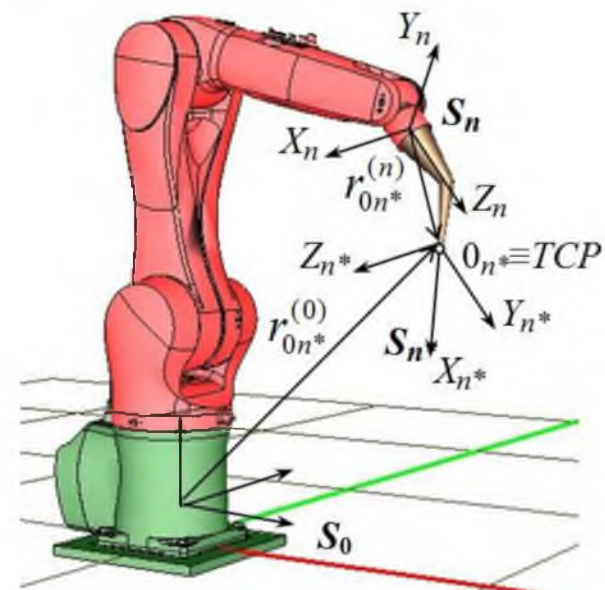
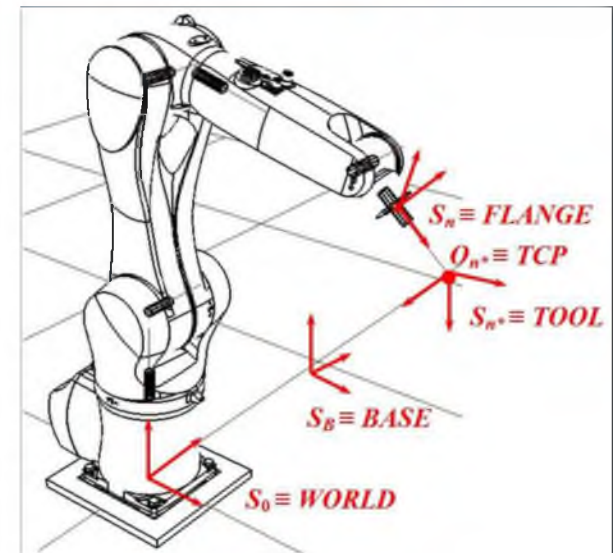
Разработано программно-математическое обеспечение системы управления промышленным роботом, предназначенное для калибровки нового инструмента.

Модель преобразования координат:

$$A_{0n}: S_0 \leftarrow S_n$$

Математическая модель калибровки инструмента:

$$A_{0n^*} = A_{0n} A_{nn^*}: S_0 \leftarrow S_n \leftarrow S_{n^*}$$

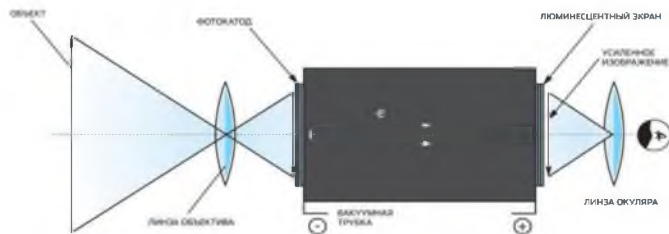


# Электронное ночное зрение

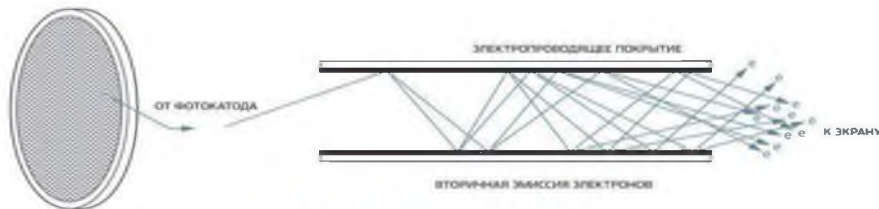
А.С. Куделин – студент кафедры мехатроники и робототехники  
О.Я. Солёная (канд. техн. наук.) – научный руководитель  
Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

Цель исследования заключается в ознакомлении с принципами работы и видами приборов ночного видения.

Основным принципом работы прибора ночного видения является усиление и преобразование излучения в изображение, видимое глазом.



Электронно-оптический преобразователь



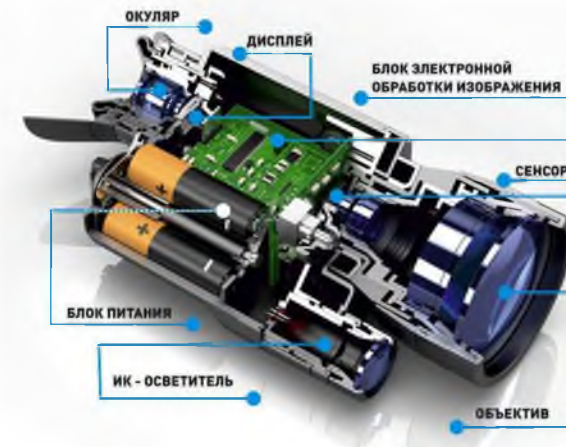
Микроканальная пластина

ЭОП первого поколения были тяжелы и громоздки, так же усиление было ограниченное. Лишь в 1970-х разработчики нашли способ поднять его в сотни раз, используя микроканальную пластину из свинцово-силикатного стекла, ‘продырявленного’ матрицей из миллионов каналов диаметром в несколько микрон.



ЭОП поколения 3

ЭОП поколения 3 относится к ключевым военным технологиям, их распространение контролируется в Российской Федерации.



Строение прибора ночного видения

Современные приборы ночного видения отличаются от своих предшественников меньшими размерами и лучшими усиливающими способностями. Однако это ещё не предел инженерной мысли, и в скором будущем вместо привычных ПНВ может появиться нечто совершенно новое, например, глазные капли, содержащие наночастицы, которые могут служить крошечными датчиками для улавливания инфракрасных лучей, и давать возможность человеку видеть в темноте.



# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ СКОРОСТИ АКУСТИЧЕСКИМ СПОСОБОМ ПОСРЕДСТВОМ РЕВЕРБЕРАЦИИ



Завалишинские чтения | 2019

Перемещаясь в толще воды подводным аппаратам необходимо точно определять свои координаты и скорость движения. Для определения скорости на аппарате устанавливается гидроакустический лаг.

Определение относительной скорости акустическим способом основано на свойстве морской воды рассеивать звуковые колебания за счет множества различных неоднородностей, содержащихся в ней.

Суммарное рассеяние, создаваемое всеми неоднородностями, получило название **РЕВЕРБЕРАЦИИ**.



При акустическом облучении некоторого объема воды к источнику излучения (который также может являться приемной антенной при соответствующей коммутации излучающего и приемного трактов) возвратится рассеянный сигнал (сигнал объемной реверберации) с интенсивностью, определяемой формулой:

$$U_{P_v} = U_I - 40 \lg(r) + s_v + 10 \lg(V)$$

где  $U_{P_v}$  – интенсивность сигнала объемной реверберации на входе приемной антенны, дБ;

$U_I$  – интенсивность сигнала излучения на расстоянии 1 м от излучающей антенны в направлении акустической оси, дБ;

$r$  – расстояние до реверберирующего объема, м;

$S_x$  – коэффициент обратного рассеяния;

$V$  – реверберирующий объем, определяемый формулой:

$$V = \frac{c\tau}{2} \psi r^2,$$

где  $c$  – скорость звука в воде;

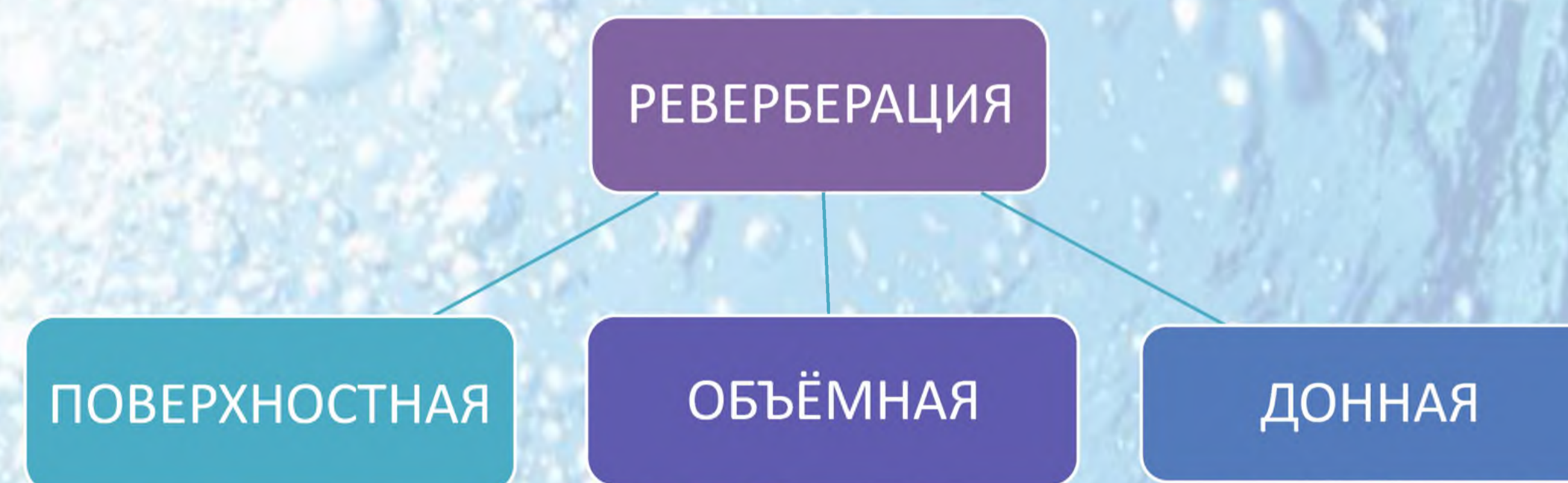
$\tau$  – длительность импульса излучения;

$\psi$  – угол раскрытия ХН антенны (в предположении, что характеристики излучателя и приемника совпадают в пространстве).

Существует три основных типа реверберации:

- **объемная** (создается рассеивателями, содержащимися в толще воды: газовые пузырьки, твердые взвешенные частицы, планктон, нектон, термические неоднородности и т.п.)
- **поверхностная** (создается рассеивателями, содержащимися в приповерхностном слое или на самой поверхности моря)
- **донная** (создается рассеивателями, находящиеся на дне моря или вблизи него)

С учетом ориентации характеристики направленности акустического лага, а также его ограниченных энергетических возможностей при использовании на подводном аппарате, для определения относительной скорости целесообразно использовать **эффект объемной реверберации**.



**Результаты исследований показали:**

- принятая модель дает пренебрежимо малые ошибки для импульсов длительностью не более 10 мс
- расстояние до реверберирующего объема  $r$  должно быть минимально возможным, фактически, реверберирующий объем должен начинаться сразу за слоем воды, увлекаемым корпусом аппарата, на котором установлен относительный лаг
- длительность импульсов излучения должна быть как можно больше, но не должна приводить к такому увеличению толщины реверберационного слоя  $h$ , при котором характеристики рассеивателей или термическая неоднородность заметно изменяются от начала к концу слоя

М.В. Куприенко - магистрант кафедры №32  
Я.Р. Пантелеев - магистрант кафедры №32  
Е.О. Ширяева - магистрант кафедры №32  
С. А. Сериков – доктор технических наук, доцент  
СПбГУАП



Ст. гр. 3820М Лазерко В.А.  
СПб ГУАП

## Основные результаты

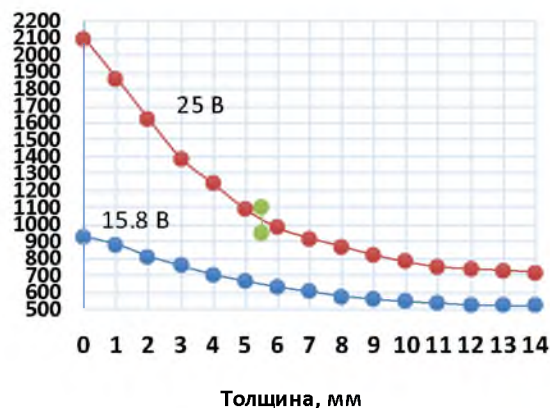
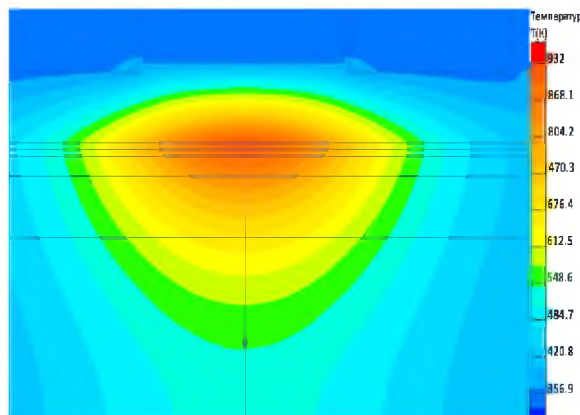


График зависимости температуры в слоях нагрузки от координаты при напряжении 15.8 и 25 В



Распределение температур по слоям при напряжении 15.8 В

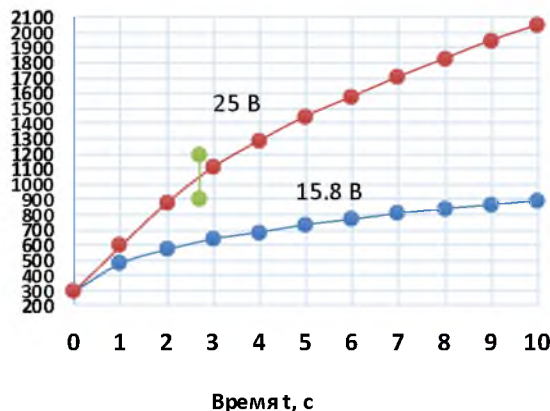
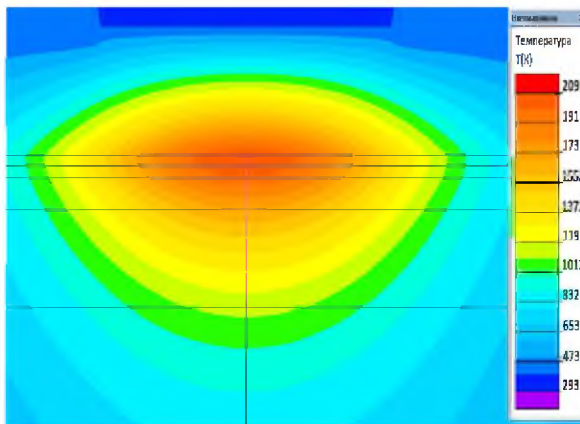


График зависимости температуры в слоях нагрузки от времени работы системы при напряжении 15.8 и 25 В



Распределение температур по слоям при напряжении 25 В

## Изображения, графики, формулы

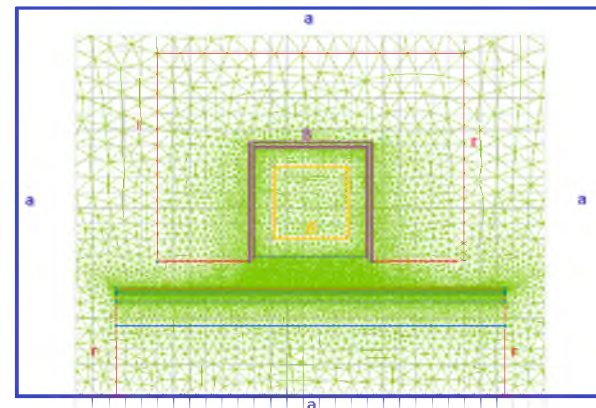


Рисунок 3 – Границы модели: а – внешние границы модели, б – границы охлаждения, в – границы изоляции, г – границы конструкции

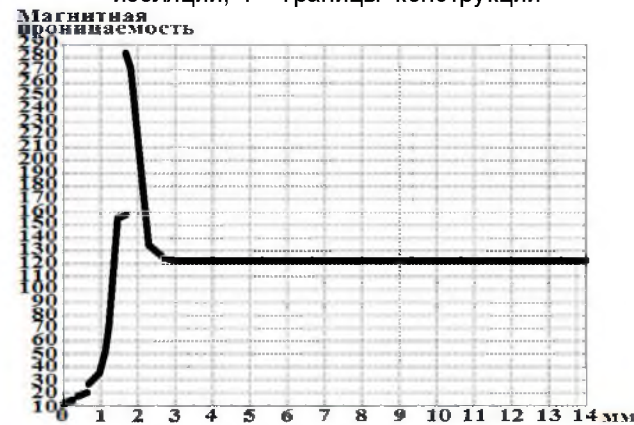


График зависимости магнитной проницаемости от толщины нагрузки



**Т.В. Лошкарева** магистрант кафедры  
программно-целевого управления в приборостроении

**Г.С. Армашова-Тельник** кандидат экономических наук, доцент кафедры 33 – научный руководитель  
Санкт-Петербургский университет аэрокосмического приборостроения

Электроэнергетика в России находится в сложном и противоречивом периоде реформирования, детерминированном рыночной системой экономических отношений. Трудности в ходе данного процесса возникают из объективных факторов, обусловленных как переходом к новым условиям хозяйствования, так и недостаточностью компетенций у менеджмента и младших уровней специалистов.

В целом производственные связи отражают организационную целостность, интеграцию, объединение элементов данной системы. Требования к этим связям взаимно противоречивы. С одной стороны, для устойчивости работы системы необходимо, чтобы эти связи были стабильны, устойчивы, с другой – включение новых элементов производства, новых факторов производства требует функциональной гибкости, подвижности связей, их развития.

Таким образом, внутренняя противоречивость в самом характере управления должна быть заключена в структуре и функциональных связях системы управления.

Для увеличения эффективности работы и функционирования электроэнергетики необходимо внести изменения в организационно-экономическую структуру предприятий отрасли. Внедрение актуальной организационной структуры помогут не только повысить эффективность, но и уменьшить время, затрачиваемое на обработку и исполнения управленческих решений.

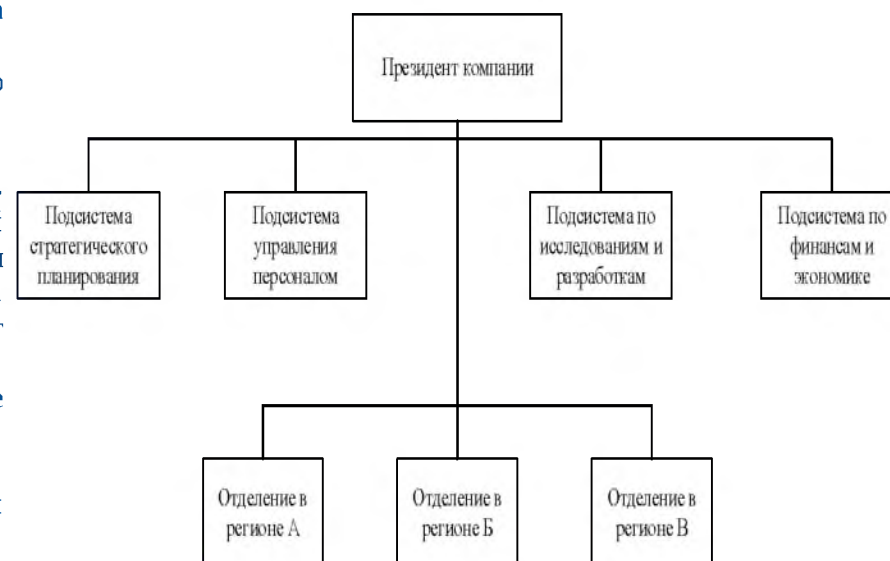


Рис 1 - Региональная дивизиональная структура

Работу выполнила: студентка гр. 3525М Малатынская Е.Ю.  
СПб ГУАП

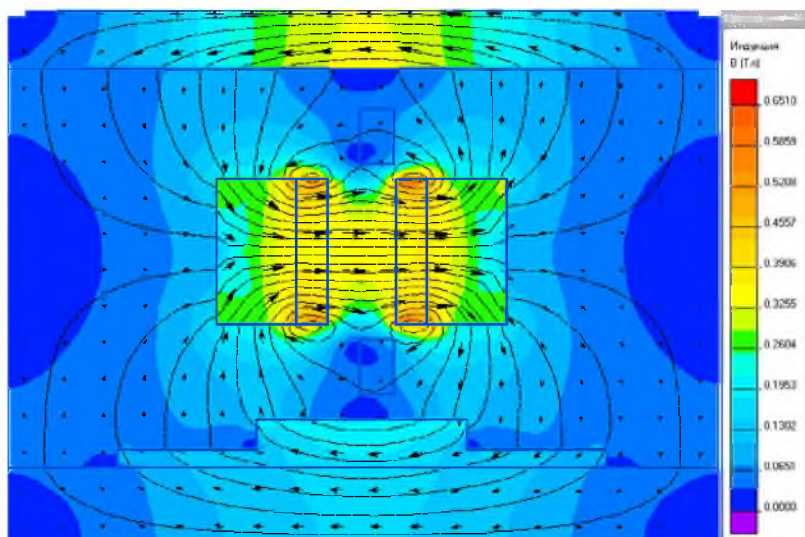


Рисунок 1 – Магнитное поле ветрогенератора в продольном разрезе при нагрузке

Результатом опыта является достижение:  
Максимальное значение тангенциального распределения – 0,125 Тл  
Максимальное значение нормального распределения - 0,345 Тл

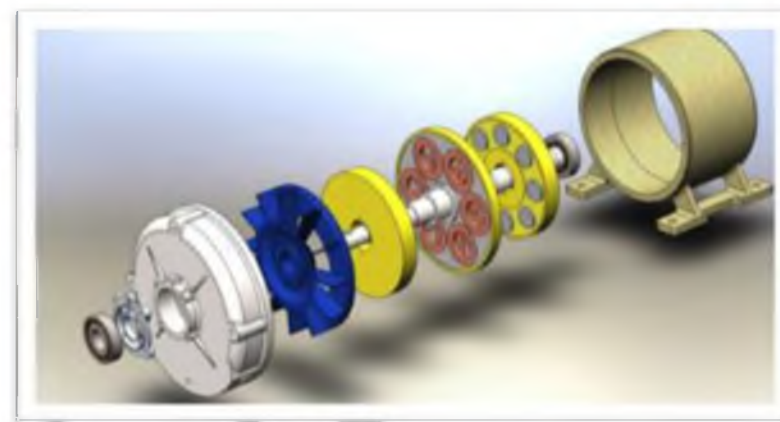


Рисунок 2 – Модель ветрогенератора

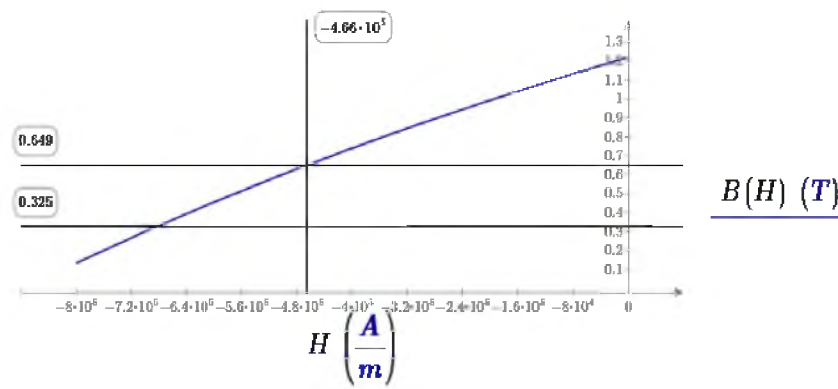


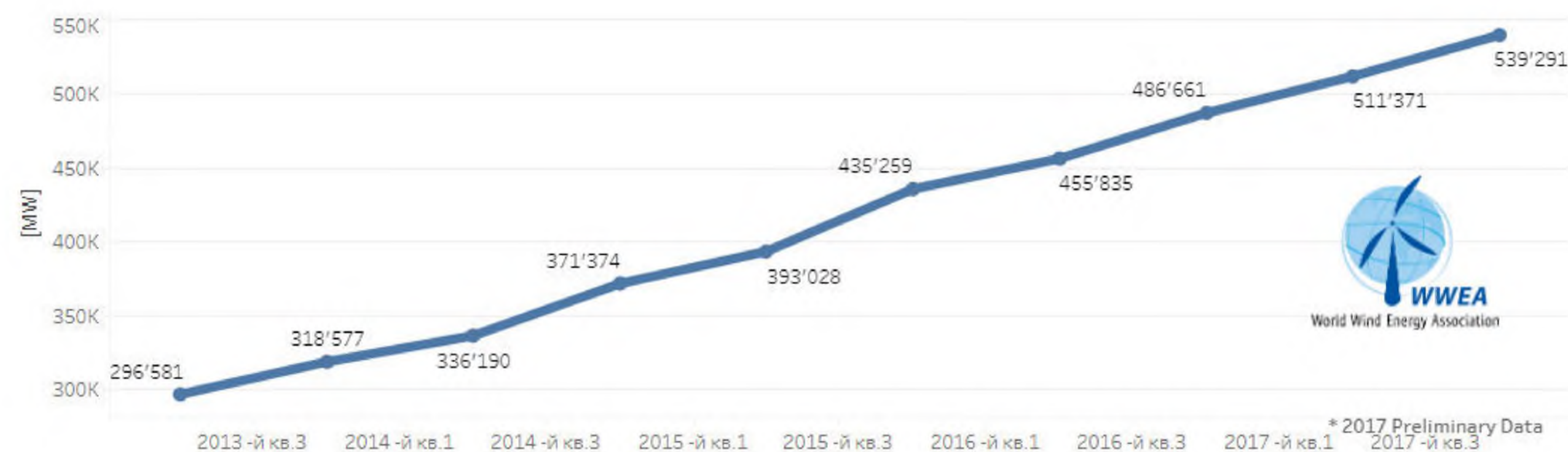
Рисунок 3 –Точка максимальной магнитной энергии магнита



Работу выполнил: студент гр. 3825М Маркелов А. И.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Еникеев Рустам Шамильевич

На текущий момент среди возобновляемых источников энергии лидирующее положение занимает ветроэнергетика, как наиболее перспективное и быстроразвивающееся направление. По состоянию на конец 2017 года, суммарная номинальная электрическая мощность всех установленных ветрогенераторов составила 539 гигаватт



На текущий момент основную долю синхронных генераторов с аксиальным магнитным потоком, производимых для использования в ветряных турбинах, составляют модели китайского производства. Это обуславливается лидирующим положением Китая на рынке малой ветроэнергетики. С общим количеством установок, достигшим 689 тысяч, Китай занимает 72% мирового рынка в данном секторе

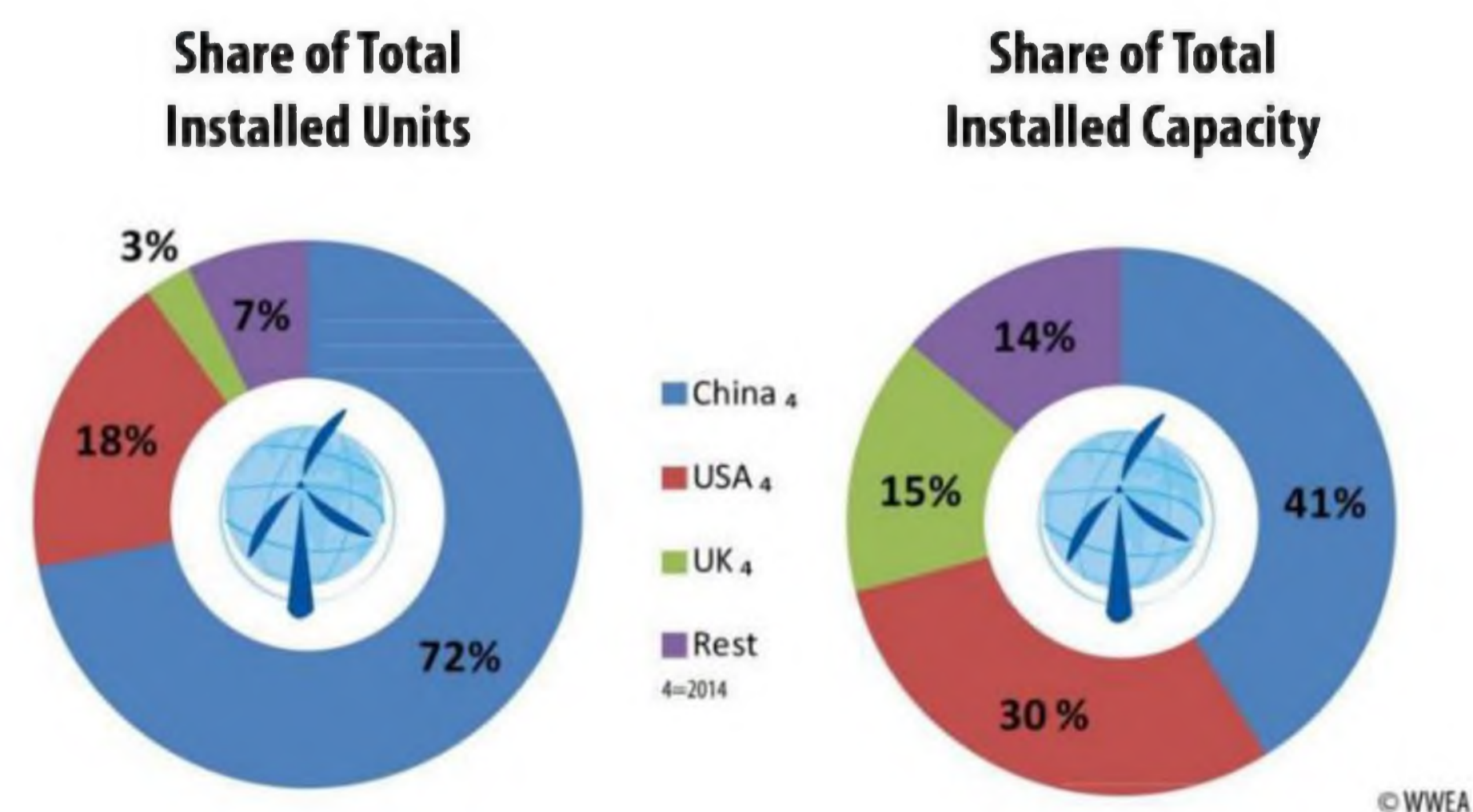
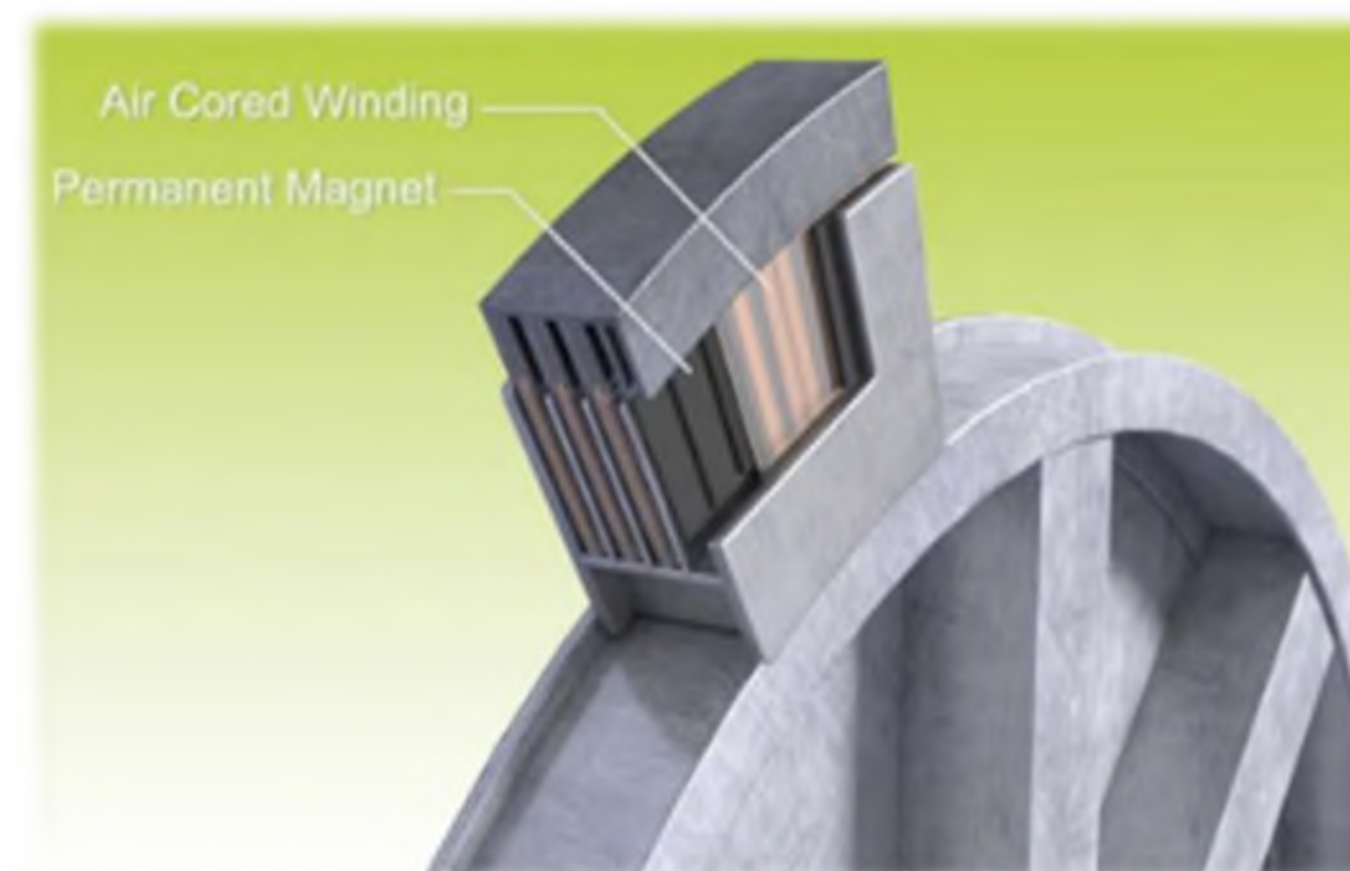


Таблица 1 - Основные характеристики аксиальных синхронных генераторов.

	Xinda, 50 kW	Xinda 30 kW	XDSHF770 - 20	XDSHF700 - 10	GDG-10KW-100	SAV-15kW	XD-20 kW	SYG-660-R-10000-150	AMG20KW-860
Номинальная мощность, кВт	50	30	20	10	10	15	20	10	20
Номинальное выходное напряжение, В	400	400	500/380	380	400	240	380	220	380
Номинальный ток, А	7.6	44	-	-	14.5	65	31	-	31
Номинальное число оборотов ротора, об/мин	400	300	300	300	100	60-90	300	150	100
Количество фаз	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Ток с генератора	переменный	переменный	переменный	переменный	переменный	переменный	переменный	переменный	переменный
Вес, кг	300	250	180	145	245	-	165	300	290

NGenTec в 2012 году успешно создала и сконструировала синхронный генератор с аксиальным магнитным потоком мощностью 1 МВт, являющийся прототипом для исследований, результаты которых планируется применить для создания генератора мощностью 6 МВт, планируемое применение которого - оффшорная ветроэнергетика.







А.А. Мартынов, С.С. Тимофеев, М.А. Волохов, В.П. Платонов, О.Б. Чернышева  
СПбГУАП

## Основные результаты:

Разработана инженерная методика расчета потерь мощности волногенератора от сил гидродинамического торможения и магнитных потерь в магнитопроводе волногенератора. Результаты выполненной работы позволят повысить точность инженерного расчета волногенератора поплавкового типа



А.А. Мартынов, С.С. Тимофеев  
СПбГУАП

## Основные результаты:

Разработаны методики расчета и компьютерные модели системы энергообеспечения с электрохимическим генератором. Выполнено исследование электромагнитных процессов и характеристик системы энергообеспечения с электрохимическим генератором. Показаны пути совершенствования характеристик систем энергообеспечения с электрохимическим генератором

А.А. Медведев

Магистрант кафедры программно-целевого управления в приборостроении.

В.А. Сердитов - доцент, кандидат технических наук - научный руководитель

Энергоэффективность является важнейшим показателем развития той или иной страны, а темпы роста эффективности показывают, насколько сильно в стране развито это направление. Мероприятия по грамотному расходованию ресурсов электроэнергии являются следствием развития наукоемких производств и внедрения новшеств в различные виды хозяйственной деятельности.

В условиях быстро развивающейся экономики и конкурентирования производителей в вопросах оптимизации своих расходов, потребность в эффективном использовании ресурсов растет и является основной темой сегодняшней энергетической политики.

Грамотное внедрение сберегающих технологий и стимулирующие к их внедрению нормативные акты и законы страны помогут не только улучшить конкурентоспособность, но и сэкономить огромные ресурсы на микро- и макроуровне.

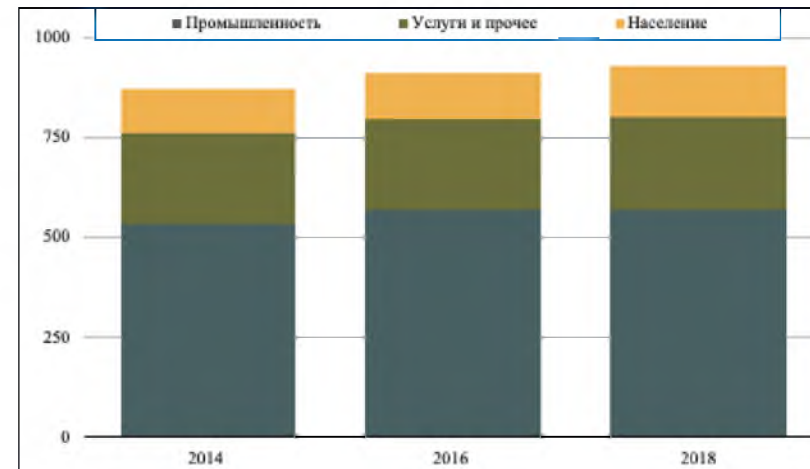


Рисунок 1 – Структура потребления электроэнергии в России ТВт. ч.



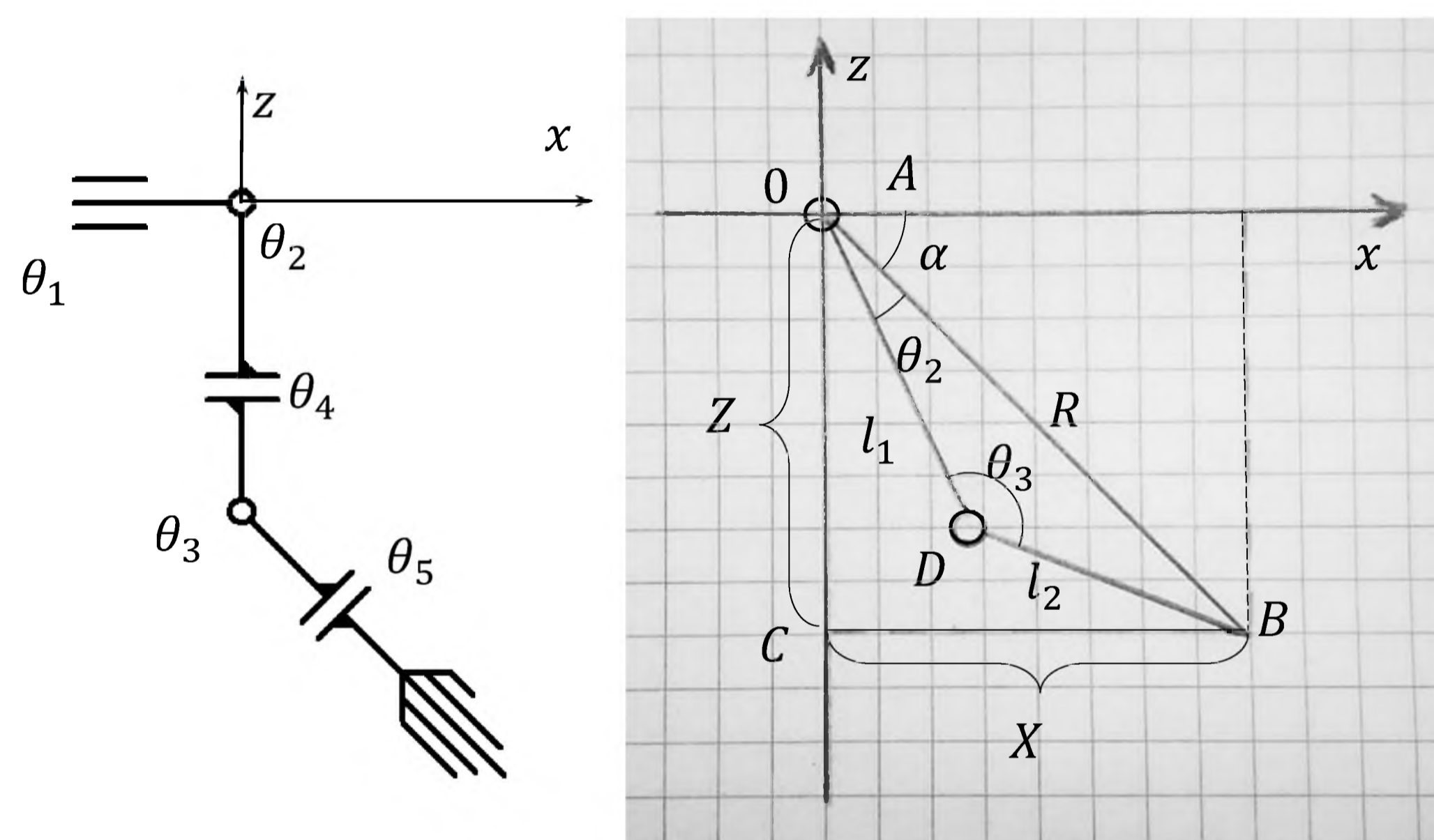
# Система инерциального управления робототехническим протезом верхних конечностей для высоких усечений



Завалишинские чтения | 2019

А. А. Михайлов – магистрант кафедры №32  
 С. А. Сериков – д.т.н., доцент  
 С. В. Солёный – к.т.н., доцент  
 В. Ф. Шишлаков – д.т.н., профессор  
 О. Я. Солёная – к.т.н., доцент  
 СПбГУАП  
 Е. А. Серикова – к.т.н., доцент  
 СПбПУ

Упрощенная схема алгоритма работы системы инерциального управления протезом верхних конечностей для высоких усечений

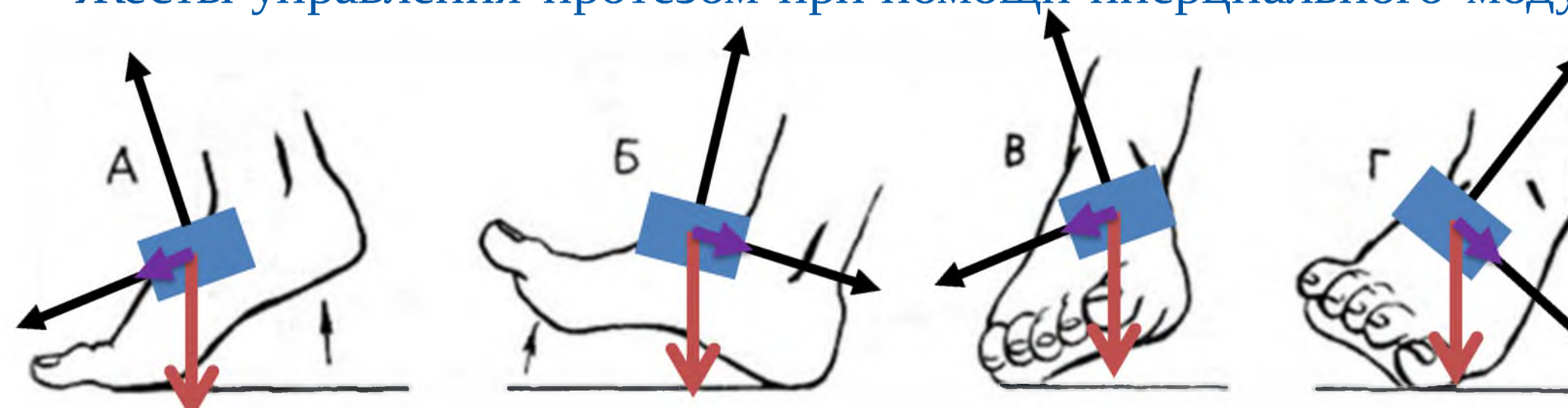


Решение задачи обратной кинематики

Упрощенная структурная схема системы управления



Жесты управления протезом при помощи инерциального модуля



$$R = \sqrt{X^2 + Z^2}$$

$$\theta_2 = -\arccos\left(\frac{X}{R}\right) - \arccos\left(\frac{l_1^2 + R^2 - l_2^2}{2 \cdot l_1 \cdot R}\right)$$

$$\theta_3 = \arccos\left(\frac{l_2^2 + l_1^2 - R^2}{2 \cdot l_2 \cdot l_1}\right)$$

$$l_2' = l_2 \cdot \cos(\theta_4)$$

$$\theta_2 = -\arccos\left(\frac{X}{R}\right) - \arccos\left(\frac{l_1^2 + R^2 - (l_2 \cdot \cos(\theta_4))^2}{2 \cdot l_1 \cdot R}\right)$$

$$\theta_3 = \arccos\left(\frac{(l_2 \cdot \cos(\theta_4))^2 + l_1^2 - R^2}{2 \cdot l_2 \cdot \cos(\theta_4) \cdot l_1}\right)$$





В. А. Мыльников, кандидат технических наук, доцент  
Т. Н. Елина, кандидат экономических наук, доцент  
Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

Предложена экспертная система для оценки безопасности облачного сервиса на основе технологии нейро-нечетких сетей.

Предложен сводный интегральный показатель информационной безопасности системы, рассчитываемый на основе групповых показателей, «взвешенных» с учетом их значимости



# Перспективы развития сетей ультравысокого напряжения



Завалишинские чтения | 2019

Работу выполнил: магистрант кафедры электромеханики и робототехники В.В. Назаров  
Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент О.Я. Солёная

**ЦЕЛЬ:** исследование развития электроэнергетической отрасли на основе применения ультравысоких классов напряжения

## ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ:

- обеспечение всех потребителей достаточным количеством электроэнергии первоклассного качества;
- обеспечение снижения затрат на производство и передачу электроэнергии от производителя к потребителю;
- оперативное реагирование на все изменения, которые происходят на всем протяжении электроэнергетической системы;
- создание новых и ретрофит существующих электрических систем по причине значительного износа и относительно больших потерь в распределительных сетях;
- сделать систему экологичной, используя для этого в процессе производства электричества возобновляемые ресурсы.



Строительство пилона высоковольтной ЛЭП постоянного тока Чанцзи – Гугуан



Пилоны высоковольтной ЛЭП постоянного тока Чанцзи – Гугуан (Синьцзян-Уйгурский автономный район, Северо-Западный Китай)



Пилон высоковольтной ЛЭП постоянного тока Чанцзи – Гугуан (провинция Цзянсу, Восточный Китай)



Установка гирлянд изоляторов из закаленного стекла на пилон высоковольтной ЛЭП постоянного тока Чанцзи – Гугуан



Испытание трансформатора постоянного тока



Лаборатория для испытания работоспособности высоковольтного оборудования

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА В РОССИИ:

- большая территория страны, что дает возможность построить более эффективные электроэнергетические системы, в основе которых долготный и широтный эффекты;
- большое расстояние между объектами, на которых происходит генерация электроэнергии от мест нагрузки;
- большая обособленность крупных региональных объединений (объединенной энергетической системы), а также возможность присоединения локальных энергосистем;
- возможность решения проблемы с передачей электроэнергии через большие водные преграды при строительстве линии на объекты, расположенные в морских просторах (добывающие платформы и др.), а также в удаленные районы;
- возможность развития в области возобновляемых источников энергии.

## ВЫВОД:

Таким образом, в ближайшем будущем целесообразно осваивать технологии передачи электроэнергии на сверх- и ультравысоких классах напряжения, что позволит повысить пропускную способность и в целом энергоэффективность электроэнергетических систем.





**А.Б. Наумов**

магистрант кафедры программно-целевого управления в  
приборостроении

**В.А. Сердитов** – кандидат технических наук – научный  
руководитель

Реализация проектов по переходу к цифровым и автоматизированным подстанциям по типу технологии Smart Grid находится на начальном этапе. Осуществляется взаимодействие с различными инновационными компаниями и исследовательскими институтами, производителями оборудования. Закупается и внедряется в практику соответствующее оборудование, формируется документация на проведение закупочных процедур и реализуются различные партнерские программы.



**Д.А. Павлюков** – студент кафедры электромеханики и робототехники

**О.Я. Солёная** – к.т.н., доцент

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

**Цель работы:** исследование магнитов с заданными параметрами магнитного поля.

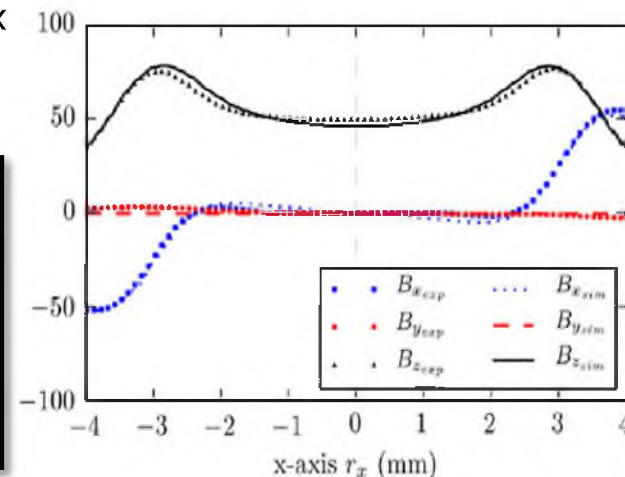
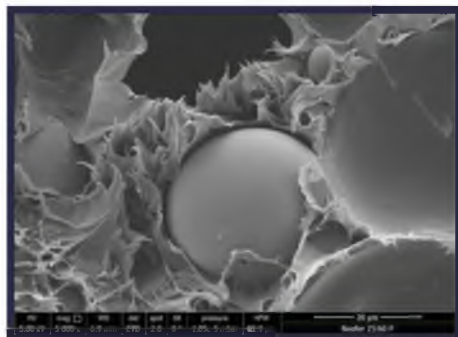
Аддитивное производство позволяет создать магнит с необходимыми магнитными полями. Такой полимерный магнит уступает в ферромагнитных свойствах неодимовому магниту, но имеет большую гибкость и меньший вес.

Инженерами Венского технологического института был создан новый филамент под коммерческим названием «Neofer 25/60p», для его создания потребовалось 65% изотропного порошка NdFeB (неодим-железо-бор) и 35% полиамида (нейлон 12).

NdFeB является одним из составляющих современных мощных неодимовых магнитов, имеющих одинаковые магнитные поля.

Параметры печати

Параметры	Значения
Температура экструдера	255°C
Высота слоя	0,1 мм
Скорость печати	20 мм/с
Плотность заполнения	100%
Температура стола	40°C



Филамент для печати

Созданный филамент под микроскопом

Полученный образец

График магнитного поля



# ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ЗАПУСКА ТУРБОРЕАКТИВНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Д. А. Пакканен  
магистрант кафедры управления в технических системах  
В. С. Акопов  
кандидат технических наук, старший научный сотрудник

## Решаемые задачи:

- Разработка и исследование системы управления запуском авиационного двигателя.
- Разработка имитационной модели процесса запуска ТРД

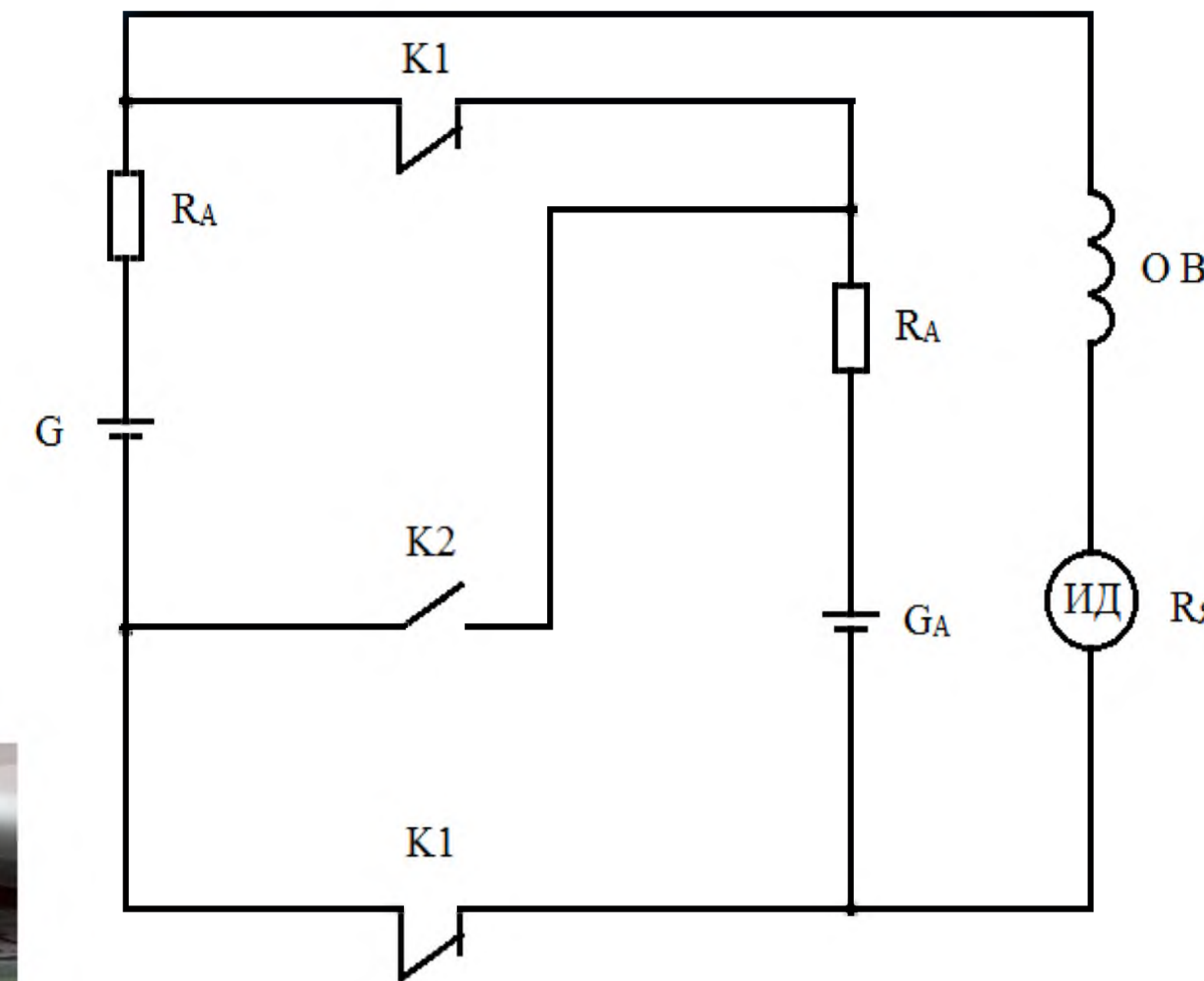


Схема двухступенчатого пуска электростартера с переключением аккумуляторных батарей.

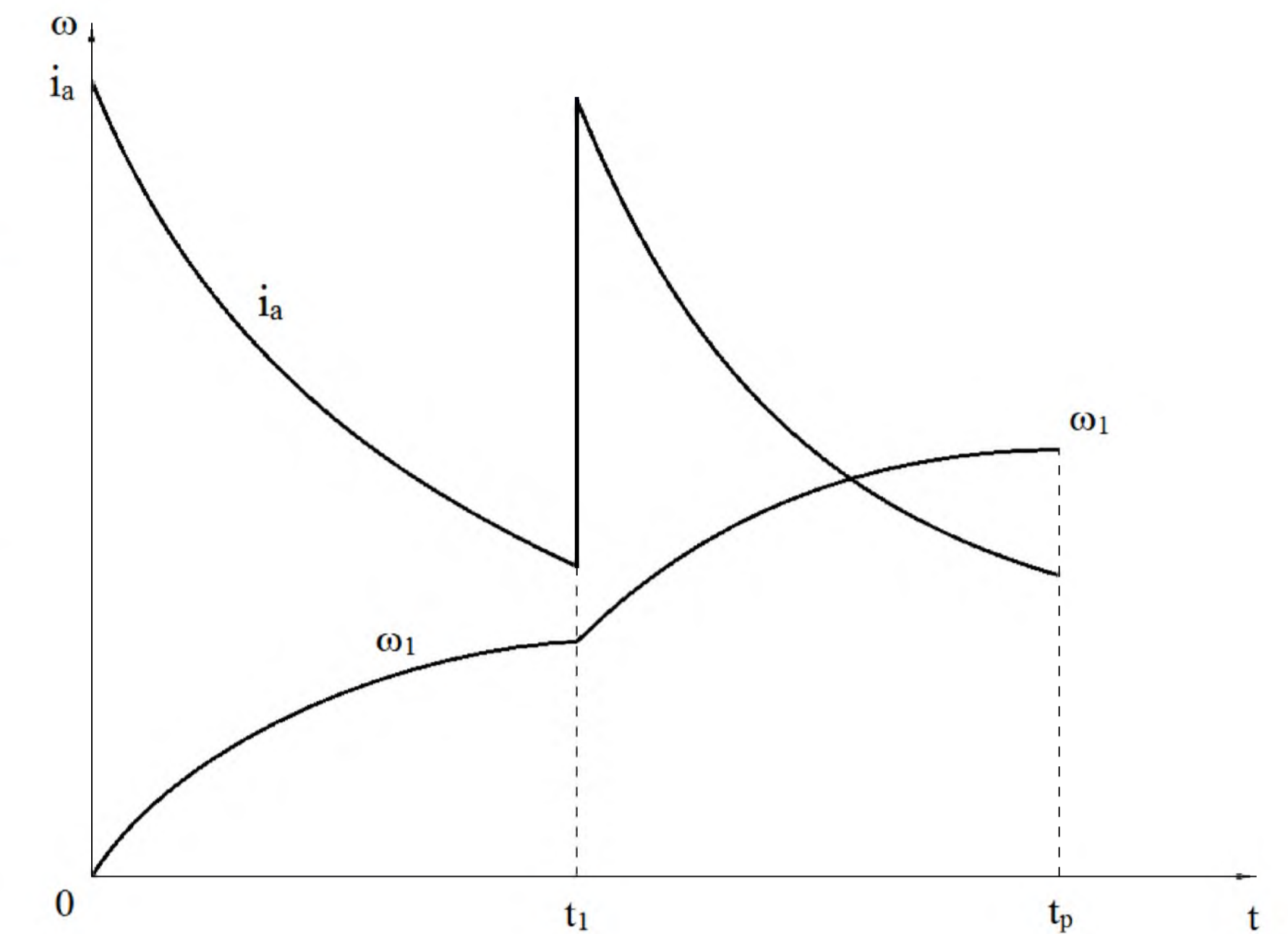
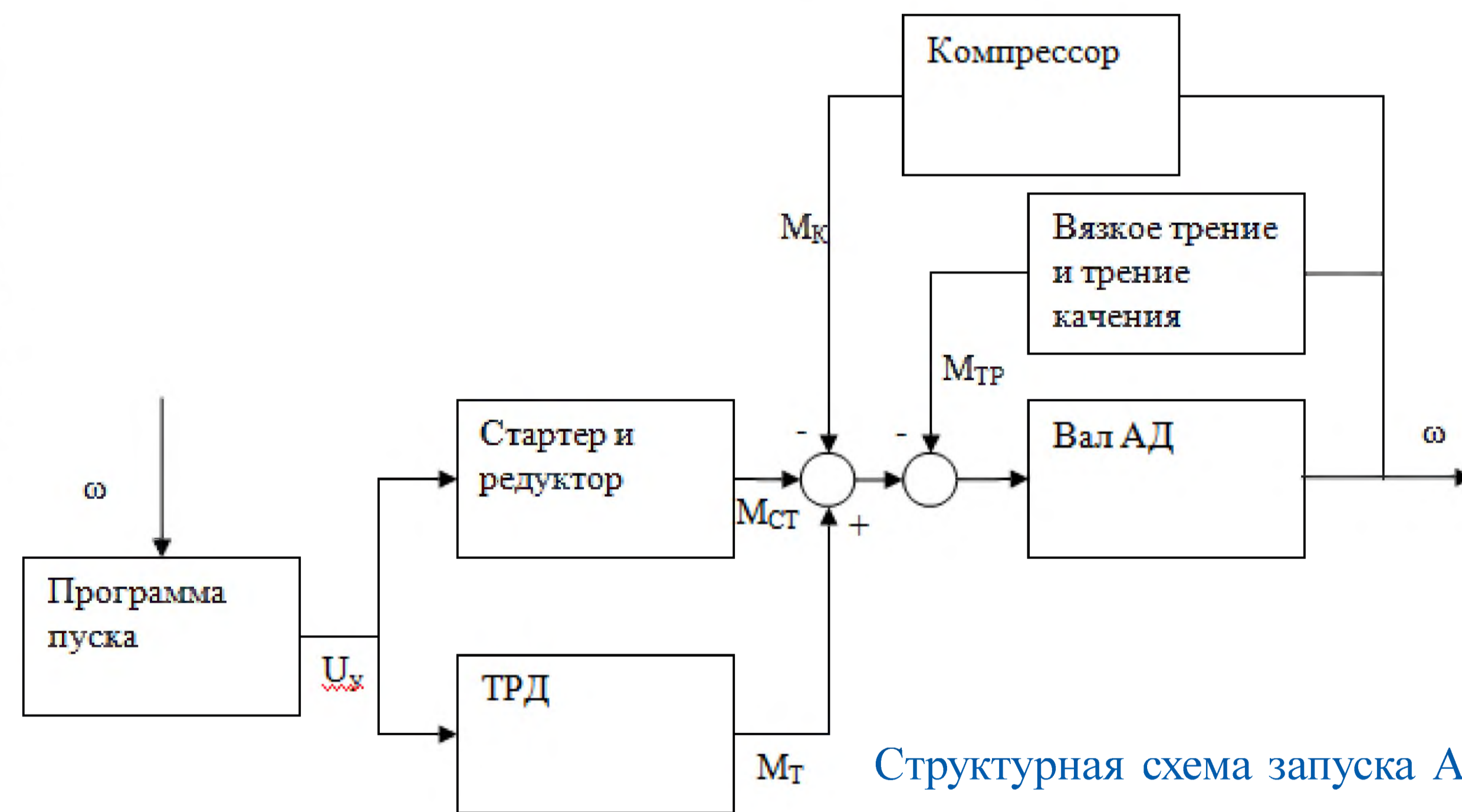
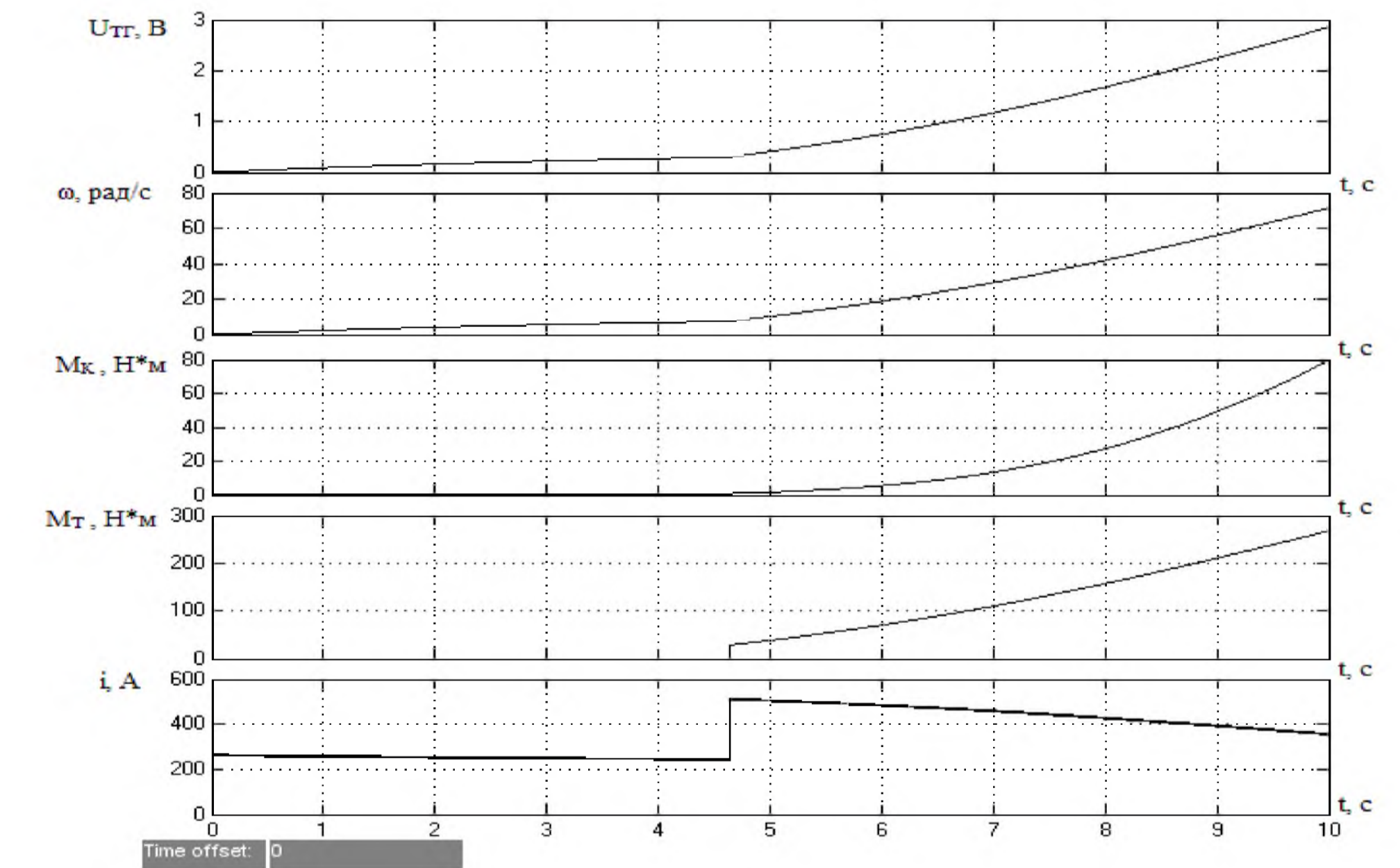


График двухступенчатого пуска электростартера с переключением аккумуляторных батарей.



Структурная схема запуска АД



Переходные процессы имитационной модели запуска ТРД с переключением питания стартера с 24 В на 48 В.

## Выводы

1. Рассмотрена система управления запуском газотурбинного двигателя.
2. Предложена математическая модель процесса запуска авиационного турбореактивного двигателя;
3. Разработана имитационная модель процесса запуска ТРД с помощью электростартера;
4. Выполнено исследование процесса запуска авиадвигателя с использованием разработанной имитационной модели.
5. Предлагаемая имитационная модель может быть использована для исследования процесса запуска не только турбореактивных, но и турбовинтовых авиадвигателей.



# ВЫСОКОТОЧНЫЙ АНАЛОГО-ЦИФРОВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НА БАЗЕ МИКРОСХЕМЫ LM358



Завалишинские  
чтения | 2019

Я. Р. Пантелеев – студент кафедры электромеханики и робототехники

С. А. Сериков (канд. техн. наук, доц.) – научный руководитель

**Цель работы:** спроектировать высокоточный, простой в реализации и дешевый аналого-цифровой преобразователь

Для реализации устройства за основу был взят один из самых распространенных, дешевых и проверенный временем, операционных усилителей **LM358**.

**Преимущества:** На данный момент широко используются внутренние схемы аналого-цифрового преобразования контроллеров, однако их точность ограничивается в основном 10 (в редких случаях 12) разрядами, к тому же с пороговым входом сигнала не превышающим напряжение питания микроконтроллера (от 3 до 5 вольт). Это значит, что максимальная точность оцифровки сигнала будет составлять 3 вольта поделенные на 1023 бита, что равняется 3мВ. Также существуют специализированные выносные модули АЦП, с повышенной точностью до 24 разрядов. При этом напряжение сигнала не должно превышать 2.048 вольта. В таком варианте реализации точность измерения достигает тысячных милливольта, однако добавляется существенное ограничение по порогу напряжения входного сигнала. К тому же данный модули достаточно дорогостоящие.

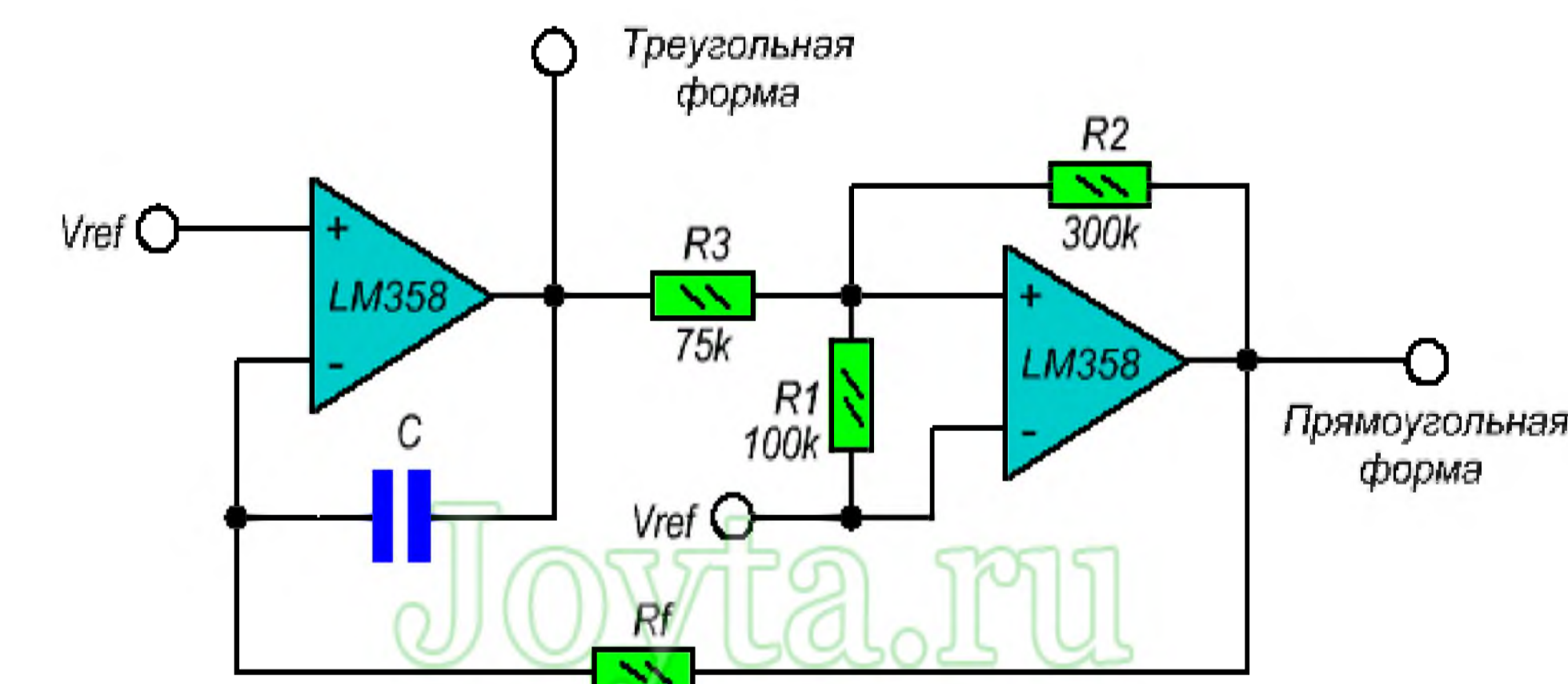
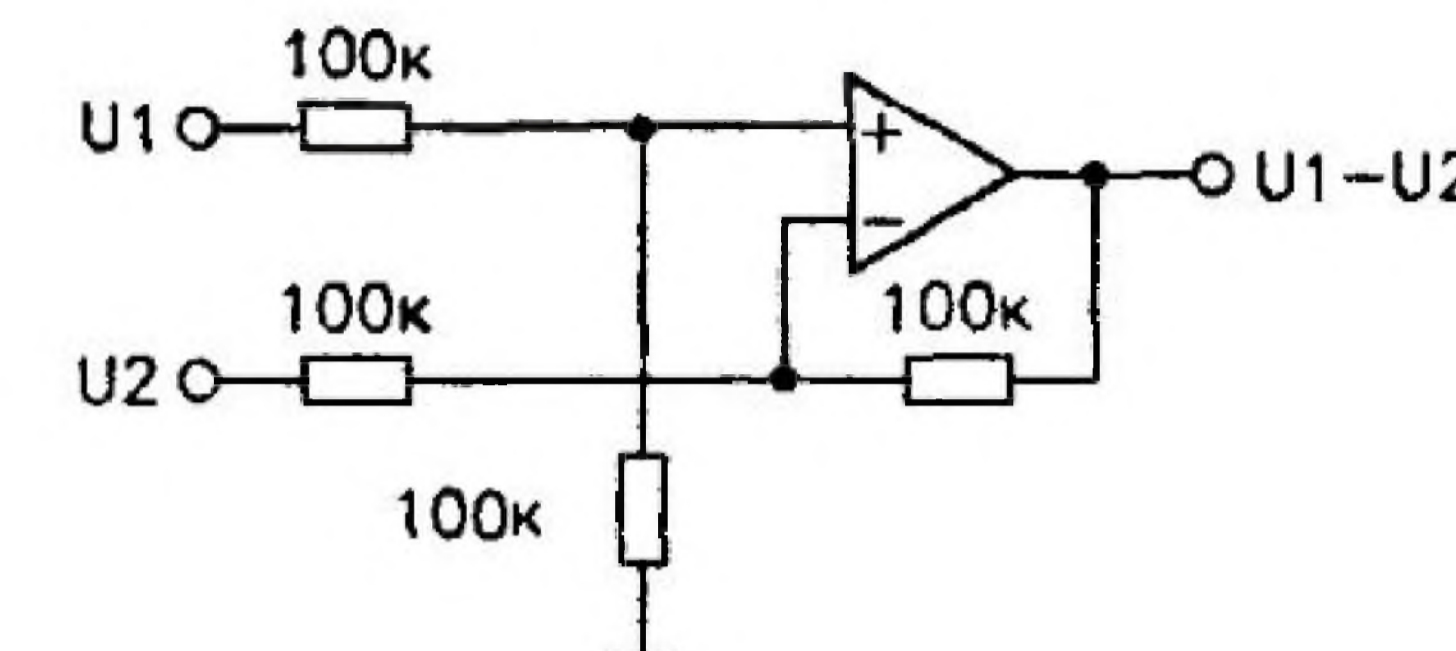
**Применяемость:** В данной статье необходимость такого АЦП будет рассматриваться для модуля проверки аккумуляторных батарей, в котором необходимо анализировать напряжение 12-ти вольтовой батареи с высокой точностью и переводить его в цифру для микроконтроллера.

**Реализация:** Для того, что бы повысить точность измерения дельта U, в блоке тестирования АКБ, необходимо вычесть постоянную составляющую, ниже которого напряжение не упадет при подачи нагрузки на АКБ. К примеру, если на АКБ подать максимальный тестовый сигнал, напряжение даже самого плохого АКБ не просядет ниже 11 вольт. Следовательно, мы можем вычесть это напряжение из АКБ. Для этого используем схему LM358 в режиме вычитания напряжения, изображенную на рисунке 1. На выходе операционного усилителя формируется напряжение по формуле:  $U_{вых} = U_1 - U_2$ . На вход U1 подается напряжение с АКБ, на U2 подается опорное напряжение которое хотим вычесть. На выходе усилителя, динамика напряжения будет в точности повторять динамику самого АКБ с вычетом из его опорного напряжения. Таким образом, мы преобразуем зазор измеряемого напряжения.

Далее, для того, что бы с высокой точностью оцифровать напряжения дельта U, будет использоваться схема конвертера напряжение-частота, собранная на двух операционных усилителях LM358. Схема приведена на рисунке 2.

Данная схема преобразует входное напряжение в частоту, которую в дальнейшем контроллер сможет посчитать при помощи обыкновенного счетчика без каких либо дополнительных программных настроек микроконтроллера или посчитать таймером время между импульсами и также определить частоту. Также схема способна принимать и конвертировать сигнал в широком диапазоне частот, которая ограничена напряжением питания LM358. Значение частоты может достигать, в теории мегагерцы, что позволяет с большой точностью измерять напряжение. Аппаратно, точность измерения, то есть выходная частота, рассчитывается по формуле:

Таким образом, всего на 3-х операционных усилителях, можно собрать высокоточный АЦП, который способен вычислять и преобразовывать в цифру напряжение с точностью до тысячных милливольта, без специальных программных настроек и гораздо более дешевым, относительно выносных модулей АЦП.



$$f = \frac{R1 + Rf}{4 * C * Rf * R1} \quad R3 = \frac{R2 * R1}{R2 + R1}$$



**М.В. Пархомец** магистрант кафедры

программно-целевого управления в приборостроении

**В.А. Семенова** кандидат экономических наук, доцент – научный руководитель

Из года в год наблюдается тенденция увеличения роста цен на коммунальные услуги, на тепловую и электрическую энергию. В связи с этим, население ищет способы снизить расходы на них, не ухудшая качества жизни. Одним из таких способов является снижение уровня тепловых потерь жилого дома. Тепловые потери представляют собой сумму потерь через крышу, вентиляцию, стены, пол, систему отопления и окна. Как видно из рисунка 1, потери через окна являются одними из самых больших.

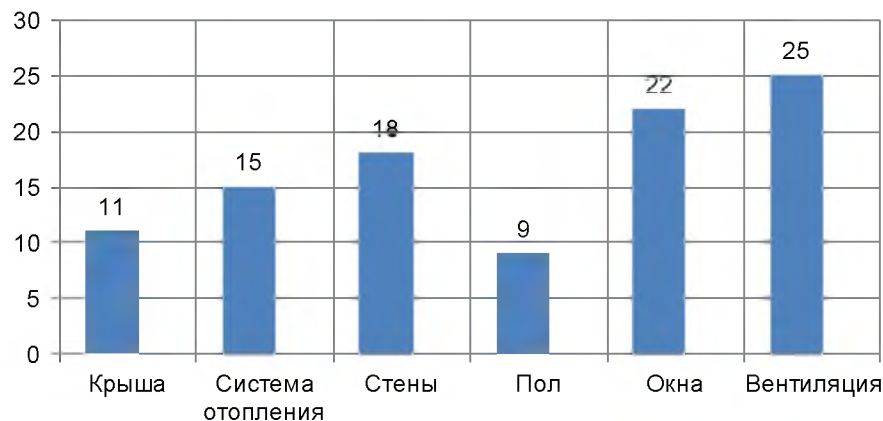


Рисунок 1 – тепловые потери жилого дома коттеджного типа

Для снижения уровня этих потерь устанавливают современные энергосберегающие окна. Энергосберегающее окно – это пластиковый стеклопакет, сконструированный таким образом, чтобы препятствовать теплообмену между улицей и помещением.

Основным показателем, который характеризует способность стекла отражать тепловое излучение, является его излучающая способность (коэффициент эмиссии). Чем меньше его значение, тем эффективнее отражается тепло. Для энергосберегающих окон коэффициент эмиссии равен 0,17, в то время как для обычного окна он гораздо выше – 0,9. Это значит, что энергосберегающее окно гораздо медленнее теряет тепло, чем обычное.

Современные стеклопакеты различаются типом низкоэмиссионного покрытия, технологией его нанесения. Одним из самых современных является мультифункциональное стекло. Оно состоит из нескольких слоев и способно отразить более 90% теплового потока. Мультифункциональное стекло объединяет в себе преимущества всех существующих типов стекол: энергосберегающего, тонированного, противоударного, самоочищающегося. Все больше людей выбирают их как альтернативу обычным окнам ввиду их большой эффективности, и эта тенденция только усилится в ближайшие годы.

# Технологии для построения систем контроля жизненного цикла продукции, использующихся в Индустрии 4.0

**Н.К. Печенин И.А. Воропаев**  
студенты кафедры электромеханики и робототехники  
**С.В. Солёный**  
кандидат технических наук, доцент – научный руководитель.



## Требования:

- Наличие качественной инфокоммуникационной сети для передачи данных на расстоянии;
- Наличие единой системы маркирования продукции штрих-кодами или RFID-метками;
- Наличие переносных считывателей и модулей считывания информации промышленными роботами;
- Компьютеры для хранения больших массивов данных;
- Крепкая финансовая платформа предприятия;

## Преимущества:

- Быстрая передача данных;
- Автоматическое обновление информации в БД;
- Уменьшение человеческого фактора;
- Удаленный доступ к информации, возможность прослеживания продукции;
- Интеграция системы с промышленными роботами;
- Минимизация потерь изделий в межцеховой логистике;
- Повышенная точность учетно-отчетной информации;



# Разработка алгоритмов функционирования PLM-системы радиоэлектронной продукции



Завалишинские чтения | 2019

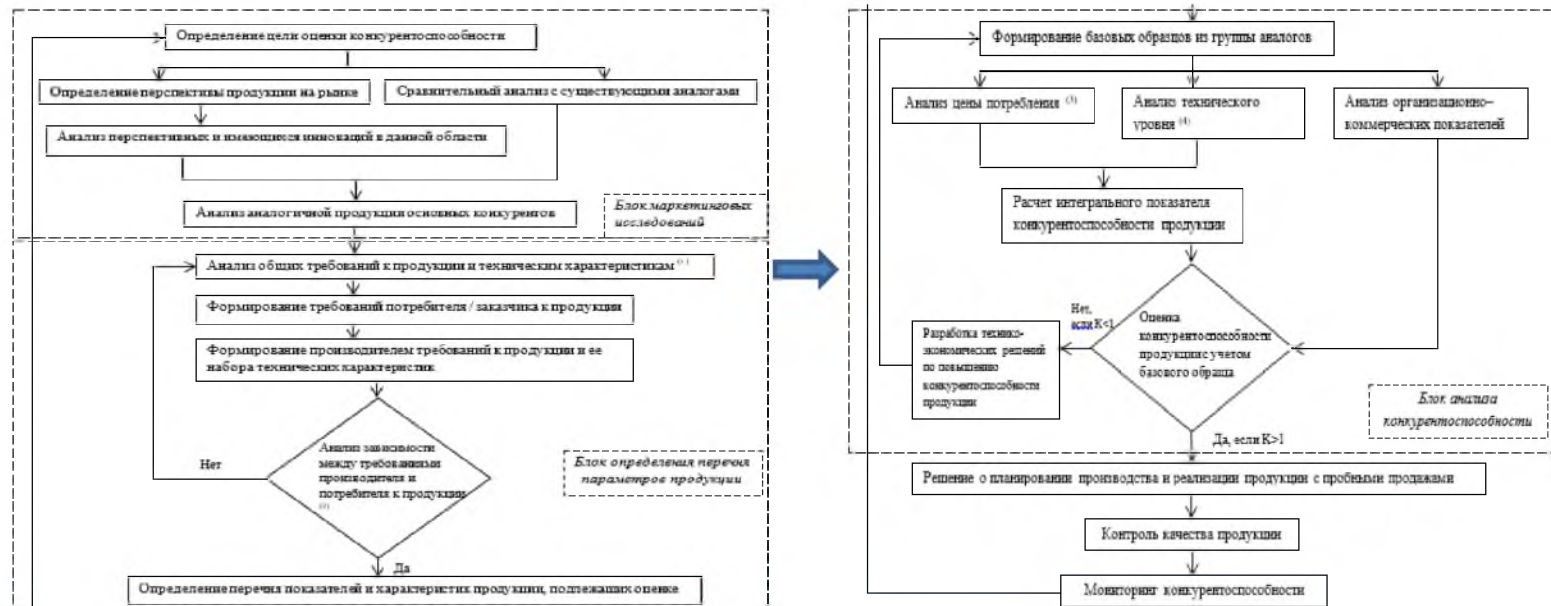
## Авторы:

Поляков С.Л., Солёная О.Я., Маркелова Н.В.

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»

**Цель:** создание унифицированного информационного инструмента для оценки конкурентоспособности и жизненного цикла продукции предприятий промышленного комплекса, который позволит оптимизировать технологические процессы, повысить качество продукции и определить перспективные направления развития организации с применением технологий «Индустрии 4.0» – робототехники, программирования и концепции интернета вещей.

**Результаты:** Разработан алгоритм функционирования PLM-системы для предприятий по производству радиоэлектронной продукции. Предложена методика оценки конкурентоспособности и жизненного цикла продукции промышленной области. Обозначены группы показателей для анализа и оценки технического уровня продукции. Приведена методика оценки интегрального показателя конкурентоспособности продукции.



Блок-схема алгоритма функционирования PLM-системы оценки конкурентоспособности и жизненного цикла радиоэлектронной продукции обладает широким интеграционным потенциалом с учётом применения следующих механизмов:

- соответствие требованиям ГОСТ Р ИСО 9001 <sup>(1)</sup>;
- использование инструментов управления качеством (матричная диаграмма, диаграмма разброса) с последующим структурированием функций качества продукции (СФК) – построение так называемого «Дома качества» <sup>(2)</sup>;
- расчет единичных и групповых показателей по экономическим <sup>(3)</sup> и техническим параметрам <sup>(4)</sup>.

# Развитие электроэнергетической отрасли: экологический аспект



Завалишинские  
чтения | 2019

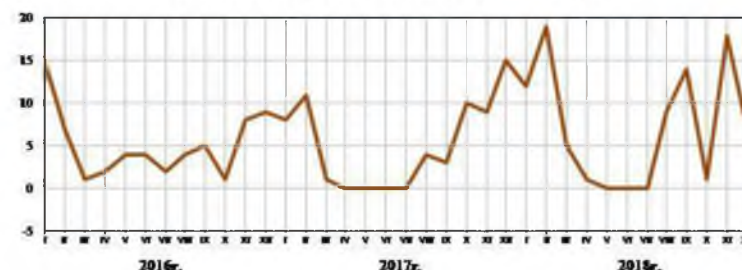
Н.С. Понкратьева

магистрант кафедры программно-целевого  
управления в приборостроении

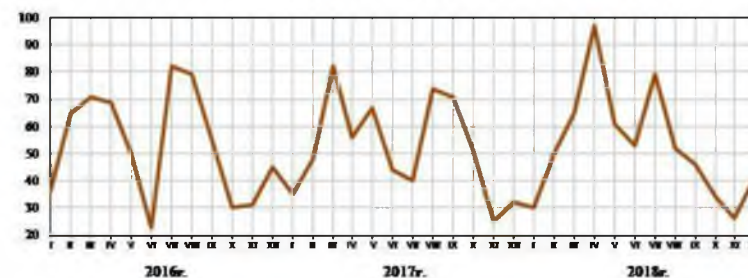
Г.С. Армашова-Тельник – кандидат  
экономических наук, доцент – научный  
руководитель

Мировая общественность все  
больше осознает серьёзность  
экологических проблем в энергетике  
и поэтому произошедшие  
техногенные аварии на  
энергообъектах вызвали в  
последние годы повышенный  
интерес к производству энергии из  
возобновляемых источников.

Число зарегистрированных случаев  
высокого загрязнения атмосферного воздуха



Число зарегистрированных случаев  
экстремально высокого загрязнения поверхностных вод





# Разработка платформы мобильного робота для обслуживания инженерных систем и технических помещений



**Завалишинские  
чтения | 2019**

Д.Е. Попков — магистрант кафедры электромеханики и робототехники

А.В. Городецкая — магистрант кафедры проблемно-ориентированных вычислительных комплексов

С.В. Солёный — кандидат технических наук, доцент — научный руководитель

СПбГУАП

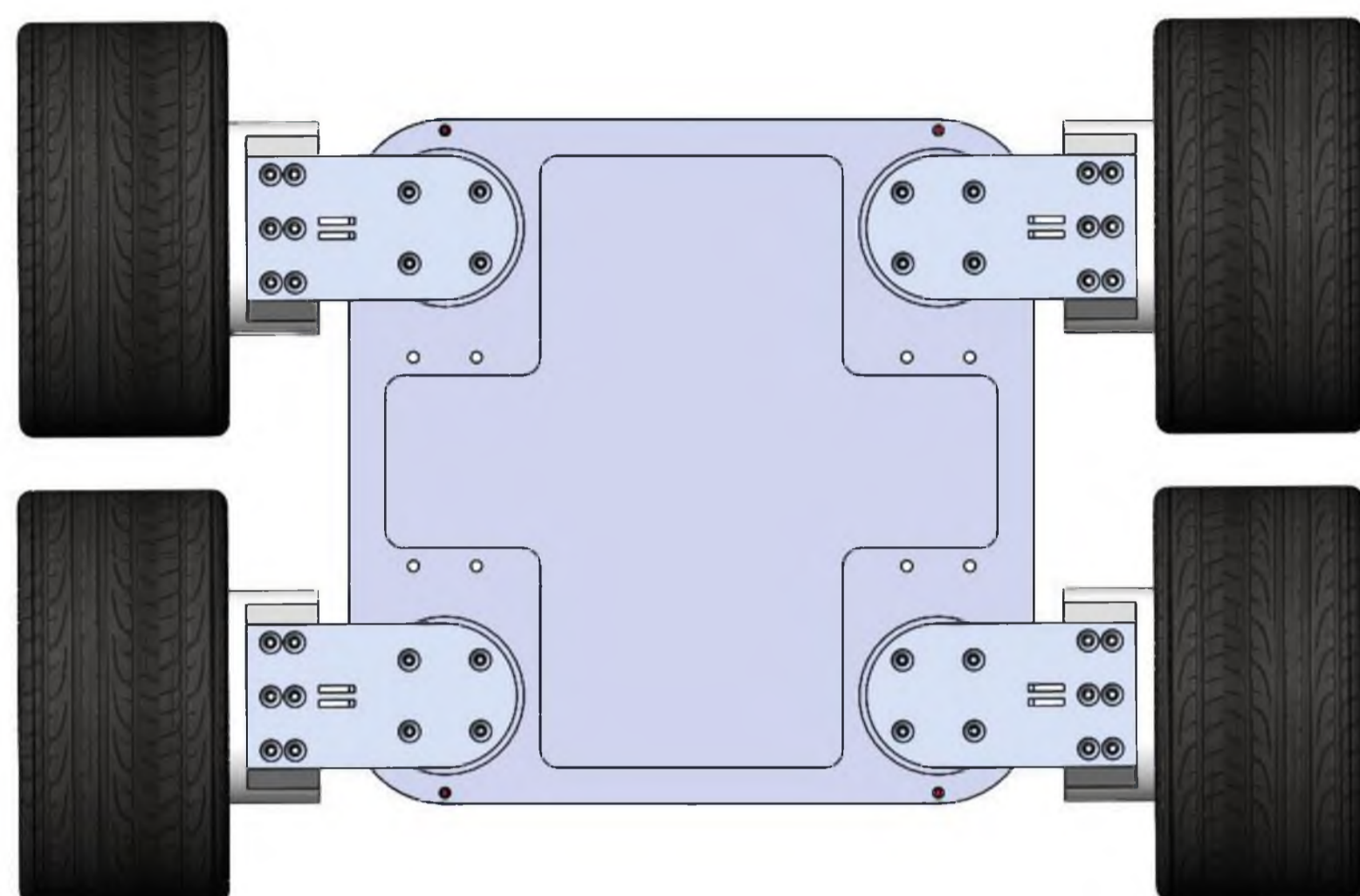


Рисунок 1 — Модель платформы (вид сверху)

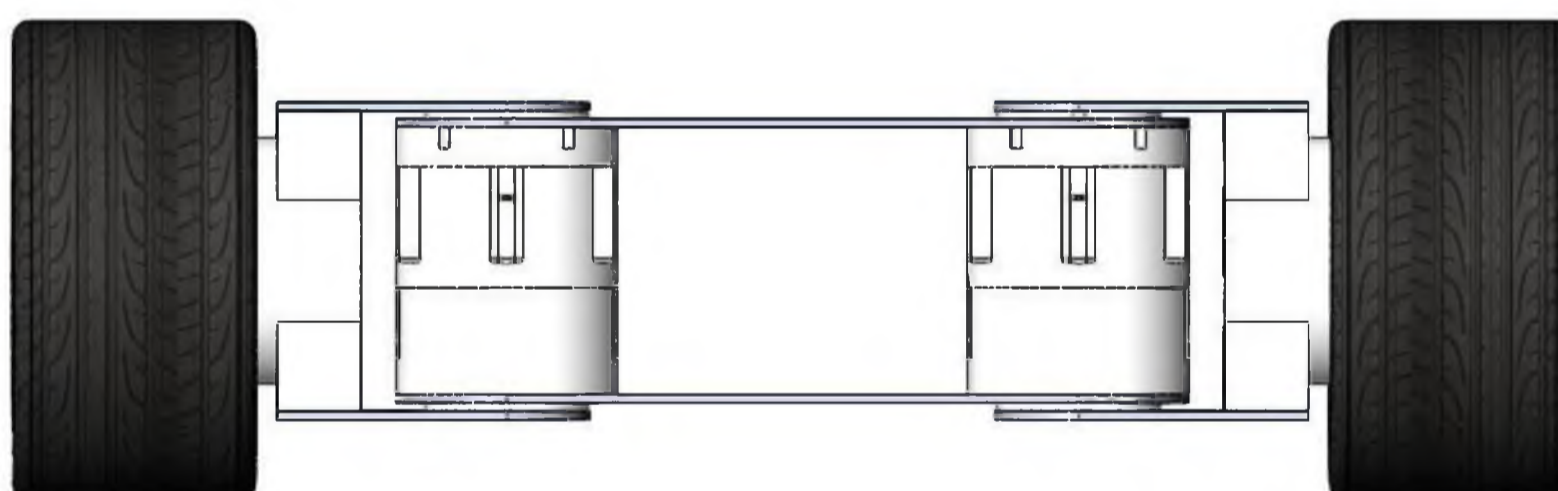


Рисунок 2 — Модель платформы (вид спереди)

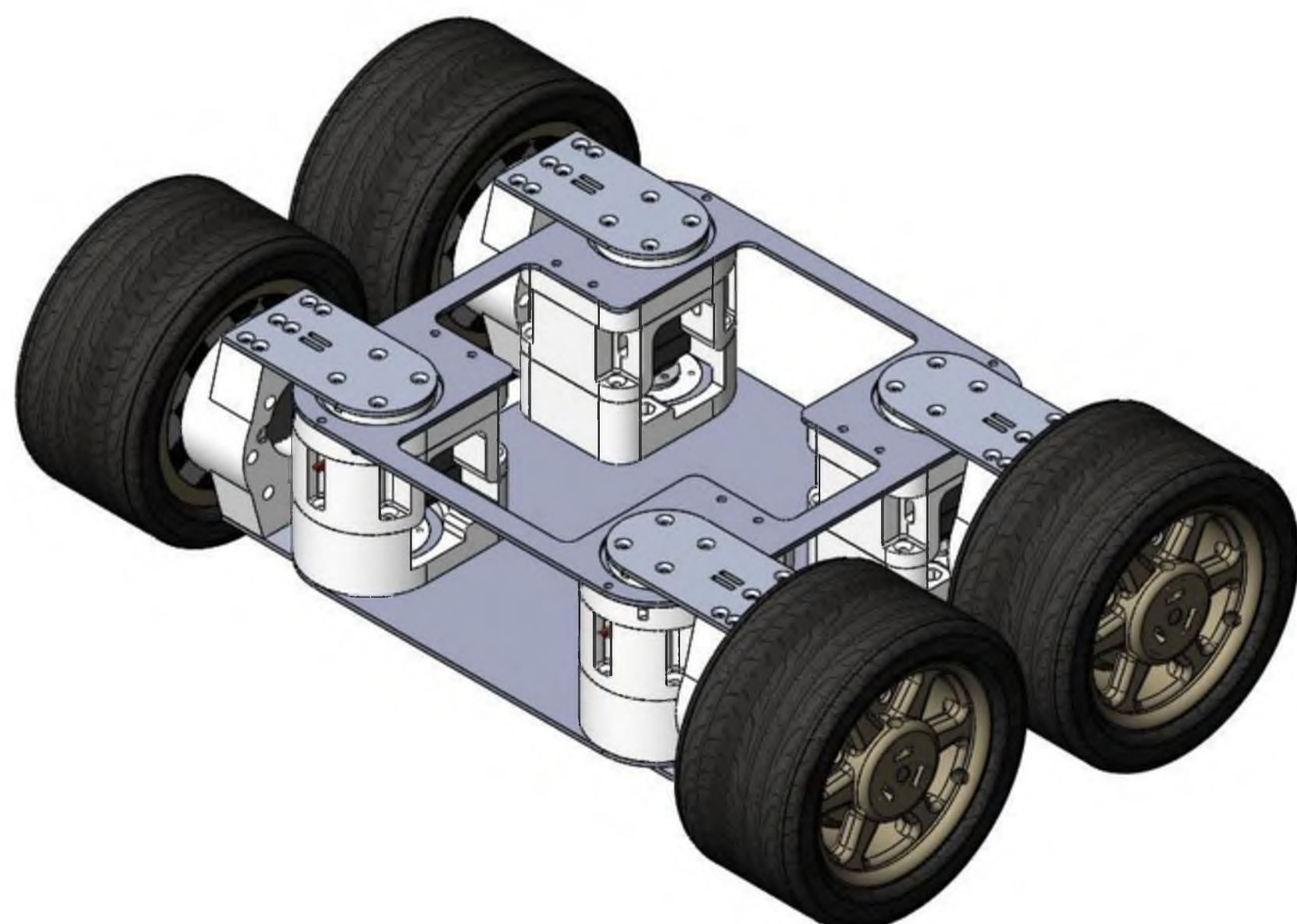


Рисунок 3 — Модель платформы (прямоугольная изометрическая проекция)

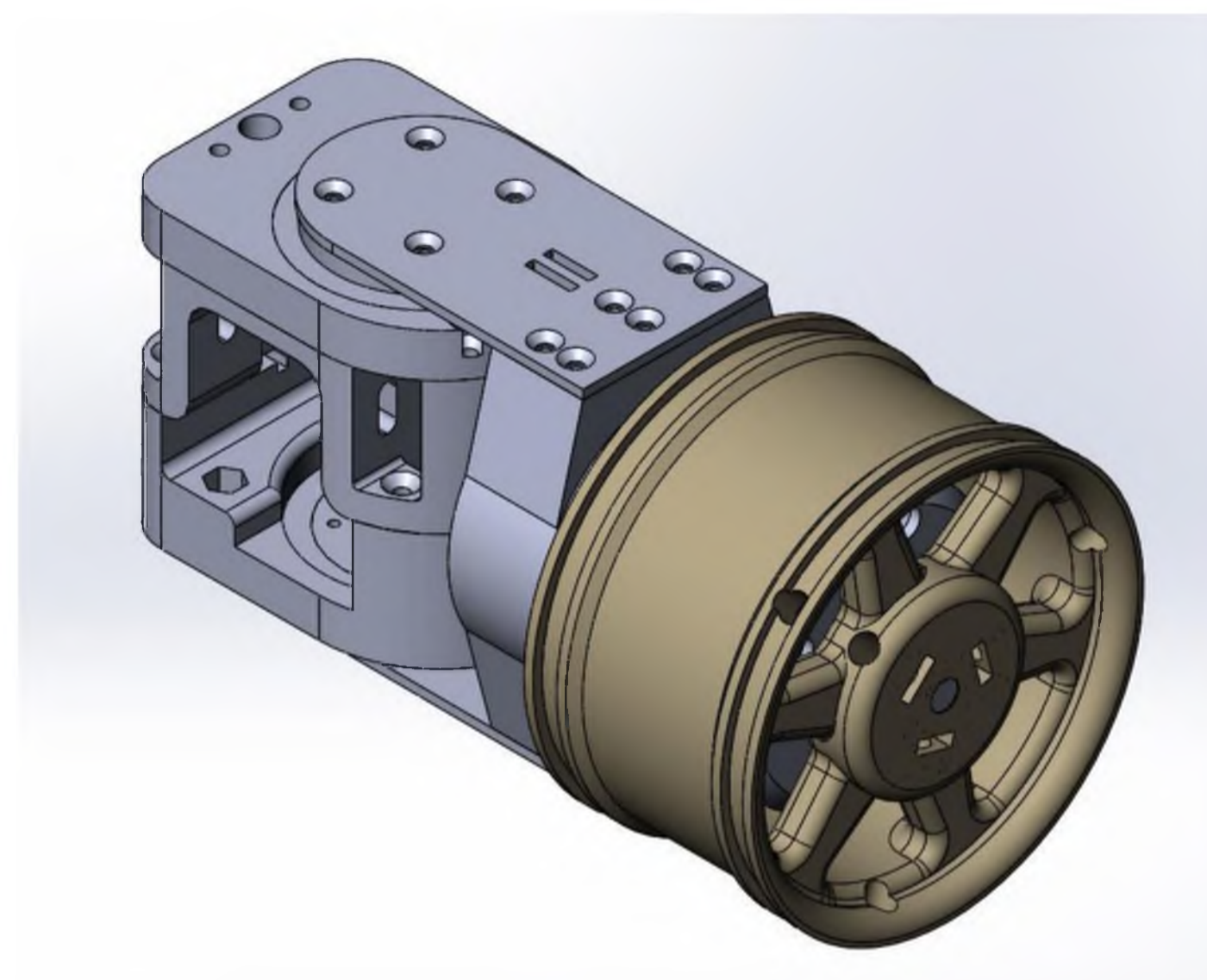


Рисунок 4 — Внешний вид модели поворотного узла

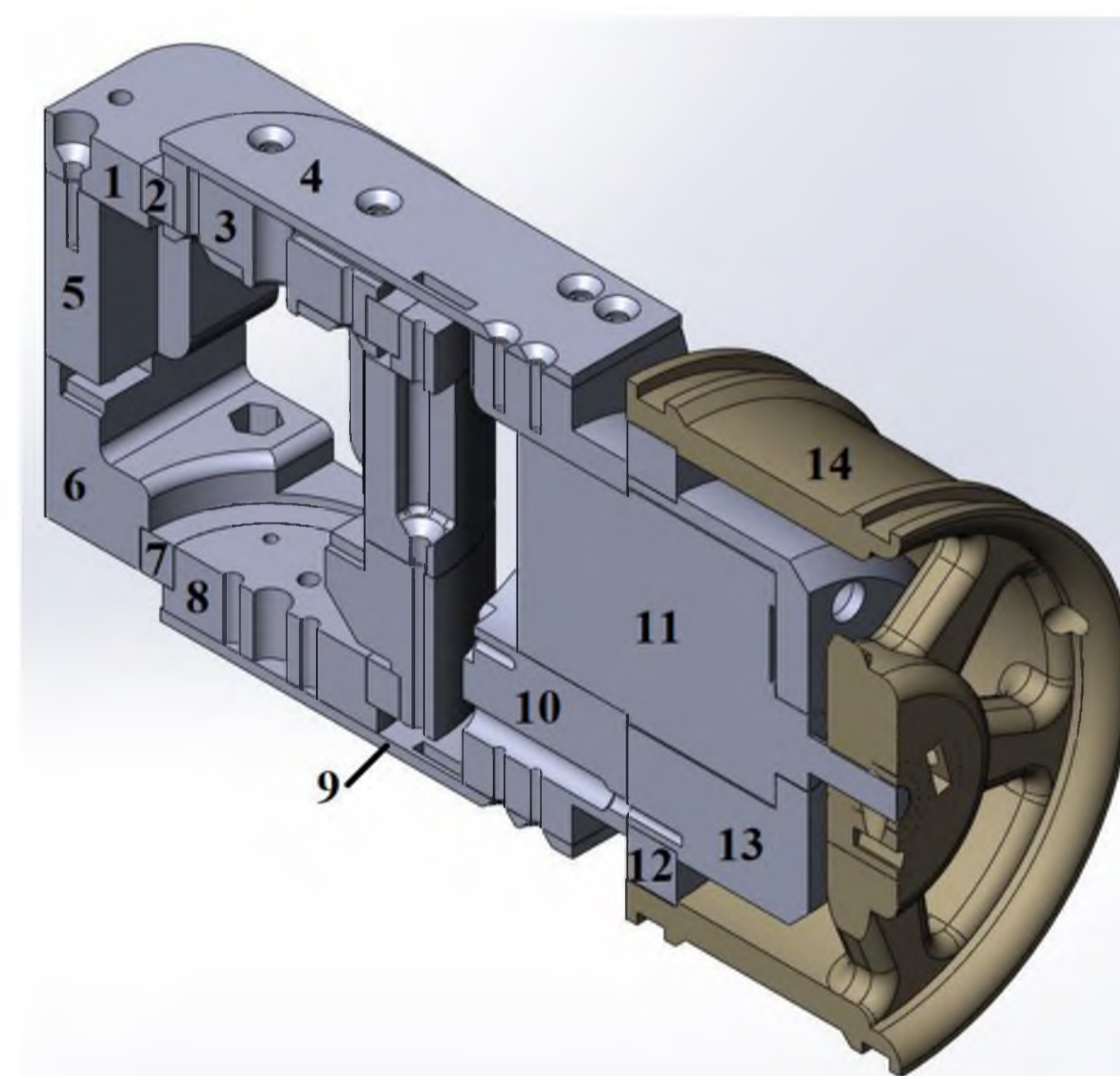


Рисунок 5 — Модель поворотного узла в разрезе:  
1 — крышка оболочки сервопривода; 2 — верхний подшипник; 3 — верхняя втулка; 4 — верхняя балка; 5 — корпус оболочки сервопривода; 6 — кровать сервопривода; 7 — нижний подшипник; 8 — нижняя втулка; 9 — нижняя балка; 10 — колено мотор-колеса; 11 — двигатель постоянного тока (ДПТ); 12 — подшипник мотор-колеса; 13 — стакан ДПТ; 14 — диск мотор-колеса

## Исследование напряжений в поворотном узле при различных значениях нагрузки

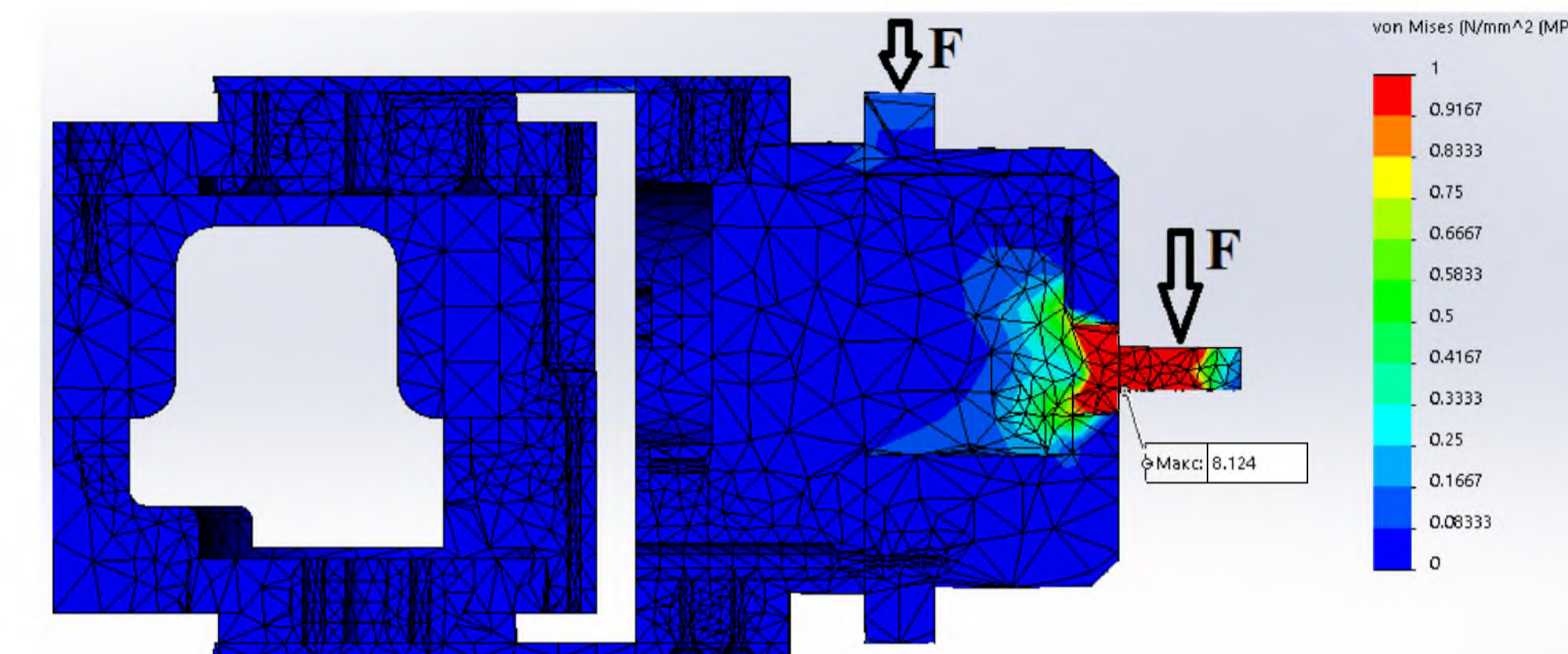


Рисунок 6 — Эпюра напряжений для сечения разреза при нагрузке  $F = 10 \text{ N}$

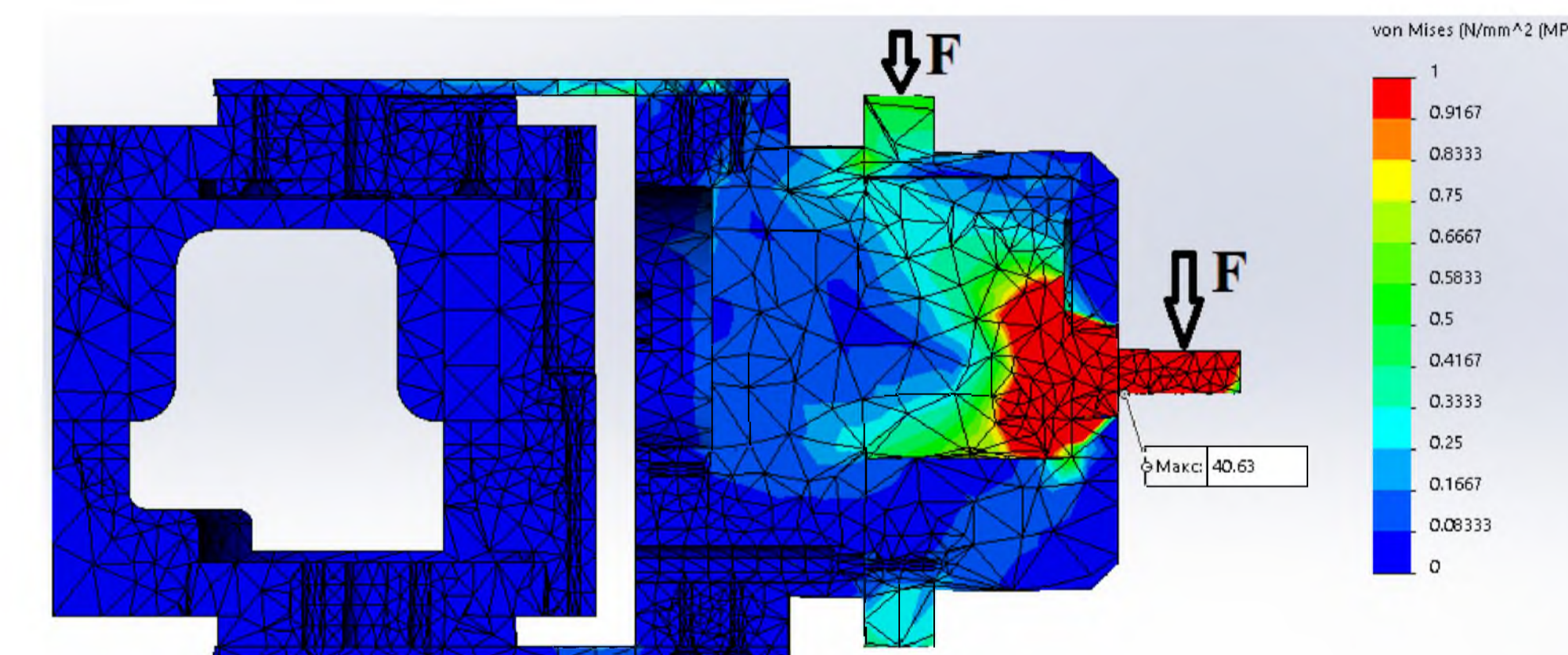


Рисунок 7 — Эпюра напряжений для сечения разреза при нагрузке  $F = 50 \text{ N}$

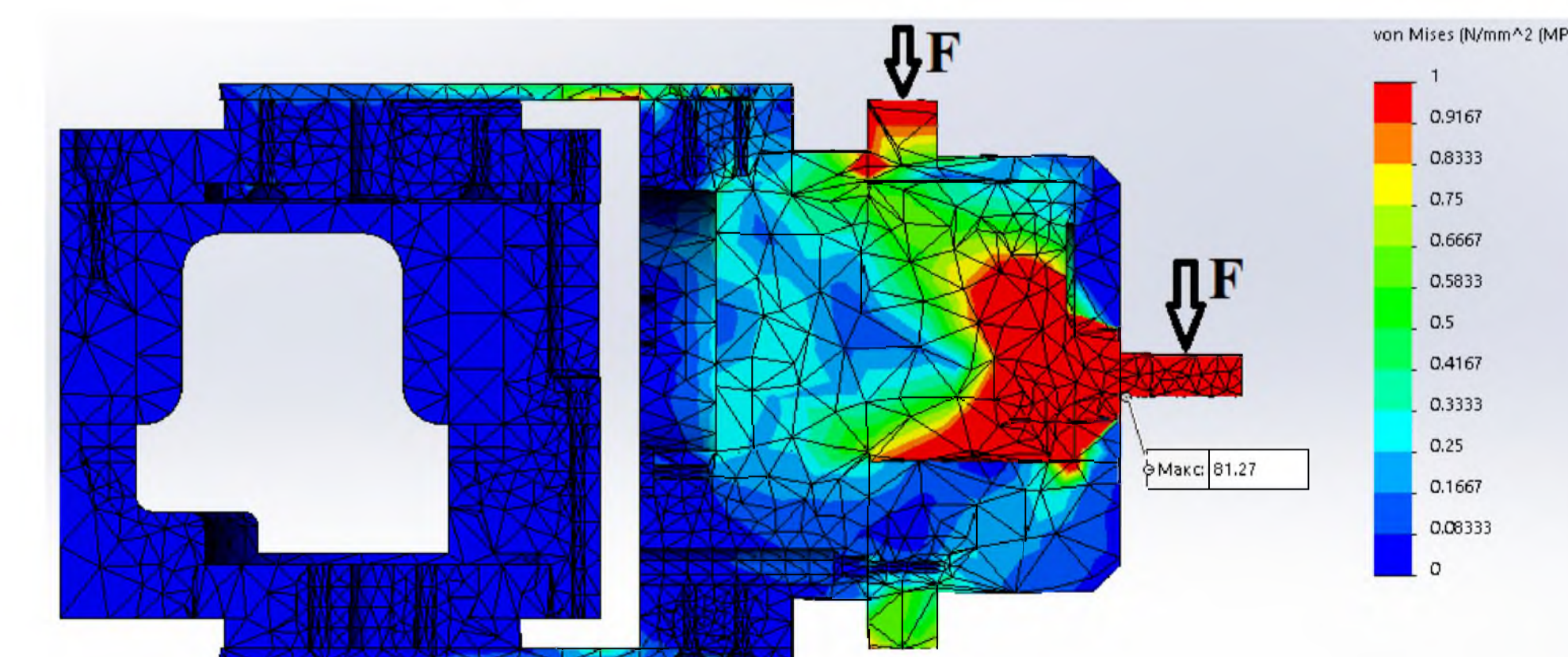


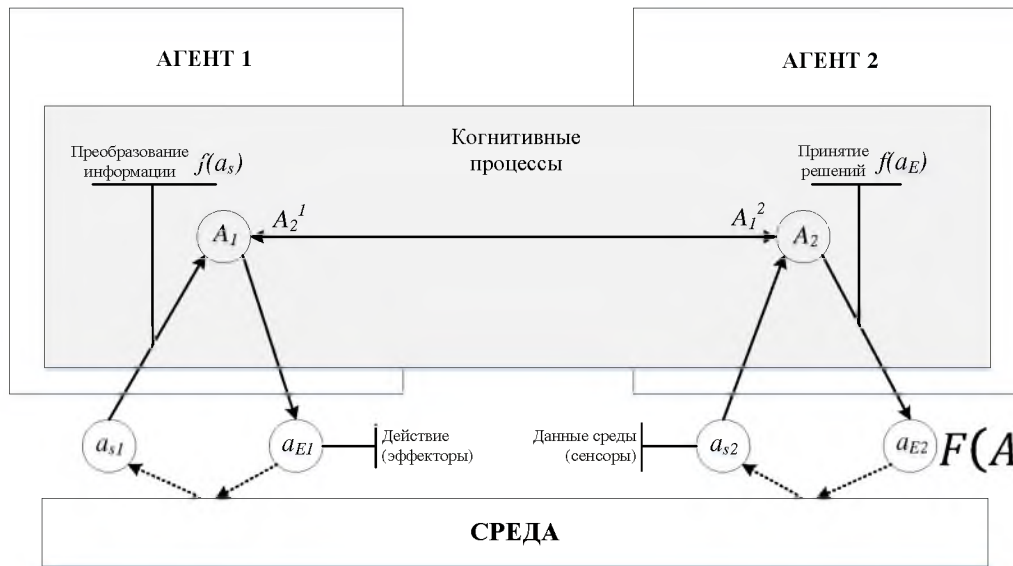
Рисунок 8 — Эпюра напряжений для сечения разреза при нагрузке  $F = 100 \text{ N}$





Р.Р. Галин

Институт проблем управления им. В.А.  
Трапезникова Российской академии наук



Затраты ресурсов человека на технологический процесс:

$$F(A_1) = \sum_{i=1}^n a_i d_i ,$$

где  $a_i$  – время на одну операцию человека из некоторого множества операций  $n$ ,  $d_i$  – количество операций;

$$F(A_1, A_2) = \sum_{i=1}^n a_i d_i + \theta(\alpha) \sum_{i=1}^n b_i d_i ,$$

где  $b_i$  – время на одну операцию технологического процесса человека,  $\theta(\alpha)$  – значение стоимости рабочего времени агента-робота

Результатом выполнения расчетов является решение об оптимальном распределении работ между человеком и роботом в технологическом процессе, которое сводит к минимизации общие затраты человеческого труда на производстве.



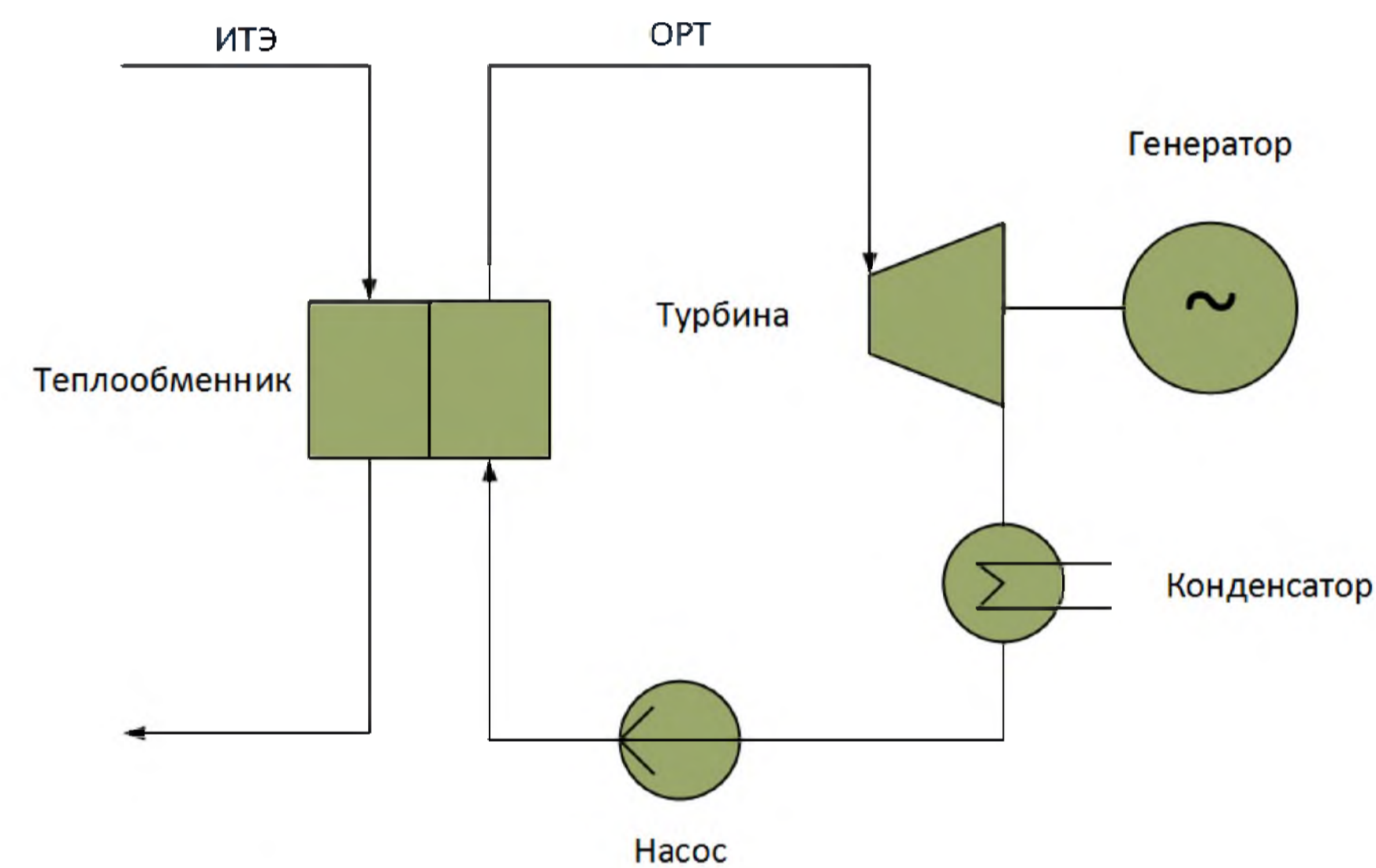
# Анализ особенностей интеграции ORC-модулей в существующие электроэнергетические системы

Н.И. Пруссак – магистрант кафедры «Электромеханики и робототехники»

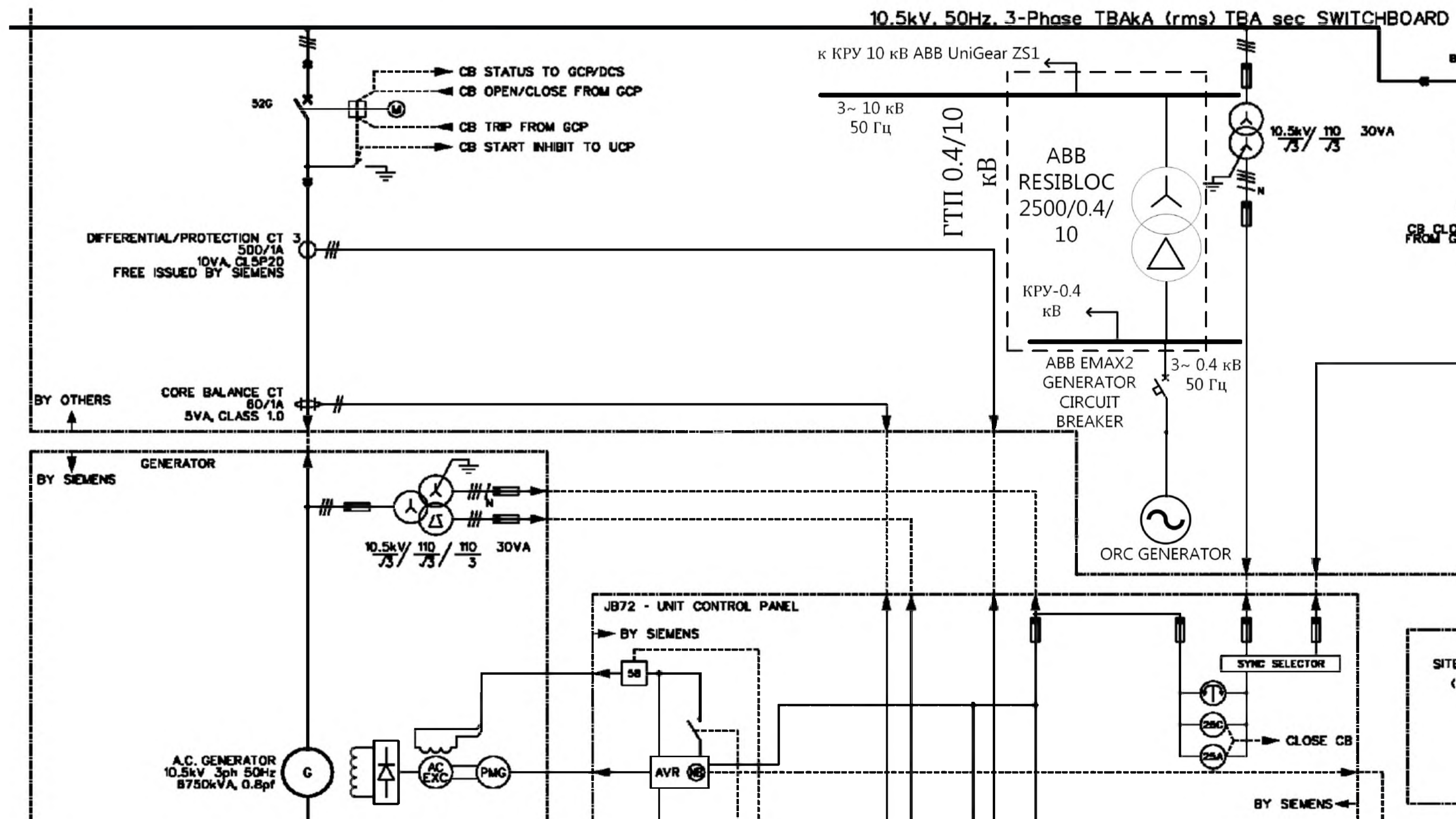
О.Я. Солёная – к.т.н., доцент

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

**ORC (Organic Rankine Cycle)** – термодинамический цикл преобразования тепла в работу с помощью органических жидкостей



## Принцип работы простейшей ORC-установки и структурная схема преобразования низкопотенциального тепла в полезную работу



### Преимущества:

- Возможность использования низкопотенциальной энергии
- Полностью автономная работа
- Производство тепловой и электрической энергии «из ничего»
- Экологическая чистота производства энергии
- Положительный экономический эффект

В статье был предложен проект интеграции ORC-модуля в систему энергоснабжения предприятия, состоящей из четырех ГПД.

### Результатами проекта являются:

Рост КПД (эл.) с 38.9% до 57.4%	4 МВт тепловой мощности для системы ГВС и отопления
<b>ORC</b>	
Дополнительный 1 МВт электрической мощности «из ничего»	Расчет электрической части системы выдачи мощности для питания близлежащих населенных пунктов

К слову, это уже не первый подобный проект, выполненный совместно с научным руководителем.

В дипломной работе бакалавра был также рассмотрен проект внедрения ORC-модуля на Пулковской ГТЭС.

В результате ведения переговоров с ООО «Сименс Технологии Газовых Турбин» была получена проектная документация станции, в том числе однолинейная электрическая схема, фрагмент которой, содержащий электрическую часть интегрированной ORC-установки, представлен на рисунке слева.

Таким образом, ORC без сомнения можно назвать одной из наиболее перспективных технологий высокоэффективного производства энергии, отличающейся простотой внедрения, универсальностью и, как следствие, экономической привлекательностью.



Alexander Prutzkow  
Ryazan State Radio Engineering University

Visit us at  
<http://prutzkow.com>

- (1) We have proposed technique to prove necessity of refactoring of program system such as robotic system
- (2) We have measured program maintainability by introduced software metrics
- (3) We have demonstrated enum is better alternative to the switch statement in Java as an example

	adding new switch		adding new case and value		deleting a case and a value	
	MA	MM	MA	MM	MA	MM
switch	1	0	0	METHOD_AMOUNT	0	METHOD_AMOUNT
enum	VALUE_AMOUNT + 1	0	METHOD_AMOUNT	0	0	0

The MM metric is the number of methods that need to be changed in case of a change in a method.

The MA metric is the number of methods that must be added in the case of extending the functionality of a program or refactoring.

VALUE\_AMOUNT is an amount of the case statement values in the switch statement. VALUE\_AMOUNT is equal to an amount of constants in enum.

METHOD\_AMOUNT is the number of methods in which you need to add new value to the switch statement or delete a value from the switch statement. METHOD\_AMOUNT is equal to the amount of abstract methods in enum, as well.



Н.В. Решетникова, Е.Ю. Ватаева  
Санкт-Петербургский государственный университет  
аэрокосмического приборостроения

На рис.1 представлена схема получения перемещения и углов платформы из получаемых сил и скоростей, где ВЧК и НЧК – высокочастотные и низкочастотные фильтры соответственно.

На рис.2 представлена последовательность взаимодействия авиационного симулятора *X-Plane* со средой программирования *LabView*, которая, в свою очередь, подаёт управляющие воздействия непосредственно на плату управления макетом подвижной платформы.

На рис.2 блок 1 принимает поток информации из симулятора по протоколу *UDP* и преобразует информацию для дальнейшей реализации в *LabView*. Блок 2 представляет собой реализацию *washout*-алгоритма в среде программирования и передаёт на блок 3 информацию, которую блок 3 преобразует в управляющие воздействия и передаёт по протоколу *UDP* на управляющую плату, к которой подключен макет. Обмен данным между блоками 1, 2 и 3 происходит через заданные в программе локальные переменные (ускорения, силы и перемещения ног платформы).

На входе блока при помощи локальных переменных принимается информация о скоростях по крену и тангажу и нормальной, продольной и поперечной силах. Блок реализует фильтрацию данных, суммирование каналов и необходимое масштабирование, чтобы на выходе блока получить вертикальное перемещение, углы по тангажу и крену, которые также при помощи локальных переменных передаются на блок 3.

В качестве управляющей конструкции используется цикл с жёстким заданием времени, что позволяет осуществлять работу в реальном времени и задаёт такт работы всей системы.

Программные средства среды графического программирования *LabView* позволяют моделировать и точно воспроизводить математическую модель фильтров и, таким образом, переносить заданную структуру в практическую плоскость применения.

После принятия перемещений на входе блока 3, приводим значение к нулевому положению ног платформы. При помощи приведения типа данных и реверсирования порядка байт внутреннее представление числа в среде *LabView* преобразуется в представление числа в плате управления. Производится настройка ШИМ. Строки данных объединяются с заголовком и отправляются по указанному адресу на указанный порт (при отсутствии данных об адресе программа автоматически получает данные о нём).

Разработанная система показала свою работоспособность при испытаниях с макетом подвижной платформы.

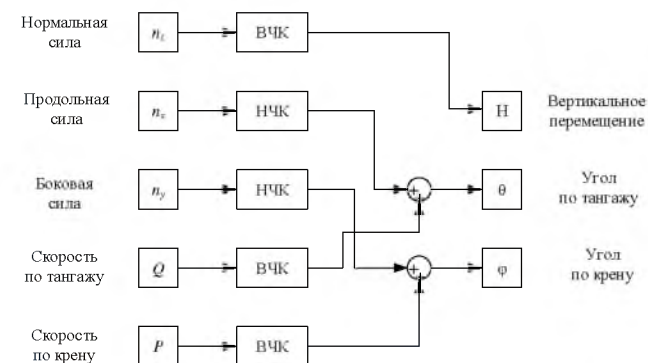


Рис.1. Схема применения формирующих фильтров для получения углов и перемещений платформы

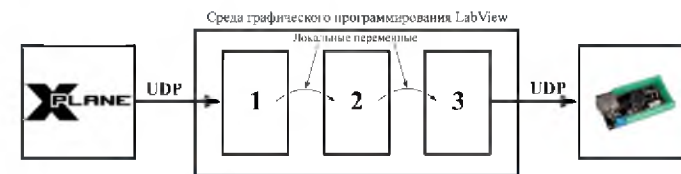


Рис.2. Схема, описывающая аппаратно-программное взаимодействие

## А.А. Родзевич

Магистр кафедры электромеханики и робототехники Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения

## В.В. Булатов

Кандидат технических наук, доцент кафедры электромеханики и робототехники Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения – научный руководитель

## Основные результаты

Из исследуемых фильтров наименьшее искажение даёт Laplace с использованием матрицы 3x3. При его использовании смещения объекта не происходит, изменение яркостных характеристик позволяет определять контур дефекта, а появляющиеся шумы не значительно влияют на распознавание объекта. Тем не менее, стоит учитывать, что Laplace 3x3 влияет на ширину контуров объекта. В случае необходимости максимально точного определения ширины объекта ( $h$ ) рекомендуется использовать метод Roberts, который практически сохраняет исходное значение  $h$ .

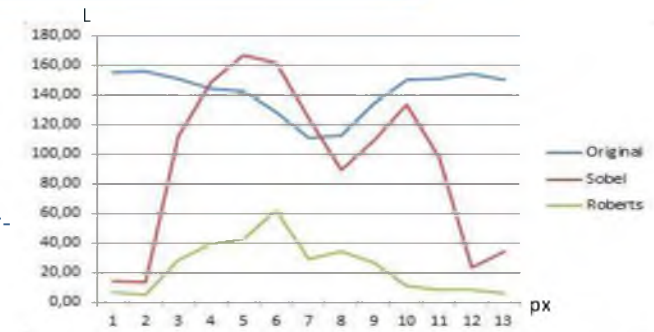


Рис. 1 График изменения показателей яркости после применения фильтров Sobel и Roberts.

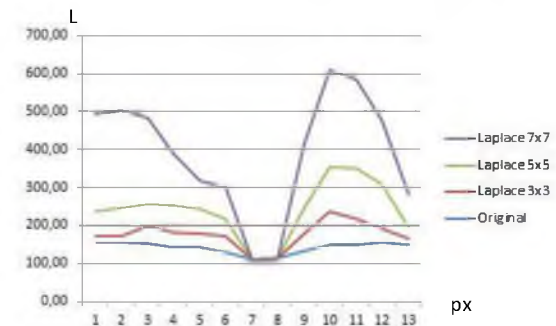


Рис. 2 График изменения показателей яркости после применения фильтра Laplace матрицей 3x3, 5x5, 7x7.

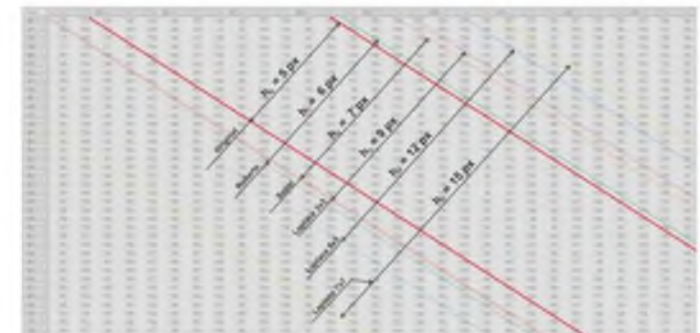


Рис. 3 Изменение максимальной ширины дефекта  $h$ .





Садикова Ю.А.

В.А. Сердитов – кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

## Основные результаты

Существующая тарифная политика представляет собой базу экономического механизма рынка электроэнергии и мощности. Услуги, которые относятся к передаче электроэнергии, представляют собой сферу естественной монополии. Вопросы ценовой политики достаточно актуальны в настоящее время, так как последствия корректировок тарифов на электроэнергию болезненно сказывается на больших экономических системах и экономике страны.

# Совместное применение баз данных и нейросетевых технологий на практике



Завалишинские чтения | 2019

Салов И.В. – студент кафедры «Технологий защиты информации»  
Попов А.К. – студент кафедры «Управления в технических системах»  
Солёная О.Я. – к.т.н., доцент, научный руководитель  
Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

## В работе разобраны две технологии:

- Нейронные сети (ИНС) - это система соединенных простых процессоров, имитирующая нервную систему человека. Можно сказать, что это одно из направлений в разработке систем искусственного интеллекта.
- Базы данных (БД) - это совокупность данных, систематизированных таким образом, чтобы эти данные могли быть найдены и обработаны с помощью ЭВМ.

## Главные результаты работы:

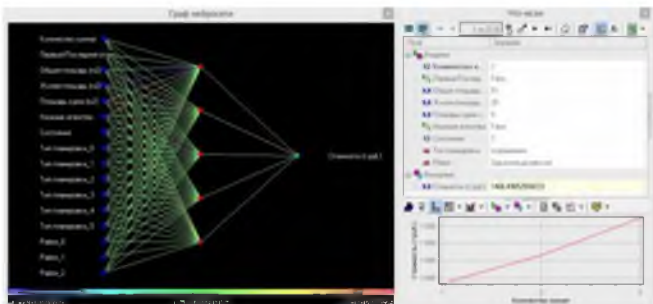
Были рассмотрены способы взаимодействия ИНС и БД, при этом учитывались положительные черты каждой из технологий, приведена реализация данных способов.

### - Пример применения БД при работе с ИНС:

• В БД может находиться огромное количество информации, необходимое для обучения ИНС

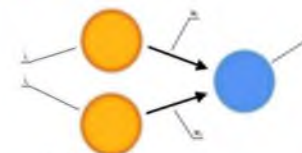
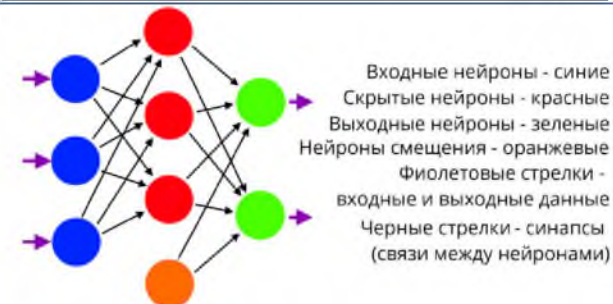
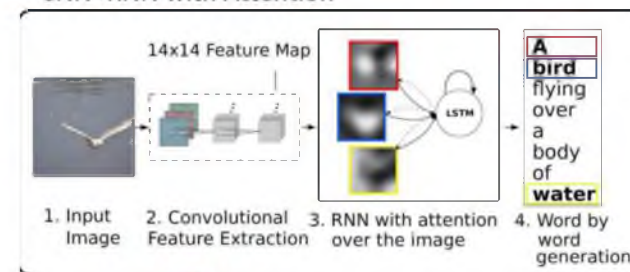
### - Пример применения ИНС при работе с БД:

• ИНС способна распознавать в поступающих данных скрытые закономерности и на их основании сортировать информацию в БД



Анализ кредитоспособности клиента

## CNN+RNN with Attention



Буквами  $I_1$  и  $I_2$  здесь обозначены входные нейроны, буквами  $W_1$  и  $W_2$  – веса синапсов, а буквой  $S$  – скрытый нейрон.  
У  $S$  в данном случае есть такие параметры, как  $S_{вход}$  – входная информация и  $S_{выход}$  – выходная информация.





**И.А.Салова, А.А.Косухина**

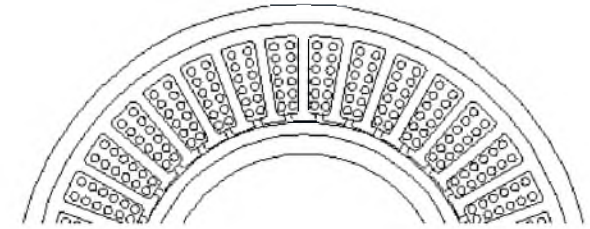
Санкт-Петербургский государственный университет  
аэрокосмического приборостроения

Основные результаты:

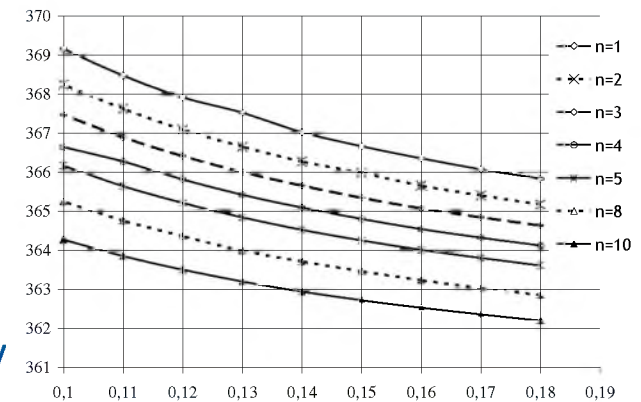
Результаты моделирования тепловых режимов  
электрохимических преобразователей методом  
конечных элементов на стадии проектирования  
показали, что следует учитывать факторы, наиболее  
влияющие на точность результатов, а именно:

- число эквивалентных проводников;
- значение коэффициента теплопроводности  
изоляции;
- значение коэффициента конвекции.

Наибольшее влияние на максимальную температуру  
оказывает изменение коэффициента конвекции,  
поэтому при проектировании следует  
ориентироваться на его наименьшее значение.



Модель с эквивалентными  
проводниками



Графики зависимости средней  
температуры в витках от коэффициента  
теплопроводности изоляции при разном  
числе эквивалентных проводников n

И. А. Салова

кандидат технических наук, доцент

В. С. Акопов

кандидат технических наук, старший научный сотрудник

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

В данной работе выполняется исследование влияния расположения обогревающего кабеля на поверхности водопроводной трубы на процесс изменения температуры воды в нескольких информационных точках сечения трубы. Исследование проводилось с применением пакета программ ELCUT, основанного на методе конечных элементов.

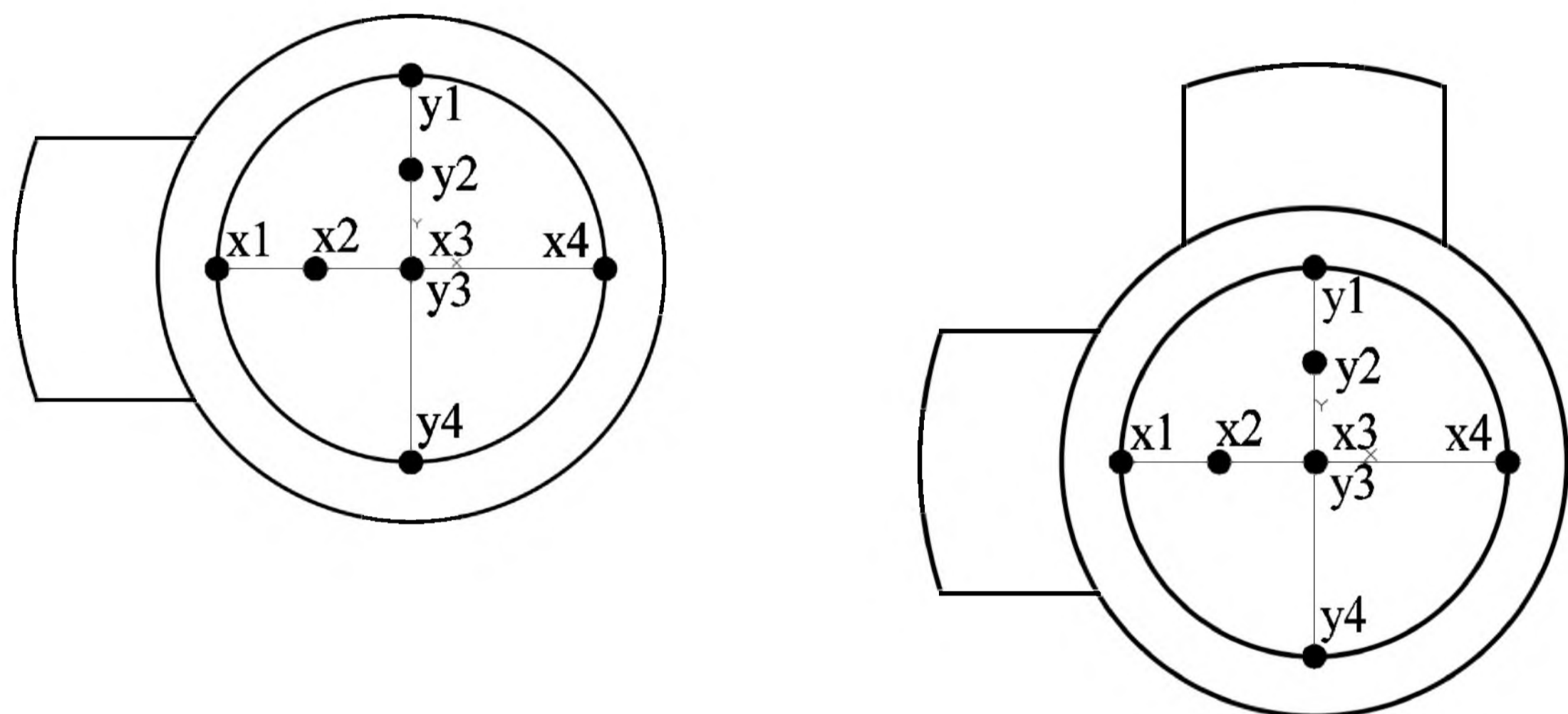


Рис. 1. Варианты расположения саморегулирующегося кабеля на водопроводной трубе

## Выводы

1. Параллельный и спиральный способы прокладки греющего кабеля с точки зрения прогреваемости центра водяного потока обладают одинаковой эффективностью.
2. Показано, что из рассмотренных вариантов прокладки обогревающего кабеля более равномерное распределение температуры по сечению водопроводной трубы наблюдается при спиральной намотке двух параллельных кабелей.
3. Получены зависимости времени, необходимого для устранения обледенения от температуры внешней среды и площади поверхности греющего кабеля, которая прилегает к водопроводной трубе.

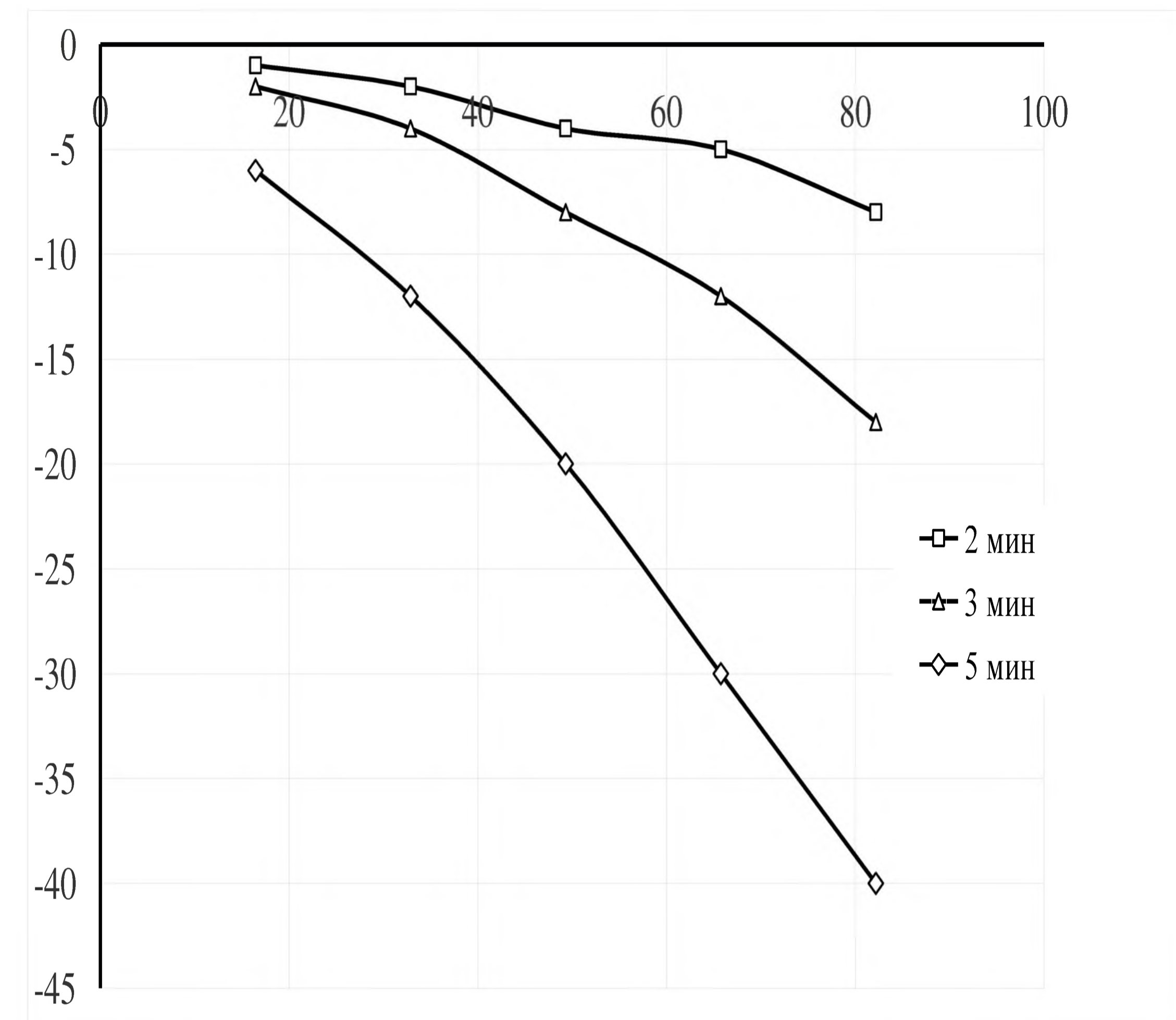


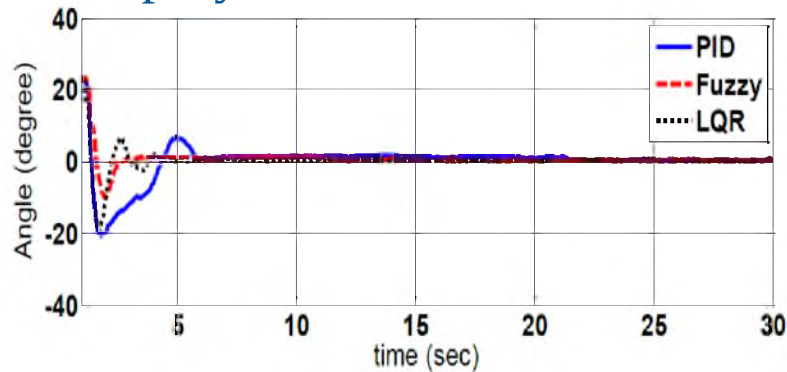
Рис. 2. Зависимость заданного времени, необходимого для устранения обледенения от температуры внешней среды  $T_0$  и площади поверхности греющего кабеля, которая прилегает к водопроводной трубе.



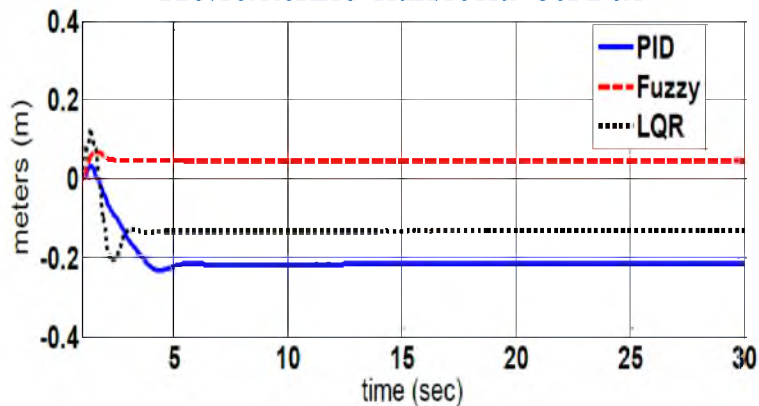
Семенов А.И., студент гр. 3813М СПбГУАП

Изображения, графики, формулы

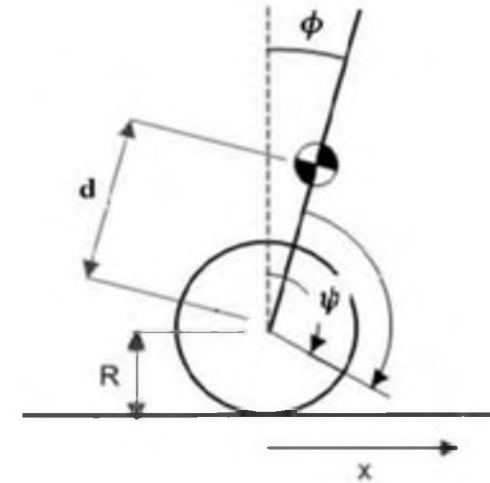
### Основные результаты



### Положение наклона сегвея



### Горизонтальное положение наклона



$$\ddot{\phi} = \frac{(M_b R^2 + 2M_w R^2 + 2I_a) M_b g d}{[(M_b + 2M_w) R^2 + 2I_a] I_x + 2M_b d^2 (M_w R^2 + I_a)} \phi - \frac{(M_b R^2 + 2M_w R^2 + 2I_a) + M_b d R}{[(M_b + 2M_w) R^2 + 2I_a] I_x + 2M_b d^2 (M_w R^2 + I_a)} (\tau_1 + \tau_2)$$



**В. А. Семёнова**

кандидат экономических наук, доцент

Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения

*Для технических проектов в сфере электроэнергетики рекомендуется придерживаться следующей методики составления технико-экономического обоснования (ТЭО):*

1. Общее описание проекта, вводные данные о проекте. Информация об исследованиях, которые были проведены предварительно.
2. Описание рынка, где планируется реализация создаваемого продукта, оценка спроса и прогноз будущих продаж.
3. Описание предприятия, в рамках которого реализуется проект, оценка его производственного потенциала.
4. Проектная документация и производственный план. Описание технологии производства нового продукта, характеристики необходимого оборудования, сырья, материалов, прогноз и описание поставок ресурсов на предприятие, анализ цен на них.
5. Организационный план и план-график реализации проекта. Оценка необходимых трудовых ресурсов. Описание организационно-структурных изменений на предприятии, реализующем проект, накладные расходы.
6. Экономические расчеты. Бюджеты проекта. Оценка инвестиционных издержек, производственные издержки, финансовая оценка проекта. Планирование источников и сроков инвестирования проекта.





Канавцев М.В., Сердитов В.А., Армашова-Тельник Г.С.  
СПбГУАП, СПбГЭУ

### Результаты:

- Описаны особенности трансформационных процессов, происходящих в современной промышленности, в том числе российской, связанных с переходом в шестой технологический уклад.
- Выявлены основные трудности при планировании и реализации процесса переподготовки кадров на высокотехнологических предприятиях.
- Обобщение и приоретизация наиболее востребованных компетенций шестого технологического уклада.

# ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКАЯ МАЛОМОЩНАЯ СЛЕДЯЩАЯ СИСТЕМА

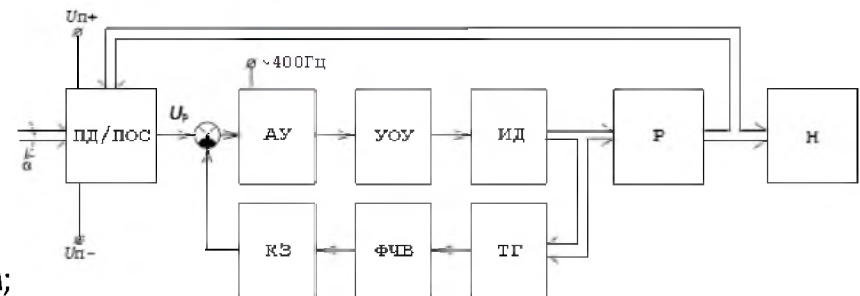
*В.С. Акопов, Т.Г. Полякова, С.С. Тимофеев*

Санкт-Петербургский государственный университет  
аэрокосмического приборостроения

Учебно-исследовательский комплекс выполнен на современной элементной базе и предназначен для реализации, практико-ориентированной подготовки специалистов в области «Управления в технических системах».

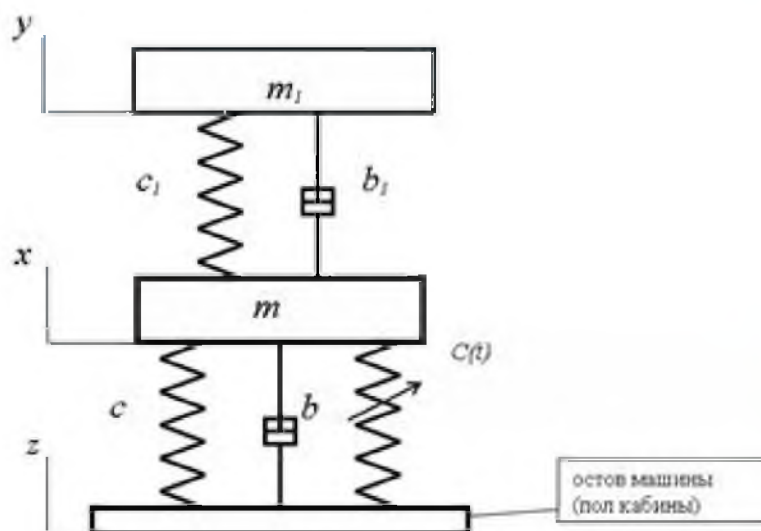
Стенд обеспечивает выполнение следующего комплекса исследований:

- анализ динамики исходной непрерывной следящей системы;
- анализ точности исходной системы;
- идентификация элементов системы управления, обладающих переменными (задаваемыми) параметрами;
- синтез закона управления для непрерывной следящей системы;
- исследование скорректированной непрерывной следящей системы с новым управляющим устройством;
- измерение, автоматическую обработку и регистрацию информации в процессе выполнения исследований.



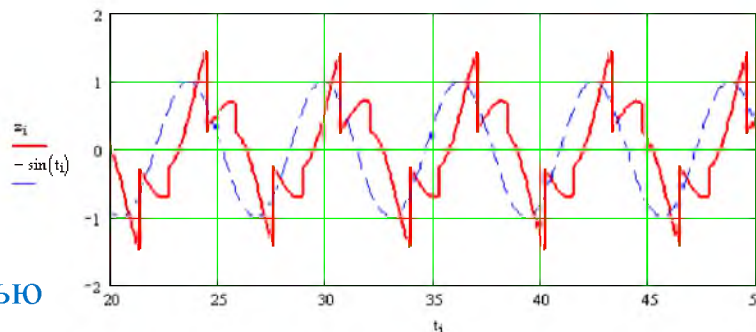
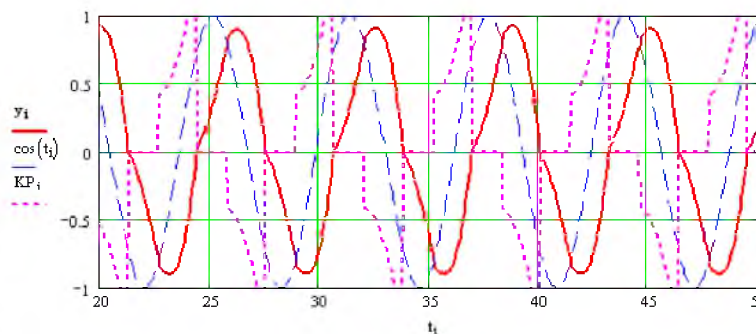
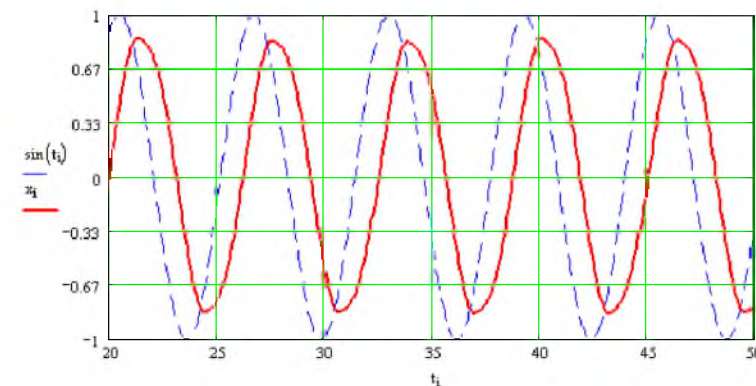


Прокопов Е.Е.  
Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева



$$\begin{cases} m\ddot{x} + b(\dot{x} - \dot{z}) + c_1(x - z) + b_1(\dot{x} - \dot{y}) + c_1(x - y) + Q(t) = 0; \\ m_1\ddot{y} + c_1(y - x) + b_1(\dot{y} - \dot{x}) = 0 \\ Q(t) = c(t) \left[ \xi_0 \cdot \text{sign}(x - x_i - z + z_i) + (x - x_i - z + z_i) \right] \end{cases}$$

Базовая модель с непрямым управлением жесткостью

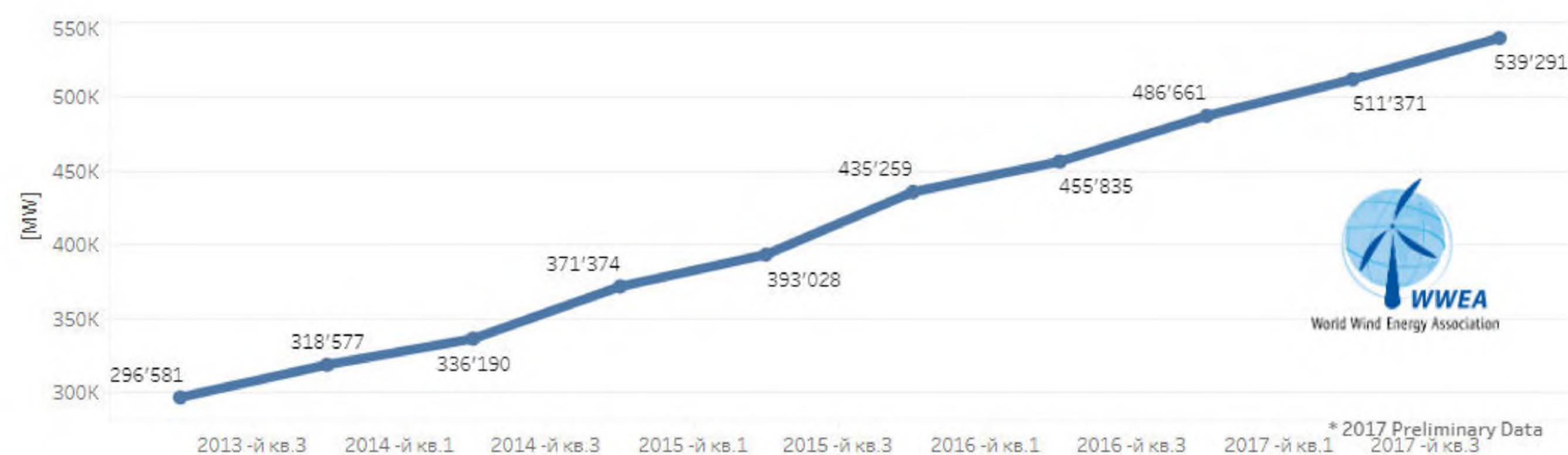




# Анализ использования аксиальных синхронных генераторов в мощных ветроэнергетических установках

Работу выполнил: студент гр. 3825М Маркелов А. И.  
СПб ГУАП

На текущий момент среди возобновляемых источников энергии лидирующее положение занимает ветроэнергетика, как наиболее перспективное и быстроразвивающееся направление. По состоянию на конец 2017 года, суммарная номинальная электрическая мощность всех установленных ветрогенераторов составила 539 гигаватт



На текущий момент основную долю синхронных генераторов с аксиальным магнитным потоком, производимых для использования в ветряных турбинах, составляют модели китайского производства. Это обуславливается лидирующим положением Китая на рынке малой ветроэнергетики. С общим количеством установок, достигшим 689 тысяч, Китай занимает 72% мирового рынка в данном секторе

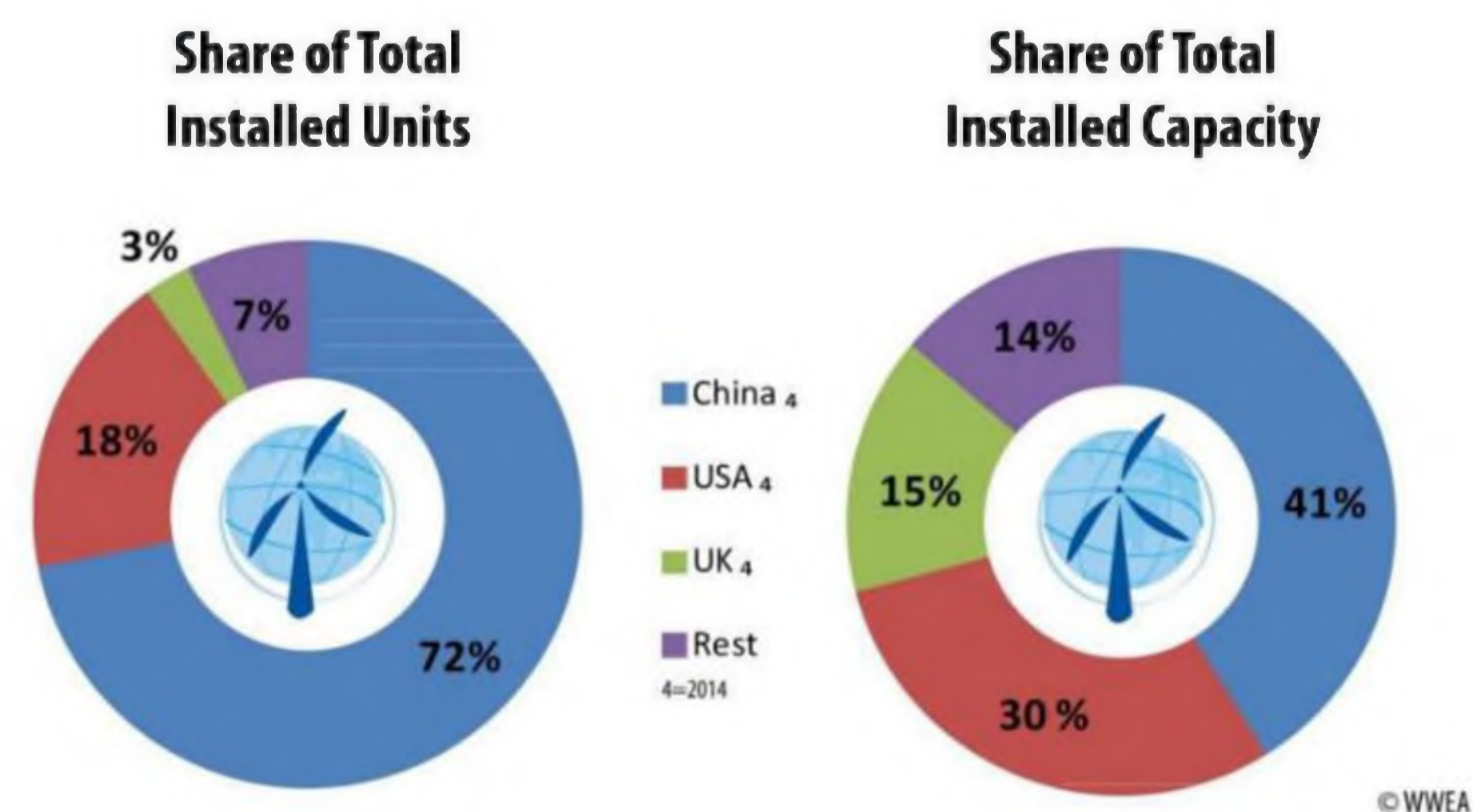
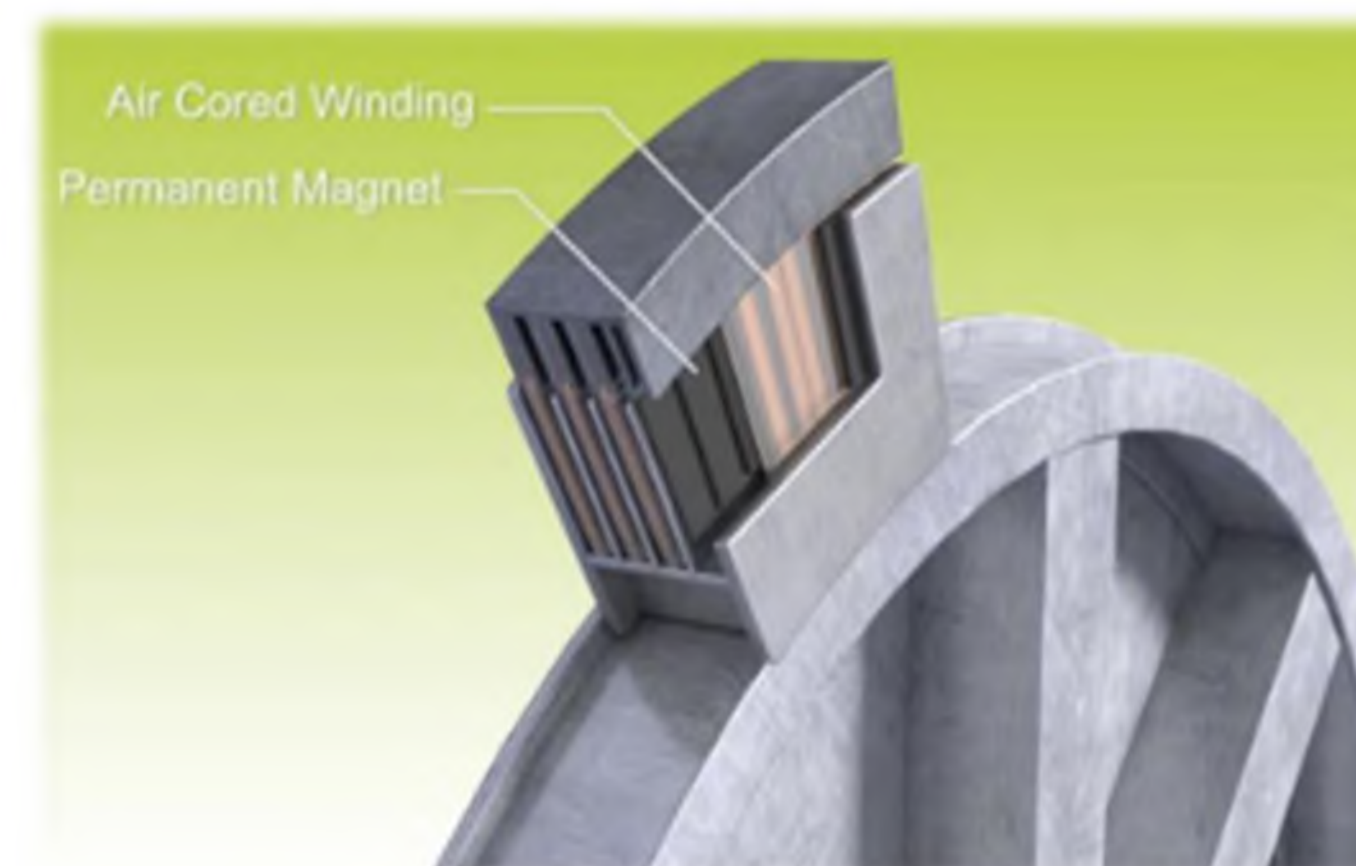


Таблица 1 - Основные характеристики аксиальных синхронных генераторов.

	Xinda, 50 kW	Xinda 30 kW	XDSHF770 - 20	XDSHF700 - 10	GDC-10KW-100	SAV-15kW	XD-20 kW	SYG-660-R-10000-150	AMG20KW-860
Номинальная мощность, кВт	50	30	20	10	10	15	20	10	20
Номинальное выходное напряжение, В	400	400	500/380	380	400	240	380	220	380
Номинальный ток, А	7.6	44	-	-	14.5	65	31	-	31
Номинальное число оборотов ротора, об/мин	400	300	300	300	100	60-90	300	150	100
Количество фаз	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Ток с генератора	переменный	переменный	переменный	переменный	переменный	переменный	переменный	переменный	переменный
Вес, кг	300	250	180	145	245	-	165	300	290

NGenTec в 2012 году успешно создала и сконструировала синхронный генератор с аксиальным магнитным потоком мощностью 1 МВт, являющийся прототипом для исследований, результаты которых планируется применить для создания генератора мощностью 6 МВт, планируемое применение которого - оффшорная ветроэнергетика.





# SMART GRID: СЛОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ В РОССИИ



Завалишинские чтения | 2019

Е. В. Абакумов

студент кафедры электромеханики и робототехники

О.Б. Чернышева

старший преподаватель кафедры электромеханики и робототехники – научный руководитель.

## Интеллектуальная энергосеть



## Условная архитектура Smart Grid



### •Пять ключевых направлений

• повсеместное внедрение измерительных приборов и устройств (smart-счетчики и smart-датчики);

• разработка и внедрение усовершенствованных методов управления;

• усовершенствование технологий и компонентов электрической сети (гибкие системы переменного тока FACTS, сверхпроводящие кабели, силовая электроника, сверхпроводниковые накопители);

• разработка и внедрение интегрированных интерфейсов и методов поддержки принятия решений, технологий управления спросом на электроэнергию, распределенных систем мониторинга и контроля;

• разработка интегрированных средств коммуникации

### •Отличия цифровой энергетики от аналоговой

• регулировка энергопотребления в нагрузке для обеспечения баланса мощностей осуществляется путем управления нагрузкой цифровым способом;

• возможность реализации полностью децентрализованной системы управления

К 2022 г. планируется внедрение и использование комплексных цифровых экосистем в электроэнергетике, в основе которых лежат следующие технологии и принципы

интеграция устройств осуществляется на основе IoT-протоколов;

управление устройствами и работой протокола осуществляется с использованием облачных технологий;

управление в сей системой осуществляется на основе искусственного интеллекта и предиктивных моделей;

анализ данных будет проводиться на базе нейросетей;

распределение прав осуществляется на базе распределенного реестра (блокчейн)

По оценке экспертов рабочей группы Национальной технологической инициативы в сфере энергетики («Энерджинет») реализация инновационного сценария технологического развития электроэнергетики создаст предпосылки для сдерживания роста цен на электроэнергию – по прогнозам к 2035 г. цены могут быть снижены на 30-40% относительно инерционного сценария развития электроэнергетики.

# АНАЛИЗ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

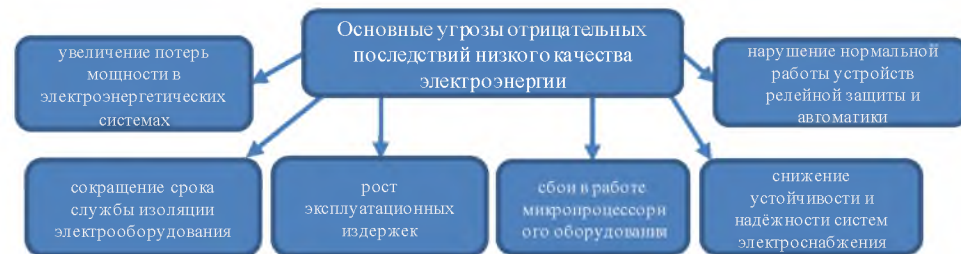


Завалишинские  
чтения | 2019

**А.В. Беляева** – магистрант кафедры электромеханики и робототехники  
**О.Я. Солёная** – кандидат технических наук, доцент, научный руководитель  
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»

**Актуальность.** «Энергетическая стратегия России на период до 2030 года» ставит одной из актуальных задач обеспечение надёжности, безопасности и управляемости электроэнергетических систем, с обязательным условием генерации высокого качества электрической энергии. Поэтому стандартизация и нормативно-правовое обеспечение качества электрической энергии являются безусловно актуальными вопросами.

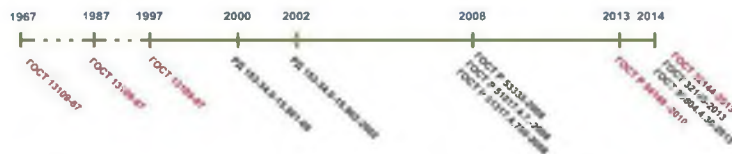
Низкое качество электроэнергии приводит к ущербу, стоимость которого насчитывает миллиарды рублей в год.



В России уже более 40 лет функционирует нормативная база в сфере качества электроэнергии. Начиная с 1967 был введен стандарт по качеству электрической энергии. С 1997 и до 2014 года основным нормативным документом, устанавливающим в России нормы на показатели качества электрической энергии, был стандарт ГОСТ 13109-97. В 2000-е годы было решено издать два стандарта, которые бы соответствовали базе международного стандарта: ГОСТ 51317.4.30-2008, ГОСТ 51317.4.7-2008.

В 2012 году РФ вступила во Всемирную торговую организацию и с 1 июля 2014 года приказом Росстандарта вступает в силу новый межгосударственный стандарт ГОСТ 32144-2013, который действует по сей день.

## Этапы развития нормативной базы контроля качества электрической энергии



Структурная схема взаимодействия участников сертификации электрической энергии

## Сравнительный анализ основных показателей качества энергии

Параметр	ГОСТ 13109-97	ГОСТ 32144-2013
Отклонение напряжения	$\Delta U = \pm 5 \% \text{ и } \pm 10 \%$	$\Delta U = \pm 10 \%$
Отклонение частоты	$\Delta f = 20 \text{ с.}$	$\Delta f = 10 \text{ с.}$
Несимметрия напряжения – время интеграции	$\Delta t = 10 \text{ мин.}$	$\Delta t = 3 \text{ с.}$

**Основные результаты.** Контроль показателей и сертификация качества электроэнергии является актуальной задачей, которая требует незамедлительного поиска решений путем внедрения современного инновационного оборудования, повышающего уровень энергоэффективности функционирования электроэнергетического комплекса страны, тем самым обеспечивая бесперебойное электроснабжение потребителей.



# Робототехнический комплекс для диагностики магистрального газопровода



Завалишинские  
чтения | 2019

**М. Э. Создательева**  
студентка кафедры электромеханики и робототехники  
**С.В. Солёный**  
кандидат технических наук, доцент – научный руководитель.

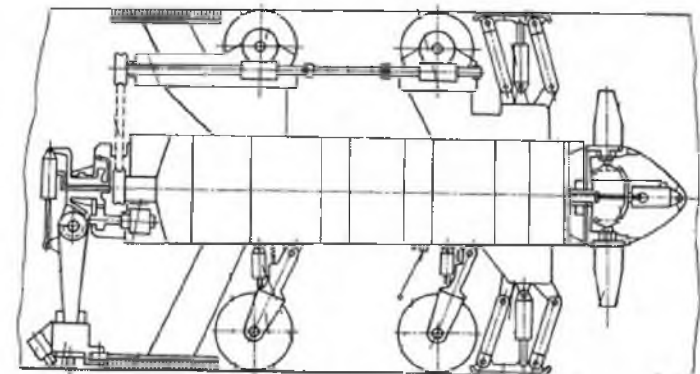
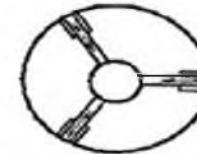
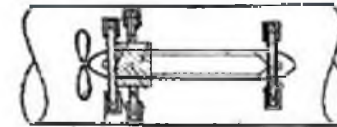
Применение РТК позволит получать точные данные о состоянии и пригодности газопроводов

Возможность эксплуатации в жестких и экстремальных условиях

## Основные типы дефектов газопровода



- Конструктивные недостатки
- Геометрия сварных соединений
- Недопустимое утонение стенок трубопровода
- Негермитичность
- Дефекты ЭХЗ
- Изоляция
- Внутренняя коррозия
- Наружная коррозия
- Механические повреждения



**П.Н. Соколова**

магистрант кафедры программно-целевого управления в приборостроении

**Г.С. Армашова-Тельник** – кандидат экономических наук, доцент – научный руководитель

Согласно данной концепции процесс инноваций отображает продуктовую ориентацию, когда позиции потребителя по отношению к производителю недостаточно сильны. В данном случае все требования, связанные с формированием, освоением и распространением инновационных проектов, определяет производитель.

Таким образом, внедрение инновационных проектов необходимо рассматривать как передачу знаний (научных, технических) в сферу удовлетворения потребностей потребителей. Инновационный проект при этом преобразуется только в носителя технологии, и модель, которую он принимает, эффективно функционирует после увязки технологий и удовлетворяемой потребности, в соответствии с принятым подходом при внедрении проекта. Что, в свою очередь создает благоприятные условия для повышения темпов роста деятельности энергопредприятия, внедряющего инновационный продукт, повышает уровень его (энергопредприятия) конкурентоспособности, расширяет спектр предпринимательских возможностей на отраслевом рынке.

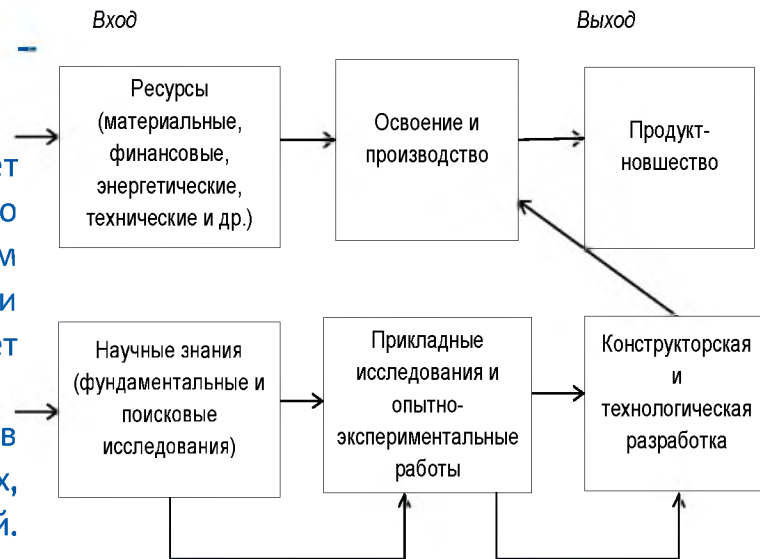


Рисунок 1 – Концепция ориентаций на нововведения

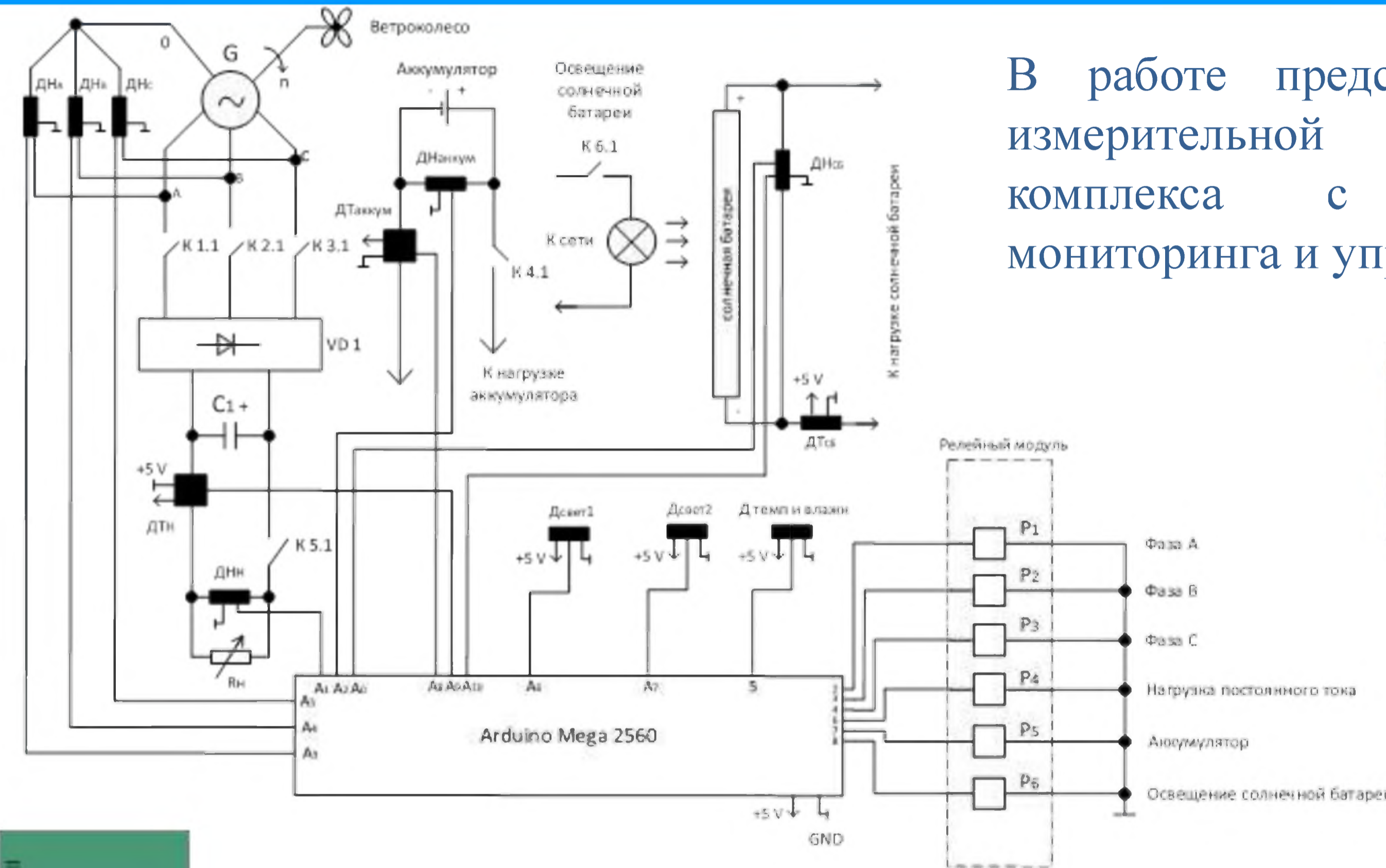


# ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ОТКРЫТОЙ АРХИТЕКТУРЫ



**Завалишинские чтения | 2019**

**С. В. Солёный**  
кандидат технических наук, доцент  
**В. Ф. Шишлаков**  
доктор технических наук, профессор  
**О. Я. Солёная**  
кандидат технических наук, доцент  
**С. А. Сериков**  
доктор технических наук, доцент  
**С. Ю. Лач, А. В. Рысин, М. И. Дедик, А. Д. Очередин**  
Санкт-Петербургский государственный университет  
аэрокосмического приборостроения  
СПбГАУП



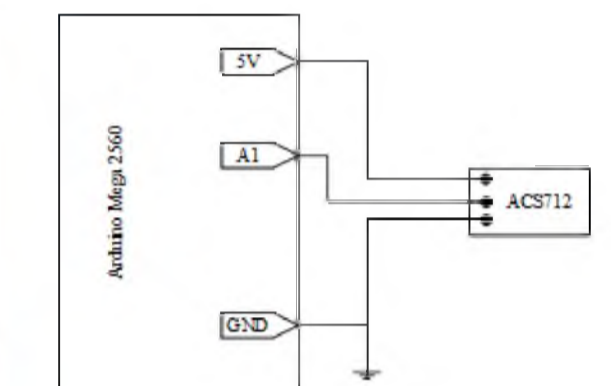
Принципиальная схема измерительной системы

Измерительная система будет контролировать параметры электроэнергетического комплекса, такие как: постоянное и переменное напряжение; ток; температура и влажность окружающей среды; освещенность.

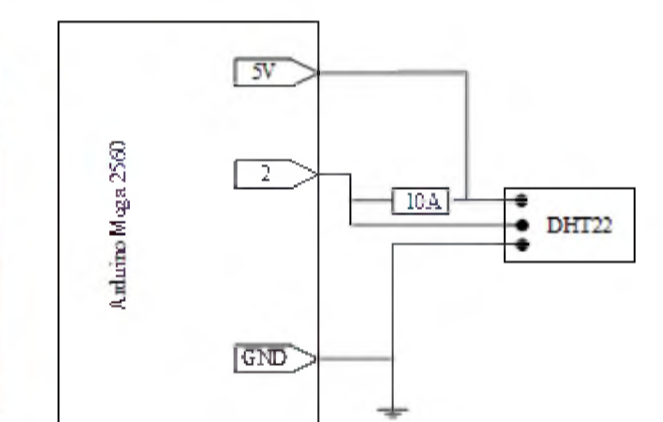


Блок контрольно-измерительных приборов и автоматики с интегрированной измерительной системой электроэнергетического комплекса

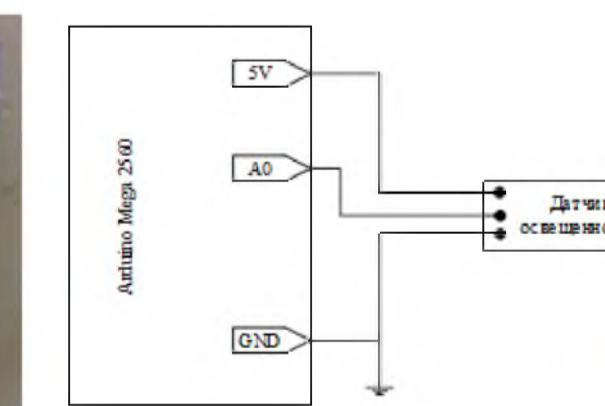
В работе представлен проект по разработке измерительной части электроэнергетического комплекса с возможностью удаленного мониторинга и управления его узлами и блоками.



Внешний вид и схема подключения датчика ACS712



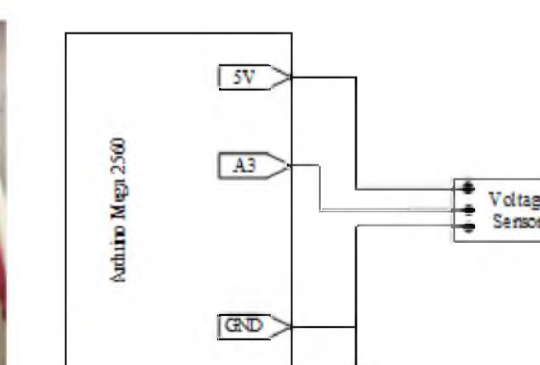
Внешний вид и схема подключения цифрового датчика температуры и влажности высокой точности DHT22



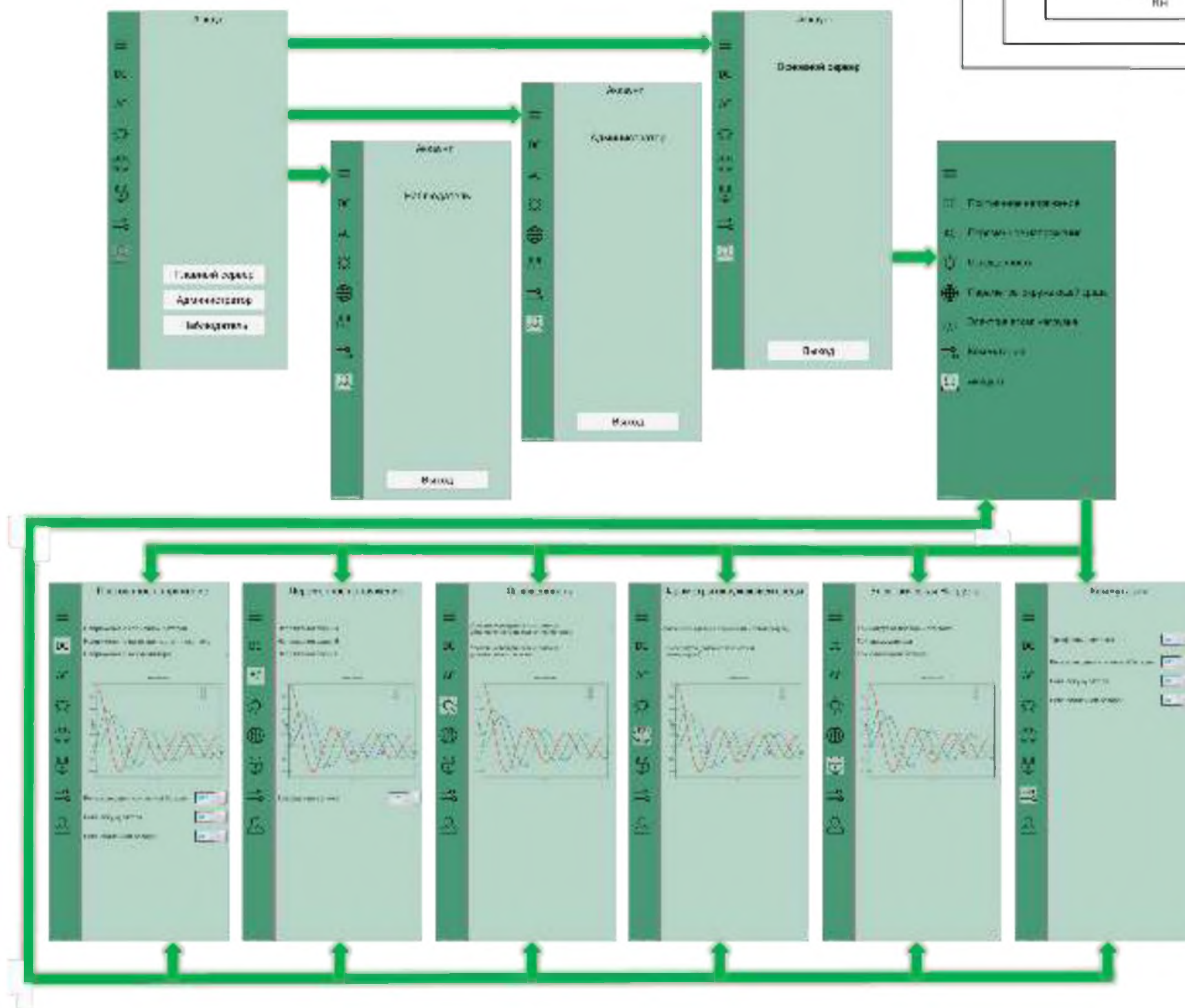
Внешний вид и схема подключения датчика освещенности



Схема взаимодействия Wi-Fi роутера и Ethernet модуля Epc28J60



Внешний вид и схема подключения модуля Voltage Sensor



Дизайн человеко-машинного интерфейса измерительной системы

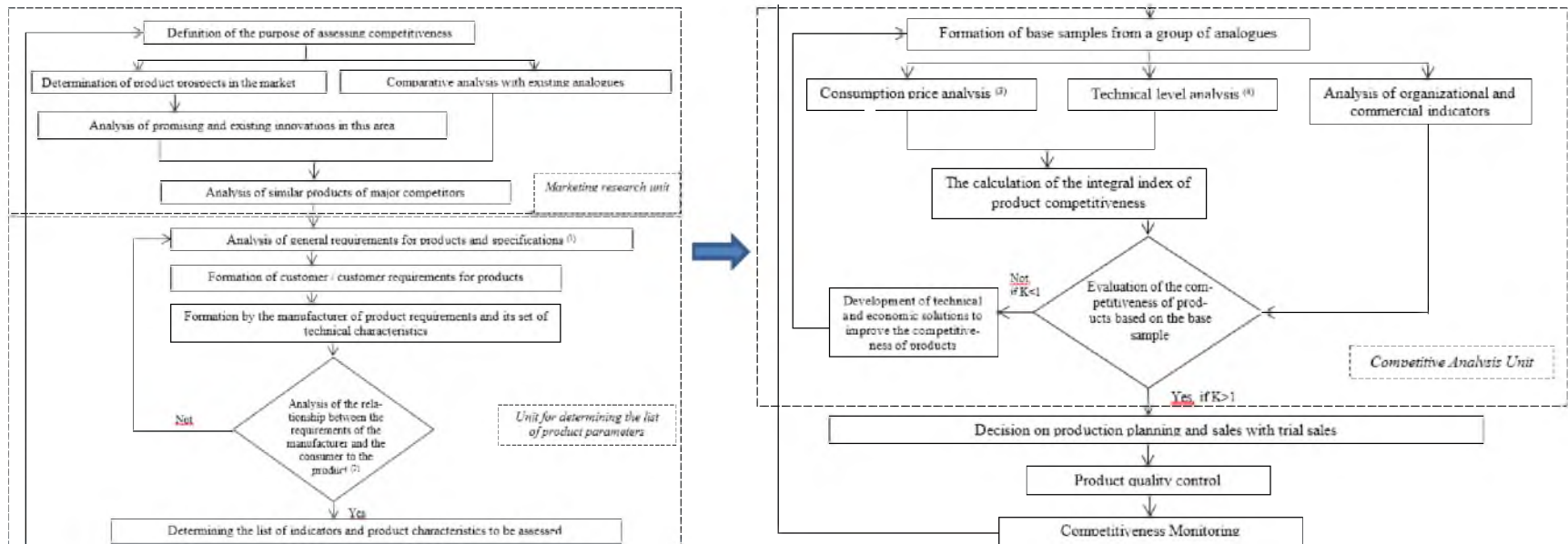


# DEVELOPMENT OF ALGORITHMS FOR THE OPERATION OF PLM-SYSTEM OF ELECTRONIC PRODUCTS

Sergey Polyakov, Oksana Solenaya and Nataliya Markelova  
Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

**Purpose:** creation of a unified information tool for assessing the competitiveness and product life cycle of enterprises of the industrial complex, which will optimize technological processes, improve product quality and identify promising areas for the development of an organization using the technologies of Industry 4.0 - robotics, programming and the Internet of things concept.

**Results:** A PLM-system functioning algorithm has been developed for enterprises manufacturing radio-electronic products. A method for assessing the competitiveness and life cycle of industrial products is proposed. Indicated groups of indicators for the analysis and evaluation of the technical level of products. The methodology for assessing the integral index of product competitiveness is given.



**The proposed PLM-system has a wide integration potential when using the following mechanisms:**

- compliance with the requirements of GOST R ISO 9001 (1);
- use of quality management tools (matrix diagram, scatter diagram) with subsequent structuring of product quality functions (SFC) – building the so-called “House of Quality” (2);
- calculation of single and group indicators by economic (3) and technical parameters (4).



# Cyber-Physical Control System of a Hybrid Power Plant



Завалишинские чтения | 2019

## Authors:

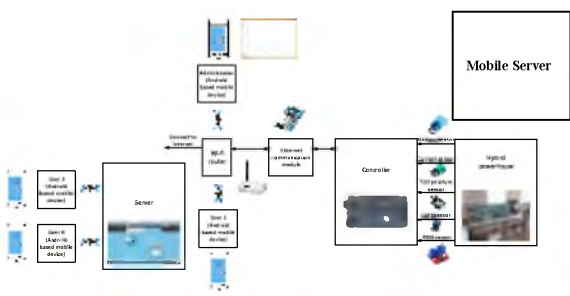
Sergej Solyonyj, Vladislav Shishlakov, and Oksana Solenaya  
Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

Based on the foregoing, the purpose of the study is to create a cyber-physical system for diagnostics, monitoring and control, which is intended for integration into a combined solar and wind energy installation with superconducting equipment, then a hybrid power plant.

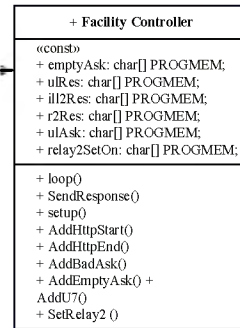
In the framework of the goal, the following main tasks were accomplished:

- to develop the hardware of the cyber-physical system for the diagnosis, monitoring and control of the hybrid power plant;
- to develop algorithms for the functioning of both the system and the human-machine interface based on mobile devices that operate under the Android operating system.

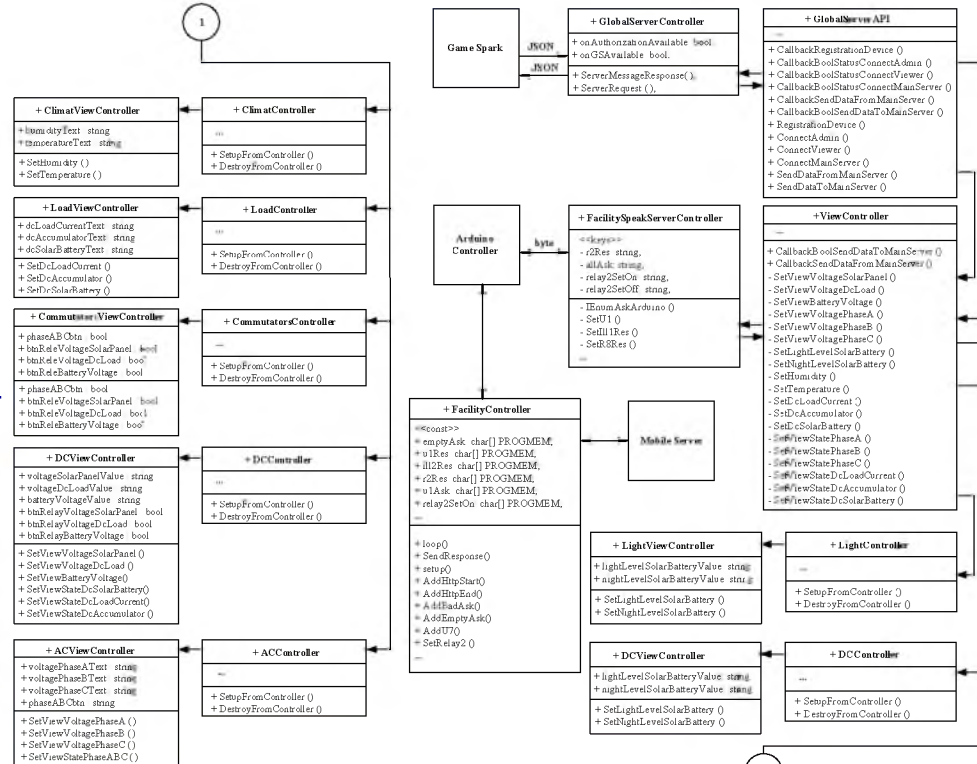
The hybrid power plant consists of three main modules: a superconducting wind generator, a solar battery, and a block of instrumentation and automation.



Block diagram of the developed cyber-physical system



The block diagram of the functioning algorithm of the cyber-physical system



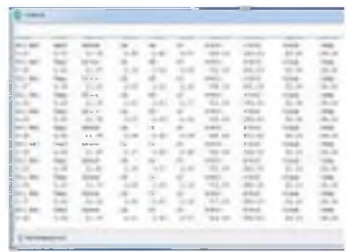
Block diagram of the algorithm of the server part of the cyber-physical system



Cyber-physical system server



Design of the human-machine interface of the cyber-physical system



Evaluation of measurement results through the serial port

The developed cyber-physical system allows you to implement secure access to physical data that come from a hybrid power plant. The mechanisms of complete monitoring of all processes and physical quantities of a hybrid power plant with the ability to control the latter have also been mastered.

# Противопомпажная система с контролем температуры за турбиной



Завалишинские  
чтения | 2019

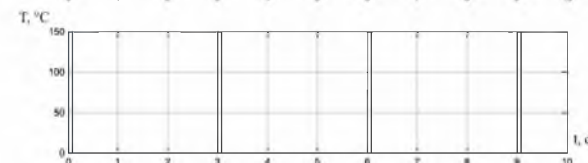
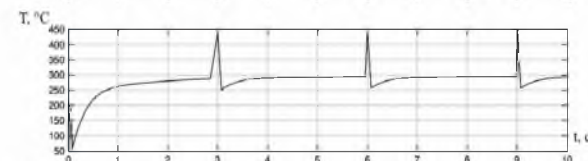
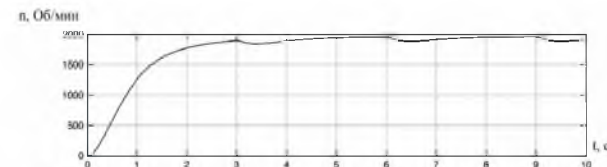
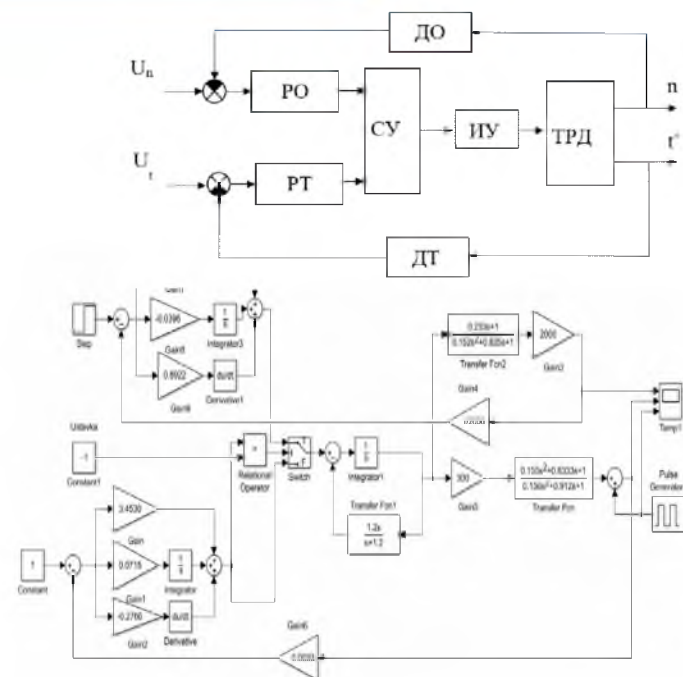
В. С. АКОПОВ, канд. техн. наук, ст. научн. сотр.

С. И. СОЛОВЬЕВ, магистрант кафедры управления в технических системах

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

Предложенная противопомпажная система с контролем температуры за турбиной содержит в своём составе два канала управления двигателем по параметрам оборотов и температуры двигателя, а также обеспечивает переключение между этими каналами по результатам работы сравнительного устройства.

Разработана имитационная модель предложенной системы в среде matlab simulink, исследования этой модели свидетельствуют о работоспособности предложенной системы, не давая двигателю выходить на критические обороты.





Акинина Ю.С., Сергеева Т.А., Сергеев М.Ю., Тюрин С.В.  
Воронежский государственный технический университет

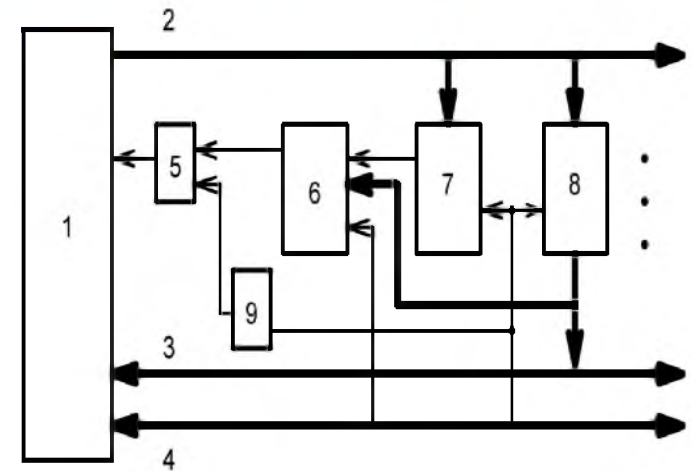
## Основные результаты

Представлен сторожевой механизм на основе программной памяти с дополнительным битом, который за счет оригинальной разметки одновременно осуществляет контроль четности читаемых из программной памяти данных и оперативный контроль ошибок потока управления (**Control Flow Errors**), возникновение которых провоцируются случайными сбоями.

Сторожевой механизм предназначен для процессоров с многобайтной системой команд и способных формировать внешний признак чтения кода команды из программной памяти.

Представлен алгоритм функционирования сторожевого механизма, на основе которого получены аналитические соотношения, позволяющие прогнозировать эффективность обнаружения ошибок потока управления по процентному содержанию команд различной байтности в исполняемой программе.

Время обнаружения ошибок потока управления практически не превышает удвоенного времени выполнения сбойной команды.



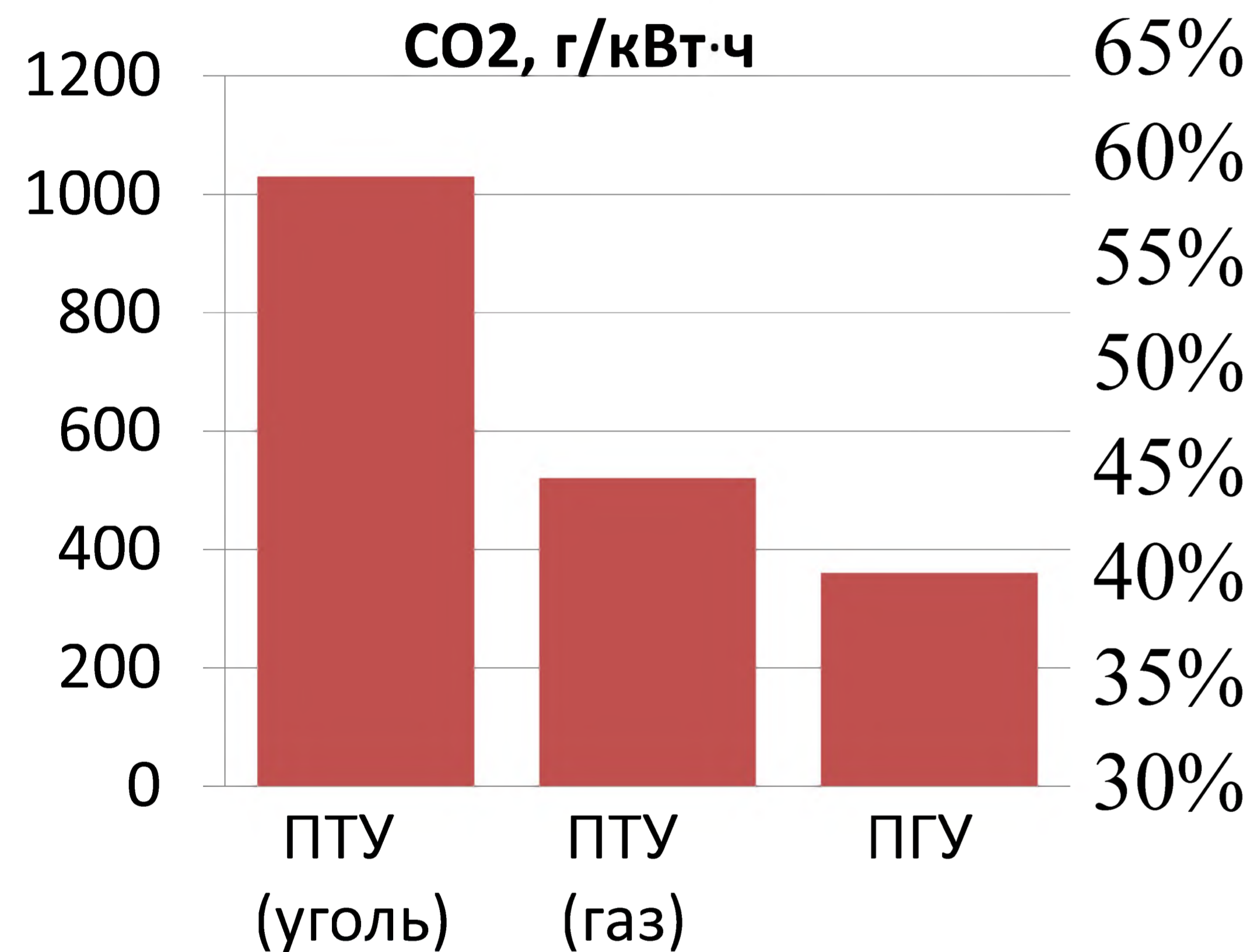
**1** – процессор; **2** – однонаправленная шина адреса; **3** – двунаправленная  $n$ -разрядная шина данных; **4** – шина управления; **5** – схема «И»; **6** – сумматор по модулю **2** на  $(n+2)$  входа; **7** – дополнительное однобитовое запоминающее устройство; **8** – основное (программное)  $n$ -разрядное запоминающее устройство; **9** – формирователь стробирующего сигнала (С).



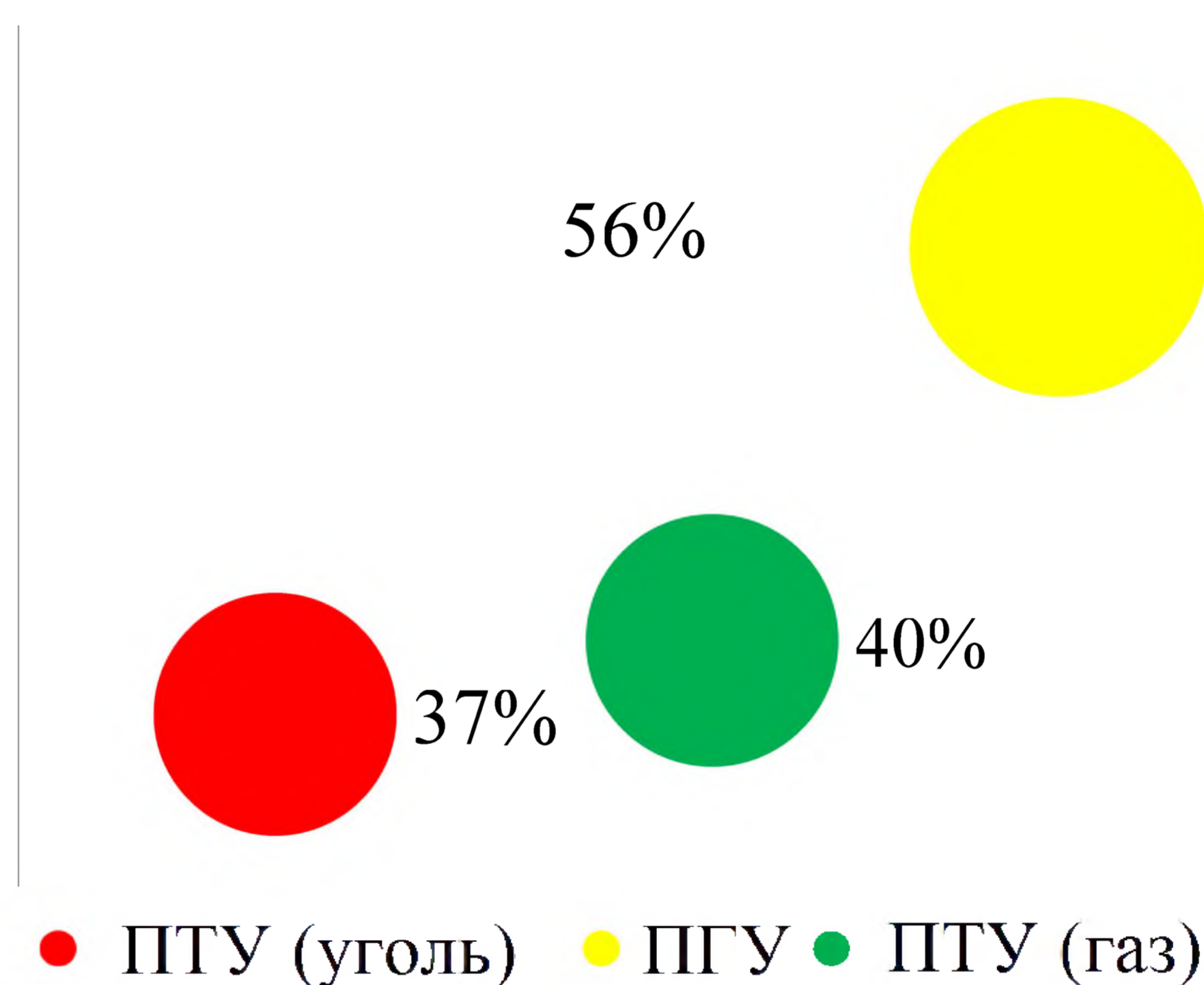
Работу выполнил: студент гр. **3820М** Степаненко Е.В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Волохов М.А.

Цель: изучить перспективы применения парогазовых установок.



Сравнение количества выбросов **CO<sub>2</sub>**, приходящегося на единицу мощности, в атмосферу



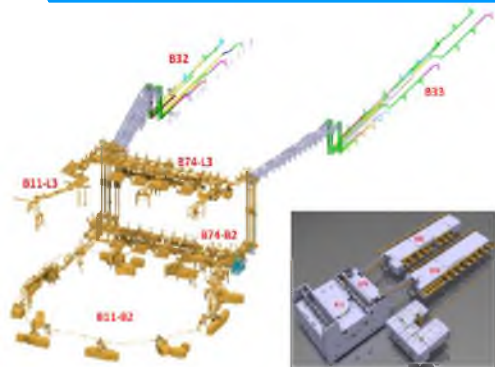
Сравнение коэффициентов полезного действия



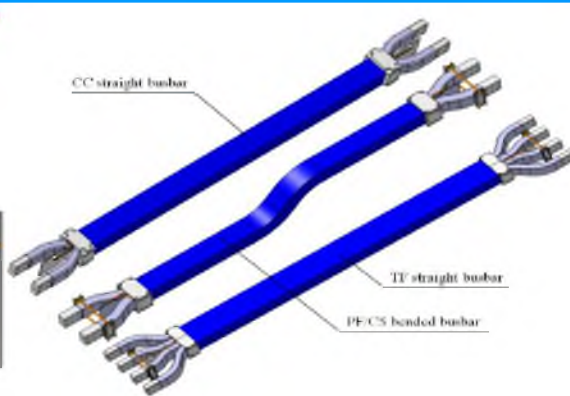
Вид крайних ступеней компрессора и защитного покрытия ротора в объёме камеры сгорания

**Вывод:** парогазовые установки, характеризующиеся улучшенными энергетическими, экономическими и экологическими показателями в сравнении с паротурбинными установками, на данный момент являются основным направлением развития теплоэнергетики, дальнейшая модернизация парогазовых установок благоприятно скажется на приведённых выше показателях.





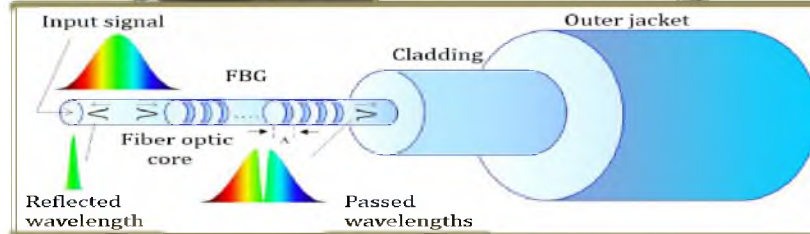
Трехмерная модель системы шинопроводов ИТЭР



Элементы шинопроводов ИТЭР



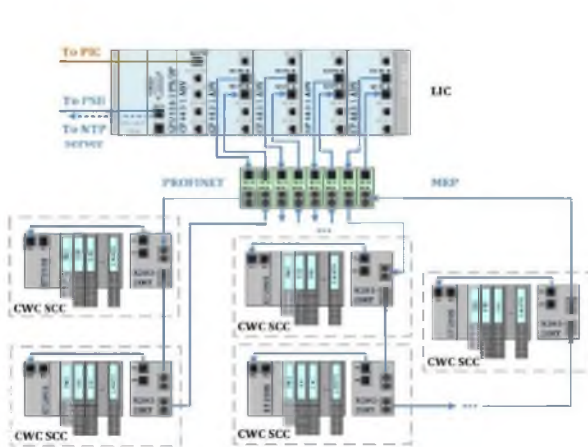
Расположение чувствительных элементов (SE)



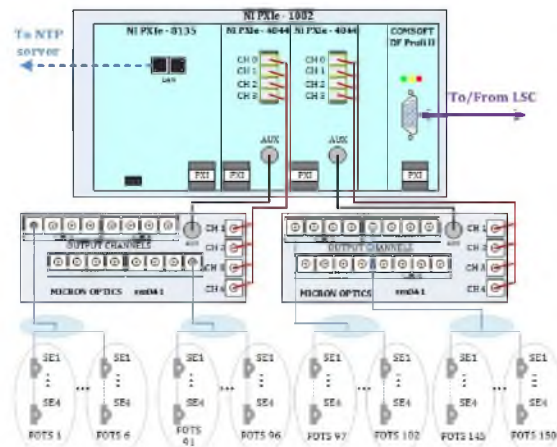
Принцип работы Fibre Bragg Gratings (FBG)

Система контроля сборных шин (BBMS) предназначена для постоянного контроля теплового состояния шин постоянного тока ИТЭР.

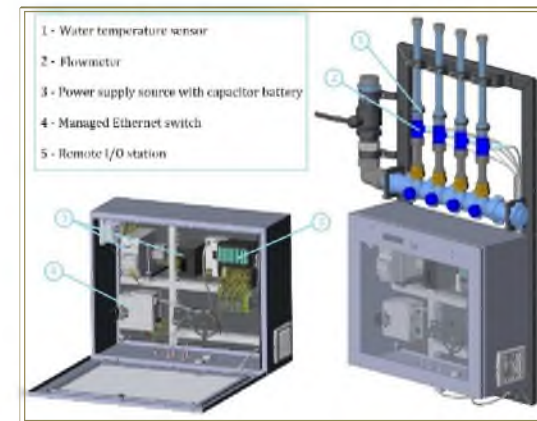
Данная система измеряет расход и температуру воды на выходах каналов системы охлаждения сборных шин, а также измеряет температуру поверхности медных вставок между самими шинами с помощью оптоволоконных датчиков температуры.



Подсистема сбора данных CWC для катушек СС



Подсистема сбора данных FOTS



АО НИИЭФА им. Д.В. Ефремова



Е. Р. Терещенко

студентка кафедры управления в технических системах

М. В. Бураков

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель



**А.В. Фахрутдинова** – магистрант кафедры программно-целевого управления в приборостроении

**В.А. Семенова** – кандидат экономических наук, доцент – научный руководитель

## Основные результаты

Политика ценообразования в отрасли электроэнергетики имеет большое значение не только для развития экономики страны, но и для развития социальной сферы. Процесс разработки и регулирования тарифов всегда вызывает споры. Это связано с тем, что в условиях перехода к рыночной экономике Россия не имеет достаточного опыта по регулированию тарифов. Механизмы и принципы политики ценообразования требуют непрерывного совершенствования.

Существующая в настоящее время модель ценообразования в основных сферах деятельности инфраструктурных монополий на сегодняшний день не отвечает требованиям по созданию стимулов развития производства, малого и среднего бизнеса, а также ценового давления на реальный сектор экономики. Последовательное повышение тарифов на услуги инфраструктурных монополий способствует созданию дополнительного инфляционного давления как на экономику страны в целом, так и на отдельные отрасли. Электроэнергетика является основополагающей отраслью России, от бесперебойной работы которой зависит работоспособность всей экономики страны.





А.А. Чайников; В.А. Семенова

## Сравнение технических характеристик LPWAN сетей

Технические характеристики	SIGFOX	LORA	NB-IoT
Метод модуляции	-	CSS	OFDMA/DSSS
Диапазон	ISM	ISM	Лицензированный
Скорость	100 бит/сек	0,3-50 кбит/сек	UL: 1-144 кбит/сек DL: 1-200 кбит/сек
Полоса	Узкополос. 100 кГц	Широкополосная до 500 кГц	Узкополос. 200 кГц
Время автономной работы	-	> 10лет	До 10 лет
Частота	868,8 МГц (Европа) 915 МГц (США)	868,8 МГц (Европа) 915 МГц (США) 433 МГц (Азия)	700 / 800 / 900 МГц
Безопасность	AES с HMACs	AES-64 и 128 бит	-
Дальность	До 10 км в городе, до 50 км вне города	До 2,5 км в городе, до 45 км вне города	-

Как видно из таблицы, данные технологии обладают низким энергопотреблением, низкой скоростью передачи информации, высоким радиусом покрытия и, соответственно, высокой степенью автономности устройств.

Е. О. Ширяева, М. В. Куприенко – студенты кафедры мехатроники и робототехники  
С. В. Солёный – (канд. техн. наук., доцент) – научный руководитель

Система управления (СУ) представляет собой совокупность средств сбора сведений о подконтрольном объекте и средств воздействия на его поведение.

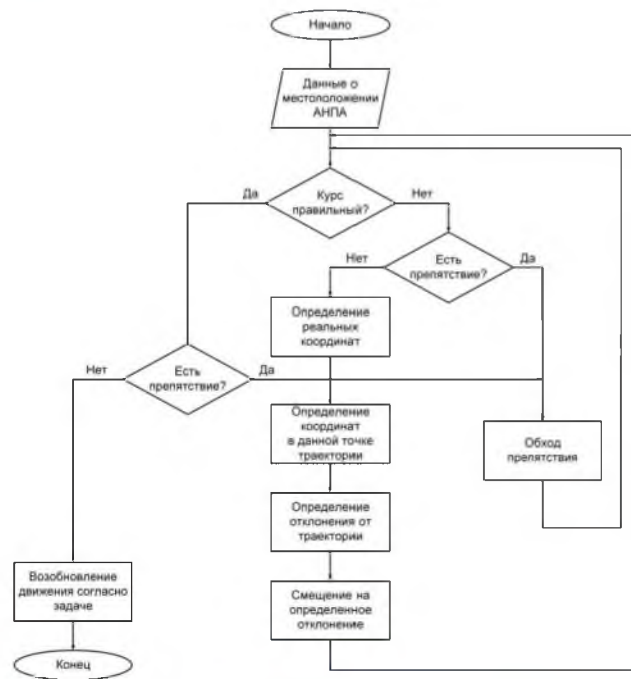
Целью данной статьи является разработка алгоритма СУ для робототехнического средства, в роли которого выступает автономный необитаемый подводный аппарат (АНПА).

Работа системы управления АНПА зависит от датчиков, размещенных на нем, чаще всего используются ультразвуковые датчики или эхолоты, способные определить расстояние до объекта (препятствия) или до дна, GPS-навигатор, определяющий координаты АНПА для регулирования заданного курса, и реализуется с помощью решения следующих задач:

- 1) планирование траектории движения;
- 2) определение задачи АНПА на основе запланированной траектории;
- 3) регулирование курса АНПА;
- 4) оценка обстановки и при необходимости обход препятствий.

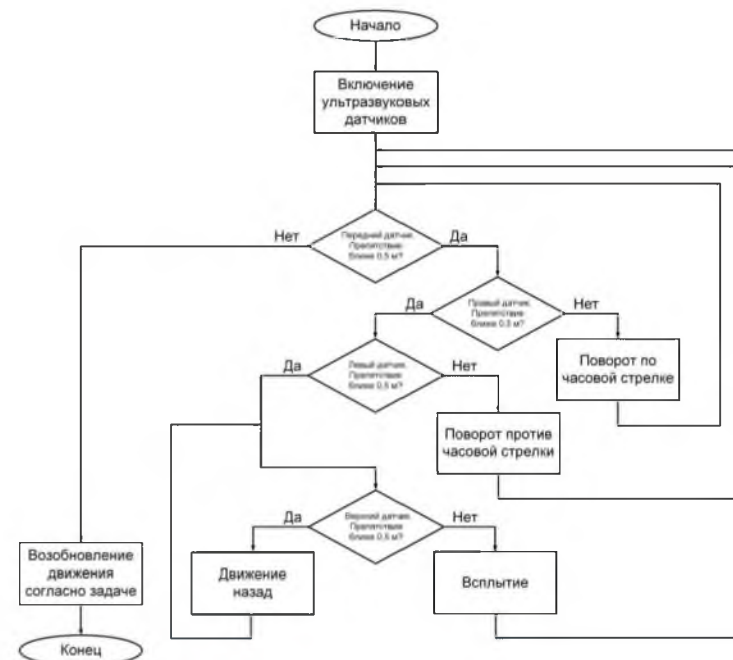


Алгоритм движения АНПА. На подготовительном этапе в главный компьютер АНПА загружаются параметры задачи, например, исследования дна (фото или видеосъемка), далее АНПА погружается в воду, перемещается из начальной точки траектории в конечную и всплывает



Алгоритм регулирования курса.

Регулировка курса происходит на основе данных о местоположении АНПА, полученных от GPS-навигатора. Далее определяются внешние условия.



Алгоритм обхода препятствий.

Обход препятствия реализуется с помощью датчиков, расположенных на корпусе АНПА таким образом, чтобы определить расстояние до объекта спереди, справа, слева и сверху.

Разработанный алгоритм системы управления решает задачу передвижения автономного робототизированного средства в относительно благоприятных условиях, так как он основывается на работе только ультразвуковых датчиков или эхолотов. Однако этого достаточно для того, чтобы взять его в основу для написания программного обеспечения и проведения испытаний на робототехническом средстве



Е. О. Ширяева – студент кафедры мехатроники и робототехники  
С. В. Соленый – (канд. техн. наук., доцент) – научный руководитель

Подводная робототехника – это общее понятие, подразумевающее под собой проектирование, разработку и создание подводных робототехнических комплексов (РТК), их систем управления и реализацию поставленных задач.

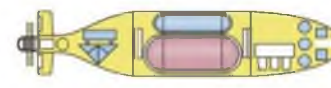
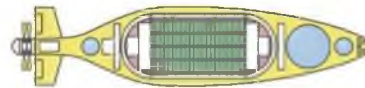
РТК снабжаются интеллектуальными системами управления (ИСУ), что делает возможным передвижение аппарата в малоизвестной или недостаточно определенной среде.

ИСУ размещается на РТК вместе с другим оборудованием, таким как система энергообеспечения, движительно-рулевой комплекс, датчики, антенны, аварийный балласт и др. Поэтому необходимо продумывать расстановку аппаратуры, учитывая конструкцию РТК. За более чем 40 лет развития подводной робототехники не была создана универсальная форма РТК, в связи с этим нет никаких ограничений для организации работы подводных аппаратов.



Для создания более экономичного и динамичного комплекса разрабатывается модульная конструкция, а также модульная архитектура полезной нагрузки и программного обеспечения. Главной особенностью НПА с модульной полезной нагрузкой является универсальность, что позволяет адаптировать РТК под любые задачи.

Полезная нагрузка аппарата комплектуется в зависимости от конкретной задачи. Такой же подход используется для системы энергообеспечения, которая формируется с учетом необходимой оперативной скорости хода и подводной автономности.



Одна из конструктивных классификаций АНПА – форма корпуса:

- классическая гидродинамическая форма (цилиндрическая, торпедообразная, каплеобразная, плоская и комбинированная);
- планерная форма с системой движения, основанной на изменении собственной (остаточной) плавучести;
- АНПА с плоской верхней частью корпуса (аппараты с фотоэлектронными преобразователями для подзарядки аккумуляторных батарей);
- бионическая форма или форма, созданная по бионическим принципам (аппараты с плавниковыми движителями).



«ВЕНОМ 1 К-100» («Тетис Про», г. Москва).

Назначение: обследование контактов, полученных поисковыми силами флота при поиске затонувших, аварийных, лежащих на грунте объектов; опознание и обследование подводных объектов; выполнение подводно-технических работ в объеме возможностей манипуляторного устройства, доставка на грунт или подъём на поверхность грузов.

Технические данные:

система управления – дистанционная по кабелю; масса на воздухе – 3500 кг; размеры – 3,2x1,8x1,8 м; глубина погружения – 3000 м; скорость – 3 узла; дальность действия – ограничена длиной кабеля 1500 м

«МАЕВКА» (ОАО «ГНПП «Регион», 2009, г. Москва)  
Назначение: поиск, обнаружение, измерение параметров и классификация якорных, донных и придонных мин, поиск и обнаружение затонувших объектов, автоматизированное измерение координат обнаруженных целей.

Технические данные:

система управления – дистанционная по кабелю; масса на воздухе – 730 кг; размеры – 3,2x1,1x1,1 м; глубина погружения – 300 м; скорость – 3 узла; удаление от корабля – 500 м;

для поднятия на борт судна требуется устройство спуска-подъёма с лебедкой кабеля-троса.



Применение РТК различных конфигураций позволяет выявлять их недостатки, определять направления дальнейшего совершенствования, накапливать опыт, который необходим в эксплуатации новых аппаратов. Не стоит останавливаться на уже разработанных конструкциях подводных РТК, стоит их совершенствовать и создавать новые с более лучшими характеристиками и гидродинамическими свойствами



# АНАЛИЗ ОБЩИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК



**Завалишинские  
чтения | 2019**

**А. В. Щербинин**

Магистрант кафедры электромеханики и робототехники

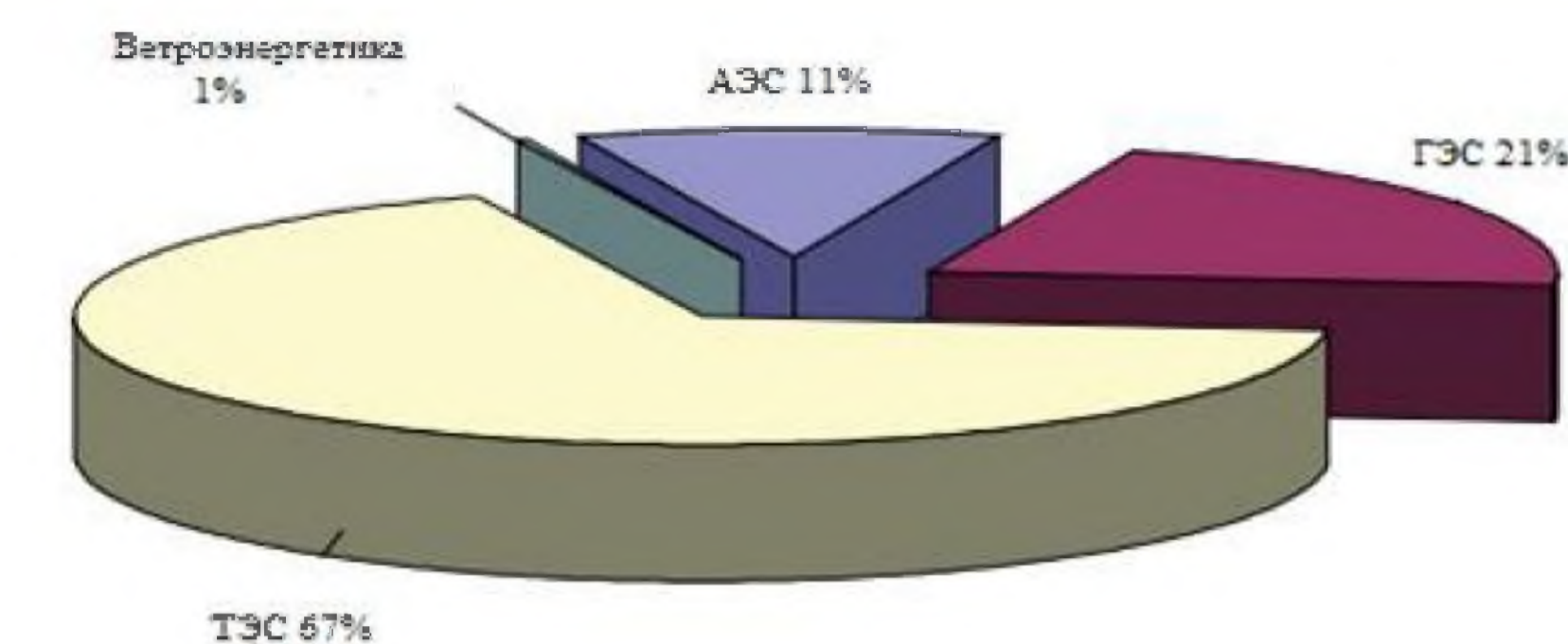
**В. В. Булатов** – кандидат технических наук, доцент – научный руководитель  
СПб ГУАП



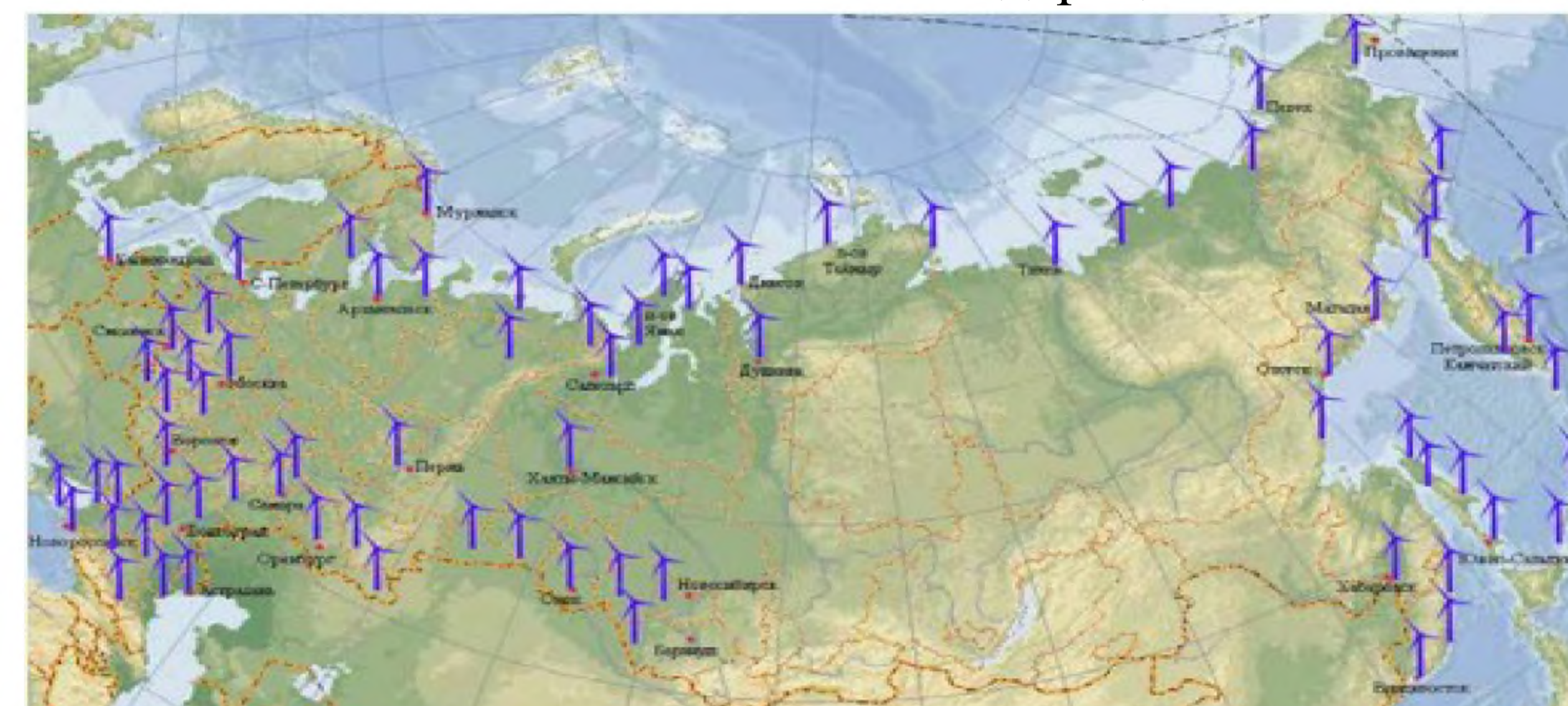
Распределение среднегодовой скорости ветра на территории  
Российской Федерации

Процесс развития ветроэнергетики в мире

Год	2008	2013	2018
Установленная мощность ВЭУ, МВт	122000	350000	820000
Доля выработанной электроэнергии в ЭЭ, %	1,5	3,35	8



Доля источников электрической энергии  
в Российской Федерации



Перспективные районы размещения экономически эффективных ВЭС

Использование ветроэнергетических установок в  
Европейских странах

	Дания	Португалия	Испания	Германия
Установленная мощность ВЭУ	3,7	3,9	20	26,4
Доля выработанной электроэнергии в ЭЭ, %	7,8	9,0	42,7	36,5
Годовая выработка ВЭУ	21,9%	17%	16%	6,7%



# АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ СИСТЕМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ



Завалишинские чтения | 2019

Работу выполнили: Д.В. Юров, А.В. Болтнева  
Научный руководитель: Солёный С.В. – к.т.н., доцент

Качество эксплуатации электрооборудования распределительных систем влияют на его износ и в конечном итоге на уровень потерь электроэнергии. Главным объектом исследования данной статьи были выбраны трансформаторные подстанции (ТП) и распределительные пункты (РП)



Распределительный пункт (РП)



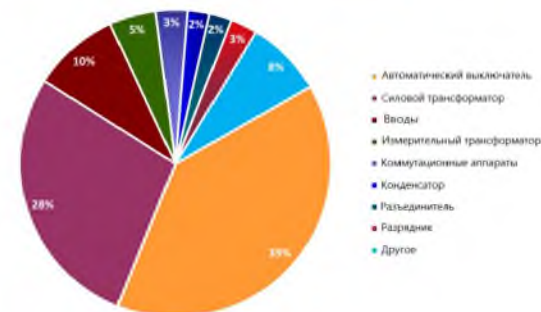
Трансформаторная подстанция (ТП)

На круговых диаграммах справа представлена статистика выхода из строя электрооборудования ТП. К основным причинам отказа работы РП можно отнести такие причины, как слабые соединения, повреждение изоляции, попадание воды или высокая влажность, неисправная защита и неправильный монтаж электрооборудования.

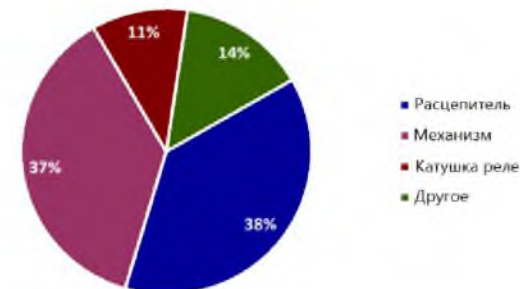
Исходя из анализа можно сделать некоторые выводы. Во – первых необходима замена устаревшего и изношенного электрооборудование на новое, более качественное и технологичное, которое будет отвечать современным технико-экономическим требованиям. Во – вторых необходимо модернизировать и улучшать средства контроля за электрооборудованием путём внедрения систем диагностики и мониторинга.



Тепловое изображение ослабленного соединения



Статистика выхода из строя электрооборудования ТП



Статистика неисправности элементов автоматических выключателей



Статистика неисправности элементов силового трансформатора

М. Д. Яушкина  
студентка кафедры электромеханики и робототехники  
С.В. Солёный  
кандидат технических наук, доцент – научный руководитель.

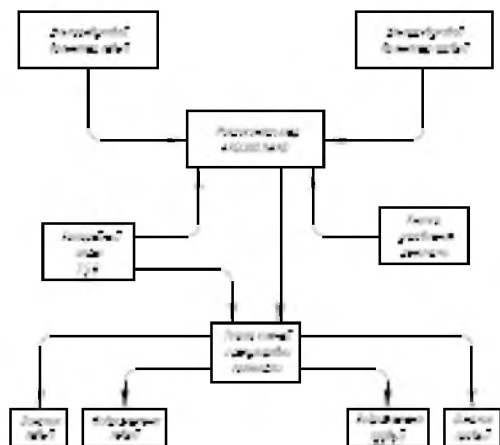


СХЕМА СТРУКТУРНАЯ

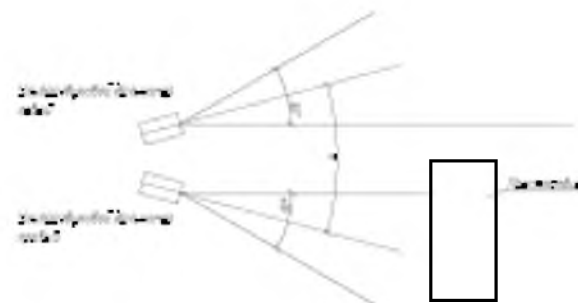
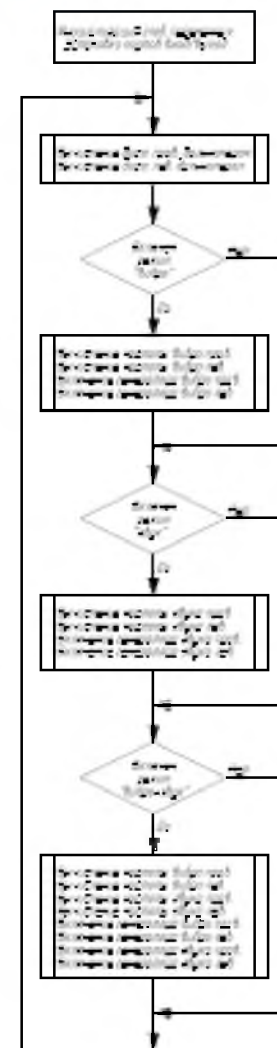
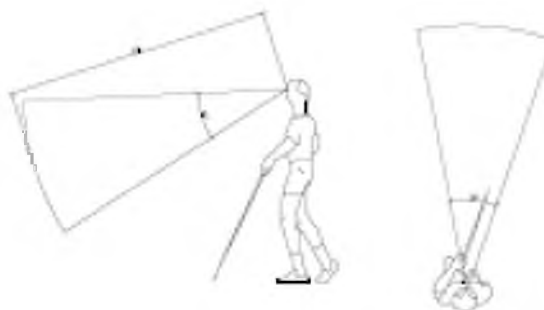


СХЕМА НАСТРОЙКИ ДАЛЬНОМЕРОВ





Автор доклада: Н.С. Тарасов (магистрант кафедры электромеханики и робототехники)

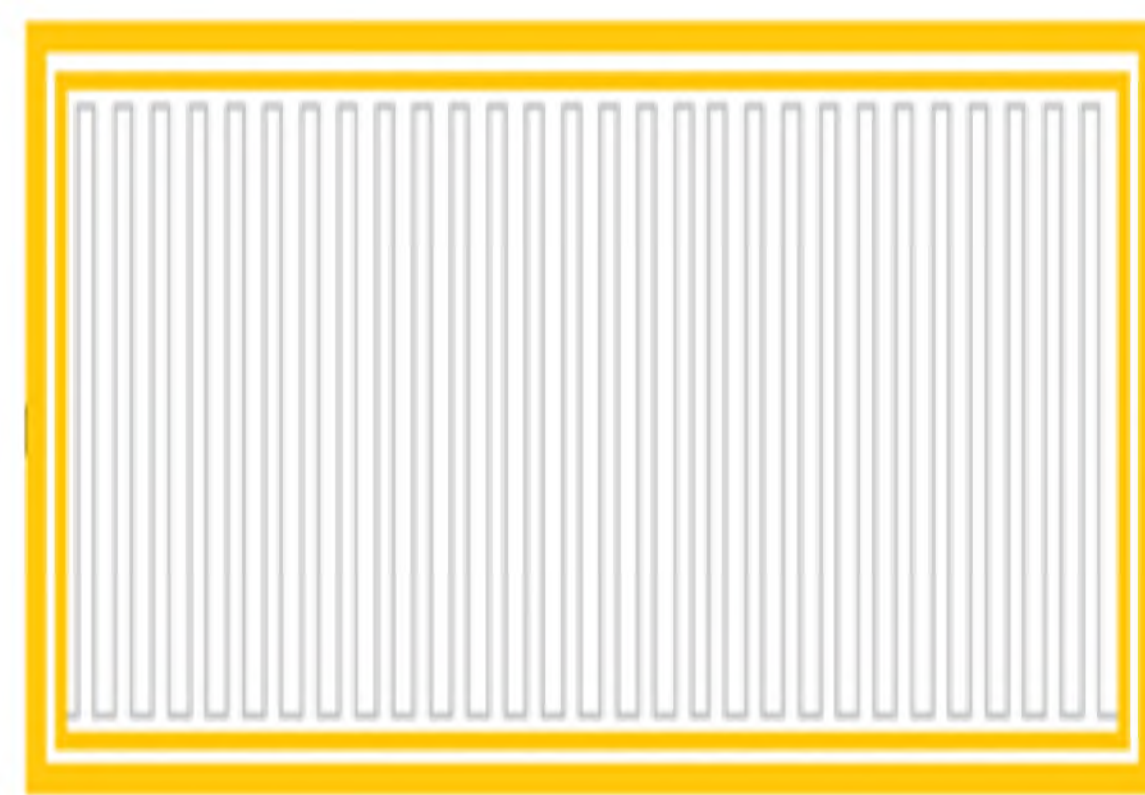
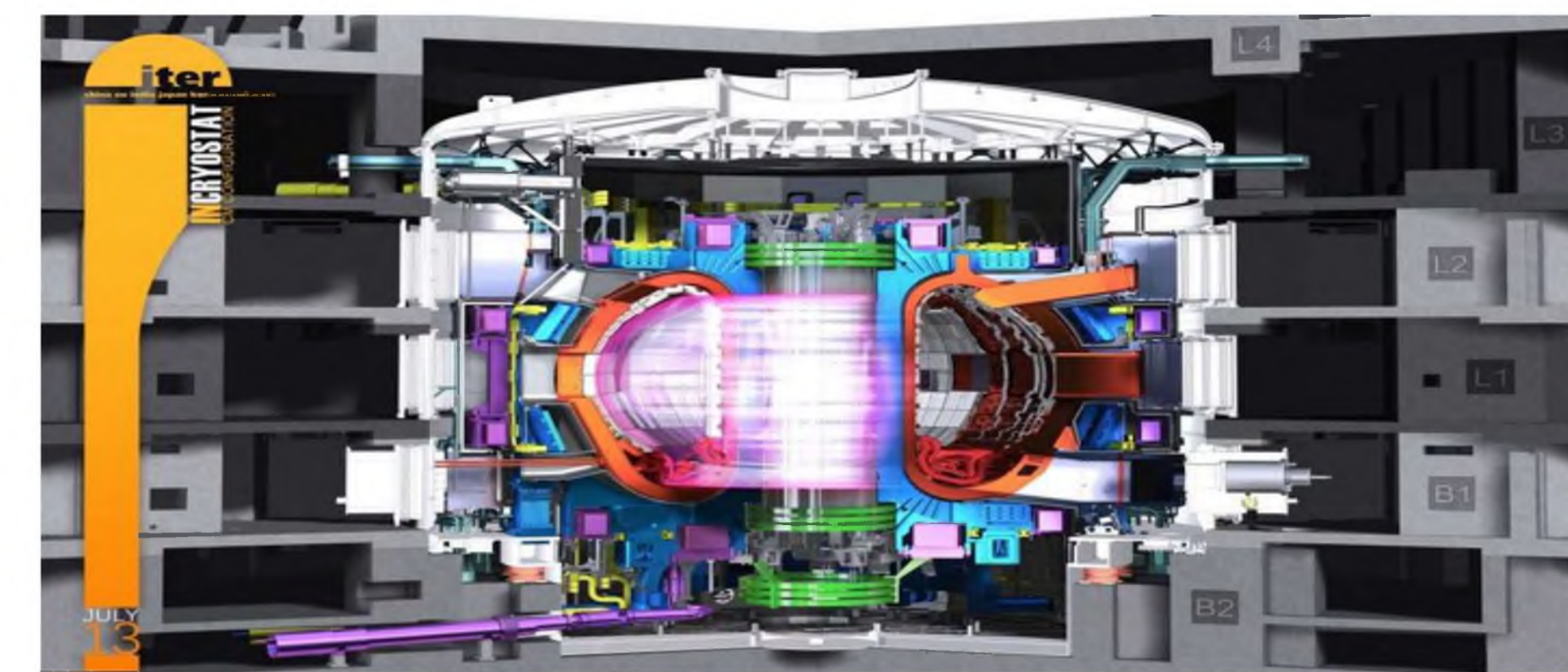


Рисунок 1 – Компьютерная модель термоядерного реактора ITER Рисунок2 – Компьютерная модель разрядного резистора FDR

В термоядерном реакторе ITER возникающие реакции синтеза сопровождаются значительным выделением энергии. В этом проекте для защиты сверхпроводящих катушек при возникновении аварийной ситуации (потеря сверхпроводимости) используется система быстрого аварийного вывода энергии, состоящая из сильноточного выключателя и энергопоглощающего резистора FDR.

Параметры	Величина	Значения		
		при 5°C	при 20°C	при 40°C
Максимальная рассеиваемая энергия	ГДж	3.84	3.81	3.77
Максимальный начальный ток	кА	68		
Сопротивление модуля	Ом	0.104	0.111	0.120
Относительное увеличение сопротивления во время разрядки	Ом	2.25	2.34	2.48
Максимальное напряжение	кВ	7.1	7.5	8.2
Масса проводникового материала	т	36		
Температура резистора в конце вывода энергии	°С	223	236	254
Время охлаждения при естественной вентиляции	ч	4-13		
$\int i^2(t)dt$	МА <sup>2</sup> с	0.025	0.024	0.022
Номинальный уровень изоляции в соответствии с IEC 60071	кВ~	4-13		

Таблица 2- Основные параметры резистора FDR

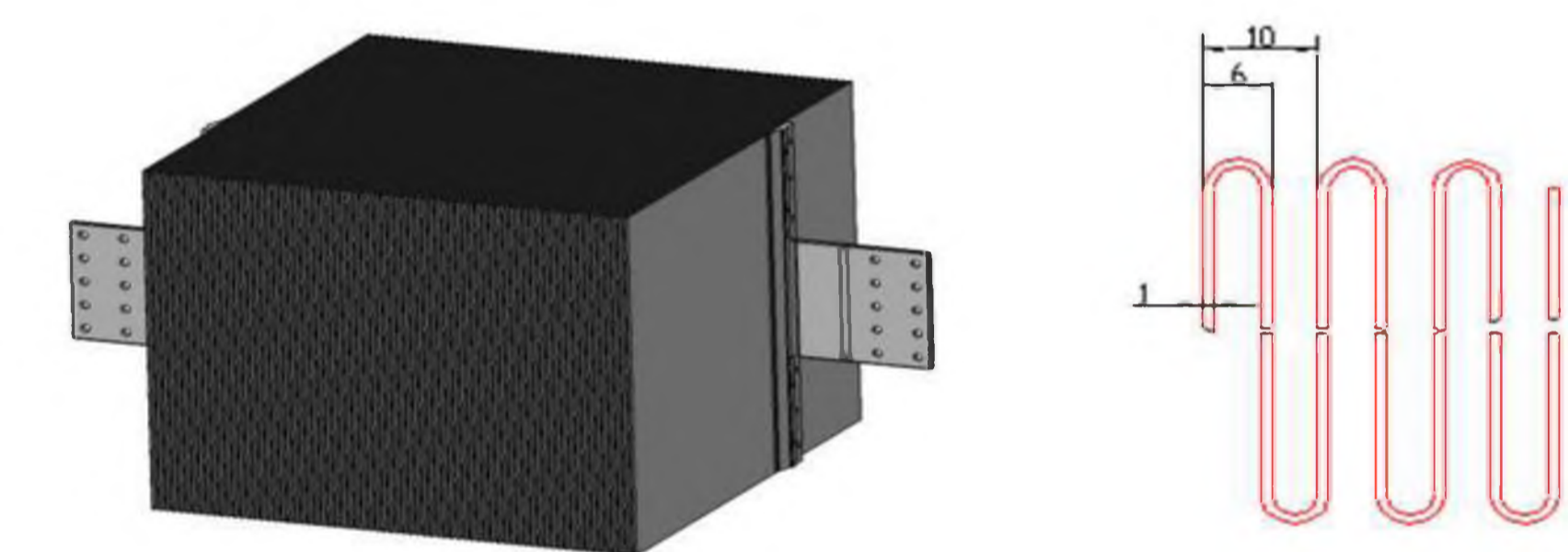


Рисунок 3- Резистивный элемент (слева) и зигзагообразная форма пакетов (справа)

Таблица 1- Основные параметры секции резистора

Параметры	Единицы измерения	Значения
Номинальная энергия	МДж	220
Амплитуда тока	кА	17
Сопротивление при 20°C	Ом	0.025
Ширина проводящей ленты	мм	580
Длина проводящей ленты	м	111
Масса проводника	кг	517
Общая масса секции	кг	1000

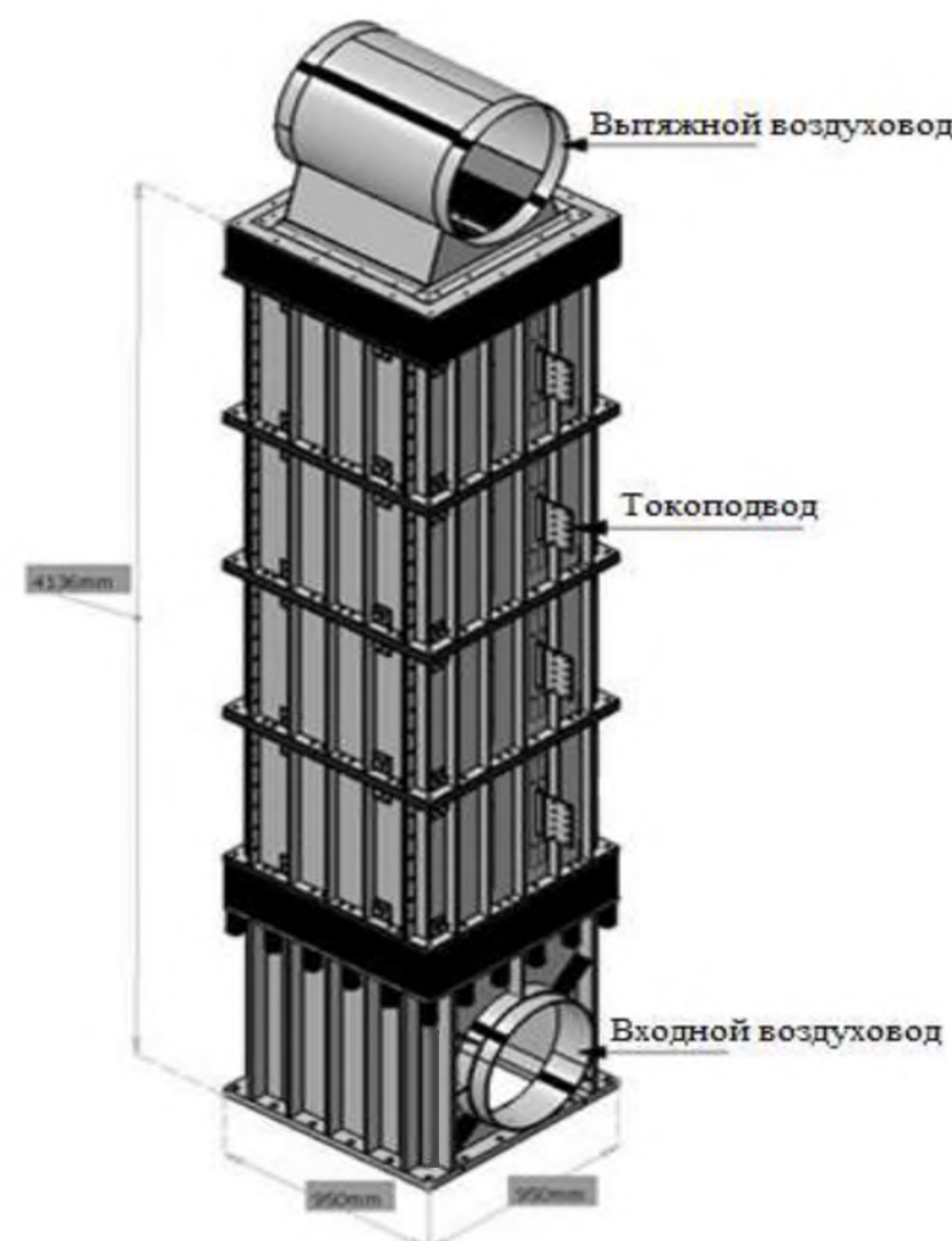


Рисунок 4 - Модуль резистора FDR.

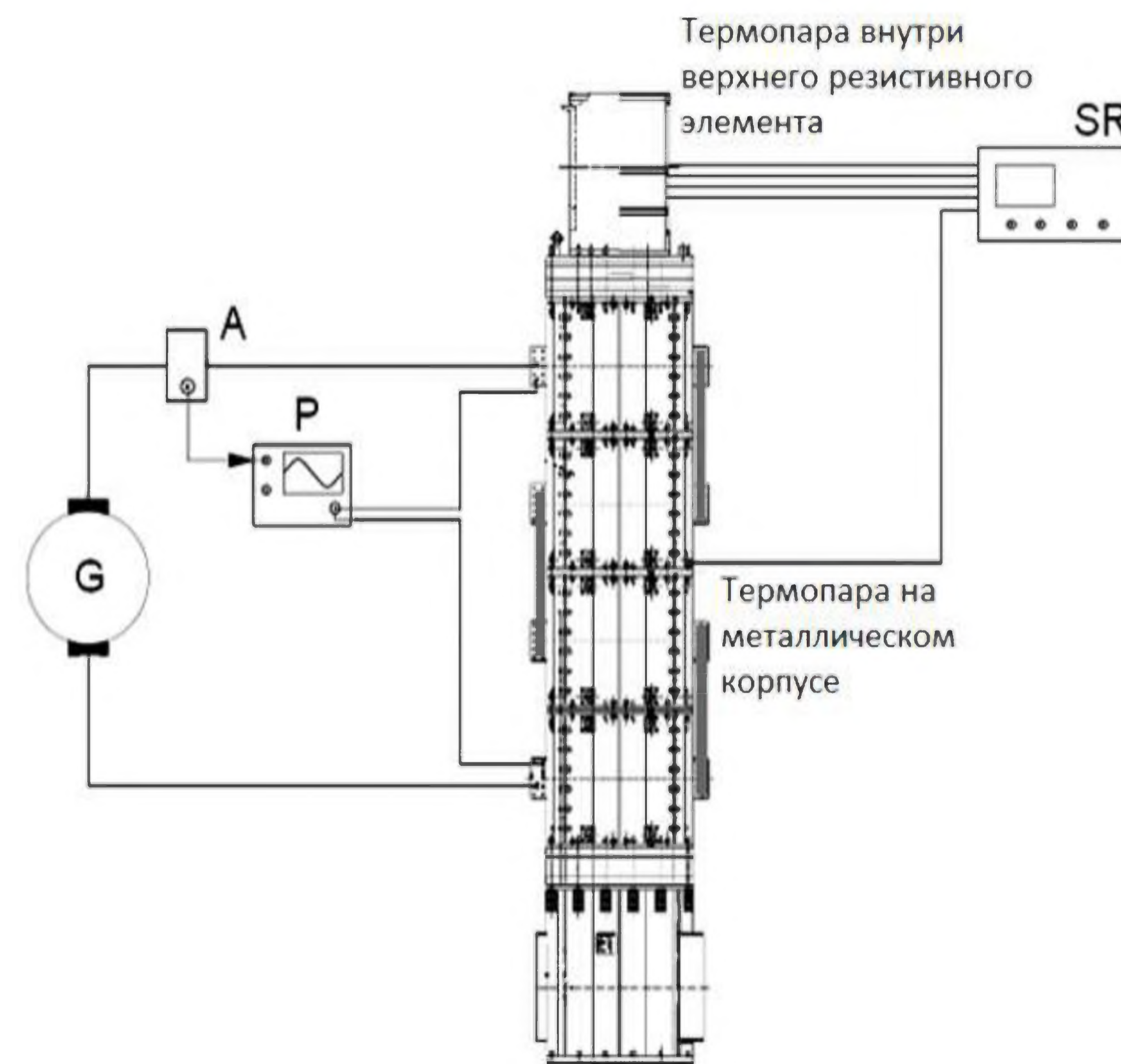
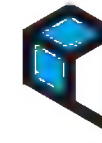


Рисунок 5 - Электрическая схема для испытания на повышение температуры модуля FDR: А - преобразователь тока NXCT-F3; P- Осциллограф Tektronix MSO 4104; G - генератор постоянного тока; SR - термопарный монитор SR 630.



# Calculation Methodology for Power Characteristics of Electroadhesive Contact for Gripping Conductive and Dielectric Objects



**Завалишинские чтения | 2019**

N.S. Gorbach – master student, SUAI  
 E.E. Usina – junior researcher, SPIIRAS  
 A.R. Shabanova – junior researcher, SPIIRAS  
 R.N. Iakovlev – junior researcher, SPIIRAS  
 SUAI, SPIIRAS

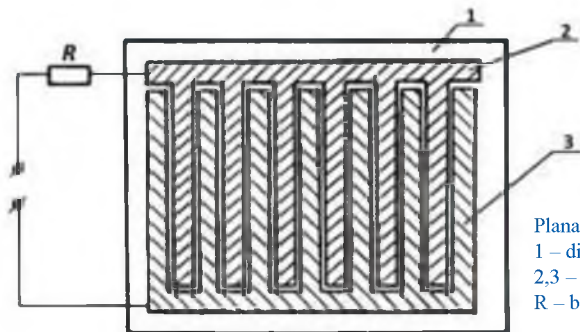
**Electrical adhesion** - the interaction of objects, leading to their bonding with each other, resulting from the application of electrical voltage to these objects.

In this paper we present a calculation methodology for power characteristics of electroadhesive gripper for handling objects of conductive and dielectric materials.

## Electroadhesive Gripping Device for Dielectric Objects:

$$F = U^2 \frac{2\epsilon_0 l L}{\pi a(a+b)} \epsilon_2 \left( \frac{\epsilon_2 - \epsilon_1}{\epsilon_1 - \epsilon_2} \right) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin \frac{\pi n a}{a+b}}{n} \cdot \frac{1}{\left( ch \frac{\pi n h}{a+b} + \frac{\epsilon_2}{\epsilon_1} \cdot sh \frac{\pi n h}{a+b} \right)^2}$$

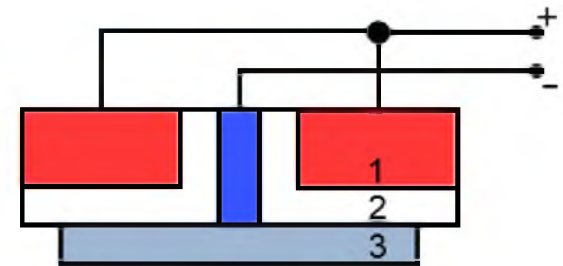
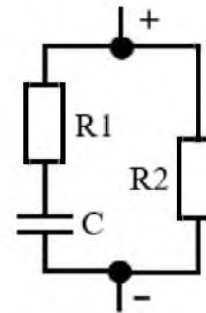
U – voltage applied;  
 $\epsilon_1$  – medium permittivity;  
 $\epsilon_2$  – permittivity of the fixed object;  
 a – electrode spacing, b – electrode width, l – electrode length.  
 $\alpha = 2\pi a / [2(a+b)]$ ,  $\lambda = 2(a+b)$ ,  $L = N(a+b)$



## Electroadhesive Gripping Device for Conductive Objects:

$$F = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r S U^2}{2d^2}$$

U – voltage applied,  $\epsilon_0$  – electrical constant;  
 $\epsilon_r$  – relative dielectric permittivity;  
 S – contact area, d – dielectric width.



Equivalent electrical circuit and cross-section of an electroadhesive gripper.  
 1 – electrode, 2 – dielectric, 3 – conductive object.

We developed a methodology for calculation of power characteristics of controlled electroadhesive contact. The proposed estimated dependencies allow to optimize electroadhesive gripper properties to achieve the maximum holding force with minimum energy consumption, as well to predict electroadhesive force depending on electrophysical properties and electroadhesive grip geometry.





Konstantin Krestovnikov, Anton Saveliev,  
Alexandra Shabanova, and Irina Vatamaniuk

Analysis of the data shows that the ratio of non-synchronous rectifier losses to synchronous rectifier losses decreases with increasing direct current through the switch. Thus, loss power by Schottky diode is 97 times higher, than by synchronous rectifier switch, in case of current 1 A, and with current of 14 A it is 8 times higher. The Fast Recovery diode loss is greater by 197 times with current of 1 A and in case of current of 14 A - by 13 times. .

Schottky diode power losses are higher (by on average 2.73 W) than synchronous rectifier losses in case of rectified current of 6 to 8 A. Fast Recovery diode losses are higher by on average 4.2 W than synchronous rectifier losses.

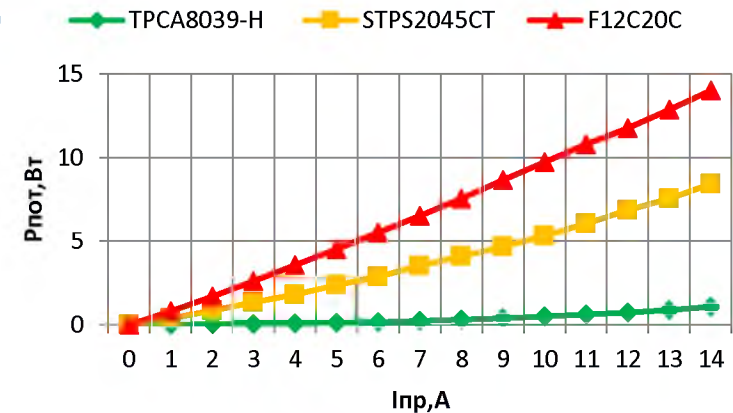


Fig. 1. Power losses in the switches of asynchronous and synchronous rectifier.

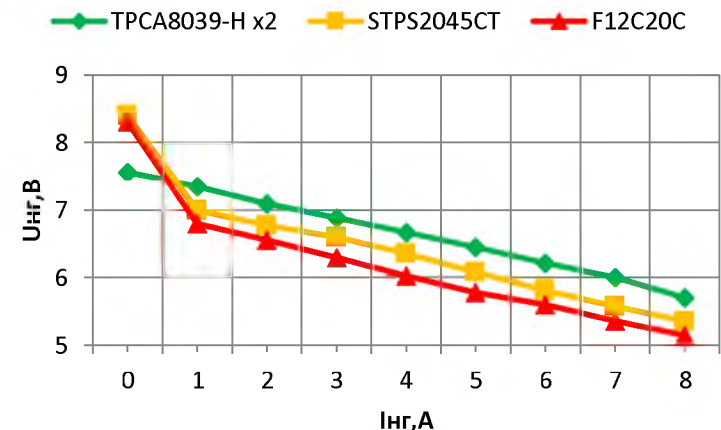


Fig. 2. External characteristics of the power supply with different rectifiers.

# Iterative method for solving the inverse kinematics problem of multi-link robotic systems with rotational joints

Roman Iakovlev<sup>1</sup>, Alexander Denisov<sup>1</sup>, Ryhor Prakapovich<sup>2</sup>

<sup>1</sup> St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of the Russian Academy of Sciences (SPIIRAS), St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup> United Institute of Informatics Problems of the National Academy of Sciences of Belarus (UIIP), Minsk, Belarus

Creation of methods solving the inverse kinematics problem for an arbitrary robotic system and development of software implementation of which could be used without significant changes and a loss of quality in various systems is an actual task in robotics.

We propose an iterative inverse kinematic solution method with a novel representation concept for a robotic multi-link system from the standpoint of kinematics. The global coordinates are used for each single joint positioning together with the coordinate system that is responsible for the orientation.

The developed method and algorithms for solving the inverse kinematics problem are suitable for robotic systems with joints that are incapable of full spatial motion. The developed solution of inverse kinematic takes into account the features of the proposed concept of robotic systems representation and is based on the modernization of the heuristic algorithm FABRIK.

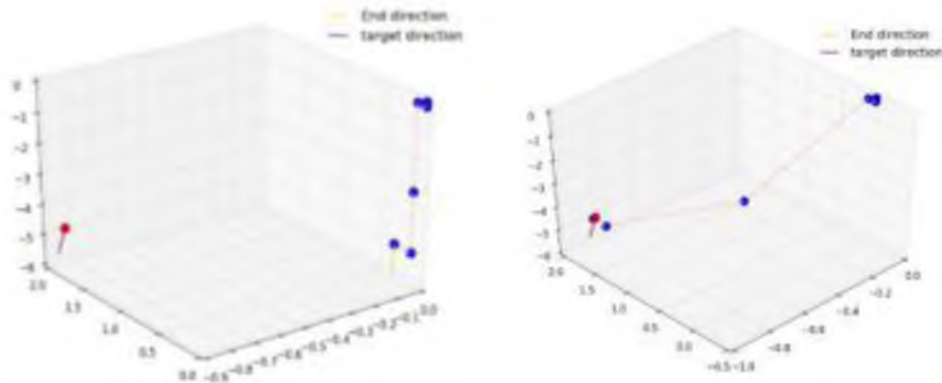
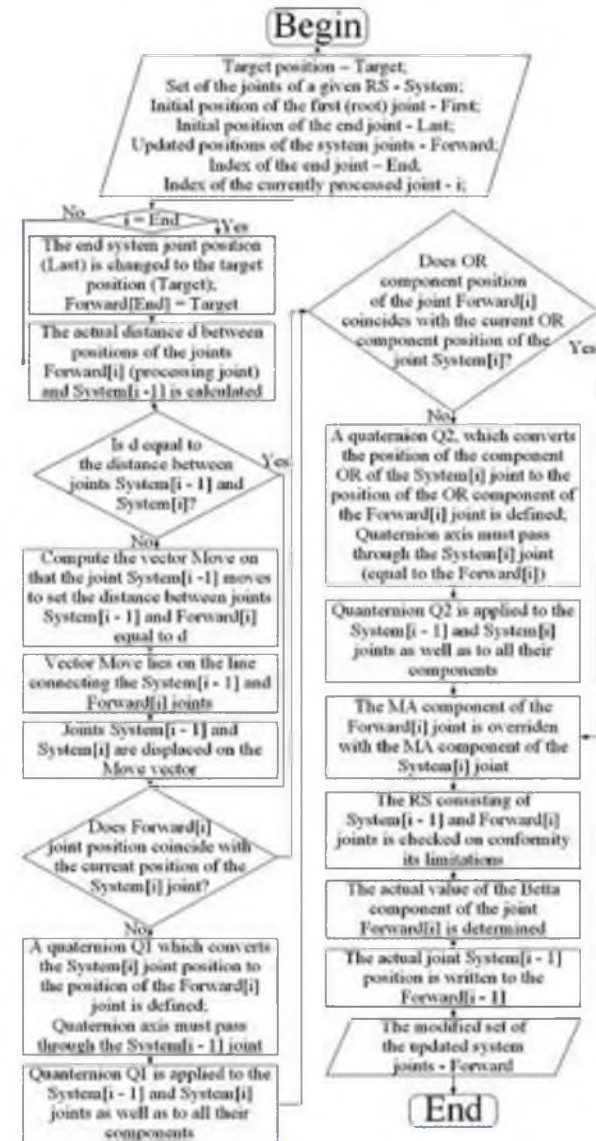


Illustration of the modernized FABRIK algorithm operation: initial and final position



The processing algorithm for individual joints and their connections for the direct bypass





Dmitrii Levonevskii<sup>1</sup>, Olga Shumskaya<sup>2</sup>, Alena Velichko<sup>3</sup>, Michael Uzdiaev<sup>4</sup>, Dmitrii Malov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratory of Big Data of Socio-Cyberphysical Systems, SPIIRAS, 14-th Linia, VI, No. 39, St. Petersburg, 199178, Russia

<sup>2</sup> Laboratory of Autonomous Robotic Systems, SPIIRAS, 14-th Linia, VI, No. 39, St. Petersburg, 199178, Russia

<sup>3</sup> Laboratory of Speech and Multimodal Interfaces, SPIIRAS, 14-th Linia, VI, No. 39, St. Petersburg, 199178, Russia

<sup>4</sup> Laboratory of Computer-Information Systems and Software Engineering, SPIIRAS, 14-th Linia, VI, No. 39, St. Petersburg, 199178, Russia

## Results

The method for heterogeneous emotion recognition within the informational space and determination of psychophysical condition was proposed, in particular potentially aggressive behavior of users. The key difference of this method is that all available data is analyzed within one model, which is useful in terms of technological pipeline. Described method will be tested and improved in further research.

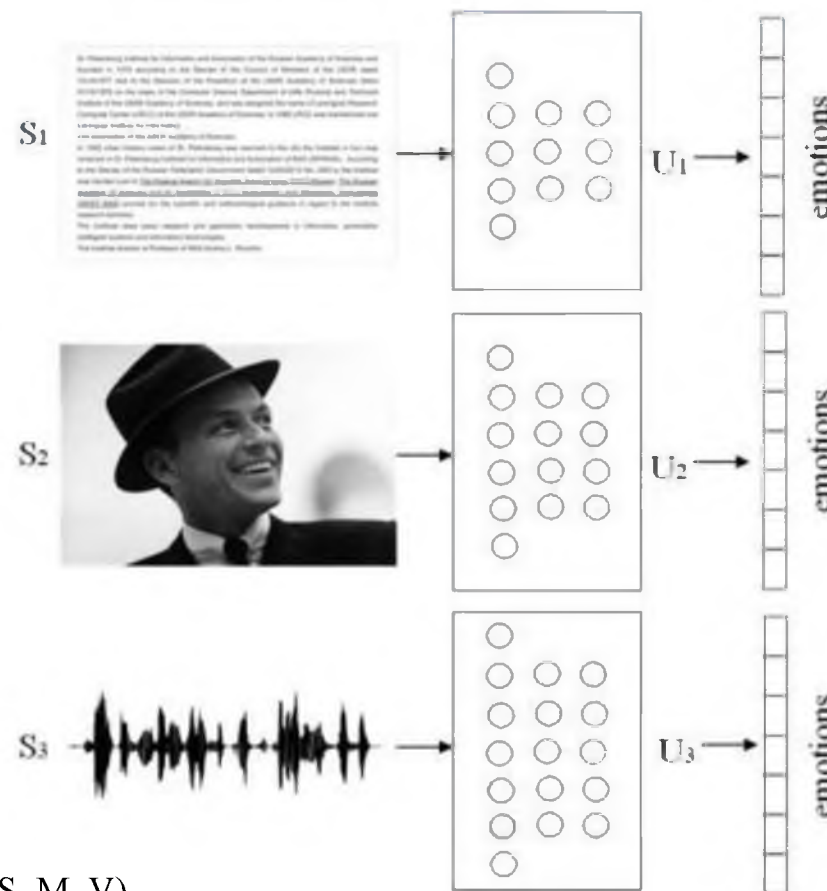
$$U_1 = WW^T$$

$$U_2 = SV^T$$

$$U_3 = MV^T,$$

$$\min \lambda_1 \|U_1 - WW^T\|_F^2 + \lambda_2 \|U_2 - SV^T\|_F^2 + \lambda_3 \|U_3 - MV^T\|_F^2 + R(W, S, M, V)$$

$$R(W, S, M, V) = \gamma_1 \|W\|_F^2 + \gamma_2 \|S\|_F^2 + \gamma_3 \|M\|_F^2 + \gamma_4 \|V\|_F^2$$



# Robot Navigation System in Stochastic Environment based on Reinforcement Learning on Lidar Data



Завалишинские чтения | 2019

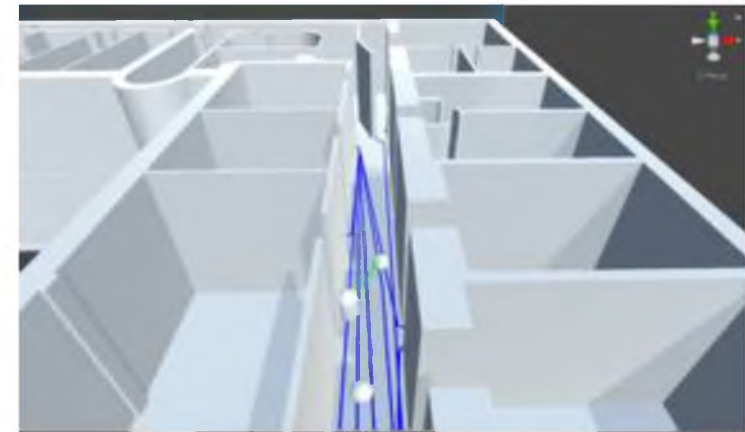
Dmitry Dudarenko - junior researcher, SPIIRAS

Artem Kovalev - junior researcher, SPIIRAS

Ivan Tolstoy - junior researcher, SPIIRAS

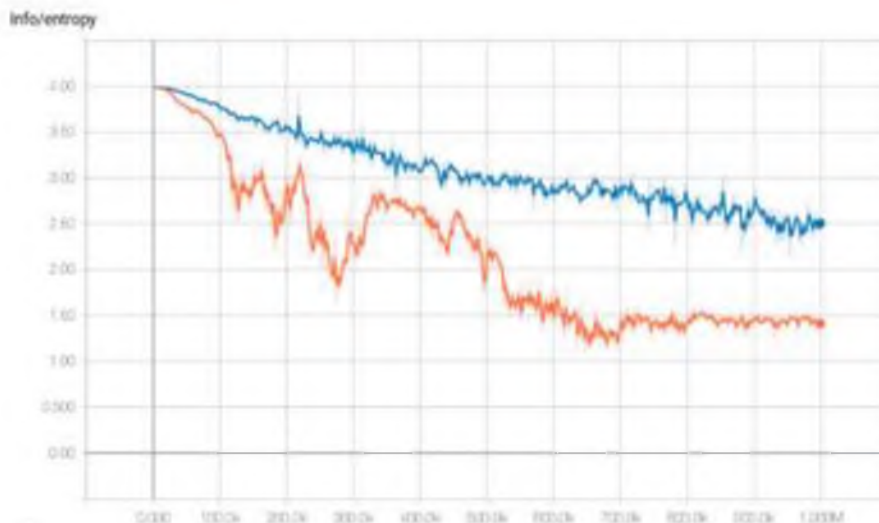
Irina Vatamaniuk - junior researcher, SPIIRAS

We present an approach ensuring efficient path finding by a robotic platform among static and dynamic objects in a stochastic environment. The approach utilizes data from two-dimensional laser scanner (lidar) that are fed to neural network for reinforcement learning. The network is trained based on a three-dimensional room model that contains from static objects such as walls, floor, stairs, and random dynamic objects, moving in this space along paths. The presented approach enables the robotic platform to reach the destination point, accounting for special features of the obstacle in the path using data that is taken from the two-dimensional lidar within a certain timeframe.

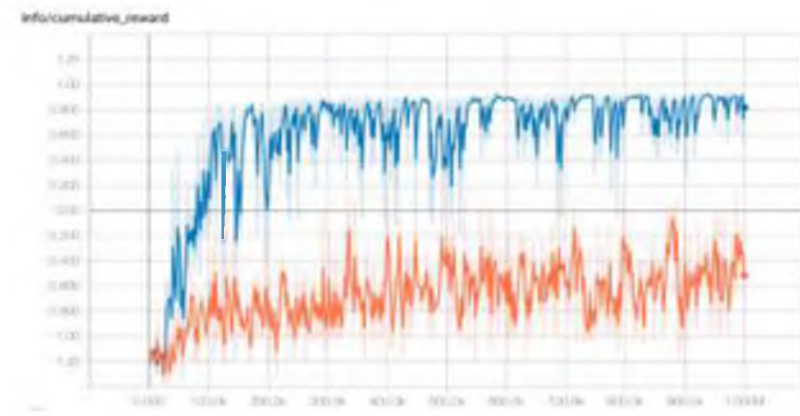


Mobile platform detected a dynamic object

Test results are got as neural network model performance efficiency values, which equal to 75%, 90% and 80% for default model, optimized model and test sample, respectively.



Dependency of entropy from training duration



Dependency of mean reward from training duration



# Sound Source Localization Based on the Simple Cross-Correlation Method and Probabilistic Neural Networks

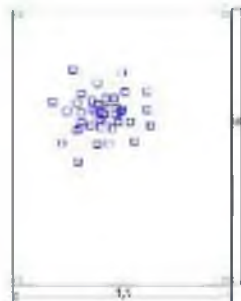
J. Tsybulskaya, N. Permiakov – master students SUAI  
 P. Drugov, A. Denisov– j.r. SPIIRAS  
 SUAI, SPIIRAS

This paper presents an improved method for estimating the distance to the sound source and localization of the sound source in three-dimensional space, based on a simple correlation approach with neural network training.

Four microphones for recording the signal are located in the corners of a closed room, previously recorded audio files are used as input for the localization algorithm. The sound signal is filtered out of our example database with samples using cross-correlation for a particular azimuth and altitude using neural networks. Compare with the simple cross-correlation method for clarity.

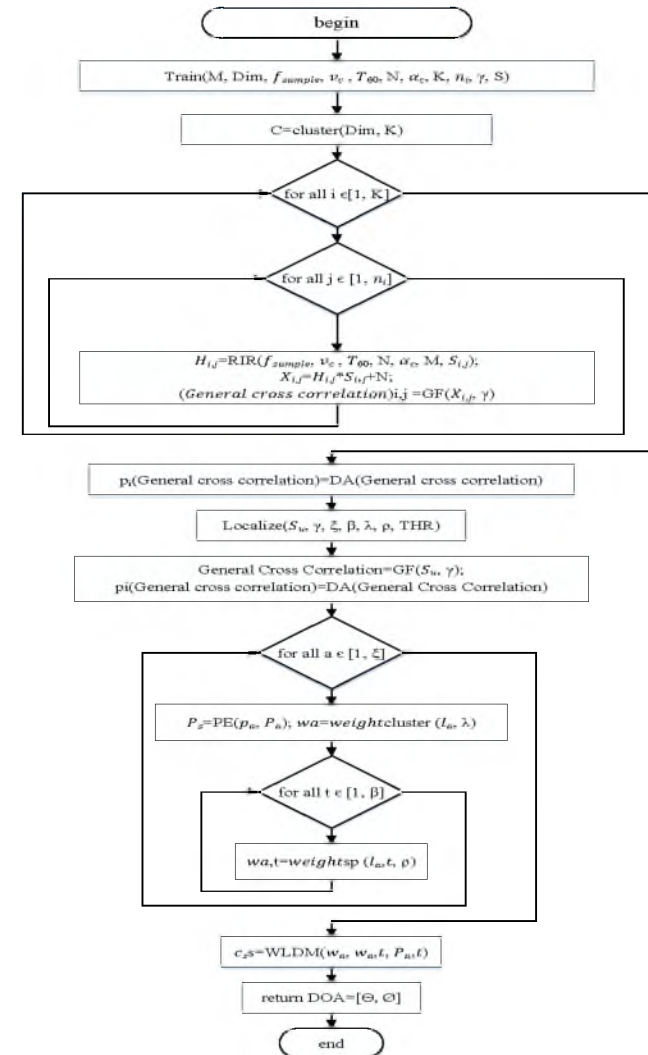


Sample distribution by simple cross-correlation method



Sample distribution by cross-correlation method, used together with neural networks

With the help of the newly developed algorithm, the percentage of localization increased from 84% to 92%. The efficiency of the new algorithm assumes an economical implementation for many platforms and allows you to accurately localize the sound source



Block diagram of the developed algorithm