



Цифровая трансформация предприятия электротехники в системе массового опережающего образования

Мялковский Игорь Константинович

Управляющий ЭТМ по взаимодействию с вузами

Почетный член Правления клуба ИТ директоров Санкт-Петербурга

ООО «ТД Электротехмонтаж»

АНО ДПО Академия ЭТМ



1. Предложены два направления цифровой трансформации образовательной организации, способные значительно, в несколько сотен раз, повысить эффективность образовательной деятельности
2. Предложена новая уникальная, проверенная **25000** российскими предприятиями и **550** поставщиками цифровая технология оперативного управления производительностью функционирования территориально распределенных предприятий промышленности в условной жизни объекта электротехники
3. Обобщен четырехлетний опыт национальных чемпионатов по методике **World Skills**. Разработан новый вид организованной подготовки специалистов электротехники на конкурсной основе, способных самостоятельно пользоваться и внедрять данную цифровую технологию на предприятиях России, например, в виде всероссийских межвузовских соревнований.
4. В соответствии с принципами опережающего образования данный опыт может быть рекомендован в развитии образования в смежных разделах информационных моделей



Внутренняя=1

Внедрение цифровых систем учета образовательной деятельности университета, учебного центра



Внешняя=2

Внедрение в массовое образование цифровых технологий управления жизненным циклом объектов



Цифровая интеграция АРМ преподавателей вуза с КИС ключевых предприятий региона и других стран



1. Всероссийское межвузовское соревнование студентов 3 и 4 курсов бакалавриата специальности 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» в компетенции «Эффективное проектирование»
2. Мастер –классы Академии ЭТМ с преподавателями вузов с 2018г и практические занятия со студентами



Производительность?

$$\text{Э} = \text{Пр} + \text{Р}$$

Результативность?



=>

$$\text{ЭВ} = \text{ПрВ} + \text{РВ}$$

Уровень и качество
ЖИЗНИ

Всех?

Эффективное взаимодействие
+ инвестиции
+ развитие творческого
критического мышления

> какой-то заданный на 3..5 лет вперед процент выпускников

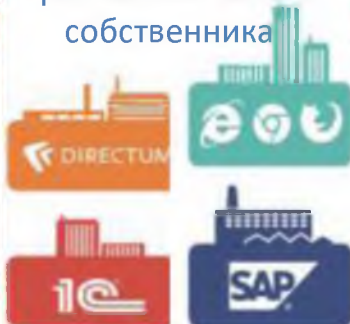
Нужно согласовать!



На что мы тратим время жизни объекта электротехники?



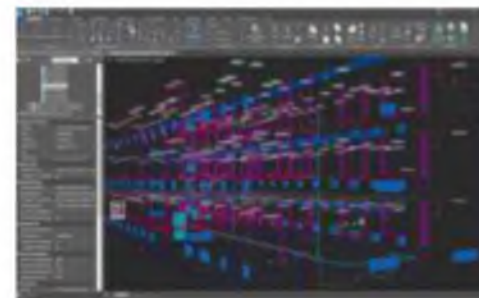
Требования заказчика
Который не знает
точно, что хочет
Требования своего
собственника



Выстроить
документооборот с
партнерами и
подрядчиками



Недоверие к
отечественному



Цифровая технология в
электротехнике

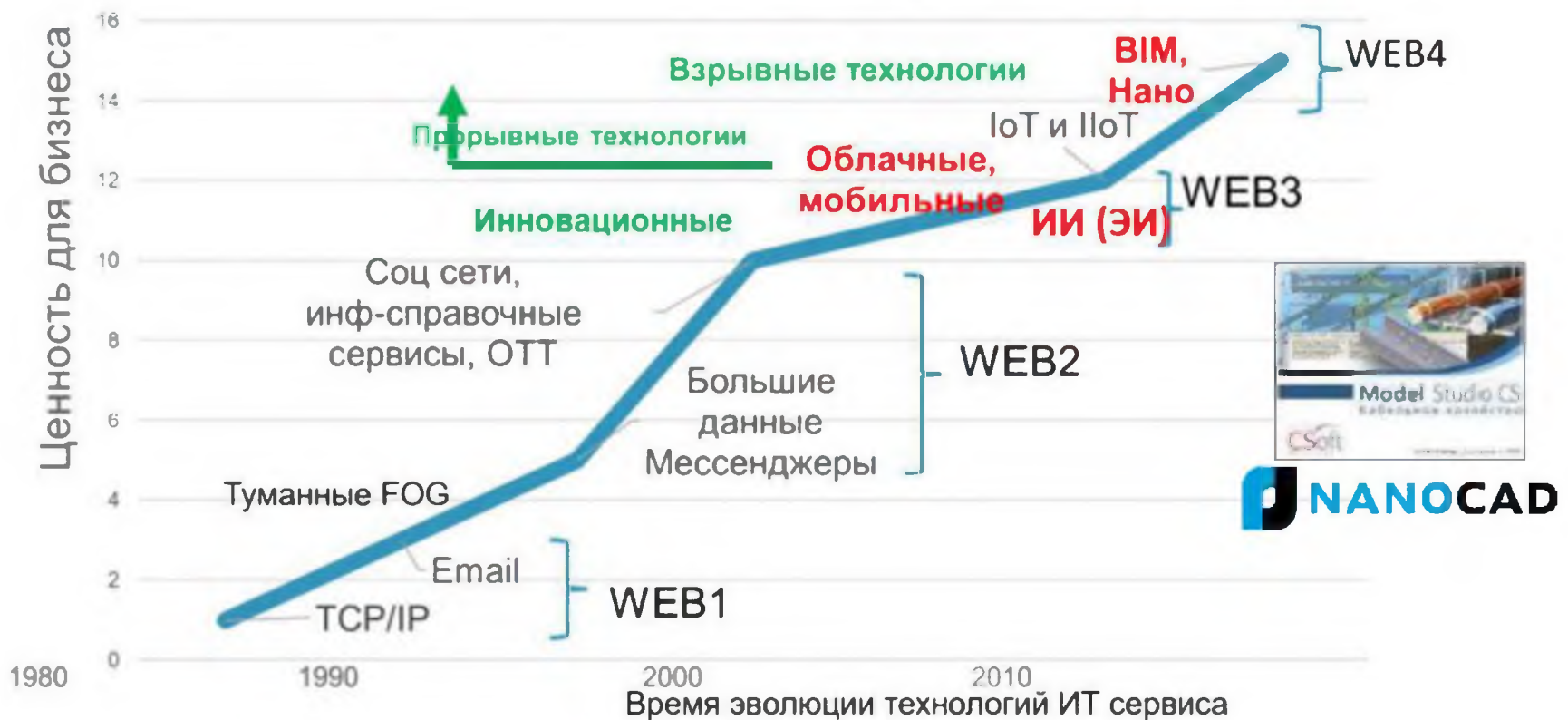


Как не запутаться в цифровых технологиях?



Завалишинские
чтения
2022

Классификация в эволюции и приоритет отечественным + критический выбор с помощью специалистов





Логистическое

Психофизиологическое или
эмоциональное: эмпатия

Информационное

Жизненный цикл
цифрового объекта
кап строительства
или производства,
как
системообразующий
процесс



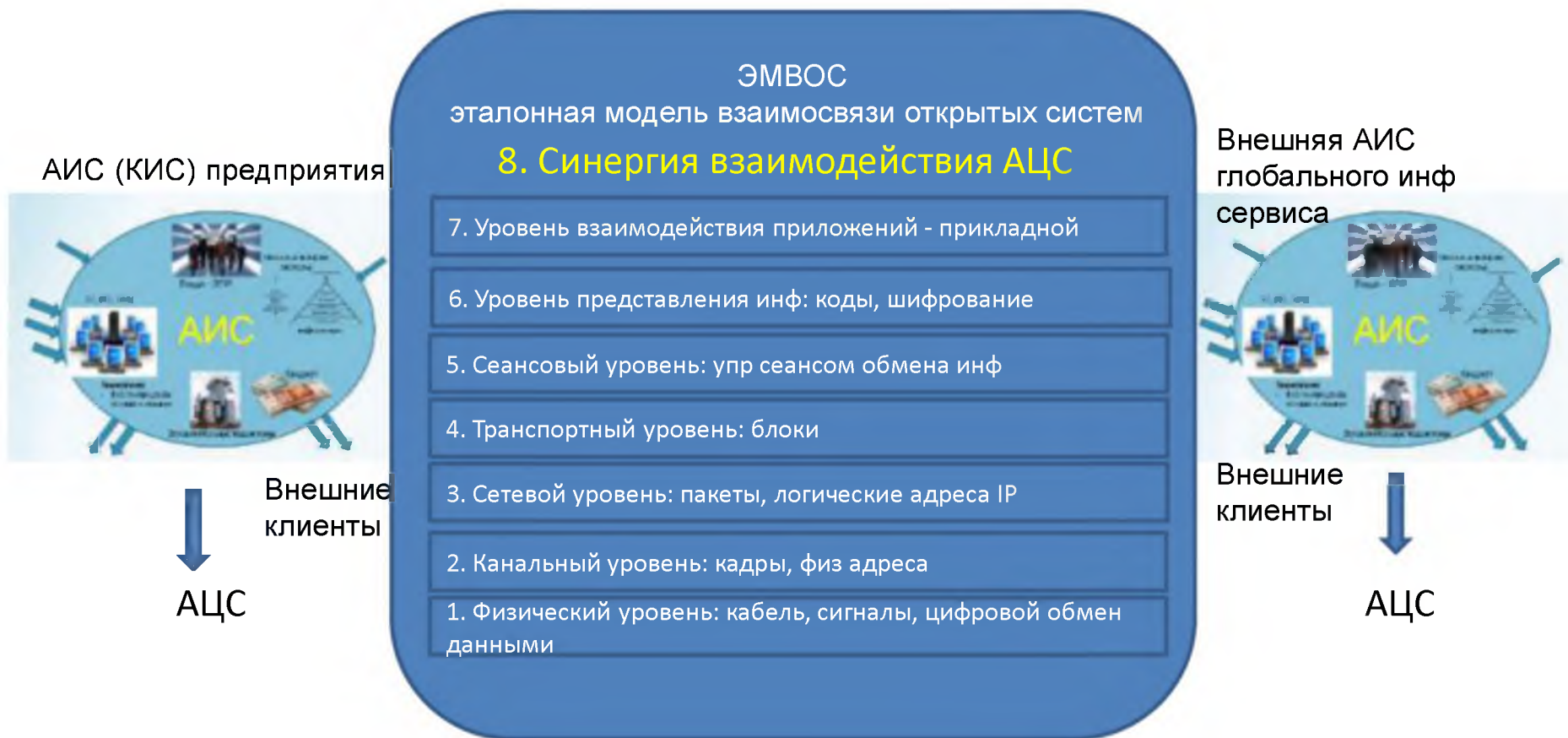
«Я все таки был прав! Елы палы!!!»
Но пока только в электротехнике!

EDI + ЮЗЭДО



Electronic Data Interchange, Электронный обмен данными) — технология, позволяющая обмениваться коммерческой информацией между организациями в структурированном цифровом виде, основанном на регламентированных форматах и стандартах сообщений.

Юридически значимый электронный документооборот без необходимых доработок ПО и ТС у поставщика и потребителя продукции электротехники



«Синергия траншеи» или «двух лопат»

Резонанс производительности взаимодействия партнеров
в едином информационном пространстве



Пересечение целей
Производительность выше в
2,2...2,3 раза:
Они вдохновляют друг друга
Согласовывают действия
Атака на результат



Цифровая культура – принципиально требуемая культура взаимодействия организации внутри и с внешними организациями

Производительность – 70..80%
Результативность – 20..30%





Производительность –
100%
Результативность – до
конца мелодии



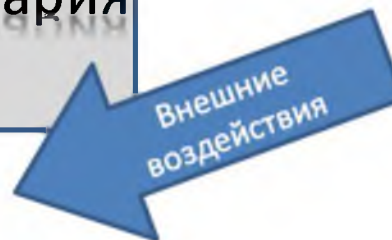
В оркестре не все солисты, чемпионы, отличники, нет «стахановых» и чемпионов
Системная технология заставляет работать честно, столько, сколько нужно в заданное
время, вдохновляя друг друга в едином «музыкальном пространстве» - мелодии



Развитие человека и человечества = увеличение взаимосвязей и взаимодействия.

- Выгоды сторон
- Условия получения выгод
- Риски наихудшего сценария

ФЗ, ГОСТ, СНИП, нормативы региона, требования вышестоящего руководителя, ограничения собственника



Договоры РФ не предусматривают возможного получения больших выгод (развития выгод) за счет создания синергии партнерских производственных отношений за счет цифрового взаимодействия!

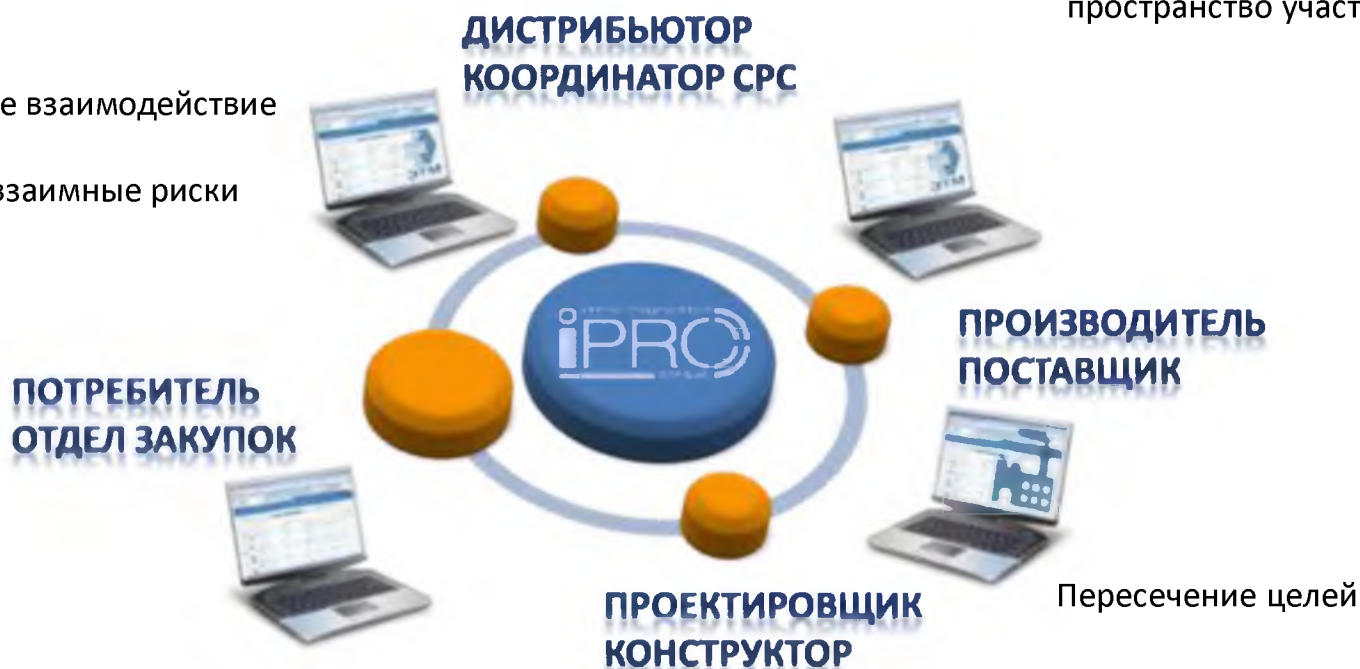
iPRO – единое информационное пространство (CDE – единой инф среды) в ЖЦО электротехники

Участники вдохновляют друг друга

Эмпатическое взаимодействие

Честность и взаимные риски рынка

Единое информационное пространство участников ЖЦО



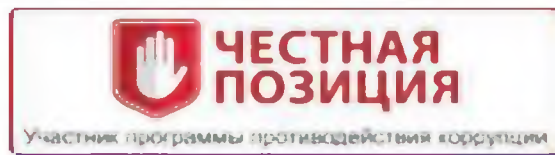
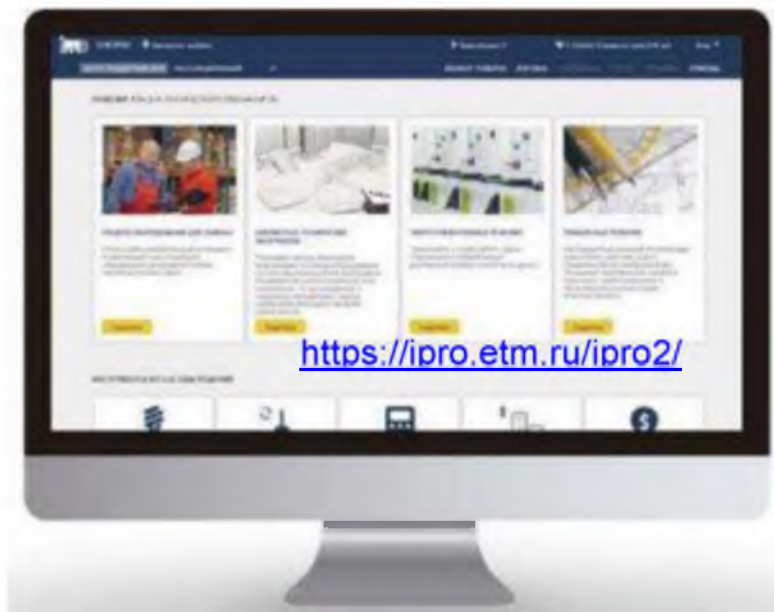
Идея данной цифровой технологии:
«Нельзя бросать заказчика объекта «в этом во всем приобретенном»!»

Свойства внешнего к АИС предприятия сервиса iPRO



Завалишинские
Чтения
2022

Как Yandex в информационном обслуживании ФЛ



1. **Отраслевой бесплатный WEB сервис** ЮЛ 800 городов >25 000 предприятий России, >550 поставщиков продукции
2. Каталог >1500 000 наименований продукции с поисковой подсистемой, гарантией совместимости, возможностью сравнения аналогов
3. Обеспечивает **единое информационное пространство в жизненном цикле объекта электротехники и пересечение целей участников жизни объекта (технологическая основа синергии)**
4. Доступность продукции в любой точке в любое время 4G
5. Интеграция с КИС (АСУ) поставщиков и предприятий заказчиков: EDI и ЮЗ СЭД (ЭЦП)
6. Встроенная техническая библиотека и подсистема обучения IETM
7. Шаблоны проектов по ЕСКД. Автоматизированное наполнение БД информационных моделей
8. Стандарт де-факто электротехнического рынка России
9. Безбумажная технология
10. Сертификация на входе, отсутствие фальсификата и контрафакта

Принцип опережающего образования на 3..5 лет: создание подобных технологий в газе, воде, тепло, СКС, холодоснабжения организаций

Требуется научное обобщение - развитие данной технологии в электротехнике

При каждой сделке в АИС: В2С и В2В Возрастает в критических ситуациях



Возникает после формирования навыков эмпатии – новой цифровой культуры учета важности противоположного мнения партнера, иногда учета мнения меньшинства!

Чем дольше, тем искреннее и результативнее
Демократический централизм при взаимодействии множества «оцифрованных» партнеров не работает!

5 взаимосвязанных задач внешнего цифрового сервиса



Завалишинские
Чтения
2022

5 задач информационного моделирования или цифрового (когнитивного) двойника

Создать



Наполнить



Любой поставщик
Любое время
Сравнение
Качество
Мониторинг
Честность

Поддерживать



В актуальном содержании
= цифровой двойник
объекта

$$|A' B'| = k \cdot |A B|, k \neq 0$$



Развивать



Когнитивный
двойник на основе
BIM + ИИ + ЭИ

Хранить историю

Что мы делаем на межвузовском соревновании студентов?



Завалишинские чтения
2022

Реализация второго направления ЦТ в образовательной организации





Методика World Skills Hi-Teck, Atom Skills, Лучший по профессии Росатома





1. Каждый участник команды из 3х студентов должен иметь натренированный навык приступить к выполнению задания **одновременно**
2. Выбор продукции по трем показателям: цена, качество, возможность планировать работы на объекте, исходя из заданных сроков поставки и наличия заказанного товара на складах своего города или удаленных, и готовности объекта принять поступивший товар к началу монтажных работ
3. Выполнить работы первых 3х этапов жизненного цикла объекта:
 - выбрать продукцию в iPRO по трем показателям,
 - разработать проект в nanoCAD «Электро»: чертеж, спецификация (с ценами из iPRO), кабельный журнал
 - составить смету в Excel: стоимость комплектующих, расходных материалов, инструмента;
 - выбрать возможного подрядчика монтажных работ в Интренет (в учебном режиме без договоров)
 - разработать презентацию в Power Point о своем техническом решении
 - защитить решение перед экспертной комиссией соревнования: **моделирование навыка продажи решения** заказчику, защита решения перед своим генеральными директором или перед возможным работодателем

Результаты ЦТ госкорпорации на основании данных 2018 и 2019



Завалишинские
чтения
2022

До интеграции КИС с iPRO	После интеграции SAP с iPRO	Полезный эффект
800 поставщиков, используемых случайным подбором на рынке, в условиях тендеров по 44-ФЗ	<ol style="list-style-type: none">2 надежных поставщикаПрозрачное ценообразованиеРабота в точном соответствии с 44-ФЗ	<ol style="list-style-type: none">Уменьшение налоговых рисковОптимизация бизнес процессовЧестная позиция на рынке
Неконтролируемые закупки на местном рынке	Возможность сравнивать аналоги разных поставщиков	Сокращение времени выбора заказа в разы
10000 позиций	10000 позиций Централизованная поставка на 26 объектов заказчика в 15 областях РФ	Такое-же количество позиций номенклатуры при централизованном удобном мониторинге
Среднее время поставок от заявки потребности до получения и учета прихода товара на склад заказчика в КИС 90 дней	< 30 дней за счет эффекта синергии при взаимодействии участников движения товара	Сокращение времени поставок на 60 дней

Цифровая культура в ЖЦО с iPRO



Завалишинские
Чтения
2022



Недостаток типовой схемы заказа: с ростом количества обслуживаемых цехов и объектов растет и объем согласований: уточнений, утверждений, заявок (и бумаг!)

Все сложное неправда»!

**Выпускнику нужны 2 новых
цифровых навыка: продажи и
управления сложными
изменениями**



Спасибо за внимание



Завалишинские
Чтения
2022



Мялковский Игорь Константинович



VK: <https://vk.com/id64927354>

Myalkovskiy_ik@etm.ru

Sk: @migork





Проблемы современных протоколов аутентификации

Беззатеев С.В.

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

XVII международная конференция по электромеханике
и робототехнике
«Завалишинские чтения» 2022

12 – 14 апреля 2022г. , г. Санкт Петербург

Основные определения

Идентификатор, — уникальный признак объекта/субъекта, позволяющий отличать его от других объектов/субъектов.

Аутентификация — проверка подлинности предъявленного пользователем идентификатора.

Протокол - правила, регулирующие взаимодействие различных субъектов/объектов/систем.

Основные участники протокола

1. **Пользователь**, обладающий конфиденциальной(секретной) информацией (User Confidential Information (UCF)) для проведения протокола аутентификации.
2. **Верификатор** – проверяющая сторона (платежный терминал, сервер аутентификации и т.д.)
3. Различные устройства, обеспечивающие **интерфейс** между верификатором и пользователем и позволяющие пользователю с помощью различных протоколов доказать владение конфиденциальной информацией(паролем, ключом или биометрией).(User-Verifier Interface Device (UVID))
4. Устройства, используемые как **дополнительные факторы аутентификации** (Additional Verification Factors (AVF)).

Факторы аутентификации

Фактор	Примеры
Пользователь знает (фактор знания)	Пароль , персональный номер идентификации (PIN), ключевая фраза, имя, номер телефона, и т.д.
Пользователь имеет (фактор владения)	Ключ , Смарт карта, токен, одноразовый пароль, водительские права и т.д.
Пользователь есть (неотъемлемый фактор)	Биометрия , отпечаток пальца, линии ладони, радужная оболочка глаза, ДНК, голос и т.д.
Пользователь характеризуется (фактор поведения)	Поведение , походка, клавиатурный почерк и т.д.

Основные факторы

Участие Фактор	Активное(AU)	Пассивное(PU)
Пароль(P)	+(PAU)	-
Ключ(K)	-	+(KPU)
Биометрия(B)	+(BAU)	+(BPU)

Протоколы обработки и передачи ключевой информации

- **VS** – Вся ключевая(секретная) информация обрабатывается на стороне верификатора. То есть каждое из участвующих в процессе аутентификации устройств участвует в протоколе аутентификации напрямую обращаясь к верификатору, получая от него запросы и соответствующим образом отвечая на них. Аутентификация считается успешной когда верификатор соберет достаточное количество правильных ответов.
- **IS->VS** - Часть ключевой(секретной) информации обрабатывается на стороне интерфейса пользователя. Собранная (и проверенная, для некоторых типов протоколов) ключевая информация объединяется интерфейсом пользователя в «секретный» пакет. «Секретный» пакет или его тень(хэш) передается верификатору, где он дополняется результатами аутентификационных протоколов выполненных верификатором с остальными независимыми устройствами(PD, AD) имеющимися в системе.

Сравнение пассивных биометрических факторов

Биометрическая СКУД использует	FAR	FRR	Фальсификация	Строгая аутентификация	Скорость аутентификации	Чувствительность к влиянию внешних факторов	Бесконтактная аутентификация	Комфорт пользователя
Отпечаток пальца	0,001%	0,6%	Возможна	Возможна	Высокая	Высокая	Невозможна	Средний
Распознавание лица	0,0005%	0,1%	Проблематично	Нет	Средняя	Низкая	На среднем расстоянии	Средний
Радужная оболочка глаза	0,00001%	0,016%	Безуспешна	Возможна	Средняя	Средняя	На большом расстоянии	Высокий
Рисунок вен	0,0008%	0,01%	Невозможно	Возможна	Высокая	Средняя	На маленьком расстоянии	Средний
Распознавание по голосу	0,005%	0,1%	Проблематично	Возможна	Высокая	Средняя	На среднем расстоянии	Высокий

Дополнительные пассивные факторы

«Пассивные» устройства (Passive Device (PD)) устройства, не имеющие собственного канала для обмена данными с верификатором (в качестве такого канала используется канал, имеющийся у User-Verifier Interface Device (UVID)). Такие устройства могут быть:

- «абсолютно пассивные» (Pure Passive Device (PPD))- то есть устройства, работающие (выдающие некоторую информацию) только в ответ на запрос UVID (например, RFID метки),
- «полупассивные» (Semi Passive Device (SPD))- устройства передающие информацию самостоятельно, не зависимо от запроса UVID (например, различные сенсоры с радио-интерфейсом, устройства оснащенные Bluetooth, чужие, не подконтрольные UVID устройства с WiFi, GPS информация и т.д.)

Дополнительные активные факторы

«**Активные**» устройства (Active Device(AD))– устройства, имеющие свой, независимый от канала используемого UVID, канал связи с верификатором. Также как и в предыдущем случае такие устройства могут быть:

- «**абсолютно активные**»(Absolute Active Device (AAD)) – устройства, передающие информацию верификатору самостоятельно, без диалога с UVID,
- «**полуактивные**» (Semi Active Device (SAD)) – устройства передающие информацию верификатору в процессе диалога с UVID.

Типы используемых протоколов

Бездиалоговые протоколы (Non Dialog Protocol (NDP)), то есть протоколы, требующие от пользователя выслать некоторую информацию в ответ на аутентификационный запрос. Информация, полученная от пользователя обрабатывается и принимается решение об успешном или не успешном прохождении аутентификации.

- Примерами таких протоколов является подавляющее большинство протоколов аутентификации при которых верификатор хранит значение некоторой функции(например, хэш-функции) от пароля/ключа, а пользователь при аутентификации должен сообщить значение пароля/ключа.

Типы используемых протоколов

Диалоговые протоколы(Dialog Protocol), то есть протоколы, требующие от пользователя многократной отправки информации в ответ на различные запросы. Протоколы такого типа могут быть статического (Static Dialog Protocol (SDP)) или динамического(адаптивного)(Dynamic Dialog Protocol (DDP)) типа. В первом случае содержание последующих запросов не зависит от результата ответов на предыдущие. Во втором случае последующие запросы определяются по результатам ответов на предыдущие.

- Примерами диалоговых протоколов являются протоколы семейства аутентификации без разглашения(zero-knowledge protocol) и протоколы использующие инфраструктуру открытого ключа (например, протокол четырехкратного рукопожатия (4 Way Hand Shake authentication protocol)).

Dialog Authentication Protocols (DAP)

Архитектура диалога	Описание диалога	В каких стандартных протоколах поддерживается	В каких системах аутентификации используется	Тип устройств, поддерживающих данный тип протокола (участие пользователя)	Протокол Обработки и передачи ключевой информации(секрет а)
Point To Point without User Interface	Диалог инициирует либо устройство (AAD), либо верификатор. Может происходить многократный обмен сообщениями (до факта верификации или ее отмены) без обращений к интерфейсу пользователя. Счетчик обменов сообщениями между устройствами без участия интерфейса пользователя должен быть заранее ограничен некоторым заранее установленным числом.	Протокол Нидхэма-Шрёдера, TSL 1.0, TACACS+, RADIUS, Diameter	RSA (EMC2), Indeed-Id	AAD (KPU,BPU)	VS - Секрет собирается на стороне верификатора

Dialog Authentication Protocols (DAP)

Архитектура диалога	Описание диалога	В каких стандартных протоколах поддерживается	В каких системах аутентификации используется	Тип устройств, поддерживающих данный тип протокола (участие пользователя)	Протокол Обработки и передачи ключевой информации(секрет а)
Point to Point with User Interface	Диалог инициирует либо устройство (AAD или SAD), либо верификатор, при этом требуется обязательный диалог с интерфейсом пользователя.	Kerberos 5, SSL 3.0, TSL 1.0, TACACS+, RADIUS, Diameter	SafeNet (The Data Protection Company), RSA (EMC2), Indeed-Id, IDGo (Gemalto) Entrust IdentityGuard (<i>Rainbow Security</i>), VASCO Data Security International Inc., CA eTrust Security Management Architecture, Symantec Advanced Authentication, BlackShield ID, CRYPTO-Shield, AuthEngine	AAD, SAD (KPU,PAU, BPU, BAU)	IS->VS Секрет частично собирается в секретный пакет на стороне интерфейса пользователя, «секретный» пакет или его тень передается верификатору, где он дополняется секретами AAD-устройств (или их тенями)

Dialog Authentication Protocols (DAP)

Архитектура диалога	Описание диалога	В каких стандартных протоколах поддерживается	В каких системах аутентификации используется	Тип устройств, поддерживающих данный тип протокола (участие пользователя)	Протокол Обработки и передачи ключевой информации(секрета)
Point To Set of Points	Диалог инициирует верификатор. Для подтверждения факта верификации требуется диалог (возможно многократный) с определенным набором устройств (AAD, SAD, SPD, PPD) и, возможно, с интерфейсом пользователя.	Diameter (потенциально способен –при обнаружении узлов нужна не статическая и динамическая конфигурация)		AAD, SAD, SPD, PPD (KPU,PAU, BPU, BAU)	IS->VS Секрет частично собирается в секретный пакет на стороне интерфейса пользователя, «секретный» пакет или его тень передается верификатору, где он дополняется секретами AAD-устройств (или их тенями)

Dialog Authentication Protocols (DAP)

Архитектура диалога	Описание диалога	В каких стандартных протоколах поддерживается	В каких системах аутентификации используется	Тип устройств, поддерживающих данный тип протокола (участие пользователя)	Протокол Обработки и передачи ключевой информации(секрета)
Verification + Verification	Активный диалог между верификаторами двух разных систем аутентификации	Kerberos 5, Протокол Нидхэма-Шрёдера, SSL 3.0, TACACS+, RADIUS, Diameter	SafeNet (The Data Protection Company), RSA (EMC2), Indeed-Id, Entrust IdentityGuard <i>(Rainbow Security)</i> , VASCO Data Security International Inc., CA eTrust Security Management Architecture Symantec Advanced Authentication, BlackShield ID, CRYPTO-Shield, AuthEngine	AAD, SAD (пользователь в диалоге не участвует)	VS - Секрет собирается на стороне верификатора

Non Dialog Authentication Protocols (NDAP)

Архитектура диалога	Описание диалога	В каких стандартных протоколах поддерживается	В каких системах аутентификации используется	Тип устройств, поддерживающих данный тип протокола (участие пользователя)	Протокол Обработки и передачи ключевой информации(секрета)
Receive	Верификатор принимает от устройств или интерфейса пользователя запрос на аутентификацию содержащий ключевую информацию (пароль, ключ, биометрическую информацию, значение хэш-функции и т.д.) и либо разрешает ее, либо блокирует	Kerberos 5, Протокол Нидхэма-Шрёдера, SSL 3.0, TSL 1.0, TACACS+, RADIUS, Diameter	SafeNet (The Data Protection Company), RSA (EMC2), Indeed-Id, IDGo (Gemalto), Entrust IdentityGuard (<i>Rainbow Security</i>), VASCO Data Security International Inc., CA eTrust Security Management Architecture, Symantec Advanced Authentication, BlackShield ID, CRYPTO-Shield, AuthEngine	PPD, SPD (KPU, BPU)	IS->VS Секрет частично собирается в секретный пакет на стороне интерфейса пользователя, «секретный» пакет или его тень передается верификатору, где он дополняется секретами PPD, полученными по возможности верификатором от доверенных устройств (gates), связанных с соответствующим и PPD

Non Dialog Authentication Protocols (NDAP)

Архитектура диалога	Описание диалога	В каких стандартных протоколах поддерживается	В каких системах аутентификации используется	Тип устройств, поддерживающих данный тип протокола (участие пользователя)	Протокол Обработки и передачи ключевой информации(секрета)
Receive + Wait one Point	Верификатор получает от устройств запрос на аутентификацию содержащий ключевую информацию (пароль, ключ, биометрическую информацию, значение хэш-функции и т.д.) и ждет дополнительного подтверждения еще от одного устройства пользователя или его интерфейса. При этом сам верификатор никаких дополнительных запросов не инициирует	TACACS+, Diameter	RSA (EMC2),	AAD, SAD, SPD, PPD (KPU,PAU, BPU, BAU)	IS->VS Секрет частично собирается в секретный пакет на стороне интерфейса пользователя, «секретный» пакет или его тень передается верификатору, где он дополняется секретами AAD-устройств (или их тенями)

Non Dialog Authentication Protocols (NDAP)

Архитектура диалога	Описание диалога	В каких стандартных протоколах поддерживается	В каких системах аутентификации используется	Тип устройств, поддерживающих данный тип протокола (участие пользователя)	Протокол Обработки и передачи ключевой информации(секрета)
Receive + Wait Set of Points	<p>Верификатор получает от устройств запрос на аутентификацию содержащий ключевую информацию (пароль, ключ, биометрическую информацию, значение хэш-функции и т.д.) и ждет дополнительного подтверждения еще от заданного набора устройств пользователя или его интерфейса. При этом сам верификатор никаких дополнительных запросов не инициирует</p>	<p>Diameter (потенциально способен –при обнаружении узлов нужна не статическая и динамическая конфигурация)</p>	<p>Билинговые системы 3GPP</p>	<p>AAD, SAD, SPD, PPD (KPU,PAU, BPU, BAU)</p>	<p>IS->VS Секрет частично собирается в секретный пакет на стороне интерфейса пользователя, «секретный» пакет или его тень передается верификатору, где он дополняется секретами AAD-устройств (или их тенями)</p>

Semi Dialog Authentication Protocols (SDAP)

Архитектура диалога	Описание диалога	В каких стандартных протоколах поддерживается	В каких системах аутентификации используется	Тип устройств, поддерживающих данный тип протокола (участие пользователя)	Протокол Обработки и передачи ключевой информации(секрета)
Receive + Query to Point	Верификатор получает от устройств запрос на аутентификацию и генерирует запрос на дополнительное подтверждение еще от одного устройства (AAD) пользователя.	Kerberos 5, TSL 1.0, TACACS+, RADIUS,	RSA (EMC2)? Indeed-Id ? IDGo (Gemalto), CA eTrust Security Management Architecture	AAD, SAD, SPD, PPD (KPU,PAU, BPU, BAU)	

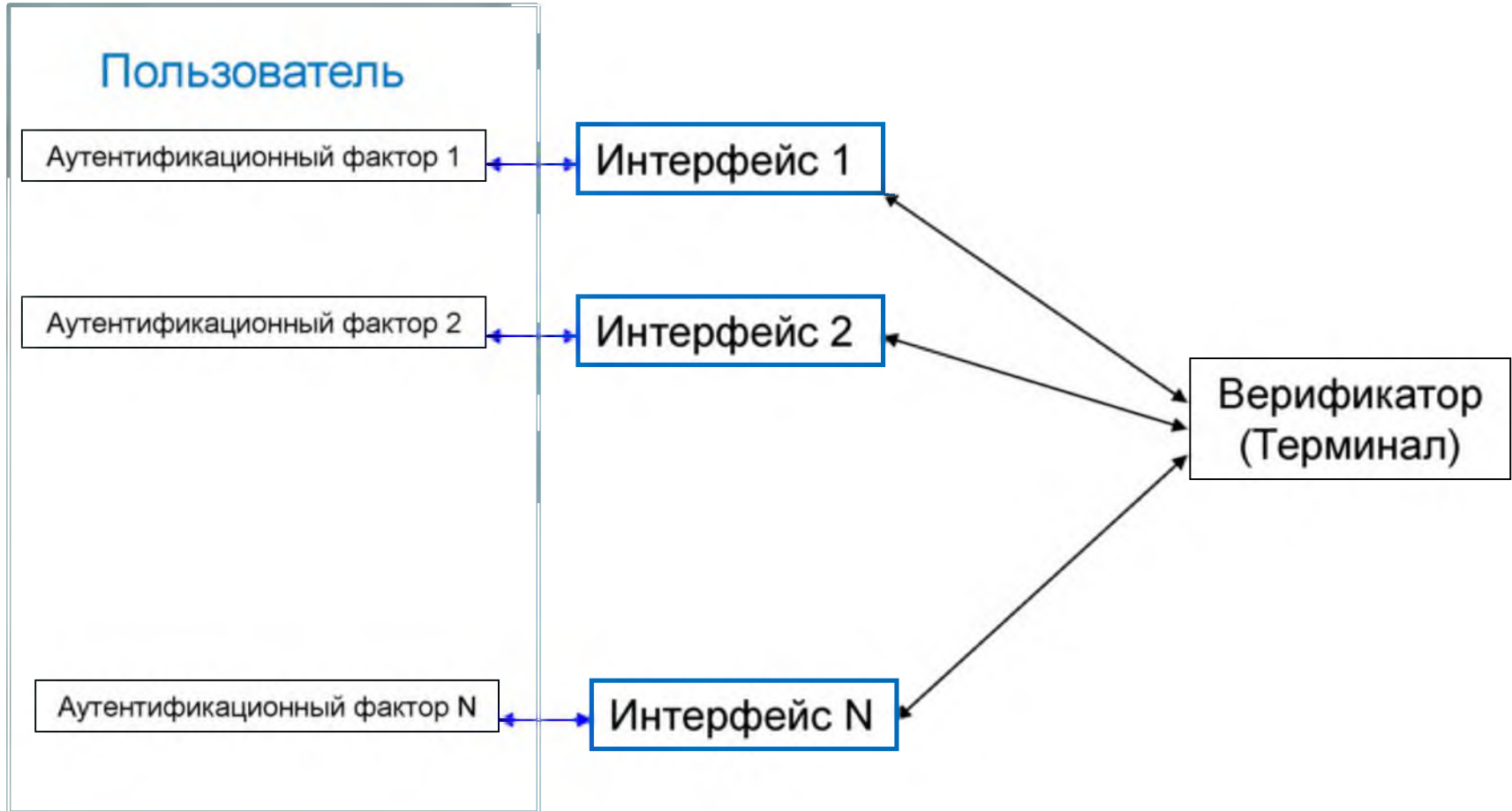
Semi Dialog Authentication Protocols (SDAP)

Архитектура диалога	Описание диалога	В каких стандартных протоколах поддерживается	В каких системах аутентификации используется	Тип устройств, поддерживающих данный тип протокола (участие пользователя)	Протокол Обработки и передачи ключевой информации(секрета)
Receive + Query to User Interface	Верификатор получает от устройств запрос на аутентификацию и генерирует запрос на дополнительное подтверждение от интерфейса пользователя.	Kerberos 5, SSL 3.0, TSL 1.0, TACACS+, RADIUS, Diameter	SafeNet (The Data Protection Company), RSA (EMC2), Indeed-Id, Entrust IdentityGuard (<i>Rainbow Security</i>), VASCO Data Security International Inc., CA eTrust Security Management Architecture, Symantec Advanced Authentication, BlackShield ID, CRYPTO-Shield, AuthEngine	AAD, SAD, SPD, PPD (KPU,PAU, BPU, BAU)	IS->VS Секрет частично собирается в секретный пакет на стороне интерфейса пользователя, «секретный» пакет или его тень передается верификатору, где он дополняется секретами AAD-устройств (или их тенями)

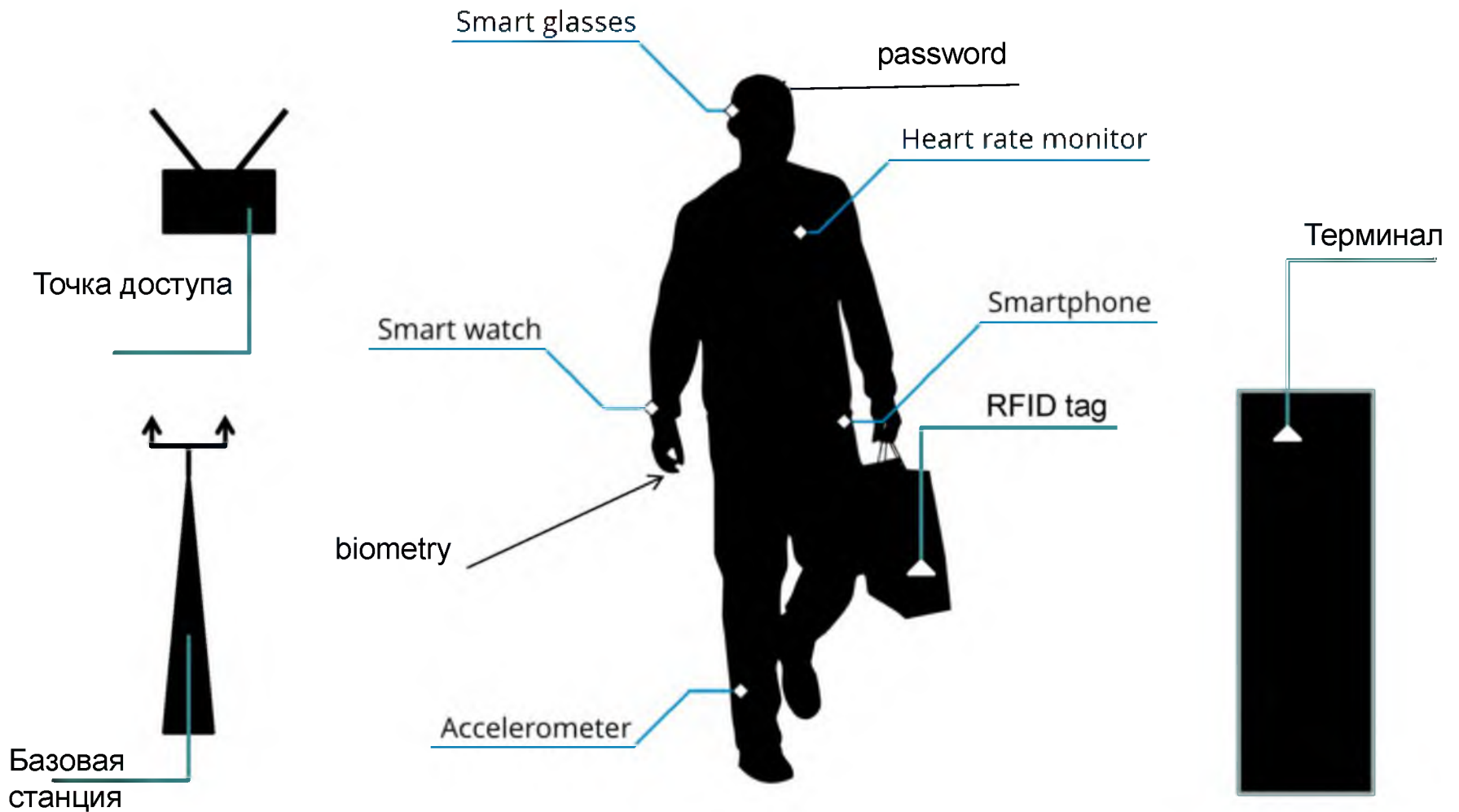
Semi Dialog Authentication Protocols (SDAP)

Архитектура диалога	Описание диалога	В каких стандартных протоколах поддерживается	В каких системах аутентификации используется	Тип устройств, поддерживающих данный тип протокола (участие пользователя)	Протокол Обработки и передачи ключевой информации(секрета)
Receive + Query to Set of Points	Верификатор получает от устройств запрос на аутентификацию и генерирует запрос на дополнительное подтверждение от нескольких устройств пользователя.	Kerberos 5, Diameter (потенциально способен –при обнаружении узлов нужна не статическая и динамическая конфигурация)	RSA (EMC2)? Indeed-Id? IDGo (Gemalto), CA eTrust Security Management Architecture	AAD, SAD, SPD, PPD (KPU,PAU, BPU, BAU)	IS->VS Секрет частично собирается в секретный пакет на стороне интерфейса пользователя, «секретный» пакет или его тень передается верификатору, где он дополняется секретами AAD-устройств (или их тенями)

Многофакторная аутентификация



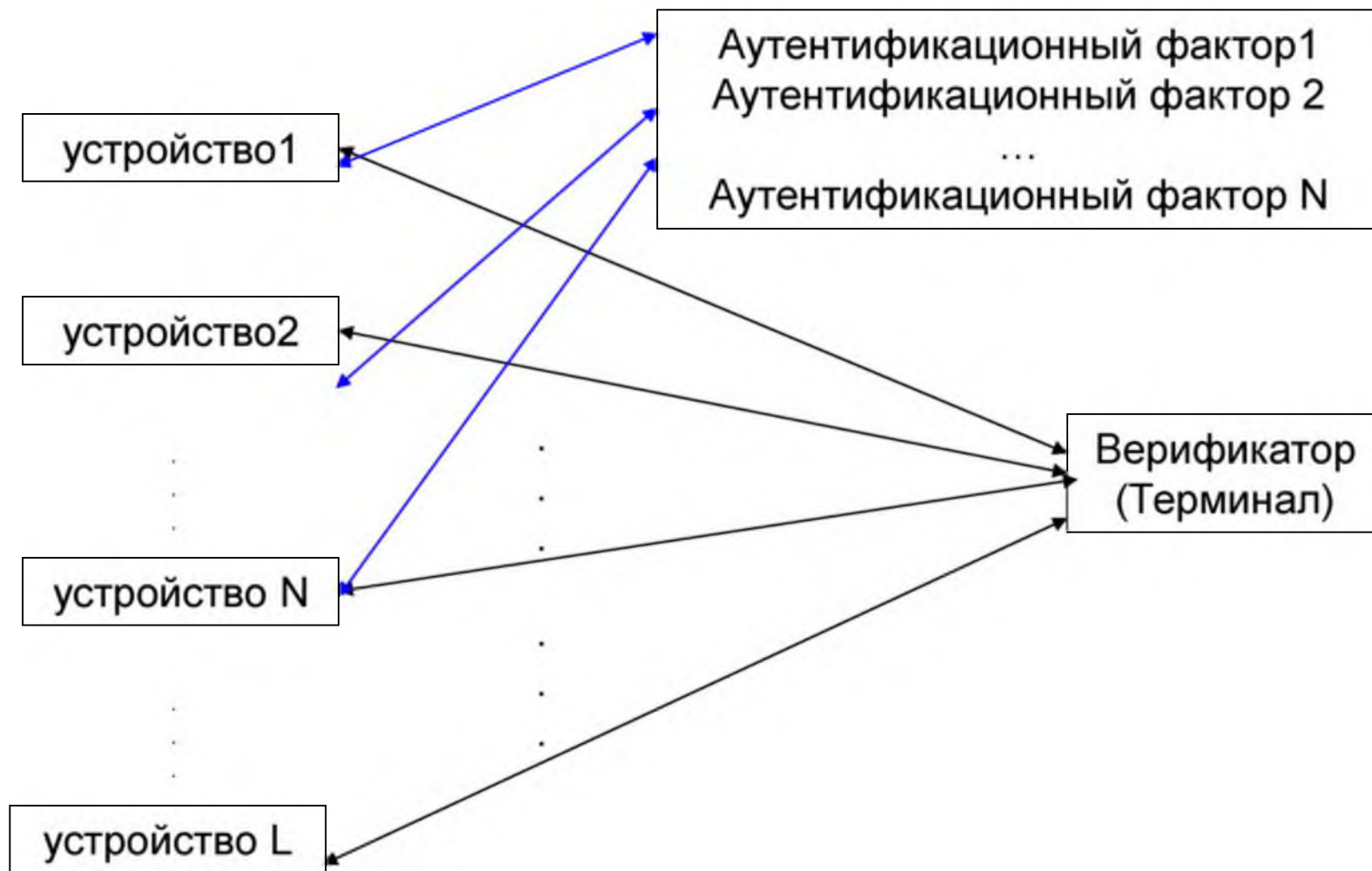
Факторы аутентификации



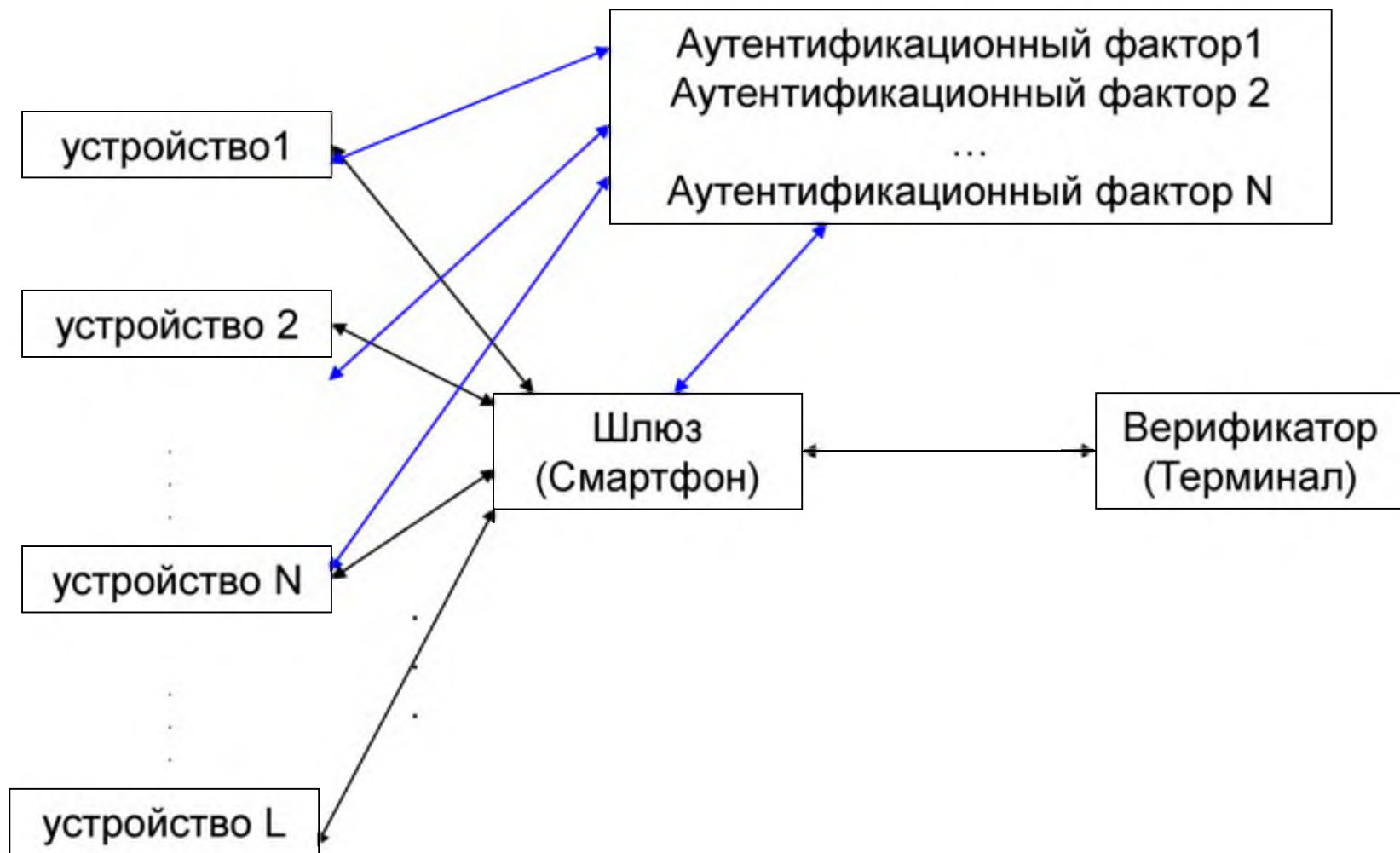
Типы факторов аутентификации

- Факторы «хранители секрета»
- Факторы «диктаторы»
- Факторы «блокираторы»
- Факторы «локализаторы»

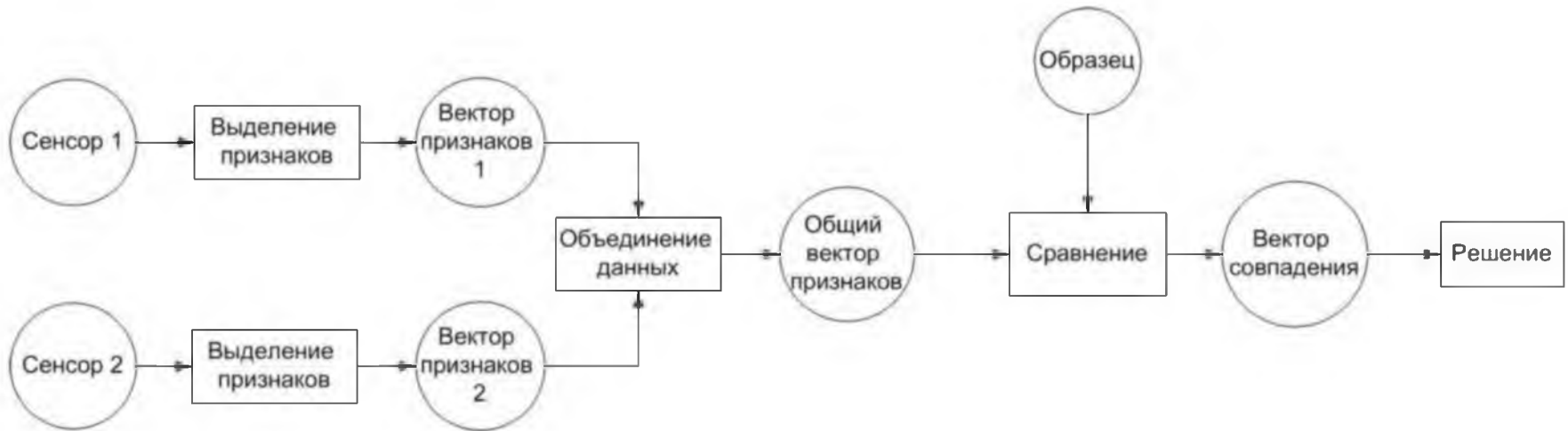
Аутентификация с использованием устройств аутентификации



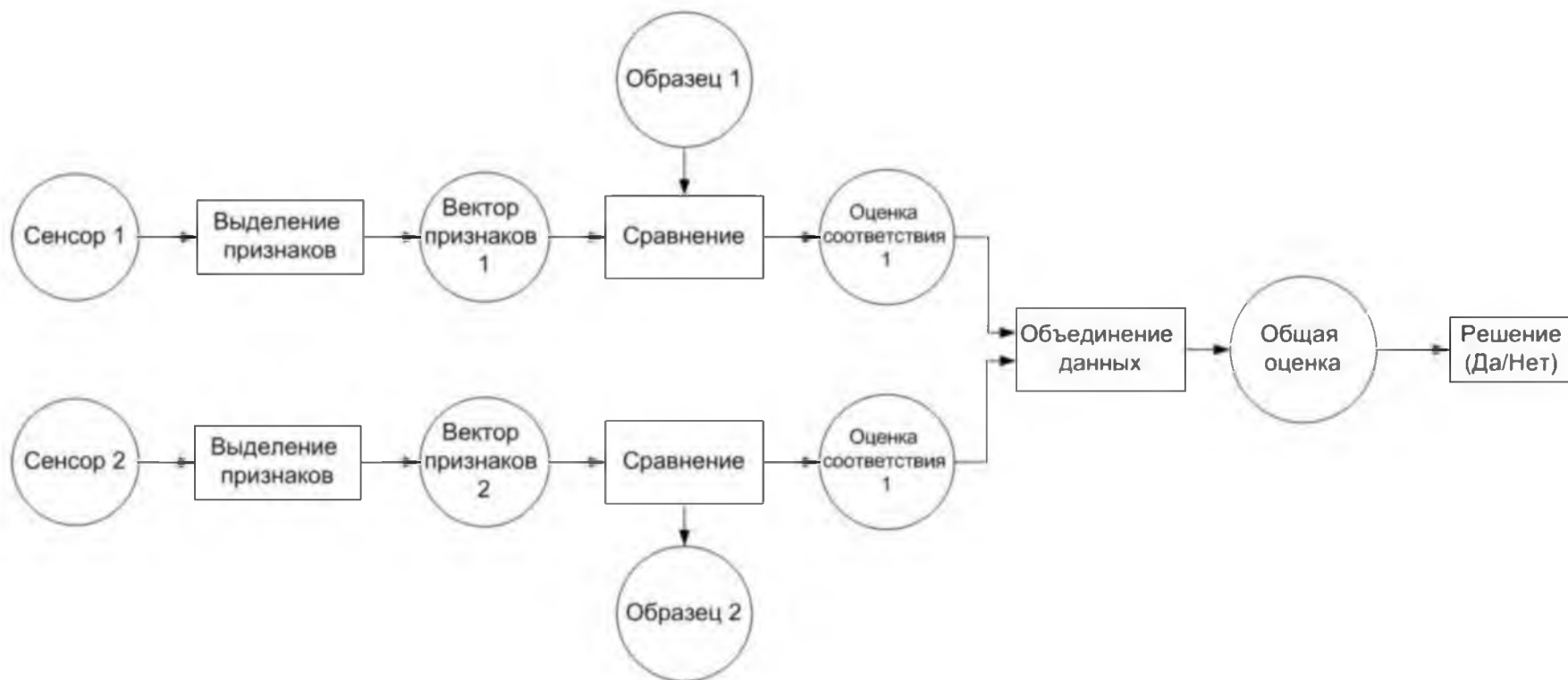
Аутентификация с использованием устройств аутентификации



Слияние данных при аутентификации- I



Слияние данных при аутентификации- II

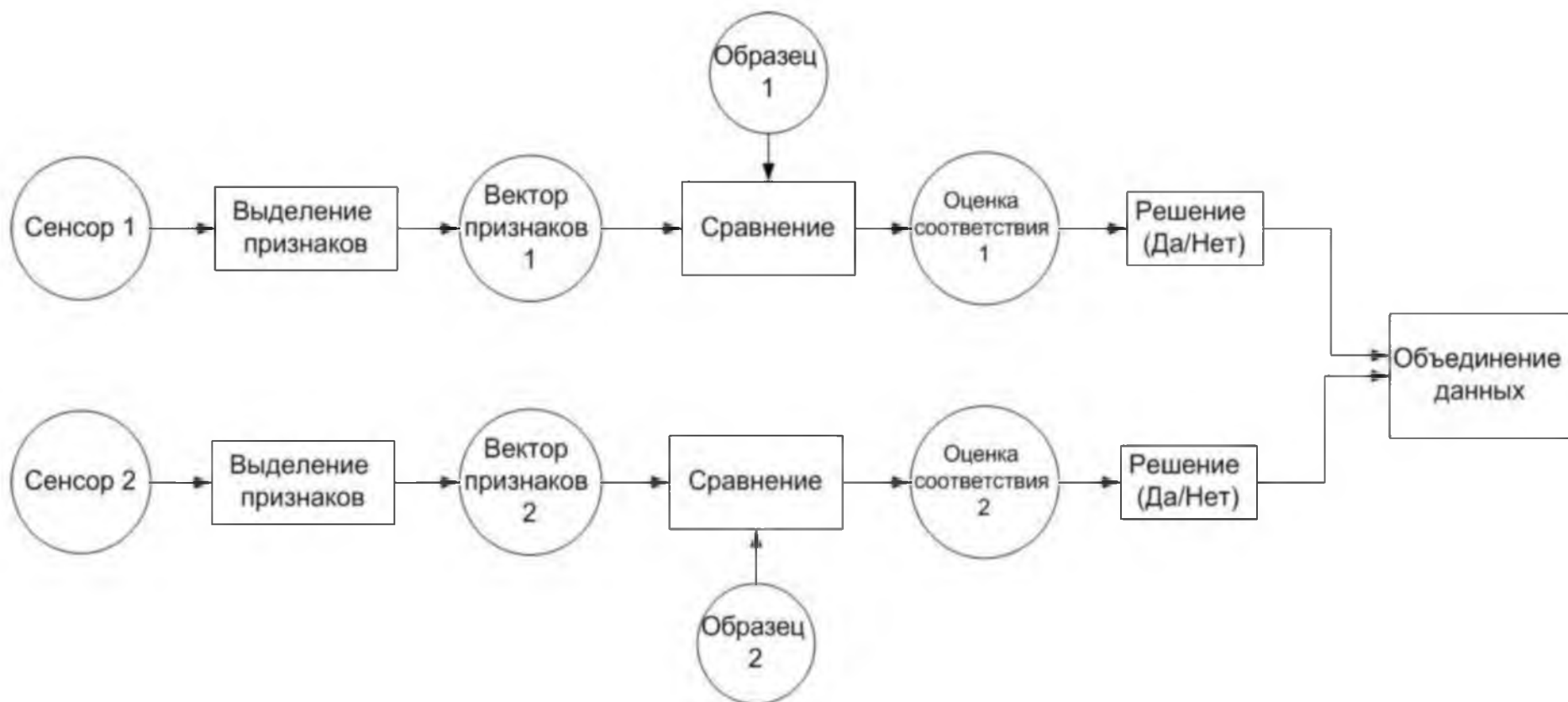


Оценочный уровень принятия решения

- Вероятностная оценка данных
 - Теорема Байеса
 - Одномерная функция плотности Гаусса
 - Функция β -распределения
- Фильтр Калмана
- Нечеткая логика
- Нейронные сети

Слияние данных при аутентификации- III

Уровень принятия окончательного решения



Уровень принятия окончательного решения

- И
- ИЛИ
- Пороговая схема
- Простое мажоритарное решение
- Взвешенное мажоритарное решение
- Принятие решения с учетом
наличия/отсутствия «диктатора» и
«блокиратора»

Гипотезы принятия решения и отказа

Гипотеза H_0 – нелегальный пользователь;

Гипотеза H_1 — легальный пользователь.

Эти гипотезы составляют полное пространство событий и несовместны между собой:

$$P(H_0) + P(H_1) = 1.$$

Принятие положительного решения об аутентификации происходит при условии $(x > X)$, тогда:

FAR (вероятность ложной тревоги(False Acceptance Rate))

$$FAR(X) = \text{Prob}(x > X / H_0) = 1 - \text{Prob}(x \leq X / H_0) = 1 - F(X / H_0)$$

FRR (вероятность пропуска цели(False Rejection Rate))

$$FRR(X) = \text{Prob}(x \leq X / H_1) = \Phi(X / H_1),$$

Многофакторная аутентификация



Tr - пороговое значение для принятия решения.

Датчики с функциями Байеса

После получения X в зависимости от своего типа датчик возвращает:

- (АНАЛОГОВЫЙ ДАТЧИК) соответствующие этому X и выбранной гипотезе значения :

гипотеза H_0 : $\text{Prob}(x \leq X / H_0)$ и $\text{Prob}(x \leq X / H_1) = \text{FRR}(X)$

гипотеза H_1 : $\text{Prob}(x \leq X / H_0) = 1 - \text{FAR}(X)$ и $\text{Prob}(x \leq X / H_1)$.

- (БИНАРНЫЙ ДАТЧИК) соответствующие этому X и выбранной гипотезе значения :

решение X' в зависимости от положения точки X относительно операционной точки OP :

если $X < OP$, то $X' = 0$

и $\text{Prob}(0/H_0) = 1 - \text{FAR}(OP)$, $\text{Prob}(0/H_1) = \text{FRR}(OP)$,

если $X \geq OP$, то $X' = 1$

и $\text{Prob}(1/H_0) = \text{FAR}(OP)$, $\text{Prob}(1/H_1) = 1 - \text{FRR}(OP)$,

Принятие решения для многофакторной схемы

1. Решение об аутентификации принимается по пороговому правилу $P(H1/X) > Tr \Rightarrow \text{Access}$, иначе Reject ,
где Tr - пороговое значение для принятия решения (дополнительный параметр системы).

2. Решение об аутентификации принимается по правилу $P(H1/X) > P(H0/X) \Rightarrow \text{Access}$,
 $P(H1/X) < P(H0/X) \Rightarrow \text{Reject}$

Использование функции риска

- Средние прямые потери(ADL)

$$ADL = FAR * AvCost * n,$$

- Средние косвенные потери (AAL)

$$AAL = FRR * AlCost * n.$$

- Функция риска (RF)

$$RF = ADL + AAL.$$

Процедура обратной связи

После установления требуемого RF

- Нахождение FAR и FRR
- Подбор параметров функции Байеса:
Tr, P(H0), P(H1)

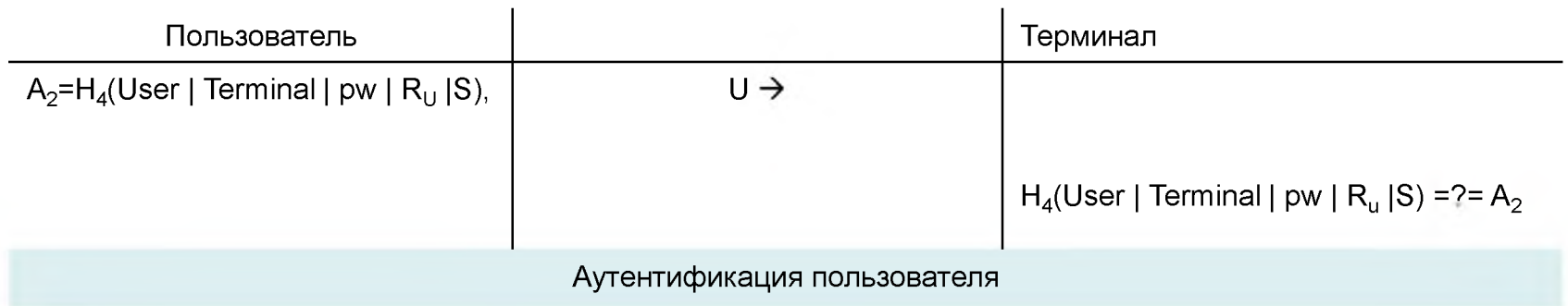
**СПАСИБО
ЗА
ВНИМАНИЕ!**

Протоколы аутентификации

Обмен аутентификационной информацией [ITU-T X.1035]

Пользователь		Терминал
$x = \text{random}()$, $R_u = g^x \text{ mod } N$, $H_{1U} = H_1(\text{User}, \text{Terminal}, \text{pw})$, $U = H_{1U} \cdot R_u$, $H_{2U} = H_2(\text{User}, \text{Terminal}, \text{pw})$,	Пользователь и терминал обмениваются: Секретный пароль $\leftarrow \text{pw} \rightarrow$ Параметры протокола (DH) $\leftarrow \{g, N\} \rightarrow$	$y = \text{random}()$, $R_T = g^y \text{ mod } N$, $H_{1T} = H_1(\text{User}, \text{Terminal}, \text{pw})$, $T = H_{1T} \cdot R_T$, $H_{2T} = H_2(\text{User}, \text{Terminal}, \text{pw})$,
Инициализация		
$R_T = T / H_{2U}$, $S = R_T^x \text{ mod } N$ $H_3(\text{User} \text{Terminal} \text{pw} R_T S) \stackrel{?}{=} A_1$,	$U \rightarrow$ $\leftarrow \{A_1, T\}$	$U / H_{1T} = g^x \text{ mod } N = R_u$, $S = R_u^y \text{ mod } N$, $T = H_{2T} R_T$, $A_1 = H_3(\text{User} \text{Terminal} \text{pw} R_T S)$,
Аутентификация терминала		

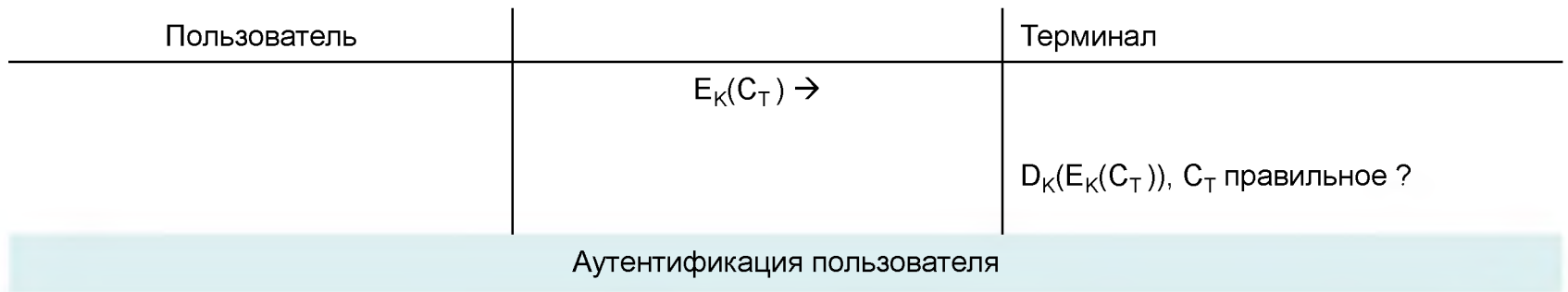
Обмен аутентификационной информацией [ITU-T X.1035]



Простой обмен степенью ключа

Пользователь		Терминал
	Пользователь и терминал обмениваются: секретный ключ $\leftarrow pw \rightarrow$ Общий модуль для протокола (DH) $\leftarrow N \rightarrow$	
$x = \text{random}(), R_U = f(pw)^x \bmod N,$		$y = \text{random}(), R_T = f(pw)^y \bmod N,$
Инициализация		
$K_U = H(R_T^x) = K$	$R_U \rightarrow$ $\leftarrow R_T$	$K_T = H(R_U^y) = K$
$C_U = \text{random}()$	$\leftarrow \{A_1, T\}$	
	$E_K(C_U) \rightarrow$	$C_T = \text{random}()$
$D_K(E_K(C_U, C_T)), C_U \text{ правильное?}$	$\leftarrow E_K(C_U, C_T)$	
Аутентификация терминала		

Простой обмен степенью ключа



Secure Remote Password protocol [IETF RFC 2945]

Пользователь		Терминал
$\langle \text{salt} \rangle = \text{random}()$, $x = \text{SHA}(\langle \text{salt} \rangle \mid \text{SHA}(\langle \text{username} \rangle \mid \text{"."} \mid \langle \text{raw password} \rangle))$, $\langle \text{password verifier} \rangle = g^x \bmod N$	Пользователь и терминал обмениваются: Числом для протокола (DH) $\leftarrow N \rightarrow$ Пользователь отправляет терминалу $\{ \langle \text{username} \rangle, \langle \text{password verifier} \rangle, \langle \text{salt} \rangle \} \rightarrow$	
Инициализация		
$a = \text{random}()$ $A = g^a \bmod N$	$\langle \text{username} \rangle \rightarrow$ $\leftarrow s$ $A \rightarrow$ $\leftarrow B$	$s = \langle \text{salt} \rangle$ $v = \langle \text{password verifier} \rangle$, $b = \text{random}()$, $B = (v + g^b) \bmod N$

Secure Remote Password protocol [IETF RFC 2945]



$T = T[0]T[1]T[2]T[3] \dots T[19], T[i] - i\text{-th byte},$

$E = T[0] \mid T[2] \mid T[4] \dots F = T[1] \mid T[3] \mid T[5] \dots, G = \text{SHA}(E), H = \text{SHA}(F),$

$\text{SHA_Interleave}(T) = G[0] \mid H[0] \mid G[1] \mid H[1] \mid \dots \mid G[19] \mid H[19]$

Аутентификация и выработка общего ключа с использованием пароля

Пользователь		Терминал
<p>$h = \text{raw password}$, $\text{amplified password} = a = g^h \text{ mod } N$,</p>	<p>Пользователь и терминал обмениваются: Числа для протокола (DH) $\leftarrow N = rq + 1, g \in Z_q \rightarrow$ $a \rightarrow$</p>	
Инициализация		
<p>$x = \text{random}()$, $G_1 = g^x \text{ mod } N$</p> <p>$u = (x + a)^{-1} x \text{ mod } q$, $b = G_2^u \text{ mod } N = g^{xy} \text{ mod } N$, $K_1 = H(b)$</p>	<p>$G_1 \rightarrow$</p> <p>$\leftarrow G_2$</p> <p>$K_1 \rightarrow$</p>	<p>$y = \text{random}()$ $G_2 = (G_1 a)^y = g^{(x+h)y} \text{ mod } N$ $c = G_1^y \text{ mod } N$</p> <p>$K_2 = H(c), K_1 = ? = K_2$</p>
Аутентификация пользователя		



Даниленко Алина Валерьевна
Сержантова Майя Вячеславовна
Государственный университет аэрокосмического
приборостроения

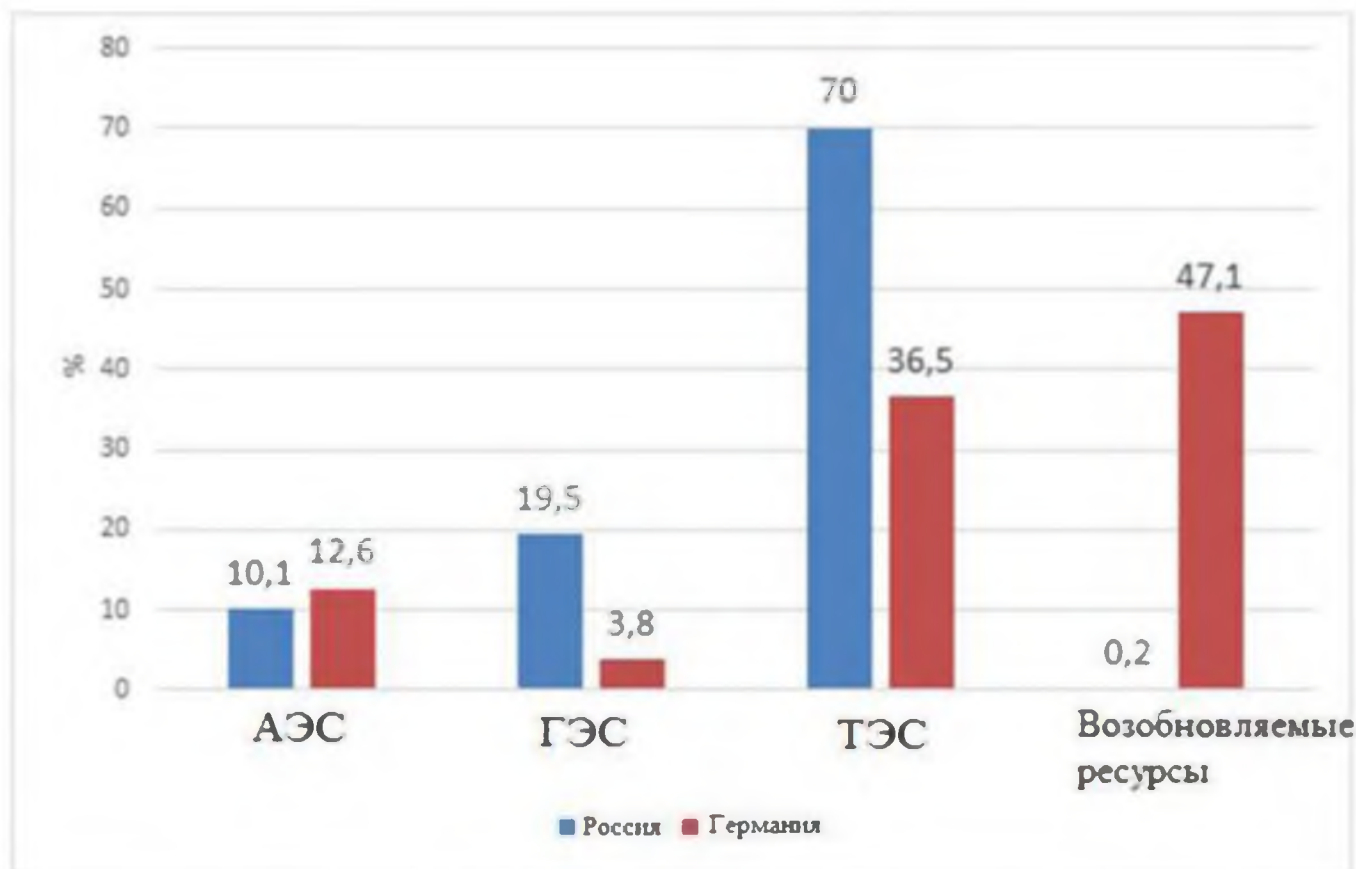
Факт 1: 2012 – 2022 гг запасы нефти и газа сократились на 30%

Факт 2: запасов газа хватит на 70 лет,
нефти - на 30 лет (по данным Росгеология)

Тренд - энергоэффективность и переход к "зеленому квадрату".
(солнечная энергия, ветроэнергетика, гидроэнергетика и атомная
энергетика).



Сравнительный анализ производства электроэнергии в Германии и России



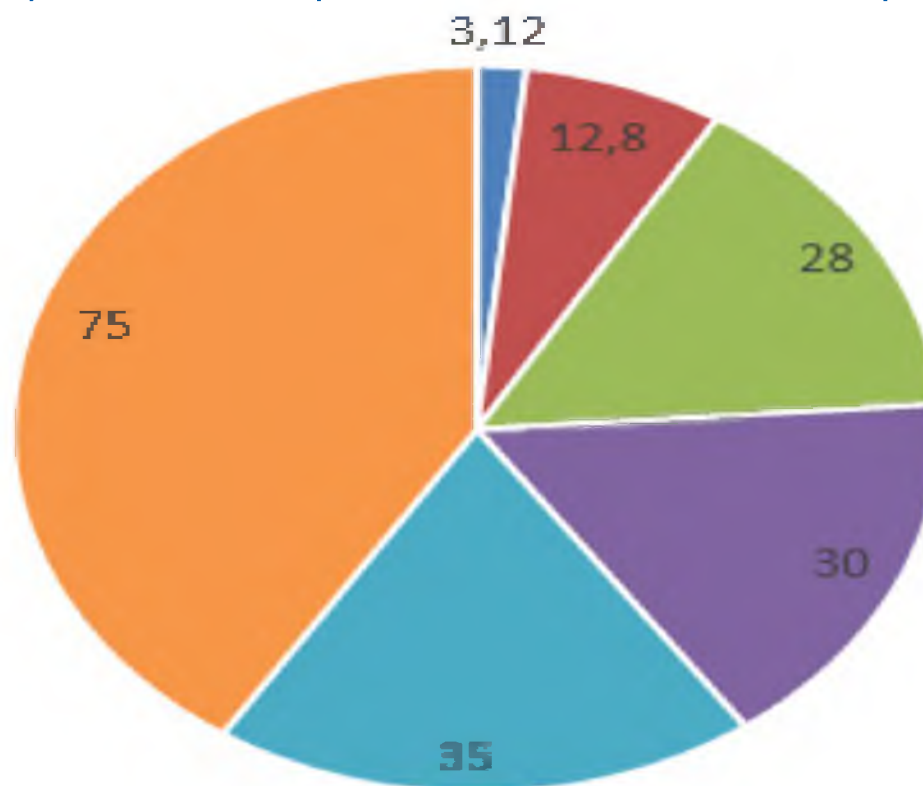


Казанская ТЭЦ-3 на базе ГТУ





Отношение количества пригодной к использованию энергии, полученной из определённого источника энергии



- солнечная электростанция
- газовая комбинированная теплостанция
- гидроэлектростанция

- ветровая электростанция
- угольная электростанция
- атомная электростанция



Малая ядерная энергетика

Около **50** проектов АЭС различной мощности в настоящее время находятся на разных стадиях готовности по всему миру.

К **2045** году цель увеличить долю ядерной энергии в энергобалансе до **25** процентов.

метод EROI

- солнечная электростанция – 3.12; ветряная электростанция – 12.8;
- газовая теплоэлектростанция – 28;
- угольная теплоэлектростанция – 30;
- гидроэлектростанция – 35;
- атомная электростанция – 75 [1, 2].

Фазы существования энергосистемы

Первая фаза - разработка

Вторая фаза - изготовление

Третья фаза - эксплуатация

Четвертая – утилизация

Необходимо учитывать при расчете EROI:

- **Климатические зоны**
- **Обобщенный коэффициент, характеризующий 4 фазы существования энергосистемы**

Литература

- [Murphy, D.J.; Hall, C.A.S. Year in review EROI or energy return on \(energy\) invested \(англ.\) // *Annals of the New York Academy of Sciences* \(англ.\)рус. : journal. — 2010. — Vol. 1185. — P. 102—118. — doi:10.1111/j.1749-6632.2009.05282.x.](#)
- [↑ Cutler, Cleveland *Energy return on investment \(EROI\)*. The Encyclopedia of Earth \(30 августа 2011\). Дата обращения: 2 сентября 2011. *Архивировано* 25 января 2013 года.](#)
- [Антропокомпоненты в составе сложных динамических систем 9783659157356 \(logobook.ru\)](#)
- ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ДОКЛАД О СОСТОЯНИИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.
- Стратегия энергоэффективности 2050 (ENERGIEEFFIZIENZSTRATEGIE 2050).
- ["Росгеология" оценила запасы нефти и газа в России \(teknoblog.ru\)](#)
- [Росатом Госкорпорация «Росатом» ядерные технологии атомная энергетика АЭС ядерная медицина \(rosatom.ru\)](#)
- [Малые модульные реакторы: глобальные перспективы. \(atomicexpert.com\)](#)
- Распоряжение правительства Российской Федерации от 29 октября 2021 г. № 3052-р

Спасибо за внимание!

Численное моделирование электроразрядных источников излучения высокой спектральной яркости и ударных волн (УВ)



Завалишинские
чтения
2022



В.В. Кузенов, С.В. Рыжков

Кафедра теплофизики (Э6)
МГТУ им. Н.Э. Баумана
E-mail: svryzhkov@bmstu.ru



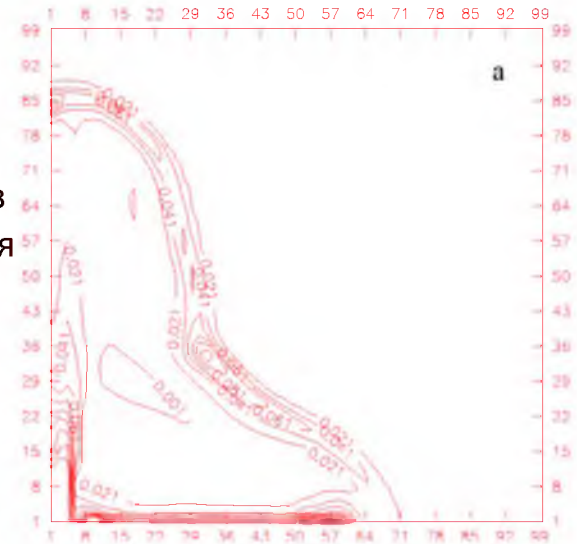
Численное моделирование электроразрядных источников излучения высокой спектральной яркости и УВ

Кузенов В.В., Бросин П.В., Рыжков С.В.

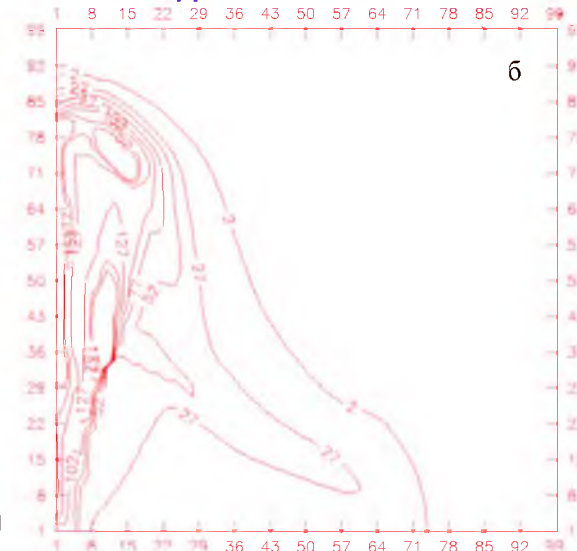
МГТУ им. Н.Э. Баумана

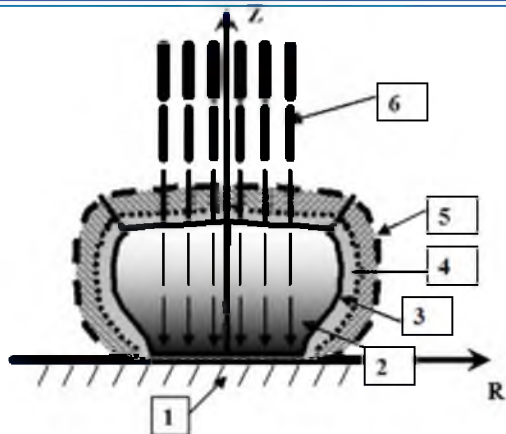
К области ударно-сжатого газа непосредственно примыкает область плазмы светоэрозионных паров конструктивных материалов элементов электродного узла МПК. В отличие от взрывного режима распределения всех основных термогазодинамических параметров светоэрозионной плазмы характеризуются значительной пространственной неоднородностью, наличием областей с различной интенсивностью и характером протекающих в них РМПД-процессов.

Проведено численное моделирование эрозионных МПК, которое выявило сложный самосогласованный характер процессов передачи энергии от накопителя в плазму и процессов эрозионного плазмообразования, динамики ускорения и взаимодействия потоков светоэрозионной плазмы между собой и окружающим газом, и, в конечном счете, процессов преобразования диссипируемой в плазму энергии во внутреннюю и кинетическую энергии и в энергию широкополосного излучения, выходящего из плазмы разряда в окружающую газовую среду, так называемое окно прозрачности. Для омического, плазмодинамического и переходного режимов нагрева получены пространственные распределения параметров плазмы. Представленные результаты позволяют говорить о достаточно удовлетворительном соответствии экспериментальных и расчетных данных в широком диапазоне изменения электротехнического разряда и плотности газа для всех исследованных энергопотенциальных режимов.

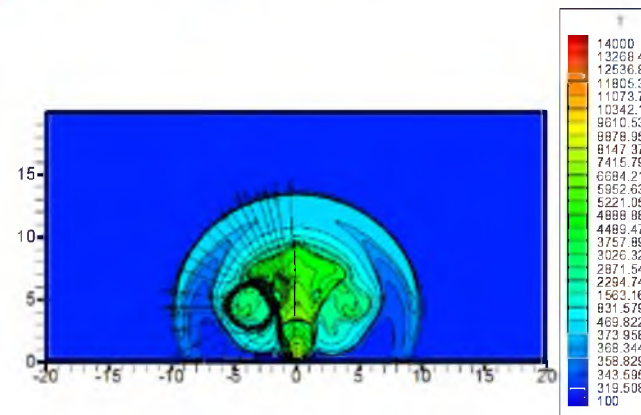


Линии уровня плотности и Т



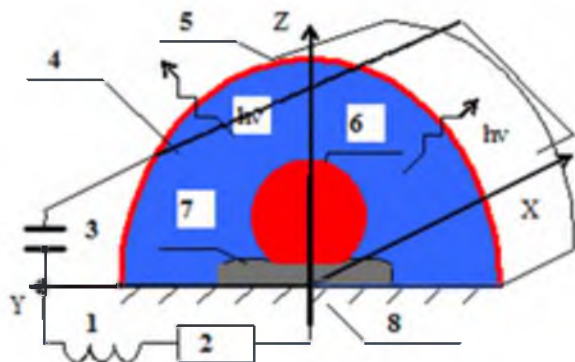


Импульсные системы плазменно-стимулированного поджига и горения топливных смесей

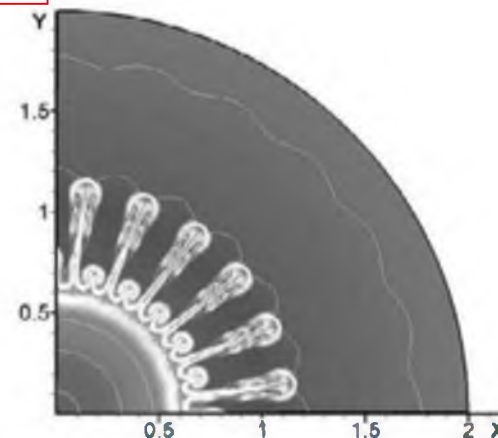


Высокояркие плазменные источники излучения и генераторы ударных волн

Физические объекты РМГД систем



Импульсные плазодинамические системы управления высокоскоростными потоками газа



Высокотемпературные системы с плотной замагниченной плазмой



и, в частности, магнитоплазменный компрессор (МПК) являются самостоятельным классом разрядов, осуществляемых при мощном (до 10 ГВт) импульсном (время разряда 10-500 мкс) разряде основного накопителя энергии на межэлектродный промежуток специальной конфигурации. Подводимая к разряду электромагнитная энергия в условиях протекания импульсных токов высоких амплитуд ($J = 10 \text{ кА} - 1 \text{ МА}$) преобразуется во внутреннюю, кинетическую и радиационную энергию формируемого плазменного образования или потока.

В зависимости от вида преобладающего механизма нагрева плазмы все известные электроразрядные источники указанного диапазона параметров могут быть подразделены на два основных типа:

- электроразрядные источники с **омическим** механизмом нагрева плазмы током высокой амплитуды и плотности (до 1 МА/см^2), при котором преобразование во внутреннюю энергию обусловлено джоулевым механизмом диссипации энергии и связано с передачей энергии электронов, ускоренных внешним электрическим полем, тяжелым частицам плазмы в результате упругих и неупругих столкновений;
- электроразрядные источники с **плазмодинамическим** механизмом нагрева плазмы, работающие на эффекте ударно-волнового торможения предварительно ускоренного электромагнитными силами плазменного образования (потока) и термализации направленной кинетической энергии тяжелой компоненты.



Таким параметром является отношение среднеинтегрального (по миделю сечения МПК) магнитного давления $\bar{p}_m(z=0, t_m)$ к полному скоростному напору $\rho_0 D^2$ “набегающего” на УВ газового потока:

$$A_m = \left(\frac{\bar{p}_m(z=0, t_m)}{\rho_0 D^2} \right)^{1/2}. \quad (4)$$

По структуре параметр A_m есть квадратный корень из числа Альфвена. По физическому смыслу, в данном случае, его надо интерпретировать как соотношение действующих на плазму пондермоторных сил, характеризующих работу электромагнитных сил (а, следовательно, роль плазмодинамического механизма диссипации энергии) к характерной величине всех реально действующих на плазму сил.

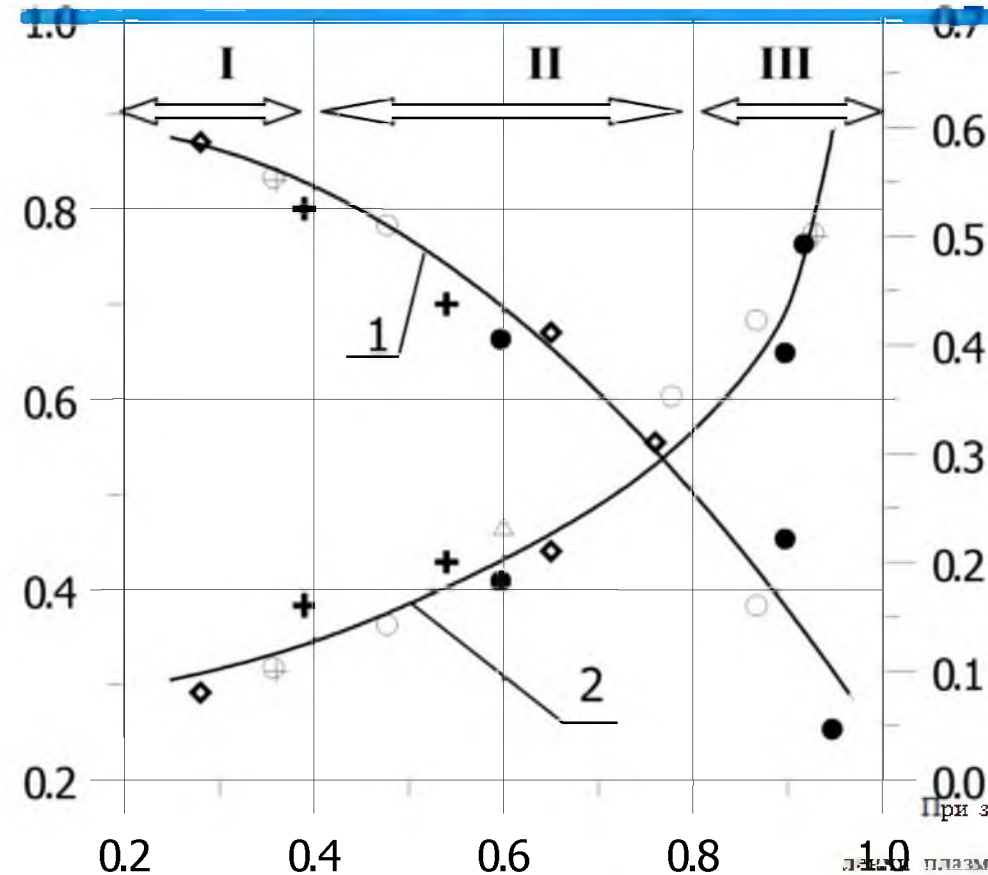
Как показали проведенные расчеты средняя (за время первого полупериода тока) скорость движения D головной УВ в осевом направлении удовлетворительно аппроксимируется выражением:

$$D = K_D \left(\frac{P_{эл1}}{\pi r_2^2 \rho_0} \right)^{1/3}, \quad (5)$$

где K_D - относительно слабая ($K_D = 1 \pm 0,2$ для $P_{эл1} = 10^7 \div 10^{10}$ Вт, $\rho_0 = 10^{-2} \div 2$ кг/м³) функция $P_{эл1}$ и ρ_0 . С учетом (5) выражение (4) для определяющего параметра A_m может быть записано в виде:

$$A_m = \frac{\mu_0^{1/2} \Gamma_m}{K_D} \left(\frac{J_m^3}{\rho_0^{1/2} P_{эл1}} \right)^{1/3}, \quad (6)$$

где $\Gamma_m = (\pi r_2)^{1/3} f(r_2/r_1) / (2\sqrt{2}\pi r_1)$ - геометрический фактор,



Как видно, роль омического механизма диссипации энергии значительна практически во всем диапазоне энергомощностных режимов работы МПК-разряда и плотностей окружающего газа.

При значениях $A_m \leq 0,3 + 0,4$ доля омического сопротивления в полном сопротивлении плазменной нагрузки является основной ($\lambda_R \geq 0,8$), а следовательно можно утверждать, что основным механизмом нагрева плазмы в таких режимах является джоулев нагрев. При увеличении A_m , т.е. при увеличении амплитуд разрядного тока J_m и снижении плотности газа ρ_0 , наблюдается монотонное снижение λ_R . Для режимов, характеризующихся значениями $A_m \geq 0,8$, доля омического сопротивления относительно невелика ($\lambda_R = 0,2 + 0,4$), и плазодинамический механизм нагрева плазмы МПК-разряда становится преобладающим. В диапазоне изменения $A_m = 0,4 + 0,8$ роль обоих механизмов нагрева плазмы МПК-разряда соизмерима.

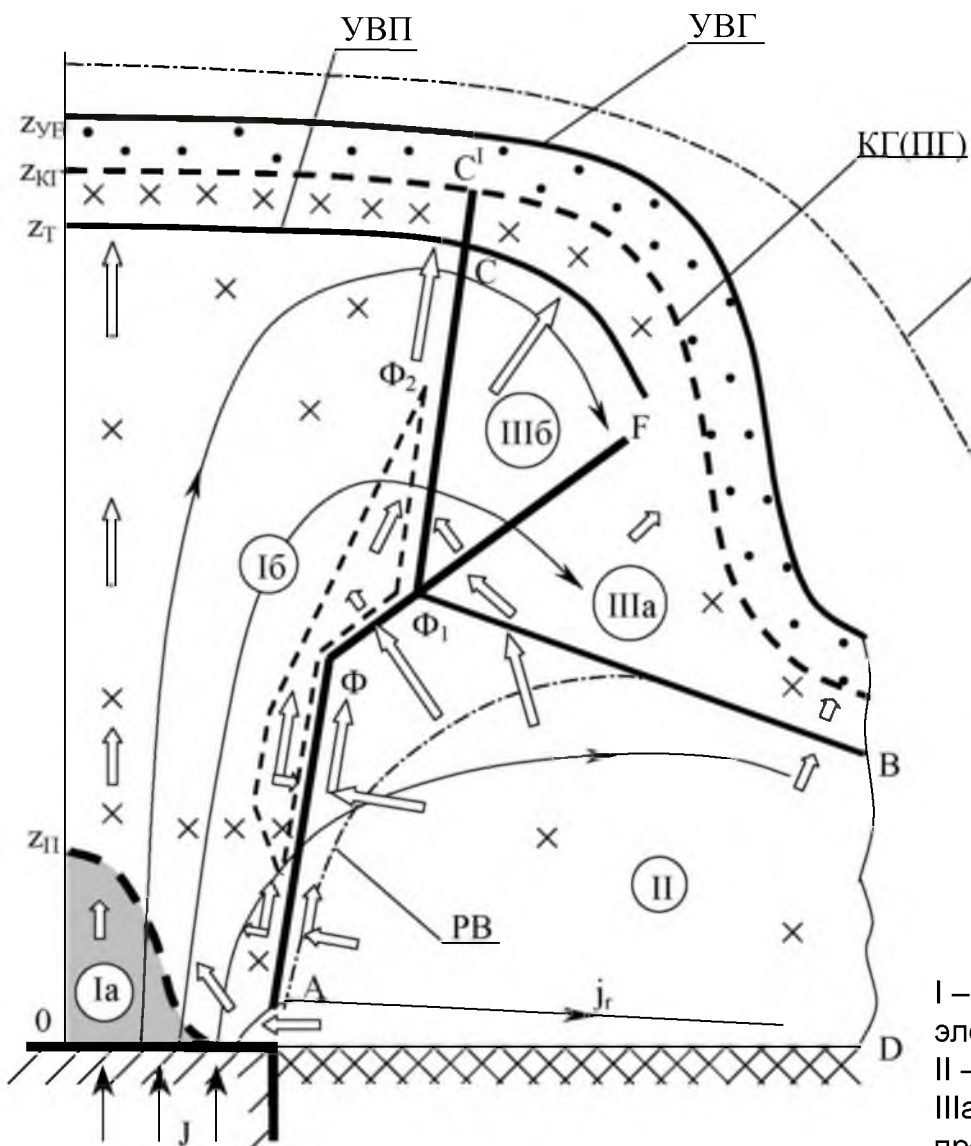
Обобщенные зависимости $\lambda_{oR} = \bar{R}_{om} / \bar{R}_{пл}$ (1) и

$\lambda_E = E_{\kappa}(t_m) / E_{вк}(t_m)$ (2) от параметра A_m

I – область параметров омического режима;

II – область параметров переходного режима;

III – область параметров плазодинамического режима



Внешней граничной областью разряда является характерная плазмодинамическая зона торможения потока фотоэрозийной плазмы на окружающем газе, состоящая из сильных газодинамических ударных волн в окружающем газе (УВГ) и в плазменном потоке (УВП) и контактной границы (КГ(ПГ)), разделяющей область ударно-сжатого газа и плазмы. Существенное увеличение (по сравнению с переходным режимом) скоростей в приосевой области потока фотоэрозийной плазмы обеспечивает усиление интенсивности ударных волн в области плазмодинамического торможения на газе: УВГ является ионизирующей УВ. Тепловое излучение, генерируемое внутренними областями плазмы разряда, приводит к возникновению радиационной волны (РВ), распространяющейся по невозмущенному газу и обеспечивающей нагрев прилегающих к УВГ слоев окружающего газа до температур $1 \div 2$ кК.

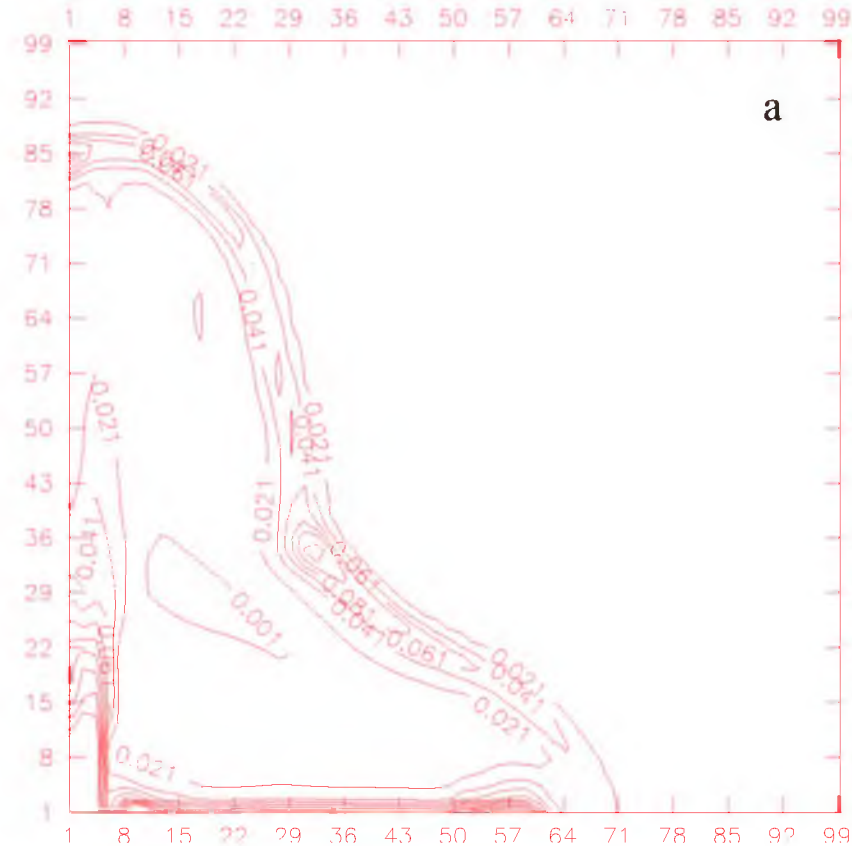
I – область кумуляции; Ia – зона плазмы металла центрального электрода; Ib – зона высокотемпературной плазмы диэлектрика; II – область электромагнитного ускорения плазмы диэлектрика; IIIa – зона торможения и поворота плазмы диэлектрика, прошедшей через конический разрыв ФВ; IIIб – зона вторичного электромагнитного ускорения

Линии уровня плотности [кг/м³] (а), температуры [кК] (б)

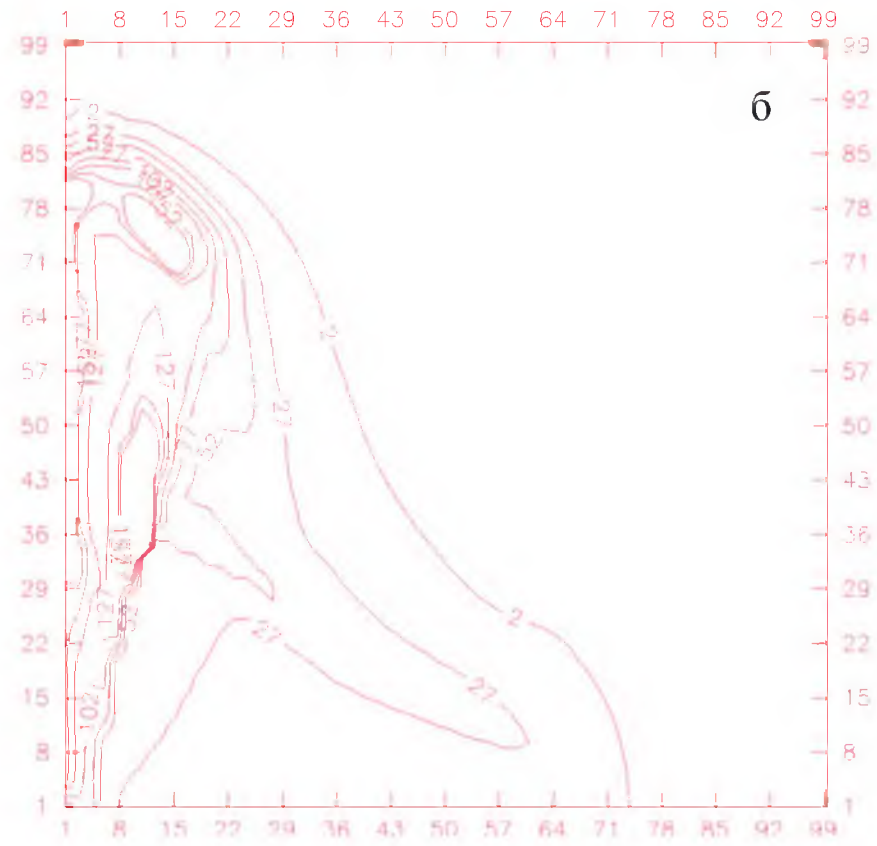


Завалишинские
Чтения
2022

z, мм



а



б

r, мм

на момент времени $t = 4,11$ мкс при разрядном токе $J = 329$ кА
для МПК ($R_1 = 0,8$ см, $R_2 = 5$ см) с параметрами $C = 28,6$ мкФ,

$U_0 = 30$ кВ в аргоне с давлением $p = 10^{-3}$ МПа ($A_m = 0,91$)

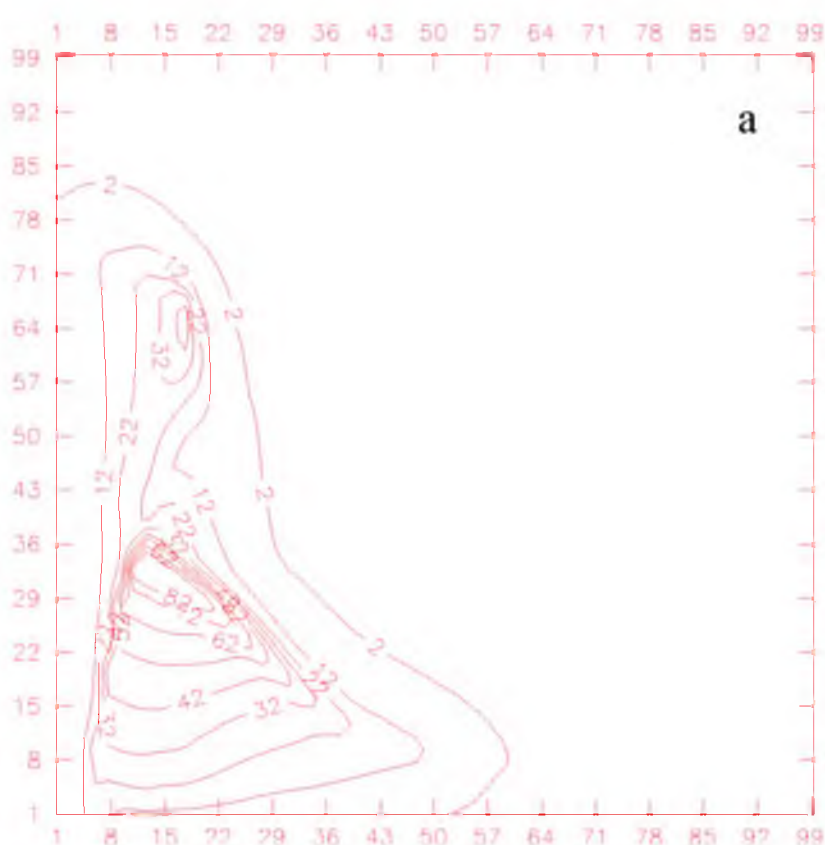
Важно обратить внимание, что для МПК с “быстрым” темпом ввода энергии, т.е. при больших значениях $R_{эл1}$, можно обеспечить существенное увеличение температуры плазмы в областях плазодинамического торможения плазмы диэлектрика с окружающим газом.⁸

Линии уровня скорости Альфвена (а) и модуля скорости [км/с] (б)

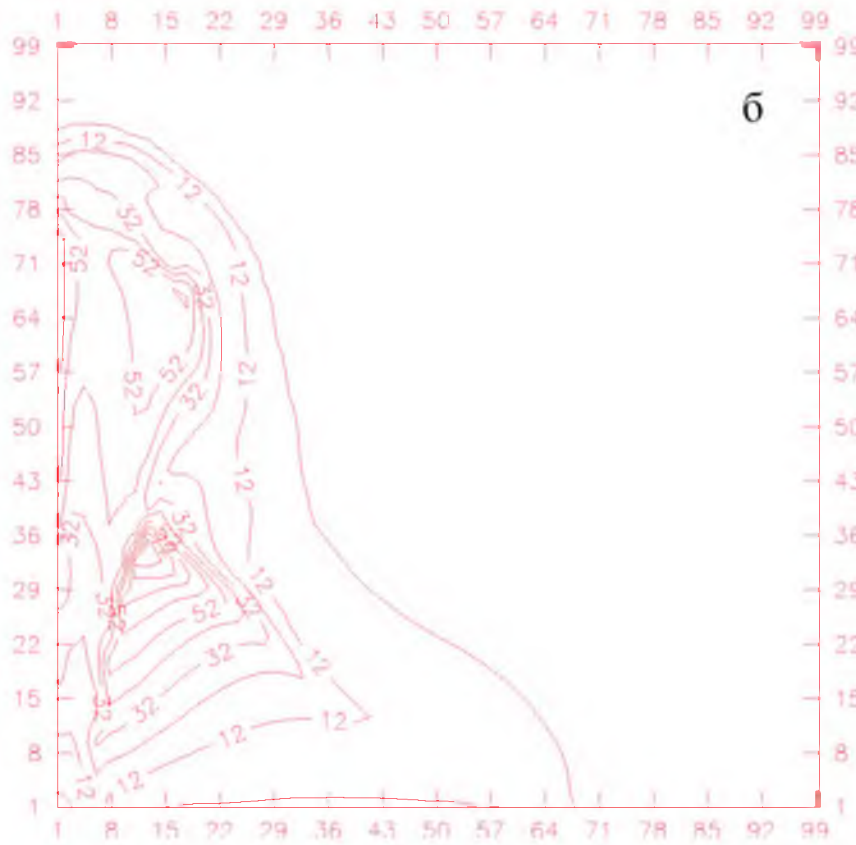


Завалишинские
чтения
2022

z, мм



а



б

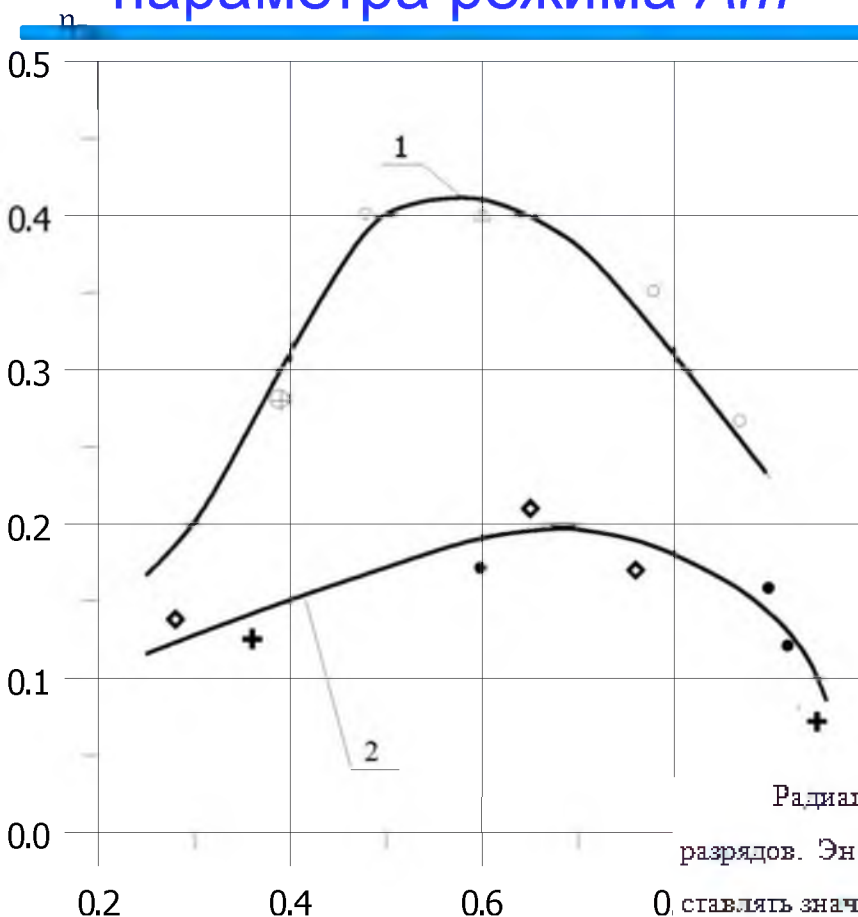
r, мм

Увеличение подводимой к плазме электрической мощности P (которое можно обеспечить за счет применения накопителя энергии с меньшим значением емкости при сохранении начальной энергии W) при одинаковой геометрии МПК-разряда и параметров внешней газовой среды обеспечит увеличение значения параметра режима Am и приведет к усилению плазодинамических эффектов нагрева плазмы МПК-разряда при сохранении описанной выше плазодинамической структуры.

Излучательный КПД МПК-разряда от параметра режима A_m



Завалишинские
Чтения
2022



Следует обратить внимание, что зависимость излучательного КПД от A_m не удается аппроксимировать одной функцией, т.к. кривые КПД (A_m) для различных емкостей накопителя расслаиваются. Это обстоятельство можно объяснить тем, что для МПК-разрядов с малой емкостью ($C = 28,6$ мкФ), характеризующихся импульсно-периодическим режимом ввода энергии в плазму существенную роль в общем световом выходе излучения играют процессы, протекающие во втором и последующих полупериодах разрядного тока. Однако качественный ход зависимостей КПД (A_m) в обоих случаях подобен и свидетельствует, что существует область оптимальных радиационных режимов МПК-разрядов в газах, когда КПД (A_m) максимален.

Радиационные процессы играют важную роль в энергобалансе плазмы МПК-разрядов. Энергия излучения, выходящего с ударно-волновой границы плазмы, может составлять значительную долю в подведенной к плазме энергии. Интегральный излучательный КПД (отношение энергии излучения $E_{\text{изл}}$ во всем спектральном диапазоне полосы прозрачности газа на момент времени t к энергии, подведенной к плазме) существенно зависит от режима подвода энергии к плазменной нагрузке, т.е. от параметра режима A_m . На Рис. представлены расчетные данные (значки Δ , $+$, ...) и аппроксимационные зависимости интегрального излучательного КПД разряда на момент времени t_m первого максимума тока от параметра режима A_m .

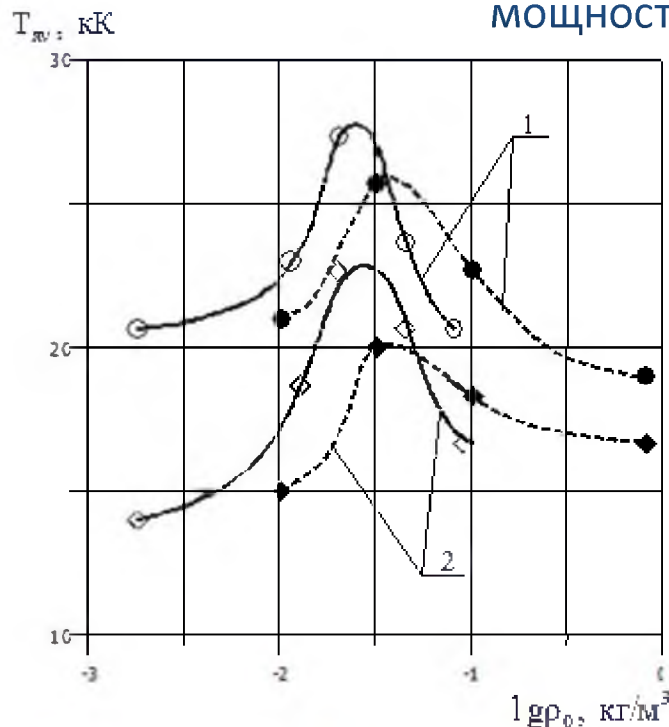


Относительное распределение энергии излучения в спектре МПК-разряда (%)

Окружающий газ	Аргон		Воздух	
Спектральный интервал, эВ	Параметры МПК-разряда			
	$C=750 \text{ мкФ}, U_0=5 \text{ кВ}$		$C=750 \text{ мкФ},$ $U_0=10 \text{ кВ}$	$C=750 \text{ мкФ},$ $U_0=10 \text{ кВ}$
	$p=10^{-1} \text{ атм.}$ $A_m=0.6$	$p=10^{-2} \text{ атм.}$ $A_m=0.8$	$p=10^{-2} \text{ атм.}$ $A_m=0.85$	$p=10^{-2} \text{ атм.}$ $A_m=0.85$
0,1+3,14	20	20	20	40
3,14+5,98	30	20	15	50
5,98+11,62	50	40	35	10
>11,62	–	20	30	–

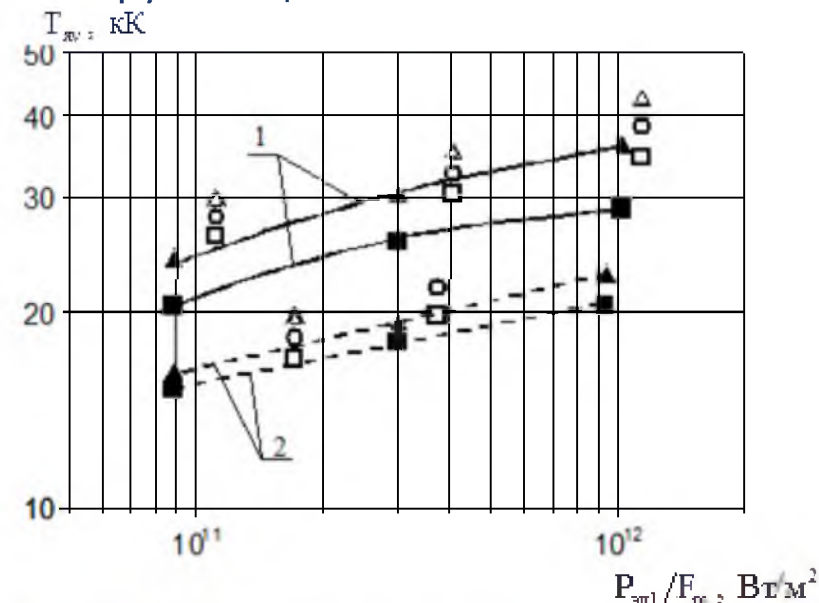
При формировании разряда в среде инертного газа (Ar) доля излучения в области спектра вакуумного ультрафиолета (ВУФ) ($> 5,98 \text{ эВ}$) составляет более 50÷60% всей излучательной энергии при переходном и плазмодинамическом (ПД) режимах ($A_m = 0,6-1$). При этом МПК-разряд в ПД-режиме является более эффективным ВУФ-излучателем. Спектральные яркостные температуры плазмы МПК-разряда характеризуют излучательные свойства наиболее плотной и высокотемпературной области, а именно, приосевой (кумуляционной) области и зоны плазмодинамического торможения на газе, и особенности прохождения генерируемых ими потоков излучения через периферийные¹¹ области разряда и окружающий газ.

достаточно сложными функциями параметра Am , темпа ввода электрической мощности и плотности окружающего газа



Влияние рода и плотности газа на яркостную температуру в УФ области спектра ($\Delta\lambda = 186 + 200$ нм) МПК-разряда с параметрами $C = 750$ мкФ, $U_0 = 5$ кВ

1 – аргон; 2 – воздух (○, ◇ – эксперимент [9]; ●, ◆ – расчет)



Зависимость яркостной температуры от удельной электрической мощности МПК-разряда в аргоне с $p = 10^5$ Па :

1 – $C = 750$ мкФ; 2 – $C = 28,6$ мкФ

▲ – $h\nu = 3,14 + 5,98$ эВ; ■ – $h\nu = 0,1 + 3,14$ эВ (расчет)

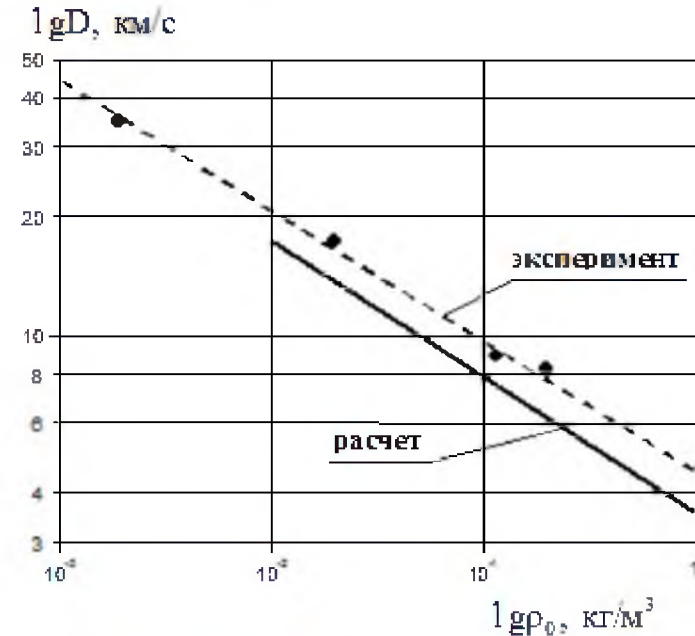
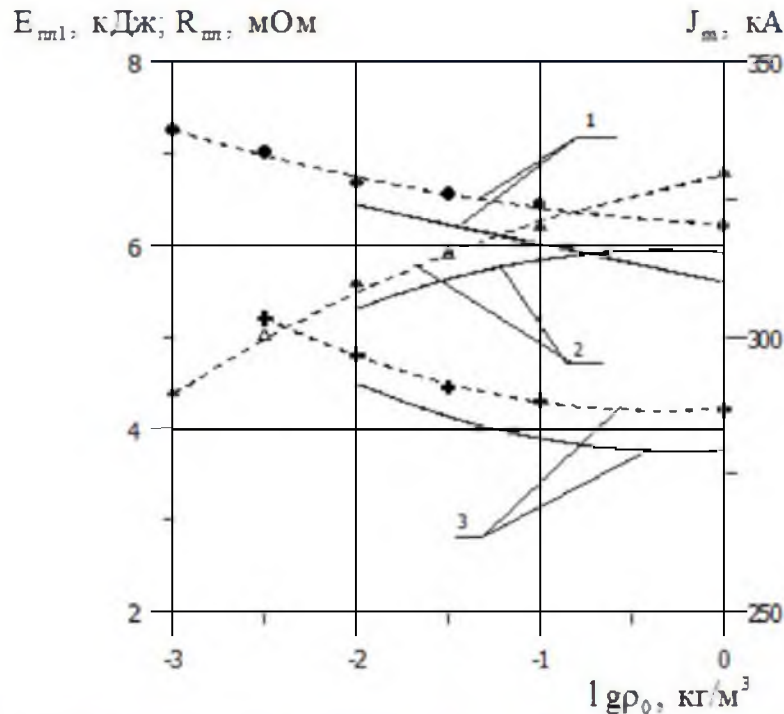
Эксперимент [10]: Δ – T_{av} при $h\nu = 5,6$ эВ; ○ – $\approx 4,6$; □ – $\approx 2,7$

Длительность импульсов излучения в УФ- и ВУФ-областях спектра по уровню половинной интенсивности порядка длительности первого полупериода тока. В видимом диапазоне половинная длительность излучения в несколько раз больше, чем для УФ и ВУФ излучения, отражая факт перестройки эмиссионного спектра при уменьшении в течение времени разряда температуры и плотности плазмы. Максимумы потоков излучения практически совпадают с максимумом тока разряда.

Сравнение результатов расчетов МПК-разрядов в газах с экспериментом



Завалишинские
Чтения
2022



Скорость ударно-волновой границы разряда в направлении оси OZ МПК-разряда ($C = 750 \text{ мкФ}$, $U_0 = 5 \text{ кВ}$) в зависимости от плотности окружающего газа (аргон).
1 – эксперимент [9]; 2 – расчет

Электротехнические параметры МПК разряда ($C = 750 \text{ мкФ}$, $U_0 = 5 \text{ кВ}$) в зависимости от плотности окружающего газа (аргон).
1 – E_{mpl} ; 2 – J_m ; 3 – R_{mpl}

----- эксперимент [9]; ————— расчет

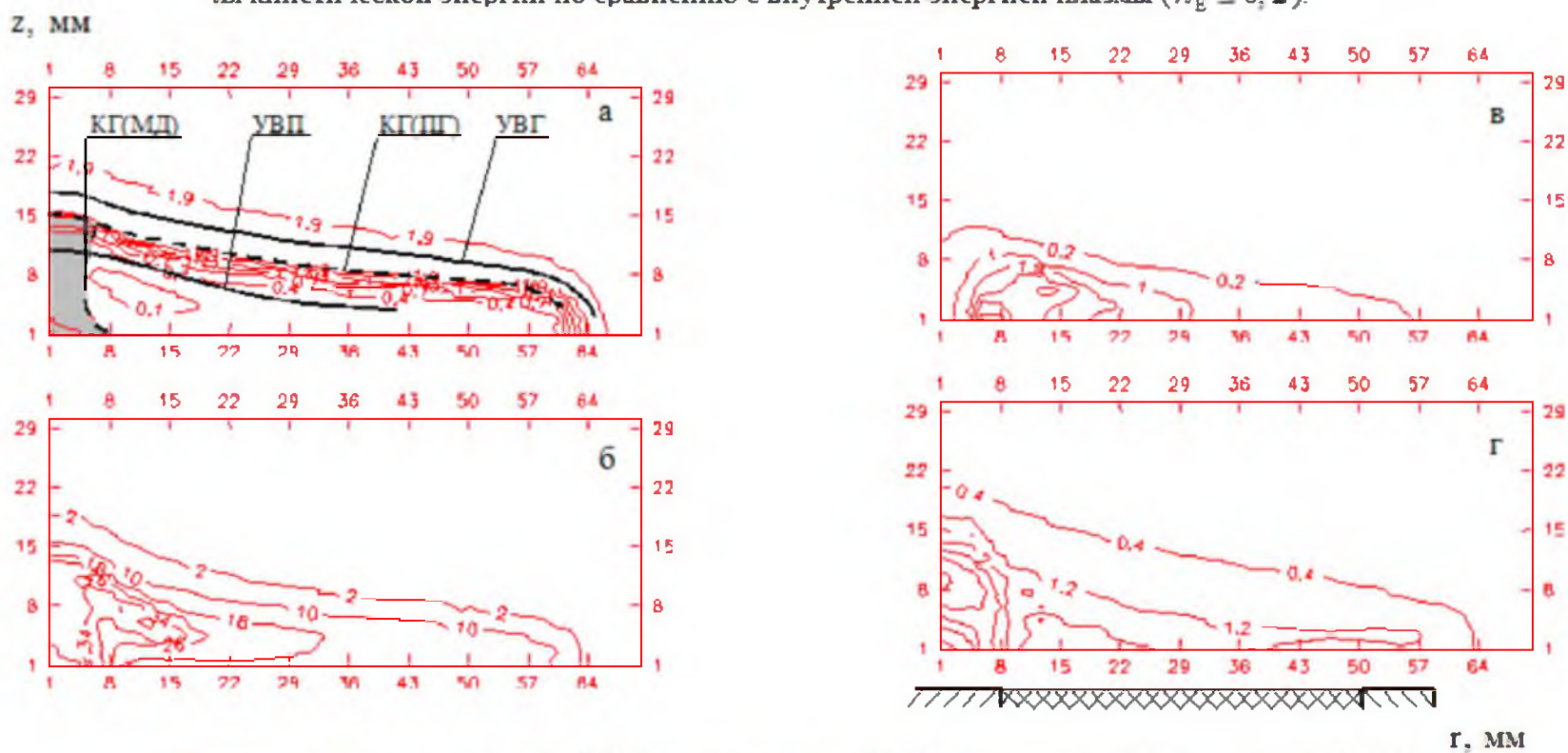
При малых значениях $\rho_0 \leq 10^{-2} \text{ кг/м}^3$, когда осуществляется плазодинамический

режим МПК-разряда, не смотря на более высокий уровень температур плазмы T_p , оптическая толщина τ_v излучающих областей меньше, чем при оптимальных значениях плотности

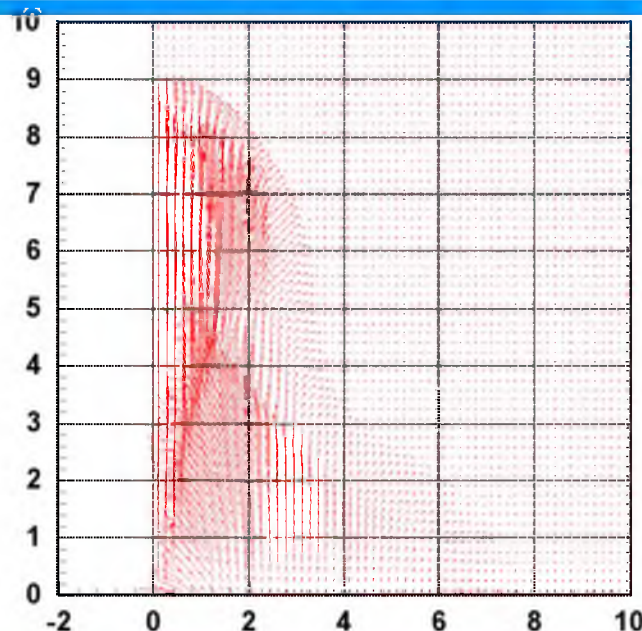
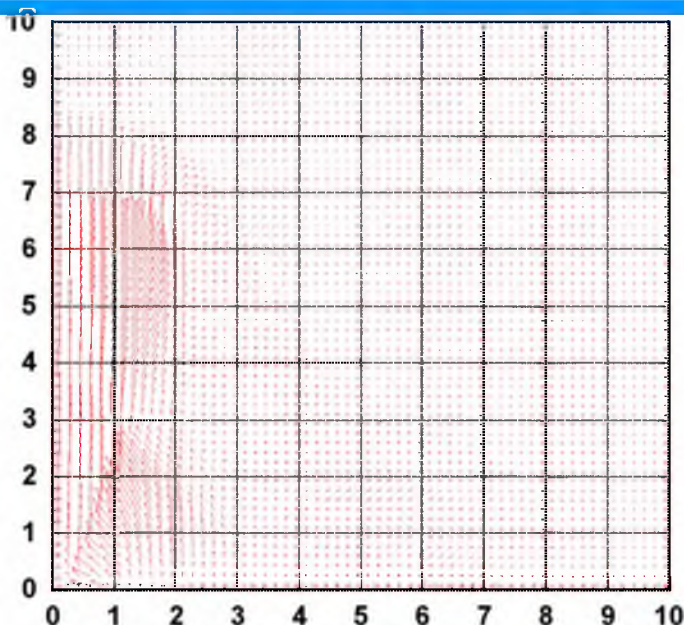
ρ_0 , что и приводит, соответственно, к снижению потоков излучения q_v : $\tau_v \sigma T_p^4$ - 13

[9] Шашковский С.Г., Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. М.: МВТУ, 1986.
[10] Камруков А.С., Козлов Н.П., Протасов Ю.С., Шашковский С.Г. // газах. ТВТ. 1989. Т. 27.

При энергомошностных параметрах МПК-разряда и плотности окружающего газа, соответствующих области изменения параметра $A_m \leq 0,4$ реализуется омический режим, в котором действующие газодинамические силы превышают пондеромоторные, а преобладающим является омический механизм нагрева ($\lambda_E > 0,8$). При этом относительно невелика доля кинетической энергии по сравнению с внутренней энергией плазмы ($\lambda_E \leq 0,2$).



Линии уровня плотности ρ (кг/м³) (а), температуры T (кК) (б), скорости Альфвена V_A (км/с) (в) и модуля скорости $|V|$ (км/с) (г) на момент времени $t = 14,5$ мкс при разрядном токе $J = 107$ кА для МПК с параметрами $C = 750$ мкФ, $U_0 = 2$ кВ в аргоне с давлением $p = 0,1$ МПа ($A_m = 0,26$)



Векторное поле скоростей для МПК ($R_1 = 0.8$ см, $R_2 = 5$ см) в аргоне:

а) $C = 750$ мкФ, $U_0 = 5$ кВ, $p = 10^{-2}$ МПа, $t = 15,3$ мкс;

б) $C = 750$ мкФ, $U_0 = 10$ кВ, $p = 10^{-3}$ МПа, $t = 6,5$ мкс

Внешней границей разрядной плазмы является сильная газодинамическая ударная волна УВГ с ярко выраженной конусообразной формой. За фронтом УВГ расположены ударно-сжатые области окружающего газа (УСЖГ) и светоэрозионной плазмы (УСЖП), разделенных контактной границей КГ(ПГ). Распределение термогазодинамических параметров плазмы и газа в указанных областях по фронту внешней границы разряда характеризуются высокой степенью неоднородности. Скорость распространения УВГ в приосевой области в два и более раз превышает скорость УВГ в периферийных областях разряда. Важной отличительной (от омического режима) особенностью переходного режима является значительно большая величина осевой координаты положения фронта УВГ в приосевой области к моменту максимума разрядного тока, порядка размера миделя МПК ($2r_2$). 15



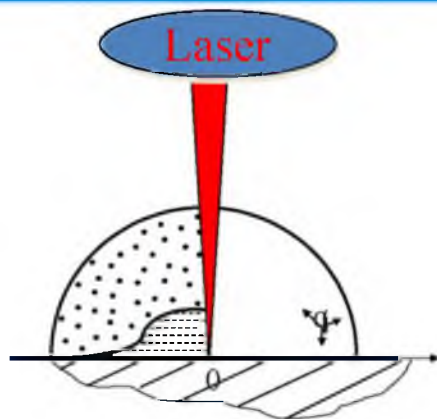
Кузенов В.В., Рыжков С.В.

МГТУ им. Н.Э. Баумана

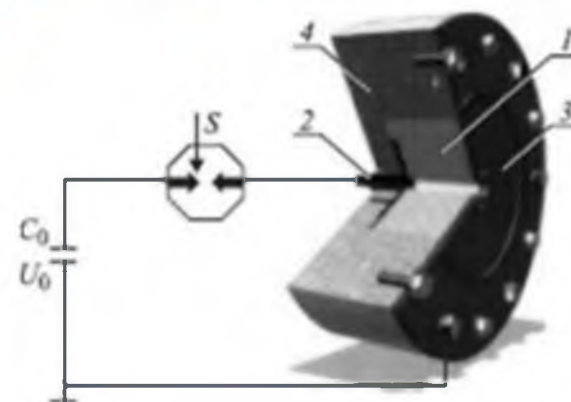
К области ударно-сжатого газа непосредственно примыкает область плазмы светоэрозионных паров конструктивных материалов элементов электродного узла МПК. В отличие от взрывного режима распределения всех основных термогазодинамических параметров светоэрозионной плазмы характеризуются значительной пространственной неоднородностью, наличием областей с различной интенсивностью и характером протекающих в них РМПД-процессов.

Проведено численное моделирование эрозионных МПК, которое выявило сложный самосогласованный характер процессов передачи энергии от накопителя в плазму и процессов эрозионного плазмообразования, динамики ускорения и взаимодействия потоков светоэрозионной плазмы между собой и окружающим газом, и, в конечном счете, процессов преобразования диссипируемой в плазму энергии во внутреннюю и кинетическую энергии и в энергию широкополосного излучения, выходящего из плазмы разряда в окружающую газовую среду, так называемое окно прозрачности. Для омического, плазмодинамического и переходного режимов нагрева получены пространственные распределения параметров плазмы.

Представленные результаты позволяют говорить о достаточно удовлетворительном соответствии экспериментальных и расчетных данных в широком диапазоне изменения электротехнического разряда и плотности газа для всех исследованных энергопотенциальных режимов.

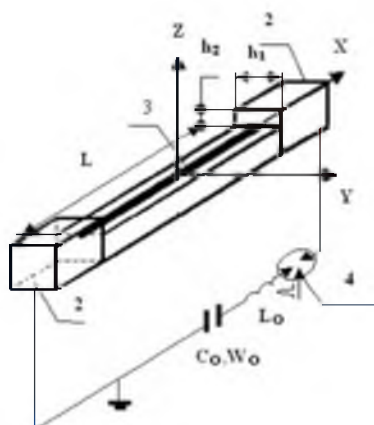


Импульсные системы плазменно-стимулированного экстренного поджига и горения топливных смесей

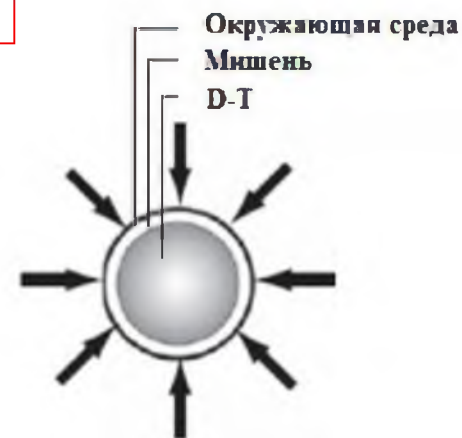


Высокояркостные плазменные источники излучения и генераторы ударных волн

Технические объекты РМГД систем



Импульсные плазодинамические системы управления высокоскоростными потоками газа



Высокотемпературные системы с плотной замагниченной плазмой



Расчет магнито-радиационных уравнений

Расчет термодинамических, спектрально-оптических и транспортных свойств индивидуальных веществ

Расчет спонтанных и внешних электромагнитных полей в термоядерной мишени

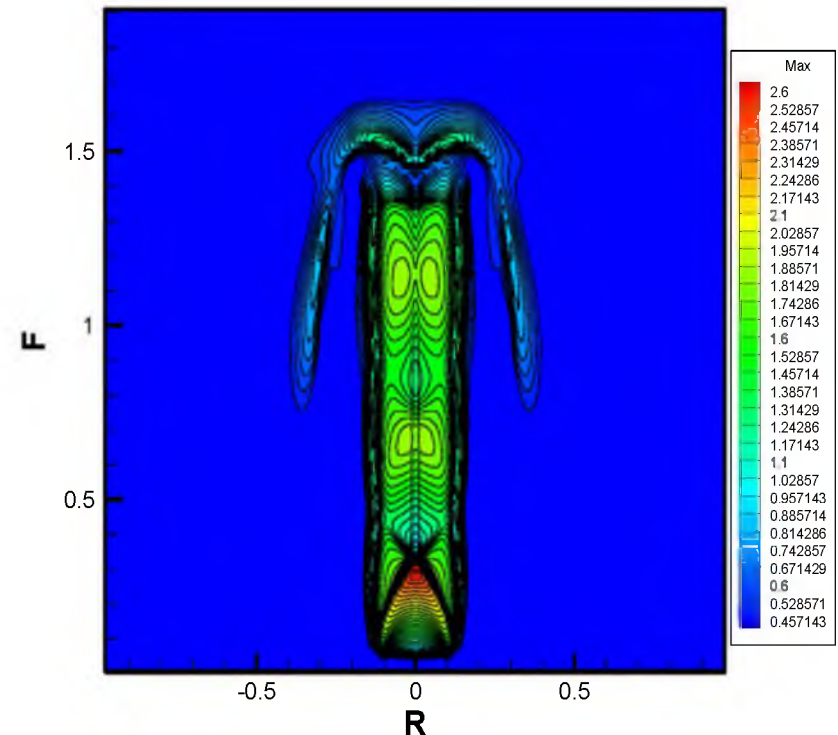
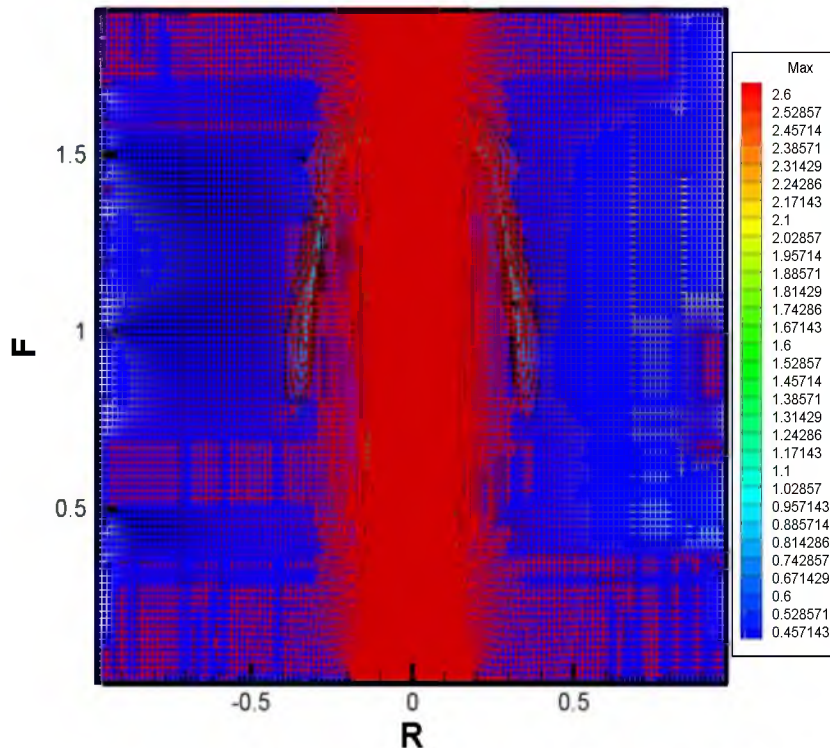
Кинетический расчет термоядерного горения топлива

Расчет поглощения лазерного и широкополосного излучения в термоядерной мишени

Расчет радиационно-магнитогазодинамических процессов в импульсных струях и ускорителях плазмы

Двумерная радиационно-магнитогазодинамическая модель

The regular adaptive grid

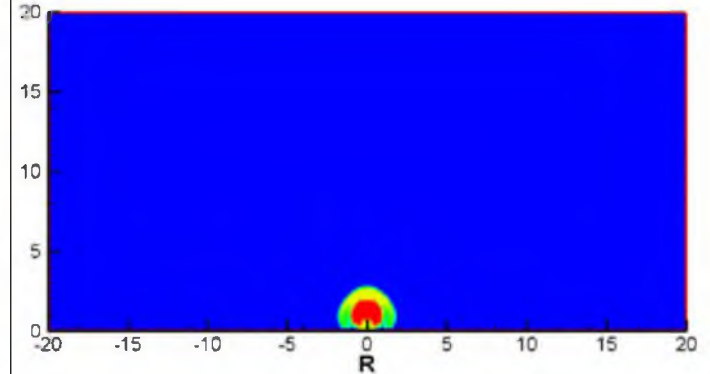
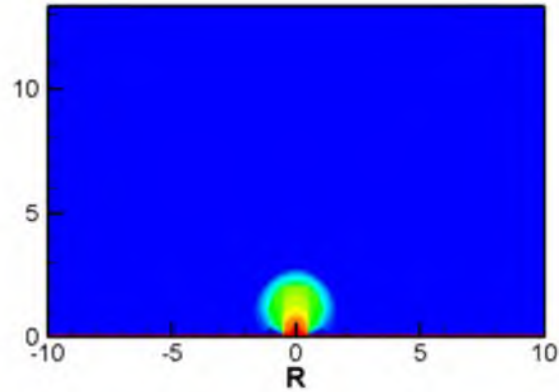


The method of quasi-mechanical analogy.

Create a tourniquet (rubber). Changing body - and plastically changing grid.

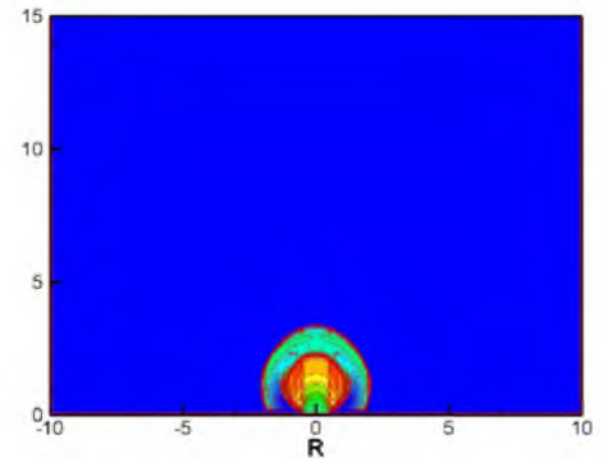
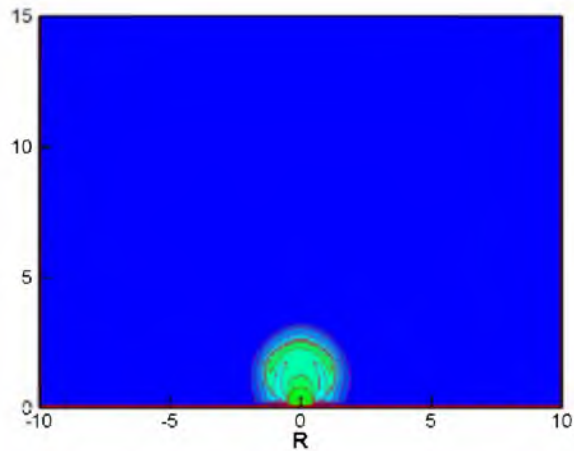
Orthogonal grid provides high accuracy.

Температура и число Маха для одиночной струи плазмы при $V=0$ $P_{mag}=0$ атм, $T = 0,3-15$ кК, $M=0-4,4$ $t = 6,7 - 144$ мкс

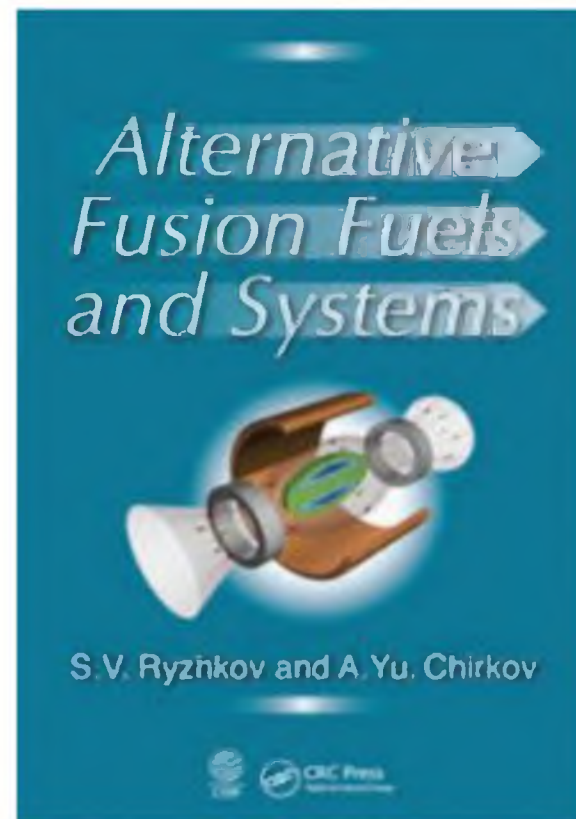


С МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ

$P_{mag}=25$ атм, $T=0,3-30$ кК, $M=0-3$
 $t = 8,5 - 66$ мкс









MPCs and accelerators are used in the plasma technologies, plasma dynamics, fusion, space propulsion, etc.:

- [1] Berkov, V.I.; Vinogradova, A.K.; Kovrov, P.E.; Morozov, A.I.; Tokarev, L.G.; Proshin, M.A.; Shchepkin, G.Ya., Experimental study on a flow in the magneto-plasma compressor Gosudarstvennyj Komitet po Ispol'zovaniyu Atomnoj Ehnergii SSSR, Moscow. Inst. Atomnoj Ehnergii. Report IAE—2275, 1973 20 p.
- [2] A.S. Kamrukov, G.N. Kashnikov, N.P. Kozlov, M.M. Kondratenko, E.F. Lebedev, V.K. Orlov, V.E. Ostashev, Yu.S. Protasov, A.M. Semenov, Experimental investigation of the effectiveness of the matching of a magnetoplasma compressor with an explosive magnetohydrodynamic generator, High Temp. 22 (1984) 313–318.
- [3] Astashynski, V.M., Dzahnidze, H.M., Kostyukevich, E.A., Kuzmitski A.M., Shoronov P.N., Shymanski, V.I., Uglov, V.V. Generation of erosion compression plasma flows in a miniature plasma accelerator and their capability for formation of thin nanostructured coating, High Temperature Material Processes 24, 99-107 (2020).
- [4] Solyakov, D.G., Volkova, Y.Y., Ladygina, M.S., Merenkova T.M., Marchenko A.K., Garkusha I.E., Petrov Y.V., Chebotarev V.V., Makhlai V.A., Kulik M.V., Staltsov, V.V., Yeliseyev, D.V. Distributions of magnetic field and current in pinching plasma flows: effect of axial magnetic field, European Physical Journal Plus 136, 566 (2021).
- [5] A.N. Kozlov, Study of MHD dynamo effect at the outlet from plasma accelerator in the presence of longitudinal magnetic field, Contrib. Plasma Phys. 60 (2020) e201900174.
- [6] Garkusha, I.E., Chebotarev, V.V., Herashchenko, S.S., Makhraj V.A., Kulik N.V., Ladygina M.S., Marchenko A.K., Petrov Y.V., Staltsov V.V., Shevchuk P.V., Solyakov, D.G., Yeliseyev, D.V., Novel test-bed facility for PSI issues in fusion reactor conditions on the base of next generation QSPA plasma accelerator, Nuclear Fusion 57, 116011 (2017).
- [7] V.A. Bakhtin, D.A. Zakharov, A.N. Kozlov, V.S. Konovalov. Development of parallel software code for calculating the problem of radiation magnetic gas dynamics and the study of plasma dynamics in the channel of plasma accelerator, CEUR Workshop Proc. 2543 (2020) 59-70.



Авторы Работы: Ю. А. Ганьшин, кандидат физико-
технических наук, доцент
Жеребко С.О., группа 3110М

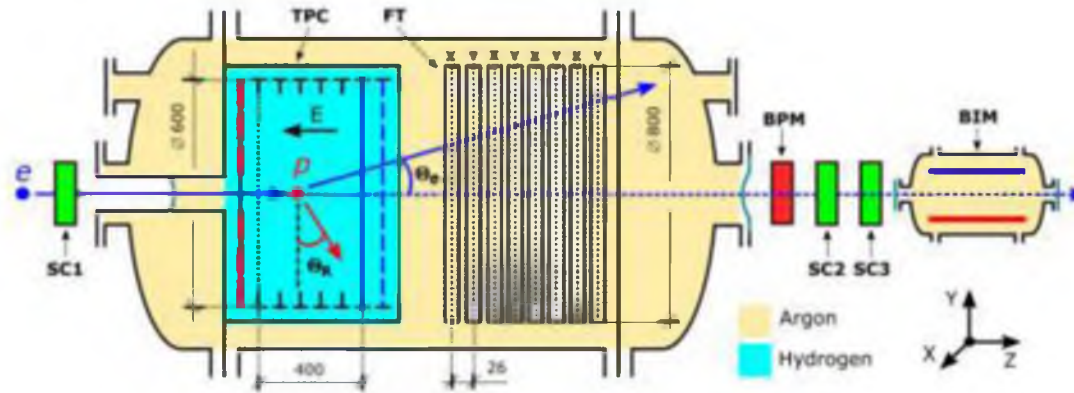
Детекторы стабилизации электронного пучка при прохождении ускорителя

Описаны элементы эксперимента "PRES", предназначенного для изучения малоуглового упругого рассеяния электронов на протонах (ep рассеяние), при котором в конечном состоянии детектируются обе частицы - электрон и протон отдачи. Рассмотрены методы и основные технические элементы измерения и стабилизации характеристик электронного пучка ускорителя в Институте ядерной физики Университета г. Майнц, Германия.

Эксперимент «PRES»



Завалишинские
чтения
2022



Modules:

TPC - Time Projection Chamber
FT - Forward Tracker
BPM - Beam Position Monitor
SC - Scintillation Counter
BIM - Beam Intensity Monitor

Measured quantities:

Recoil energy T_a
Recoil angle θ_a
Scattering angle θ_s
Vertex coordinate Z

Эксперимент, описанный проекте «PRES», будет использовать инновационный метод, позволяющий обнаруживать протоны отдачи и рассеянные электроны при низком значении Q^2 с высокой точностью и разрешением, что приведет к совершенно новому подходу для извлечения радиуса протона. Цель состоит в том, чтобы измерить дифференциальные сечения $e p$ упругого рассеяния в диапазоне Q^2 от $0,001 \text{ ГэВ}^2$ до $0,04 \text{ ГэВ}^2$ с относительной точностью $0,1\%$ и абсолютной точностью $0,2\%$ и определить радиус протона с точностью до процента.

Mainz Microtron



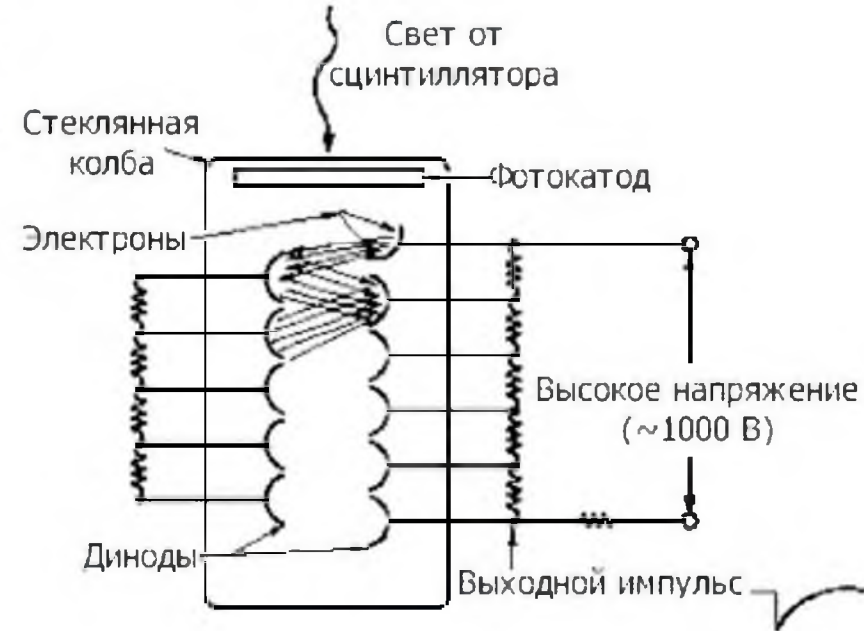
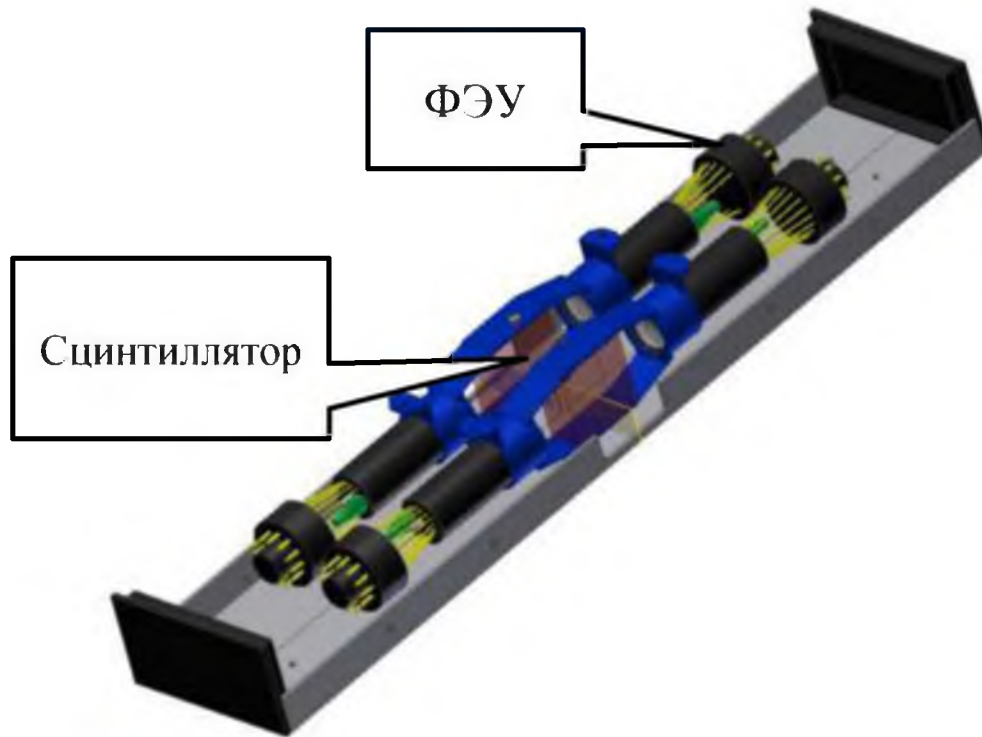


Набор основного массива экспериментальных данных будет производиться на уникальном по интенсивности и другим характеристикам пучке электронов с энергией 720 МэВ ускорителя МАМІ Института ядерной физики Университета г. Майнц, Германия.

Сцинтилляционные счетчики (SC2, SC3 – Scintillator Counters)



Завалишинские
чтения
2022

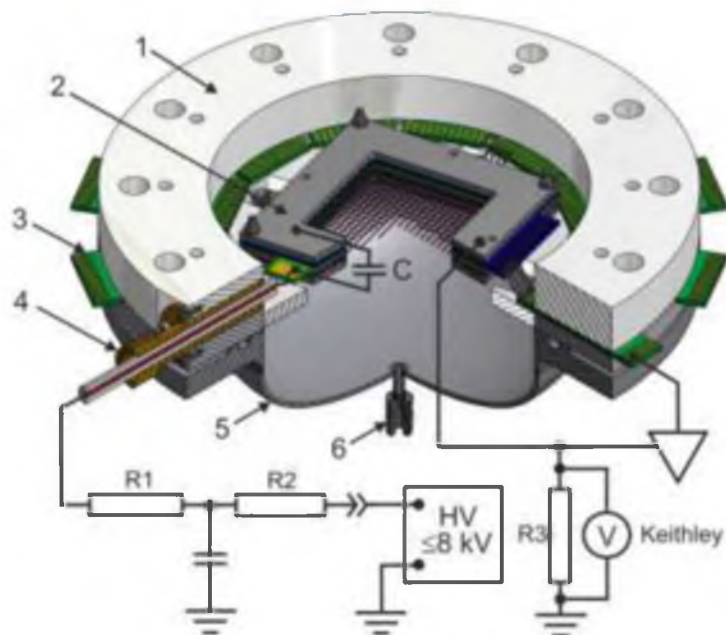


Назначение сцинтилляционных счетчиков – измерение абсолютной интенсивности электронного пучка, проходящего через детектор. Ориентировочная интенсивность пучка – 2 МГц.

Монитор положения пучка (ВРМ – Beam Position Monitor)



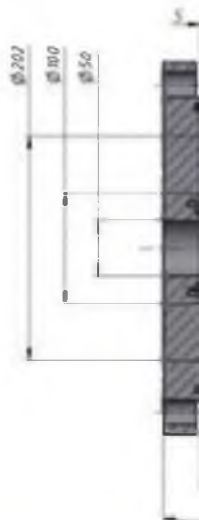
Завалишинские
чтения
2022



Пропорциональные камеры

Назначение монитора положения пучка – online стабилизация положения электронного пучка с помощью элементов ускорительного тракта. Требуемая величина отклонения положения пучка от оптической оси не более 50 микрон.

Ионизационные камеры (BIM - Intensity Monitor)

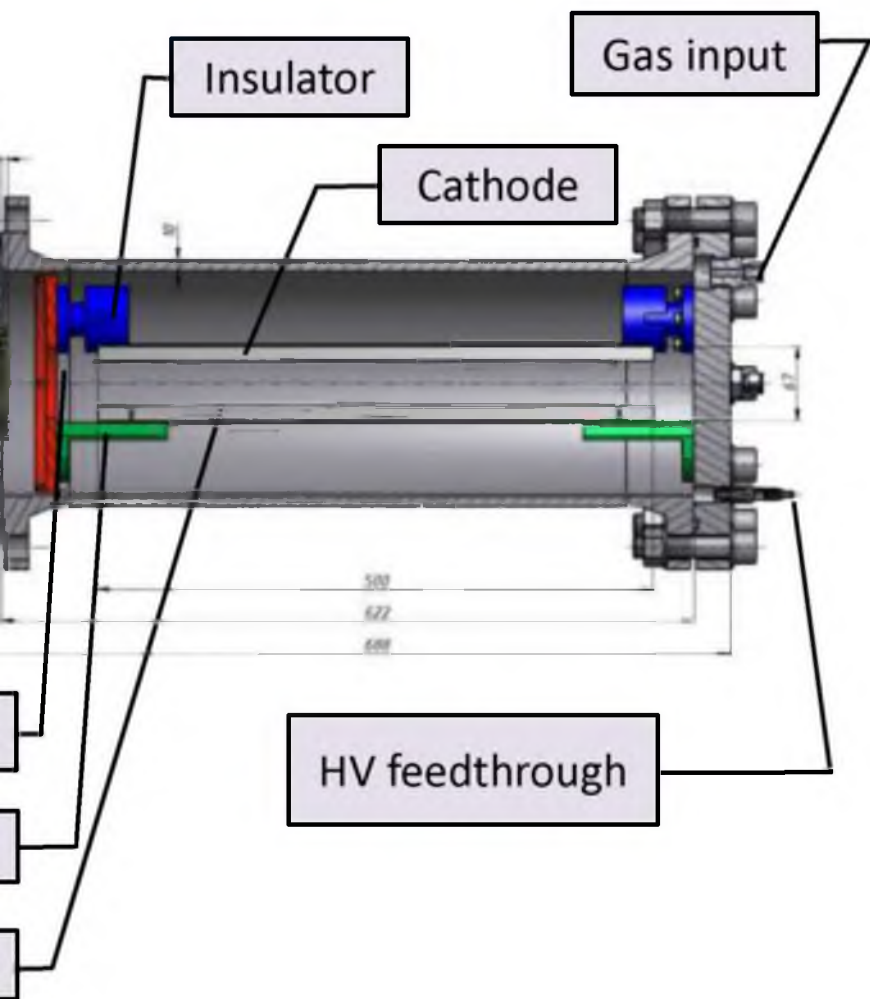


Назначение ионизационной камеры – измерение тока электронного пучка с точностью 0.01% для определения абсолютного сечения упругого рассеяния электронов на протонах.

Ti window

Insulator

Anode



Подготовлены и протестированы устройства для определения и стабилизации характеристик электронного пучка эксперимента “PRES”:

- Сцинтилляционные счетчики – линейность счета частиц до 2 МГц.
- Пропорциональные камеры позволяют определить положение центра пучка электронов по двум координатам с точностью 50 микрон.
- Ионизационная камера позволяет определить при давлении 10 bar и напряжении 3 кВ ток пучка электронов с точностью 0.01%.

Создана система считывания сигналов со всех детекторов для автоматической передачи информации исполнительным устройствам – элементам ускорительного тракта (магнитные и электростатические элементы).



Спасибо за внимание!



M R FAIZOV, F F KHABIBULLIN, A V
TAZHIBAЕVA, R T ISLAMOV AND T A
MUSTAFAEV

Организация Federal State Budgetary Educational
Institution of Higher Education «Kazan National Research
Technical University named after A.N. Tupolev–KAI

Main
results

Images, graphs, formulas



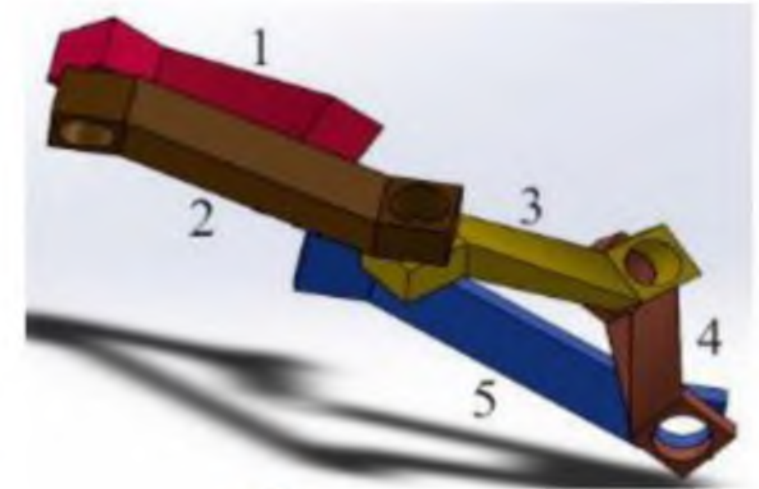
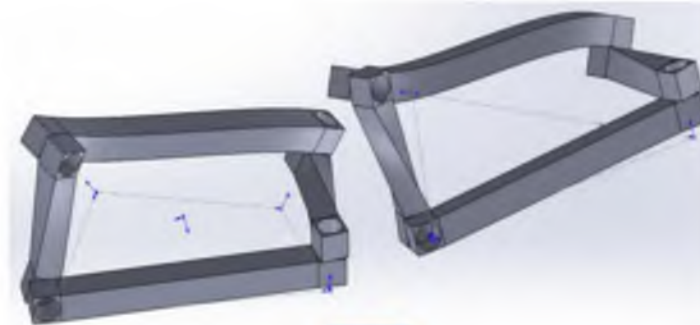
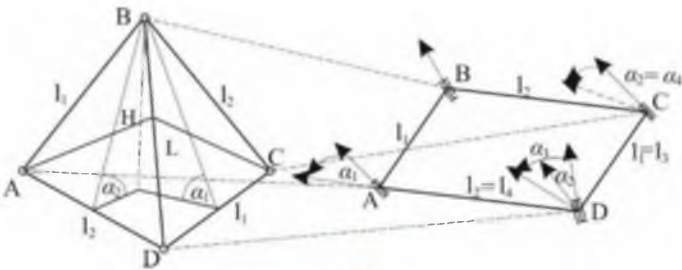
Maket model

Main results

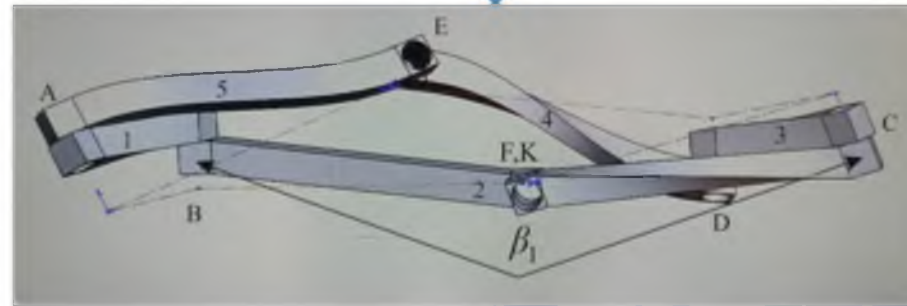
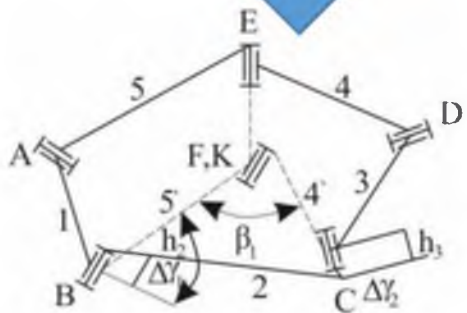
$$\frac{l_1}{\sin \alpha_1} = \frac{l_2}{\sin \alpha_2}$$

Images, graphs, formulas

$$\frac{l_1}{\sin \alpha_1} = \frac{l_4}{\sin \alpha_4} = \frac{l_5}{\sin \alpha_5}$$



Structure
scheme

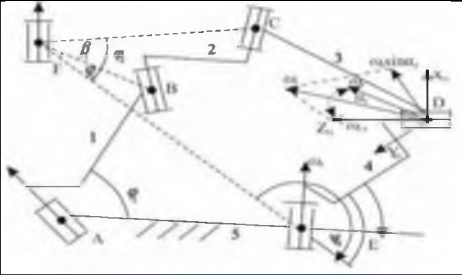
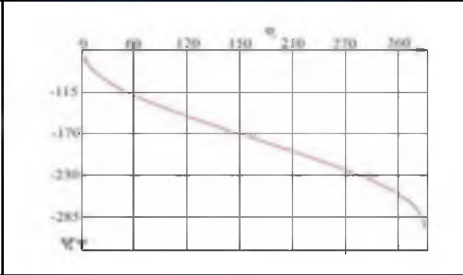
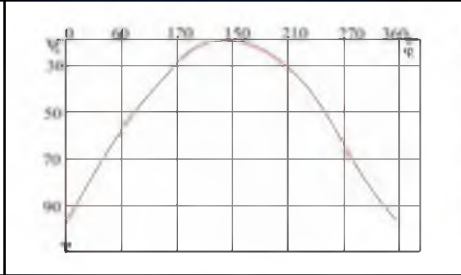
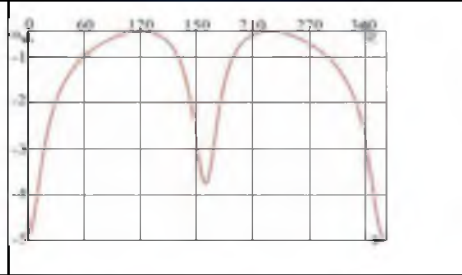
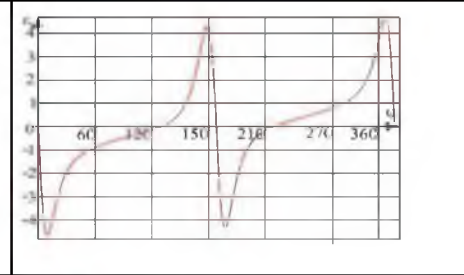
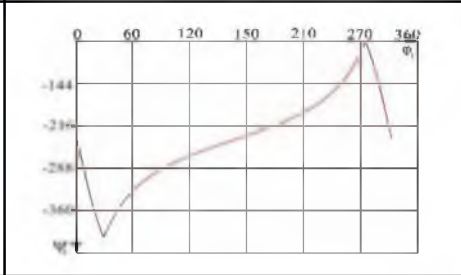
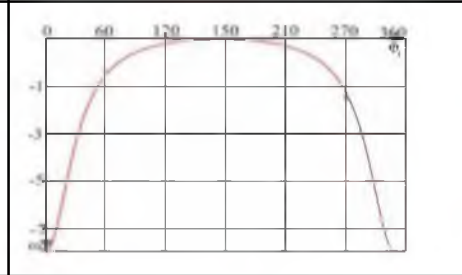
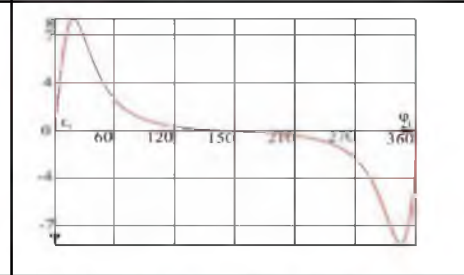
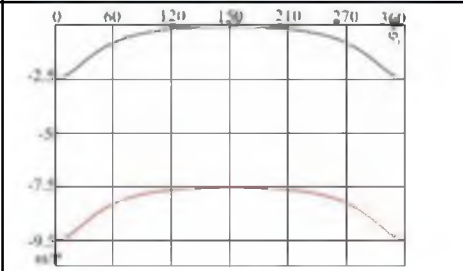
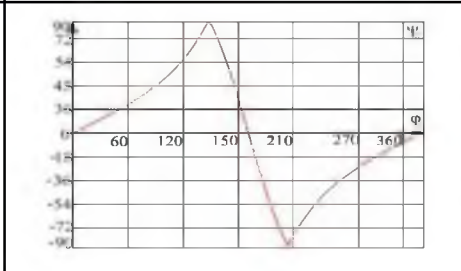
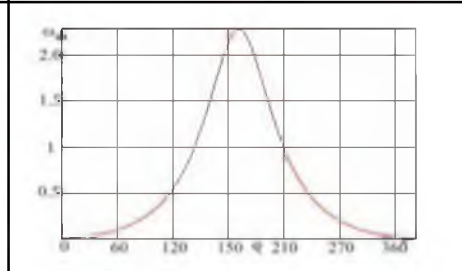
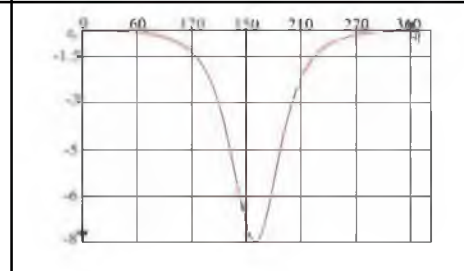


Solid works model

Main results

The movement of the driven crank

Images, graphs, formulas

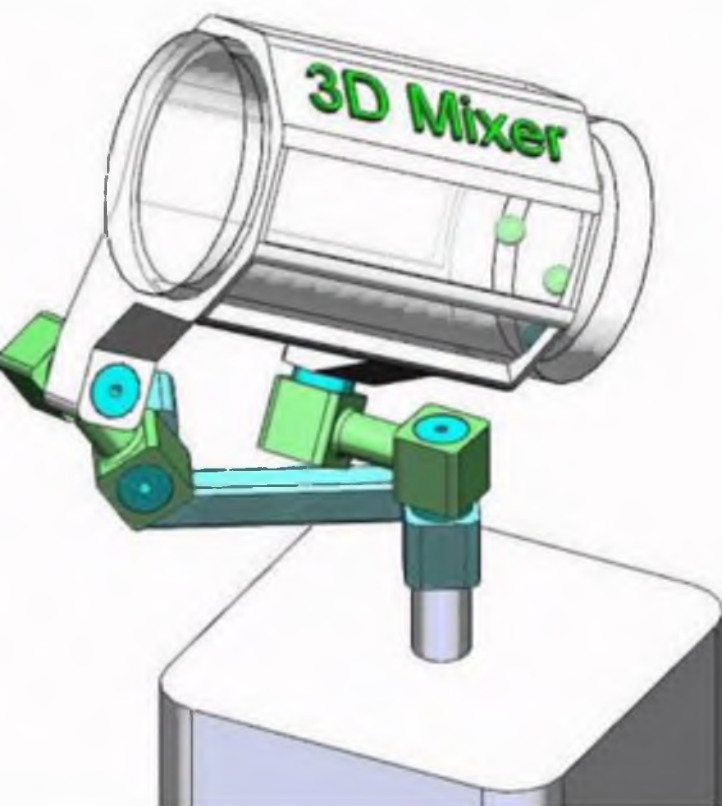
5R BENNETT	Movement ver. 1	Movement ver. 2	velocity	acceleration
				
<p>φ_{1i} leading link</p> <p>ψ_4 slave link</p>	<p>Velocity envelope curve</p>			
				

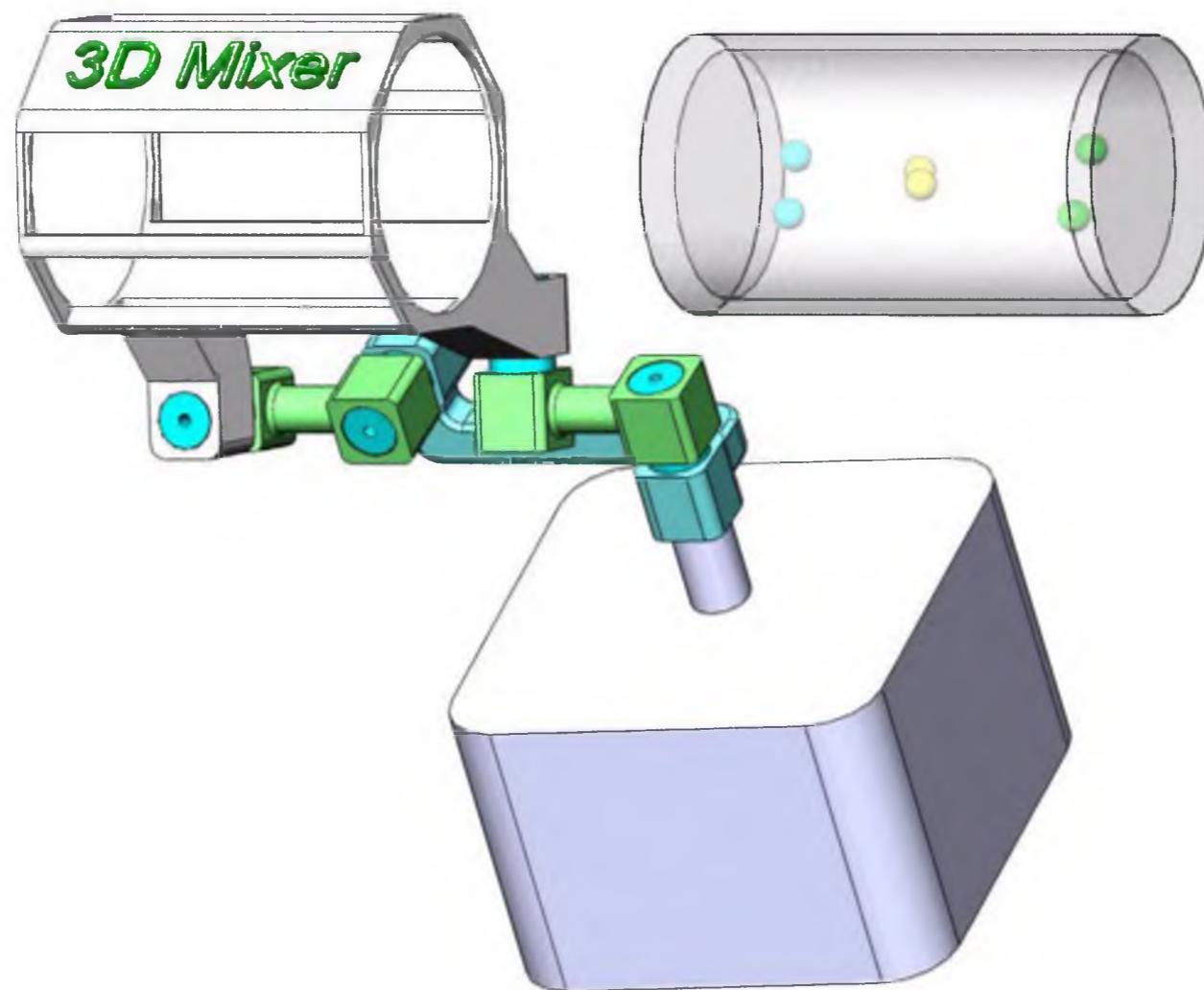
Main results

What is graph research for?

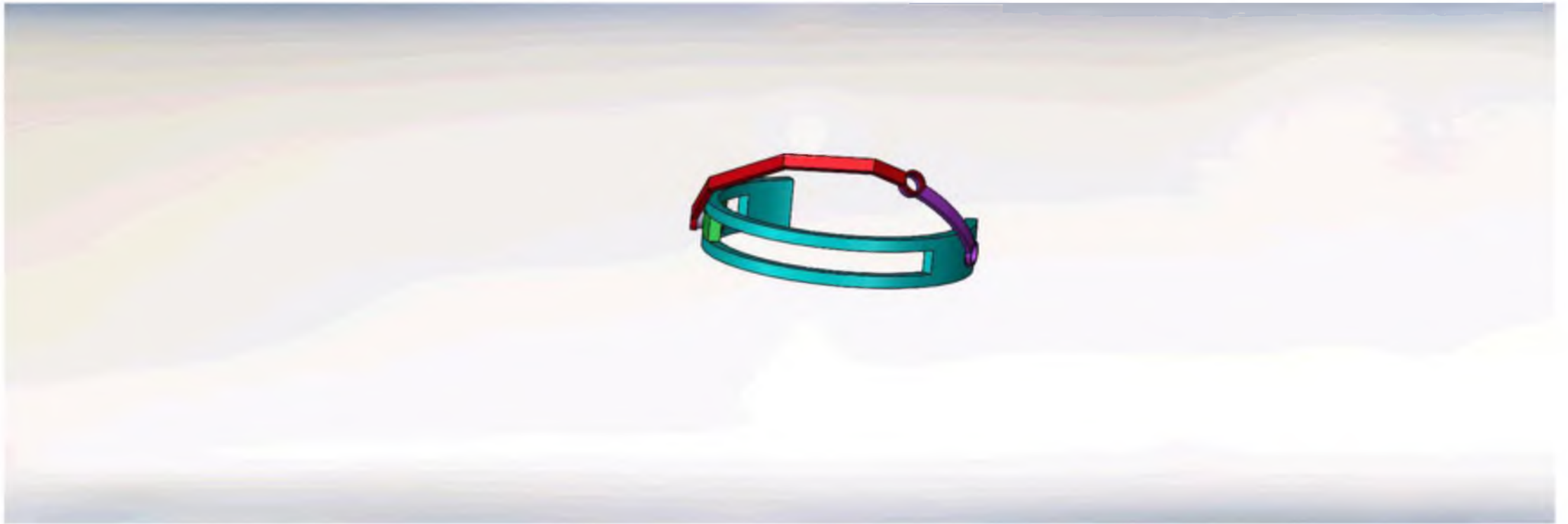


Images, graphs, formulas



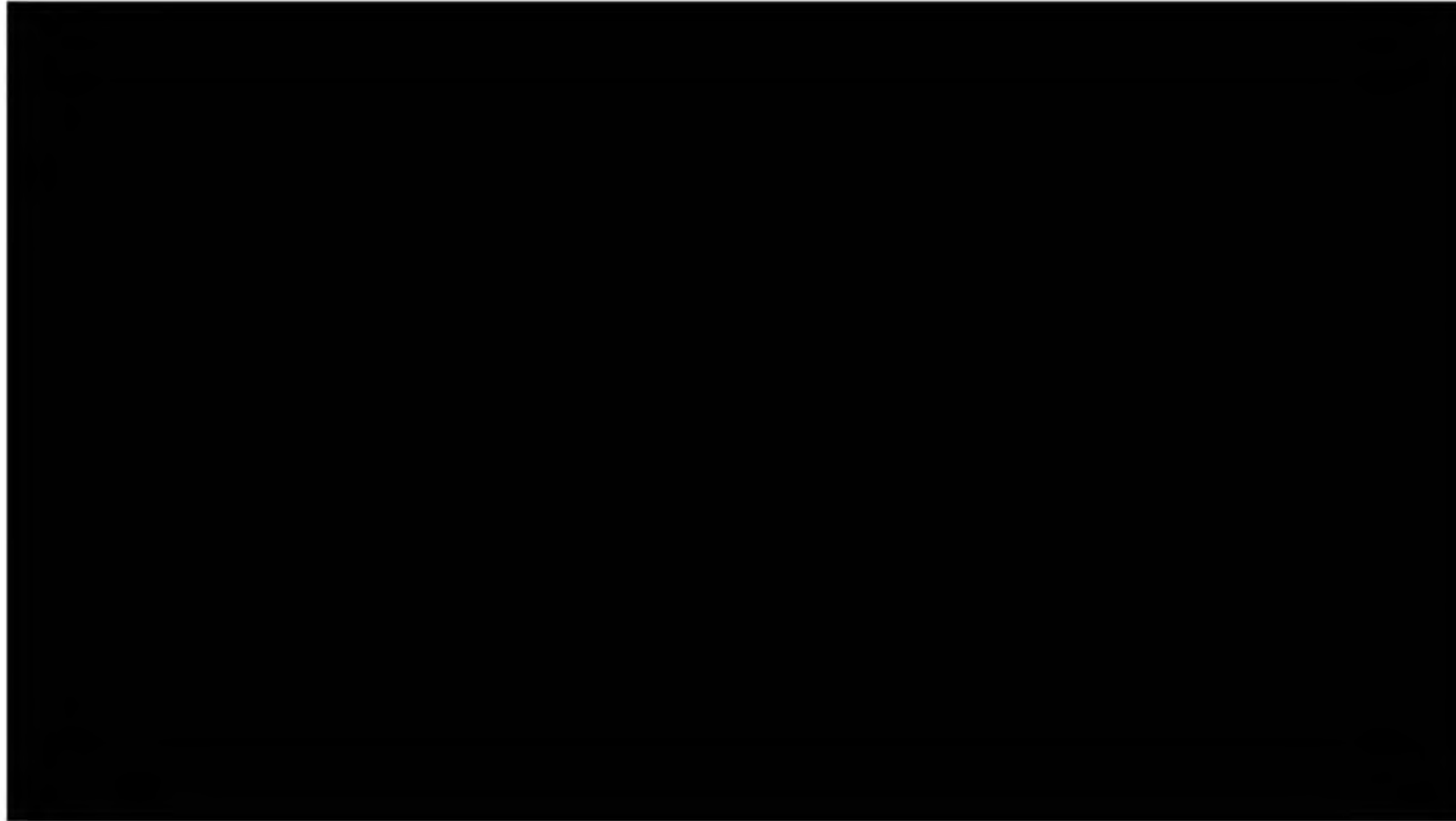


My avtor technology spherical mechanisms 1-degree of freedom



slider-crank mechanism

Me technology spherical mechanisms 1- 2 degree of freedom



**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПОДЪЕМА ЩЕТОЧНОГО
УЗЛА В АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЯХ С ФАЗНЫМ РОТОРОМ**

Абдрафиков Э.М. Кузьменко В.П. Солёный С.В. Рысин А.В.

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического
приборостроения, кафедра электромеханики и робототехники (№32)

Анализ конструкций щёточного – контактного узла

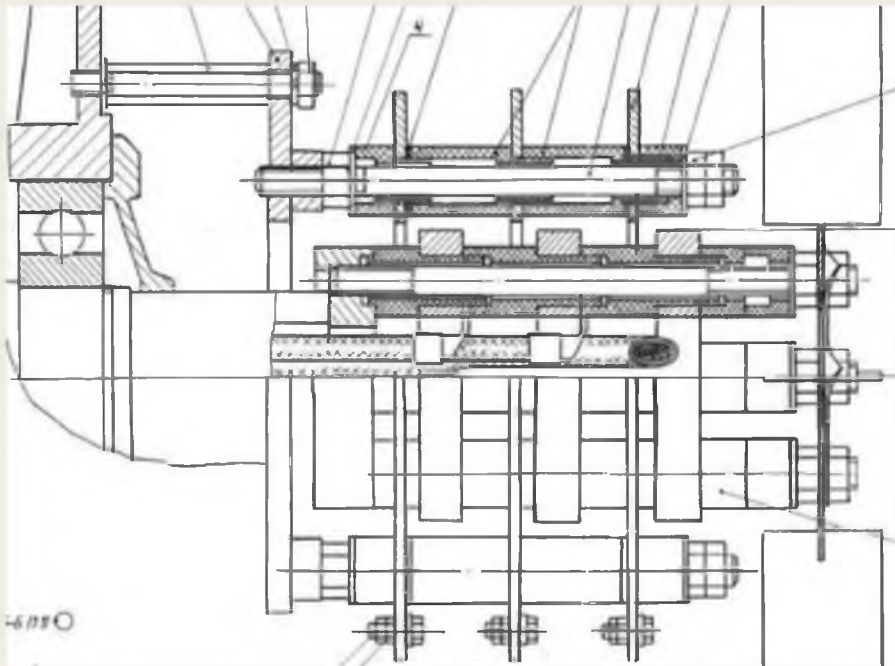


Рисунок 1 - Узел ЩКУ

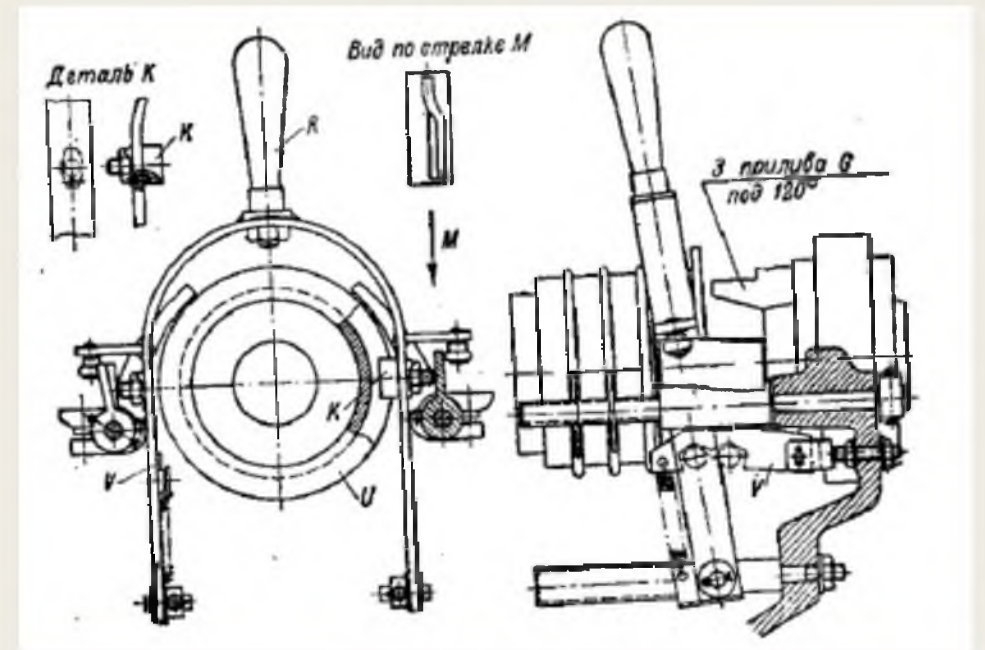


Рисунок 2 - Приспособление для к.з.
Контактных колец.

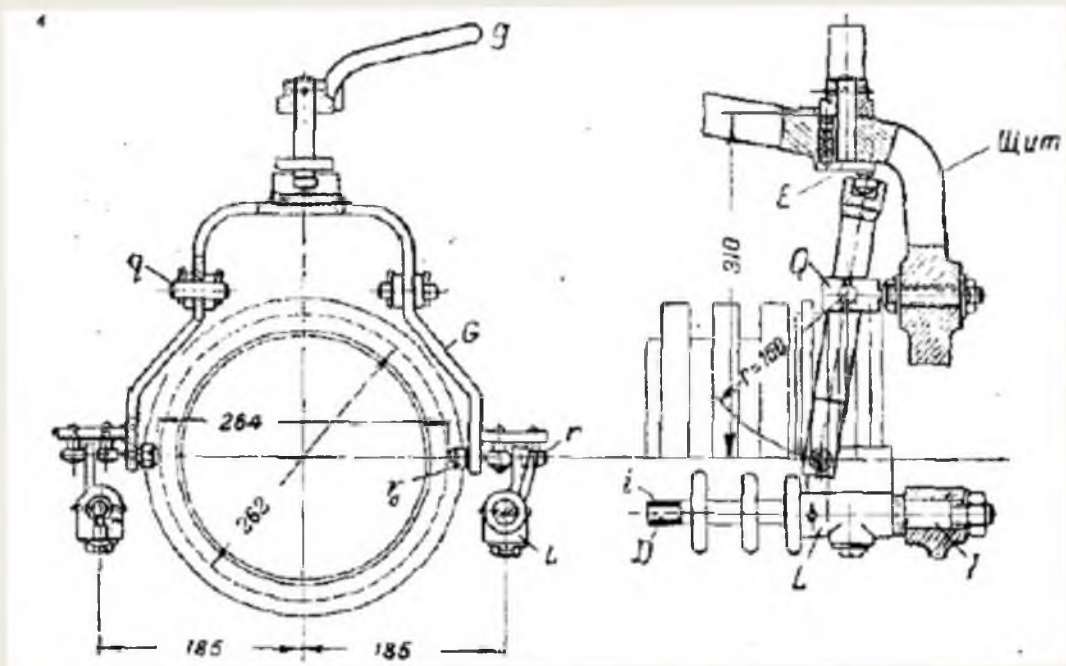


Рисунок 4 - Приспособление для подъема щеток.

Модель узла ЩКУ в рамках разработки асинхронного двигателя

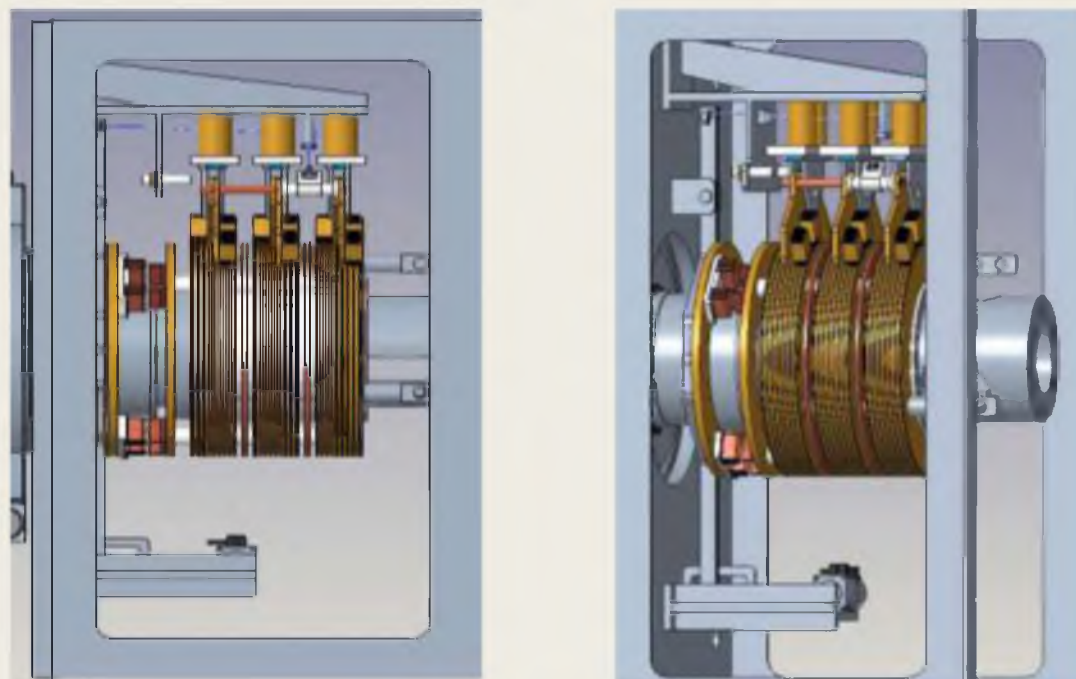


Рисунок 5 – Модель узла ЩКУ.

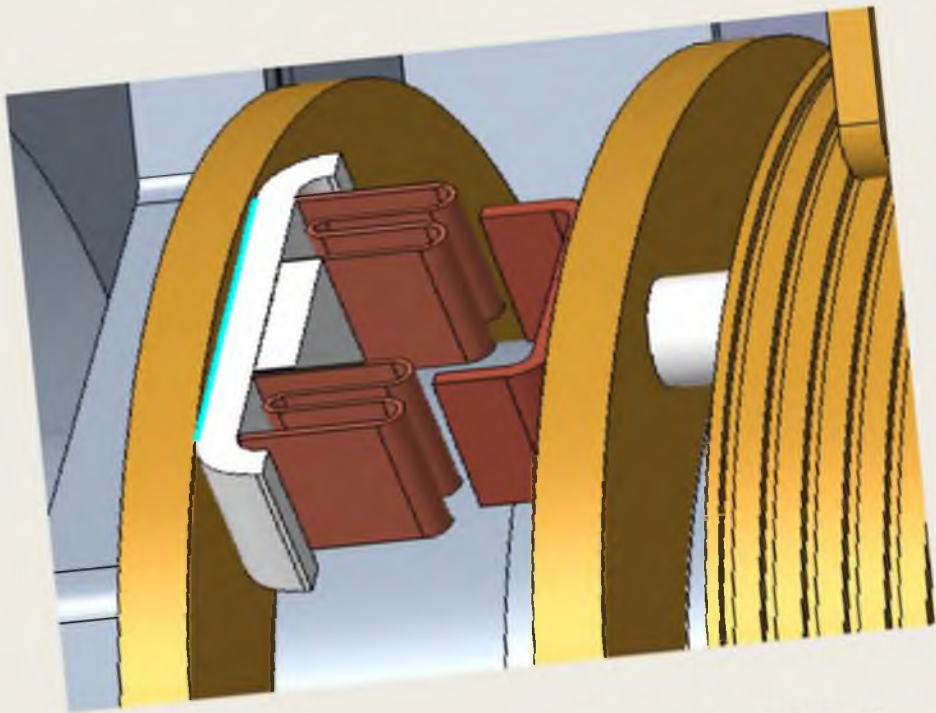


Рисунок 6 - Замыкающие контакты.

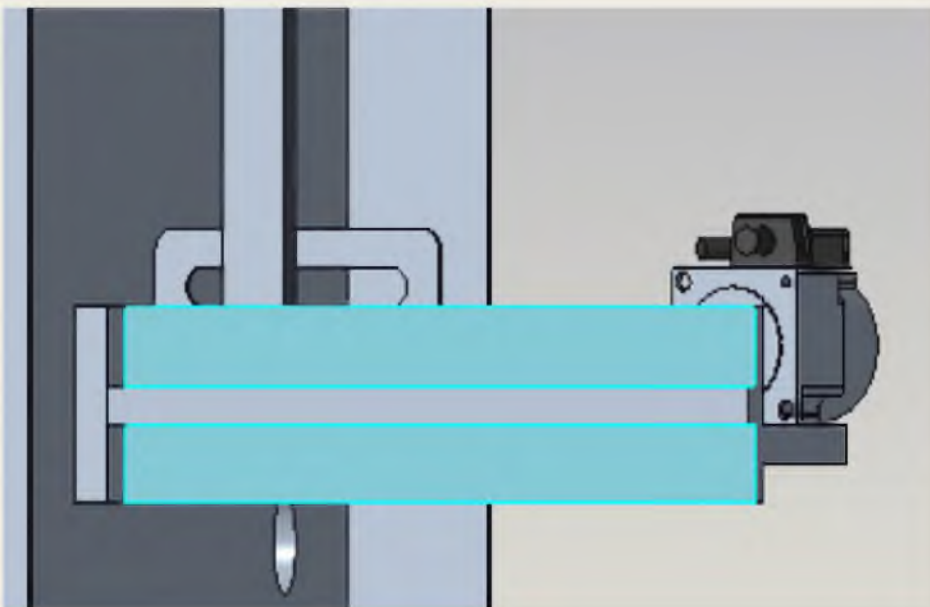


Рисунок 7 – Привод замыкания контактных колец.

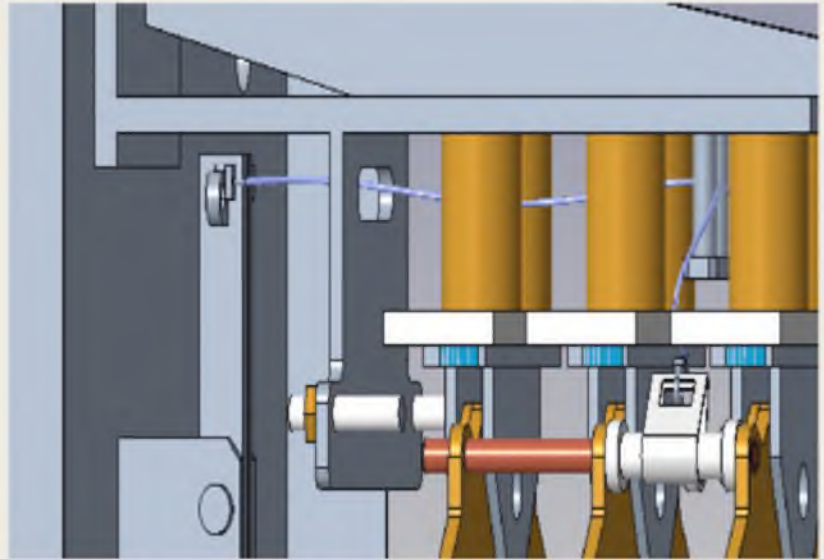


Рисунок 8 - Тяги для поднятия щеток.

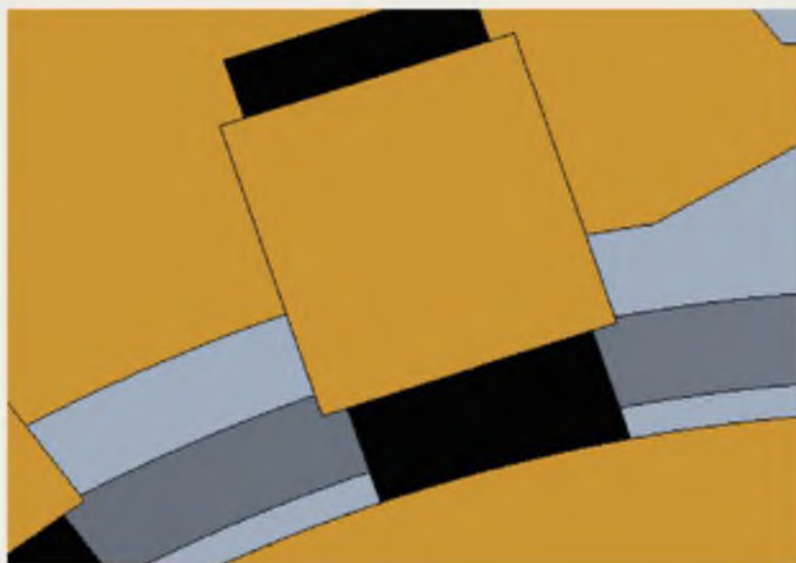


Рисунок 9 – Пришлифовка щетки.

Спасибо за внимание!



Influence of Cyber-Physical Power System Elements on Each Other

Авторы:

Доц., к.т.н., доц. Солёная Оксана Ярославовна
Ст. преп. Кузьменко Владимир Павлович
Асс. Рысин Александр Владимирович

Санкт-Петербург,
2022 г.

Киберфизическая система

Киберфизическая система представляет собой совокупность различных цифровых технологий и физических установок, являющихся объектом управления. В электроэнергетике к физическим установкам относятся высоковольтное оборудование: электростанции, повышающие и понижающие подстанции, линии электропередачи, устройства релейной защиты и автоматики, а также шины, питающие потребителя. Под цифровой технологией понимается процесс сбора данных о состоянии электрооборудования, параметрах электрической мощности, проходящей через каждый узел электросистемы, состоянии защитных устройств, а также передача этой информации для дальнейшей обработки.

Киберфизическая система

$$a = f(x, y);$$

$$\dot{x} = F_1(x, y);$$

$$(x, y) \in C_1 \subset R_n \times R_m$$

где x – состояние физической системы, y – вход физической системы, a – выход физической системы, C_1 – множество ограничений системы, $R_n \times R_m$ – область всех состояний системы.

Моделирование физической части системы

$$a' = F(z, v);$$

$$\xi = G(z, v);$$

$$(z, v) \in D \subset Y \times V$$

где z – область состояний киберсистемы, v – входной импульс киберсистемы, ξ – выходной сигнал киберсистемы, который определяется функцией входа и состояния G , D – ограничения киберсистемы.

Моделирование цифровой части системы

Киберфизическая система

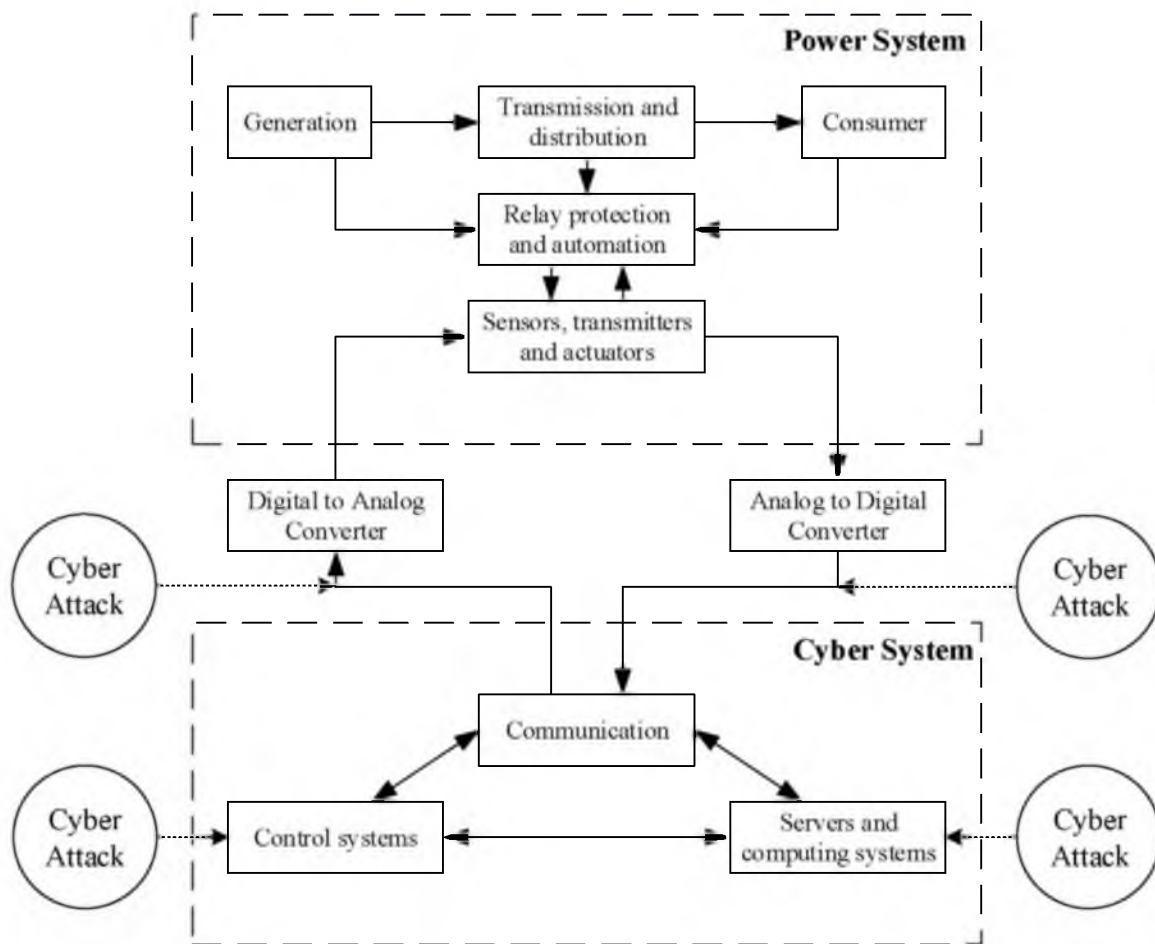


Рисунок 1. Структурная схема киберфизической системы

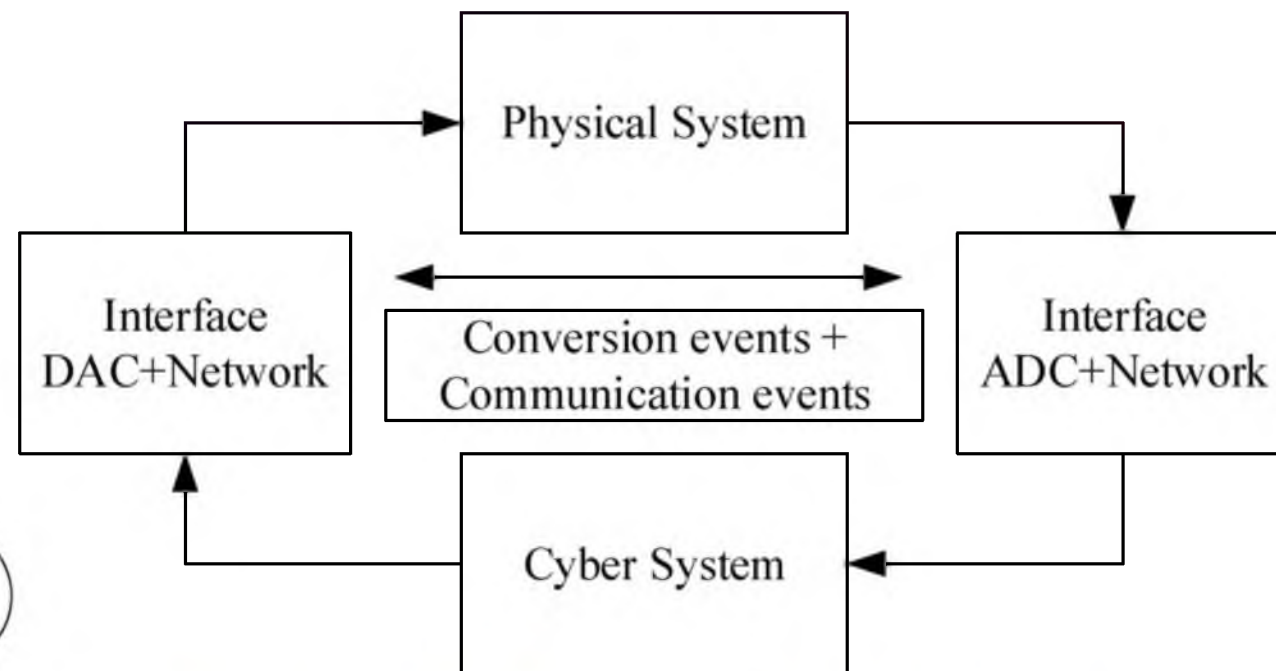


Рисунок 2. Схема моделирования взаимосвязей киберфизической системы

Киберфизическая система

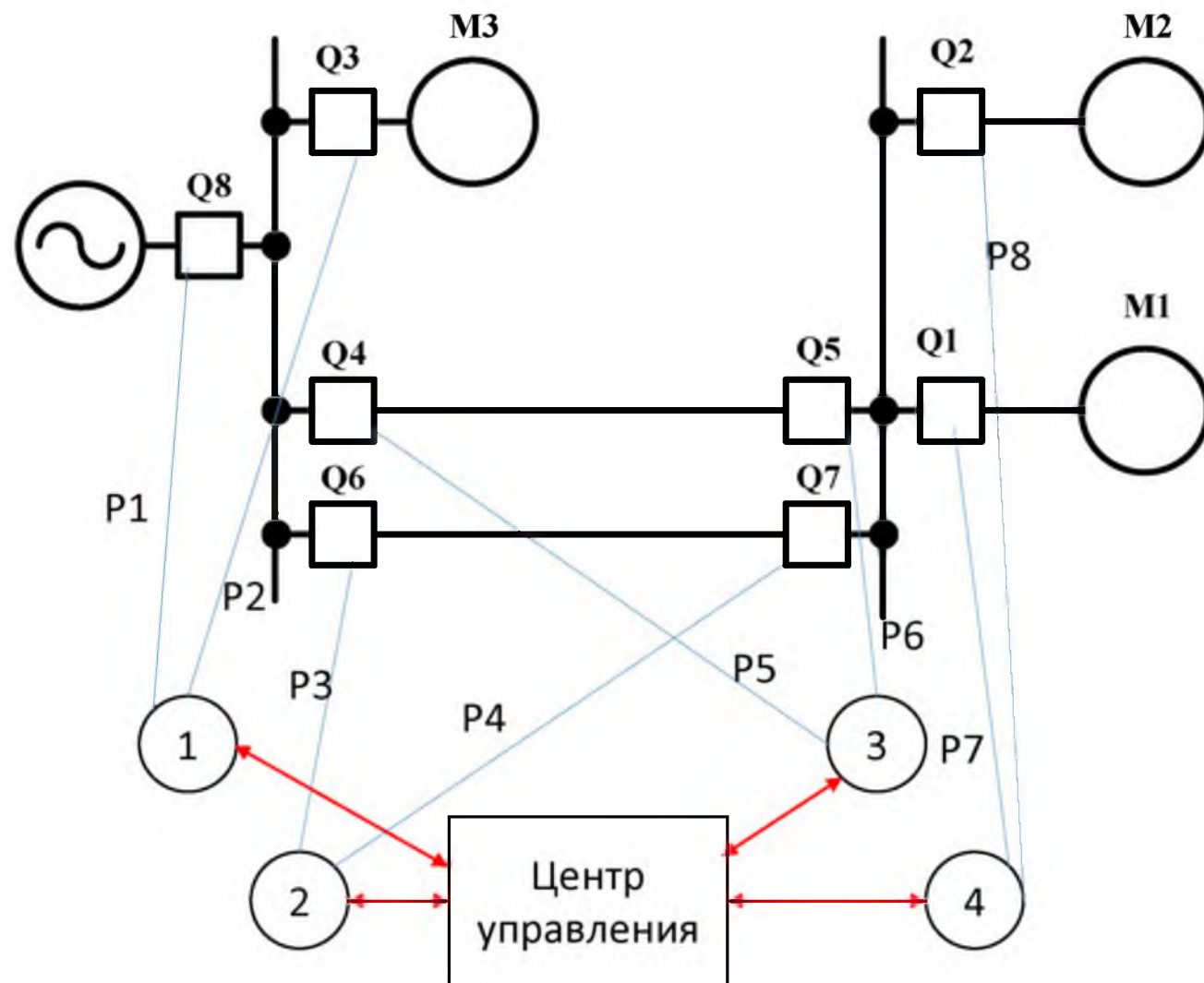


Рисунок 3. Пример функционирования киберфизической системы

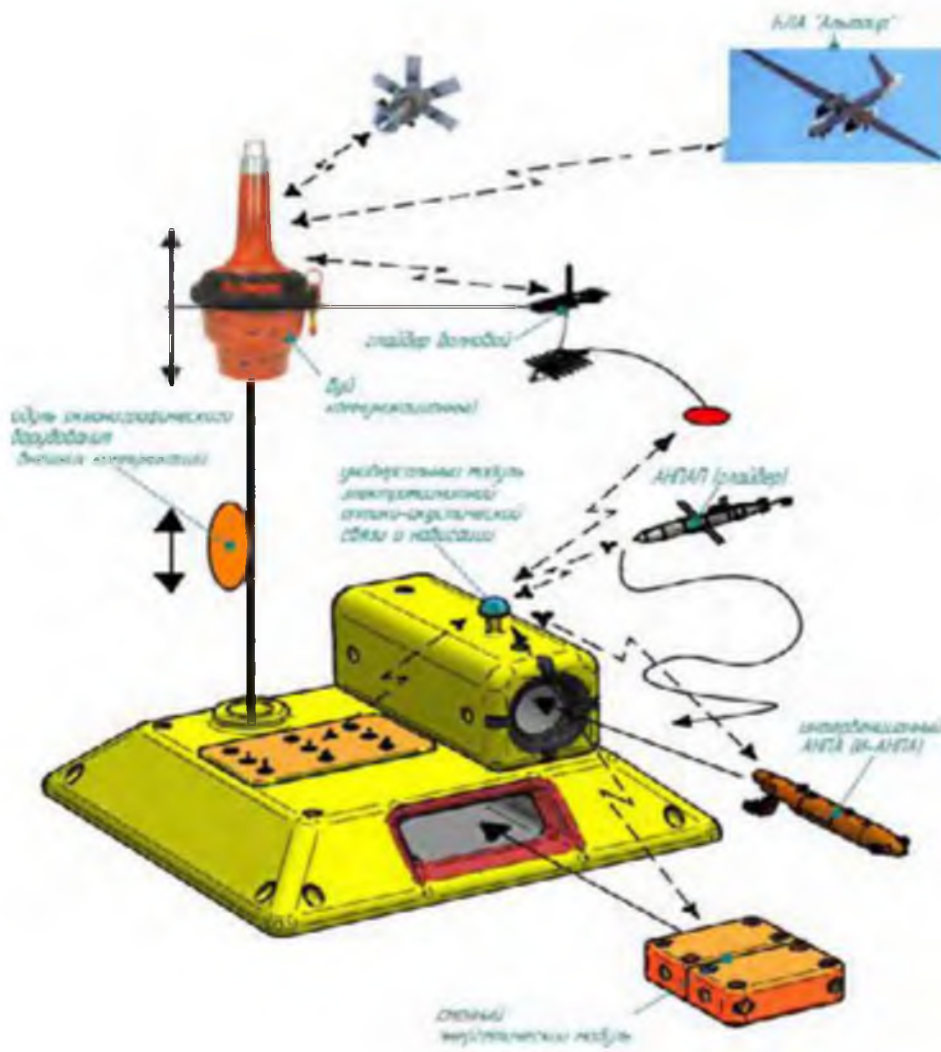
Спасибо за внимание!

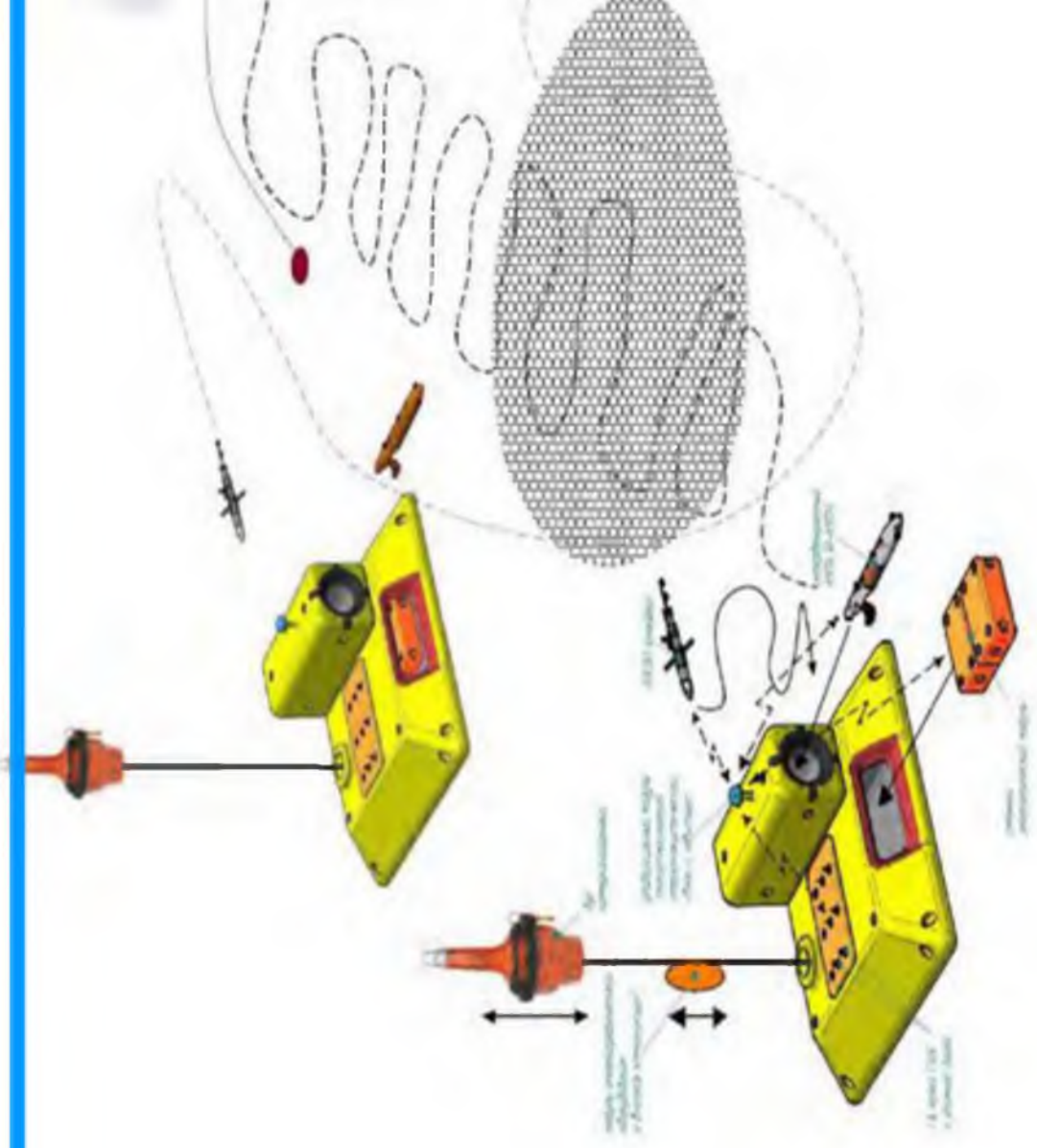


А.А. Мартынов *,

* Санкт – Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

Энергообеспечение резидентных подводных роботов и доковых станций



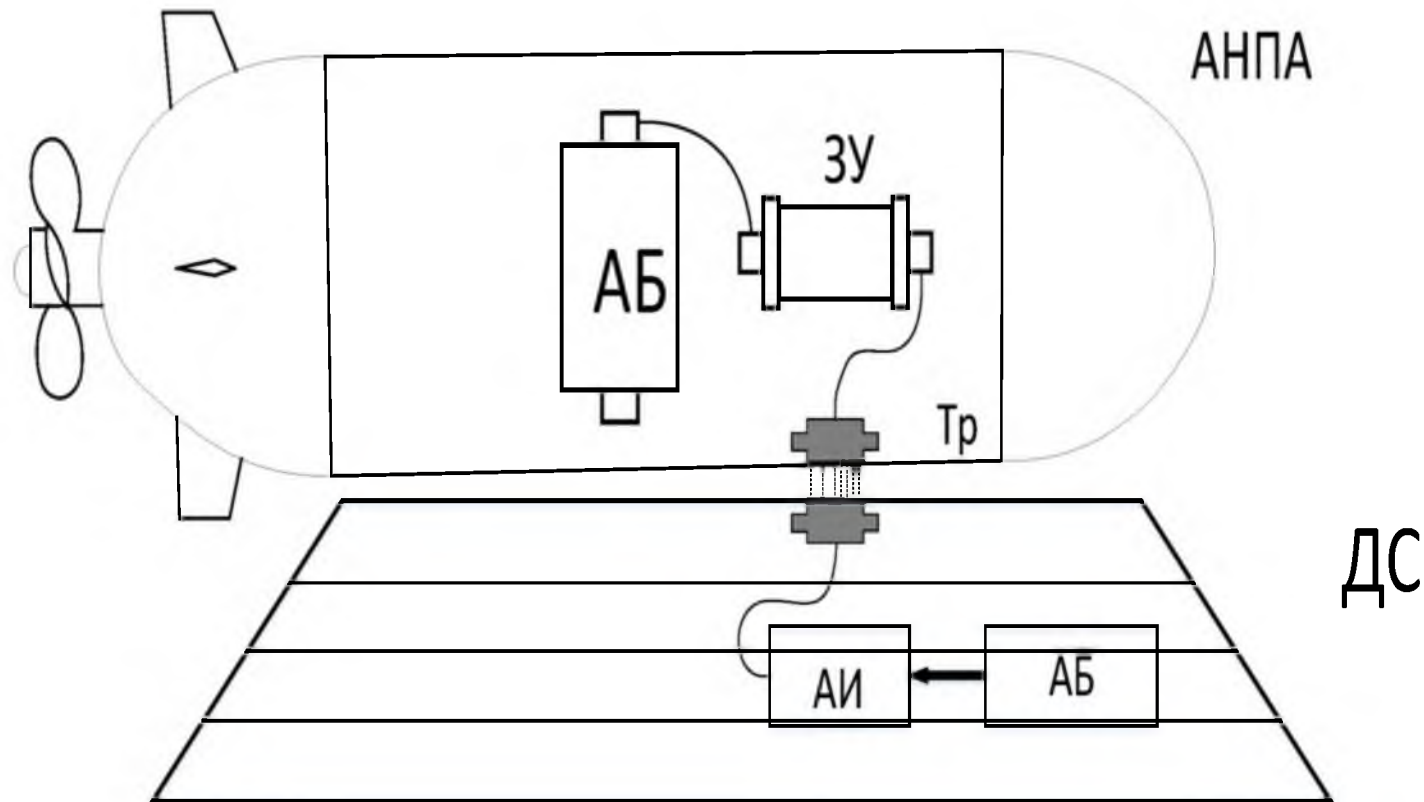




Пример реализации индуктивного способа заряда АБ подводного аппарата



Завалишинские
чтения
2022

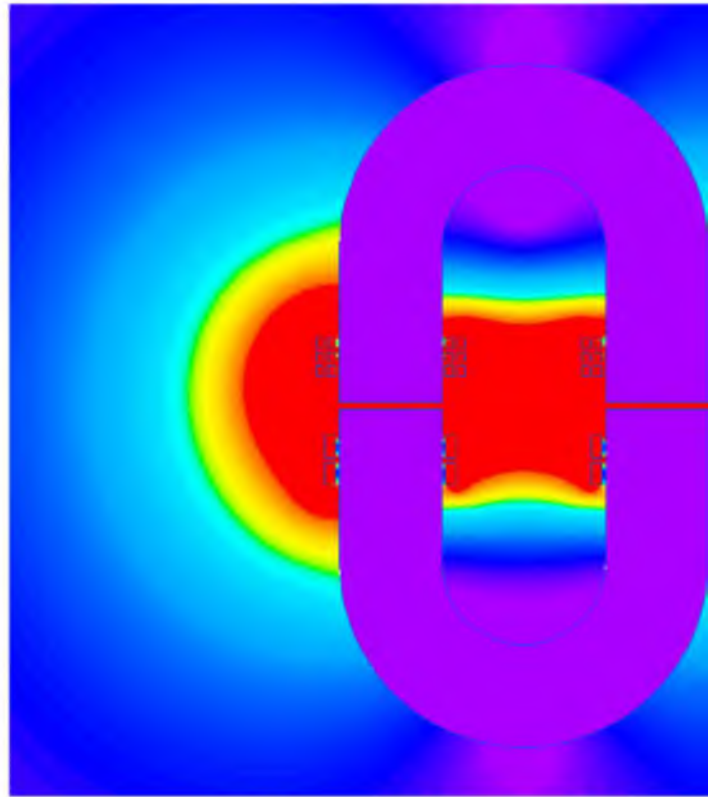




Сердечник трансформатора с обмотками

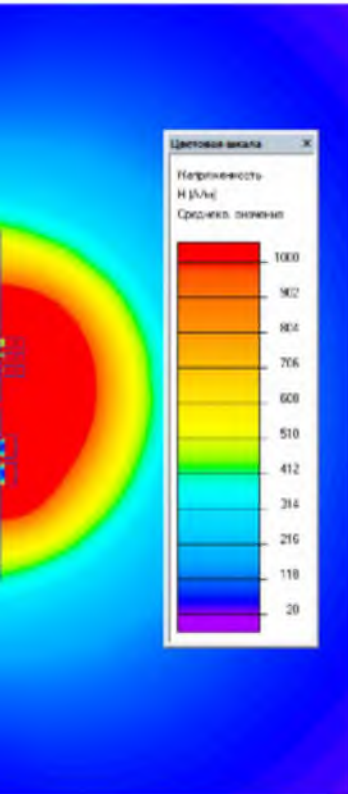


Распределение магнитного о́кружающем трансформатор





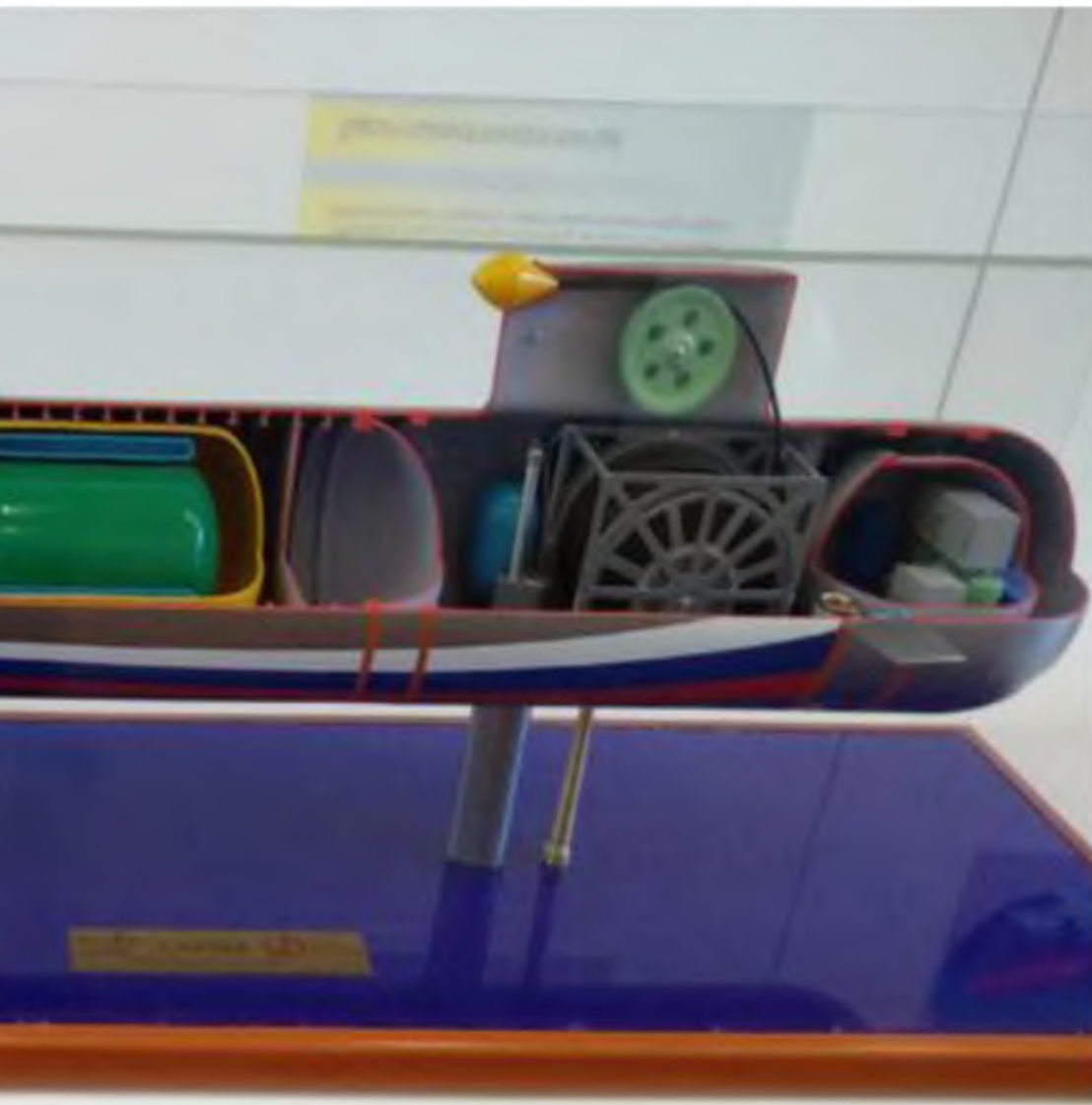
поля в пространстве,

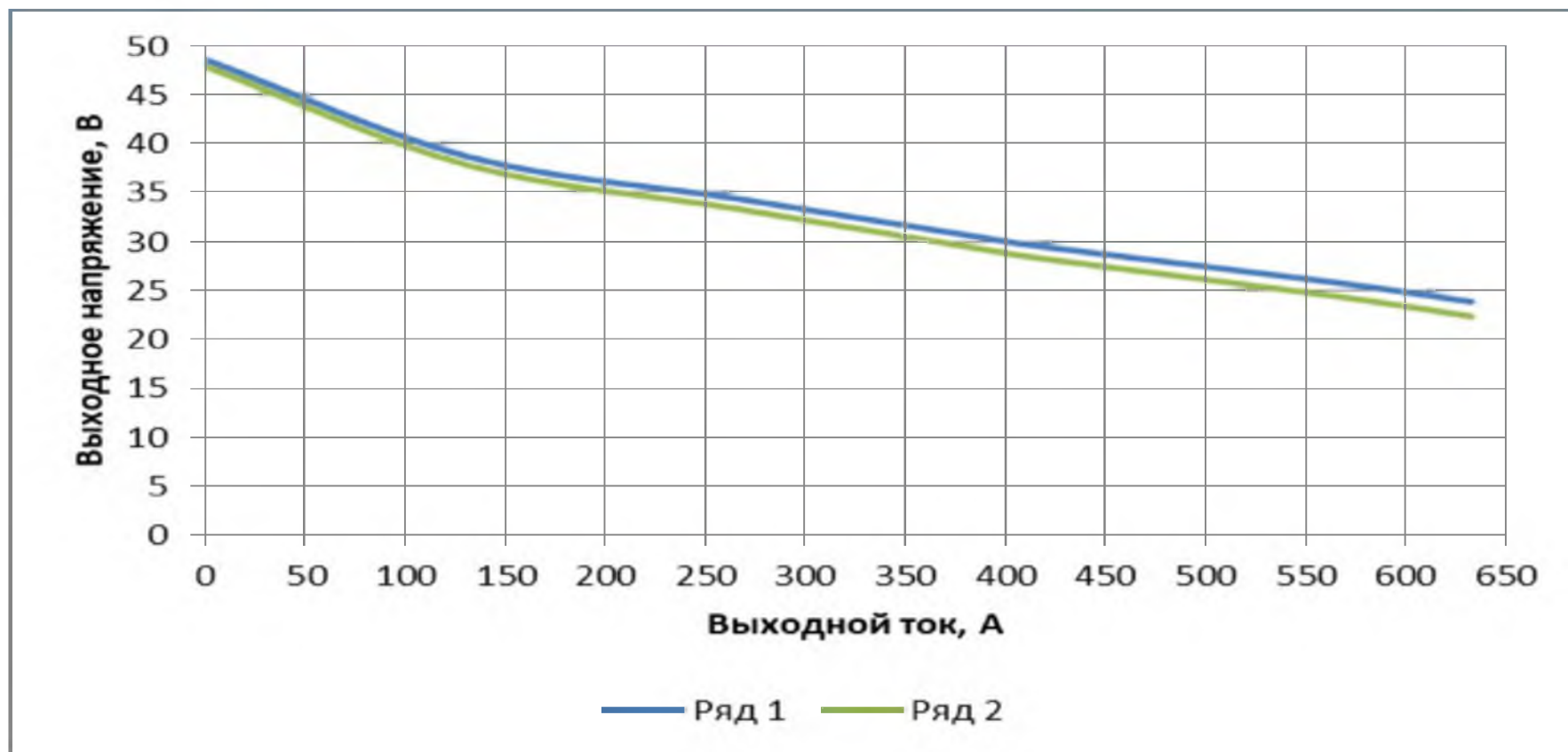






Завалишинские чтения 2022





Вольт-амперные характеристики ЭХГ. Ряд 1 (верхняя кривая) – в начале ресурса ЭХГ, ряд 2 (нижняя кривая) - в конце ресурса ЭХГ



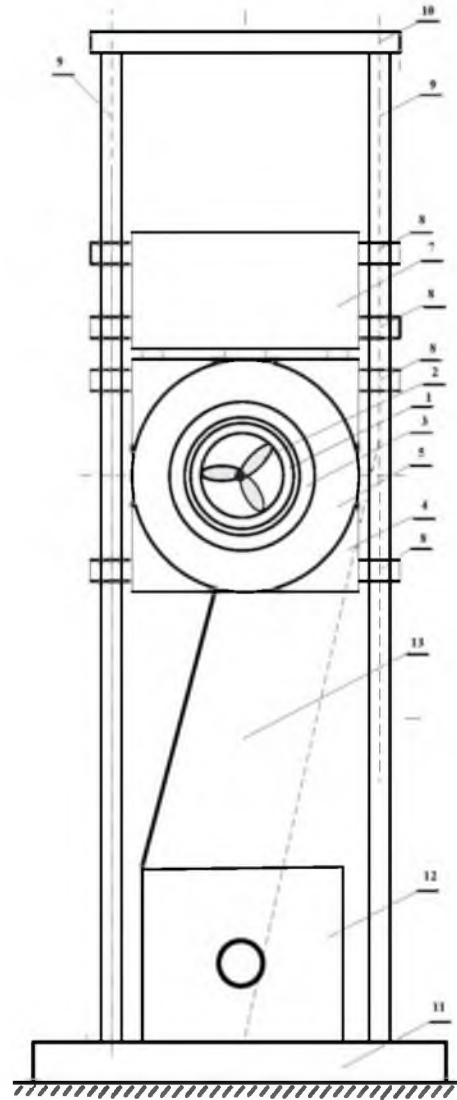
Энергообеспечение подводной доковой станции от генератора подводной приливной электростанции

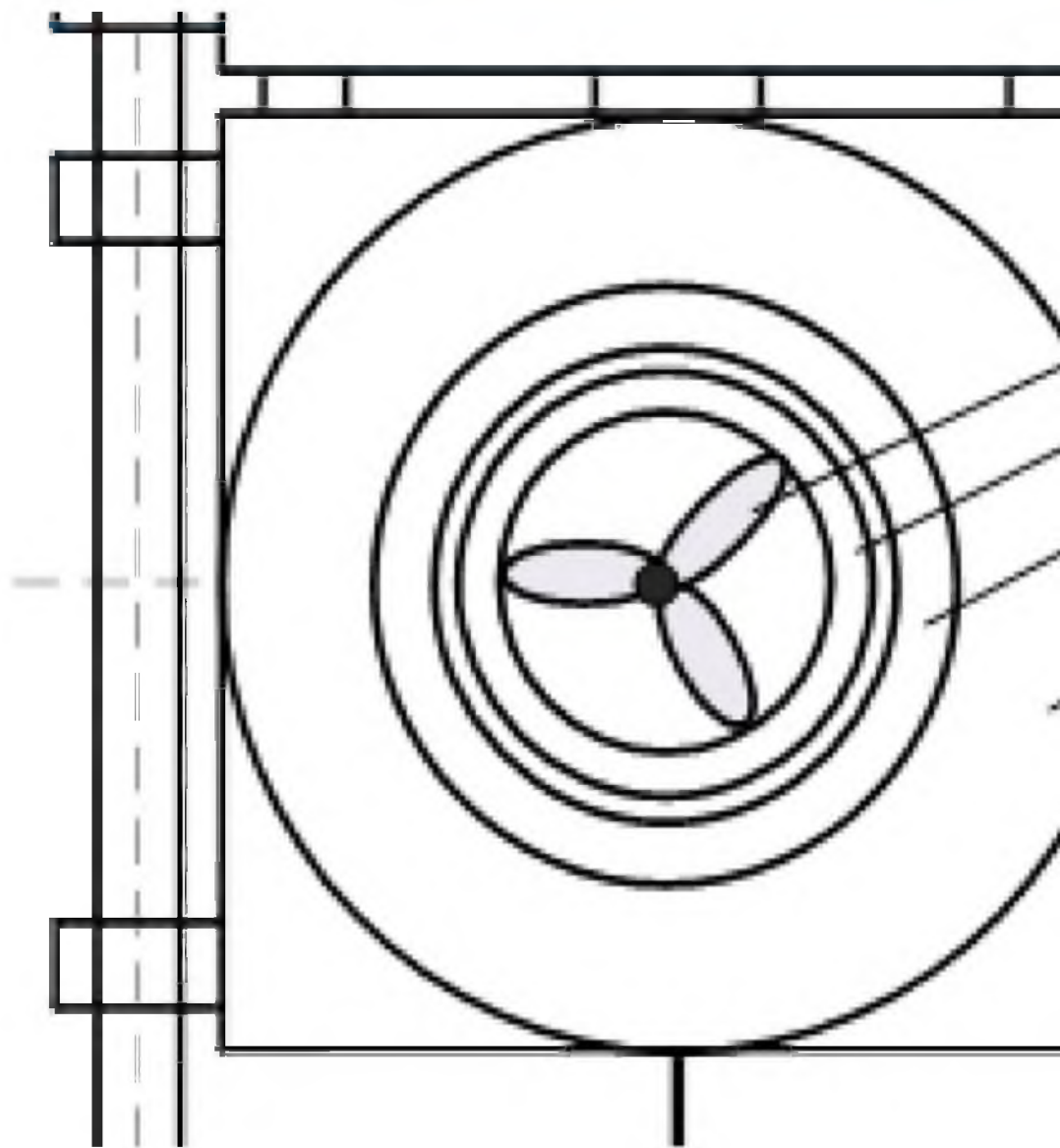


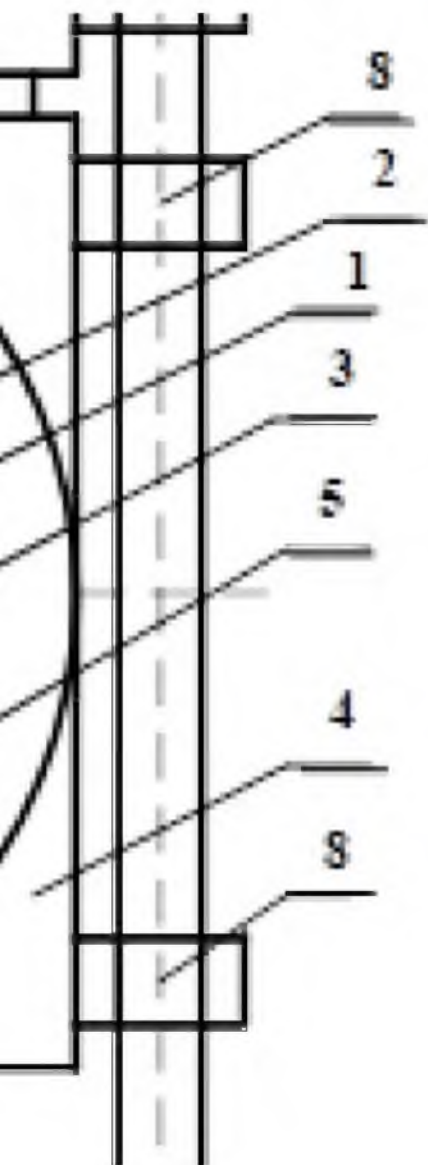


Электродвигатель кольцевой конструкции



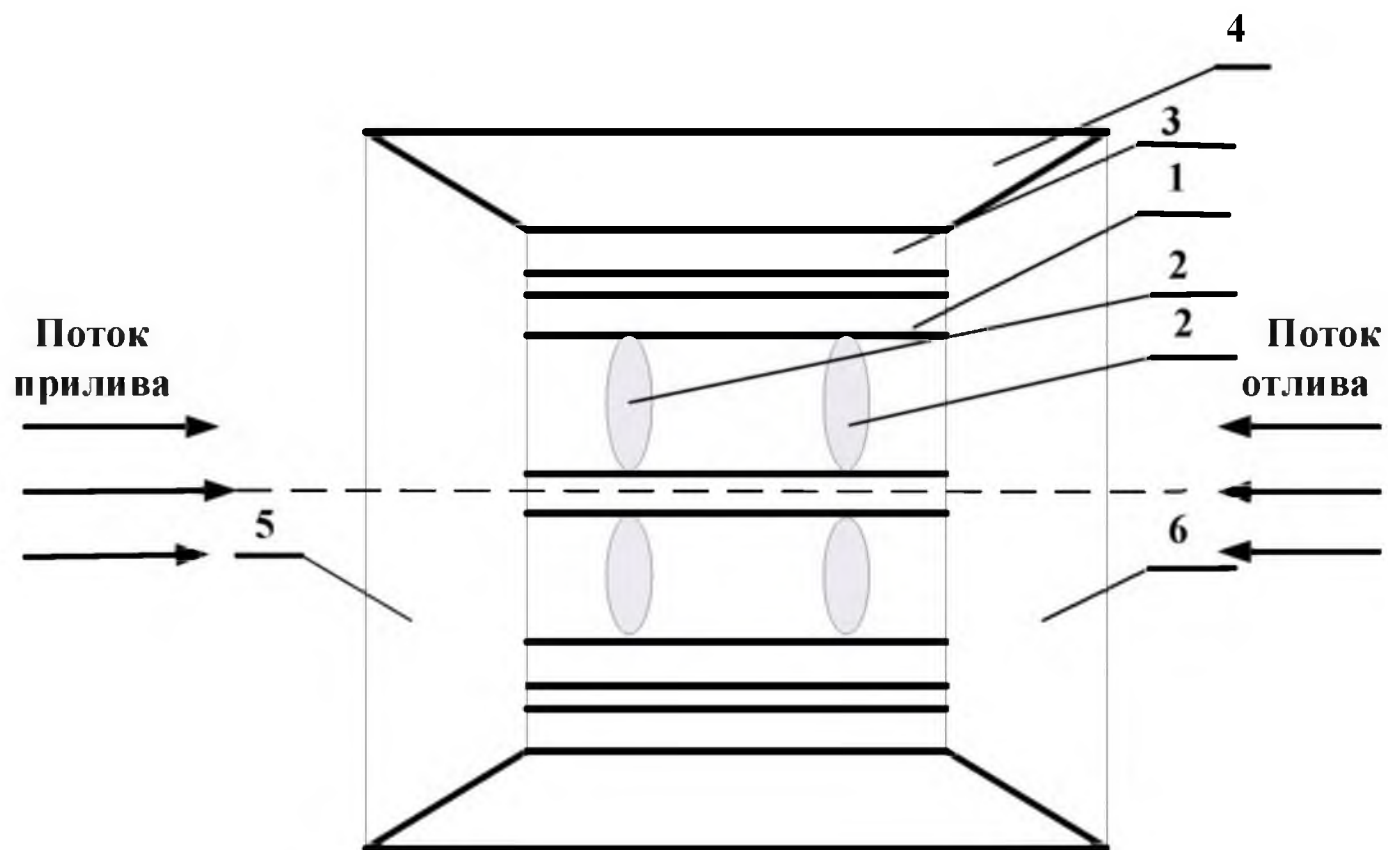






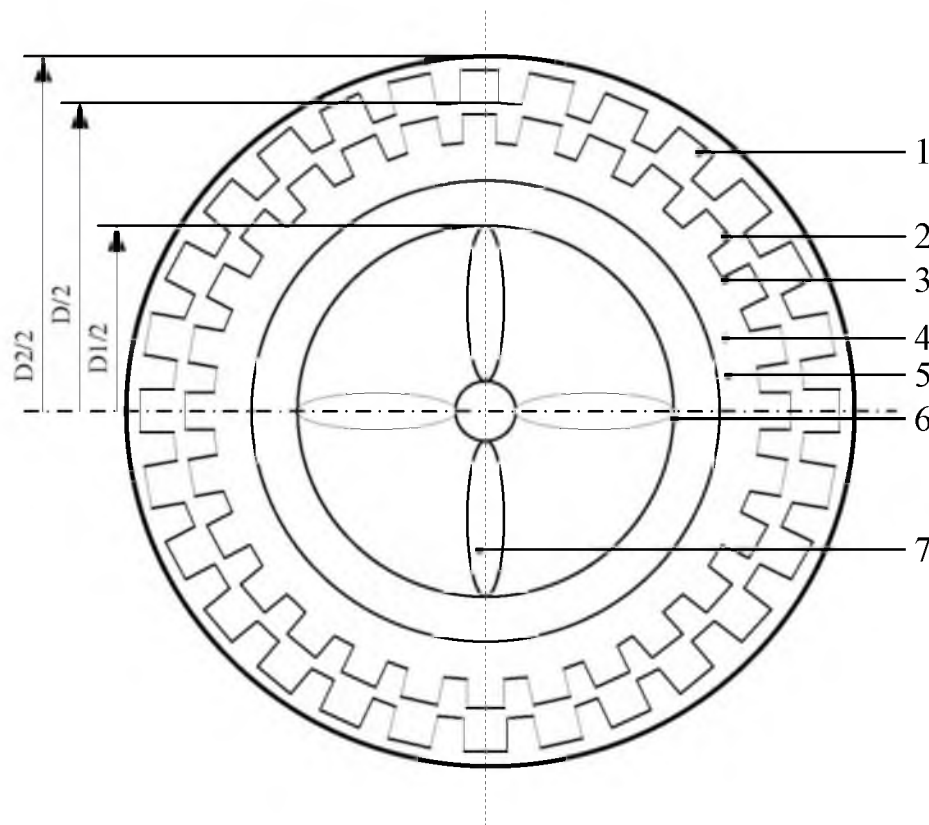


Эскиз конструктивной схемы генератора подводной приливной электростанции с насадками конической формы

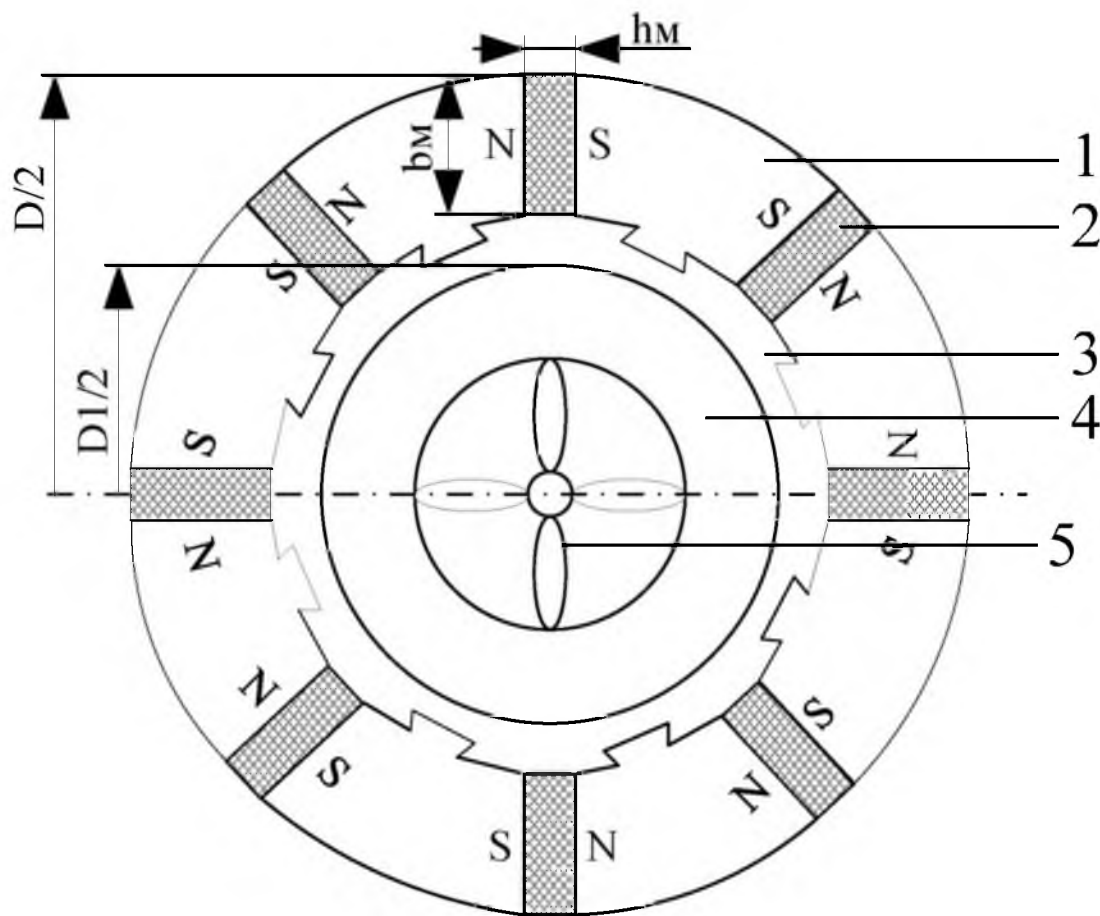




Эскиз конструктивной схемы генератора



Эскиз конструктивной схемы ротора генератора с магнитоэлектрическим возбуждением





$$P_{\Gamma} = \eta_{\Gamma} \cdot \eta_{\text{T}} \cdot P_{\text{II}}, \quad P_{\text{II}} = 0,5 \cdot \rho \cdot S_{\text{T}} \cdot v_{\text{II}}^3, \text{ Вт.}$$

$$D^2 l = P_{\text{ЭМ}} \cdot 60 / (n \cdot k \cdot A \cdot B_{\delta \text{max}}),$$

$S_{\text{г.р}}/n_{\text{N}},$ ВА/об/мин	<0,4	0,4 ÷ 1,5	0,6 ÷ 3,4	>2,6
$2p$	2	4	6	8

$$\lambda = l_{\delta}/D_1 = 0,15-0,5$$



А.А. Мартынов*, О.Б. Чернышева*,

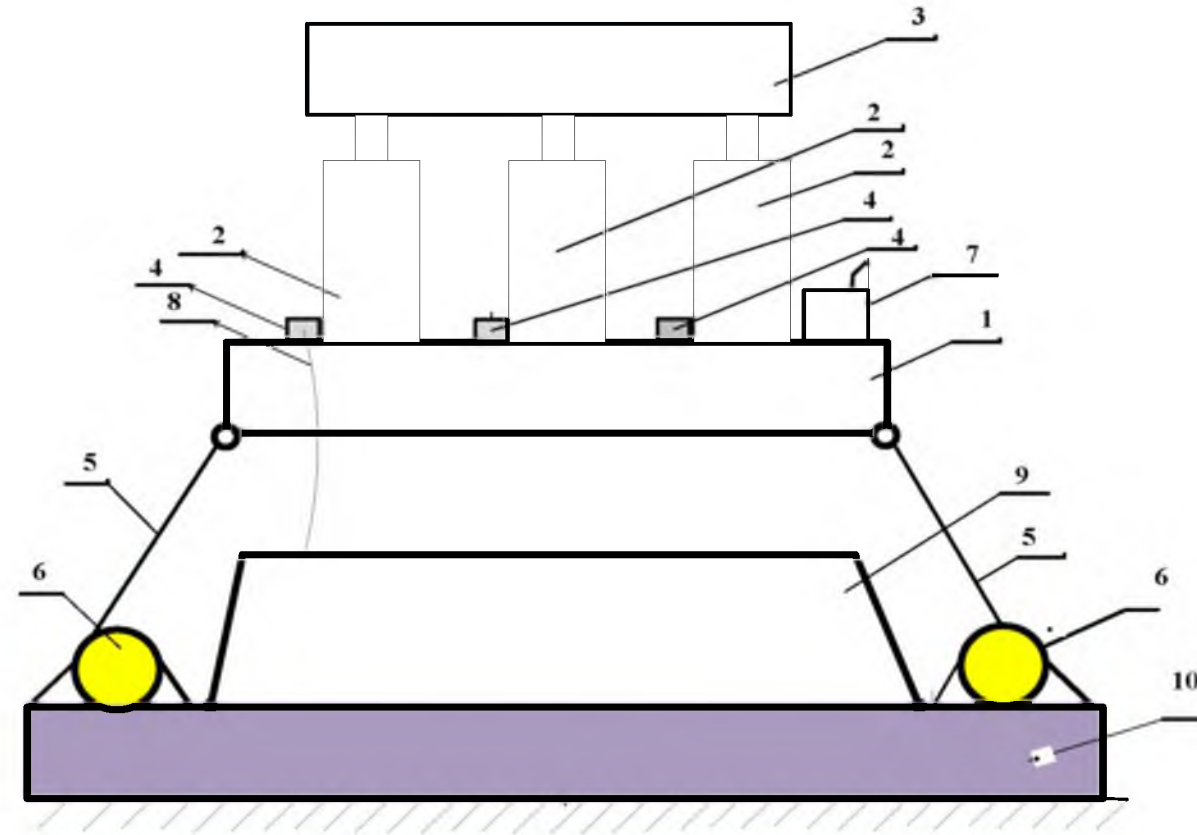
*Санкт – Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

**Энергообеспечение подводной
доковой станции от поплавковой
волновой электростанции
обращенной конструкции**

Поплавковая волновая электростанция традиционной конструкции

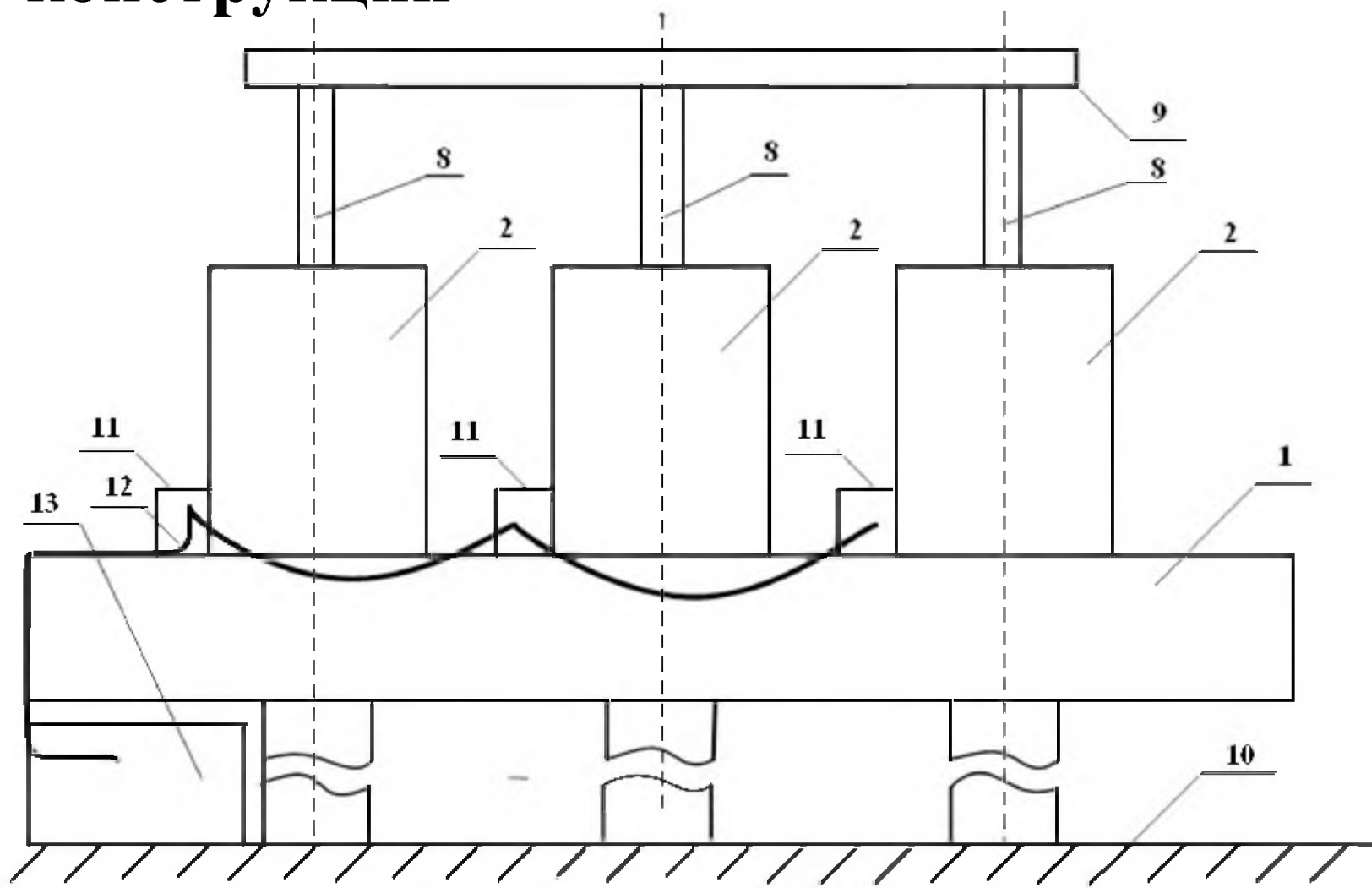


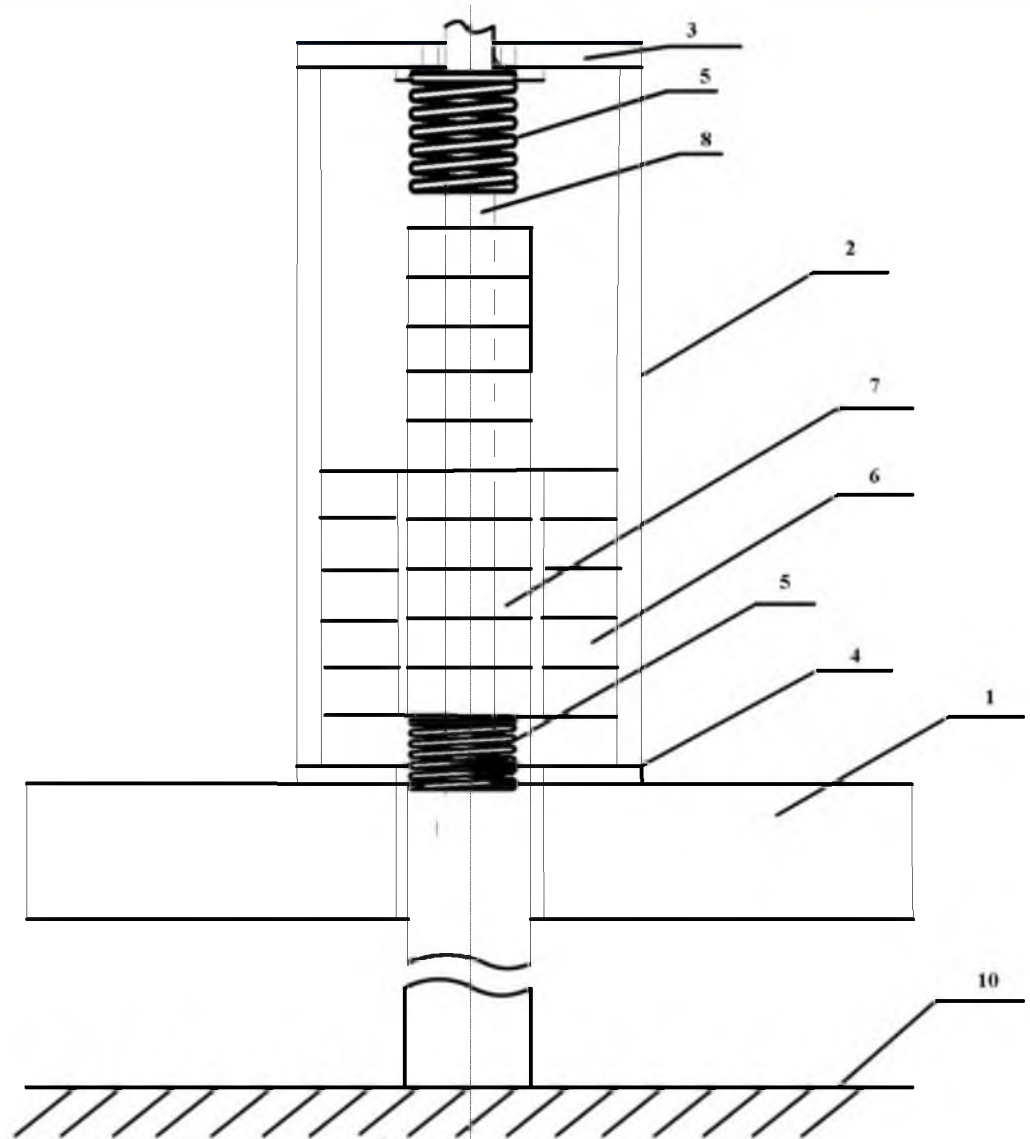
Завалишинские
чтения
2022





Поплавковая волновая электростанция обращенной конструкции







Баланс энергии поплавкового волнового генератора

$$W_{\text{попл.}} > W_{\text{э.э.}} + W_{\text{п.э.}} + W_{\text{с.с.}}$$

где $W_{\text{попл.}}$ -энергия, определяемая выталкивающей силой поплавка;

$W_{\text{э.э.}}$ -электрическая энергия, снимаемой с обмоток статоров генераторов

$W_{\text{п.э.}}$ –потенциальная энергия подвижной части генераторов;

$W_{\text{с.с.}}$ -энергия, затрачиваемая на преодоление сил сопротивления движению поплавка вверх.



$$W_{\text{попл.}} = k_{\text{зап.}} F_{\text{попл}} * 2A = mg2A +$$

$$2P_{\Gamma} / v_{\text{волн}} = mg2A + 2P_{\Gamma} * T_{\text{в}} / 4A,$$

где $F_{\text{попл}}$ – выталкивающая сила

поплавка;

A – амплитуда волны;

g – ускорение свободного падения;

$T_{\text{в}}$ – период волны.



Зависимость массы подвижной части генераторов от его мощности и параметров волны:

$$m \geq P_{\Gamma} * T_{\text{В}} / [4g A^2 (k_{\text{зап}} - 1)].$$

С другой стороны масса подвижной части генераторов $m = \rho * 4A\pi D^2 / 4$.

Решая эти два уравнения, определяем диаметр индуктора D .

Объем поплавка V_{Π} :

$$V_{\Pi} = P_{\Gamma} T_{\text{В}} / (4Ag\eta_{\Gamma}), \text{ дм}^3.$$



Основные расчетные соотношения для определения размеров одного волногенератора

Длина активной зоны магнитопровода статора $l_a = \Delta A = 2A$.

Длина активной зоны индуктора $L_{и}$ равна $L_{и} = l_a + 2A = 4A$.

Размер полюсного деления магнитной системы генератора

$$\tau = l_a / N_k.$$

Число катушек обмотки статора $N_k = k_p$.

Длина корпуса генератора $L_k = L_{и} + 2x_0$.



Наружный диаметр корпуса генератора $D_k = D + 2(\Delta k + \delta + h_{\Pi})$,

где h_{Π} – высота паза магнитопровода статора.

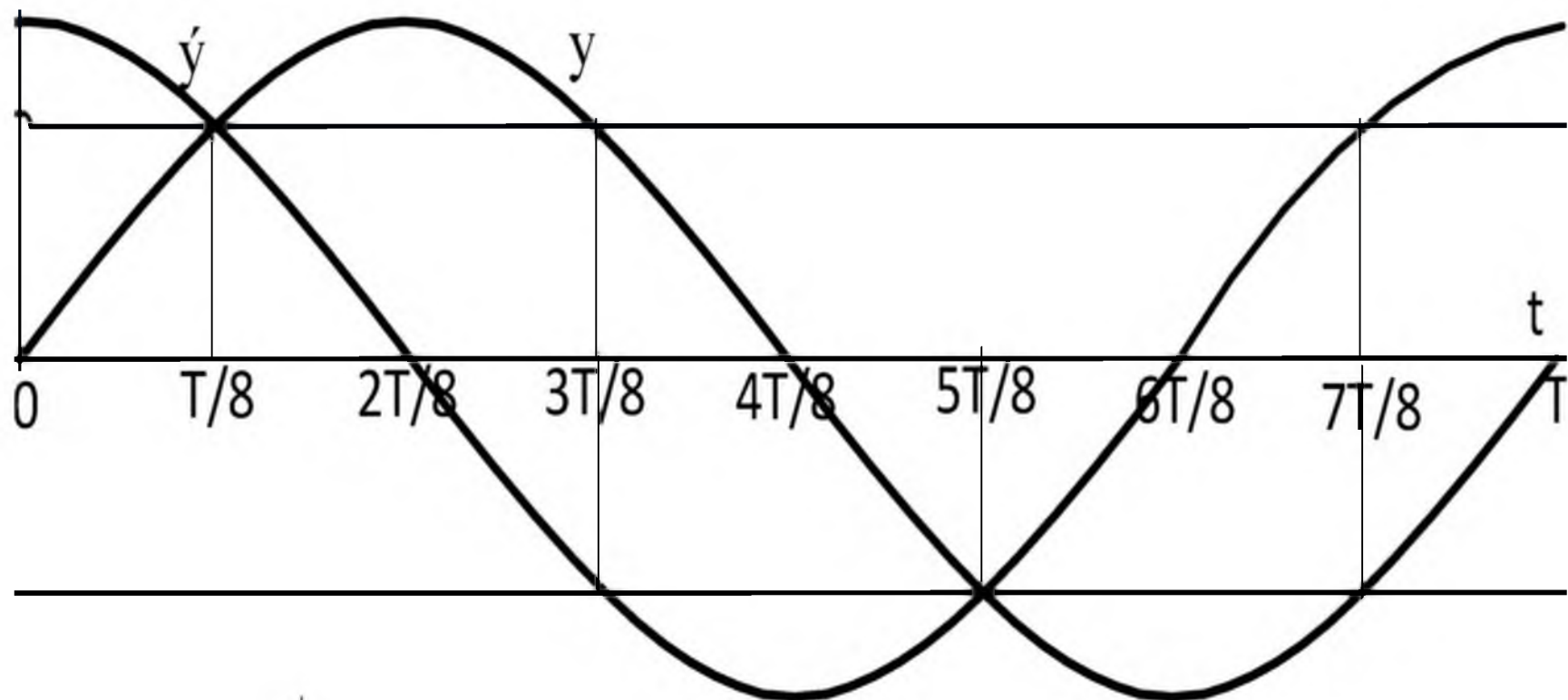
Величину h_{Π} можно определить, исходя из равенства:

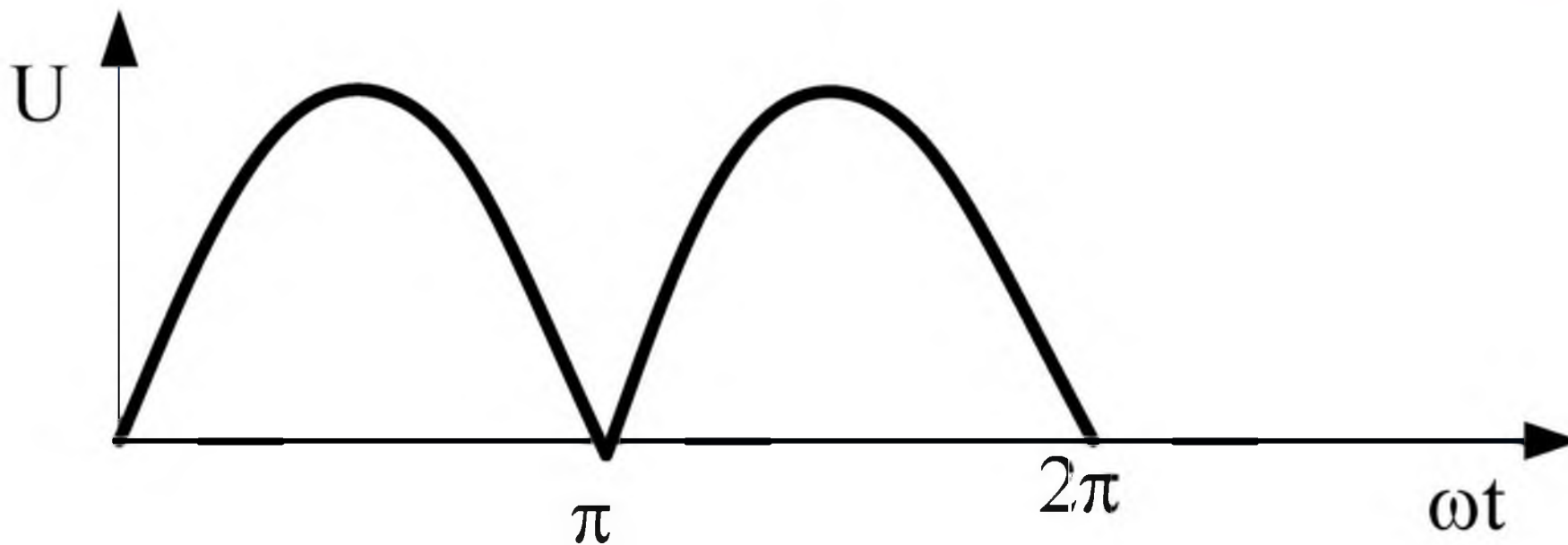
$$S_{\Pi} = h_{\Pi} * b_{\Pi} = k_{\text{зап}} * q * W_k,$$

где $k_{\text{зап}}$ – коэффициент заполнения паза обмоткой;

q – сечение проводника обмотки генератора;

W_k – число витков катушки обмотки статора.





$$C_{\Phi} = \frac{P_{\text{нг}}}{n_{\text{п}} \Delta U_{\text{п}} f_{\text{в}} U_m} \Phi,$$



Спасибо за внимание!



Д.Ю. Ершов, И.Н. Лукьяненко, Е.Э. Аман
Санкт-Петербургский государственный
университет аэрокосмического приборостроения

Основные результаты

Теоретическое исследование нахождения передаточной функции упругой механической системы с распределенными параметрами.

Приводится общий вид матрицы передаточных функций в виде, аналогичном решению Гильберта—Шмидта.

Представлен матричный метод определения передаточной функции системы.



Д.Ю. Ершов, И.Н. Лукьяненко, Е.Э. Аман
Санкт-Петербургский государственный
университет аэрокосмического приборостроения

Изображения, графики,
формулы

Основные результаты

Будем считать, что для упругой системы справедливы уравнения, где σ — обобщенные силы; u — обобщенные перемещения; D_u — дифференциальные операторы, сопряженные в смысле Лагранжа, индекс T — транспонирование; S — граница области; R — симметричная положительно определенная матрица распределения масс или удельная масса; C — симметричная положительно определенная матрица или тензор упругих характеристик;

$$\left(C + C_1 \frac{d}{dt} \right) D^* u = 0$$

$$D\sigma + R \frac{d^2 u}{dt^2} + T \frac{du}{dt} - f = 0$$

$$\int_V (D\sigma)^T u dV = \int_V \sigma^T D^* u dV - \int_S (n\sigma)^T u dS$$

T и C_1 — симметричные положительно определенные матрицы или тензоры, характеризующие рассеивание энергии; n — матрица статической совместности на поверхности тела S или орт нормали.



Д.Ю. Ершов, И.Н. Лукьяненко, Е.Э. Аман
Санкт-Петербургский государственный
университет аэрокосмического приборостроения

Изображения, графики,
формулы

Граничные условия:

где α — пространственная координата

$$\begin{aligned} n\sigma \Big|_{z1} &= \sigma_s(\alpha, t) & u \Big|_{z2} &= u_s(\alpha, t) \\ u \Big|_{r=0} &= u_0(\alpha) & \dot{u} \Big|_{r=0} &= \dot{u}_0(\alpha) \end{aligned}$$

$$C_1 = C_{ijkl} = \lambda_1 \delta_{ij} \delta_{kl} + G(\delta_{ik} \delta_{jl} + \delta_{il} \delta_{jk})$$

Для пространственного изотропного тела Кельвина
— Фойгта, если $\sigma_{ij} = K \epsilon_{kk}$, где K — объемный модуль
упругости, то

$$2 \left(1 + \tau_k \frac{d}{dt} \right) G \epsilon_{ij} + \frac{1}{3} \delta_{ij} \left[3K - 2 \left(1 + \tau_k \frac{d}{dt} \right) G \right] \epsilon_{kk} = \tau_{ij}$$

где τ_k — коэффициент вязкого сопротивления



Д.Ю. Ершов, И.Н. Лукьяненко, Е.Э. Аман
Санкт-Петербургский государственный
университет аэрокосмического приборостроения

Изображения, графики,
формулы

Если ввести множество непрерывных дважды дифференцируемых вектор-функций $L(V)$, удовлетворяющих однородным граничным условиям:

$$CD^*u \Big|_{s1} = 0 \quad u \Big|_{s2} = 0$$

для всех справедливо соотношение

где оператор K симметричен $L(V)^V$

Определим в $L(V)$ скалярное произведение и норму

Рассмотрим оператор $K_V = R^{-1}K$

$$\int_V (Ku)^T v dV = \int_V u^T K v dV$$

$$\int_V (Ru)^T v dV = (u, v)$$

$$\int_V (Ru)^T u dV = \|u\|^2$$

$$(K_V u, v) = (u, K_V v)$$

$$(K_V u, u) - \int_V (CD^*u)^T D^* u dV \geq 0$$



Д.Ю. Ершов, И.Н. Лукьяненко, Е.Э. Аман
Санкт-Петербургский государственный
университет аэрокосмического приборостроения

Изображения, графики,
формулы

Рассмотрим интегральное уравнение динамики

$$\int_V \delta(\alpha, \beta) \left[f(\alpha, t) - R(\alpha) \frac{d^2 u}{dt^2} - B(\alpha) \frac{du}{dt} \right] dV = u(\beta)$$

Здесь $\delta(\alpha, \beta)$ — матрица Грина, обладает свойством $\delta(\alpha, \beta) = \delta(\beta, \alpha)^T$

Уравнение для амплитуд вынужденных колебаний без учета трения

$$\int_V \delta(\alpha, \beta) \left[f(\alpha) - \omega^2 R(\alpha) u(\alpha) \right] dV = u(\beta)$$

u и f — амплитуды колебаний и возмущающих сил. Обозначим

$$Au = \int_V \delta(\alpha, \beta) R(\alpha) u(\alpha) dV = u(\beta)$$

Тогда $Au - \lambda u = F$, где

$$F = -\lambda \int_V \delta(\alpha, \beta) f(\alpha) dV$$

$$K_V \int_V \delta(\alpha, \beta) R(\alpha) u(\alpha) dV = u(\beta)$$

формула Гильберта — Шмидта

$$u = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{\lambda} \frac{\lambda_n \eta_n}{(\lambda_n - \lambda) \|\eta_n\|^2} u_n - \frac{1}{\lambda} F \quad \eta_n = -\lambda \int_V \left[R(\beta) \left[\int_V \delta(\alpha, \beta) R(\alpha) dV \right] \right]^T u_n(\beta) dV = -\lambda \lambda_n \int_V u_n^T(\alpha) f(\alpha) dV$$



Д.Ю. Ершов, И.Н. Лукьяненко, Е.Э. Аман
Санкт-Петербургский государственный
университет аэрокосмического приборостроения

Изображения, графики,
формулы

Если разложить слагаемое $(1/\lambda)F$ в ряд Фурье по собственным функциям u_n , то решение нетрудно показать, что $\delta(\alpha, \beta)$ ядро представимо в виде билинейного ряда. Решение задачи с трением, p — параметр преобразования Лапласа

$$u(\beta) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\lambda_n \int_V f^T(\alpha) u_n(\alpha) dV}{\left(1 - \frac{\lambda_n}{\lambda}\right) \|u_n\|^2} u_n(\beta)$$

$$\delta(\alpha, \beta) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\lambda_n u_n(\beta) u_n^T(\alpha)}{\|u_n\|^2}$$

$$u(\beta, p) = \sum_{n=1}^{\infty} a_n(p) u_n(\beta)$$

$$B_n = \frac{\int_V (B u_n)^T u_n dV}{\|u_n\|^2 \omega_n^2}$$

$$p^2 a_n(p) \|u_n\|^2 + p \sum_{r=1}^{\infty} a_r(p) \int_V (B u_r)^T u_n dV + \omega_n^2 a_n(p) \|u_n\|^2 = \int_V f^T u_n dV$$

Введем обозначения $\lambda_n = T_{n2}^2$, $B_n = T_{n1}$; Тогда для $u_n(\alpha)$ получим

$$u_n(\alpha) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\lambda_n \int_V f^T u_n dV}{(T_{n2}^2 p^2 + T_{n1} p + 1) \|u_n\|^2} u_n(\alpha)$$



Д.Ю. Ершов, И.Н. Лукьяненко, Е.Э. Аман
Санкт-Петербургский государственный
университет аэрокосмического приборостроения

Изображения, графики,
формулы

В случае сосредоточенной силы, получим

$$W(p) f(\beta) = u(\alpha)$$

где

$$W(p) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\lambda_n u_n(\alpha) u_n^T(\beta)}{(T_{n2} p^2 + T_{n1} p + 1) \|u_n\|^2}$$

передаточная матрица упругой механической системы.

Предложенная методика определения передаточной функции механической системы может быть использована для получения передаточных функций несущих систем металлорежущих станков.

Задача может быть решена в следующей последовательности. В начале строятся амплитудно-фазо-частотные характеристики (АФЧХ) системы. При этом может быть полезен метод малого параметра, пропорционального силам трения. Затем по построенным АФЧХ последовательными приближениями находится матрица передаточных функций системы. Далее находятся необходимые динамические параметры исследуемой системы.



**Завалишинские
чтения
2022**

«Исследование видов и схем осуществления поверки электрических контрольно-измерительных приборов»

Авторы:

Бобрышов Алексей Павлович - ассистент

Кузьменко Владимир Павлович – старший преподаватель

Солёный Сергей Валентинович – доцент к.т.н. доцент

Санкт-Петербург

2022

Метрологические требования - это единый регламент, согласно которому проводится аттестация СИ, устанавливающий правила и условия проведения аттестации.

Федеральный закон от 26.06.2008 N 102-ФЗ "Об обеспечении единства измерений»

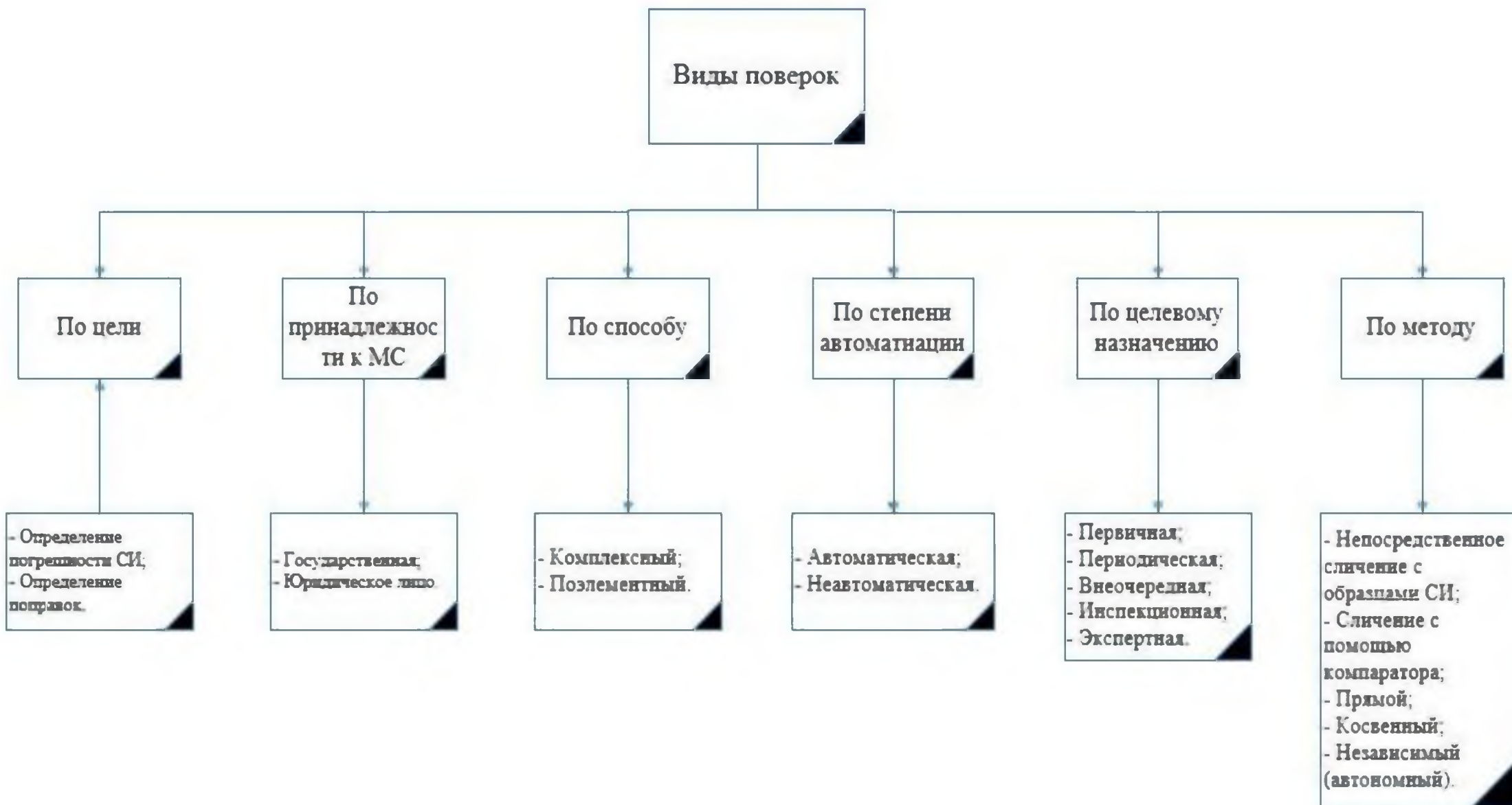
Настоящий Федеральный закон регулирует отношения, возникающие при выполнении измерений, установлении и соблюдении требований к измерениям, единицам величин, эталонам единиц величин, стандартным образцам, средствам измерений, применению стандартных образцов, средств измерений, методик (методов) измерений, а также при осуществлении деятельности по обеспечению единства измерений, предусмотренной законодательством Российской Федерации об обеспечении единства измерений, в том числе при выполнении работ и оказании услуг по обеспечению единства измерений.



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН

Об обеспечении единства измерений



Поверочной схемой называется документ который упорядочивает средства, методы поверки и точность передачи физической величины

Межгосударственная – распространяется на все КИП'ы государств-участников соглашения о сертификации.

Государственная – распространяется на все КИП'ы связанные с физической величиной и применяется на территории одного государства.

Ведомственная – разрабатывается отдельным ведомством с согласованием с согласованием с главным центром эталонов.

Локальная – распространяется на КИП'ы имеющие право быть поверенными на территории определенного предприятия.

Проблема подключения контрольно-измерительных устройств к стенду осуществляющему поверку устройств.

Проблема взаимодействия систем управления манипулятора и стенда поверки измерительных устройств.



Благодарим за внимание!

Санкт-Петербург
2022



Разработка моделей элементов ветросолнечной электростанции в среде Matlab Simulink

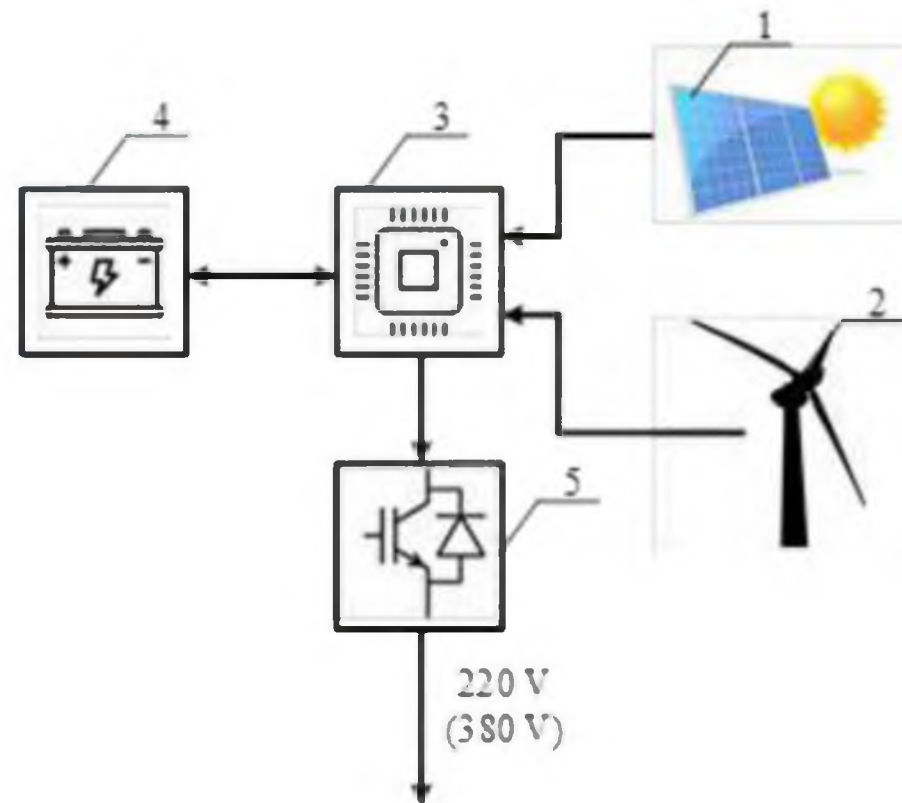
Авторы: Э.А. Гильманов*, А.Н. Яшин**, М.И. Хакимьянов**

Организация: * Муниципальное унитарное предприятие «Уфаводоканал»

** Уфимский государственный нефтяной технический университет

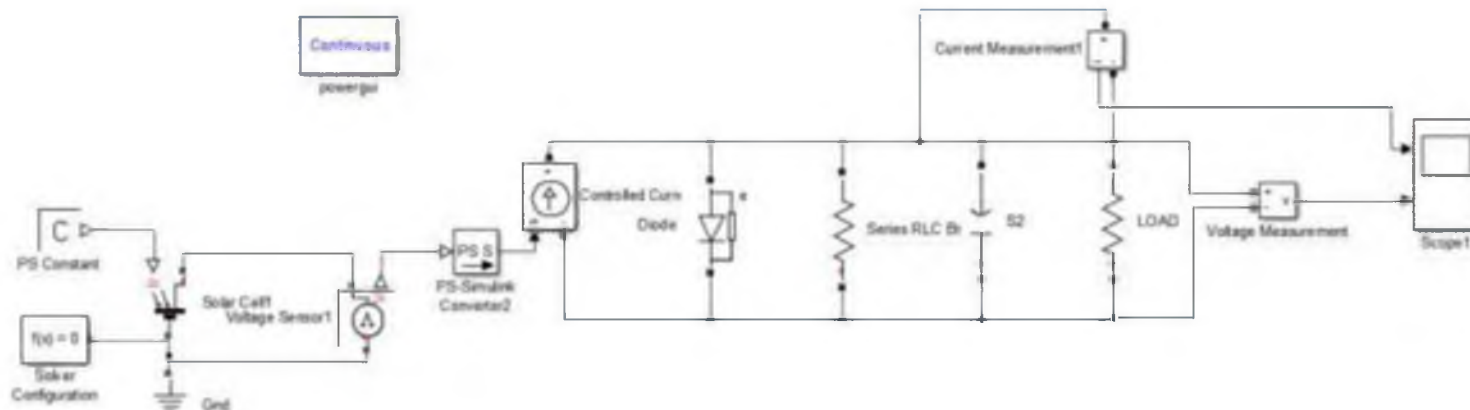
Схема подключения ветросолнечной энергетической установки

- 1 – солнечная батарея;
- 2 – ветрогенератор;
- 3 – контроллер;
- 4 – аккумуляторная батарея;
- 5 - инвертор

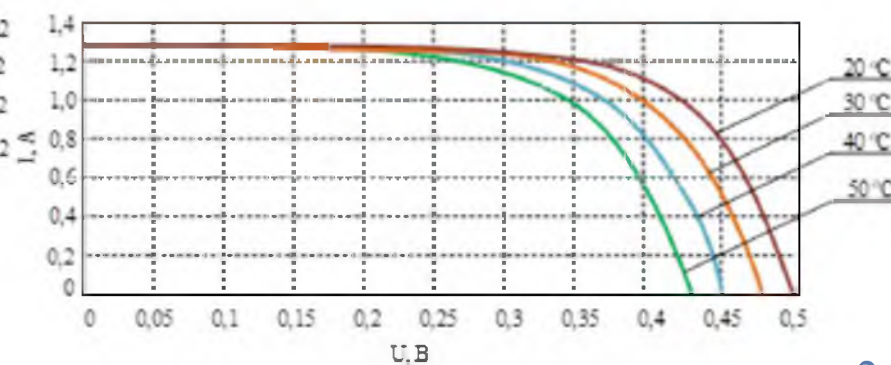
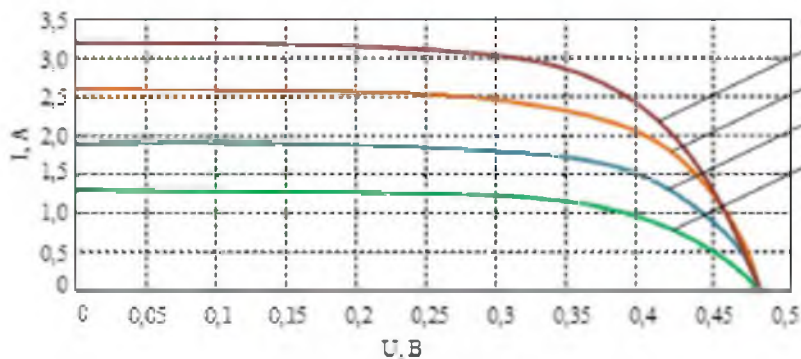




Модель системы фотоэлектрического преобразователя

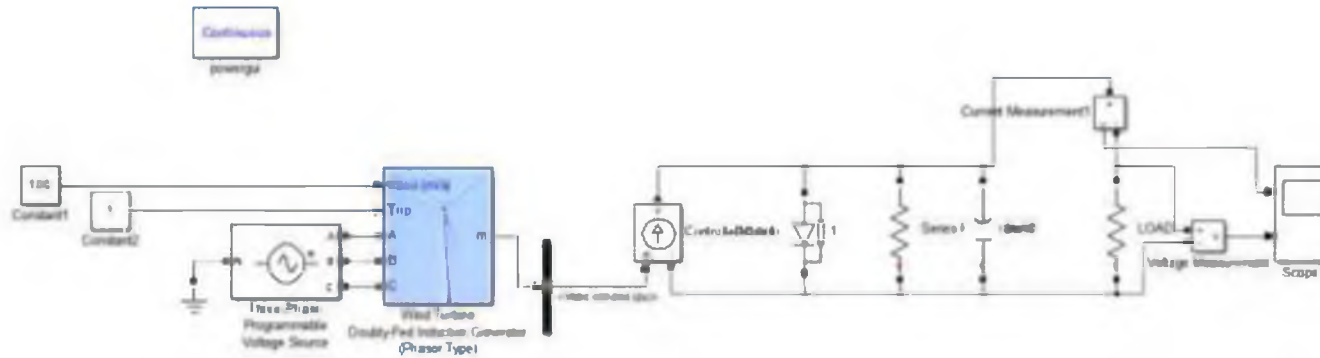


Вольтамперные характеристики системы фотоэлектрического преобразователя

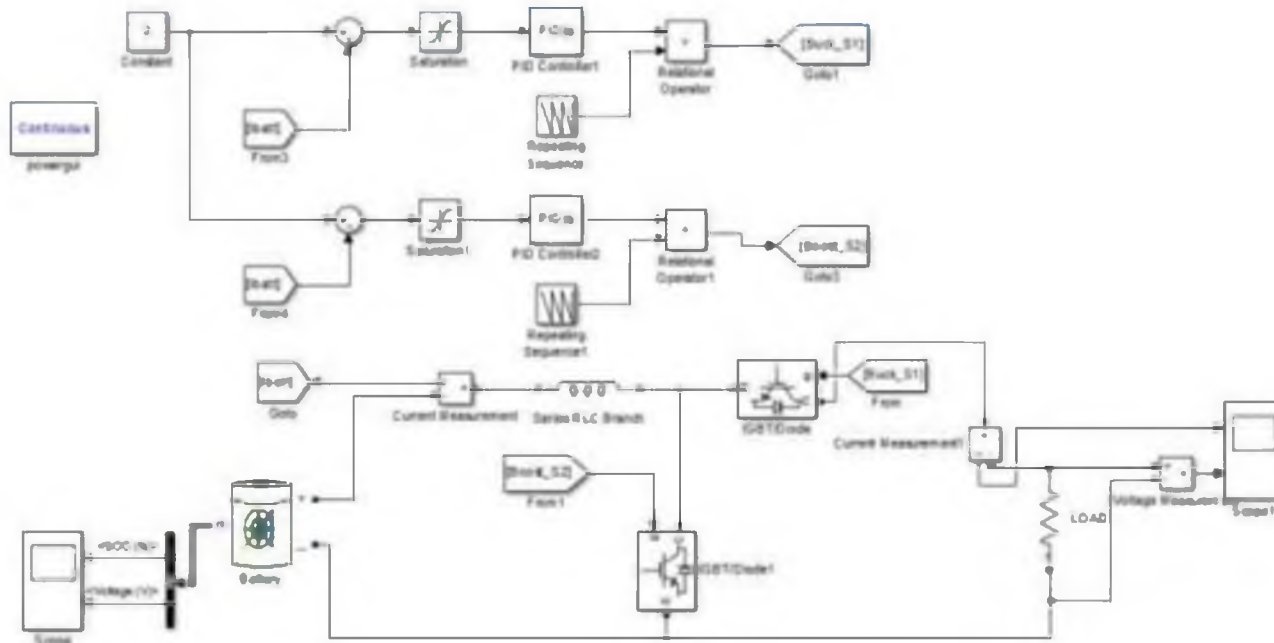




Модель ветроэнергетической установки

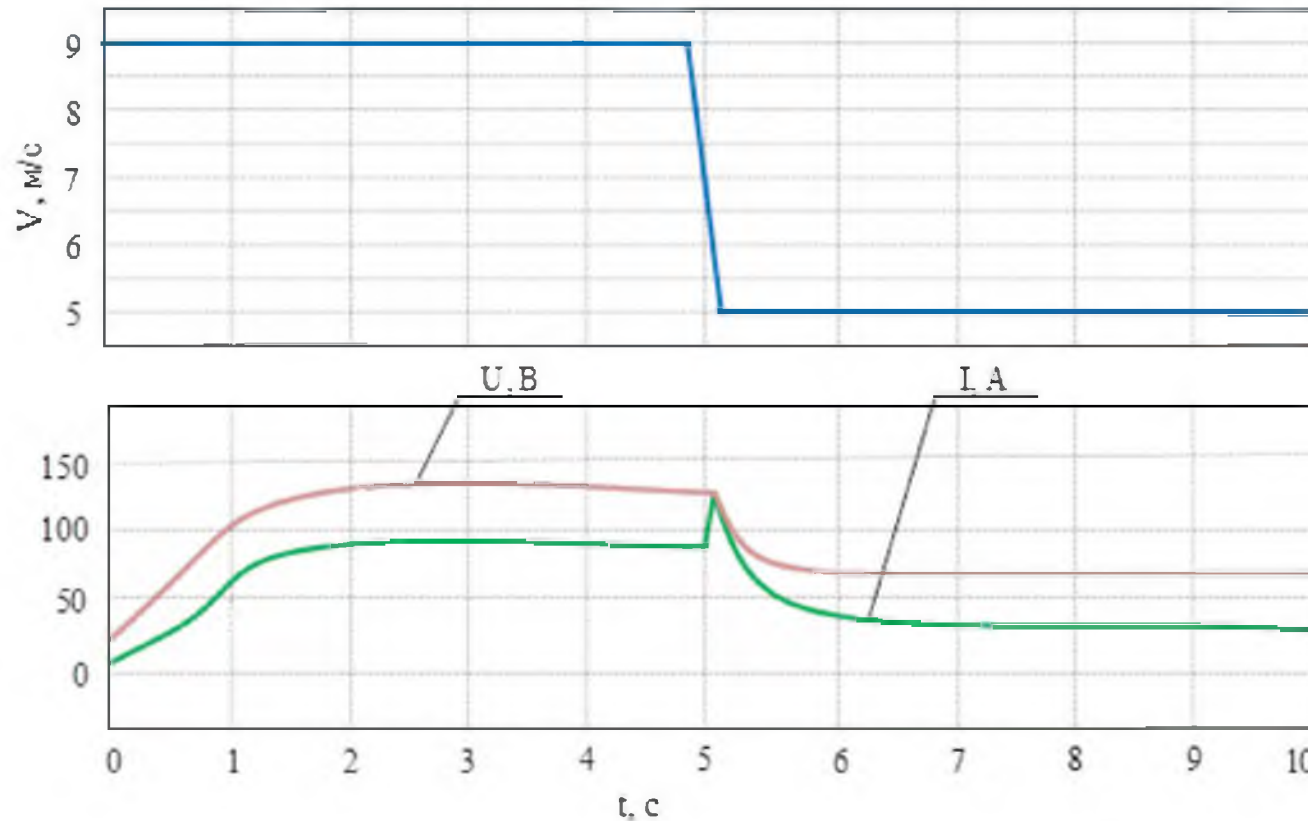


Модель системы аккумулирования энергии



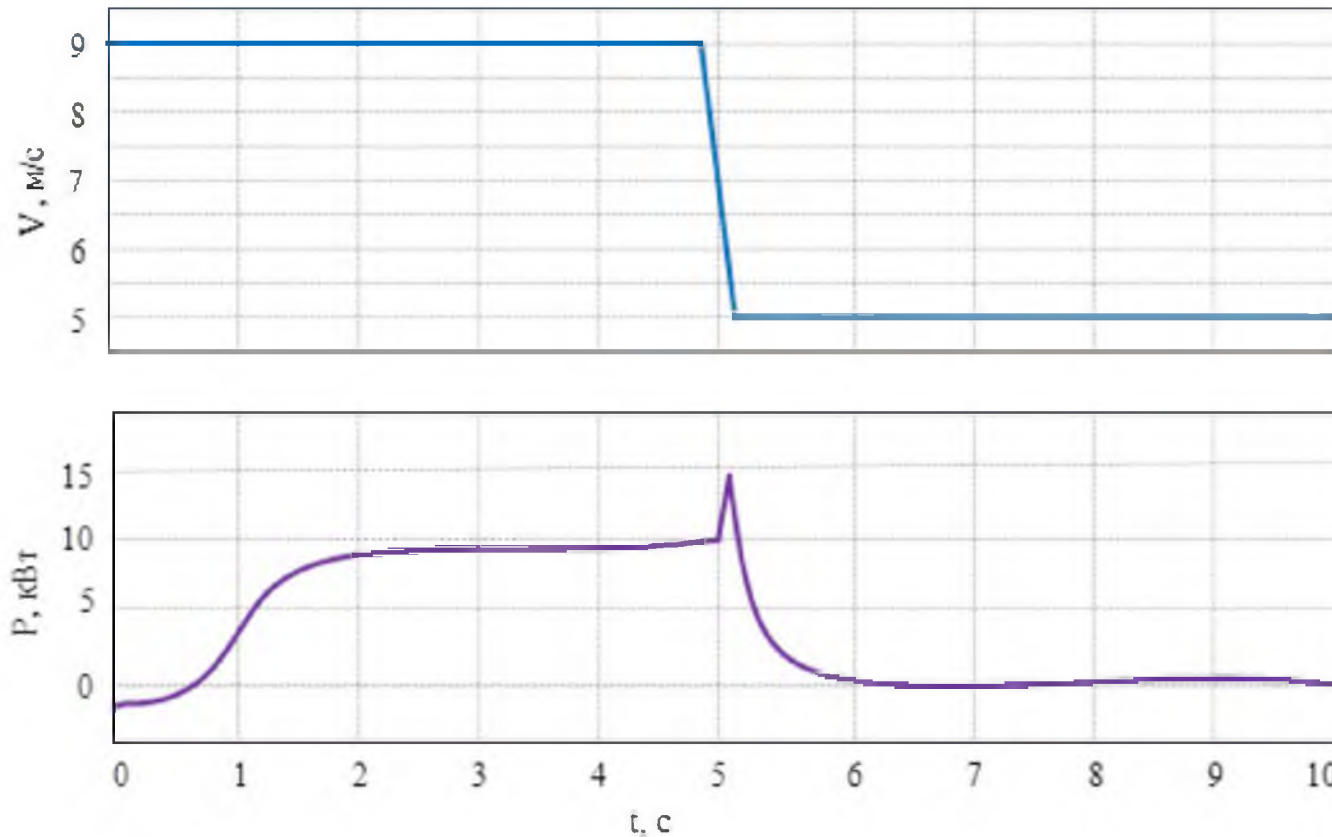


Влияние ступенчатого изменения скорости ветра на напряжение и ток ветроэнергетической установки



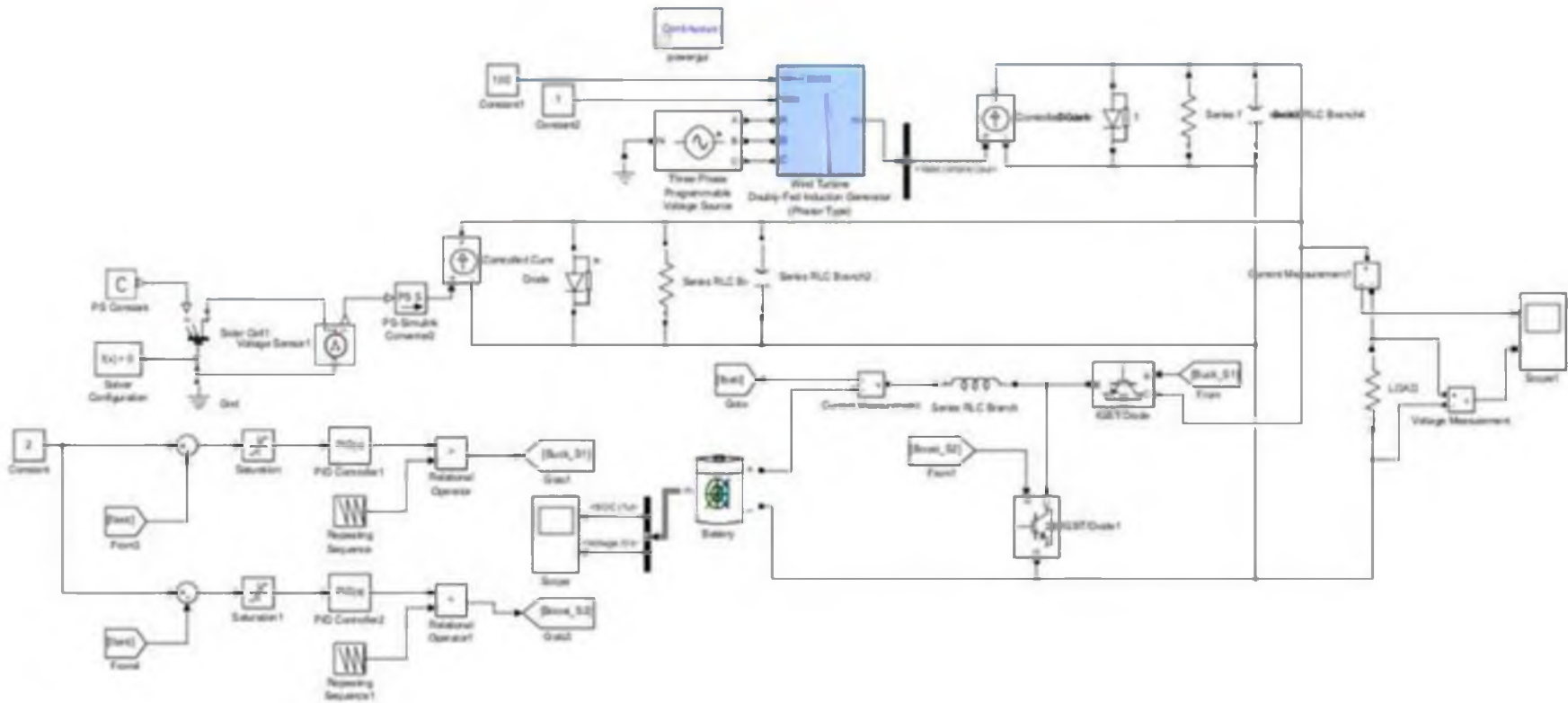


Влияние ступенчатого изменения скорости ветра на полезную мощность ветроэнергетической установки





Модель ветросолнечной энергетической установки



Разработанная модель ветросолнечной энергетической установки может быть полезна для моделирования переходных процессов энергетических установок на базе возобновляемых источниках энергии.



Фотографии смонтированной ветросолнечной энергетической установки

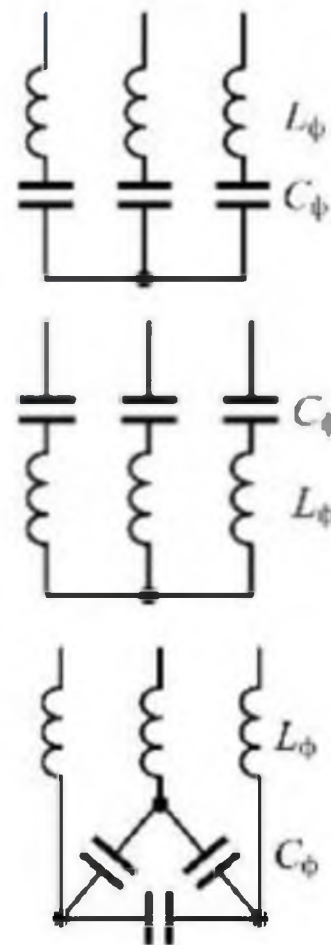


Авторы Р.Т. Хазиева, П.И. Васильев,

Р.Р. Афлятунов

Организация: Уфимский государственный
нефтяной технический университет

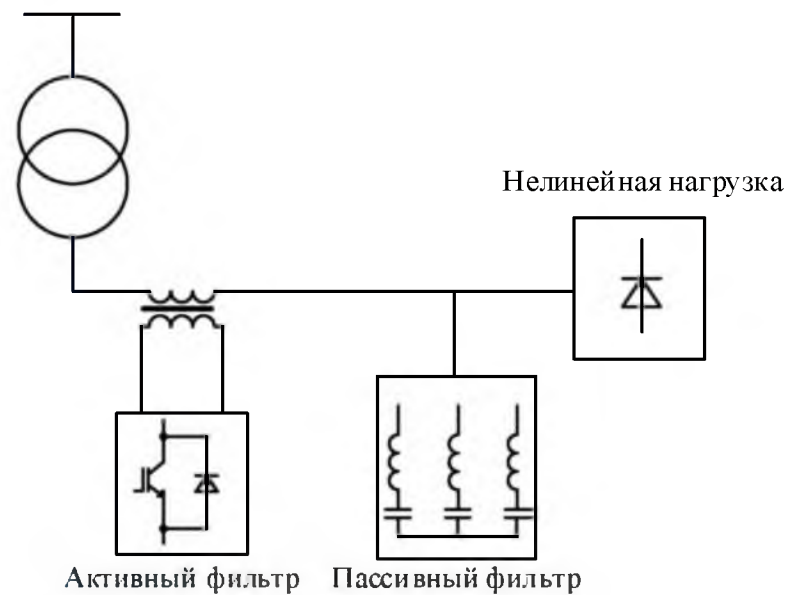
Пассивные ФКУ имеют свой недостаток, заключающийся в необходимости расчета уровня высших гармоник в случае нового, дополнительного подключения нелинейных нагрузок, а также сложность компенсации гармоник на высоких частотах, высокие массогабаритные показатели.





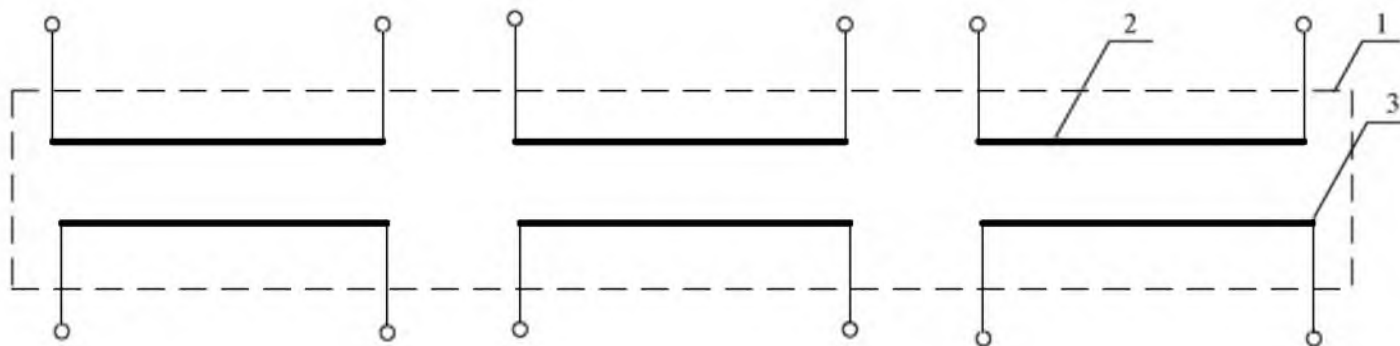
Когда в сети присутствует большое количество высших гармоник разного порядка, то целесообразным будет применение активных и гибридных ФКУ.

Применение гибридных ФКУ позволит снизить стоимость активных фильтров за счет снижения их мощности, так как пассивные фильтры в составе гибридной установки будут настраиваться на частоты высоких гармоник, а активный фильтр будет осуществлять дополнительную фильтрацию





Интеграция катушек индуктивности и конденсаторов в единый технологический компонент позволит снизить массогабаритные показатели ФКУ и повысит надежность устройства. Предлагаемое устройство состоит из трех секций, каждая из которых выполняет функции конденсатора и катушки индуктивности. Каждая секция будет подключаться к определенной фазе тем самым образуя фильтр гармоник, на которую будут настроены





Анализ особенностей функционирования объектов с наличием устройств микрогенерации

Доклад подготовил:
Студент группы 3120М,
Саксонов Иван Олегович

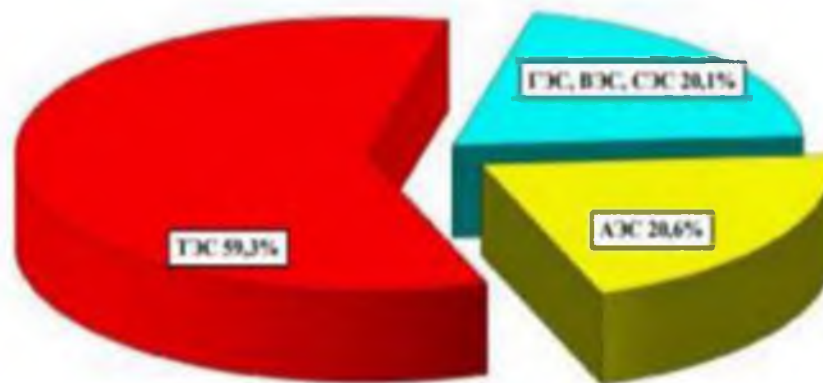
Научный руководитель:
Доцент, к.т.н., доцент
Солёная Оксана Ярославовна

Санкт-Петербург
2022

На сегодняшний день существуют следующие нормативные документы, регламентирующие деятельность объектов с наличием устройств микрогенерации:

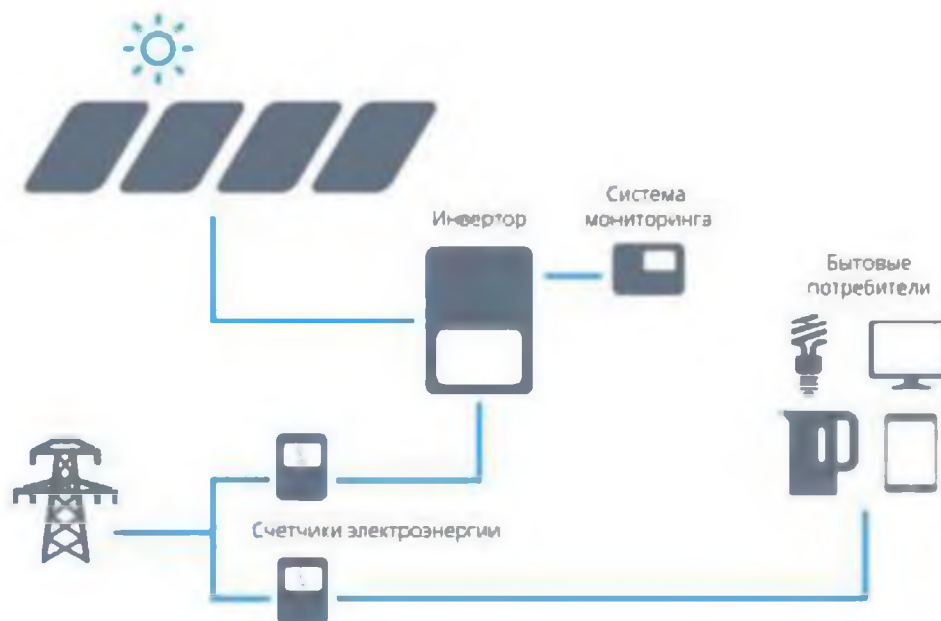
- Федеральный закон от 27 декабря 2019 г. N 471-ФЗ "О внесении изменений в Федеральный закон "Об электроэнергетике" в части развития микрогенерации";
- Постановление Правительства РФ от 2 марта 2021 г. N 299 "О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации в части определения особенностей правового регулирования отношений по функционированию объектов микрогенерации".

Согласно данным документам с 02 марта 2021 г. каждый гражданин РФ в праве продавать электрическую энергию в сеть и получать различные субсидии.



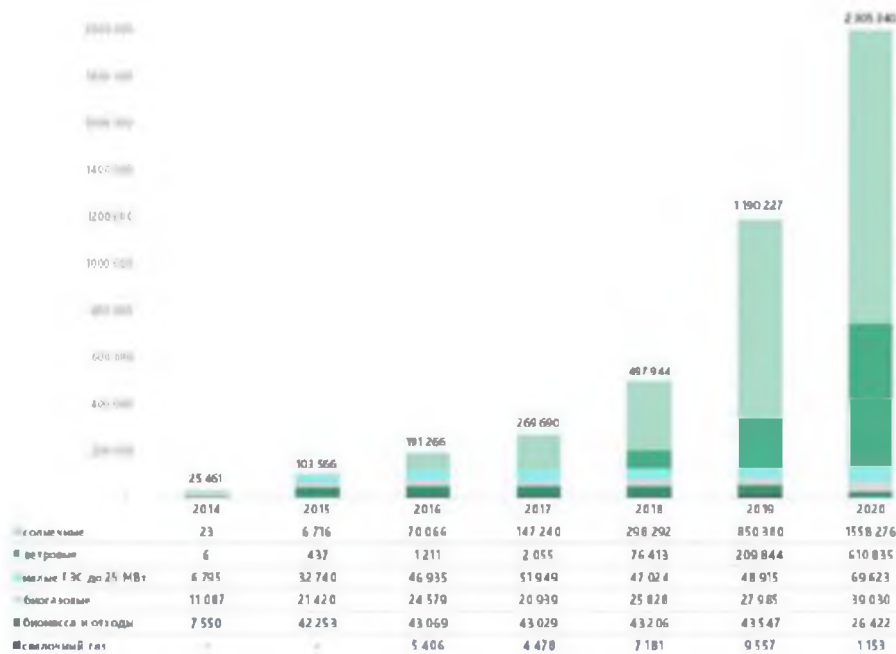
Анализ структуры выработки электроэнергии по типам электростанций в ЕЭС
в России 2020 году

В качестве электрооборудования по принятому закону о микрогенерации потребитель имеет право вырабатывать электроэнергию с помощью возобновляемых источников энергии, используя ветрогенераторы, солнечные панели, малые гидроэлектростанции, а также невозобновляемых источников – генераторов, работающих на бензине, угле или газе.



Система микрогенерации солнечной электростанции с подключением к электрической сети

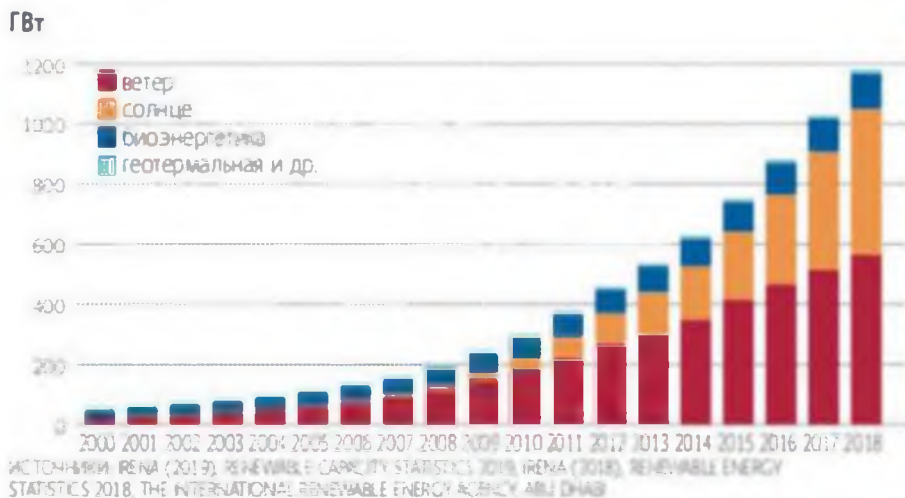
Общемировая тенденция



Объем выработки электроэнергии на объектах ВИЭ на розничном и оптовом рынке



Завалишинские чтения 2022



Установленная мощность генерации на
основе возобновляемых источников
энергии в мире

На сегодняшний день в РФ развиваются законопроекты, которые способствуют развитию ВИЭ, и у потребителей электрической сети есть возможность выступить полноценным участником рынка электроэнергии, полученной с помощью систем микрогенерации, расположенных на территории потребителей. Перед массовым производством систем на основе ВИЭ необходимо наладить производство их утилизации посредством введения новых механизмов поддержки, которые смогут субсидировать данную отрасль переработки отходов.



Спасибо за внимание!



Р.Р.Романюга, М.В. Сержантова

Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения

Потери в асинхронных двигателях:

- На ротор – 21%;
- Железо – 21%;
- Трение – 10%;
- Добавочные потери – 14%;
- Обмотка статора 34%.

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ
ПРИ РАБОТЕ АСИНХРОННОГО
ДВИГАТЕЛЯ:**





Р.Р.Романюга, М.В. Сержантова

Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения
Технологический процесс:

Diamond-coil.

Намотка;
Нанесение защитных
лент;
Формовка;
Изолировка;
Опрессовка;
Испытания.

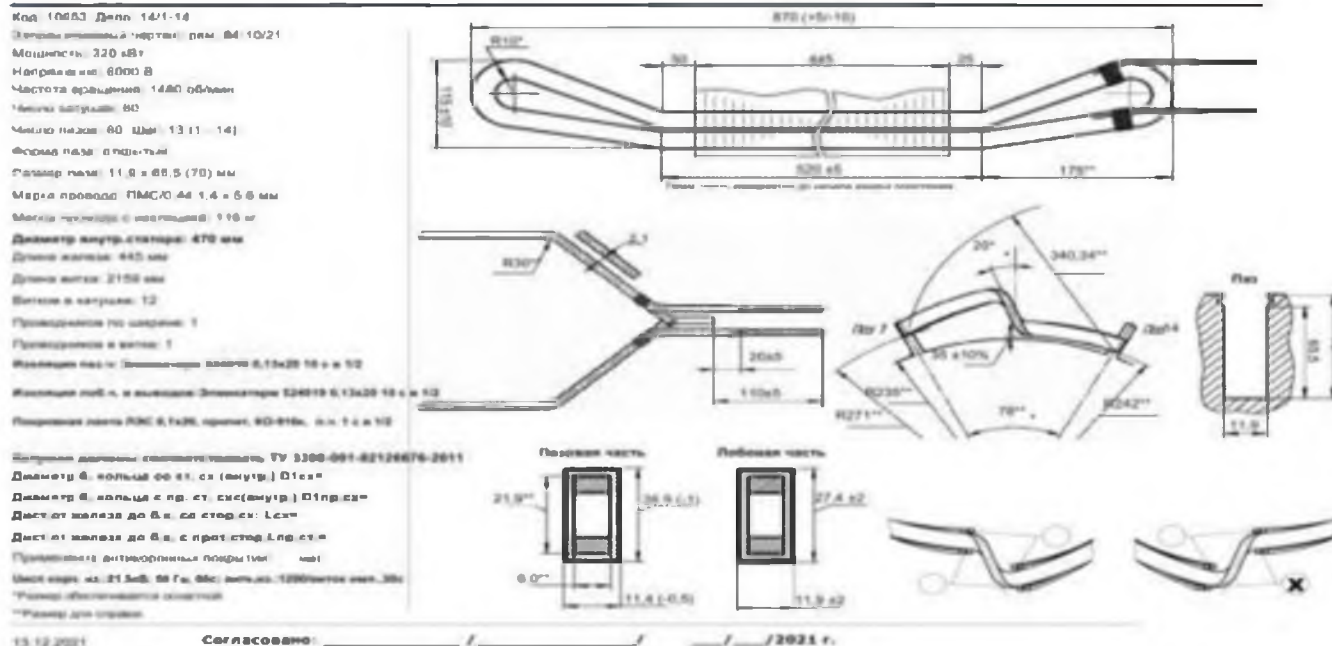
Flat-coil.

Намотка;
Изолировка;
Формовка;
Опрессовка;
Испытания.

Р.Р.Романюга, М.В. Сержантова
Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения
Опытные секции.

- 2 штуки – по технологии Flat-coil;
- 2 штуки – по технологу Diamond-coil.

A-114-4M





Р.Р.Романюга, М.В. Сержантова

Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения

Плюсы и минусы.

Diamond-coil.

- +Изолировка после формовки;
- +Возможность оценить качество витковой изоляции после формовки;
- Необходимость рихтовки;
- Время изготовления.



Р.Р.Романюга, М.В. Сержантова

Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения

Плюсы и минусы.

Flat-coil.

+Сохранение геометрических параметров
секций от формовки до упаковки;

+Время изготовления;

-Разъезды на формовке;

-Сложность переработки сухих
изолирующих лент.

Р.Р.Романюга, М.В. Сержантова

Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения
Испытания.

- Переменны токком – установкой АИД-70М;
- Импульсным постоянны токком – установкой Schleich МТС2-40.



Р.Р.Романюга, М.В. Сержантова

Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения
Корпусные испытания – переменным током.

Испытания переменным напряжением на установке – АИД-74М все секции прошли успешно.

- Искрения не наблюдалось;
- Ток утечки не превышал допустимых значений;

№ п/п	U исп, В	Время, с	Результат
1.	21500	60	Пройдено
1.	21500	60	Пройдено



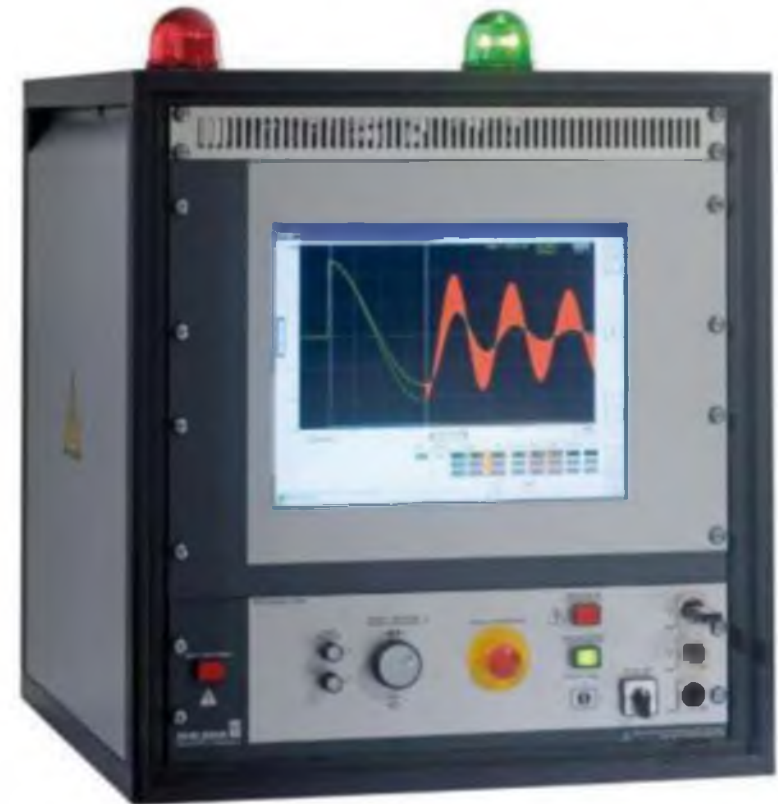
Р.Р.Романюга, М.В. Сержантова

Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения

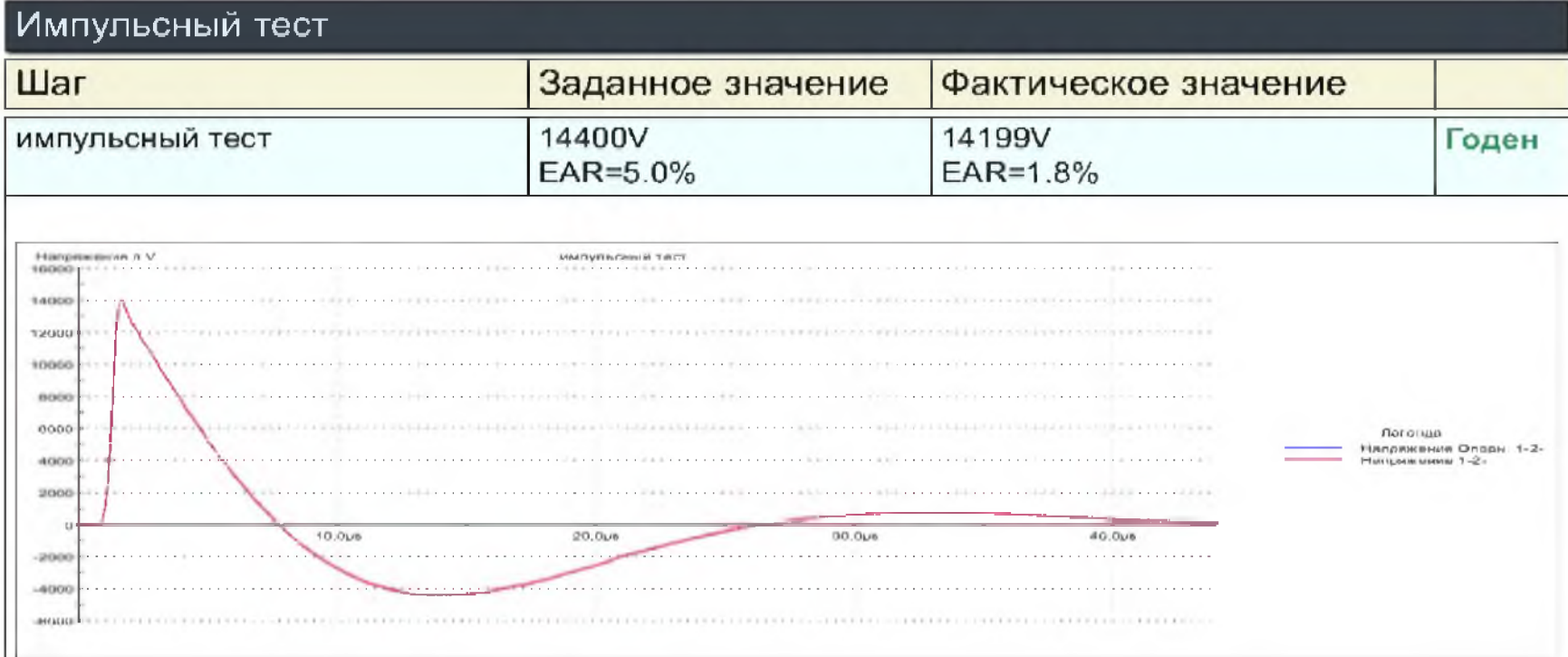
Междувитковые испытания-постоянным
током.

Испытания установкой Schleich MTC2-40 в
себя включают:

- Проверку целостности междувитковой изоляции импульсным тестом;
- Измерение коэффициента абсорбции.



Р.Р.Романюга, М.В. Сержантова
Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения
Diamond-coil – импульсный тест.





Р.Р.Романюга, М.В. Сержантова

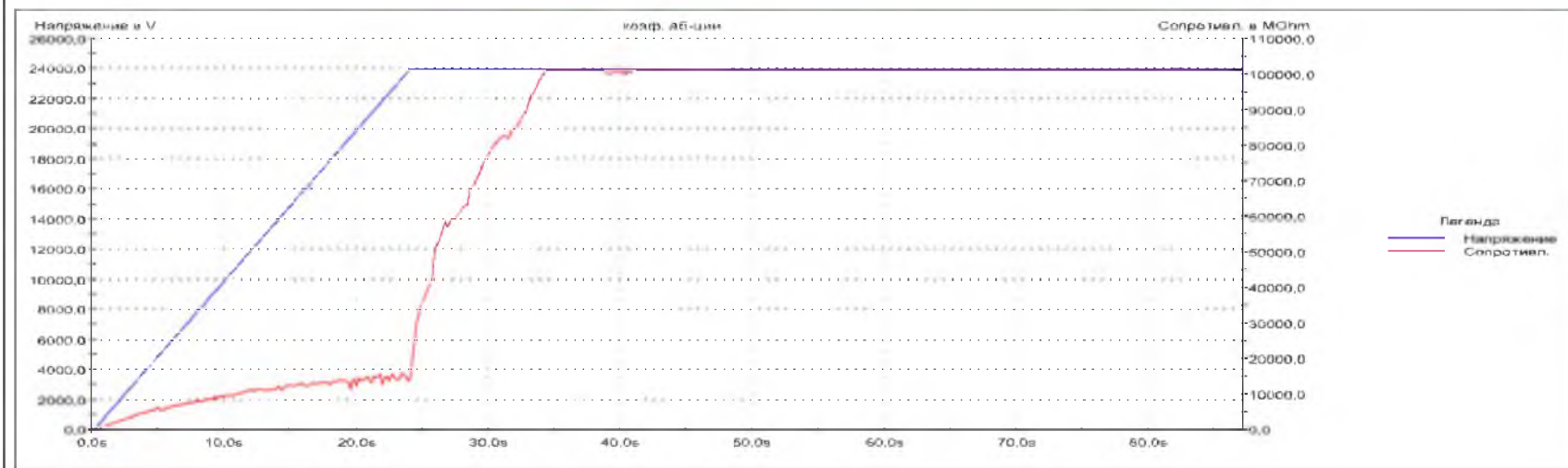
Санкт-Петербургский государственный университет

аэрокосмического приборостроения

Diamond-coil – коэффициент абсорбции.

Изоляция DC

Шаг	Заданное значение	Фактическое значение	
коэф. аб-ции	24000V, 1.00	24014V, Коэф. аб-ции=1.00	Гожен





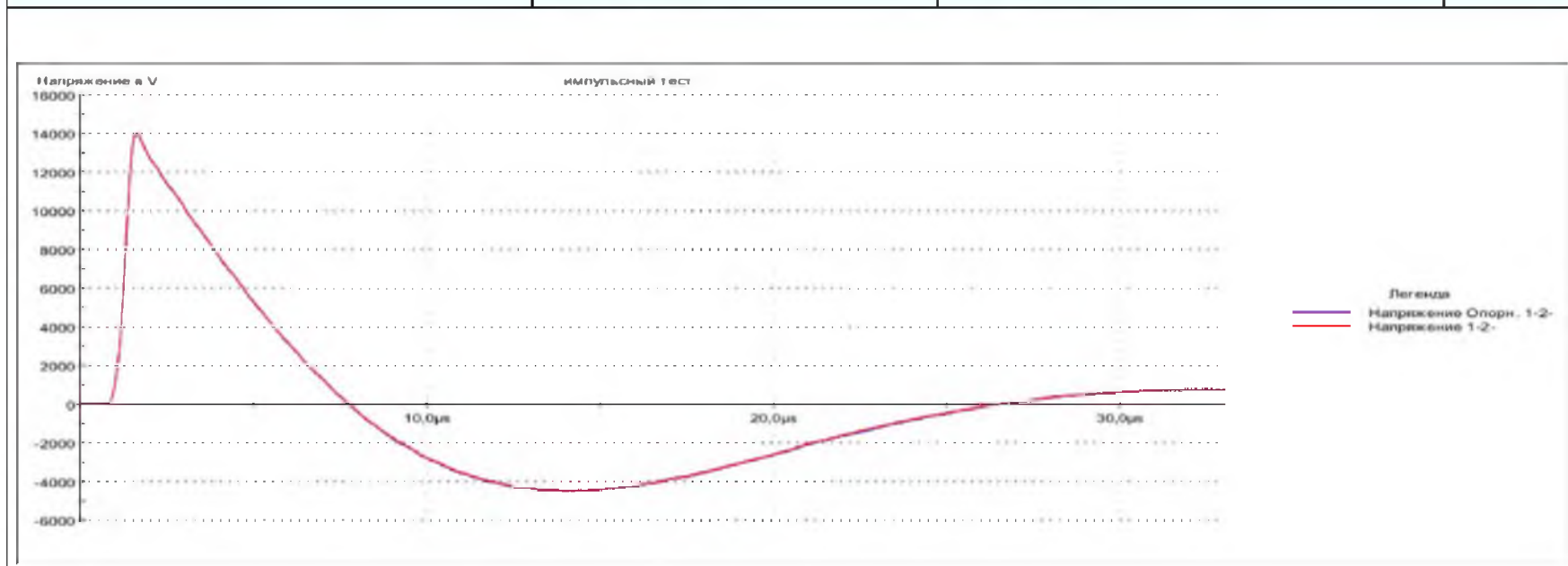
Р.Р.Романюга, М.В. Сержантова

Санкт-Петербургский государственный университет

аэрокосмического приборостроения

Flat-coil – импульсный тест.

импульсный тест	14400V EAR=5.0%	14264V EAR=1.9%	Годен
-----------------	--------------------	--------------------	-------





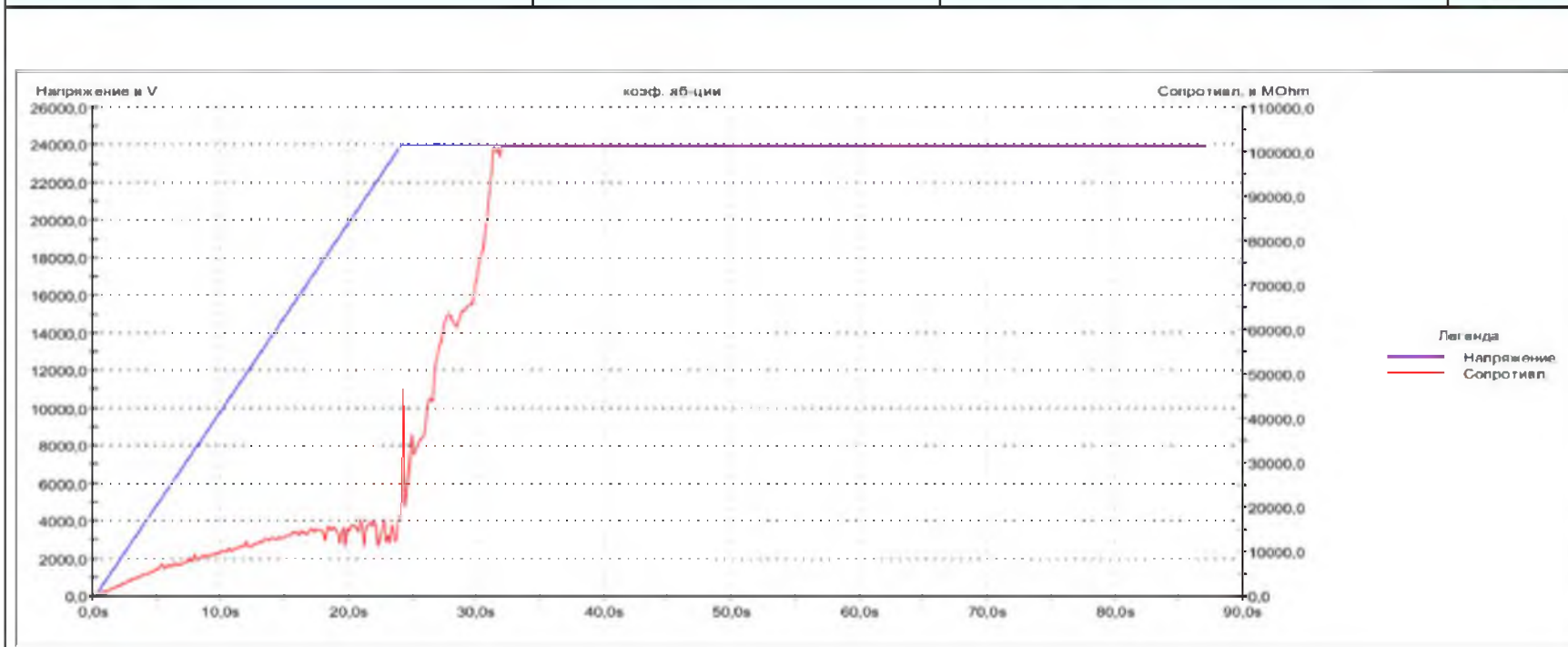
Р.Р.Романюга, М.В. Сержантова

Санкт-Петербургский государственный университет

аэрокосмического приборостроения

Flat-coil – коэффициент абсорбции.

коэф. аб-ции	24000V, 1.00	24014V, Коэф. аб-ции=1.00	Годен
--------------	--------------	---------------------------	-------



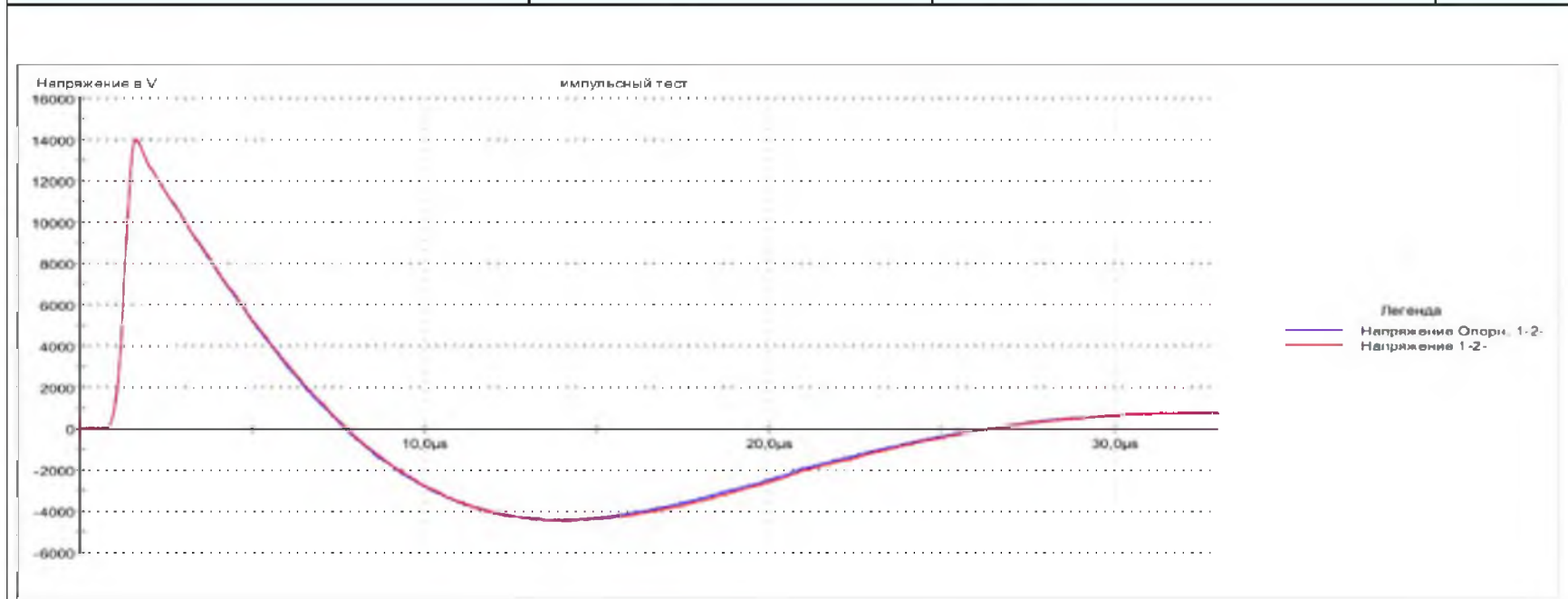
Р.Р.Романюга, М.В. Сержантова

Санкт-Петербургский государственный университет

аэрокосмического приборостроения

Импульсный тест Flat-coil / Diamond coil.

ИМПУЛЬСНЫЙ ТЕСТ	14400V EAR=5.0%	14242V EAR=3.4%	Годен
-----------------	--------------------	--------------------	-------





Р.Р.Романюга, М.В. Сержантова

Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения

Результаты исследования:

Diamond-coil.

- Секции из жесткого провода;
- Наличие укрепительных стяжек;
- Применение доп. витковой изоляции;
- Сухие изолировочные ленты. (с малым кол-вом связующего)



Р.Р.Романюга, М.В. Сержантова

Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения

Результаты исследования:

Flat-coil.

- Секции из провода любой жесткости;
- Сложные геометрические параметры;
- Пропитанные ленты;
- Секции с высотой столбика лобовой части < 40 мм;
- Высокая скорость изготовления.

Универсальный станок для намотки проволоки

Студент: К.С. Исаков – магистрант кафедры
электромеханики и робототехники

Научный руководитель: В.В. Булатов – доц., к.т.н.
кафедры электромеханики и робототехники

Актуальность темы

- Проблема реализации процесса намотки катушек металлической проволоки определенного метража, объема и плотности;
- Низкая адаптивность уже разработанных станков под проволоку другого диаметра, материала и разного качества.



Завалишинские чтения 2022



Цель: разработать опытный образец универсального станка для намотки проволоки.

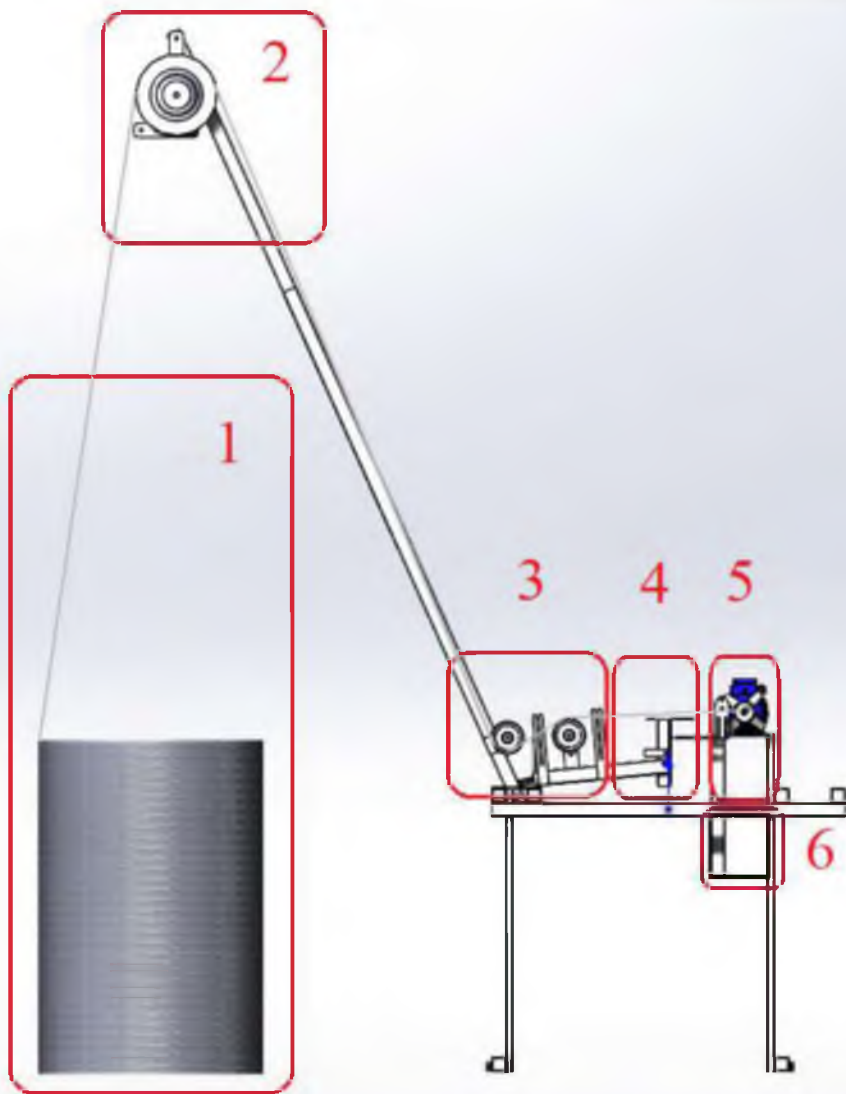
Задачи подлежащие решению:

- 1) Станок должен подстраиваться под разные виды проволоки и материалы;
- 2) Оптимальность габаритов и мощности;
- 3) Разборная рама станка;
- 4) Обеспечить точность намотки проволоки на катушку в пределах 5%;

Проделанная работа:

1. Произведен анализ существующих решений;
2. Создана новая трехмерная модель станка;
3. Разработана разборная рама станка;
4. Рассчитаны и подобраны:
 - Электродвигатель 5AI63B4Y2 мощностью 0.37 кВт;
 - Преобразователь частоты ESQ-A500-043-0,75K;
 - Шаговый двигатель Nema 23 серии 57HS11230B4;
 - Драйвер шагового двигателя HY-DIV268N-5A на базе микросхемы TB6600 ;
5. Разработаны:
 - Механические компоненты (например: закаленные ролики);
 - Насадки на вал электродвигателя (работа с разными материалами);
6. Доработаны:
 - Блок управления;
 - Программа управления;
7. Введен в эксплуатацию опытный образец;

Основные рабочие блоки станка



1. Блок разматывания проволоки;
2. Блок выпрямления;
3. Блок контроля;
4. Блок равномерного наматывания проволоки;
5. Блок наматывания проволоки;
6. Блок управления.

Результаты:

1. Произведена модернизация станка;
2. Устранены недостатки предыдущей версии;
3. Была выпущена серия станков из 6 штук;
4. Собрана база отказов;
5. Получены практические результаты настроек станка.

Станки этой серии приобрели следующие характеристики:

1. Разборная рама (мобильность);
2. Намотка проволоки из разных металлов, лески и веревки;
3. Погрешность намотки $\approx 5\%$.

Практические результаты соотношения минимальной скорости электродвигателя и длины наматываемой проволоки

Длина наматываемой проволоки, м	50	100	200
Скорость для перемотки <i>оцинкованной</i> проволоки d 0.9 мм полученная при помощи ЧП, об/мин	>300	>340	>390
Скорость для перемотки <i>нержавеющей</i> проволоки d 0.9 мм полученная при помощи ЧП, об/мин	>300	>360	>420
Скорость для перемотки проволоки d 0.9 мм из <i>низкоуглеродистой</i> стали полученная при помощи ЧП, об/мин	>350	>390	>470

Готовый продукт из оцинкованной проволоки



Спасибо за внимание!

Исаков К.С
Тел: +7-951-666-19-52
Email: isakov-k-s99@mail.ru

Анализ особенностей применения локальных систем энергоснабжения

Работу подготовили:



А.Ю. Стеклёнев

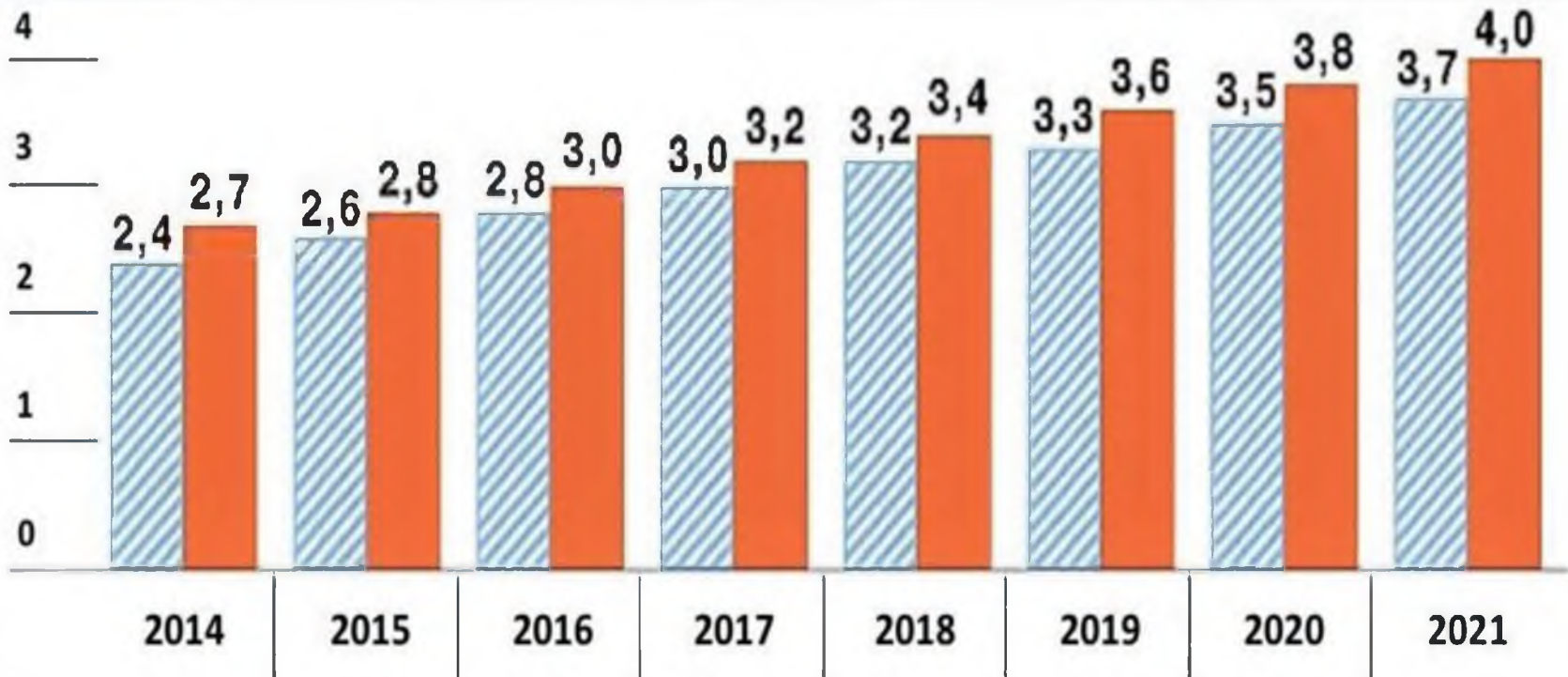
студент-магистрант

О.Я. Солёная

кандидат технических наук, доцент

ДИНАМИКА ЦЕН НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ В РОССИИ

 Цена для потребителей, кроме населения, без НДС (руб./кВт*ч)
 Цена для населения с НДС (руб./кВт*ч)



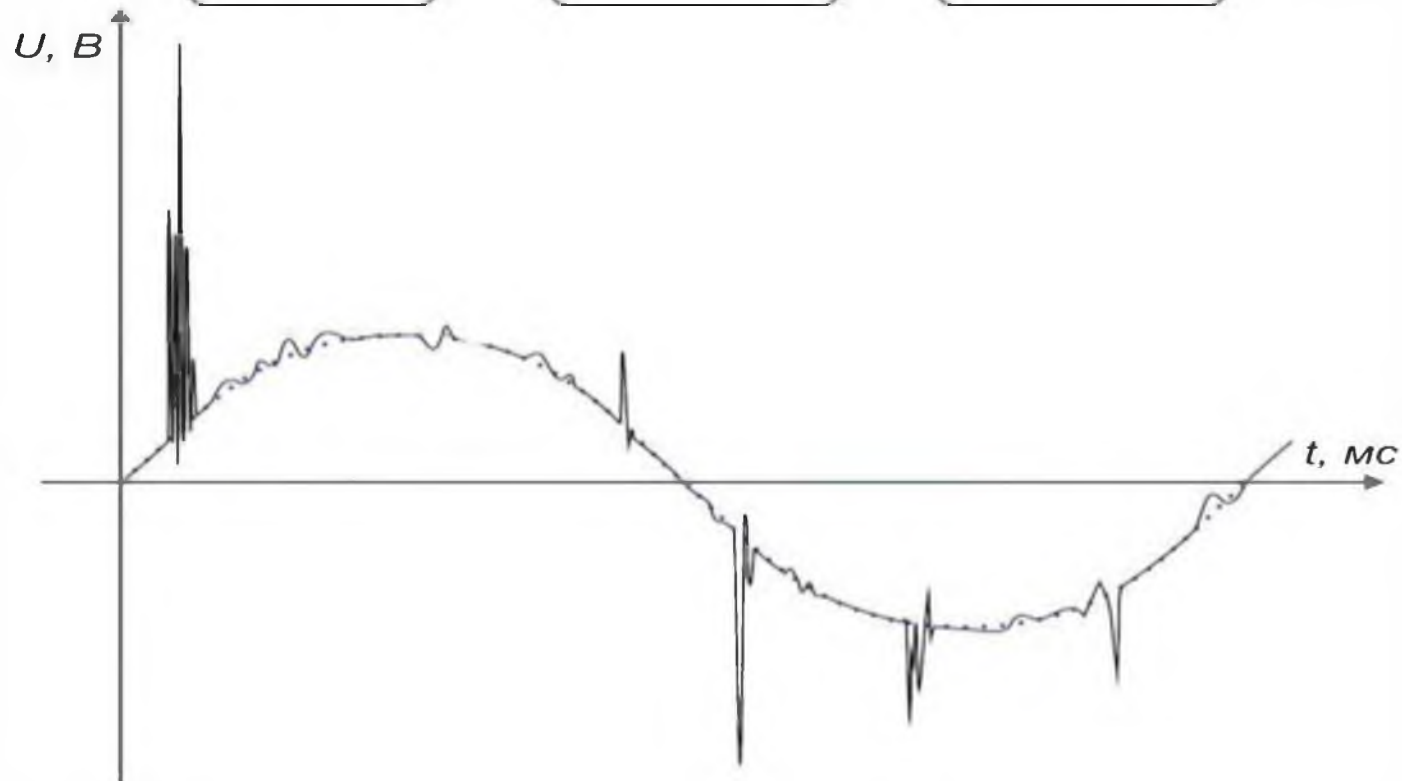


Локальные Системы Энергоснабжения



Классификация локальных систем





Преимущества использования ЛСЭ

- Снижение затрат на транспортировку энергии;
- Уменьшение тарифов для потребителей, находящихся вне зон централизованного энергоснабжения;
- Обеспечение бесперебойного энергоснабжения;
- Расширение применения возобновляемых источников энергии;
- Энергообеспечение отдельных потребителей, у которых нет доступа к централизованной системе энергоснабжения.

Спасибо за внимание!



ГУАП



**Завалишинские
чтения
2022**

Роботизированные механотерапевтические устройства для реабилитации верхних конечностей

Доклад подготовил:

студент группы 3120М, Приходский Андрей
Александрович

Научный руководитель:

доцент, кандидат технических наук, Сержантова Майя
Вячеславовна

Санкт-Петербург,
2022 год

Механотерапия

Механотерапия – это направление реабилитации с применением специальных механотерапевтических аппаратов (тренажеров). Методику рекомендуют применять на ранних этапах восстановления после травм и операций, а также при некоторых заболеваниях суставов и позвоночника. Положительное воздействие на мышцы, связки, сухожилия, суставы и позвоночный столб, в несколько раз ускоряет процесс выздоровления.

Упражнения проводят в специальных аппаратах работающих на электроприводе. Данные аппараты осуществляют пассивные упражнения с определенной амплитудой и скоростью в одной плоскости с фиксацией конечности. Амплитуду и скорость подбирает врач ЛФК в соответствии с характером повреждения в локтевом суставе и общим состоянием.

Локтевой сустав





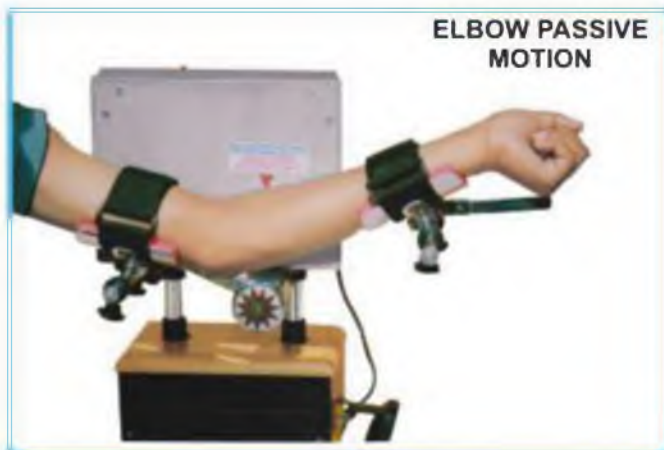
Анализ существующих решений



E3 Elbow CPM Device



PS1 Pronation/Supination Device



Pankaj Elbow CPM





CPM «Elbow KE2»



RIMEC

Анализ существующих решений



CPM «Elbow KE2»

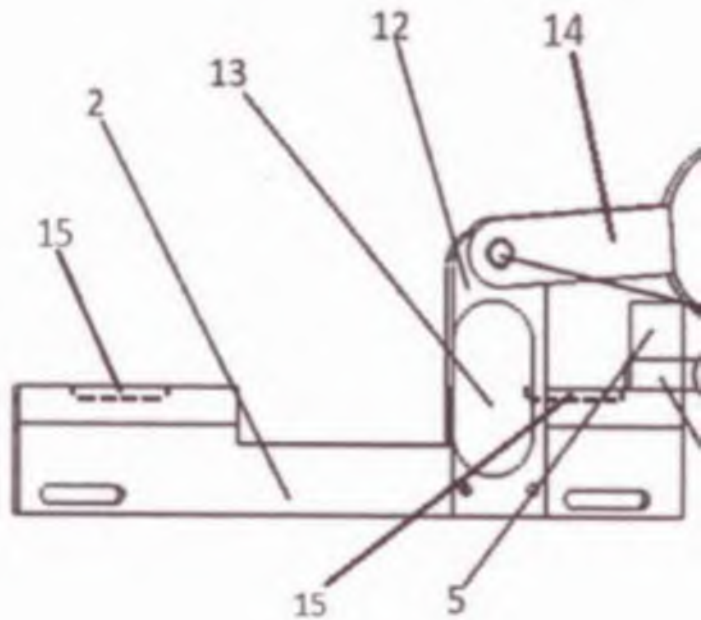


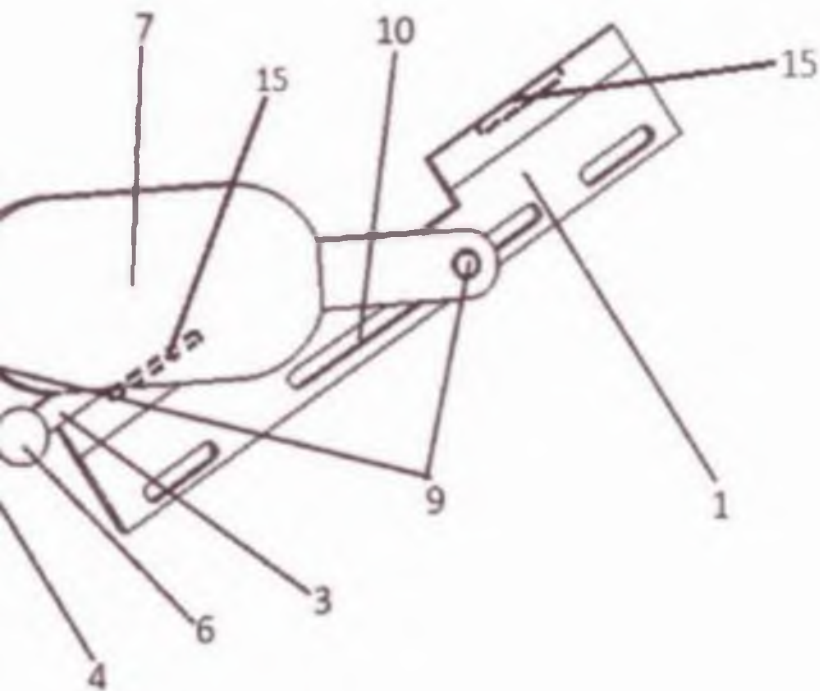
Kinetec Centura



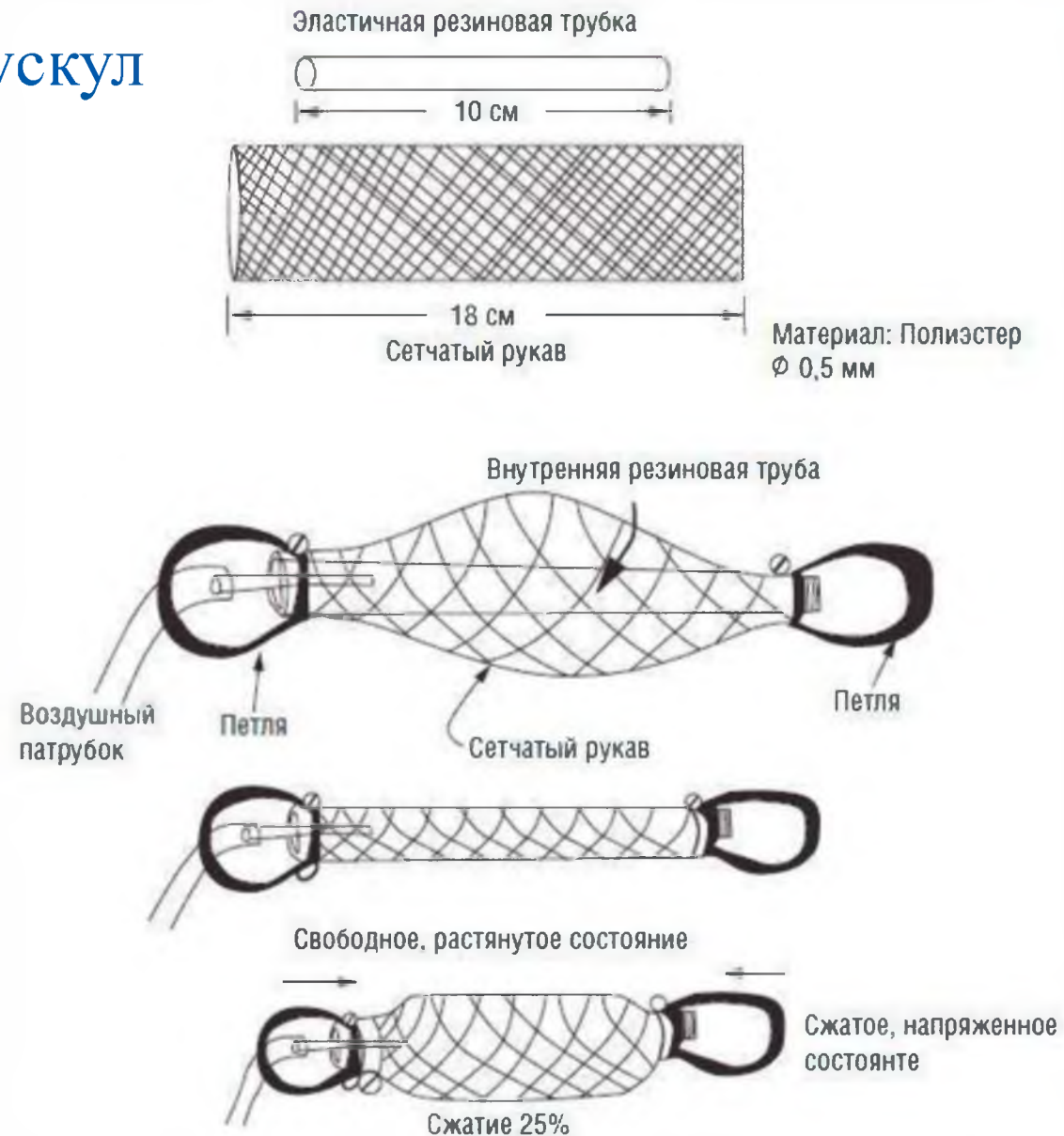
Artromot E2 Elbow CPM

Патент RU 191272 U1

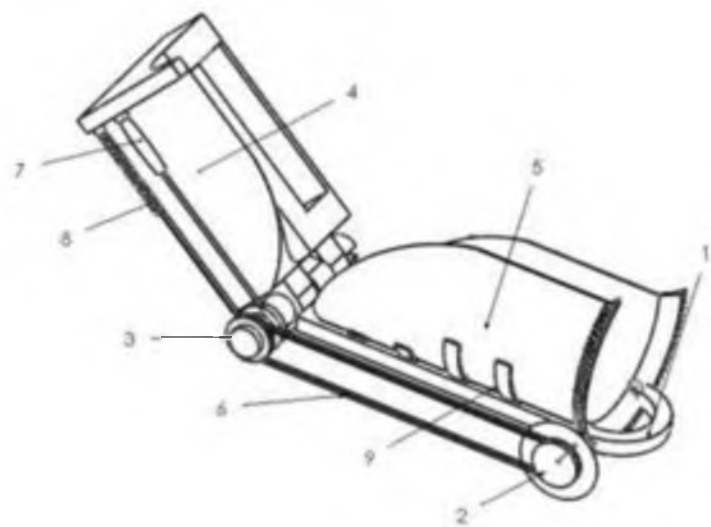




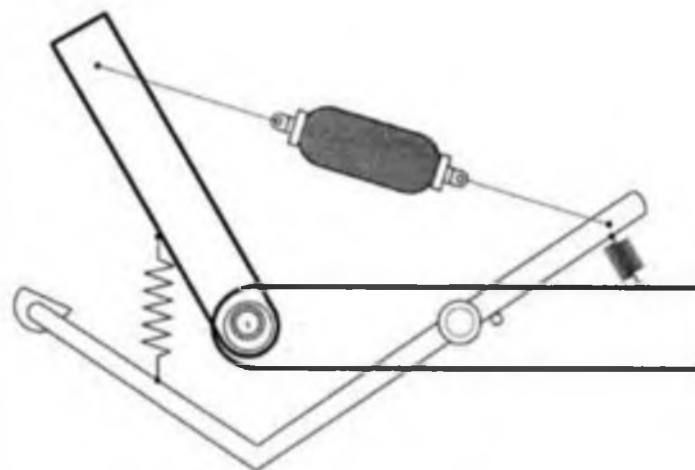
Пневматический мускул



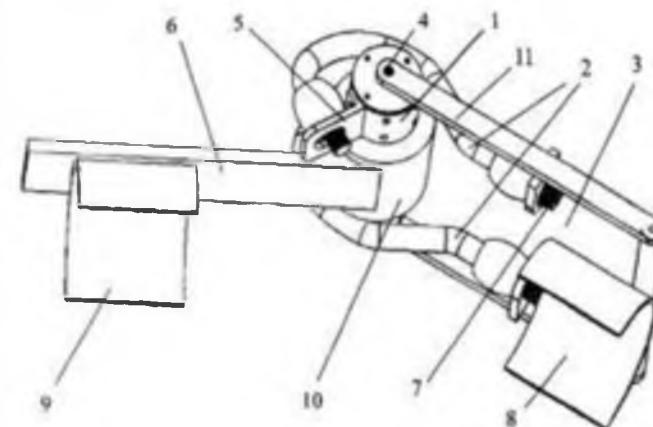
Патенты



CN203263743U



CN202071080



CN200984250

Структурная схема механотерапевтического устройства





ГУАП



**Завалишинские
чтения
2022**

Спасибо за внимание!

**Автоматизированная методика определения главных размеров
двигателя постоянного тока параллельного возбуждения с использованием
среды программного пакета Matlab**

Доклад подготовил:
студент группы 3120М,
Лебедев Денис Константинович

Научный руководитель:
доцент, к.т.н.
Сержантова Майя Вячеславовна

Санкт-Петербург
2022 год

Техническое задание

Мощность двигателя, кВт

Номинальная частота
вращения, об/мин

Высота оси вращения, мм



90

1500

225



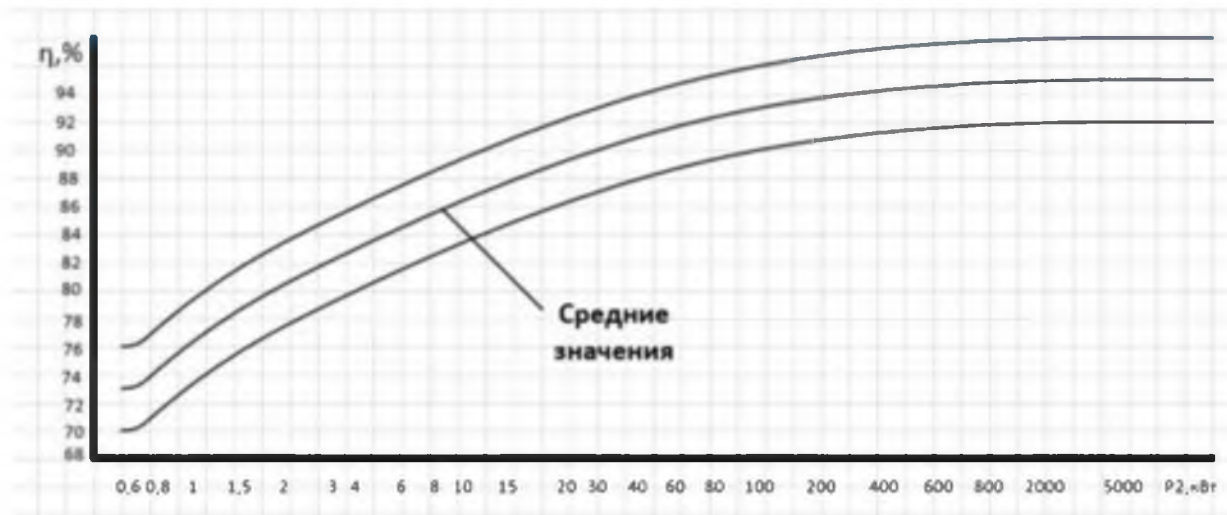


Рисунок 1 – зависимость КПД от мощности машины

Выбранное значение

используется для вычисления значения
электромагнитной мощности.

$$P_{эм} = P_{ном} \cdot \frac{1 + \eta}{2 \cdot \eta} = 97.33 \text{ кВт}$$

Внешний диаметр корпуса машины

$$D_{внеш} = 2 \cdot h \cdot (8 \dots 10) \cdot 10^{-3} = 0.442 \text{ мм}$$

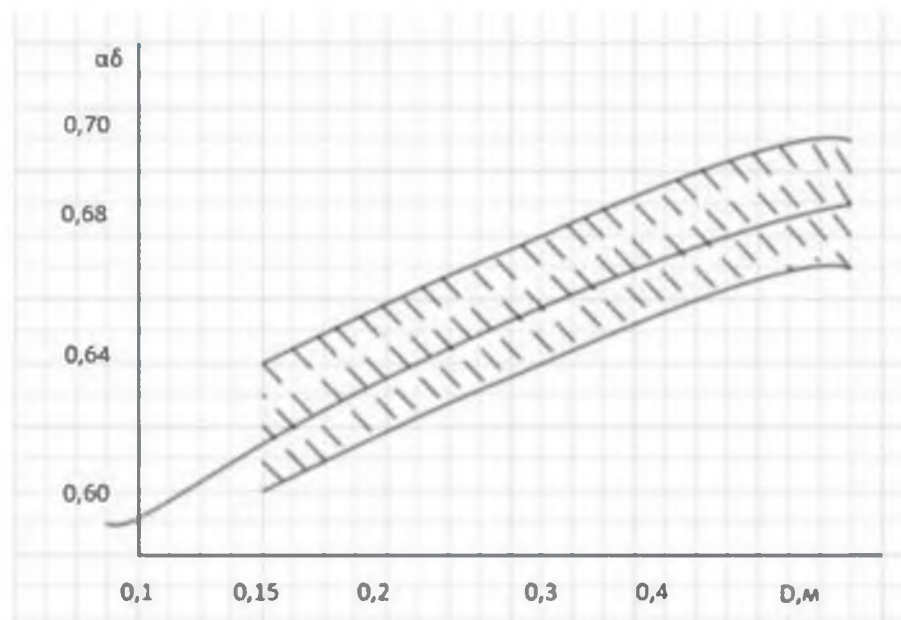


Рисунок 2 – зависимость коэффициента полюсного перекрытия от диаметра машины

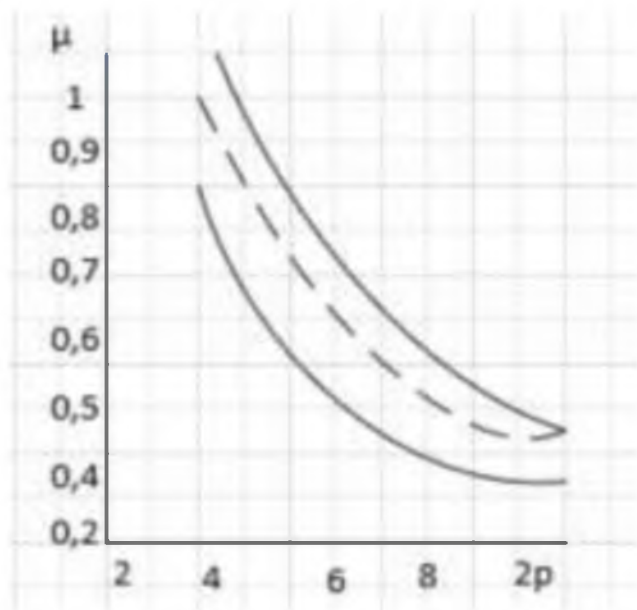


Рисунок 3 – зависимость радиальной высоты магнитной системы от числа пар полюсов

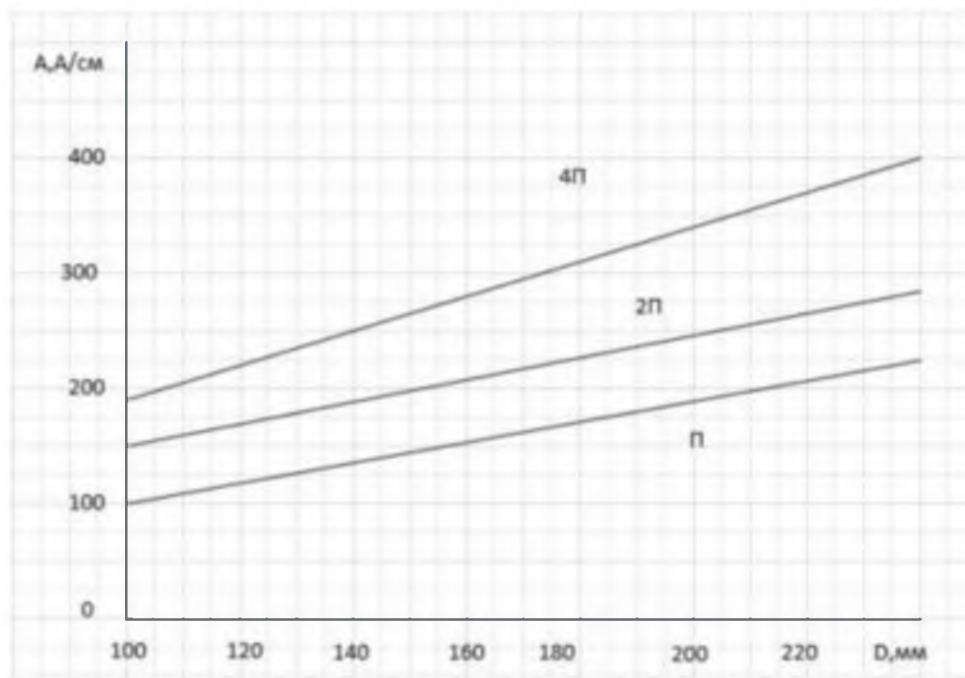


Рисунок 4 – зависимость линейной нагрузки от диаметра якоря

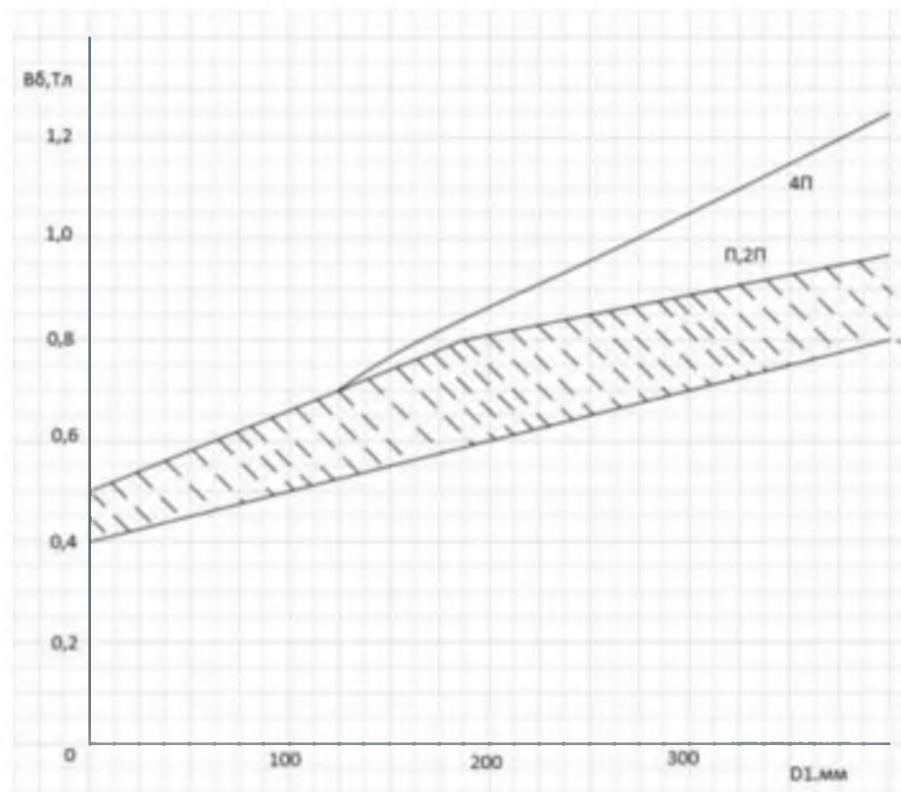


Рисунок 5 – зависимость индукции в воздушном зазоре от диаметра якоря

Полученные величины

Электромагнитная мощность

Коэффициент полюсного
покрытия

Относительная радиальная
высота магнитной системы

Внешний диаметр

Линейная нагрузка

Индукция в магнитном
зазоре

Диаметр якоря

Расчетная длина якоря

$$l_{рас} = \frac{P_{эм}}{\alpha_{\delta} \cdot AA \cdot B_{\delta} \cdot D^2 \cdot \pi^2 \cdot n_{ном}} = 0.265\text{м}$$



Значения

97.33 кВт

0.67

0.5

0.442 м

320 А/см

0.8 Тл

0.295 м

Отношение расчетной
длины якоря к его диаметру

$$\lambda = \frac{l_{рас}}{D} = 0.899$$

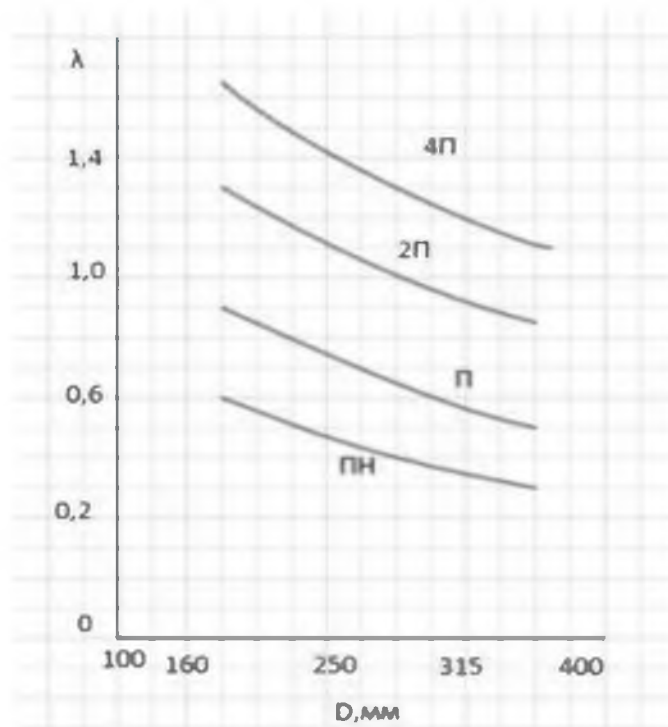


Рисунок 6 – зависимость λ от диаметра якоря для машин различных серий

Реализация в среде Matlab

```
clear
clc
Pnom=90000;%номинальная мощность, Вт%
Unom=440;%Номинальное напряжение, В%
nnom=25;%номинальная частота вращения, об/%
h=0.225;%высота оси вращения, м%
kpd=0.86;%КПД%
mu=0.5;%относительная радиальная высота%
AApredv=32000;%предварительное значение линейной нагрузки%
B=0.8;%Индукция в магнитном потоке, Тл%
alfa=0.67;%коэффициент полюсного перекрытия%
Pem=Pnom*( (1+kpd) / (2*kpd) ) %электромагнитная мощность%
Dvn=2*h-8*10.^-3%внешний диаметр машины%
D=Dvn/(1+mu)%диаметр якоря%
l=Pem/(alfa*AApredv*B*D*D*pi*pi*nnom)%расчетная длина якоря%
lambda=l/D%отношение длины якоря к его диаметру%
```

Сравнение результатов

Величина	Ручной расчёт	Результаты, полученные в MatLab
Электромагнитная мощность, Вт	97330	9.7326e+04
Внешний диаметр, м	0.442	0.4420
Диаметр якоря, м	0.295	0.2947
Расчетная длина якоря, м	0.265	0.2649
λ	0.899	0.8988

Спасибо за внимание!

Исследование системы управления и динамических характеристик САМП

Работу подготовили:

Н.Д.Иванов

Н.С.Яковлев

студенты-магистранты

О.Я. Солёная

кандидат технических наук, доцент

Объект исследования: Активный магнитный подвес

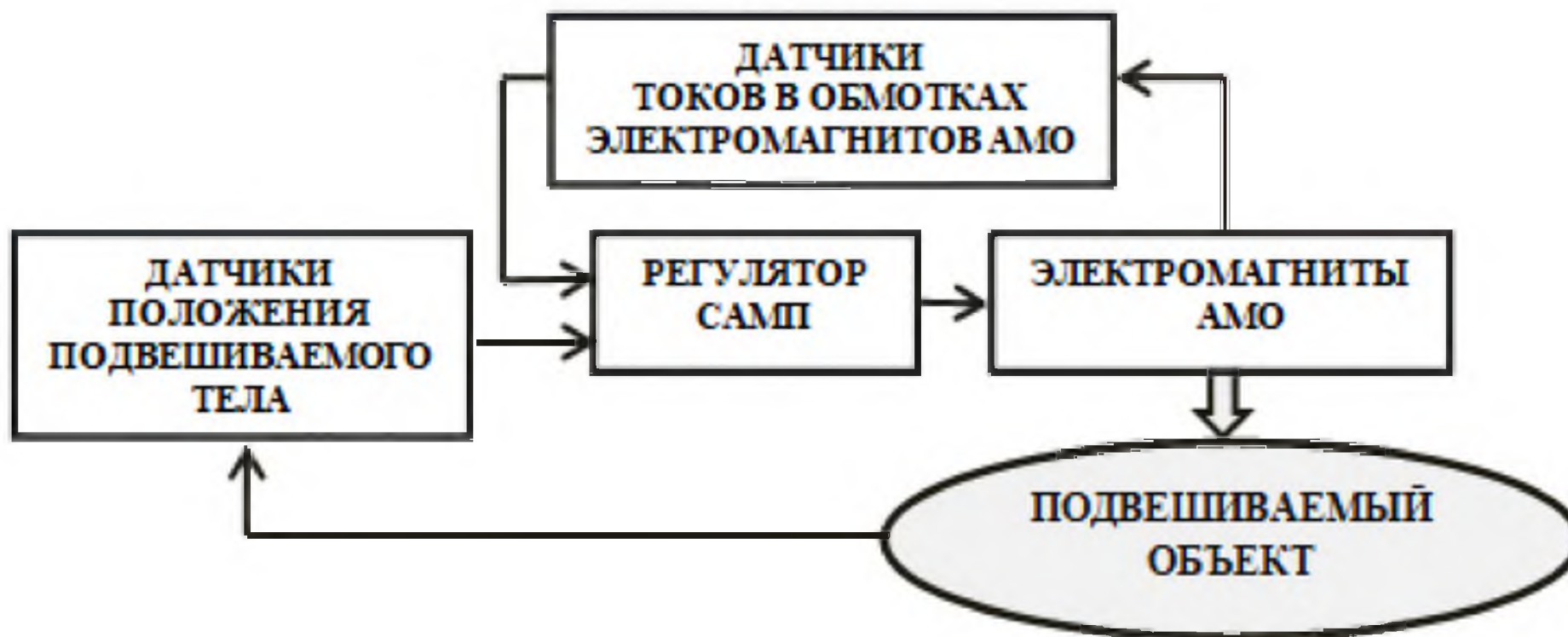
Предмет исследования: Динамические характеристики активного магнитного подвеса, поведение системы в реальных рабочих условиях .

Цель работы – исследование системы управления и математической модели системы активного магнитного подвеса (САМП). Анализ динамических характеристик, конструкции, принцип работы, функциональное назначение САМП, а также внешние силовые воздействия.

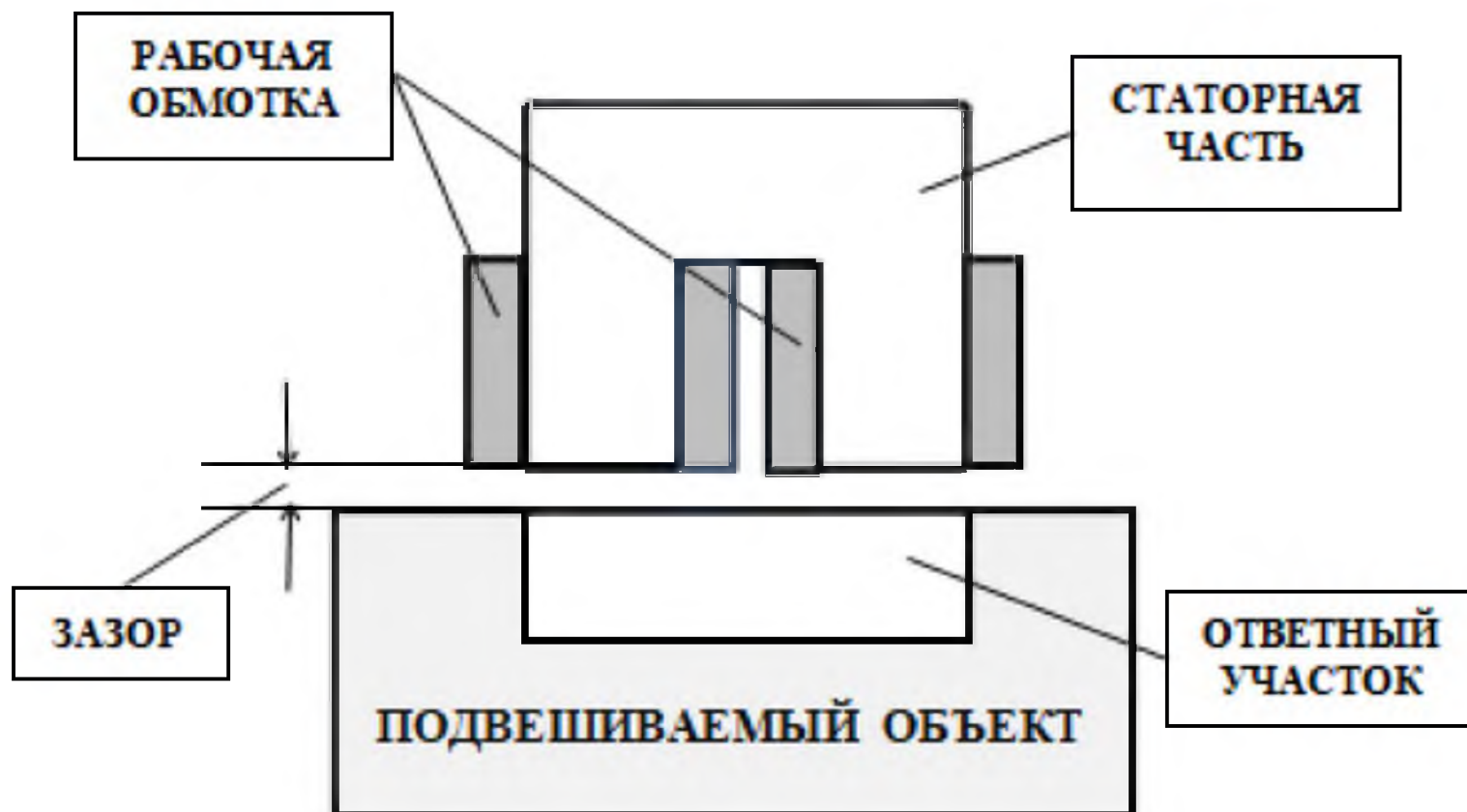
Задачи:

- Изучить функциональную схему, конструкцию АМП и принцип работы САМП.
- Анализировать математическую модель АМП
- Исследовать влияние переходных процессов на динамические характеристики
- Расчет технических характеристик САМП

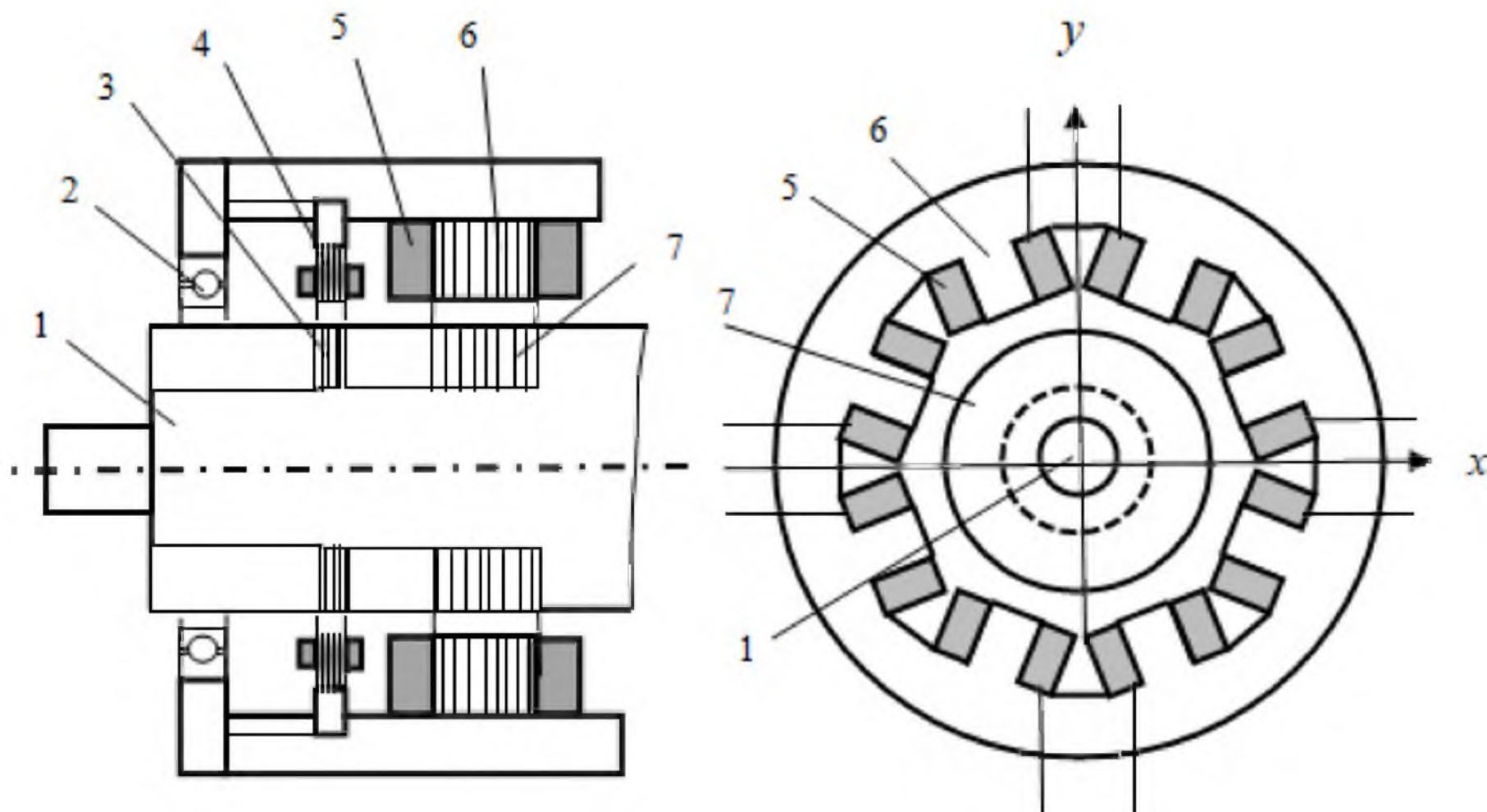
Функциональное назначение САМП



Структура Активной Магнитной Опоры



Структура Конструктивная схема АМП



Математическая модель динамических процессов САМП

$$\begin{cases} \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial W(I_1, I_2; x)}{\partial I_1} \right) = U_{1s} - \frac{\partial P(I_1, I_2)}{\partial I_1} \\ \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial W(I_1, I_2; x)}{\partial I_2} \right) = U_{2s} - \frac{\partial P(I_1, I_2)}{\partial I_2} \\ \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T(x\&)}{\partial x\&} \right) = \frac{\partial W(I_1, I_2; x)}{\partial x} + F(t) \end{cases}$$

Здесь:

x [м], $x\& = dx/dt$ [м/с] — величина и скорость смещения подвешиваемого объекта относительно центрального положения (точки подвеса);

I_1, I_2 [А] — токи в верхней и нижней (правой и левой или передней и задней) обмотках АМП (рис. 4, 5);

$W(I_1, I_2; x)$ [Дж] — магнитная энергия обмоток АМП.

$$W(I_1, I_2; x) = \frac{1}{2} \cdot L_1(x) \cdot I_1^2 + \frac{1}{2} \cdot L_2(x) \cdot I_2^2$$

$L_1(x), L_2(x)$, [Гн] — собственные индуктивности верхней и нижней (правой и левой или передней и задней) обмоток АМП.

Заключение

Приведенная конструкция САМП обеспечивает устойчивую работу системы и надежное функционирование всей элементной базы. Выполнен расчет технических характеристик САМП. Разработанная математическая модель позволяет рассчитать динамические характеристики и оценить остаточный ресурс технической системы с учётом возмущений. Обозначенные внешние силовые возмущения система должна обрабатывать без потери устойчивости.



Спасибо за внимание!



Преловская О. Г.

Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет «ЛЭТИ»

Основные результаты

1. На основе авторского определения проблемы, в качестве проблем идентифицированы потери, связанные с отклонениями основных элементов общей эффективности использования оборудования (OEE, Overall Equipment Effectiveness).
2. Опираясь на рекомендации международных отраслевых стандартов, процесс «решение проблем» рассмотрен как обязательный инструмент улучшения.
3. В статье сделаны выводы об универсальном характере и перспективности применения инструмента «решение проблем», указаны ключевые элементы, определяющие результативность его использования.

$$OEE = A \times P \times Q$$

Availability

Performance

Quality

$$OEE = A \times P \times Q$$

A = Доступность

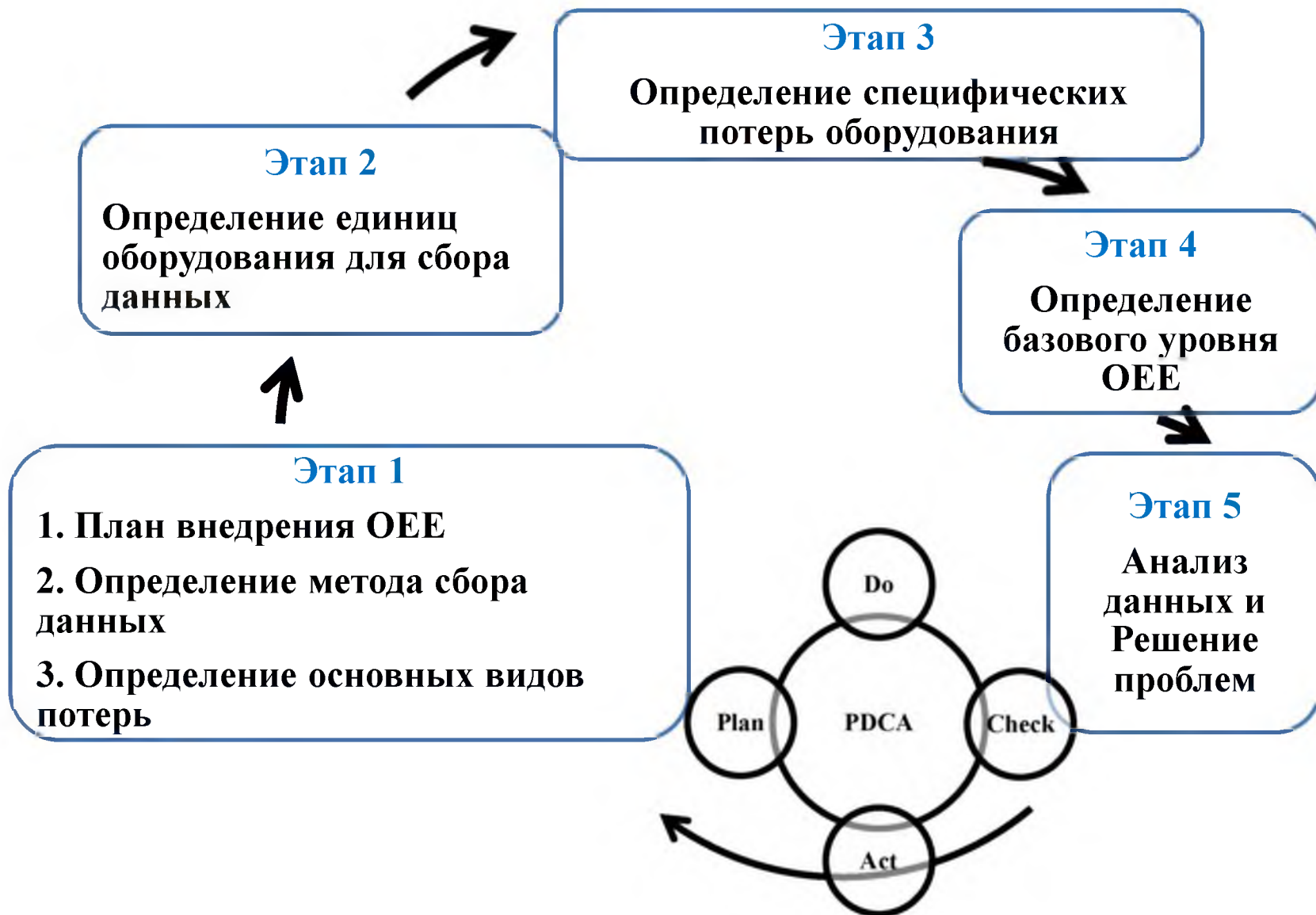
P = Производительность

Q = Качество





Потери, связанные с оборудованием		Потери, связанные с качеством
Элемент: А - Доступность	Элемент: Р - Производительность	Элемент: Q - Качество
Сбой и поломки оборудования	Снижение времени цикла	Потери на дополнительный контроль
Длительные пуско-наладочные работы	Неритмичная работа оборудования	Потери на сортировку
Потери, связанные с оснасткой и инструментом	Сбой выходного потока	Потери на доработку
Внеплановое обслуживание	Износ оборудования	Брак





Обязательная категоризация: основные виды потерь

Эта категория включает в себя потери, связанные с оборудованием, оснасткой, пуско-наладочные работы, документированные остановки, снижение скорости и потери по качеству

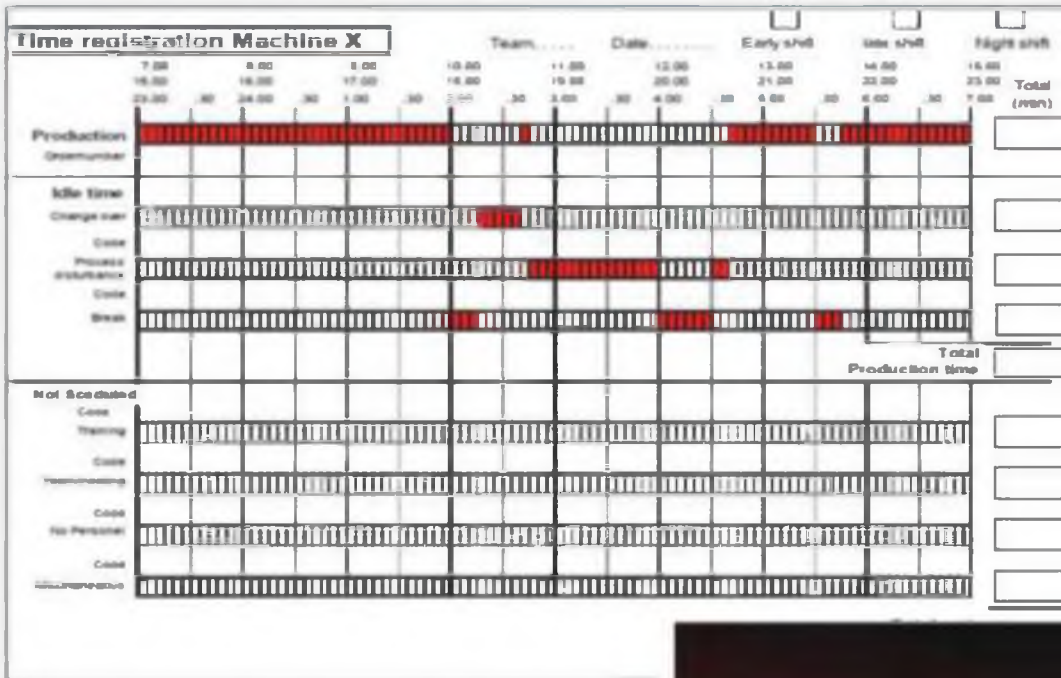
Опционально: дополнительная категоризация

Завод может по желанию разделить основные потери на дополнительные. Например, по виду: электрические, гидравлический или экстренное и превентивное техническое обслуживание

Обязательная категоризация: специфические потерн, связанные с оборудованием

Эта категория включает в себя специфические потери, связанные с конкретной единицей оборудования, которая, в свою очередь, относится к категории основных потерь.

Методы сбора данных





Завалишинские Чтения 2022





Factory OEE

OEE Application

Factory Situation Room



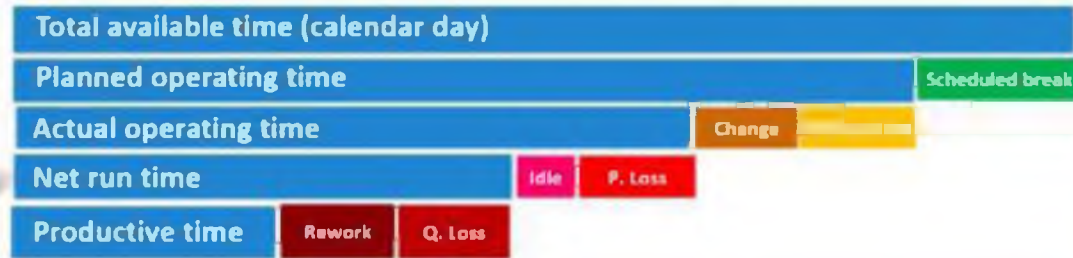
Instant Monitoring



Tracking & Analysis



Future Prediction



A: Machine Availability



Monitoring: Real-time machine failure condition
 Tracing: Tracking long-term efficiency
 Prevention: Remarks for special SKU for advance warnings

P: Manufacturing Performance

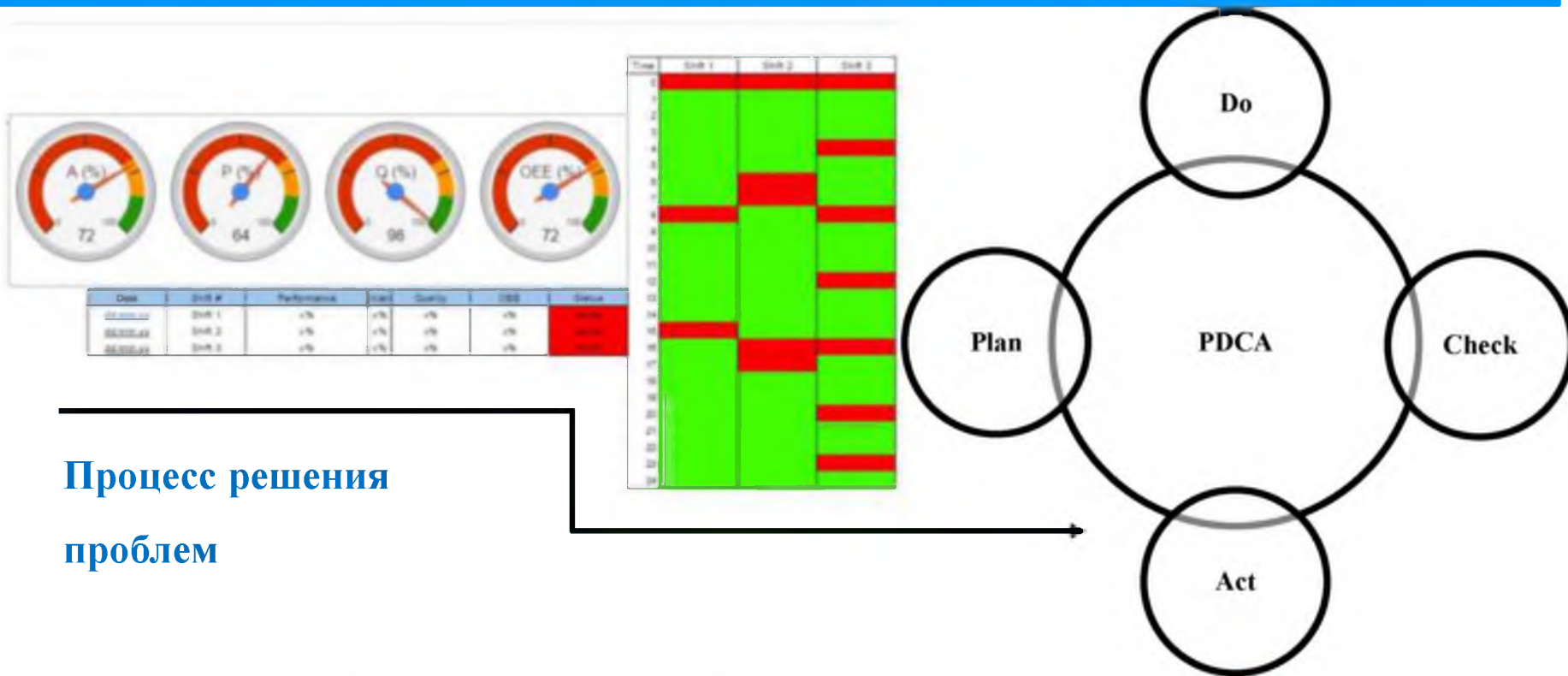


Monitoring: Real-time alarms for production errors
 Tracing: P&Q tracing for special SKU
 Prevention: Advance warnings for special low-power SKU

Q: Product Quality



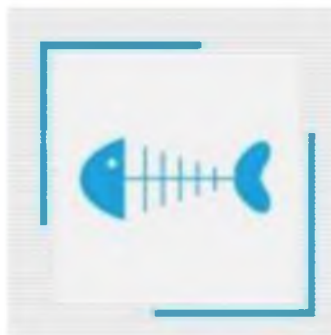
Monitoring: Real-time notifications by telephone
 Tracing: Pareto charts for error frequency
 Prevention: Focus resources on critical errors



Процесс решения
проблем



?



?





Отраслевой стандарт	Требование/Дополнение
<p>IATF 16949:2016 Стандарт системы менеджмента качества автомобильной промышленности. Фундаментальные требования к системе менеджмента качества для производств автомобильной промышленности и организаций, производящих соответствующие сервисные части</p>	<p>Согласно пункту 10.2.3 «Решение проблем» организация должна иметь документированный(-ые) процесс(-ы) для решения проблем ...</p> <p>Дополнение CQI-20:2018 “Руководство по эффективному решению проблем» и CQI-21 «Руководство лидера для эффективного решения проблем»</p>
<p>ISO/TS 22163:2017 “Железные дороги. Система менеджмента качества. Требования к системам менеджмента бизнеса для предприятий железнодорожной отрасли», также известная как отраслевой стандарт IRIS (International Railway Industry Standard) для предприятий промышленности железнодорожного сектора.</p>	<p>Должны быть установлены процессы менеджмента несоответствий и корректирующих действий</p> <p>Дополнением к IRIS выпущено руководство 7:2014 «Решение проблем»</p>
<p>AS/EN 9100:2016 «Системы менеджмента качества. Требования к авиационным, космическим и оборонным организациям»</p>	<p>Должны быть установлены процессы менеджмента несоответствий и корректирующих действий</p> <p>Дополнение SAE ARP9136 «Анализ коренных причин и решение проблем» (9S Methodology).</p>

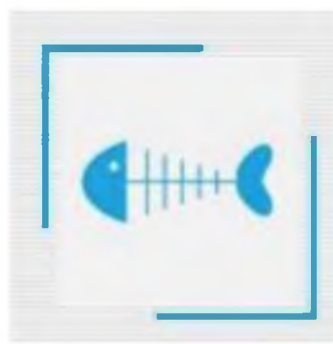


Организация должна иметь документированный(-ые) процесс(-ы) для решения проблем, включая:

- 1) определенные подходы для проблем различного вида и масштаба;
- 2) сдерживание, временные действия и соответствующие виды деятельности, необходимые для управления несоответствующими выходам;
- 3) анализ коренной причины, методологию, анализ и результаты;
- 4) осуществление системных корректирующих действий, включая рассмотрение влияния на подобные процессы и продукты;
- 5) верификации результативности корректирующих действий;
- 6) рассмотрение и, когда необходимо, актуализацию соответствующей документированной информации.



!



!



- 1. OEE = Стандарт измерения производительности производства**
- 2. Общая эффективность использования оборудования OEE = A x P x Q**
- 3. Отклонения основных элементов OEE приводят к потерям**
- 4. Потери представляют собой проблемы, которые необходимо решать с помощью процесса решения проблем**
- 5. Решение проблем представляет собой обязательный инструмент повышения производительности и общей эффективности использования оборудования**



СПАСИБО Q&A

Преловская О. Г.

+7 911 104 51 02

ola.prelovskaya@gmail.com

**ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

**Распределенная информационно-
вычислительная система управления ядерным
блоком**

Дт.н., профессор Данилов Александр Дмитриевич

Аспирант - Синюков Денис Сергеевич

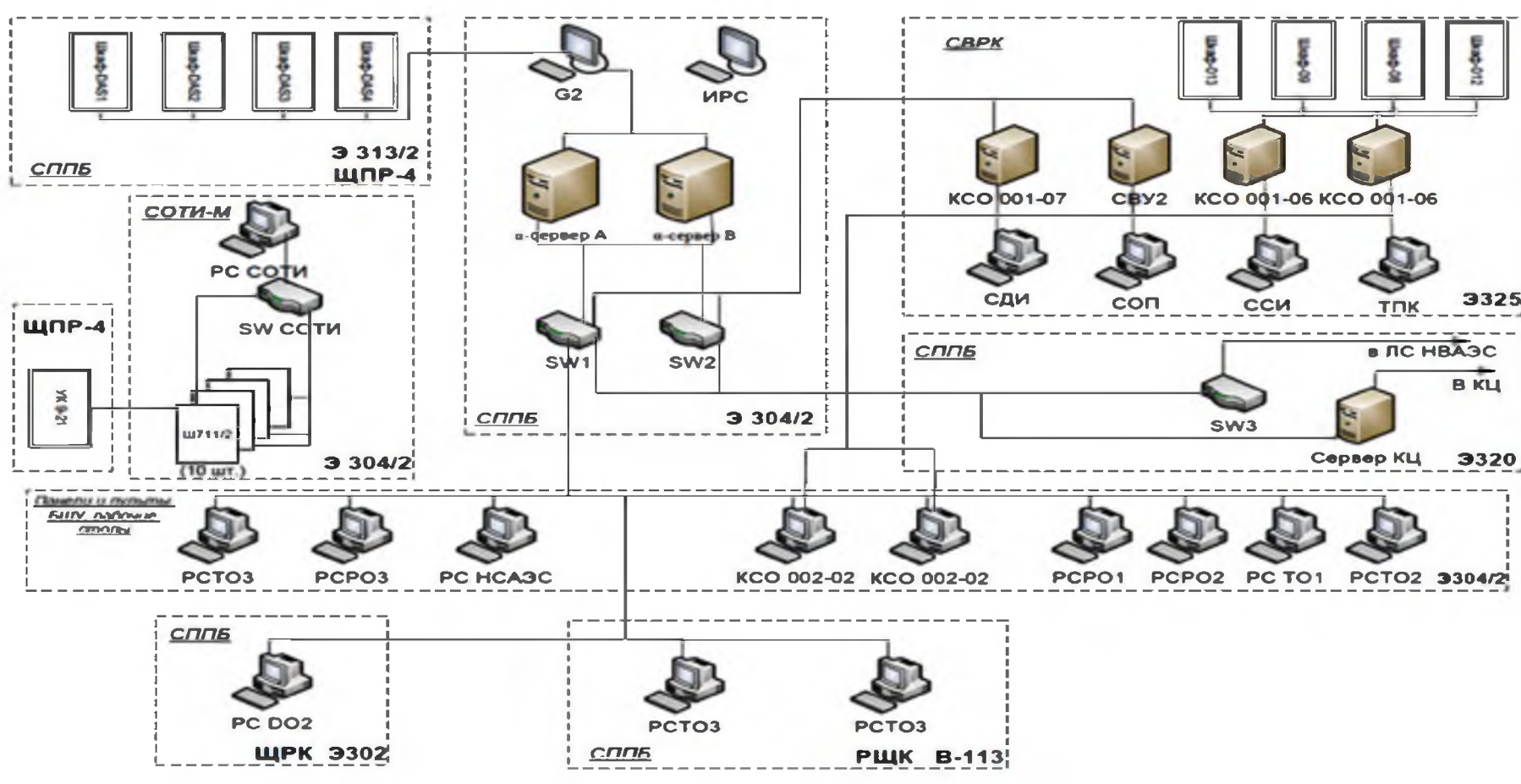


Рис. 1. Структурная схема информационно-вычислительной системы ядерного блока до модернизации.

РС - рабочая станция, КСО - комплект специального оборудования, РО/ТО – реакторное/турбинное отделение, СВУ – сервер верхнего уровня, СДИ/СОП/ССИ – рабочая станция дежурного инженера/оперативного персонала/системного инженера

НЕДОСТАТКИ ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДО МОДЕРНИЗАЦИИ

3

- системы СВРК и системы предоставления параметров безопасности (СПШБ) имеют различные аппаратные и программные решения;**
 - в каждой системе предусмотрены собственные рабочие станции, работающие под управлением разного прикладного программного обеспечения и по разному реализовывающие подход к отображению информации оператору на видеокадрах, к работе с архивными данными и т.д.;**
- СОТИ-М не имеет средств графического представления информации и архивных данных на БЩУ и использует мощности программного обеспечения СПШБ;**
- подсистемы АСУТП деинтегрированы и полностью автономны, не имеют общего информационного пространства**

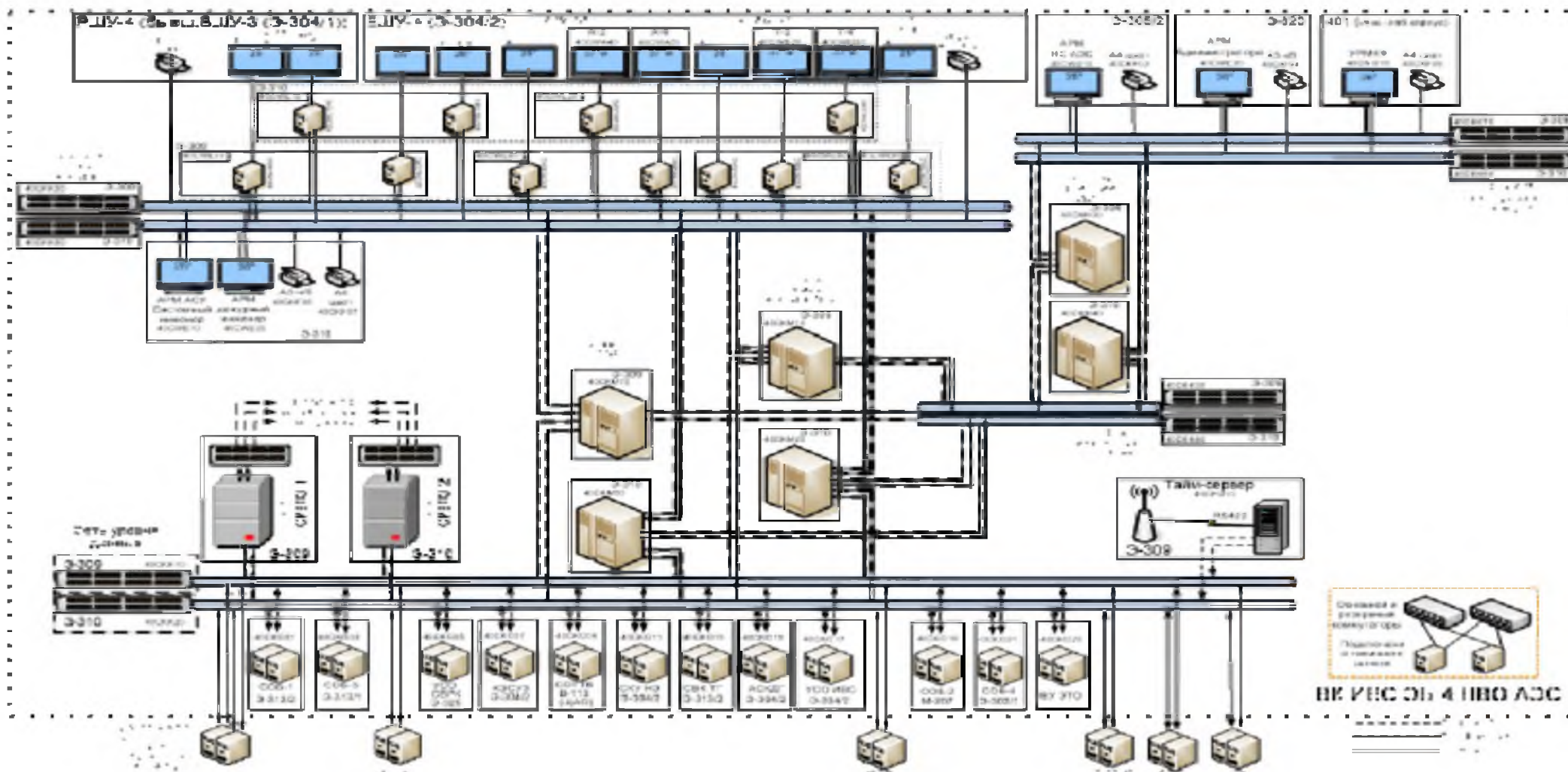


Рисунок 2 Принципиальная схема информационно-вычислительной системы после модернизации энергоблока №4

Функционал разработанной ИВС

5

- -прием информации от всех существующих, модернизированных и вновь созданных подсистем систем контроля и управления (СКУ) энергоблока (ЭБ) в соответствии со структурной схемой ИВС (рис.2);
- представление актуальной и ретроспективной информации оперативному персоналу, а также экспертам аварийных центров АЭС и Концерна Росэнергоатом;
- представление оперативному персоналу световой и звуковой сигнализации при выходе параметров за проектные уставки;
- регистрация (архивирование) полученной информации, включая команды операторов и положение механизмов систем безопасности;
- вывод на печать зарегистрированной информации в различной форме;
- обеспечение единым временем оборудования ПТК ИВС и смежных подсистем СКУ ЭБ нижнего уровня автоматизации, от которых вычислительный комплекс ИВС принимает информацию;
- регистрацию информации при аварийных ситуациях (СРВПЭ);
- обеспечение функционирования СВРК и СППБ в объеме не менее чем в эксплуатировавшейся системе до модернизации с учётом изменений в системах безопасности и системах нормальной эксплуатации.

ФУНКЦИОНАЛ СВРК

6

- обработка результатов измерений;
- расчёт тепловой мощности активной зоны;
- расчёт теплофизических переменных в объёме активной зоны;
- расчёт поля энерговыделения;
- расчёт запасов до кризиса теплообмена;
- расчёт функционалов по объёму АкЗ;
- расчёт выгорания и отравления в объёме АкЗ;
- расчёт покассетных и потвэльных распределений энерговыделения;
- расчёт коэффициентов внутрикассетной неравномерности энерговыделения;
- контроль отклонений технологических величин;
- компенсация запаздывания сигналов ДПЗ;
- учет влияния неполного перемешивания теплоносителя в головках кассет на показания термопреобразователя (ТП) на выходах кассет;
- контроль температуры (или энтальпии) теплоносителя на выходе из горячего канала.

ФУНКЦИОНАЛ СППБ

7

- **своевременное уведомление оператора о нарушении КФБ, отображение сигнализации об изменениях состояния КФБ;**
- **представление оперативному персоналу электронного аналога деревьев состояния КФБ, определяющих выбор процедуры по восстановлению КФБ;**
- **выдача оператору рекомендаций о применении той или иной процедуры по восстановлению КФБ (контроль состояния диагностических блоков (узлов) деревьев КФБ и контроль активации выходных ветвей деревьев КФБ);**
- **предоставление электронных интерактивных процедур восстановления КФБ;**
- **предоставление справочной или расчетной информации, необходимой для принятия решений и выполнения управляющих действий, определенных в определенных в «Руководстве по управлению за проектными авариями»;**
- **предоставление необходимой информации о состоянии рабочих механизмов, используемых при выполнении управляющих действий.**

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ РАБОЧИЕ МЕСТА 8 ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛА

- АРМ ведущего инженера управления турбиной (ВИУТ), состоящий из двух дисплеев, размещенных на панелях, и одного дисплея, размещенного на столе БЩУ;**
- АРМ начальника смены блока (НСБ), состоящий из одного дисплея, размещенного на столе БЩУ;**
- АРМ РЩУ, состоящий из двух дисплеев, размещенных на РЩУ;**
- АРМ начальника смены (НС) АЭС, состоящий из дисплея, размещённого на рабочем месте НС АЭС;**
- АРМ системного администратора ИВС;**
- АРМ системного инженера и АРМ дежурного инженера;**
- УРМКФ (рабочее место контролирующего физика).**

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИВС

9

Уровень 1 - операционная система (не является частью ПО "Крузи"). Чаще всего на оборудовании оперативного персонала используется ОС Linux, на оборудовании неоперативного персонала - различные версии Windows.

Уровень 2 - средства абстрагирования от операционной системы. Они, как и уровни 3 и 4, входят в состав ПО «Крузи». Наличие этого уровня позволяет использовать ПО полуфабрикатного режима (ПФР) с разными операционными системами без изменений в прикладных программах: для перехода к другой операционной системе достаточно заменить библиотеку программных средств уровня 2 и перекомпилировать ПО уровней 3 и 4. Программные средства уровня 2 пользовательского интерфейса не имеют и обслуживания не требуют.

Уровень 3 - базовые сервисы. Уровень реализует механизмы взаимодействия между прикладными программами. Сервисы реализуют свои функции путем вызова программ из библиотеки функций ПО "Крузи". В состав ИС входят следующие **базовые сервисы**:

сервис запуска ПО обеспечивает управление остальными включенными в конфигурацию системы сервисами;

сервис хранилища обеспечивает функционирование размещенных на жестком диске каждой ЭВМ ПС файлов (Хранилища данных), содержащих информацию о конфигурации и настройках системы и необходимые для рестарта накапливаемые данные. Сервис выполняет, в том числе, синхронизацию Хранилищ разных ЭВМ;

сервис диспетчера обеспечивает организацию взаимодействия и обмена данными между модулями диспетчера, выполняющими функции приема, обработки и передачи данных. Каждый модуль диспетчера может обмениваться данными с диспетчером через специализированный программный интерфейс. Диспетчер хранит перечни входных и выходных данных каждого включенного в конфигурацию модуля, и по приходу от данных от любого модуля раздает заинтересованным в них модулям. Включение в конфигурацию нового модуля может выполняться как при остановленном, так и при работающем диспетчере;

сервис протокола сообщений обеспечивает функционирование протокола событий;

сервис архива обеспечивает функционирование аппаратного архива;

сервис самодиагностики обеспечивает контроль состояния оборудования.

Уровень 4 - прикладные программы и модули, выполненные в виде программных библиотек. Программные средства данного уровня комплексно разработаны по единым требованиям, что исключает проблемы совместимости нижнего и верхнего уровней разработанной платформы.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ИВС

10

- оборудование изготовлено серийно по техническим условиям под контролем надзорных органов;
- программные средства разработаны в соответствии изложенными в МЭК 60880 и 62138 требованиями процедуре разработки ПО систем, важных для безопасности;
- организация программной среды обеспечивает возможность резервирования оборудования;
- ряд важных для безопасности функций реализован в нескольких (не менее двух) вариантах в разных программных модулях, обеспечена возможность одновременной работы альтернативных алгоритмов и автоматического сравнения результатов;
- в системах с дублированной структурой для повышения надежности на основе разнообразия реализована мультиплатформенность ПО, позволяющая на основном и резервном оборудовании использовать разные операционные системы;
- прием данных от измерительной аппаратуры и обработка данных выполняются в жестком цикле по принципу "все всегда", что обеспечивает отсутствие зависимости загруженности (работоспособности) системы от режимов работы контролируемого объекта.

БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ

*XVII международная конференция по электромеханике
и робототехнике "Завалишинские чтения", ЗЧ-2022
12-14 апреля, 2022., Санкт-Петербург, Россия*

Development of a 'smart' power network for the AUV hybrid Power Generation and Distribution System

Разработка «умной» электросети гибридной
системы генерирования и распределения
электроэнергии АНПА

Киселев Н. К. АО «КБ «Лазурит», г. Нижний Новгород

Мартынова Л. А., д.т.н. АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», Санкт-Петербург

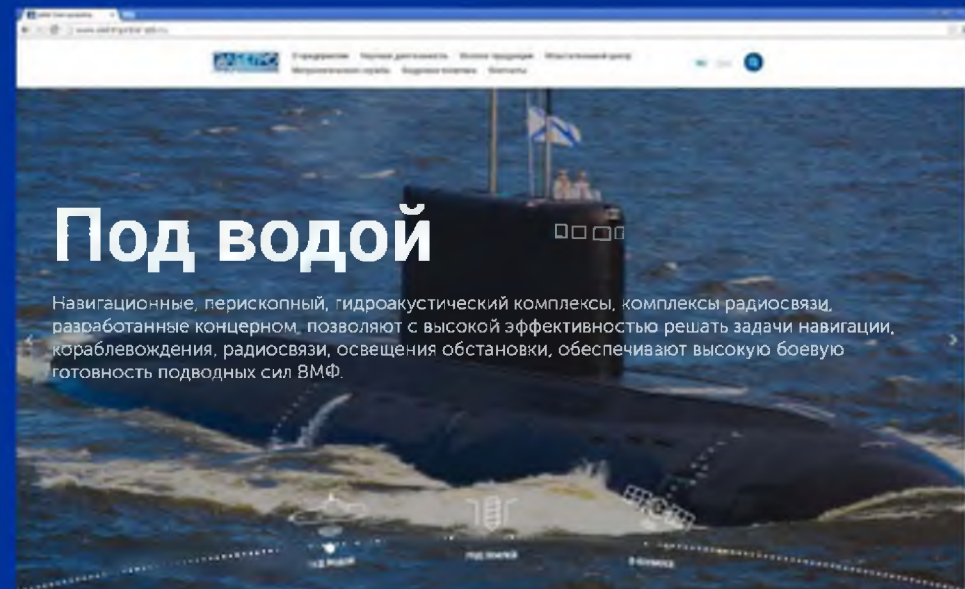
Докладчики:



АО «ЦКБ
«Лазурит»



АО «Концерн
«ЦНИИ
«Электроприбор»



Рассматриваемый АНПА – типа Echo Voyager (США)



Характеристики:

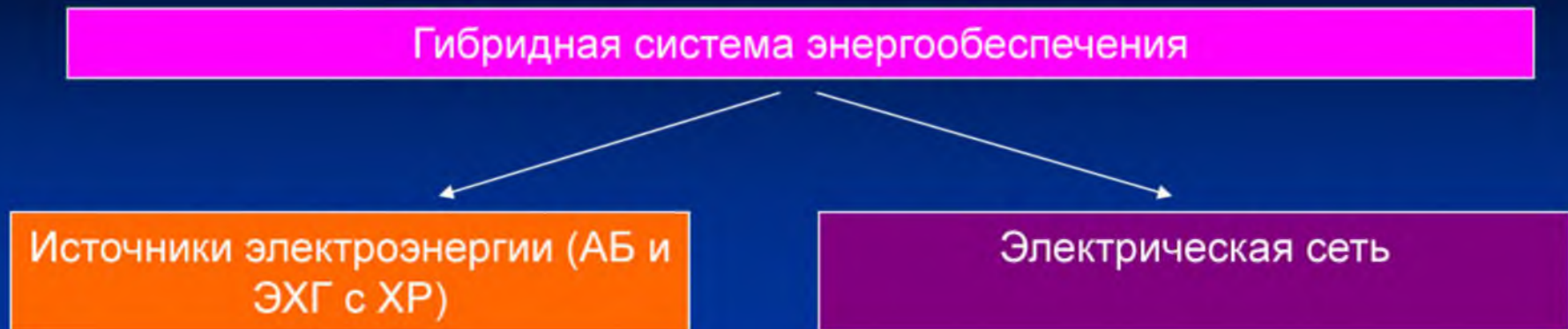
- длина 15,5 м;
- водоизмещение 50 т;
- дальность хода в автономном режиме - до 6500 миль;
- может развивать скорость до 15 км/ч (8 уз);
- модуль для полезной нагрузки - около 10 м и сможет вмещать до 8 т оборудования или вооружений.

Основные подсистемы АНПА

В состав АНПА входят подсистемы:

- маршевый движительно-рулевой комплекс;
- подсистема навигации;
- подсистема освещения обстановки;
- подсистема радиосвязи и гидроакустической связи;
- подсистема управления техническими средствами;
- подсистема генерирования и распределения электроэнергии;
- подсистема аварийного и сигнального оборудования;
- гидроакустическая навигационная система;
- подсистема полезной нагрузки;
- система управления АНПА.

Состав гибридной СЭО



Причины совершенствования системы энергообеспечения (СЭО)

Существенное увеличение запаса энергоресурса на борту АНПА



Использование альтернативных источников электроэнергии

Широкий диапазон скоростей движения АНПА



Использование гибридной системы энергообеспечения

Несоответствие параметров вырабатываемой электроэнергии параметрам потребления



Использование многоканальных преобразователей напряжения

Отсутствие необходимости постоянно держать всю электросеть на полную мощность



Использование распределительных щитов

Состав электросети



Токопровод - электротехническое устройство для передачи электроэнергии между источниками электроэнергии, оборудованием электросети и потребителями.

Многоканальные преобразователи напряжения - оборудование, предназначенное для понижения или повышения напряжения до значений напряжения, на котором работают потребители.

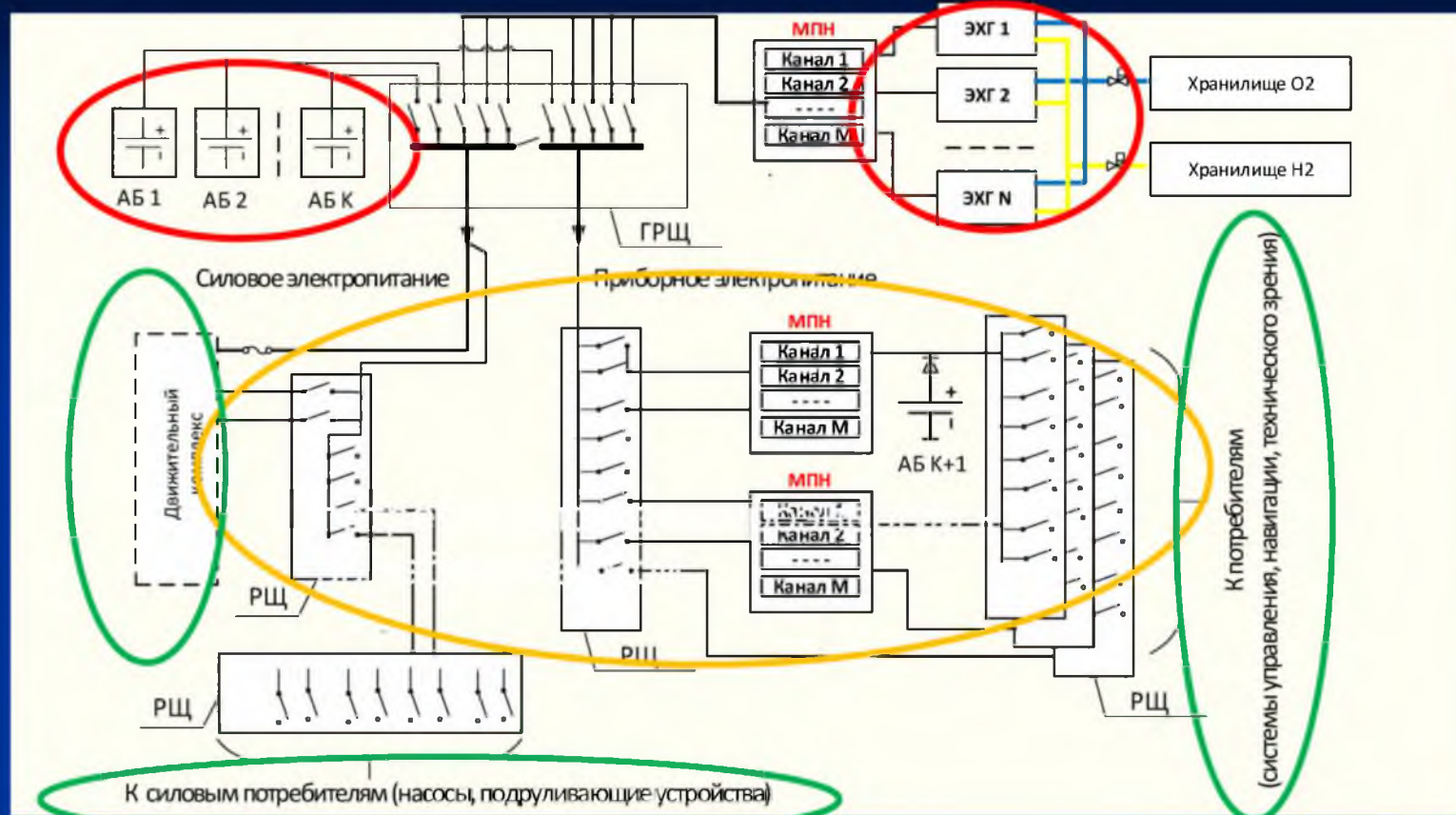
Распределительные щиты - электрические щиты, в которых происходит распределение электроэнергии по элементам сети и потребителям, содержат элементы системы защиты при аварийных ситуациях, связанных с перегрузками и короткими замыканиями.

Ключи (коммутационная аппаратура) - оборудование, предназначенное для подключения/отключения элементов электросети или их частей, а также потребителей к шинам.

Потребители - приборы, устройства, механизмы или системы АНПА, для работы которых необходима электроэнергия.

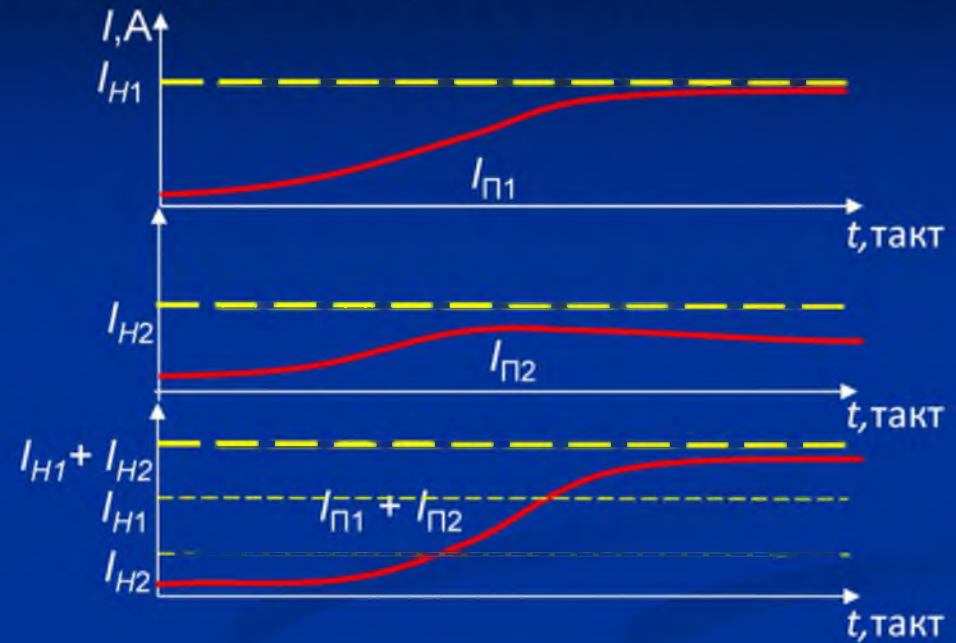
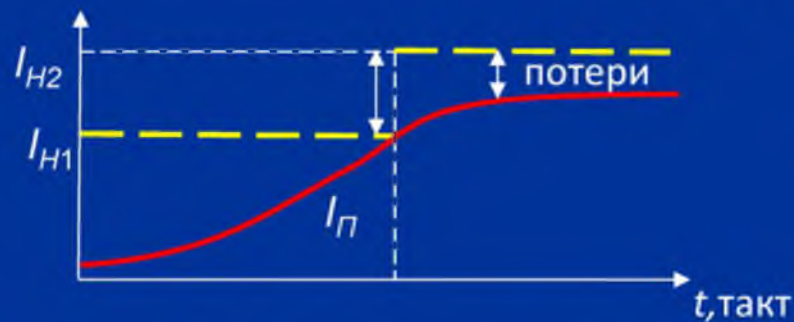
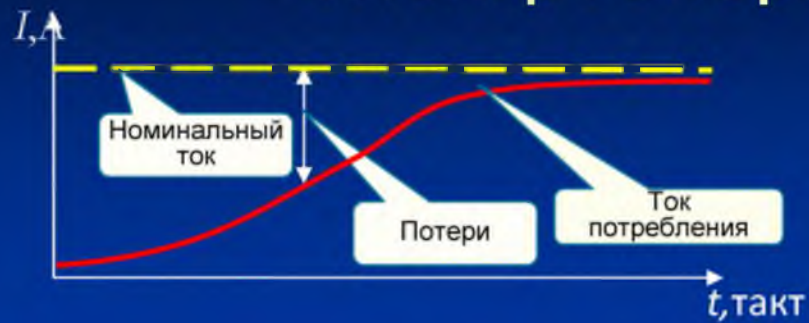
Эффективной будем считать такую гибридную СЭО, которая, по аналогии с двигателями, обеспечивает наибольший коэффициент полезного действия – КПД, представляющий собой отношение потребляемой электроэнергии к вырабатываемой. Вырабатываемая энергия определяется расходуемой на потребителей электроэнергией и потерями в электросети.

Структурная электрическая схема



Цель работы – управление системой энергообеспечения, обеспечивающее при движении АНПА в широком диапазоне скоростей минимальные потери электроэнергии.

Причины возникновения потерь электроэнергии в электросети



Формализованное описание электросети

Токи потребления

$$I_P = [I_{P1}, \dots, I_{Pn}, \dots, I_{PN}]^T$$

J элементов оборудования электросети – многоканальных преобразователей напряжения (МПН) и распределительных щитов (РЩ), характеризуемых вектор-столбцом допустимых токов I_Y :

$$I_Y = [I_{Y1}, \dots, I_{Yj}, \dots, I_{Yj}]^T$$

D токопроводов, характеризуемых вектор-столбцом номинальных токов I_T :

$$I_T = [I_{T1}, \dots, I_{Td}, \dots, I_{TD}]^T$$

Матрица инцидентности W_Z размерности $(J+N+Ms) \times D$ характеризует задействие токопроводов.

Матрица S_D характеризует подключения работающих потребителей к задействованным токопроводам. Размерность матрицы S_D $D \times N$, элементы матрицы принимают значения: 0 – n -ый потребитель отключен от d -го токопровода, 1 – n -ый потребитель подключен к d -му токопроводу.

В каждый момент времени t электросеть характеризуется матрицей подключения S_D^* такой, что потери минимальны.

Потери в электросети

Общие потери в электросети: $I_L = \Delta I_{Td} + \Delta I_{Yj}$

Потери на токопроводах:
$$\Delta I_{Td} = \sum_{d=1}^D \left(K_{Td} \left(i_{Td} - \sum_{n=1}^{N_{Td}} i_{Pn} \right) \right)$$

Потери на элементах оборудования:
$$\Delta I_{Yj} = \sum_{j=1}^J \left(K_{Yj} \left(i_{Yj} - \sum_{n=1}^{N_{Yj}} i_{Pn} \right) \right)$$

Управление

Пусть в некоторый момент времени $t+1$ поступает команда от верхнего уровня системы управления на изменение состава и/или параметров потребителей, в результате чего происходит изменение токов потребления. В результате изменения токов потребления состояние электросети, характеризуемое количеством задействованных токопроводов, приводит к увеличению потерь по сравнению с текущим состоянием.

Управление заключается в том, чтобы изменить состав токопроводов, перейдя от состава токопроводов по матрице $\mathbf{S}_D^*(t)$ к матрице $\mathbf{S}_D^*(t+1)$; переход заключается в включении и выключении отдельных токопроводов.

Перечень задач для определения управления

Задачи, которые необходимо решить для соединения потребителей с источниками так, чтобы потери электроэнергии были минимальными:

1. Выбор путей соединения потребителей с источниками в момент времени t , обеспечивающих минимальные потери электроэнергии в электросети;
2. Управление параметрами состояния электросети, обеспечивающее минимальные потери электроэнергии.

Для определения управления необходимо:

- разработать имитационные модели функционирования потребителей;
- осуществить прогнозирование токов потребления;
- рассчитать минимально необходимого уровня номинальных токов;
- определить распределение потребителей по токопроводам и определить состав токопроводов;
- определить управление при изменении состояния сети, выраженное и изменением задействованных токопроводов и распределением подключений потребителей к токопроводами.

Разработка имитационных моделей токопотребления

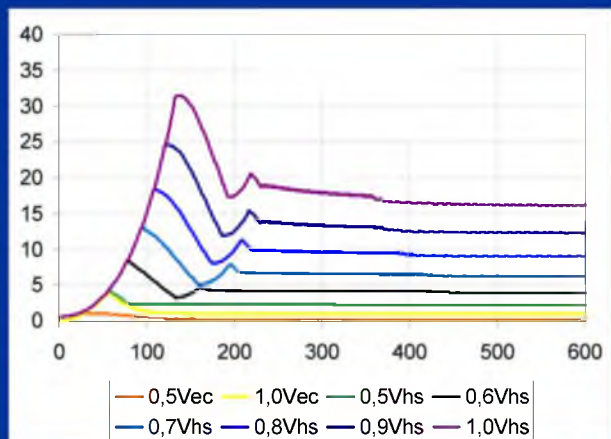
В каждой модели в зависимости от множества входных параметров и параметров состояния Par_n , определялся ток потребления I_{Pn} :

$$I_{Pn} = f(Par_n).$$

Изменение степени детализации в имитационной модели n -го потребителя было основано на методах агрегирования и декомпозиции имитационных моделей

Основное внимание при разработке имитационных моделей было уделено наиболее энергоемким потребителям, которыми являются:

- маршевый двигатель (МД);
- вертикальные подруливающие устройства (ВПУ);
- горизонтальные подруливающие устройства (ГПУ);
- насосы кормовой и носовой уравнильно-дифференциальных цистерн (УДЦ).



Имитационная модель насоса УДЦ

$$I_{Pn}(t) = f(\rho, D_{gw}^5, k_e(\lambda), v^2(t), n_{gw}^3(t)) \quad k_{HPU}(t) = f(v(t), v_x(t), \beta, T_c(t))$$

$$I_{Pn}(t) = f(n_{HPU}^2(t), C_{HPU}, k_{HPU}(t), \beta) \quad k_{HPU}(t) = f(v(t), v_x(t), \beta, T_c(t))$$

$$k_{HPU}(t) = f(v(t), v_x(t), \alpha, T_c(t))$$

Имитационная модель насоса УДЦ

$$I_{Pn}(t) = f(q_N)$$

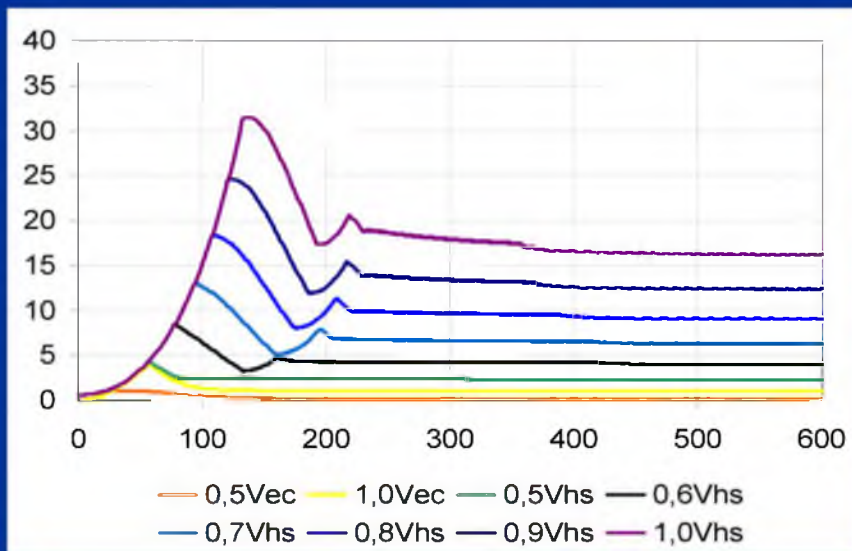
$$I_{Pn}(t) = f(q_K)$$

Прогнозирование токопотребления

Целью прогнозирования явилось определение токов потребления всех работающих потребителей с учетом изменения параметров их работы. Параллельно оценивался срок прогнозирования, в течение которого происходили изменения номинальных токов.

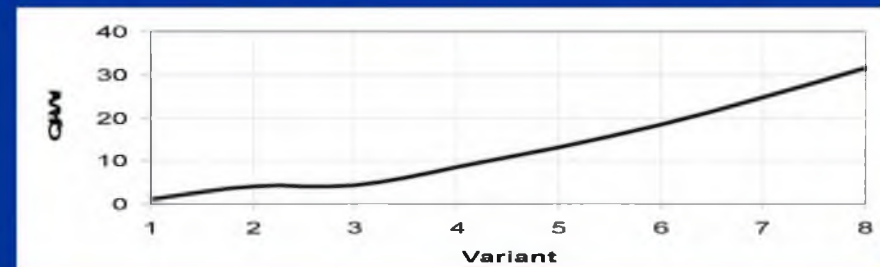
В переходный период оцениваются минимальный I_{\min} и максимальный I_{\max} уровни токов потребления, а также длительность переходного периода τ выхода на устойчивый процесс с заданными параметрами и текущий ток потребления I_p^* .

По полученным результатам I_{\min} , I_{\max} , τ , I_p^* определяется минимально необходимый уровень номинального тока и его период.

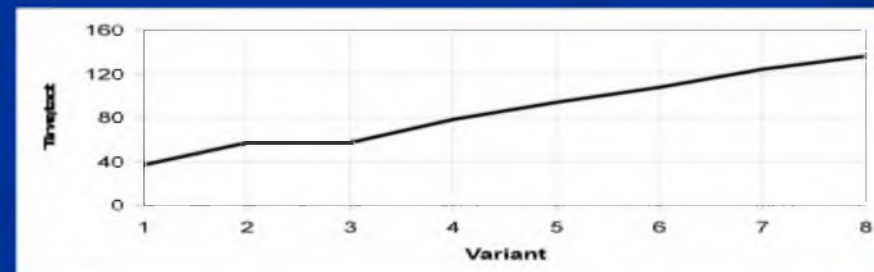


Полученные результаты прогнозирования позволили оценить минимально необходимый номинальный ток и периоды времени его изменения.

Зависимость максимума токопотребления от скорости движения АНПА

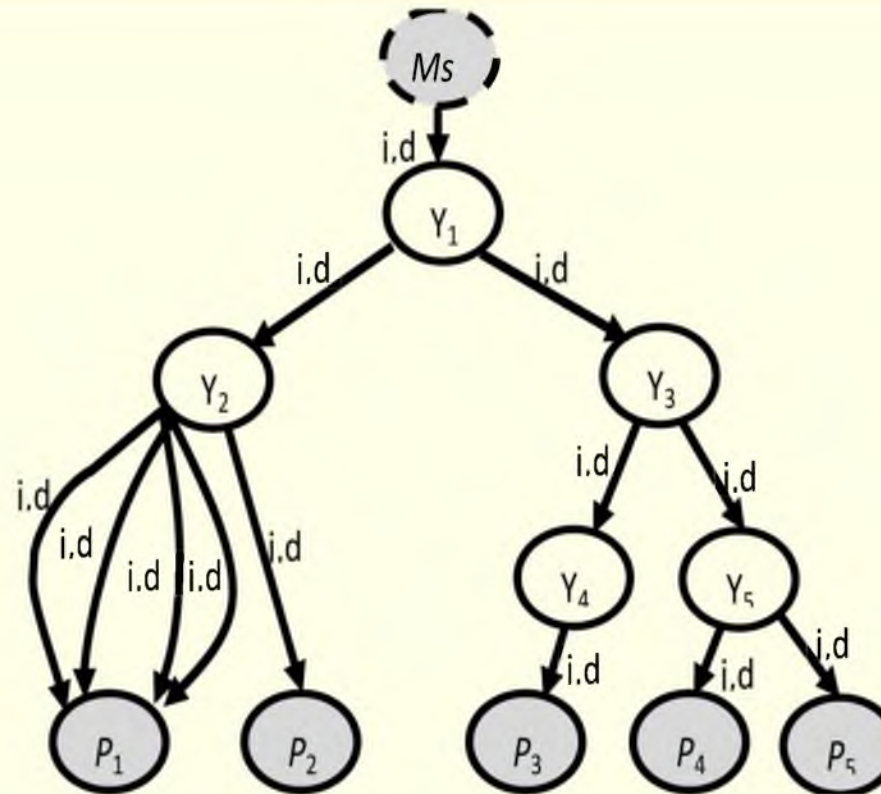


Зависимость длительности нарастания энергопотребления от целевой скорости



Представление электросети в виде графа

Электросеть представлена в виде взвешенного ориентированного графа G , узлами которого являются элементы электросети, а ребрами – токопроводы. Пусть каждое ребро характеризуется парой чисел: j (номер узла) и d (номер ребра, исходящего из j -го узла). Источник на рисунке 4 обозначен Ms .



Путь L в графе $G(Y, T)$ – это последовательность узлов $L = (Y_1, \dots, Y_m, \dots, Y_M) \in Y$: Y_m смежен с Y_{m+1} для $1 \leq m \leq M$, M – количество узлов, $(M-1)$ – количество связывающих их токопроводов в пути L . Такой путь L является путем длиной M из узла Y_1 в Y_M .

Задача сводится к определению в графе G таких путей $L_1, \dots, L_n, \dots, L_N$ соединения N потребителей с источником, которые обеспечивали бы выполнение критерия минимизации потерь электроэнергии в электросети.

Распределение подключения потребителей

Формализуем задачу распределения подключения потребителей к токопроводам с минимальными потерями электроэнергии, как задачу поиска кратчайшего пути в графе. Кратчайший путь в данном случае формализуется как путь с минимальными потерями ΔI_L , возникающими на элементах оборудования и токопроводах, входящих в путь L .

$$\Delta I_L = \sum_{m=1}^M \Delta I_{Tm} + \sum_{m=1}^{M+1} \Delta I_{Ym} \quad \Delta I_{Tm} = K_{Tm} (i_{Tm} - i_{Pn}) \quad \Delta I_{Ym} = K_{Ym} (i_{Ym} - i_{Pn})$$

Особенности по сравнению с традиционной задачей поиска кратчайшего пути в графе, которые заключаются в следующем:

- 1) Вес (равный потерям в токопроводе и узле) необходимо учитывать не только у ребер, но и у узлов.
- 2) Вес ребра оценивается не по «длине» ребра, а по «ширине».
- 3) Прохождение ребра возможно многократно.
- 4) Веса ребер с течением времени меняются.
- 5) «Наиболее подходящим» будет ребро, имеющее минимальный вес, а не максимальный.
- 6) При выборе пути не используется понятие «помеченный узел», так как возможно повторное его использование.
- 7) При выборе пути по отношению к ребрам используются понятия «преодолимое» и «непреодолимое».

Алгоритм выбора пути L^* последовательного подключения потребителей к источникам

Шаг 1. Ранжируем потребителей в порядке убывания токов потребления.

Шаг 2. Берем потребителя с наибольшим током потребления из имеющихся.

Шаг 3. Ранжируем ребра, исходящие из узла, соответствующего выбранному потребителю, в порядке убывания их веса.

Шаг 4. Если в текущем узле найдется ребро из числа «преодолимых» и удовлетворяющее ограничению по номинальным токам, то среди них выбираем ребро с наименьшим весом и перемещаемся по нему в следующий узел, затем переходим к шагу 5. При этом диагональный элемент в матрице F_T , соответствующий выбранному ребру, помечаем как задействованный токопровод, соответствующий элемент в матрице инцидентности задействованных токопроводов S_Z также из нулевого станет единичным, а потребитель в матрице S_D – единичный, как подключенный к этому токопроводу. В противном случае – по пройденному ребру возвращаемся в предыдущий узел и помечаем ребро для данного потребителя как «непреодолимое». Переходим к шагу 4.

Если в текущем узле нет ребра, удовлетворяющего ограничению по номинальным токам, то по ребру, входящему в текущий узел, возвращаемся в предыдущий узел и помечаем ребро для данного потребителя как «непреодолимое». Переходим к шагу 4.

Шаг 5. Если текущий узел – источник, переходим к шагу 6, иначе к шагу 4.

Шаг 6. Если потребитель – не последний, то пересчитываем веса ребер и переходим к шагу 2. Если потребитель – последний – переходим к шагу 7.

Шаг 7. Выход.

Определение управления

На момент времени t матрица подключений имеет вид

Управление $\mathbf{U}_D(t)$ охарактеризуем матрицей вида:

$$S^*_D(t) = \begin{pmatrix} s_{11} & s_{21} & \dots & s_{1n} & \dots & s_{1N} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2n} & \dots & s_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ s_{d1} & s_{d2} & \dots & s_{dn} & \dots & s_{dN} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ s_{D1} & s_{D2} & \dots & s_{Dn} & \dots & s_{DN} \end{pmatrix}$$

$$U_D(t) = \begin{pmatrix} u_{11} & u_{21} & \dots & u_{1n} & \dots & u_{1N} \\ u_{21} & u_{22} & \dots & u_{2n} & \dots & u_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ u_{d1} & u_{d2} & \dots & u_{dn} & \dots & u_{dN} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ u_{D1} & u_{D2} & \dots & u_{Dn} & \dots & u_{DN} \end{pmatrix}$$

Значения элементов матрицы управления определяются следующим образом:

если $s_{d,i}(t) = 0$ и $s_{d,i}(t+1) = 0$, то $u_{d,i}(t) = 0$;

если $s_{d,i}(t) = 1$ и $s_{d,i}(t+1) = 0$, то $u_{d,i}(t) = 1$;

если $s_{d,i}(t) = 0$ и $s_{d,i}(t+1) = 1$; то $u_{d,i}(t) = 1$;

если $s_{d,i}(t) = 1$ и $s_{d,i}(t+1) = 1$, то $u_{d,i}(t) = 0$.

Функция, отвечающая такой логике, представляет собой логическую операцию «исключающее или» (XOR) и обозначается символом \oplus .

Таким образом, для перевода матрицы $S_{D,i}(t)$ в матрицу $S_{D,i}(t+1)$ необходимо найти сумму текущего состояния и управления в матричном виде:

$$S^*_D(t+1) = S^*_D(t) \oplus U_D(t).$$

Эффект от реализации предложенного решения

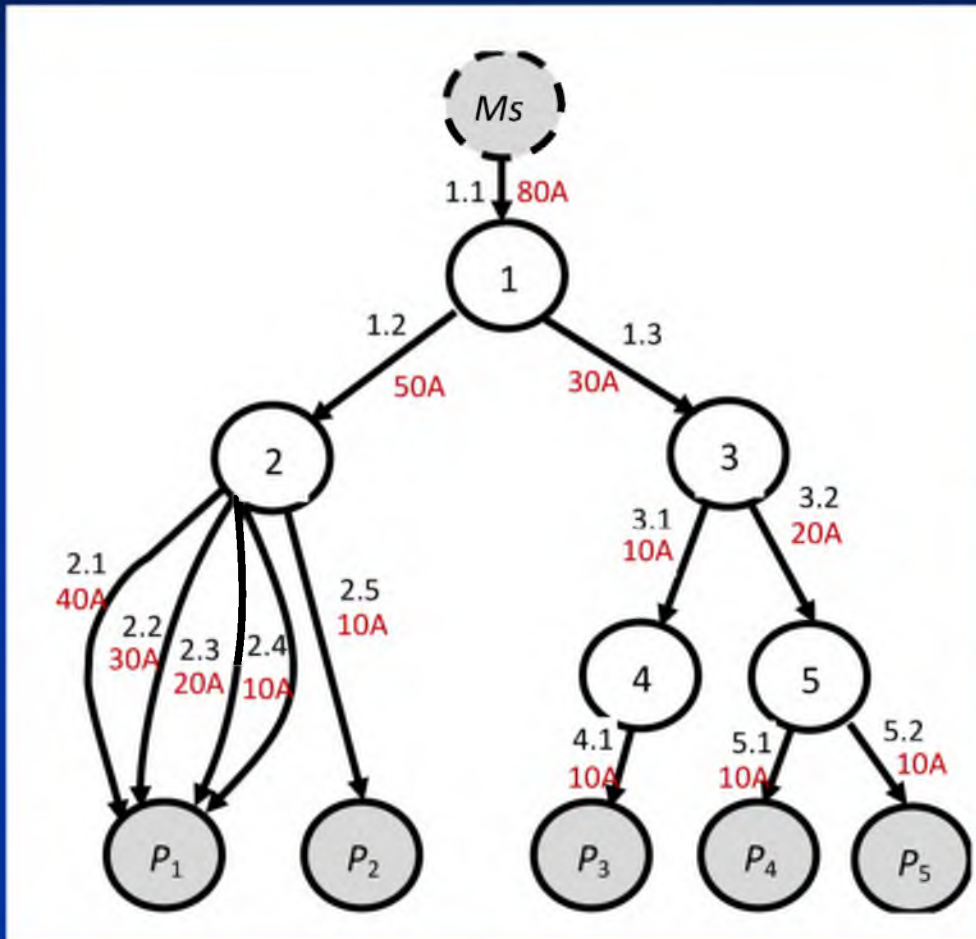
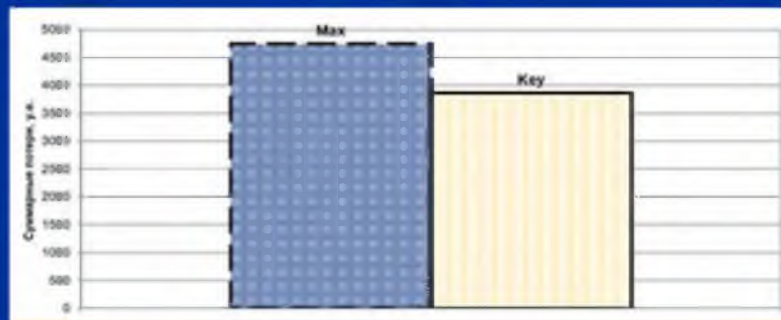
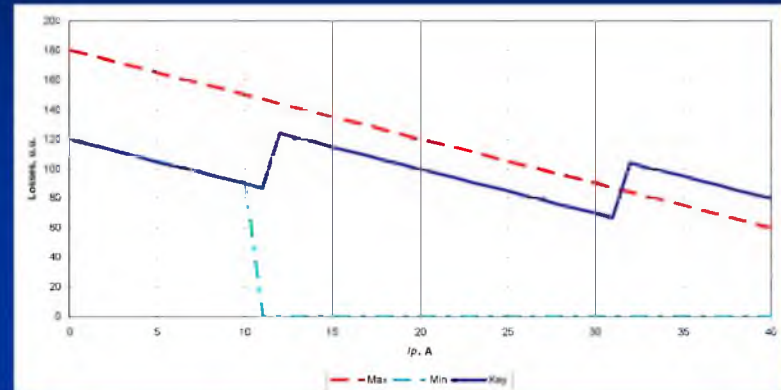


Схема электросети, используемой для численного эксперимента

Результаты численного эксперимента



Выигрыш от использования предложенных решений привел к снижению относительных потерь электроэнергии в электросети на 20% при линейном нарастании тока потребления

Заключение

В работе решена задача сокращения потерь электроэнергии в электросети путем формирования «умной» электросети.


Разработка «умной» электросети заключалась в имитации функционирования потребителей, моделировании внешних условий, прогнозировании токопотребления, определении минимально необходимых номинальных токов и периоде их увеличения/снижения, включая переходных период.

Представление электросети в виде графа и формализация задачи как поиска кратчайшего пути в графе, позволили определить вариант подключения потребителей к токопроводам с минимальными потерями электроэнергии.

Разработано управление подключениями потребителей к токопроводам с при изменении токов потребления.

Полученный результат позволяет минимизировать расход энергоресурса в процессе движения АНПА на всем протяжении выполнения маршрутного задания.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ



СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ФРИКЦИОННЫХ СВОЙСТВ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ

БОГАЧЕВА Н.А., ВЕДУЩИЙ ПРОГРАММИСТ ВЛ-51

ЖУКОВ А.Д., ДОЦЕНТ КАФЕДРЫ 53

КУСТ А.П., МАГИСТРАНТКА ГР. 5130М

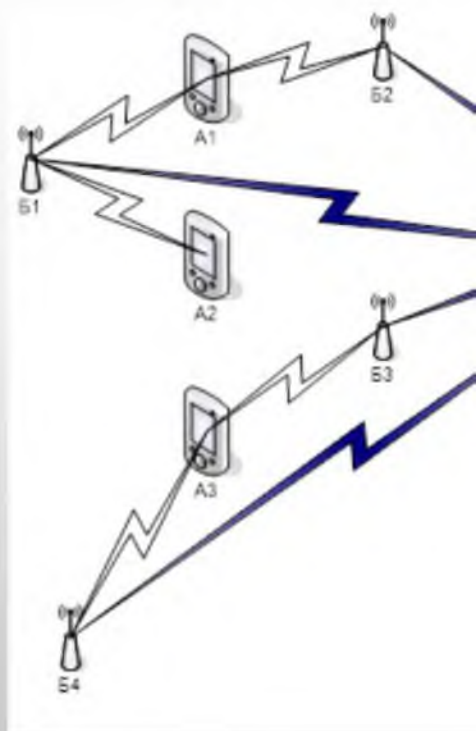
DOULAS MU-METER MK6



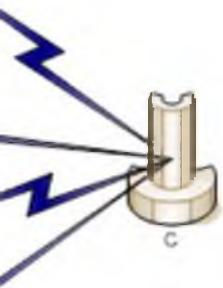
ЯНДЕКС - ПРОБКИ



СТРУКТУРА СИСТЕМЫ



МОНИТОРИНГА



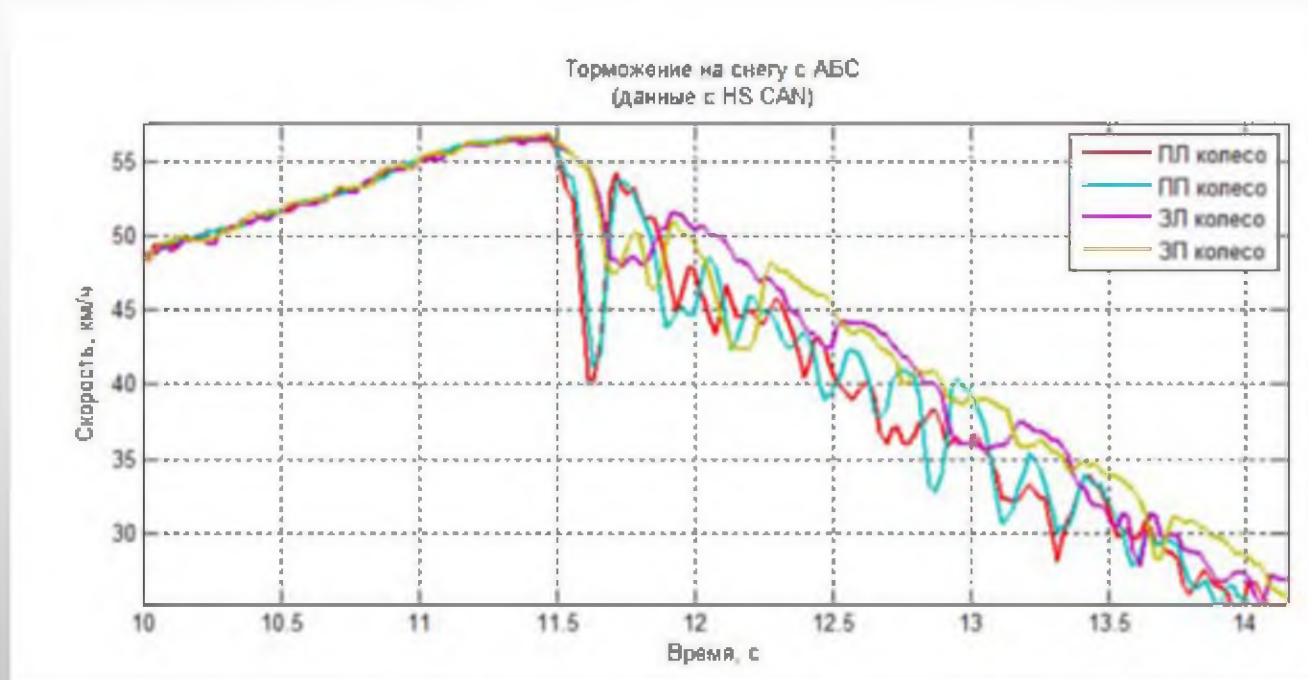
СИСТЕМА МОНИТОРИНГА

- ПОДСИСТЕМА СБОРА ОПЕРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИИ, РАСПОЛОЖЕННАЯ НА АВТОМОБИЛЕ;
- ПОДСИСТЕМА БЕСПРОВОДНОЙ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ НА ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ БАЗОВЫЕ СТАНЦИИ;
- ПОДСИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ОТ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ НА ЦЕНТРАЛЬНУЮ СТАНЦИЮ;
- ПОДСИСТЕМА ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ НА ЦЕНТРАЛЬНОЙ СТАНЦИИ, КОТОРАЯ, В СВОЮ ОЧЕРЕДЬ, СОСТОИТ ИЗ НЕСКОЛЬКИХ СУБСИСТЕМ:
- ОПЕРАТИВНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЯ;
- ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ, ПОЛУЧЕННОЙ ОТ АВТОМОБИЛЯ (ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ);
- ОПЕРАТИВНАЯ ПОДДЕРЖКА СЛОЯ ГИС.

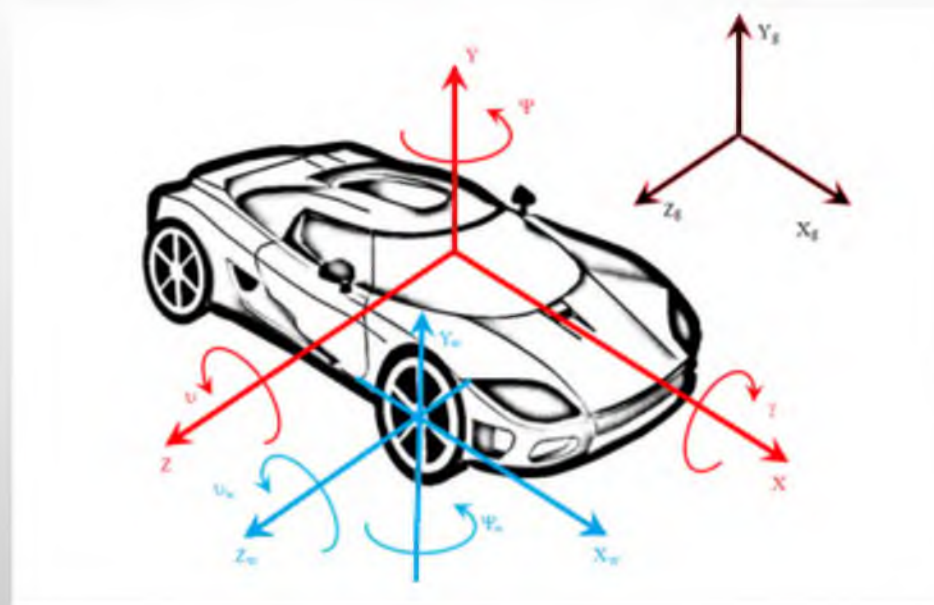
ШИНА CAN

- ПРИВЕДЕННУЮ СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ;
- УГЛОВЫЕ СКОРОСТИ КОЛЕС (РИСУНОК 2);
- БОКОВОЕ И ПРОДОЛЬНОЕ УСКОРЕНИЯ ЦЕНТРА МАСС АВТОМОБИЛЯ;
- СКОРОСТЬ РЫСКАНИЯ;
- УГОЛ ПОВОРОТА РУЛЕВОГО КОЛЕСА;
- СКОРОСТЬ ПОВОРОТА РУЛЕВОГО КОЛЕСА;
- ПОЛОЖЕНИЕ ПЕДАЛИ ГАЗА;
- ПОЛОЖЕНИЕ ПЕДАЛИ ТОРМОЗА;
- ОБОРОТЫ ДВС;
- ЗНАЧЕНИЯ ДАТЧИКОВ ВЫСОТЫ СИСТЕМЫ ПОДРЕССОРИВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРЕНОВ КУЗОВА.

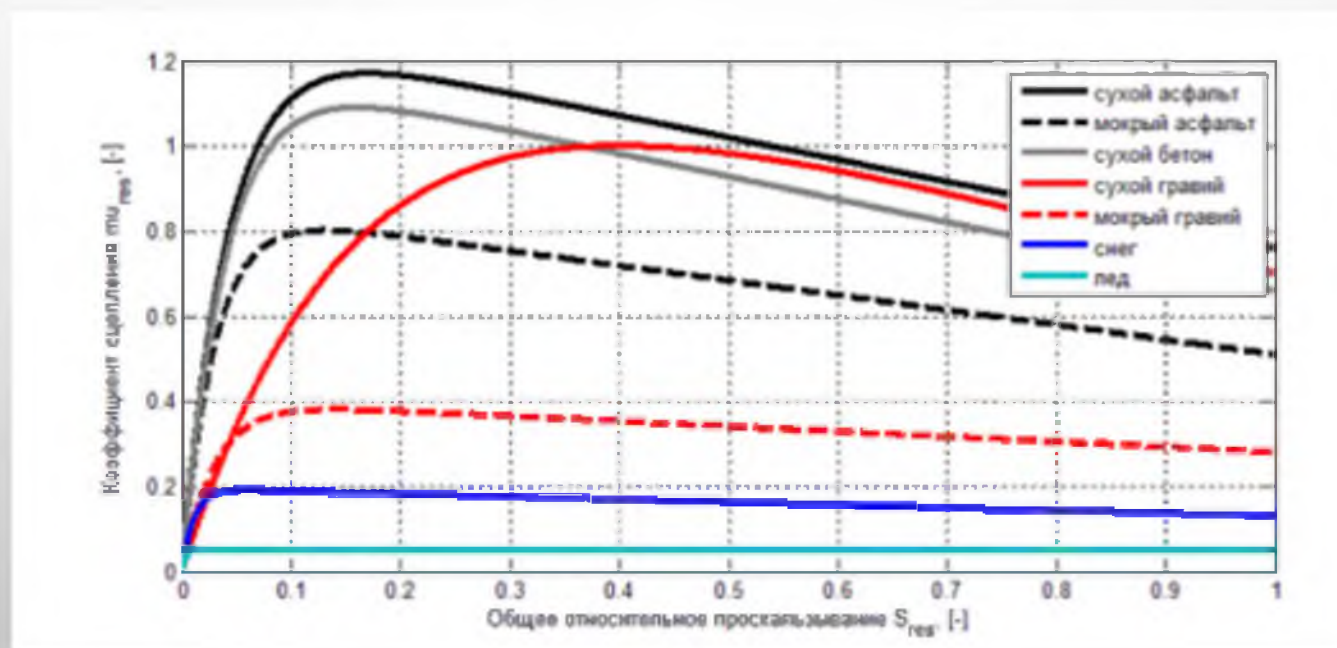
СКОРОСТИ КОЛЕС С ШИНЫ CAN



СТЕПЕНИ СВОБОДЫ МОДЕЛИ АВТОМОБИЛЯ



ХАРАКТЕРИСТИКИ КОЭФФИЦИЕНТА СЦЕПЛЕНИЯ





СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ



Authors - Svetlana Fomicheva and Sergey Bezzateev

Organization - Saint-Petersburg State University of Aerospace
Instrumentation, Saint-Petersburg, Russia

Modification of the Berlekamp-Massey Algorithm for Explicable Knowledge Extraction by SIEM-Agents

Saint-Petersburg, 2022

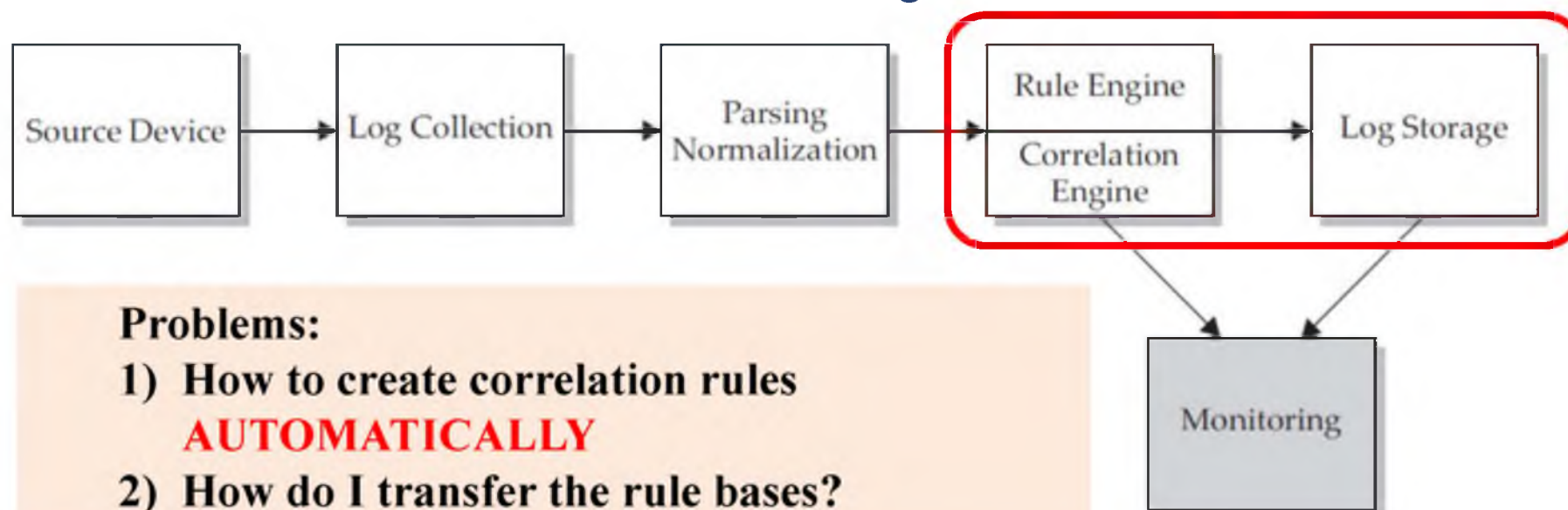
OutLine

1. Relevance of the problem
2. Principals of the our decision
3. Result I - Structure of the agent's autonomous control system
4. Result II - Approximation of Additive Fuzzy Models by Polynomials over Finite Fields (Schemes of theorems)
5. Result III - Modification of the Berlekamp-Massey Algorithm
6. Performance and Experiments
7. CONCLUSION and Futures

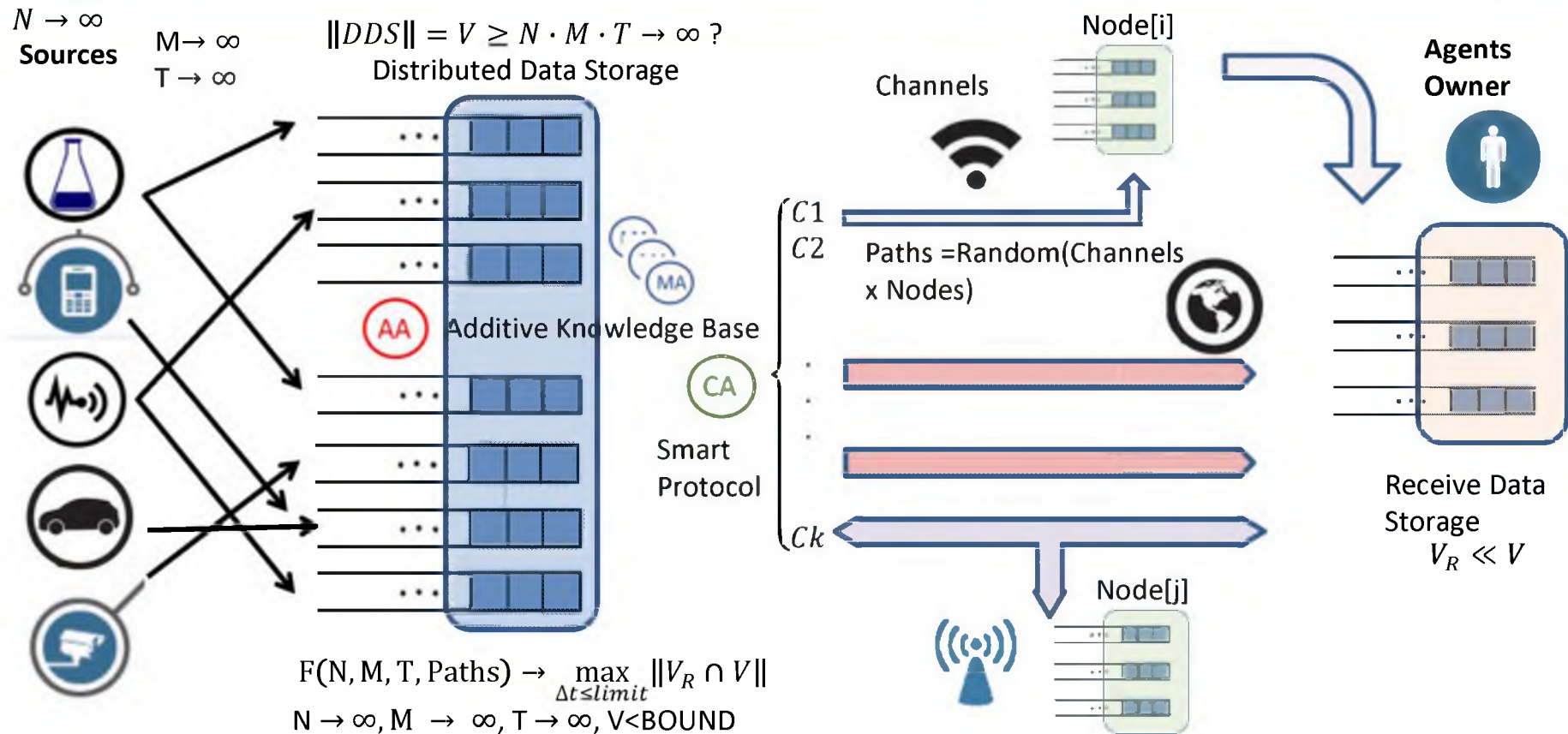
1.Relevance of the problems

The fundamental functions of SIEM-systems include:

1. consolidation and storage of security event logs from various sources;
2. providing tools for event analysis and incident analysis;
3. correlation and event processing according to correlation rules:
4. automatic notification and incident management.



General problem



General problems

Main Tasks:

→ to create rules **AUTOMATICALLY**

→ transmission of **knowledge base +o(DDS)** at limited time

But

Knowledge Transmission \neq Data Transmission

Knowledge Protection \neq Data Protection



Problems of knowledge quantization

AA

Task AA (*Autonomic Agent*)

DDS \leftrightarrow KB = Knowledge Base:
 $V \gg \|KB\|$

$$KB = \bigcup_{l=1}^{CountMA} KB_l$$
$$\|KB_l\| \leq \|MA_l\|$$

Problem A1: What size of KB is enough?

Problem A2: How many mobile agents we need?

Problem A3: What size of KB(i) for each mobile agent?

Problem A4: Grouped agents or distinct agents?
If we need grouped agents, then what is the architecture of this group?

NOTE: AGENTS MUST BE “LIVE”!!!

Problems of knowledge quantization

CA

Task CA

(Control Agent) = SMART protocol:

Count MA $\rightarrow opt(Chanel, Nodes)$

Queue MA = {Numbers MA_i }

Passwords(MA_i)

IP Receive Data Storage

Problem C1: May protocol be SMART?

Problem C2: How many mobile agents do we need?

Problem C3: What kind of Queue MA?

Problem C4: What is the schema of protection?

Only on RSA?

Problem C5: If agent's groups are granulated, how to distribute passwords?

NOTE: AGENTS MUST BE "LIVE"!!!





Problems of knowledge quantization

MA

Task MA (*Mobile Agent*)

Migrate → min Path (IP DDS, IP Receive Data Storage)

Protect (KB_i) → *supr* (*security*)

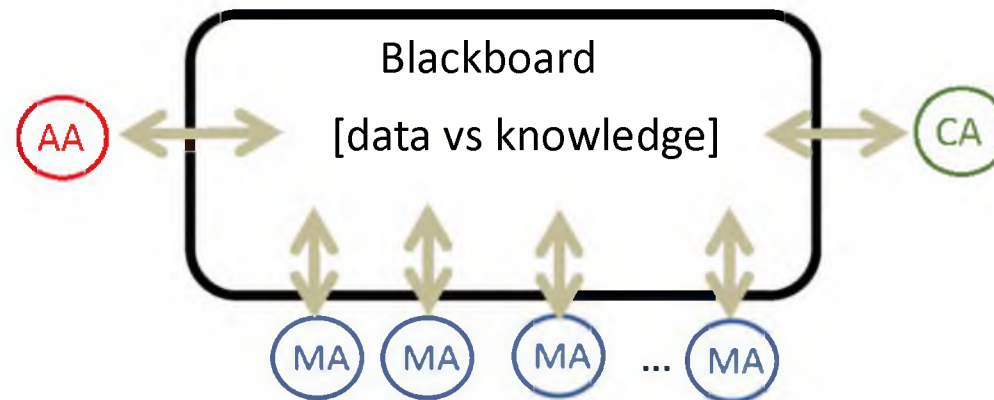
$$\|KB_i(t_{start})\| \leq \|KB_i(t_{end})\|$$

Problem M1: May a Knowledge base be changed during migration?

Problem M2: How to control protection level of mobile agents?

NOTE: AGENTS MUST BE “LIVE”!!!

Problems of knowledge quantization



Problem B1: What kind of dialog is between agents: data or/and knowledge?

Problem B3: What is the value of communicative complexity?

Problem B2: How to control protection of knowledge on Blackboard?

So, the main problem is:

What **size of KB and KB(i)** is enough? => What is the mechanism of **knowledge** quantization?

2. Principals of the Our Decision

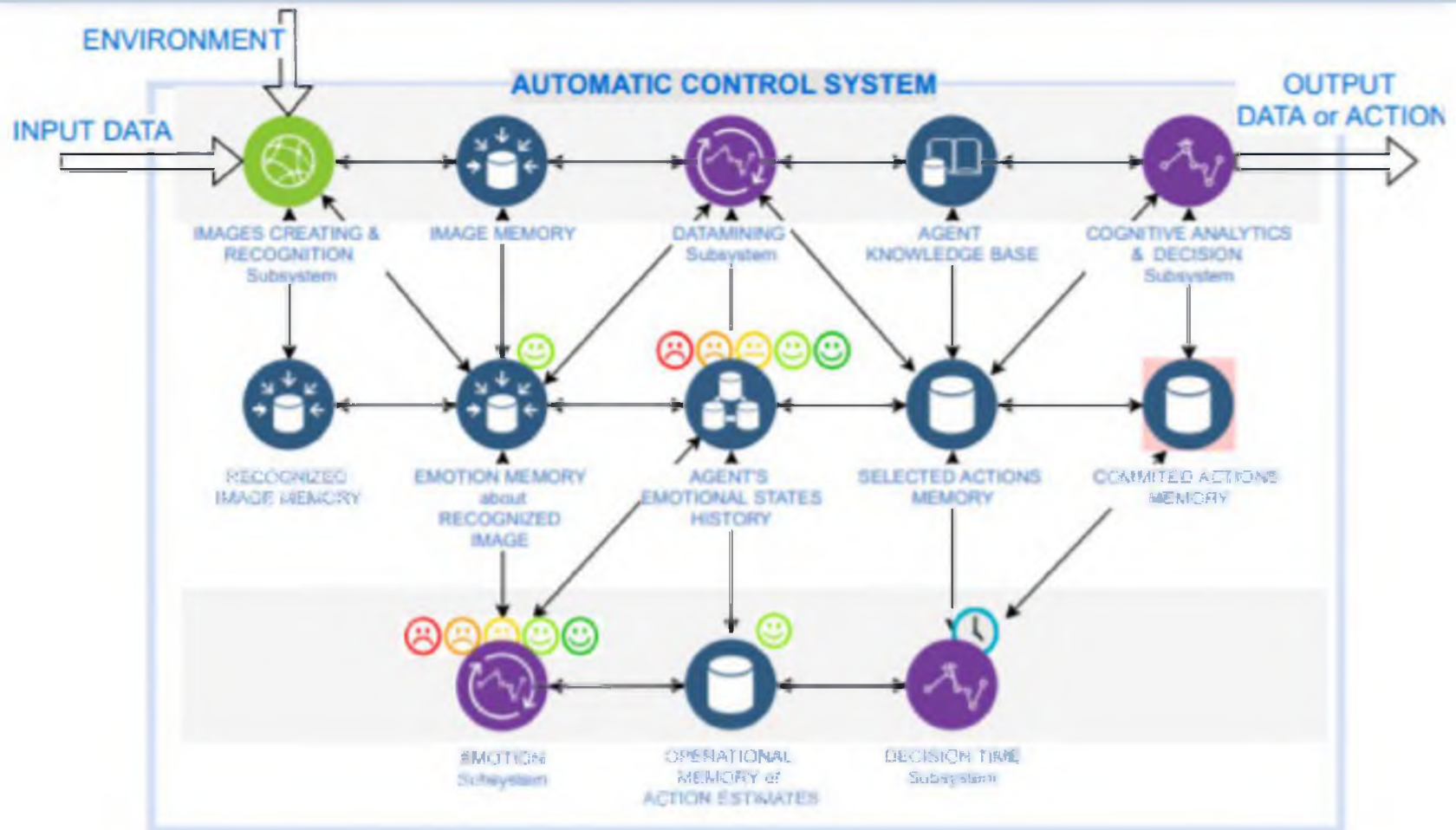
Requirements for smart agents:

- 1) to use: **explicable methods** of knowledge extraction (due to the fact that the agent must remain reasonably trusted for its owner)
- 2) **self-learning** (due to the frequent appearance of previously unknown anomalies)
- 3) **compactness** (due to the need for agent migration)
- 4) **unification** of mathematical principles used both for **knowledge extraction** and for **crypto protection** of mobile knowledge and data.

Our method:

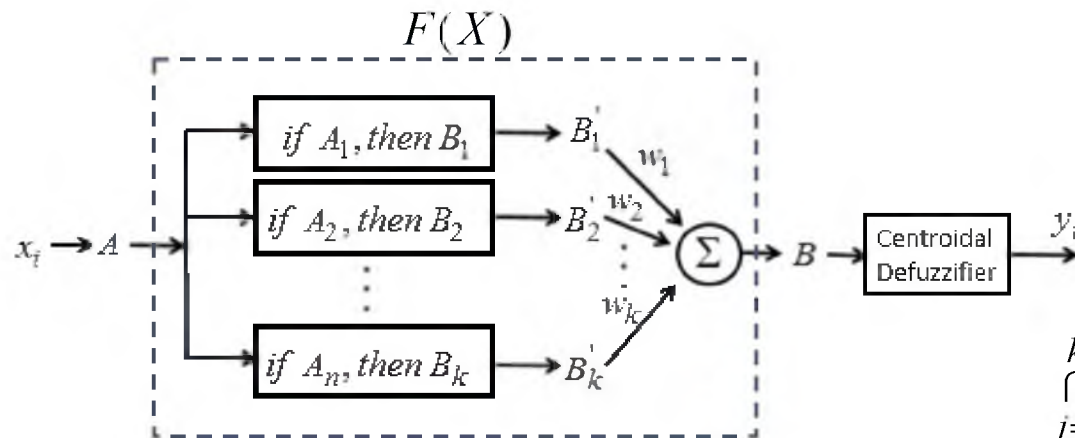
a Self-explanatory method for knowledge extraction based on a **modification of the Berlekamp -Massey algorithm** widely used in cryptography

3. Result I - Structure of the agent's autonomous control system



3. Result I - Structure of the agent's autonomous control system

Let transmitted Knowledge Base **KB** is **Additive Fuzzy Model** $Y = F(X)$:



$$x_i \in X = [0, 1, \dots, q-1] \quad y_i \in Y = [0, 1, \dots, q-1]$$

A_1, A_2, \dots, A_n - terms of linguistic variable A

$$A = \bigcup_{j=1}^n A_j, \quad \bigcap_{j=1}^n A_j \neq \emptyset,$$

B_1, B_2, \dots, B_k - terms of linguistic variable B

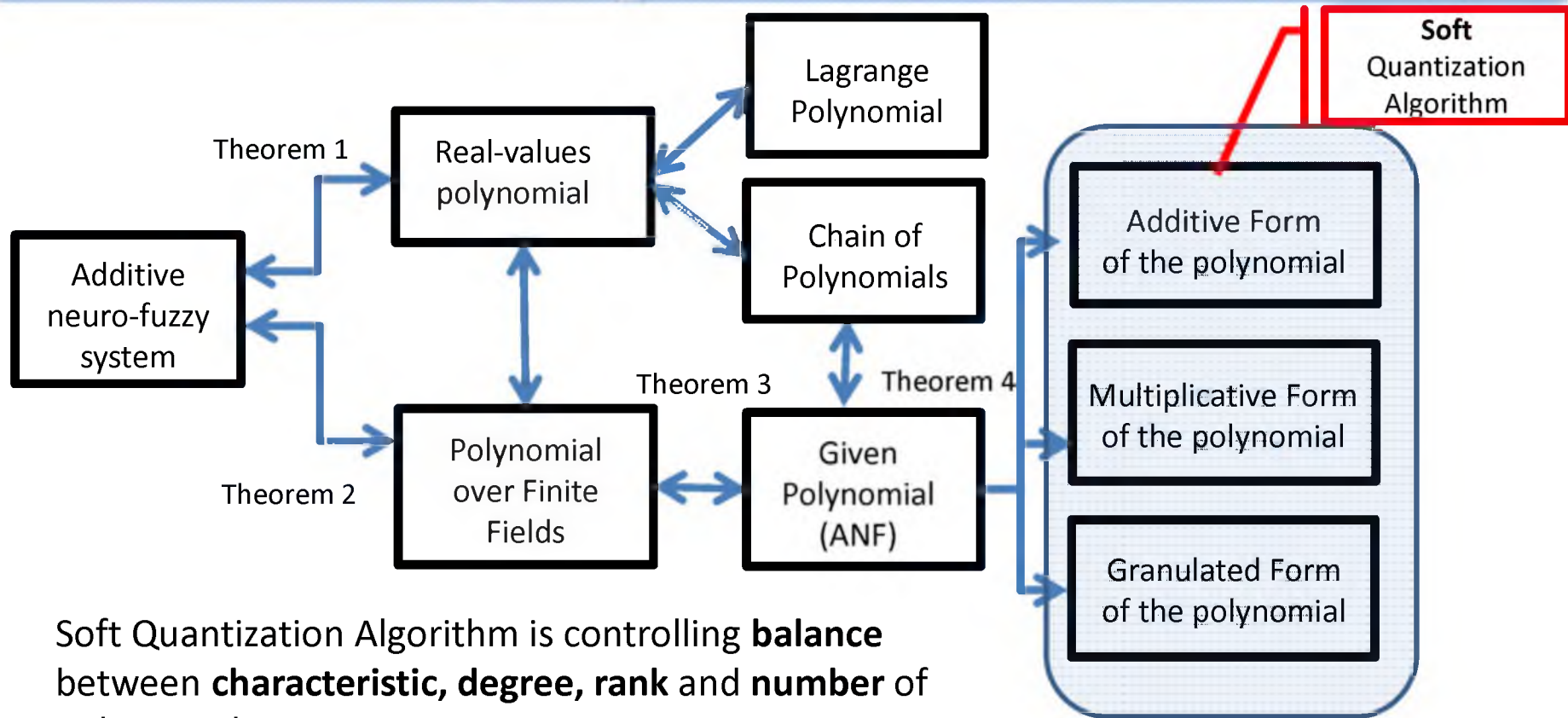
$$\bigcap_{j=1}^k B_j \neq \emptyset, \quad B = \sum_{j=1}^k w_j B'_j = \sum_{j=1}^k w_j \alpha_i^j B_j$$

Rule "if A_n then B_k " is fuzzy implication
 w_1, w_2, \dots, w_k - weight of fuzzy implication

So, $\|KB\| = \sum Rules \leq n \times k \Rightarrow$ How many **terms** is enough?

Usually, expert defines the number of terms, but agent has no experts!
 We need to control the number of terms automatically...

4. Result II - Approximation of Additive Fuzzy Models by Polynomials over Finite Fields



Soft Quantization Algorithm is controlling **balance** between **characteristic, degree, rank** and **number** of polynomial **monoms**

5. Result III - Modification of the Berlekamp-Massey Algorithm (BMA)

For a fixed $\overline{\Lambda}$, equation (1) defines a feedback shift register (FSR), the multipliers in the taps of which are given by a vector

$$S_j = -\sum_{i=1}^{\nu} \Lambda_i S_{j-1}, \quad j = \nu + 1, \dots, 2\nu.$$

To construct the required shift register, it is necessary to find two quantities:

- 1) the length of the register L
- 2) the feedback polynomial $\Lambda(x) = \Lambda_{\nu}x^{\nu} + \Lambda_{\nu-1}x^{\nu-1} + \dots + \Lambda_1x + 1$, where $\deg \Lambda(x) \leq L$.

It is necessary to find the shift register with the feedback of **the smallest length**, which generates a sequence S_1, \dots, S_{2t} , with the corresponding initial state

5. Result III - Modification of the Berlekamp-Massey Algorithm (BMA)

In original BMA:

$$\Delta'_r = \sum_{j=0}^{n-1} \Lambda_j^{(r)} S_{r-j} = \sum_{j=0}^{n-1} \Lambda_j^{(r-1)} S_{r-j} + A \sum_{j=0}^{n-1} \Lambda_j^{(m-1)} S_{r-j-1}. \quad (2)$$

where A – finite field element, a $\Lambda^{(m-1)}(x)$ - one of the register polynomials encountered in one of the previous iterations

In our Modified BMA:

$$\Delta_r - \delta \leq \Delta_r = \sum_{j=0}^{n-1} \Lambda_j^{(r-1)} S_{r-j} \leq \Delta_r + \delta, \quad (3)$$

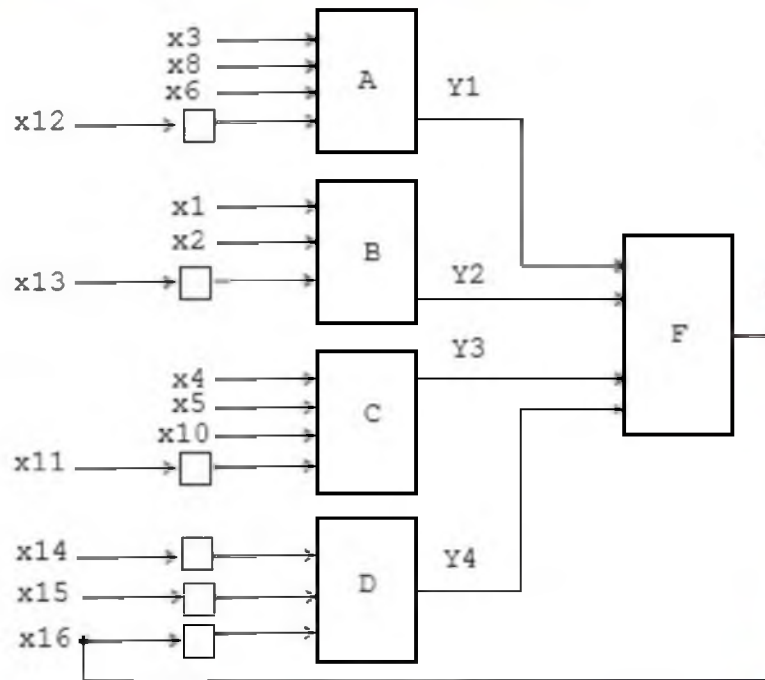
where $|\delta| \leq \left\lfloor \frac{q}{\varphi} \right\rfloor$ - a priori specified elasticity index (acceptable inaccuracy)
 $\varphi \in \{5, 10, 15 \dots\}$

6. Experiments

Algorithm/method	Power of fuzzy relational database, Kb	Data Presentation Characteristic (q)	Average search time for patterns in column, sec	The average time to search for patterns in string, sec	The average time to search for patterns in full table, sec
Autonomous Agent of NMP Telecommunication System					
Modified Berlekamp-Massey	14349	3	7.71	9.23	34.04
Fuzzy trends	14349	3	13.50	15.44	103.23
Regression analysis	14349	3	18.01	22.56	132.08
Limited Boltzmann Machine	14349	3	22.62	23.01	232.45

5. Experiments

Rules Structure for Autonomic Agent



378 Vs **5242880** rules for 16 fuzzy inputs

$$3 \leq q_{opt} \leq 5$$

A-Net – 27 rules;

B-Net –22 rules;

C-Net – 13 rules;

D-Net –3 rules

F-Net –consist 4 inputs and 22 rules.

Total – **65 rules**

L - elements of delay (controlling of fractal cycles).

Learning:
A-net, B-Net, C-Net, D-Net, F-Net – 20 epochs.

Learning Error of full net – **0,015640**

Testing Error– **0,018940**

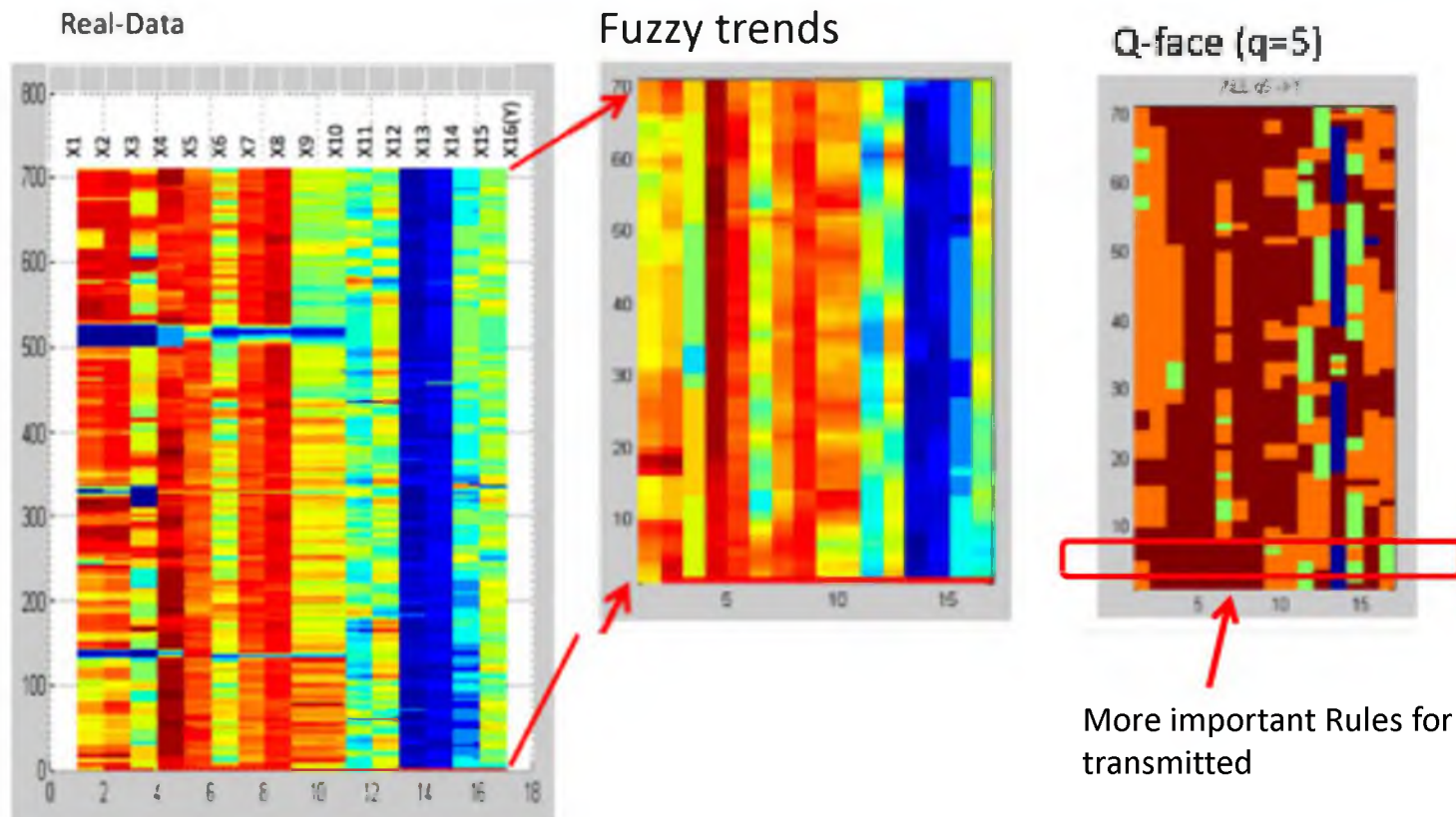
Control error - **0,02471**

Profile Summary

Generated 24-Apr-2017 21:05:25 using cpu time.

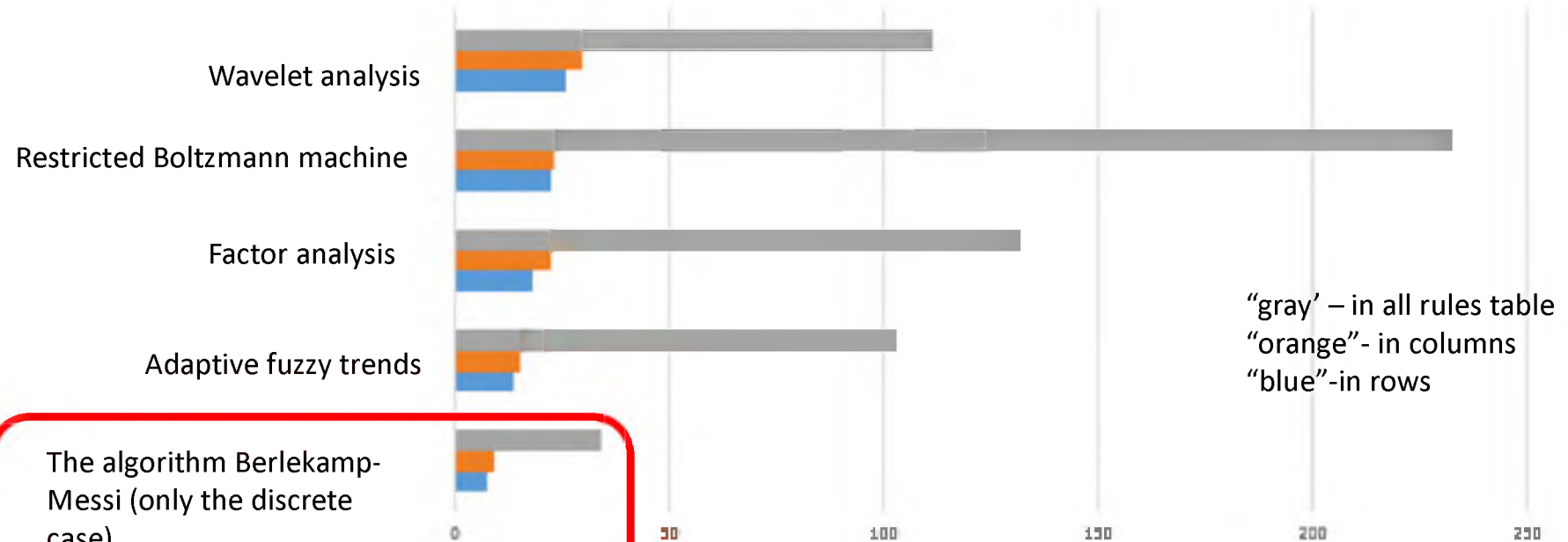
Function Name	Calls	Total Time	Self Time*	Total Time Plot (dark band = self time)
Cascade_short_range	1	13.956 s	0.323 s	
anfis	5	10.470 s	0.010 s	
anfis_mex (MEX-file)	5	10.446 s	10.446 s	
genfis2	5	2.095 s	0.183 s	
subclust	5	1.917 s	0.158 s	
waitbar	35	1.733 s	0.440 s	

5. Experiments



5. Performance and Experiments

Search time patterns (Autonomic Agent), sec.



The algorithm Berlekamp-Messi (only the discrete case)

7. CONCLUSION and Futures

Results:

We have the mechanism of **knowledge** quantization which is control topology of additive fuzzy system on **real-time**

And so:

We may distribute rules as polynomials between agents

We may control same fractal outputs

Futures:

We may obtain **meta-knowledge** as the polynomial constructions.

We may use the mechanism of **knowledge** protection with **level control** on such schemes:

- Distribution of keys – Niederreiter or Mac'Ellice scheme
- Crypto and error correction - classes of Reed-Solomon linear codes

Thank you for attention



Svetlana Fomicheva
Ph. D., Tech., Professor
SUAI, dep. 34
levikha@mail.ru



Sergey Bezzateev
Dr. Tech. Sc.,
SUAI, dep. 34
bsv@aanet.ru

General model Gauss5:

$f(x) =$

$$a1 * \exp(-((x-b1)/c1)^2) + a2 * \exp(-((x-b2)/c2)^2) + \\ a3 * \exp(-((x-b3)/c3)^2) + a4 * \exp(-((x-b4)/c4)^2) + \\ a5 * \exp(-((x-b5)/c5)^2)$$

Coefficients (with 95% confidence bounds):

a1 = 0.06432 (-2111, 2111)
b1 = 0.02927 (-65.49, 65.54)
c1 = 0.006829 (-109.8, 109.8)
a2 = 0.05026 (-0.3106, 0.4111)
b2 = 0.2977 (0.2426, 0.3528)
c2 = 0.07745 (-0.1541, 0.309)
a3 = -0.122 (-9.62, 9.376)
b3 = 0.6343 (-5.859, 7.127)
c3 = 0.3547 (-15.73, 16.44)
a4 = 0.544 (-1.661, 2.749)
b4 = 0.05524 (-14.86, 14.97)
c4 = 1.027 (-5.238, 7.291)
a5 = 0.8625 (-6.03e+16, 6.03e+16)
b5 = 0.1932 (-3.084e+11, 3.084e+11)
c5 = 0.003226 (-2.202e+13, 2.202e+13)

Goodness of fit:

SSE: 0.009644

R-square: 0.9543

Adjusted R-square: 0.9167

RMSE: 0.02382



**Завалишинские
Чтения
2022**

Березкин Д.А., Ганьшин Ю.А.
ГУАП

Проблемы биометрических технологий в современном мире



Введение

В современном мире наиболее востребованы различные системы безопасности. Как правило, использование систем безопасности происходит совместно с электронными устройствами и особое внимание уделяется системе биометрии. Но на данный момент биометрическое распознавание человека имеет много недостатков, которые нельзя игнорировать. Не подозревая о серьезных проблемах, которые могут возникнуть, люди продолжают использовать биометрию в области информационной безопасности.

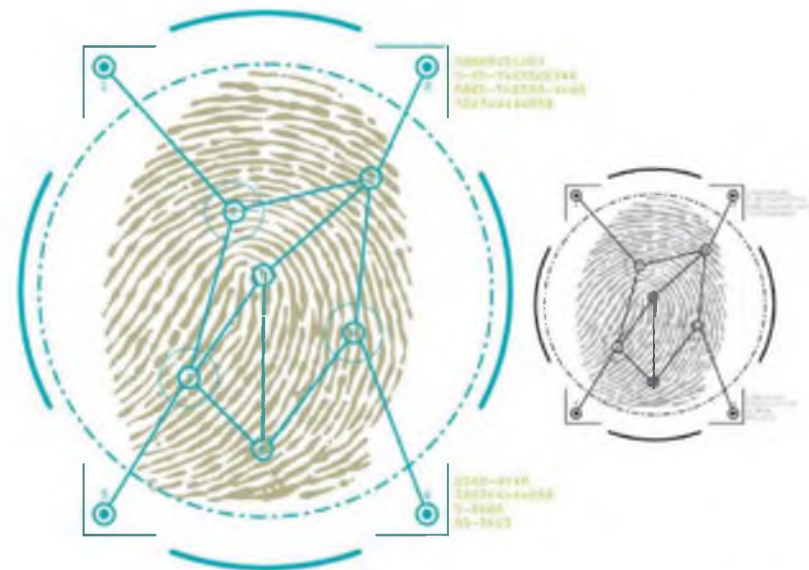


Распознавание отпечатка пальца

Данный тип биометрической системы является наиболее популярным и распространенным во всем мире и применяется во многих фирмах, которые решают использовать дополнительные методы защиты.

Основные недостатки:

- Сильная зависимость от чистоты кожи и среды
- Не может быть применен к людям с физическими недостатками и повреждениями кожи
- Предположение о том, что каждый узор или отпечаток уникален, не имеет никаких научных доказательств
- Устройства, использующие эту технологию, часто повреждаются и быстро выходят из строя





Распознавание голоса

Это один из первых динамических типов в биометрической системе и один из самых ненадежных методов биометрической защиты. Данный тип широко используется в корпоративных центрах в качестве биометрической защиты.

Основные недостатки:

- Чувствителен к оборудованию, зависит от его качества, и результаты могут быть непредсказуемыми
- Необходимо обеспечивать идеальную среду работы для сокращения погрешностей
- Предположение об уникальности голоса и произношения каждого человека не имеет никаких научных подтверждений
- Наиболее предпочтительный тип для злоумышленников





Распознавание лица

Данный тип биометрической системы имеет большую популярность в мире и активно внедряется как метод биометрической защиты.

Основные недостатки:

- Требуется большая мощность оборудования или электронного устройства
- Сильная зависимость от качества камеры и среды
- Требуются дополнительные функции и решения для устранения шума и ошибок первого, второго рода
- Требует использования различных алгоритмов для оптимизации распознавания объектов



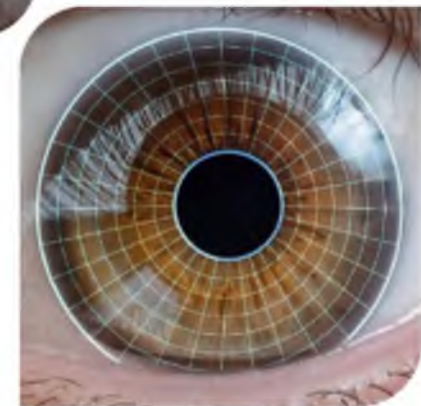


Распознавание радужной оболочки глаза

Данный тип является продолжением биометрической технологии распознавания по сетчатке глаза.

Основные недостатки:

- Для фиксации узора трабекулярной сети требуется высокоточная камера
- Для получения детального изображения требуются более точно составленные алгоритмы, которые будут работать с процессом сегментации участков детального изображения
- Очень сильно зависит от алгоритмов, исключающих шум, точности определения границ





Типирование ДНК

В качестве альтернативы текущих наиболее популярных видов технологий биометрической идентификации и аутентификации стоит предложить типирование ДНК или анализ ДНК. Новый тип биометрической технологии, которую можно привести к единому стандарту, а благодаря соблюдению правильного процесса распознавания, можно достичь наивысшей точности идентификации. Данный тип распознавания полностью исключает возможность шума, не зависит от степени повреждения человека, а благодаря новым технологиям можно ускорить процесс идентификации при снижении стоимости реактивов и биоматериала.





Заключение

Основываясь на всех вышеперечисленных биометрических типах распознавания человека, можно выделить основные проблемы:

- Необходимо продумывать множество методов устранения шума в процессе распознавания на программном уровне или даже физическом
- Возможность совершения ошибок из-за множества факторов и, как следствие, это склонение к комбинированной биометрической системе
- Количество используемых технологий ничем и никем не регулируется
- Для поддержания уровня безопасности необходимо использовать набор различных дополнительных методов и алгоритмов, которые защищали бы процесс распознавания, но у этого подхода нет единого стандарта безопасности



Спасибо за
внимание!



**Завалишинские
Чтения
2022**

Автор - С.Г. Фомичева, к.т.н., профессор

Организация - Санкт-Петербургский университет
аэрокосмического приборостроения

Управляемые квантовые схемы сверхплотного кодирования

Санкт-Петербург
2022,



Содержание доклада:

1. Актуальность проблем управления в квантовых схемах
2. Постановка и существующие решения задач сверхплотного кодирования (superdense coding)
3. Предлагаемая схема управления сверхплотным кодированием
4. Полученные экспериментальные результаты
5. Выводы



1. Актуальность проблем управления в квантовых схемах

В чем особенности квантового объекта?

- 1) имеет определенное состояние $|\varphi\rangle$ с N -границными уровнями

$$|\varphi\rangle = \sum_{j=0}^{N-1} \lambda_j |j\rangle, \quad (1)$$

где λ_j - комплексное число, обозначающее амплитуду вероятности того, что в результате измерения квантовый объект будет находиться в базовом состоянии $|j\rangle$

- 2) находится в **суперпозиции** своего состояния до момента измерения;
- 3) способен **запутываться** с другими квантовыми объектами, создавая тем самым квантовые системы;
- 4) выполняет теорему о **запрете клонирования** (нельзя скопировать состояние объекта).



1. Актуальность проблем управления в квантовых схемах

Проблема:

- 1) **классическое усиление сигнала в квантовом канале невозможно,**
- 2) **предельное расстояние между узлами определяется потерями в канале,**

Причина:

уровень сигнала на выходе передатчика не превышает **одnofотонный**

Подходы к решению:

- 1) **Совмещенное взаимодействие классических и квантовых каналов**
- 2) **Создание дуплексных каналов передачи данных в гибридных сетях**





2. Постановка и существующие решения задач сверхплотного кодирования

Принцип **superdense coding** - кодировать два (или более) классических бита одним кубитом (квантовым объектом)

$$\dots, \underbrace{x_j, x_{j+1}}_{i\text{-ая пара бит}}, \dots \xrightarrow{U(x_j, x_{j+1})} \left(U_{x_j, x_{j+1}} \otimes I \right) \left| \varphi_i^+ \right\rangle = U_{x_j, x_{j+1}},$$

$$\text{где } \left| \varphi_i^+ \right\rangle = (I \otimes H) CNOT |00\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} (|00\rangle + |11\rangle) = \frac{|0\rangle \otimes |0\rangle + |1\rangle \otimes |1\rangle}{\sqrt{2}}$$

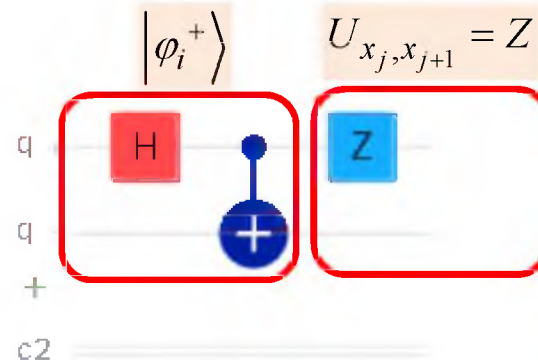
- заранее подготовленная i -ая пара кубит в состоянии Белла x_j, x_{j+1}

$U_{x_j, x_{j+1}}$ - унитарный оператор, кодирующий i -пару бит

Кодер:

$$\underbrace{x_j, x_{j+1}}_{i\text{-ая пара бит}} = 01$$

01








2. Постановка и существующие решения задач сверхплотного кодирования

Таблица 1

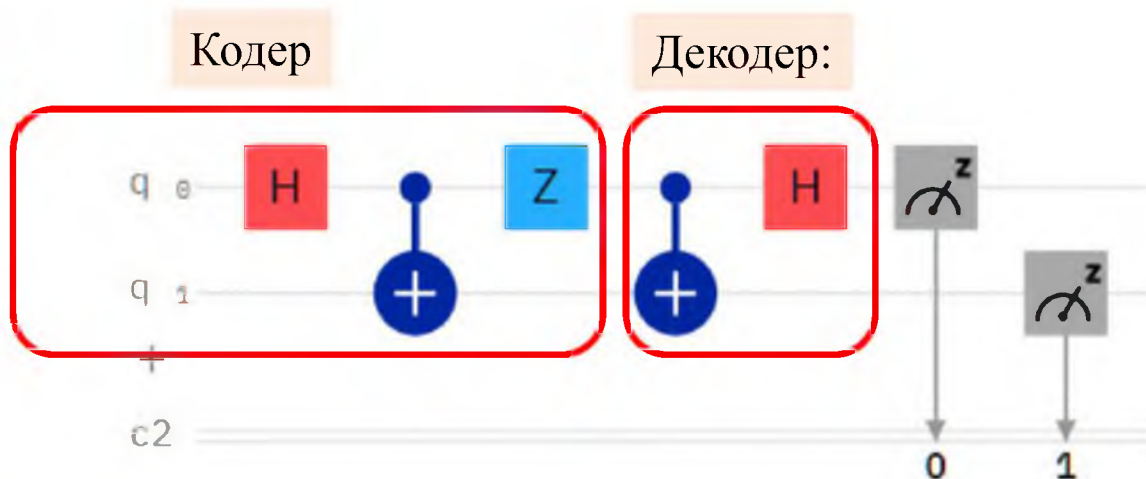
Используемые операторы (гейты) для superdense coding

$x_j x_{j+1}$	$U(x_j x_{j+1})$	gates	Обозначение на квантовой схеме	Матрица Оператора $U(x_j x_{j+1})$	Свойства оператора $U(x_j x_{j+1})$
00	U_{00}	I	-	$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$	$U_{00} 0\rangle = 0\rangle, U_{00} 1\rangle = 1\rangle$
01	U_{01}	Z		$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$	$U_{01} 0\rangle = 0\rangle, U_{01} 1\rangle = - 1\rangle$
10	U_{10}	X		$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$	$U_{10} 0\rangle = 1\rangle, U_{10} 1\rangle = 0\rangle$
11	U_{11}	XZ		$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}$	$U_{11} 0\rangle = - 1\rangle, U_{11} 1\rangle = 0\rangle$

2. Постановка и существующие решения задач сверхплотного кодирования

Декодер:

$$((I \otimes H) \cdot CNOT)^{-1} = ((I \otimes H) \cdot CNOT)^+ = (I \otimes H)^+ \cdot CNOT^+ = (I \otimes H) \cdot CNOT$$

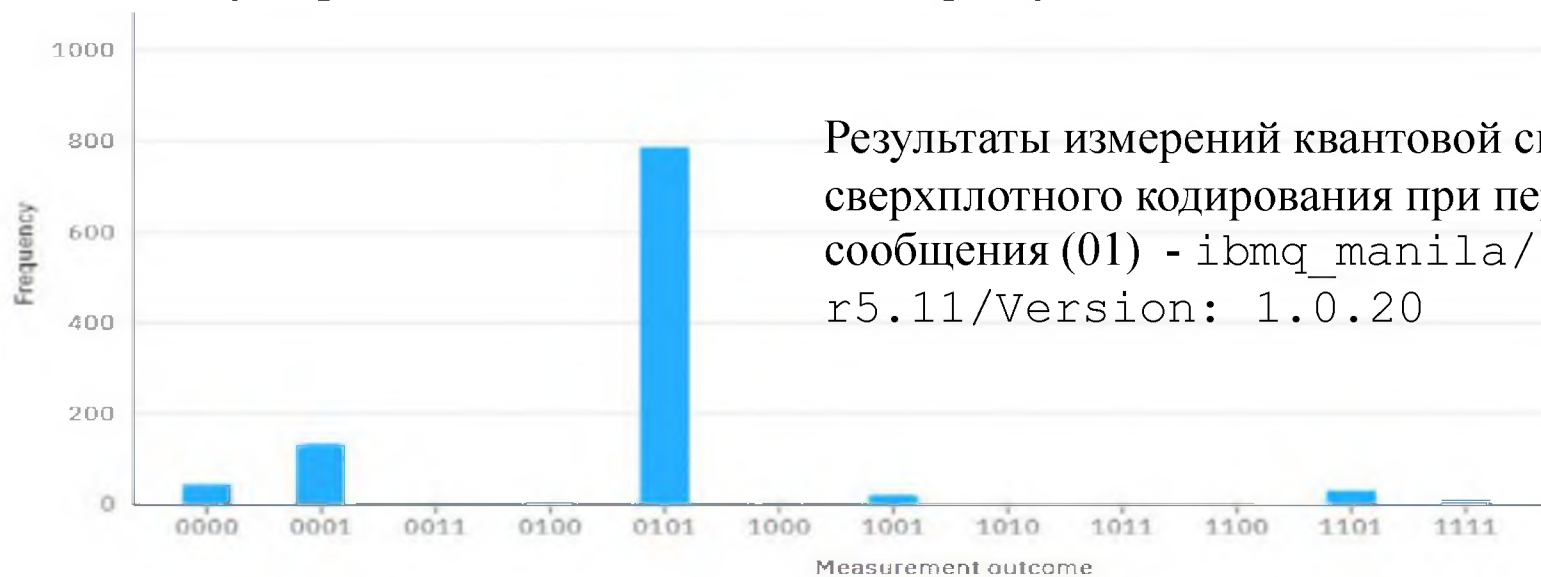
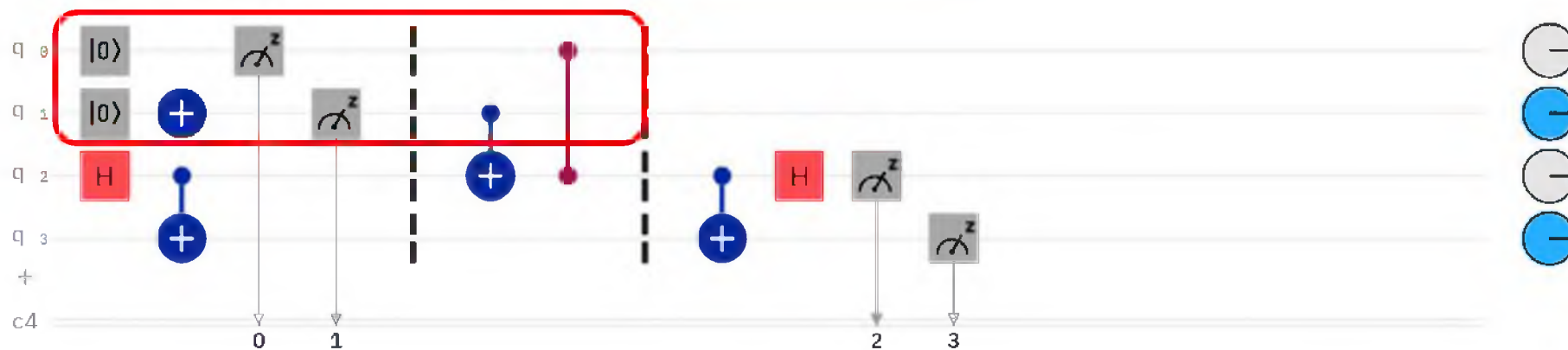


Недостатки существующих решений:

- 1) Для каждой пары бит требуется построение **собственной** квантовой схемы
- 2) Не реализован процесс **транспортировки** кубита (квантовые линии не разнесены между передающей и принимающей стороной)

3. Предлагаемая схема управления сверхплотным кодированием

Квантовый контур управления на стороне кодера



Результаты измерений квантовой системы
сверхплотного кодирования при передаче
сообщения (01) - `ibmq_manila/ Falcon`
`r5.11/Version: 1.0.20`



3. Предлагаемая схема управления сверхплотным кодированием

Таблица 2

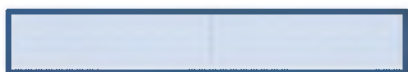
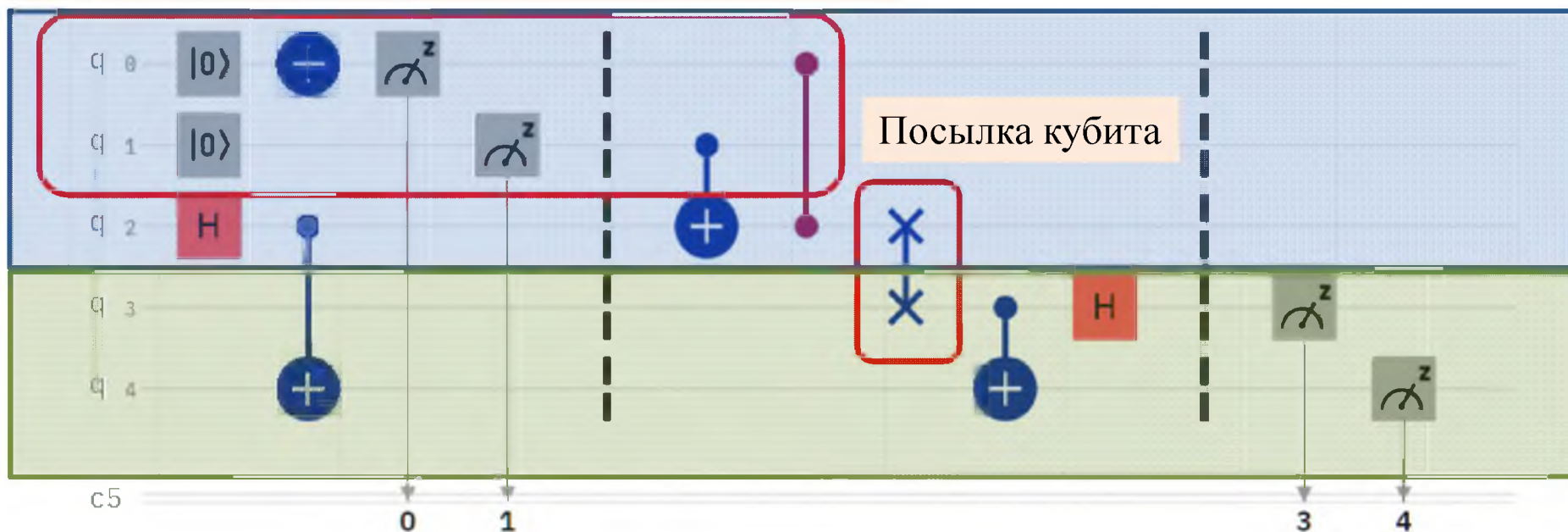
Результаты реализации управляемой квантовой схемы сверхплотного кодирования

Информационное сообщение	Количество запусков	Вероятность (%) правильного декодирования при симуляции	Вероятность (%) правильного декодирования на Falcon 5.11/Version: 1.0.20
00	1024	100	76,86
01	1024	100	77,05
10	1024	100	53,51
11	1024	100	48,73



3. Предлагаемая схема управления сверхплотным кодированием с **посылкой** кубита

Квантовый контур управления на стороне кодера



- Передающая сторона

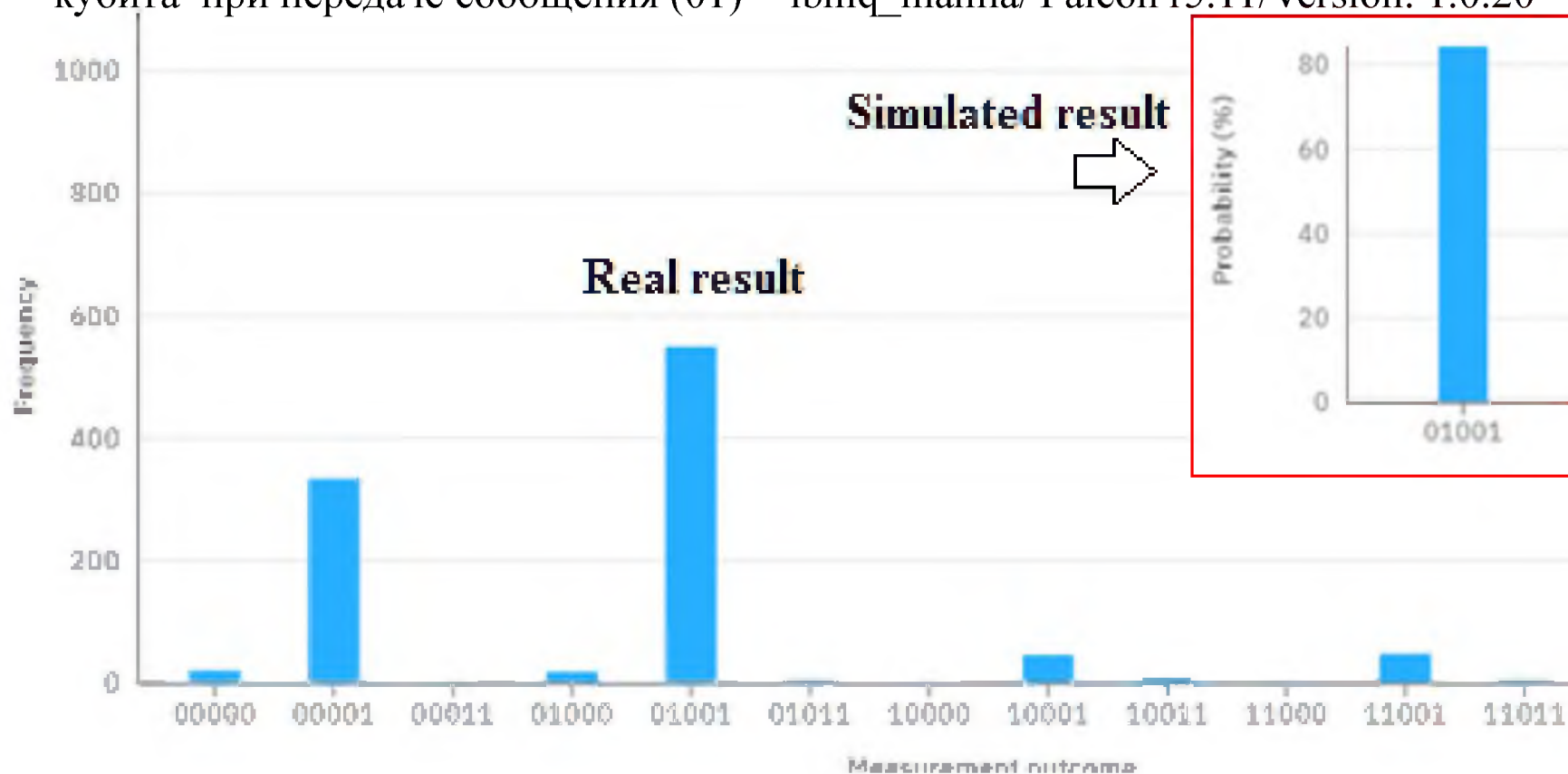


- Принимающая сторона



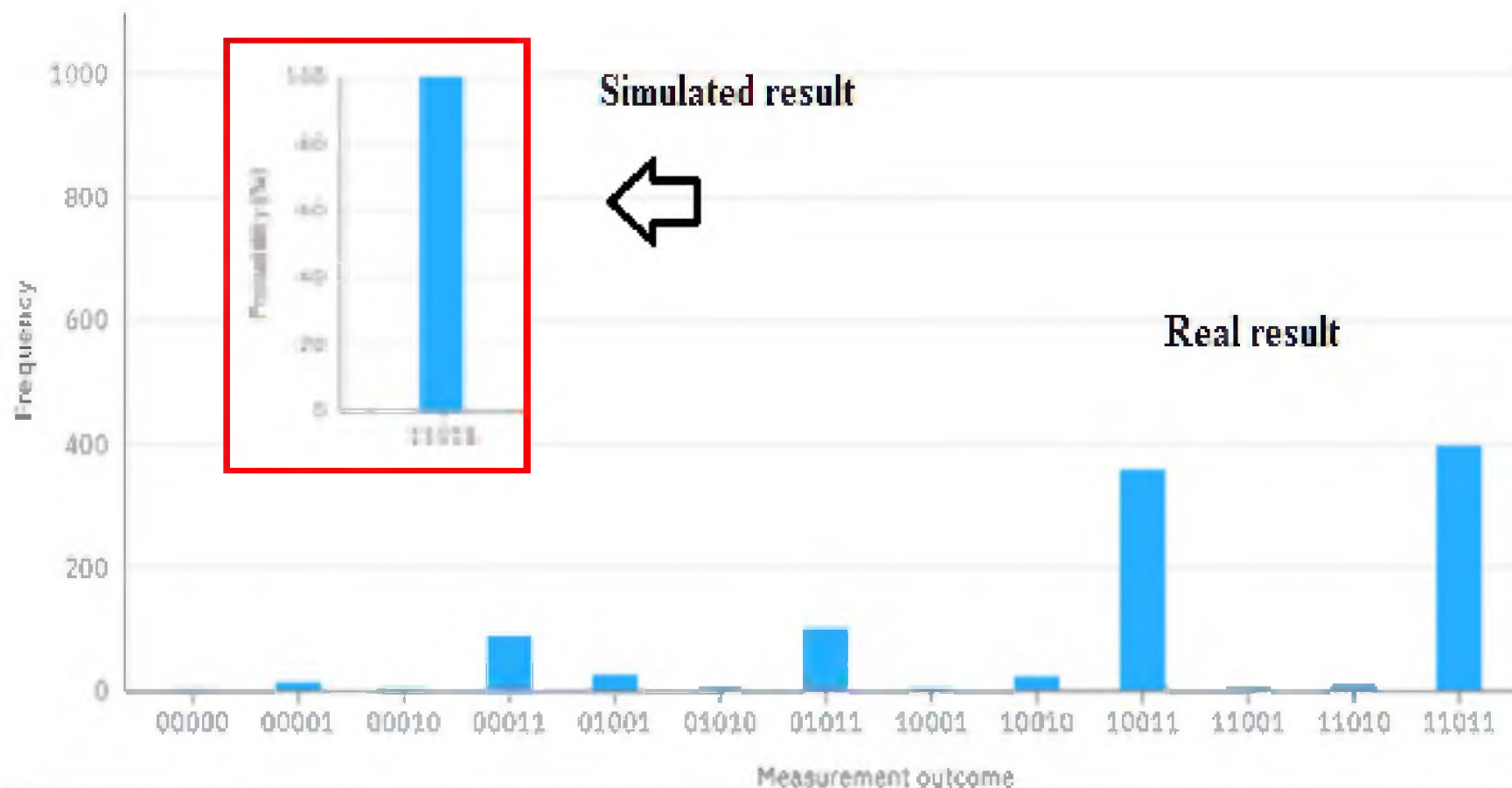
4. Полученные экспериментальные результаты

Результаты измерений квантовой системы сверхплотного кодирования с посылкой кубита при передаче сообщения (01) - ibmq_manila/ Falcon r5.11/Version: 1.0.20



4. Полученные экспериментальные результаты

Результаты измерений квантовой системы сверхплотного кодирования с посылкой кубита при передаче сообщения (11) - `ibmq_manila/Falcon r5.11/Version: 1.0.20`





4. Полученные экспериментальные результаты

Таблица 3

Результаты реализации квантовой схемы сверхплотного кодирования при управлении посылкой кубита

Информационное сообщение	Количество запусков	Вероятность (%) правильного декодирования при симуляции	Вероятность (%) правильного декодирования на Falcon r5.11/Version: 1.0.20
00	1024	100	76,56
01	1024	100	55,95
10	1024	100	69,72
11	1024	100	40

4. Полученные экспериментальные результаты

Квантовая система - Falcon r5.11/Version: 1.0.20

Таблица 4

Сравнительные результаты реализации сверхплотного кодирования

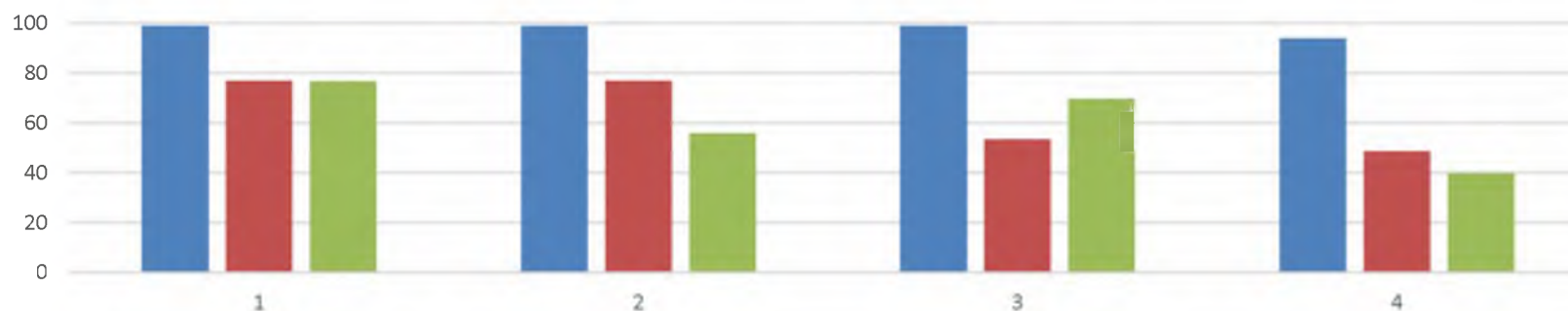
Сообщение	Вероятность (%) правильного декодирования (без контура управления)	Вероятность (%) правильного декодирования (с контуром управления)	Вероятность (%) правильного декодирования (с контуром управления и посыдкой кубита)
00	98,91	76,86	76,56
01	92,18	77,05	55,95
10	94,72	53,51	69,72
11	94,04	48,73	40



4. Полученные экспериментальные результаты

Квантовая система - Falcon r5.11/Version: 1.0.20

Сравнительные результаты реализации сверхплотного кодирования



- Вероятность (%) правильного декодирования (без контура управления)
- Вероятность (%) правильного декодирования (с контуром управления)
- Вероятность (%) правильного декодирования (с контуром управления и посылкой кубита)



5. Выводы

1. Процессы сверхплотного кодирования **могут быть управляемыми**
2. Существующие на данный момент реальные квантовые системы весьма **чувствительны** к таким эффектам, как декогеренция, что проявляется **при увеличении глубины квантовых вычислений** и приводит на практике к существенным измерительным погрешностям.
3. При передаче информации по квантовым и гибридным каналам связи **требуется использовать механизмы коррекции ошибок**, что в свою очередь, приводит **к снижению пропускной способности в целом.**



**Завалишинские
Чтения
2022**

Автор - С.Г. Фомичева, к.т.н., профессор

Организация - Санкт-Петербургский университет аэрокосмического приборостроения, кафедра 34 «Технологий защиты информации»

Спасибо за внимание

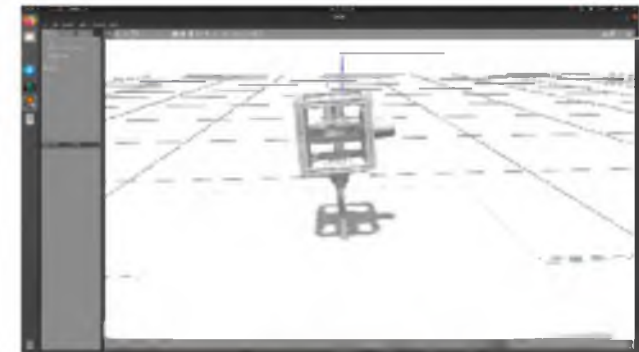
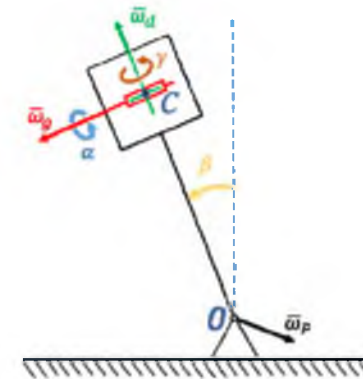
Санкт-Петербург
2022,



Authors: A S Prutskii, N V Mikhalkov, E Y Vasiliev
Organization: Kuban State University

Main results

The article presents a synthesis technique for controlling the stabilization of a reverse pendulum, which does not require repeated code generation when making changes to the parameters of the control object. The problem of developing a feedback control system for a reverse pendulum controlled by a gyrodine is considered. The main tool for developing a control system is a combination of a real-time control system based on STM32 and an external computer based on ROS.



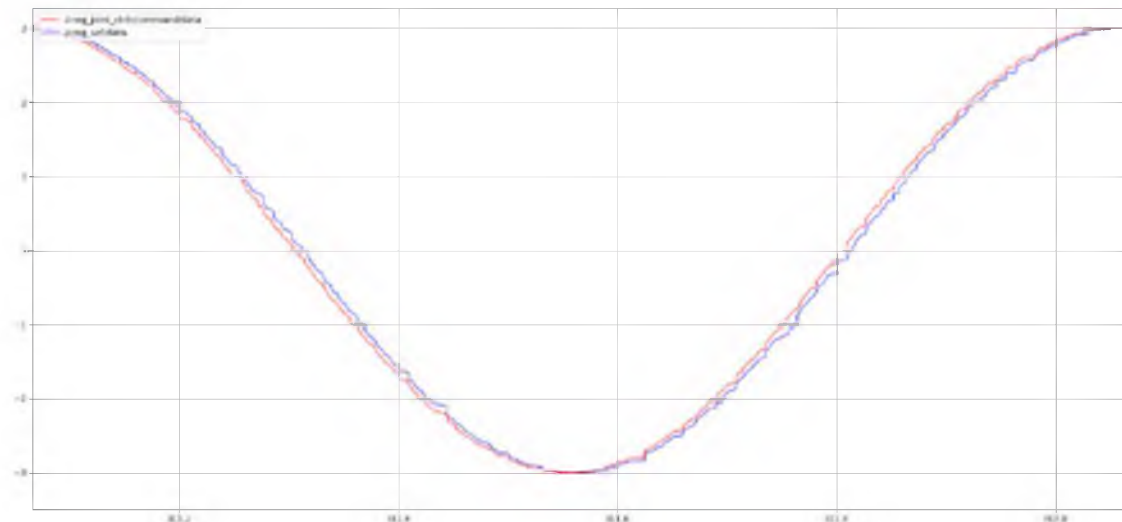
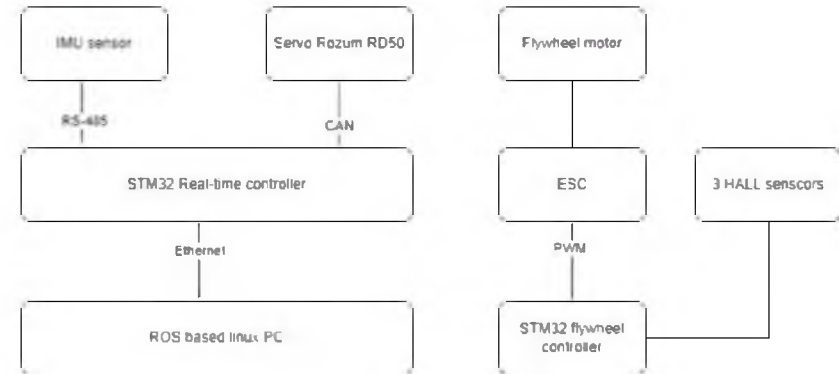
In this work, the following methodology was applied:

1. Develop a mathematical model of a control object in MATLAB.
2. Calculate Linear Quadratic Regulator coefficients in Python 3 using the Python Control Systems Library.
3. Develop a Python 3 controller with ROS support.
4. Test on a computer model using Gazebo Simulator.
5. Write a communication script for a physical implementation of an inverted pendulum that publishes feedback data and subscribes to control commands.
6. Test on the physical implementation of the pendulum.

The control loop

Optimizing communication between an external computer and a microcontroller we were able to ensure the stable control loop frequency.

The main problem could be a latency of an execution but it was experimentally verified to be in the interval from 5 to 10 ms.



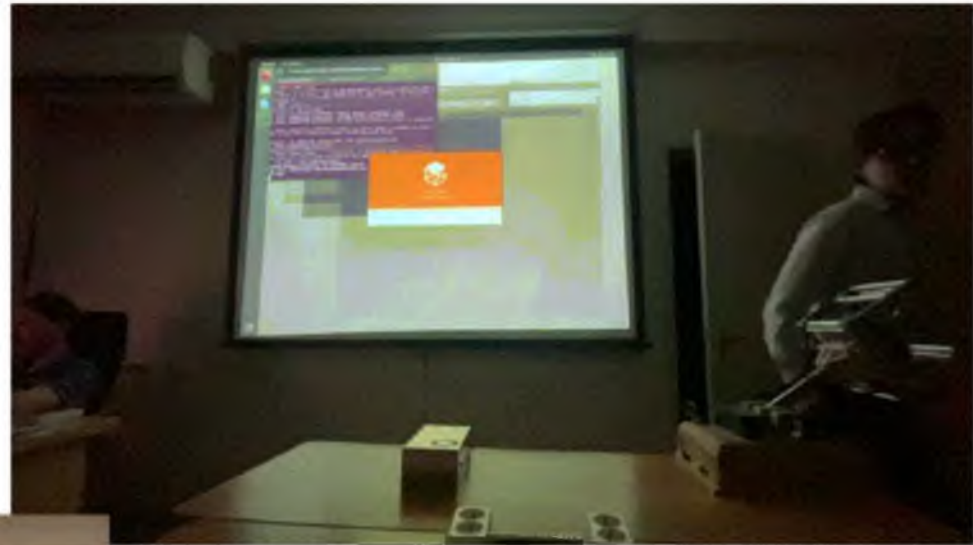
The experiment

The operability of this method was verified on the inverted pendulum plant





Zavalishin's Readings 2022



Simulation of Graphs of Physical Effects for Information and Energy Circuits

Y. Litvinov¹ and A. Bushuev², and O. Nuyya¹,

¹SUAI, Saint Petersburg, Russia

²ITMO University, Saint Petersburg, Russia

Имитационное моделирование графов физических эффектов для информационных и энергетических цепей

Ю. Литвинов¹, А. Бушуев², О. Нуйя¹,

¹*Saint Petersburg state University of aerospace instrumentation, Russia*

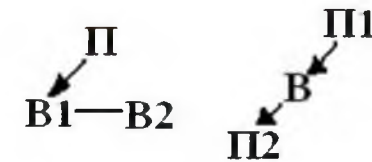
²*ITMO University, Saint Petersburg, Russia*

Назначение работы

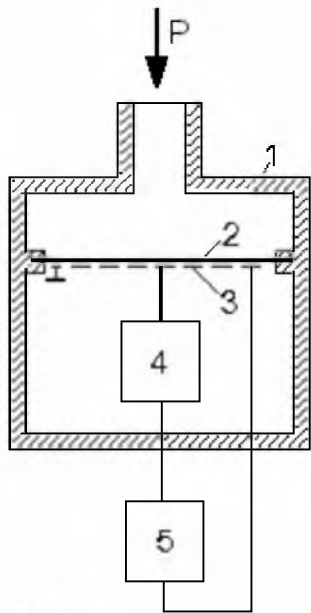
1. Теоретическая цель работы – развитие методики использования физических эффектов для анализа и синтеза физического принципа действия информационно-энергетических преобразовательных устройств.
2. Прикладное значение – использование физических эффектов для решения изобретательских задач и получение патентно-пригодного результата в виде структурной схемы.
3. Учебная цель – разработка методики использования физических эффектов в курсе «Теория решения изобретательских задач» в высшей школе для технических специальностей.

Графы для моделирования схем изобретательских задач

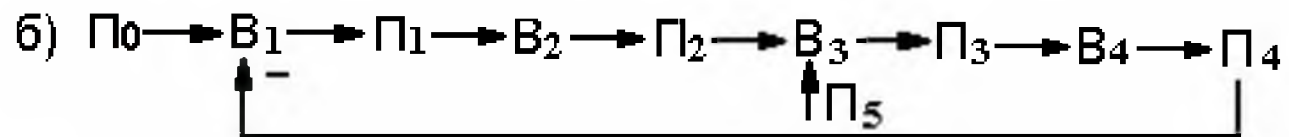
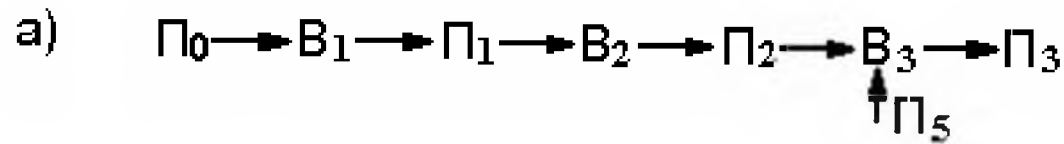
1. Вепольный анализ – все элементы структуры представляются веществами В, а действия - полями П. Цель анализа – нахождение неизвестного вещества или поля в «узком» месте структуры



2. Структурно-энергетические схемы - развертывание вепольной структуры на всю схему. Пример – датчик давления а.с. Авт. св-во SU №1472773, публ. 15.04.1989 г



Где 1 – корпус, 2 – мембрана с эффектом памяти формы,, 3 – пленочный нагреватель, 4 – преобразователь со штоком, 5 – усилитель тока



Типы вершин и ребер графов для моделирования схем изобретательских задач

Виды полей в вепольном анализе

1. mechanical
2. thermal
3. chemical
4. electric
5. magnetic
6. gravitational
7. acoustic.

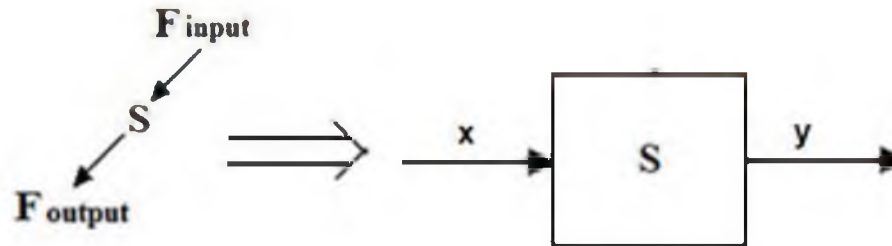
Матрица физических эффектов

		Input								
		E	I	Q	T	ρ	F	X	H	
Output	E		L_{IE}						L_{XE}	
	I	L_{EI}			L_{TI}					
	Q	L_{EQ}	L_{IQ}		L_{TQ}	$L_{\rho Q}$				
	T	L_{ET}	L_{IT}							
	ρ	$L_{E\rho}$			$L_{T\rho}$			$L_{F\rho}$	$L_{X\rho}$	$L_{H\rho}$
	F	L_{EF}	L_{IF}							
	X	L_{EX}			L_{TX}		L_{FX}			L_{HX}
	H	L_{EH}	L_{IH}				L_{FH}	L_{XH}		

E—current voltage, I— electric current,
 Q – amount of heat, T—temperature,
 ρ – specific resistance of the conductor,
 F—force, X—displacement, H—magnetic field strength.

Технологический эффект как «черный ящик»

Передачная матрица эффекта



S – вещество, F – поле. Входные x и выходные y поля задаются своими размерностями физических величин в принятой системе размерностей

$$[x] = [A_1^{b_1} A_2^{b_2} \dots A_i^{b_i} A_{i+1}^{b_{i+1}} \dots A_k^{b_k}] \quad [y] = [A_1^{c_1} A_2^{c_2} \dots A_i^{c_i} A_{i+1}^{c_{i+1}} \dots A_k^{c_k}]$$

Передачная матрица

$$x = \begin{bmatrix} A_1^{b_1} & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & A_k^{b_k} \end{bmatrix}, Y = \begin{bmatrix} A_1^{c_1} & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & A_k^{c_k} \end{bmatrix} \quad W(d) = Y(X)^{-1} = \begin{bmatrix} A_1^{c_1 - b_1} & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & A_k^{c_k - b_k} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_1^{d_1} & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & A_k^{d_k} \end{bmatrix}$$

Инварианты эффектов в ЛТ-базисе Бартини

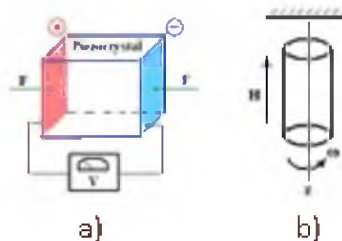
- Примеры инвариантных эффектов – пьезоэлектрический эффект (а), Барнета (b)

$$F = \begin{bmatrix} L^4 & 0 \\ 0 & T^{-4} \end{bmatrix} \quad Q = \begin{bmatrix} L^3 & 0 \\ 0 & T^{-2} \end{bmatrix}$$

$$W_1 = Q \cdot F^{-1} = \begin{bmatrix} L^3 & 0 \\ 0 & T^{-2} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} L^4 & 0 \\ 0 & T^{-4} \end{bmatrix}^{-1} = \begin{bmatrix} L^{-1} & 0 \\ 0 & T^2 \end{bmatrix}$$

$$MF = \begin{bmatrix} L^5 & 0 \\ 0 & T^{-4} \end{bmatrix} \quad MM = \begin{bmatrix} L^4 & 0 \\ 0 & T^{-2} \end{bmatrix}$$

$$W_2 = MM \cdot MF^{-1} = \begin{bmatrix} L^4 & 0 \\ 0 & T^{-2} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} L^5 & 0 \\ 0 & T^{-4} \end{bmatrix}^{-1} = \begin{bmatrix} L^{-1} & 0 \\ 0 & T^2 \end{bmatrix}$$



Система кинематических величин Р.О.Бартини, основные единицы длина L и время T

D	L ⁻¹	L ⁰	L ¹	L ²	L ³	L ⁴	L ⁵
L ⁻⁴	L ⁴ T ⁻⁴	L ³ T ⁻⁴	Угловой вес Градиент давления	Давление Напряженность	Поверхностная жесткость	Сила	Энтропия Температура
L ⁻³	L ⁴ T ⁻³	L ³ T ⁻³	Плотность потока	Напряженность эл.-магн. поля Вязкость	Толщина Момент инерции	Импульс	L ⁵ T ⁻³
L ⁻²	Изменение коэфф. объема Плотность	Угловое ускорение Массовая плотность	Линейное ускорение	Разность потенциалов	Масса Коэф. электрич. частица	Магнитный момент	Момент инерции
L ⁻¹	Электр. объемная плотность	Частота Угловая скорость	Линейная скорость	Объемность двумерная	Расход Объемный	Скорость смещения объема	L ⁵ T ⁻¹
L ⁰	Круговая проводимость	Вращательная величина Коэф. связи Угол	Длина Емкость Связывающая индукция	Поверхность (площадь)	Объем	Момент инерции плоской фигуры	L ⁵ T ⁰
T ¹	Проводимость	Период	Длительность расстояния	L ² T ¹	L ³ T ¹	L ⁴ T ¹	L ⁵ T ¹
T ⁻¹	ПЭ, ЭВ	Поверхность времени	L ¹ T ²	L ² T ²	L ³ T ²	L ⁴ T ¹	L ⁵ T ²

Detectable substance	Input physical quantity	Input field	Type of motion of the input field	Output field
Piezoelectric	Force	Mechanical pressure field	Translational	Electric
Ferromagnet	Moment of force	Mechanical field of centrifugal forces	Rotational	Magnetic



Инварианты эффектов в ЛТ-базисе Бартини

- Эволюция физико-геометрического эффекта мембраны



Передаточная матрица мембраны

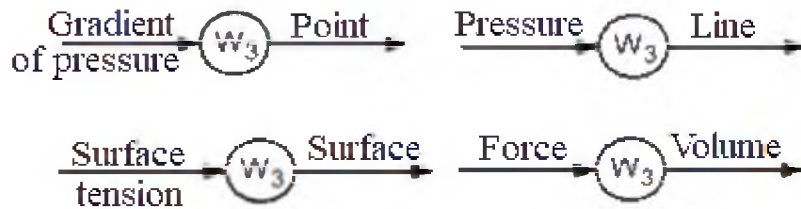
$$W_3 = z \cdot P^{-1} = \begin{bmatrix} L^1 & 0 \\ 0 & T^0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} L^2 & 0 \\ 0 & T^{-4} \end{bmatrix}^{-1} = \begin{bmatrix} L^{-1} & 0 \\ 0 & T^4 \end{bmatrix}$$

Мениск хидкости в капилляре

$$ST \cdot W_3 = \begin{bmatrix} L^3 & 0 \\ 0 & T^{-4} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} L^{-1} & 0 \\ 0 & T^0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L^2 & 0 \\ 0 & T^0 \end{bmatrix} = S$$

Мыльный пузырь

$$F \cdot W_3 = \begin{bmatrix} L^4 & 0 \\ 0 & T^{-4} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} L^{-1} & 0 \\ 0 & T^0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L^3 & 0 \\ 0 & T^0 \end{bmatrix} = V$$

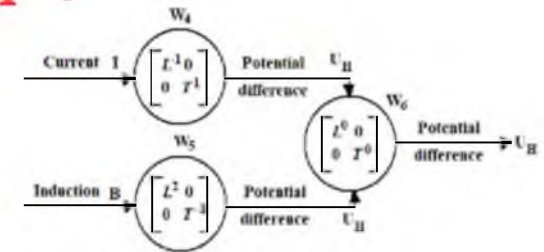
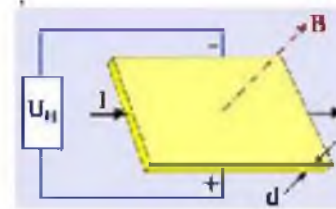


	L ⁰	L ¹	L ²	L ³	L ⁴	L ⁵
T ⁻⁴		Pressure gradient	Pressure	Surface tension	Force	Moment of force
T ⁻³		Current density	Electromagnetic field strength	Current	impulse	
T ⁻²	Angular acceleration	Linear acceleration	Potential difference	Mass Amount of electricity	Magnetic moment	
T ⁻¹	Angular velocity	Linear velocity				
T ⁰	Dimension-Less quantity	Length	Area	Volume		

Physical object	Input	The physical meaning of the input	The dimension of the input in the LT system	Geometric meaning of the output
Point	Gradient of pressure	Force distributed by volume	L ¹ T ⁻⁴	Point
Membrane	Pressure	Force distributed over the surface	L ² T ⁻⁴	Line
Meniscus liquid in the capillary	Surface tension	Force distributed along the line	L ³ T ⁻⁴	Surface
Soap bubble	Force	Force at a point	L ⁴ T ⁻⁴	Volume

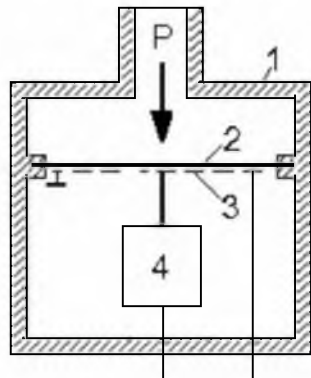
Многомерные физические эффекты

- Эффект Холла $U_H = R_H \frac{IB}{d}$



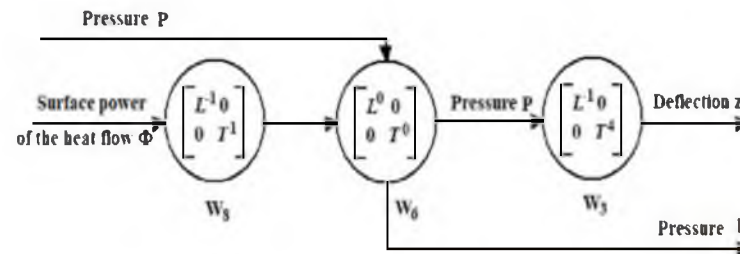
$$W_4 = \frac{U_H}{I} = \begin{bmatrix} L^2 & 0 \\ 0 & T^{-2} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} L^3 & 0 \\ 0 & T^{-3} \end{bmatrix}^{-1} = \begin{bmatrix} L^{-1} & 0 \\ 0 & T^1 \end{bmatrix} \quad W_5 = \frac{U_H}{B} = \begin{bmatrix} L^2 & 0 \\ 0 & T^{-2} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} L^0 & 0 \\ 0 & T^{-1} \end{bmatrix}^{-1} = \begin{bmatrix} L^2 & 0 \\ 0 & T^{-1} \end{bmatrix}$$

Эффект памяти формы



$$W_7 = z \cdot \Phi^{-1} = \begin{bmatrix} L^1 & 0 \\ 0 & T^0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} L^3 & 0 \\ 0 & T^{-5} \end{bmatrix}^{-1} = \begin{bmatrix} L^{-2} & 0 \\ 0 & T^5 \end{bmatrix}$$

$$W_3 = z \cdot P^{-1} = \begin{bmatrix} L^1 & 0 \\ 0 & T^0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} L^2 & 0 \\ 0 & T^{-4} \end{bmatrix}^{-1} = \begin{bmatrix} L^{-1} & 0 \\ 0 & T^4 \end{bmatrix}$$



	L^{-1}	L^0	L^1	L^2	L^3
T^{-4}	$L^{-1}T^{-4}$	L^0T^{-4}	Удельный вес Градиент давления	Давление Напряжение	Поверхностное натяжение Жесткость
T^{-3}	$L^{-1}T^{-3}$	L^0T^{-3}	Плотность потока	Напряженность вл-ми поля Вязкость	Ток Массовый расход
T^{-2}	Изменение электр. объемной плотности	Угловое ускорение Массовая плотность	Линейное ускорение	Разность потенциалов	Масса Кол-во электричества
T^{-1}	Электр. объемная плотность	Частота Угловая скорость	Линейная скорость	ЭХвход В	Рабочий объемный
T^0	Кривизна Изменение проводимости	Вязко-мерная величина Константа Угел	Длина Емкость Самодукция	Поверхность (площадь)	Объем
T^1	ЭХвх Т	Период	Длительность расстояния	L^2T^1	L^3T^1
T^2	ПЭ, ЭЕ	Поверхность времени	L^1T^2	L^2T^2	L^3T^2

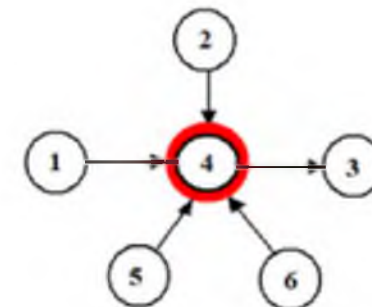
Анализ графа многомерного веполя

■ Рассмотрим пример,

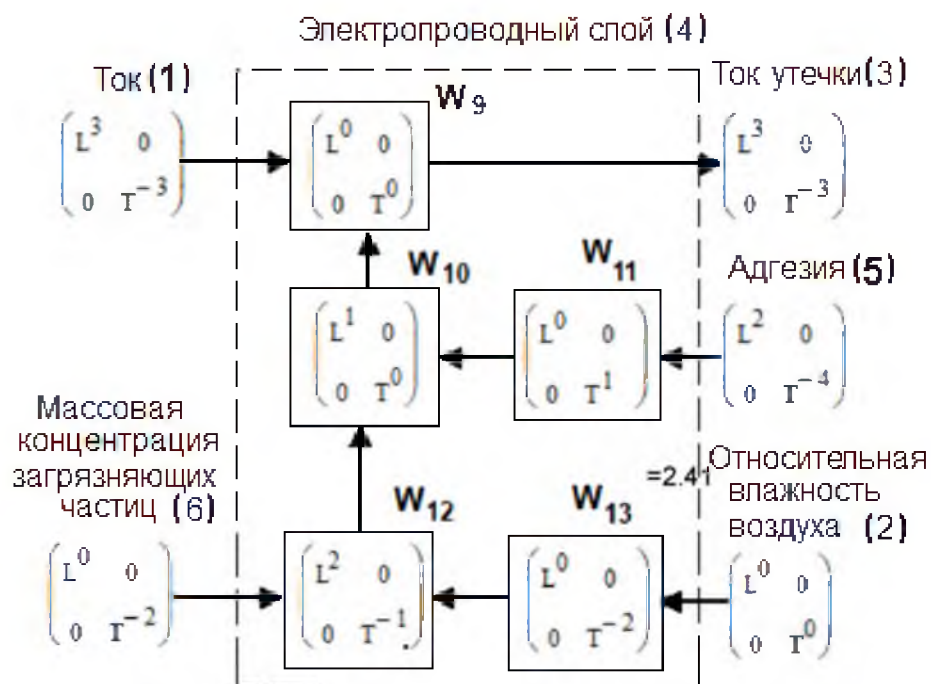
«Высоковольтные линии электропередач (ЛЭП) переменного тока в регионах с повышенной химической загрязненностью атмосферы и с частыми осадками в виде росы и тумана требуют специальных мер для предотвращения тока утечки. Ток утечки может идти по образуемому из загрязнений и влаги электропроводному слою на поверхности подвесных тарельчатых фарфоровых изоляторов - между проводом и заземлением (траверсой опоры).



No node	Node name	Dimension in the SI system	Dimension in the LT system
1	Электрический ток в линии	ампер	$L^3 T^{-3}$
2	Относительная влажность воздуха	%	$L^0 T^0$
3	Ток утечки	ампер	$L^3 T^{-3}$
4	Поверхностный слой изолятора	-	-
5	Изолятор	(адгезия) pascal=newton/m ²	$L^2 T^{-4}$
6	Загрязнения	mg/m ³	$L^0 T^{-2}$



Анализ графа многомерного веполя



$$R = |\mathbf{W}| = \left| \begin{bmatrix} L^m & 0 \\ 0 & T^n \end{bmatrix} \right| = \sqrt{m^2 + n^2}$$

$$R_{12} = |\mathbf{W}_{12}| = \left| \begin{bmatrix} L^2 & 0 \\ 0 & T^{-1} \end{bmatrix} \right| = \sqrt{2^2 + (-1)^2} = 2,236$$

Расчет ресурсоёмкости R

Вес каждого входа в выходном результате будем оценивать по евклидовой норме матрицы, связывающей этот вход с выходом. Найдем евклидову норму матрицы $|\mathbf{W}_9| = 0$. Этот результат может быть назван тривиальным, т.е. для снижения НЭ (уменьшения тока утечки (3)) достаточно уменьшить электрический ток (1) в проводе ЛЭП. Никаких мыслительных затрат ресурсов изобретателя на такой ответ не требуется.

Найдем вес затрат ресурсов по уменьшению НЭ от адгезии: $|\mathbf{W}_{11}| + |\mathbf{W}_{10}| + |\mathbf{W}_9| = 2$. Аналогично вес затрат от загрязнений $|\mathbf{W}_{12}| + |\mathbf{W}_{10}| + |\mathbf{W}_9| = 3,236$, наконец, вес затрат от влияния влажной атмосферы $|\mathbf{W}_{13}| + |\mathbf{W}_{12}| + |\mathbf{W}_{10}| + |\mathbf{W}_9| = 5,236$. Общий вес затрат ресурсов времени и пространства на устранение НЭ во всех 4-х цепочках равен их сумме, т.е. 10,472.

Harmful Su-Ffield	The tool	The norm of the transfer matrix	Percentage of harmful effect
1-4-3	Электрический ток в линии	0	0
2-4-3	Влияние влажности атмосферы	5.236	50.0
5-4-3	Адгезия	2.0	19.1
6-4-3	Загрязнения	3.236	30.9
Total		10.472	100

Заключение

- При анализе физических эффектов в LT-базисе кинематических величин установлена методика выявления скрытых закономерностей, трендов развития эффектов. На примере показана линия эволюции технических устройств: точка – твердая мембрана – мениск жидкости в капилляре – мыльный пузырь, обладающая инвариантным свойством - одной передаточной матрицей физических эффектов. Передаточные матрицы, размещающиеся в клетках таблицы Бартини, могут служить идентификатором не только соответствующих физических эффектов, но и устройств, их реализующих.
- Физический эффект рассматривается как математический оператор преобразования любой физической или геометрической величины в любую другую. Принятое в ТРИЗ разделение эффектов на физические и геометрические (математические) эффекты является условным.
- Также при составлении графов физических эффектов для моделирования технических систем бывает недостаточно только названия эффекта в справочной литературе. Необходимо знать, какие входы и выходы эффекта используются в графе. Без этого знания структура может получиться разной, с разными передаточными матрицами.
- Последний пример с веполем из задачи про линию ЛЭП показывает, что и численная оценка физических эффектов может быть неоднозначной. Некоторые технические характеристики устройств могут измеряться в разных единицах измерений. Например, в этой задаче влияние атмосферы можно оценить не относительной (в %), а абсолютной влажностью (массовой плотностью водяных паров в воздухе). Изменится матрица преобразования от влажности к току утечки, а, следовательно, и её численная оценка.



Завалишинские
чтения
2022

Разработка математической модели модуля регулятора тока в системе управления аппаратуры регулирования и контроля бортовой сети космического аппарата

Авторы: Таболин Иван Иванович, аспирант
Кузьменко Роман Юрьевич, аспирант
Данилов Александр Дмитриевич, д.т.н., профессор

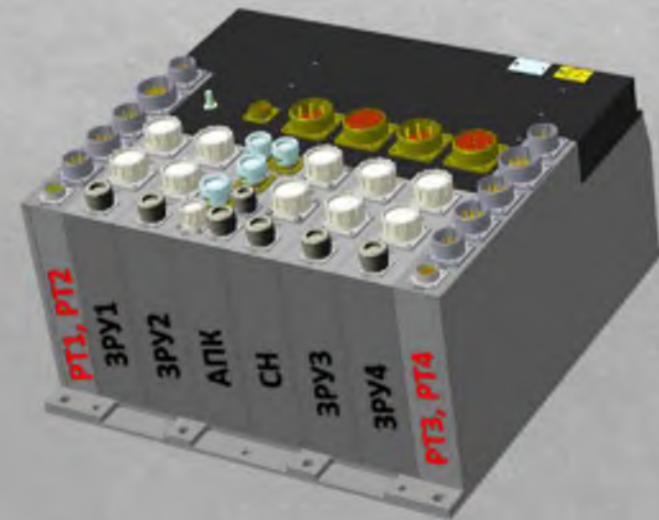
Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж



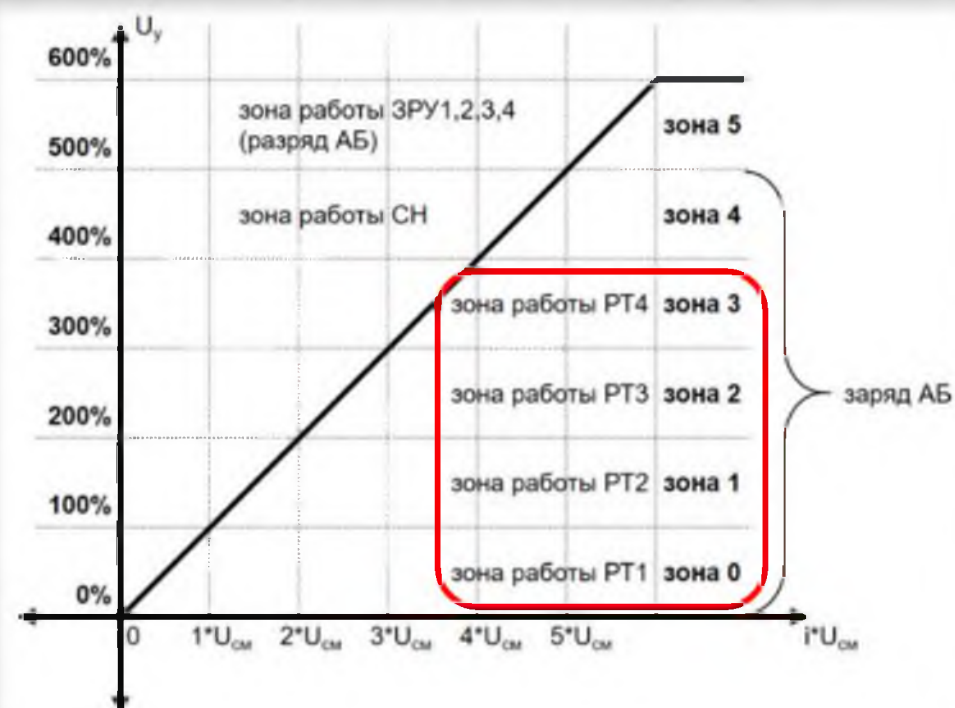
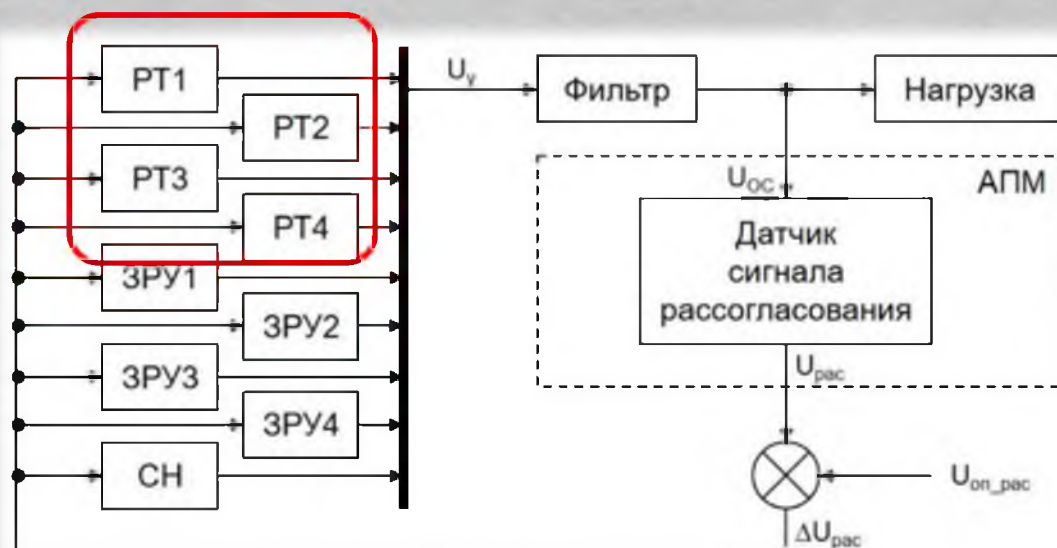
Введение

- ◆ Цель:
 - ◆ построение математической модуля РТ для разрабатываемой АРК.

- ◆ Задачи:
 - ◆ привести описание назначения РТ;
 - ◆ построить математическую модель модуля РТ;
 - ◆ привести результаты моделирования.



Назначение регулятора тока

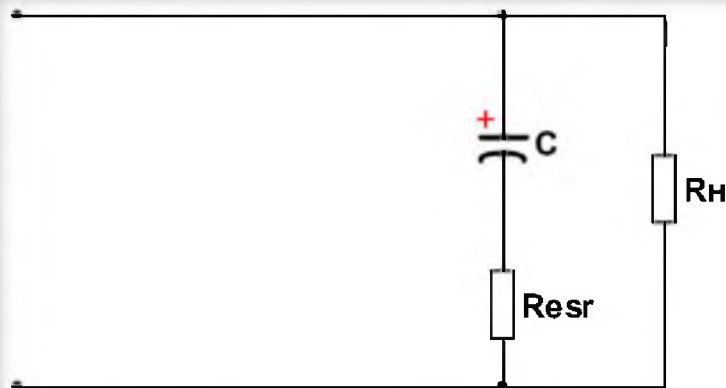


◆ Режимы работы PT:

- ◆ передача электроэнергии генератора СБ на шины СЭС;
- ◆ широтно-импульсное регулирование с частотой не менее 20 кГц;
- ◆ короткое замыкание генератора СБ.



Построение математической модели модуля РТ

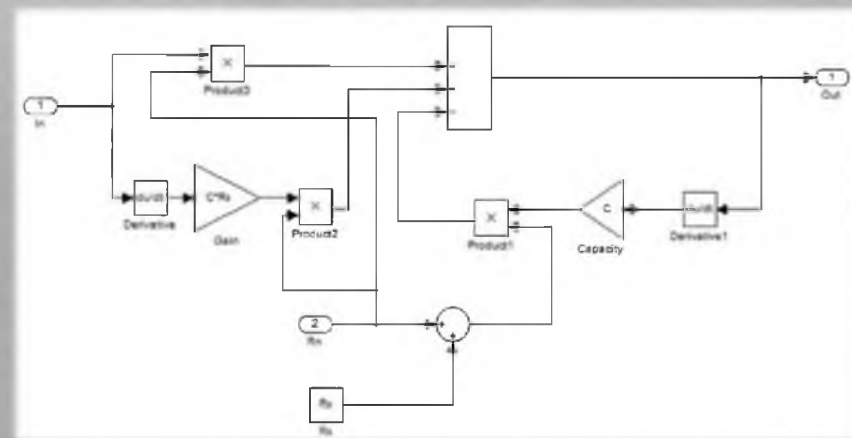
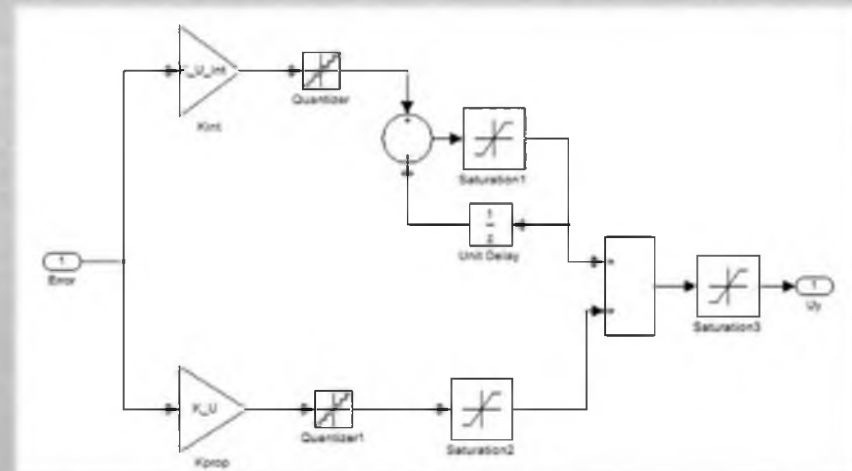


$$K_{pm}(p) = K_{pwm} R_n K_{oy} \cdot \frac{R_{esr} p + 1}{(R_{esr} + R_n) p + 1},$$

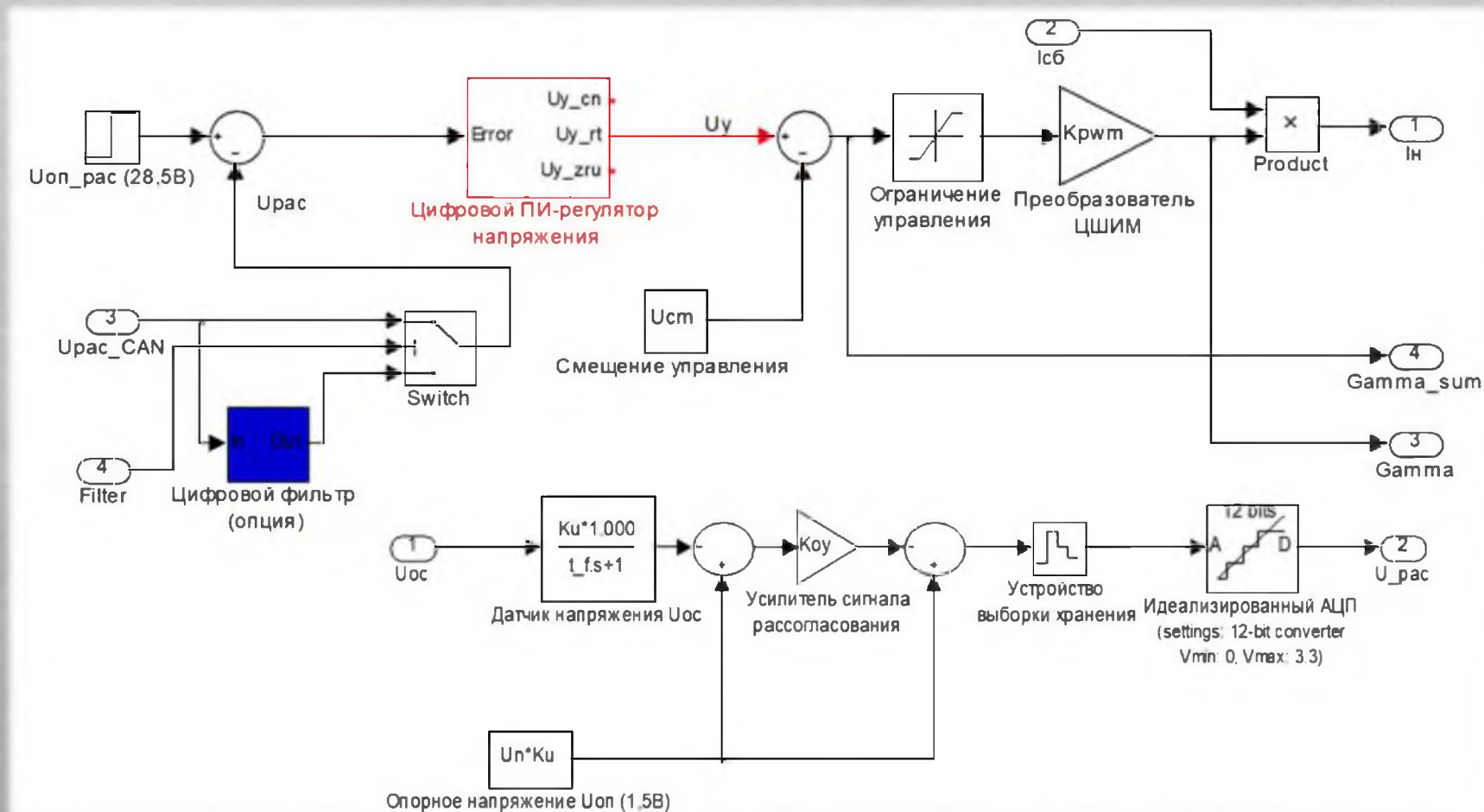
$$K \cdot \frac{z + z_0}{z - 1},$$

$$K_u = K \cdot (1 + z_0),$$

$$K_n = K.$$

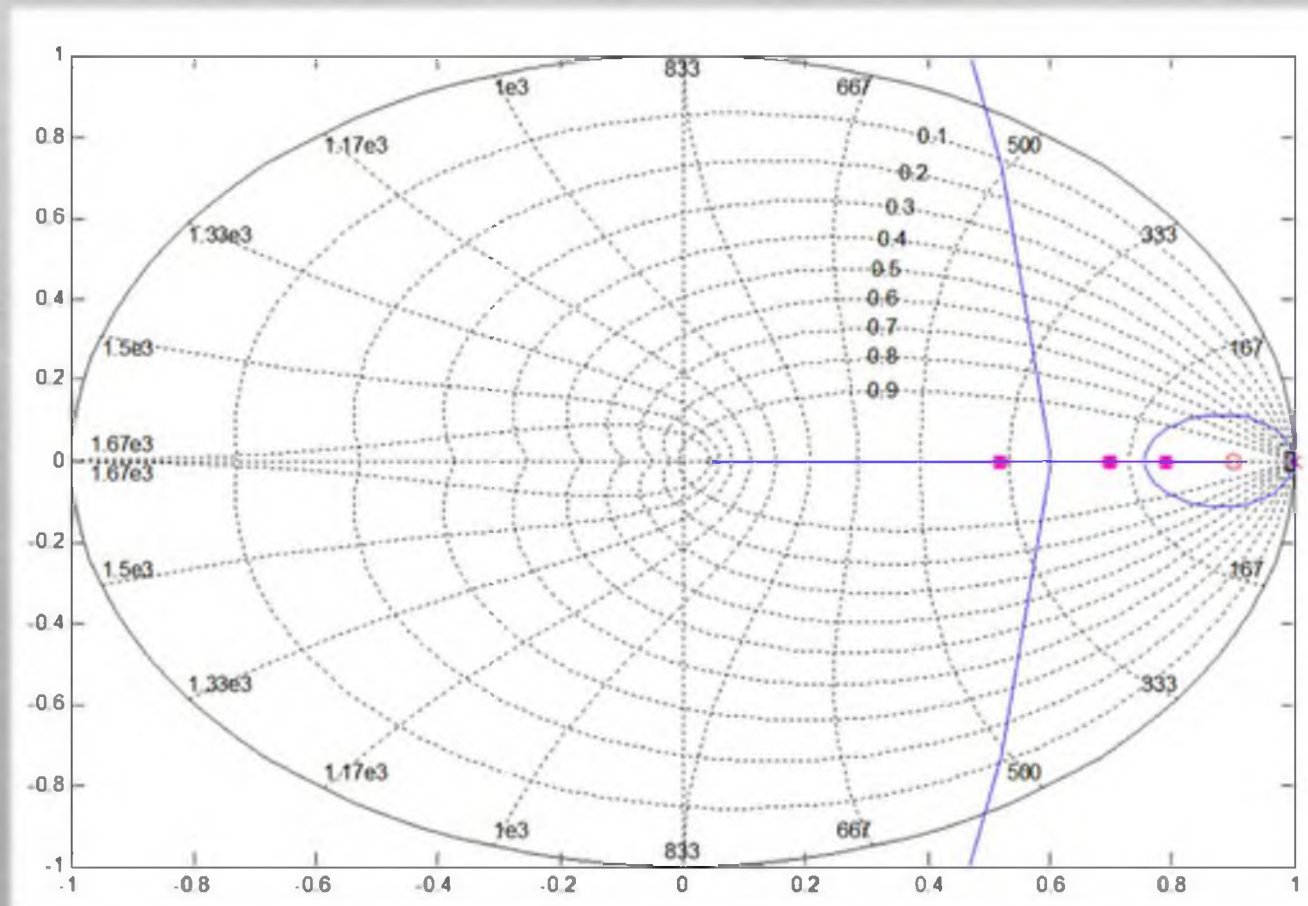


Структура математической модели РТ



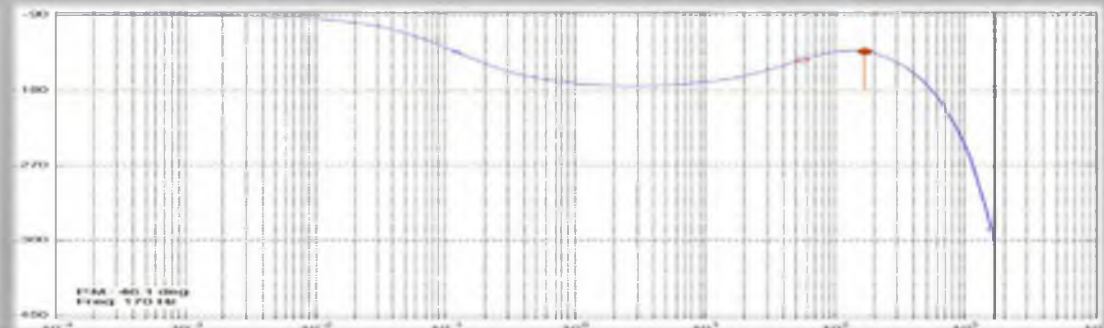
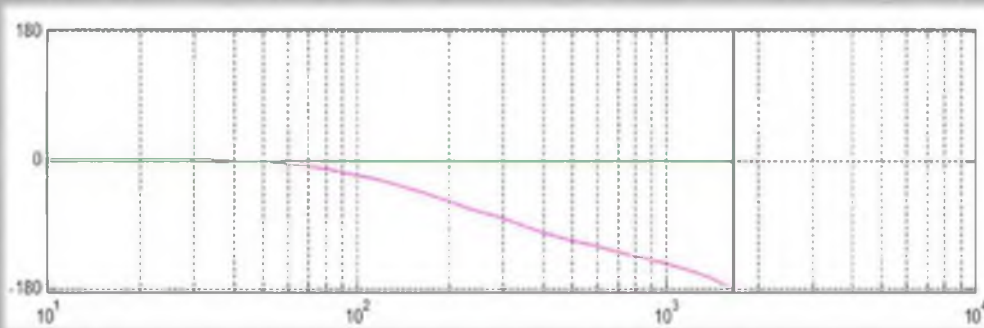
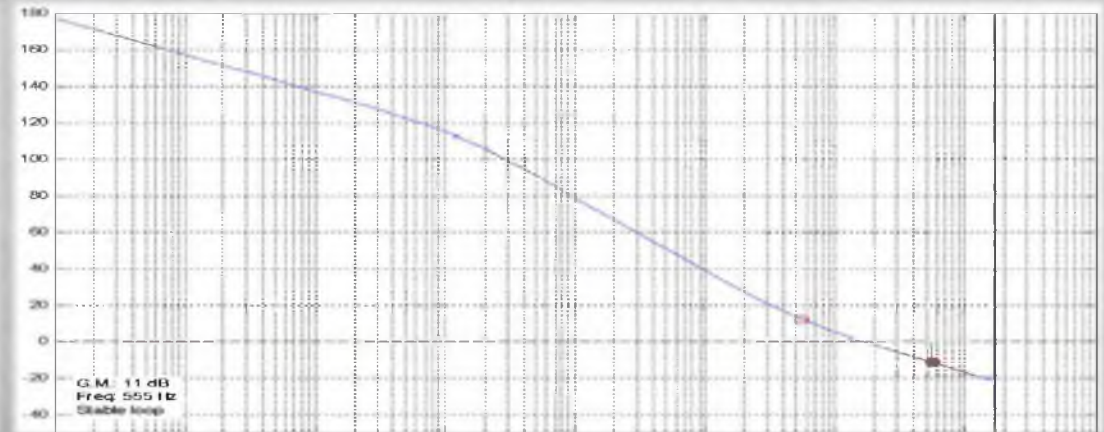
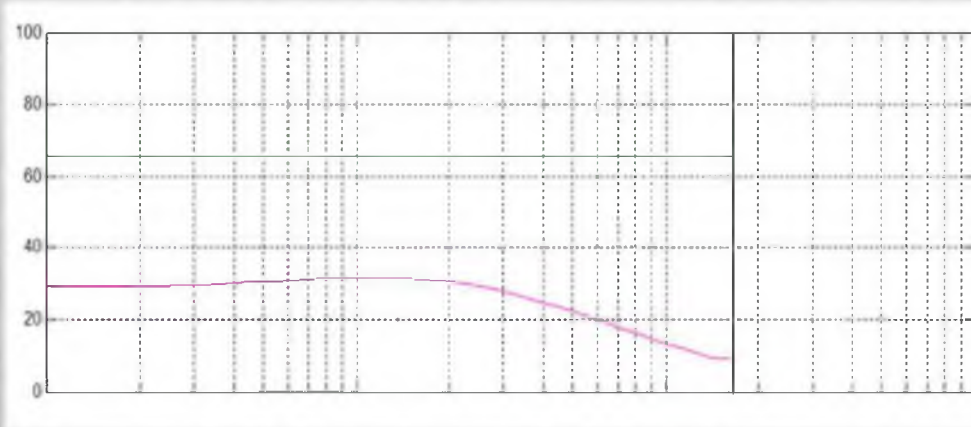


Результаты моделирования



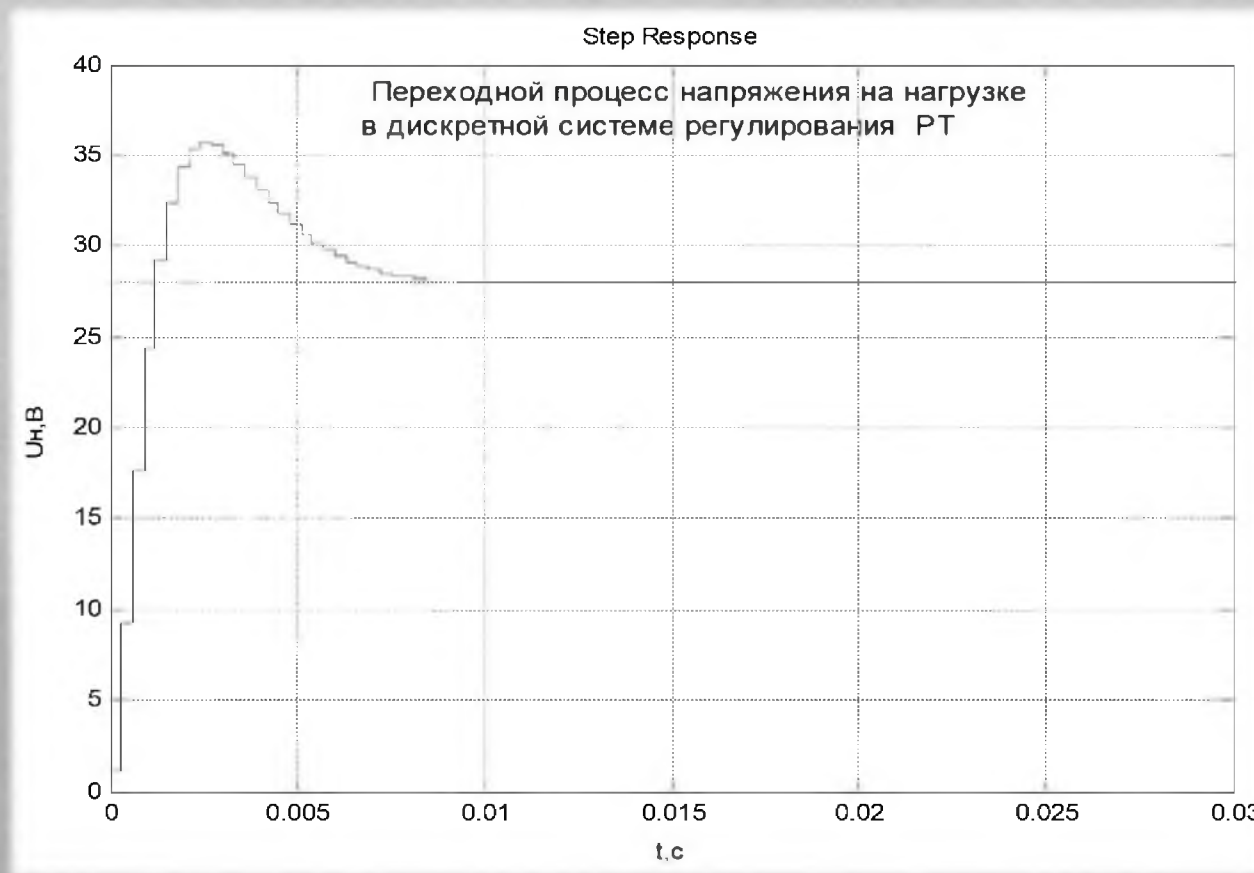


Результаты моделирования





Результаты моделирования





Завалишинские
чтения
2022

Благодарю за внимание!

*XVII международная конференция по электромеханике и робототехнике
"Завалишинские чтения", ЗЧ-2022
12-14 апреля, 2022., Санкт-Петербург, Россия*

Создание пространственно-распределенной системы обнаружения беспилотных авиационных систем

Ланцов В.В., д.т.н. Корякин А.В.



Государственный научно-исследовательский институт
прикладных проблем (ГосНИИПП), Санкт-Петербург, Россия

Применение компактных беспилотных воздушных судов (БВС)

БВС применяют при осмотре территории для обнаружения:

- очагов возгорания,
- поиска потерявшихся людей и пропавших животных,
- освещения спортивных и медиа-мероприятий и т.д.



Существует ряд обстоятельств, в которых присутствие БВС может угрожать безопасности человеческим жизням, например:

- непосредственно над спортсменами во время велопробегов, марафона или скоростных горнолыжных спусков,
- артистов во время выступления на открытых площадках и т.д.



Причины падения БВС:

- разряд аккумулятора,
- столкновение с птицами и другими предметами,
- поломки и отказ двигателя,
- потеря управления и т.д.

В таких случаях во время проведения мероприятий необходимо закрытие района от пролета нежелательных БВС, угрожающих безопасности людей. Для этого необходимо, прежде всего, обнаружить БВС, направляющихся в защищаемую область пространства.

Обнаружение силами БВС

Средств обнаружения различного принципа действия:

- по сигналу модема, расположенного на борту БВС;
- по видеоизображению по сигналу видеокамеры.



Под обнаружением будем понимать решение триединой задачи:

- обнаружение сигнала (информации) о появлении в защищаемой области целеподобного объекта; в рассматриваемой задаче таким объектом является БВС, с использованием известных подходов к наблюдению, в том числе и в условиях помех;
- определение пеленга-дистанции до целеподобного объекта, которым является БВС;
- классификация целеподобного объекта, как БВС или НСУ.

Существует ряд задач защиты от БВС подвижных объектов:

- пелетона велосипедистов,
- автомобилей с ценными грузами и т.д.

Поскольку маршрут движения защищаемого объекта, скорее всего, непрямолинейный, а направление появления БВС заранее неизвестно, то возникает необходимость закрытия района вокруг движущегося защищаемого объекта.

Цель работы: для защиты подвижного объекта – разработать систему обнаружения для обнаружения БВС.

Постановка задачи

Имеется объект, движущийся в соответствии с маршрутным заданием. Положение объекта характеризуется текущими координатами X_a, Y_a , курсом Q_a , скоростью V_a .

Предполагается, что возможно появление БВС с текущими координатами X_b, Y_b , курсом Q_b и скоростью V_b , движущегося по направлению к объекту. Параметры движения БВС заранее неизвестны, известен лишь их диапазон изменения скорости, направления движения и высоты. В настоящих исследованиях высота не учитывалась.

Вокруг объекта сформирована защищаемая область в виде круга с координатами центра X_o, Y_o и радиусом R_o .

Имеются N средств обнаружения, каждое из которых характеризуется принципом действия средства обнаружения и зоной обзора. Зона обзора может иметь форму круга или сектора. Параметрами зоны обзора являются координаты положения центра круга X_{zo}, Y_{zo} , радиус R_{zo} , угол сектора обзора α_{zo} . в случае круговой зоны обзора угол $\alpha_{zo} = 360$ гр. В данных исследованиях рассматриваются только круговые зоны как частный случай секторных с $\alpha_{zo} = 360^\circ$. Полученные результаты исследований могут быть обобщены и на зоны обзора секторного типа.

Под зоной обзора понимается область пространства, в пределах которой возможно обнаружение БВС. Полагаем, что попадание БВС в зону обзора означает автоматическое решение триединой задачи обнаружения, описанной выше. В общем случае с увеличением дальности вероятность обнаружения БВС падает. В данной работе полагаем, что вероятность обнаружения в пределах зоны обзора постоянно и равна 1.

Постановка задачи

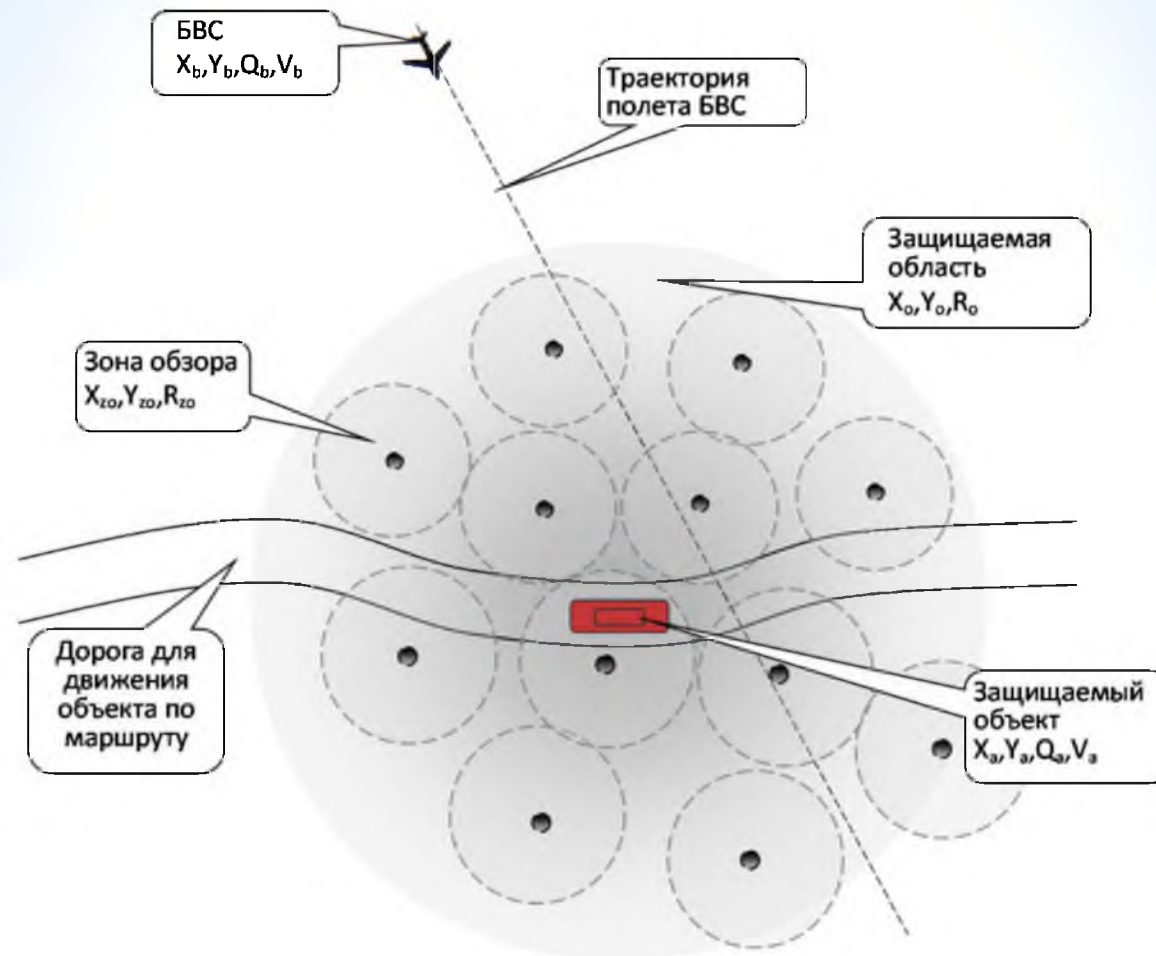


Схема взаимного положения защищаемого подвижного объекта, БВС и зон обзора средств обнаружения

Необходимо так разместить зоны обзора вблизи подвижного защищаемого объекта, чтобы система обнаружения была наиболее эффективна.

Решение задачи

Для определения топологии размещения зон обнаружения необходимо:

- оценить положение и размер защищаемой области вокруг защищаемого объекта;
- определить топологию размещения средств обнаружения.

Полагаем, что БВС обнаружено, если в ходе движения оно попало в пределы зоны обзора i -го средства обнаружения. В формализованном виде условие попадания БВС в пределы зоны обзора i -го средства обнаружения имеет вид:

$$\left(X_b - X_{zo_i}\right)^2 + \left(Y_b - Y_{zo_i}\right)^2 < R_{zo_i}^2$$

Систему обнаружения БВС будем считать эффективной, если БВС будет обнаружен до того момента, когда он достигнет защищаемого объекта. В формализованном виде условие имеет вид:

$$\begin{cases} |X_a - X_b| < \delta x \\ |Y_a - Y_b| < \delta y \end{cases}$$

где δx и δy – критические расстояния до защищаемого объекта, на которые БВС не должен приближаться ни при каких условиях.

Для размещения средств обнаружения необходимо, чтобы для любой j -ой точки пространства в защищаемой области нашлась, по крайней мере, одна зона обзора, в пределах которой эта точка находится, то есть:

$$\forall i \in [1; N] \quad \exists i' : \left(X_b - X_{zo_{i'}}\right)^2 + \left(Y_b - Y_{zo_{i'}}\right)^2 < R_{zo_{i'}}^2$$

Показатель эффективности

Показателем эффективности является вероятность того, что зоны обзора покрывают все точки защищаемой области.

Вероятность определяется выражением:

$$\left\{ \begin{array}{l} P = \frac{\sum_{i=1}^N (S_{zoi} - S_{zopi})}{S_o} \quad \text{при} \quad \sum_{i=1}^N (S_{zoi} - S_{zopi}) < S_o \\ P = 1 \quad \text{при} \quad \sum_{i=1}^N (S_{zoi} - S_{zopi}) \geq S_o \end{array} \right.$$

где S_{zo} – площадь i -ой зоны обзора, определяется выражением: $S_{zo} = 2\pi R_{zo}^2$

S_{zopi} – площадь области перекрытия i -ой зоны обзора другими зонами обзора,
 S_o определяется выражением: $S_o = 2\pi R_a^2$

Задача состоит в формировании эффективной системы обнаружения, для чего необходимо определение количества средств N и такой топологии их размещения, характеризуемой массивом координат $\{X_{zoi}, Y_{zoi}\}$ ($i=1..N$) положения средств обнаружения, чтобы вероятность обнаружения БВС системой обнаружения стремилась к 1:

$$P=f(N, \{X_{zoi}, Y_{zoi}\}, (i=1..N)) \rightarrow 1.$$

Определение положения и размера защищаемой области

Для определения необходимого количества N средств обнаружения необходимо определить размеры защищаемой области.

Представим защищаемую область в виде круга с центром в точке с координатами X_a, Y_a и радиусом R_a . Размер защищаемой области определяется дистанцией R_a от защищаемого объекта:

Радиус R_a защищаемой области определяется выражением:

$$R_a = L_{ob} + L_{pr} + L_{ne},$$

где L_{ob} - расстояние, преодолеваемое БВС с учетом времени его обнаружения и классификации как БВС, L_{ob} определяется, в том числе и радиусом обнаружения R ;

L_{pr} - расстояние, преодолеваемое БВС в период принятия решения после обнаружения;

L_{ne} - расстояние, преодолеваемое БВС с учетом времени на выполнение мероприятий по предотвращению (нейтрализации) дальнейшего движения БВС в направлении на защищаемый объект.

Определение положения зон обзора

Для определения координат, соответствующих положениям зоны обзора, формализуем рассматриваемую задачу как задачу о покрытии множества.

Следуя жадному алгоритму, выбирается множество зон обзора, руководствуясь следующим правилом: на каждом этапе выбирается множество зон обзора, покрывающее максимальное число точек ещё не покрытых частей защищаемой области.

Сначала производится ранжирование зон обзора тех средств обнаружения, которые целесообразны к размещению. На следующем шаге жадного алгоритма выбирается средство обнаружения с наибольшей зоной обзора и размещается в защищаемой области, прижимаясь к краю. Затем – следующее по размеру зоны обнаружения средство и т.д.

Покрытие защищаемой области зонами обзора средств обнаружения происходит до тех пор, пока не произойдет одно из следующих событий:

- закончился запас средств обнаружения;
- вся защищаемая область покрыта зонами обнаружения.

Сокращение зоны обзора

При снижении дальности обнаружения сокращается радиус зоны обзора на величину :

$$R'_{zoj} = R_{zoj} - \Delta R_{zoj}$$

При этом может оказаться, что не все точки защищаемой области покрыты зонами обзора.

Вероятность определяется выражением:

$$P' = \frac{\sum_{i=1}^N \left(2\pi \left(R_{zoj} - \Delta R_{zoj} \right)^2 - S_{zopj} \right)}{S_o} < P$$

Для покрытия всех точек защищаемой области необходимо, следуя жадному алгоритму, разметить на непокрытых участках защищаемой области дополнительные средства обнаружения так, чтобы с учетом дополнительно появившихся зон обзора все точки защищаемой области покрыты зонами обзора.

Тогда :

$$\left\{ \begin{array}{l} P = \frac{\sum_{i=1}^{N+\Delta N} \left(2\pi \left(R_{zoj} - \Delta R_{zoj} \right)^2 - S_{zopj} \right)}{S_o} \quad \text{при} \quad \sum_{i=1}^{N+\Delta N} \left(2\pi \left(R_{zoj} - \Delta R_{zoj} \right)^2 - S_{zopj} \right) < S_o \\ P = 1 \quad \text{при} \quad \sum_{i=1}^{N+\Delta N} \left(2\pi \left(R_{zoj} - \Delta R_{zoj} \right)^2 - S_{zopj} \right) \geq S_o \end{array} \right.$$

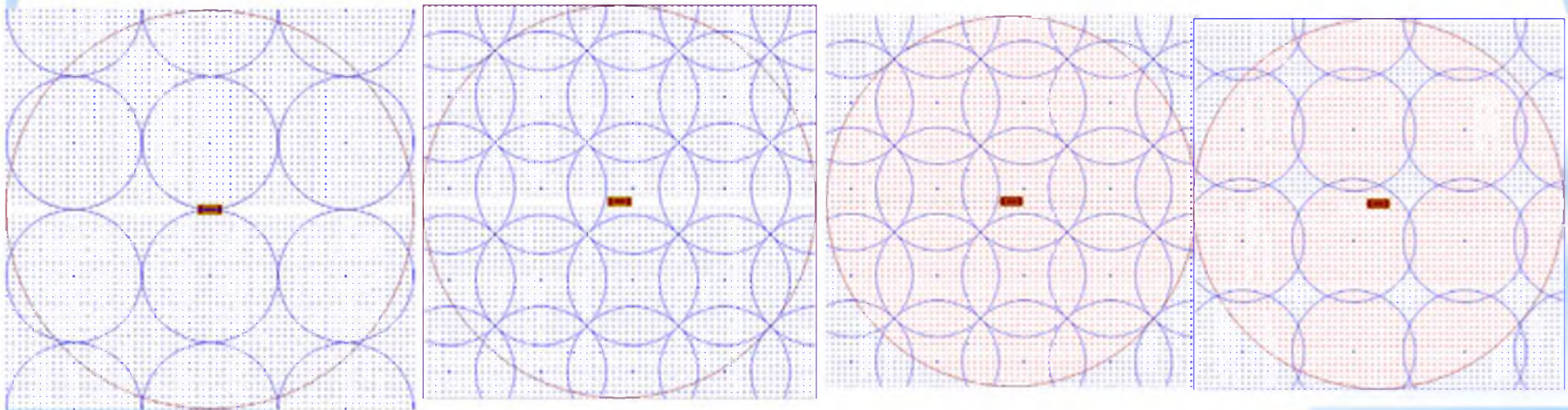
Затем, после прекращения негативных условий дополнительные средства обнаружения должны быть отключены – в целях экономии электроэнергии, собственного ресурса, исключения создания помех другим постоянно работающим средствам.

Результаты численного эксперимента

Рассматривалась область вокруг дороги, по которой двигался защищаемый объект.

Для проведения расчетов вся рассматриваемая область была покрыта регулярной сеткой, узлы сетки выделены синим цветом. В ходе проведения численного эксперимента анализировалось попадание каждого узла сетки в зону обзора, и в случае попадания цвет узла сетки менялся с синего на красный.

Для каждого варианта рассматривались различные взаимные положения зон обзора, отличающиеся степенью перекрытия зон. Так, слева зоны обзора расположены без перекрытия, что приводит к появлению неосматриваемых участков между ними. Справа приведен вариант взаимного положения зон обзора с перекрытием. Зона вокруг защищаемого объекта в виде круга показывает положение защищаемой области вокруг объекта.



Результаты численного эксперимента

На первом этапе исследований оценивалось влияние зон тени на степень покрытия защищаемой области. Для этого было рассмотрено несколько вариантов их формирования, отличающихся размером и количеством. Форма зоны тени моделировалась в виде круга, положение зоны тени определялось случайно внутри защищаемой области. При этом допускалось пересечение зон тени в случае разыгрывания близкого взаимного положения. При оценке степени покрытия узлы сетки внутри зон тени – не учитывались.

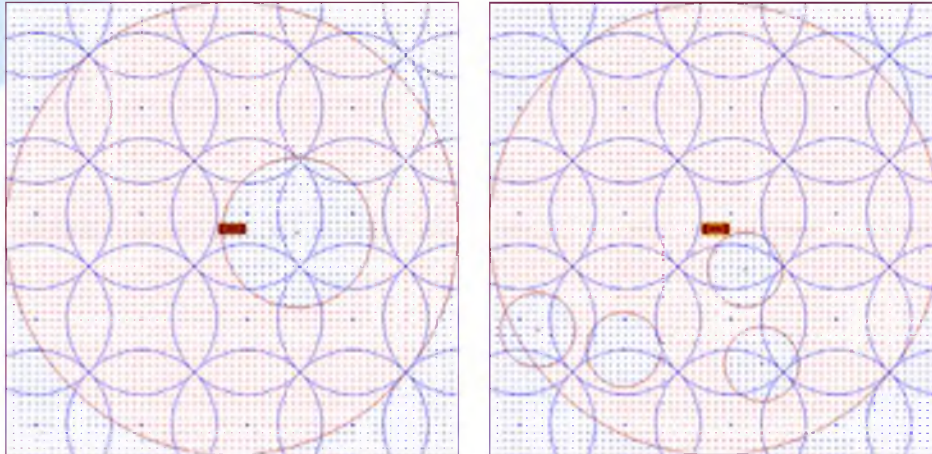
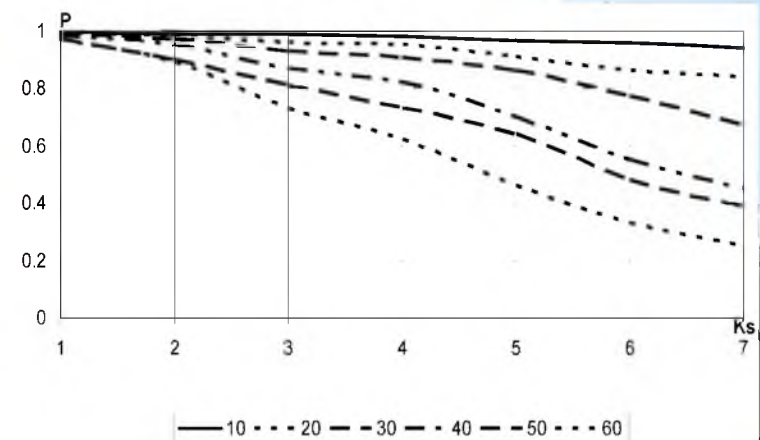


Схема положения узлов, попадающих в зону обзора (красный цвет) и находящихся за пределами зоны обзора (синий цвет)



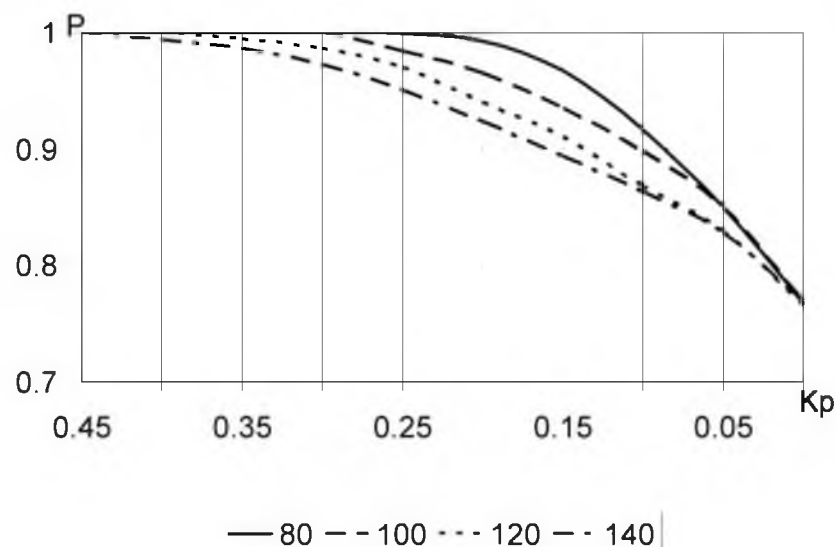
Зависимость степени покрытия защищаемой области зонами обзора в условиях возникновения зон тени

Оценка влияния ухудшения внешней среды

На следующем этапе оценивалось влияние ухудшения внешней среды на процент покрытия зонами обзора защищаемой области. Предполагалось, что ухудшение внешних условий (дождь, снег, туман) приводит к сокращению дальности обнаружения. Такие исследования необходимы для того, чтобы оценить, насколько уменьшается покрываемая зонами обнаружения площадь.

Расчеты проводились для зоны обнаружения размерами – 80, 100, 120, 140 с коэффициентами перекрытия от 0 до 0,5 от радиуса зоны обнаружения.

Зависимость степени покрытия защищаемой области зонами обзора в условиях ухудшения внешней обстановки



С ухудшением внешних условий и сокращением дальности обнаружения на 20% степень покрытия, а значит, и вероятность обнаружения, снизилась от 1,0 до 0,75. Это означает, что для повышения вероятности обнаружения необходимо установить дополнительные средства обнаружения для полного покрытия защищаемой области, однако – только на период ухудшения внешних условий.

Заключение

В работе рассмотрено формирование системы обнаружения беспилотных авиационных систем для защиты подвижного объекта. Проведена оценка размера и положения защищаемой области, предложен показатель эффективности системы обнаружения, предложен подход к определению топологии размещения средств обнаружения, проведены исследования по влиянию размера и положения зон тени на эффективность обнаружения и по влиянию ухудшения условий обнаружения на эффективность обнаружения.

В ходе проведенных исследований получены зависимости влияния внешних условий, сокращающих дальность, и зависимости влияния зон тени на степень покрытия защищаемой области, влияющей на обнаружение БВС.

Полученные результаты в дальнейшем могут быть использованы для формирования управления средствами обнаружения по мере движения защищаемого подвижного объекта как централизованно, так и с использованием мультиагентных технологий.

Спасибо за внимание

A Model of Scene Observing from Mobile Robot, Moving on Rough Terrain

Dr. Tatyana Akimenko, Prof. Akeksey Bogomolov,
Prof. Eugene Larkin, Tula State University, Russia
Prof. Alexander Privalov, Tula State Pedagogical
University, Russia



1. Problem formulation

Object: Mobile robot (MR) vision system, based on CCD TV-module.

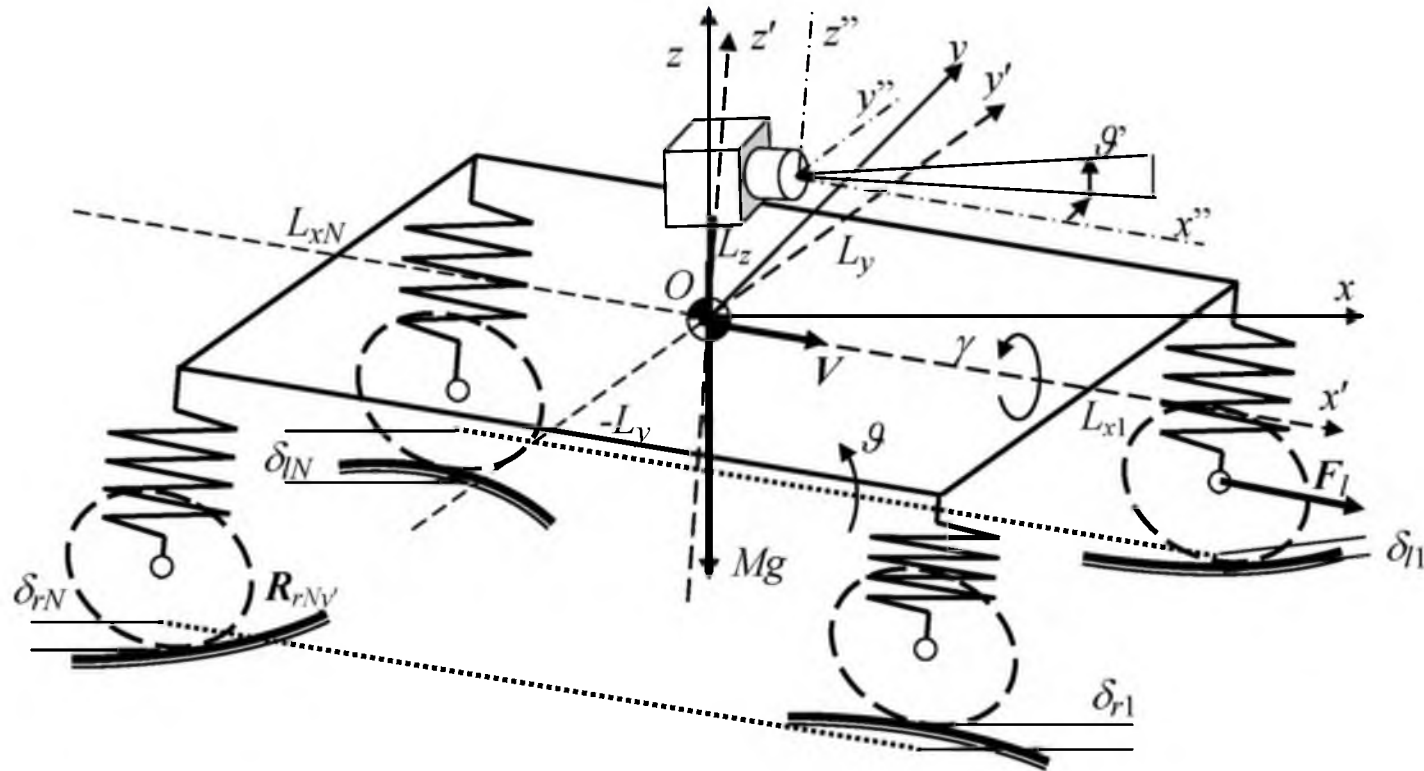
Subject: Method of image dynamics blurring estimation, when scene is observed from a moving over the rough terrain MR.

Problem: In MR, moving over rough terrain, TV-module line of sight fluctuates with the trunk on pitch and roll angles, that leads to dynamics blurring of image, which depends on MR design and characteristics of track along which the robot moves. The method proposed permits to simulate distortions and correct structure of MR on the stage of working out the design documentation.

Method: Analytical modeling with use theoretical mechanics and photonics.

Solving of problem permits to estimate real blurring of image and choose the technique of mounting the TV-module on the MR trunk.

2. TRANSVERSE OSCILLATIONS OF THE MR TRUNK



$xOyz$ is the Earth coordinate system; $x'O'y'z'$ is the trunk-linked coordinate system; TV-module is placed at the mass center, and can rotate respectively to the $x'O'y'z'$ coordinate system on the angles ψ' (azimuth) and ϑ' (elevation); ϑ and γ are pitch and roll angles of trunk with respect to Earth co-ordinate system.

3. The model of the trunk oscillation

Coordinates, of wheels centers:

$$\begin{cases} x'_{ln} = L_{xn} = \text{const}; \\ y'_{ln} = L_y = \text{const}; \\ z'_{ln} = -S_{ln}^0 + \delta_{hln}(t); \end{cases} \quad \begin{cases} x'_{rn} = L_{rn} = \text{const}; \\ y'_{rn} = -L_y = \text{const}; \\ z'_{rn} = -S_{rn}^0 + \delta_{hrn}(t); \end{cases}$$

where t is the time; S_{ln}^0, S_{rn}^0 are initial lengths of supports; $\delta_{hln}(t), \delta_{hrn}(t)$ are roughness under wheels

The spatial position of the trunk

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \mathbf{A}_\gamma \mathbf{A}_\vartheta \begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix} \quad \mathbf{A}_\gamma = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \gamma & -\sin \gamma \\ 0 & \sin \gamma & \cos \gamma \end{pmatrix}; \quad \mathbf{A}_\vartheta = \begin{pmatrix} \cos \vartheta & 0 & \sin \vartheta \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \vartheta & 0 & \cos \vartheta \end{pmatrix}.$$

Differential equations describing the trunk longitudinal and transverse oscillations

$$\begin{aligned} M\ddot{\delta}_z + 2\eta \sum_{n=1}^N (\dot{\delta}_z + \dot{\delta}_\vartheta L_{xn}) + 2c \sum_{n=1}^N (\delta_z + \delta_\vartheta L_{xn}) = \\ = \sum_{n=1}^N [\eta \dot{\delta}_{hl1}(t - \tau_n) + \eta \dot{\delta}_{hr1}(t - \tau_n) + c\delta_{hl1}(t - \tau_n) + c\delta_{hr1}(t - \tau_n)]; \\ J_y \ddot{\delta}_\vartheta + 2\eta \sum_{n=1}^N (\dot{\delta}_z + \dot{\delta}_\vartheta L_{xn}) L_{xn} + 2c \sum_{n=1}^N (\delta_z + \delta_\vartheta L_{xn}) L_{xn} = \sum_{n=1}^N [\eta \dot{\delta}_{hl1}(t - \tau_n) + \eta \dot{\delta}_{hr1} \cdot \\ \cdot (t - \tau_n) + c\delta_{hl1}(t - \tau_n) + c\delta_{hr1}(t - \tau_n)] L_{xn}; \\ J_x \ddot{\delta}_\gamma + 2\eta N \dot{\delta}_\gamma L_y^2 + 2c N \delta_\gamma L_y^2 = L_y \sum_{n=1}^N [\eta \dot{\delta}_{hl1}(t - \tau_n) + c\delta_{hl1}(t - \tau_n) - \\ - \eta \dot{\delta}_{hr1}(t - \tau_n) - c\delta_{hr1}(t - \tau_n)]; \end{aligned}$$

4.1. The model in frequency domain

$$\begin{aligned}
 & \tilde{\delta}_z(i\omega) \cdot [M(i\omega)^2 + 2N\eta i\omega + 2c] + \tilde{\delta}_g(i\omega) \cdot \left(2 \sum_{n=1}^N L_{xn} \right) \cdot [\eta i\omega + c] = \\
 & = \sum_{n=1}^N [\tilde{\delta}_{hln}(i\omega) + \tilde{\delta}_{hrn}(i\omega)] \cdot [\eta i\omega + c] \cdot \exp(-\tau_n i\omega); \\
 & \tilde{\delta}_g(i\omega) \cdot \left[J_y(i\omega)^2 + 2\eta \sum_{n=1}^N L_{xn}^2 i\omega + 2c \sum_{n=1}^N L_{xn}^2 \right] + \tilde{\delta}_z(i\omega) \cdot \left(2\eta \sum_{n=1}^N L_{xn} i\omega + 2c \sum_{n=1}^N L_{xn} \right) = \\
 & = \sum_{n=1}^N L_{xn} [\tilde{\delta}_{hln}(i\omega) + \tilde{\delta}_{hrn}(i\omega)] \cdot (\eta i\omega + c) \cdot \exp(-\tau_n i\omega); \\
 & \tilde{\delta}_\gamma(i\omega) \cdot [J_x(i\omega)^2 + 2\eta N L_y^2 i\omega + 2c N L_y^2] = \\
 & = L_y \sum_{n=1}^N [\tilde{\delta}_{h\dot{a}n}(i\omega) - \tilde{\delta}_{hrn}(i\omega)] \cdot (\eta i\omega + c) \cdot \exp(-\tau_n i\omega).
 \end{aligned}$$

where ω is the circular frequency; $i = \sqrt{-1}$; $\tilde{\delta}...(i\omega) = F[\delta...(t)]$; $F[\delta...(t)]$ is the direct Fourier transform.

Solution the system:

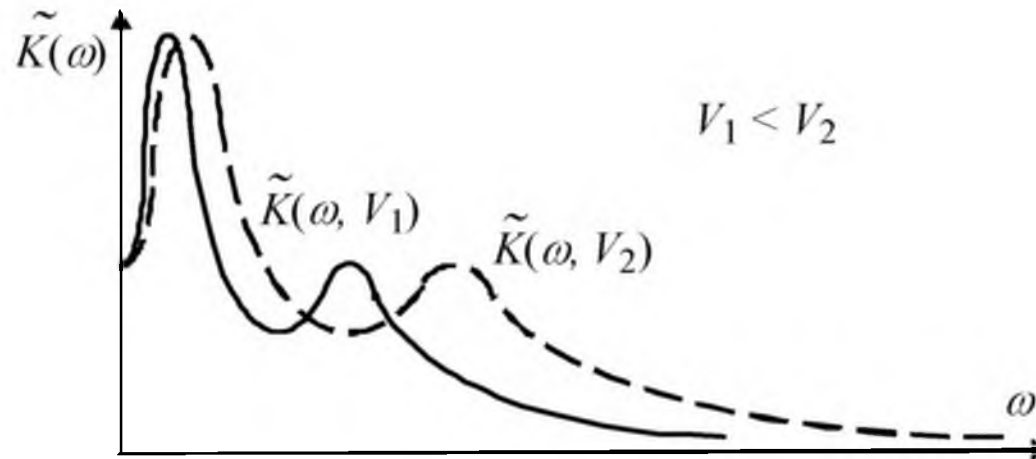
$$\tilde{\delta}_z(i\omega) = \frac{\Delta_z(i\omega)}{\Delta(i\omega)}; \quad \tilde{\delta}_g(i\omega) = \frac{\Delta_g(i\omega)}{\Delta(i\omega)}; \quad \tilde{\delta}_\gamma(i\omega) = \frac{\Delta_\gamma(i\omega)}{\Delta(i\omega)},$$

where $\Delta(i\omega)$ is the main system determinant; $\Delta_z(i\omega)$, $\Delta_g(i\omega)$, $\Delta_\gamma(i\omega)$ are determinants of $\delta_z(i\omega)$, $\delta_g(i\omega)$, $\delta_\gamma(i\omega)$, respectively

4.2. Solution of the system

$$\Delta(s) = \begin{vmatrix} M(i\omega)^2 + 2N\eta i\omega + 2c & \left(2 \sum_{n=1}^N L_{xn}\right) \cdot (\eta i\omega + c) & 0 \\ 2\eta \sum_{n=1}^N L_{xn} i\omega + 2c \sum_{n=1}^N L_{xn} & J_y(i\omega)^2 + 2\eta \sum_{n=1}^N L_{xn}^2 i\omega + 2c \sum_{n=1}^N L_{xn}^2 & 0 \\ 0 & 0 & J_x(i\omega)^2 + 2\eta N L_y^2 i\omega + 2c N L_y^2 \end{vmatrix}$$

$$\tilde{N} = \begin{pmatrix} \sum_{n=1}^N [\delta_{hln}(i\omega) + \delta_{hrn}(i\omega)] \cdot (\eta i\omega + c) \cdot \exp(-\tau_n i\omega) \\ \sum_{n=1}^N L_{xn} [\delta_{hln}(i\omega) + \delta_{hrn}(i\omega)] \cdot (\eta i\omega + c) \cdot \exp(-\tau_n i\omega) \\ L_y \sum_{n=1}^N [\delta_{hln}(i\omega) - \delta_{hrn}(i\omega)] \cdot (\eta i\omega + c) \cdot \exp(-\tau_n i\omega) \end{pmatrix}$$



5.1. DYNAMIC BLURRING OF IMAGE

Point B in the Earth system is projected on the TV-module so-ordinate system

$$\begin{pmatrix} x_B'' \\ y_B'' \\ z_B'' \end{pmatrix} = A_{\vartheta'} A_{\psi'} \left[A_{\gamma}^{-1} A_{\vartheta}^{-1} \begin{pmatrix} x_B \\ y_B \\ z_B \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ L_z \end{pmatrix} \right] - \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ z_c \end{pmatrix}$$

Velocity of point light source relatively to TV-module, caused by trunk oscillation:

$$\begin{pmatrix} \dot{x}_B'' \\ \dot{y}_B'' \\ \dot{z}_B'' \end{pmatrix} = \frac{d}{dt} \left\{ A_{\vartheta'} A_{\psi'} \left[A_{\gamma}^{-1} A_{\vartheta}^{-1} \begin{pmatrix} x_B \\ y_B \\ z_B \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ L_z \end{pmatrix} \right] - \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ z_c \end{pmatrix} \right\}.$$

Velocity of B point projections

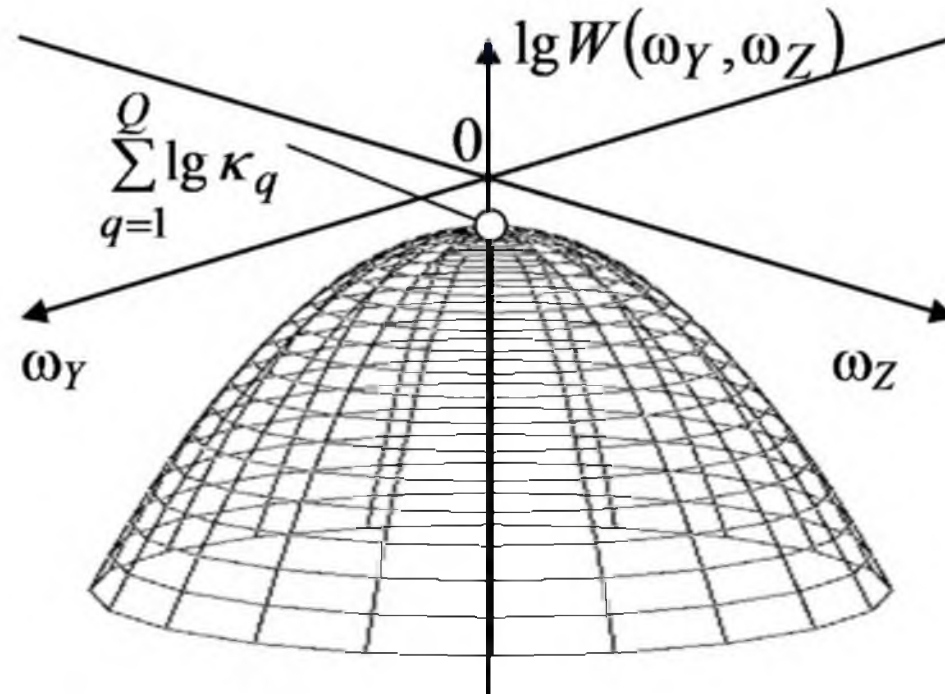
$$(\dot{Y}_B, \dot{Z}_B) = f \frac{d}{dt} \left(\frac{y_B''}{x_B''}, \frac{z_B''}{x_B''} \right),$$

where f is the lens focal length.

Spatial frequency characteristics of TV-module

$$\lg W(\omega_Y, \omega_Z) = \sum_{q=1}^Q \lg \kappa_q - 2\pi^2 (\omega_Y^2 + \omega_Z^2) \sum_{q=1}^Q \sigma_q^2$$

5.2. Dynamics of charge accumulation in CCD



If T is the time of accumulation of the charge in CCD-device, then trace of point B will be the follows

$$\dot{Y}_B T, \dot{Z}_B T,$$

Dispersions of such distributions are equal to $\sigma_{Q+1,Y}^2 = \frac{(\dot{Y}_B T)^2}{12}$, and $\sigma_{Q+1,Z}^2 = \frac{(\dot{Z}_B T)^2}{12}$

6. Example of dynamic image blurring



Fig. 4 a shows initial image, obtained from unmoving MR; fig. 4 b shows image, when trunk has longitudinal oscillations, fig. 4 c shows image, when trunk has transverse oscillation, and fig. 4 c combine longitudinal and transverse oscillations of trunk.

7. Conclusion

The result obtained may be used directly for synthesis of mobile robot observation system, due to the fact, that dynamic model of observation permits to forecast properties of image, obtained by onboard TV-module, embedded to MR. This, in turn is the key to the development of robot moving/stopping rational algorithms when planning its activity under predetermined conditions of movement and observation.

The study was carried out with financial support from a grant from the government of the Tula region in the field of science and technology in 2021 (Agreement DS /255 of 10.25.2021).

Thank You for attention!



О моделировании широтно-импульсных преобразователей в среде NI Multisim™

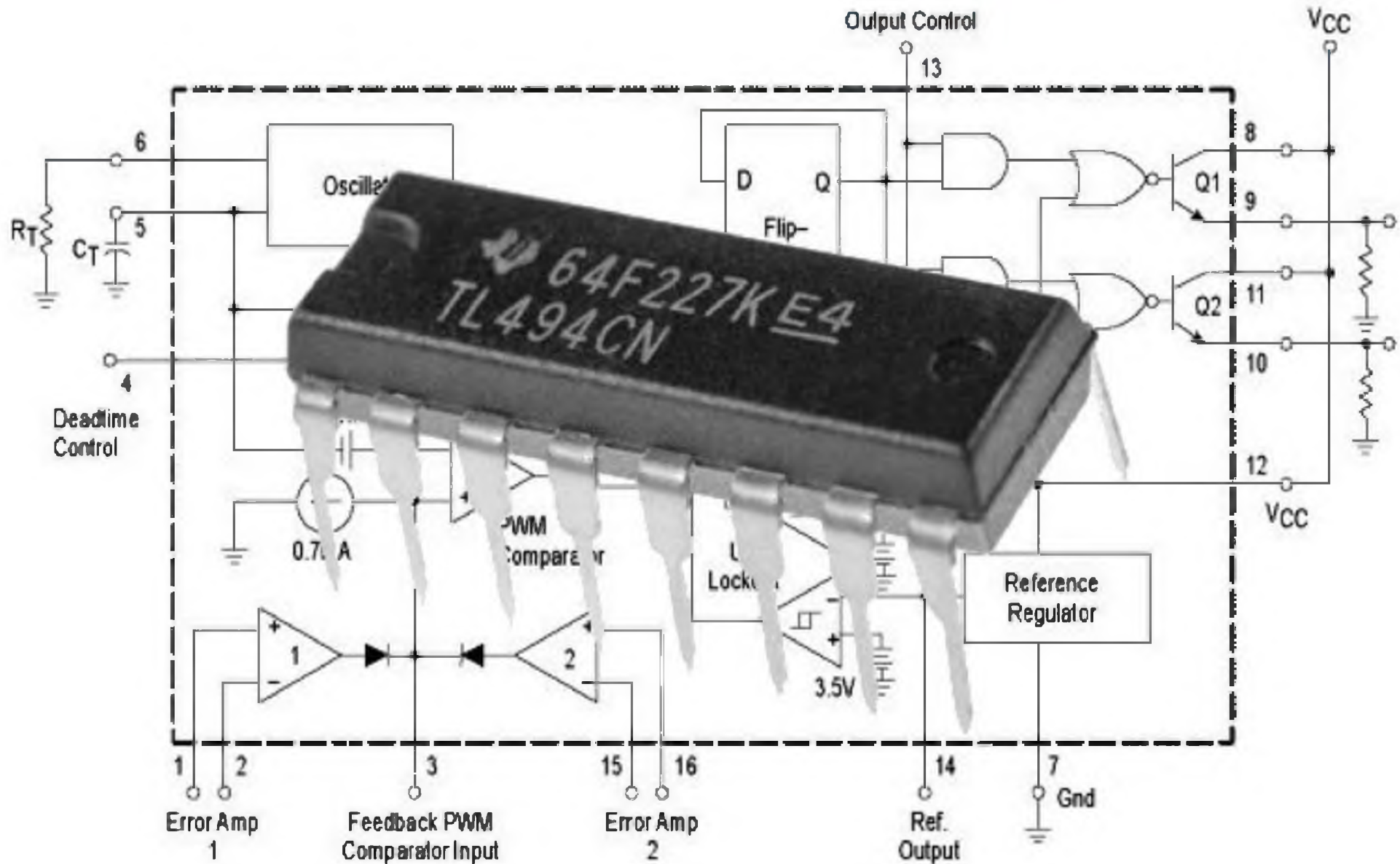
Д.О. Якимовский, И.Г. Криволапчук, Т.Г. Полякова

Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения

О моделировании широтно-импульсных преобразователей в среде NI Multisim™

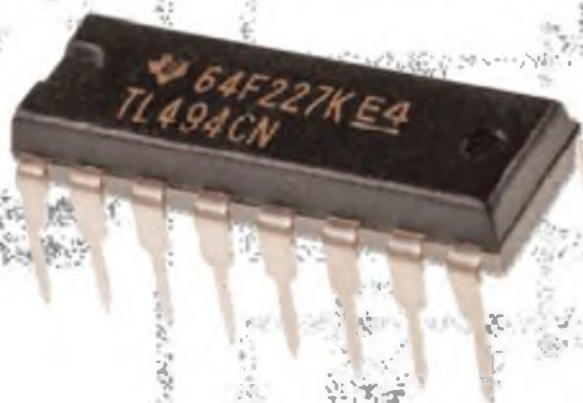


Завалишинские
Чтения
2022

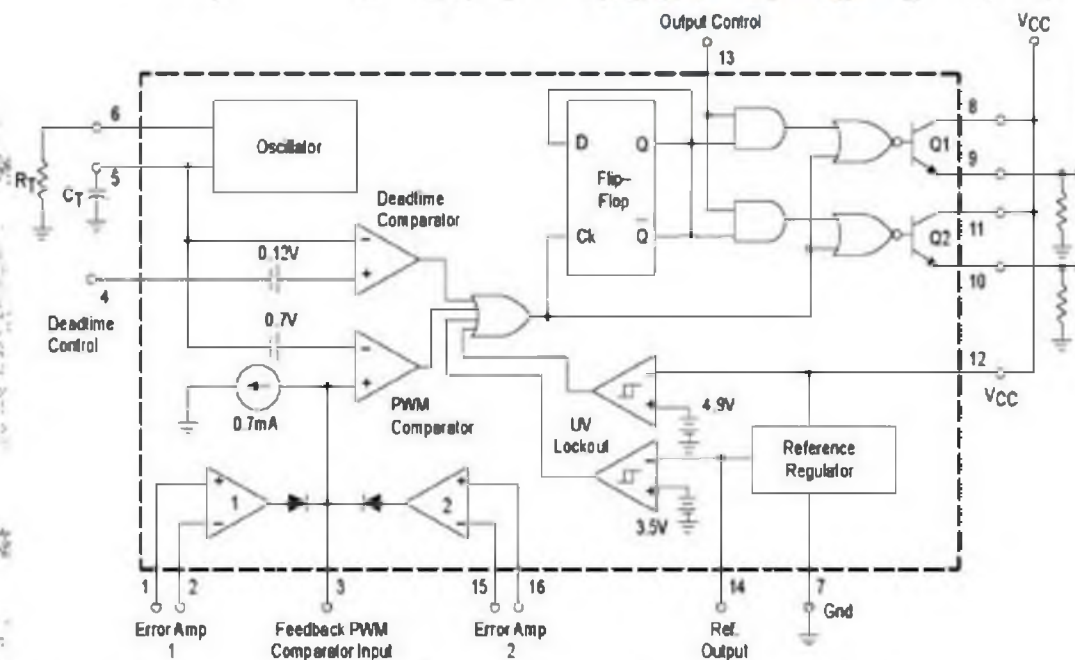




ОБЪЕКТ



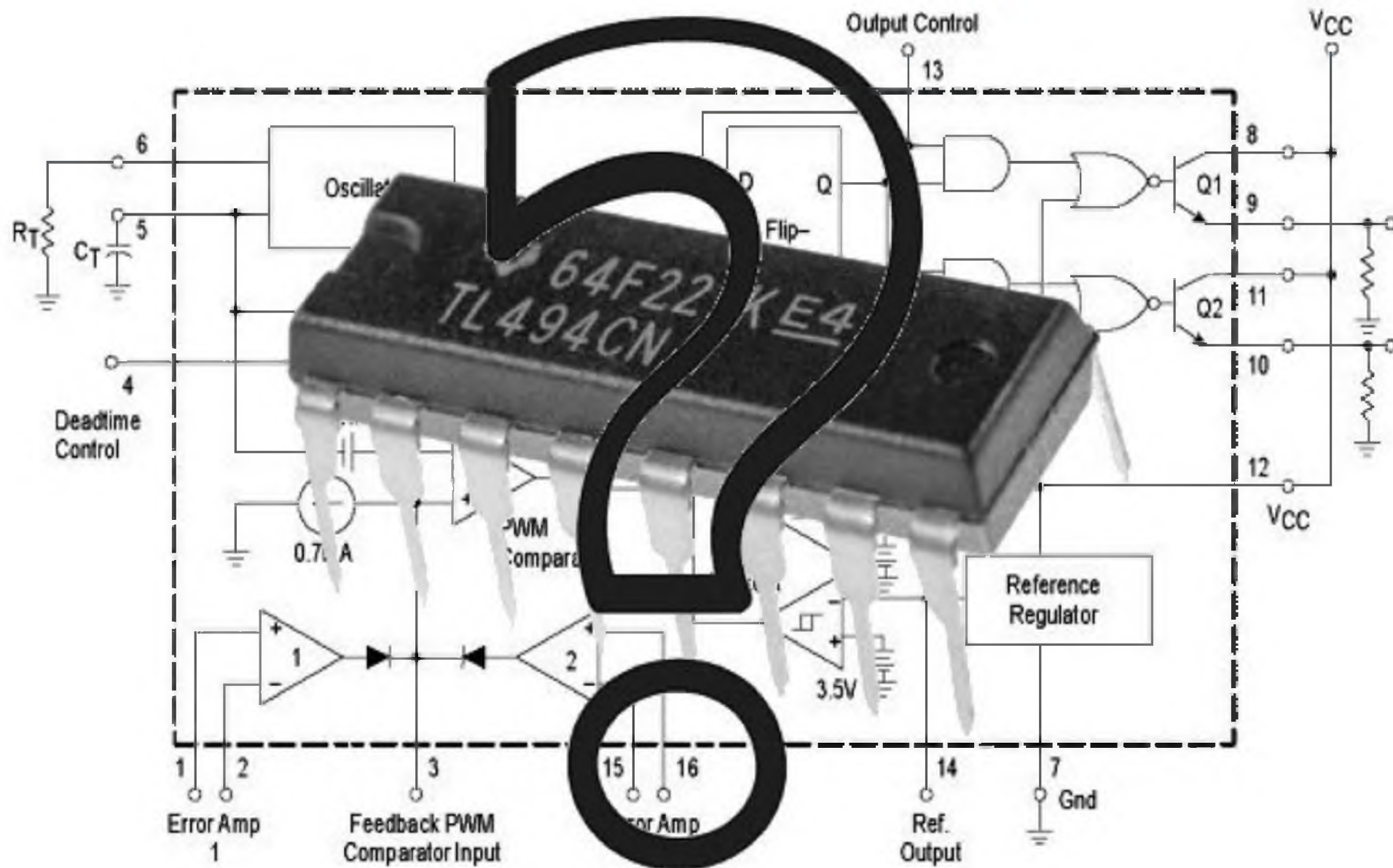
МОДЕЛЬ



О моделировании широтно-импульсных преобразователей в среде NI Multisim™



Завалишинские
Чтения
2022



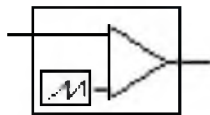
О моделировании широтно-импульсных преобразователей в среде NI Multisim™



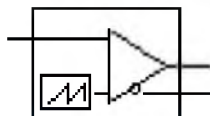
Завалишинские
Чтения
2022

14.0

PWM

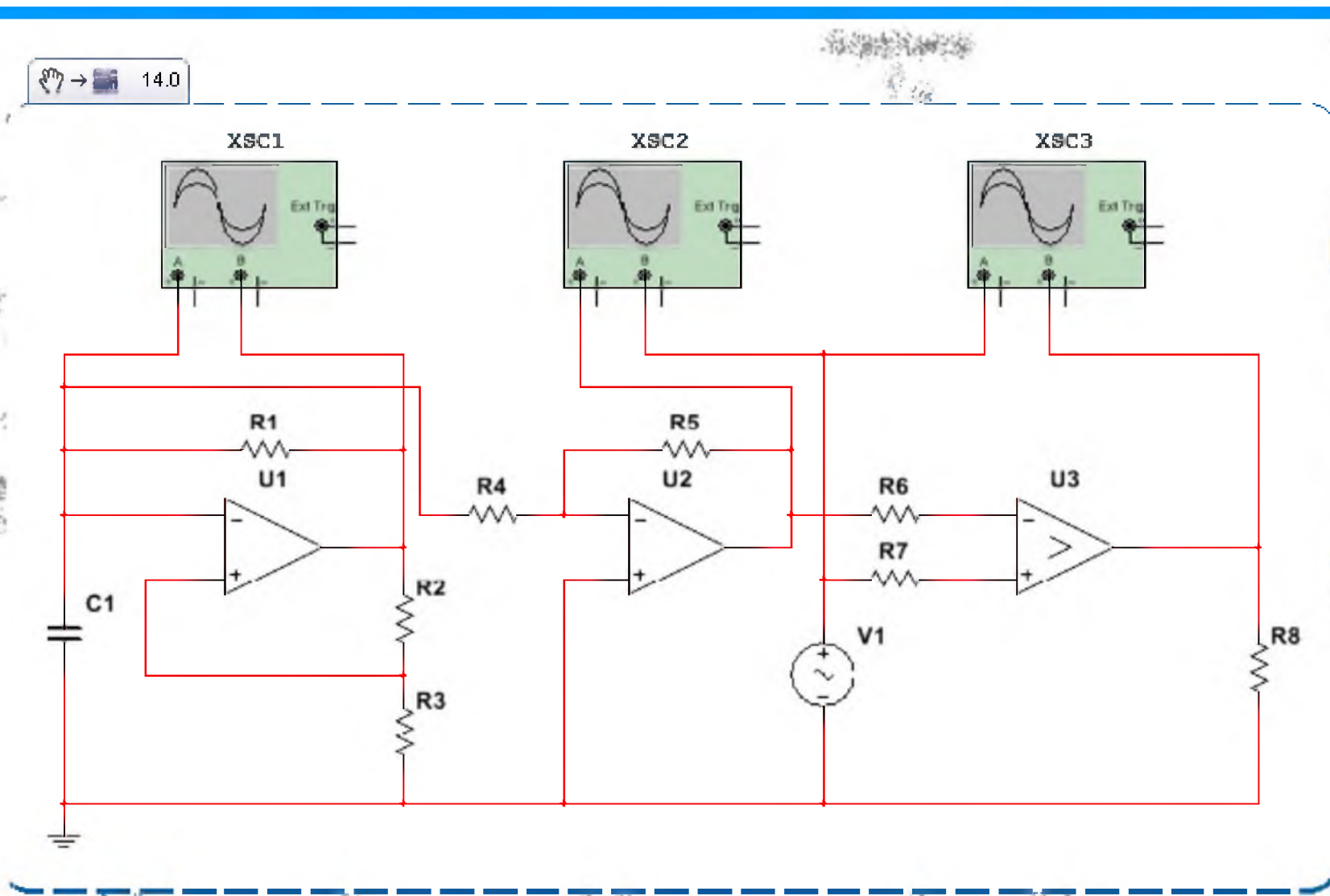


PWM_COMPLEMENTARY



```
.SUBCKT TL494_5 Vcc OCT
CT1 ET1 CT2
*          1    2    3
4    5
;
E1 7 GND TABLE {V(IN1,-
IN1)-2m} =
R11 11 7 100k
C2 11 GND 100n
Dlogr1 V1_4 11 $GENERIC
Dlogr2 11 V4_5 $GENERIC
V1_4 V1_4 GND 1.42
V4_5 V4_5 GND 4.5
;
E2 8 GND TABLE {V(IN2,-
IN2)-2m} =
```

О моделировании широтно-импульсных преобразователей в среде NI Multisim™

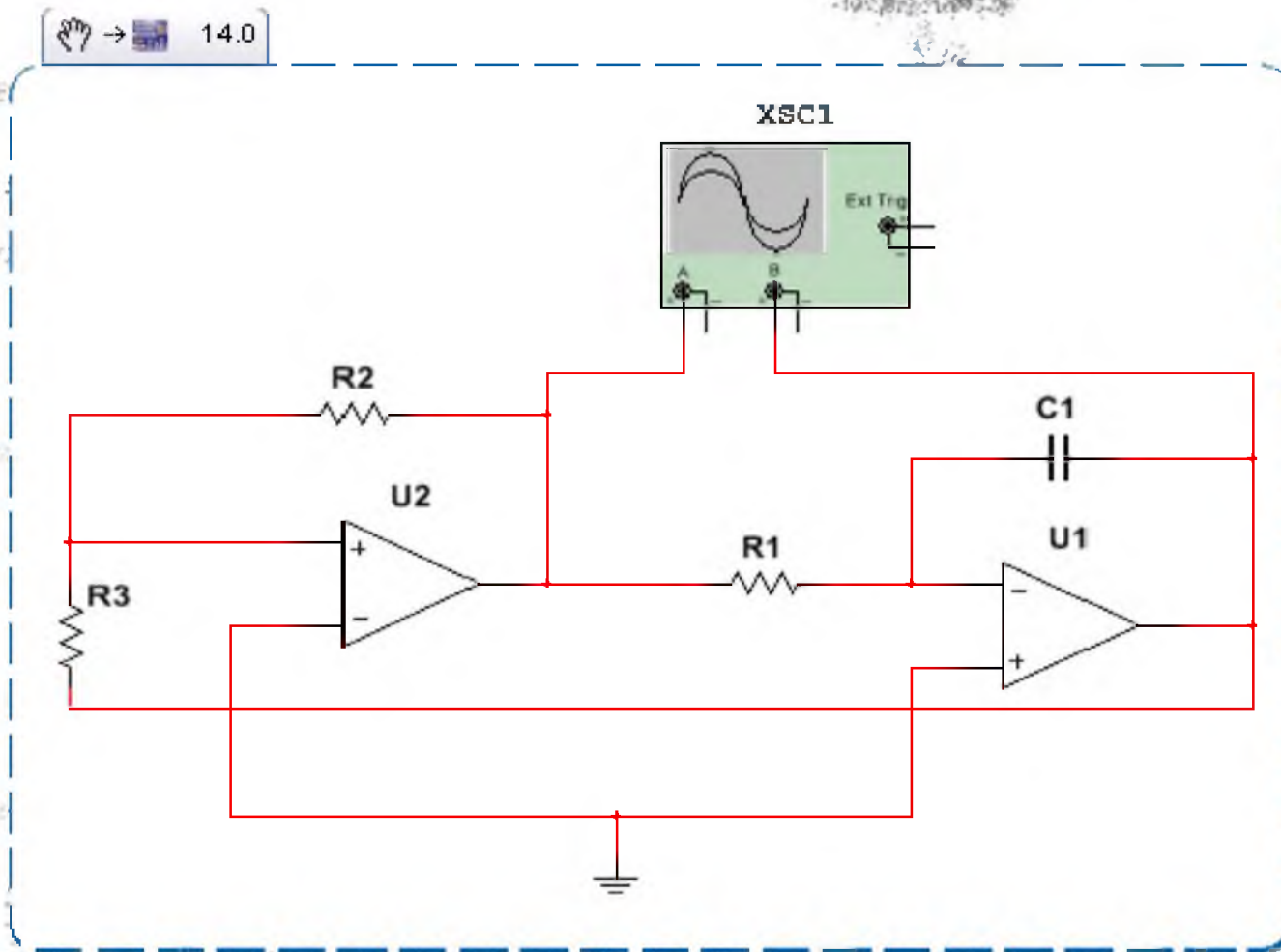


Модель аналогового ШИМ

О моделировании широтно-импульсных преобразователей в среде NI Multisim™

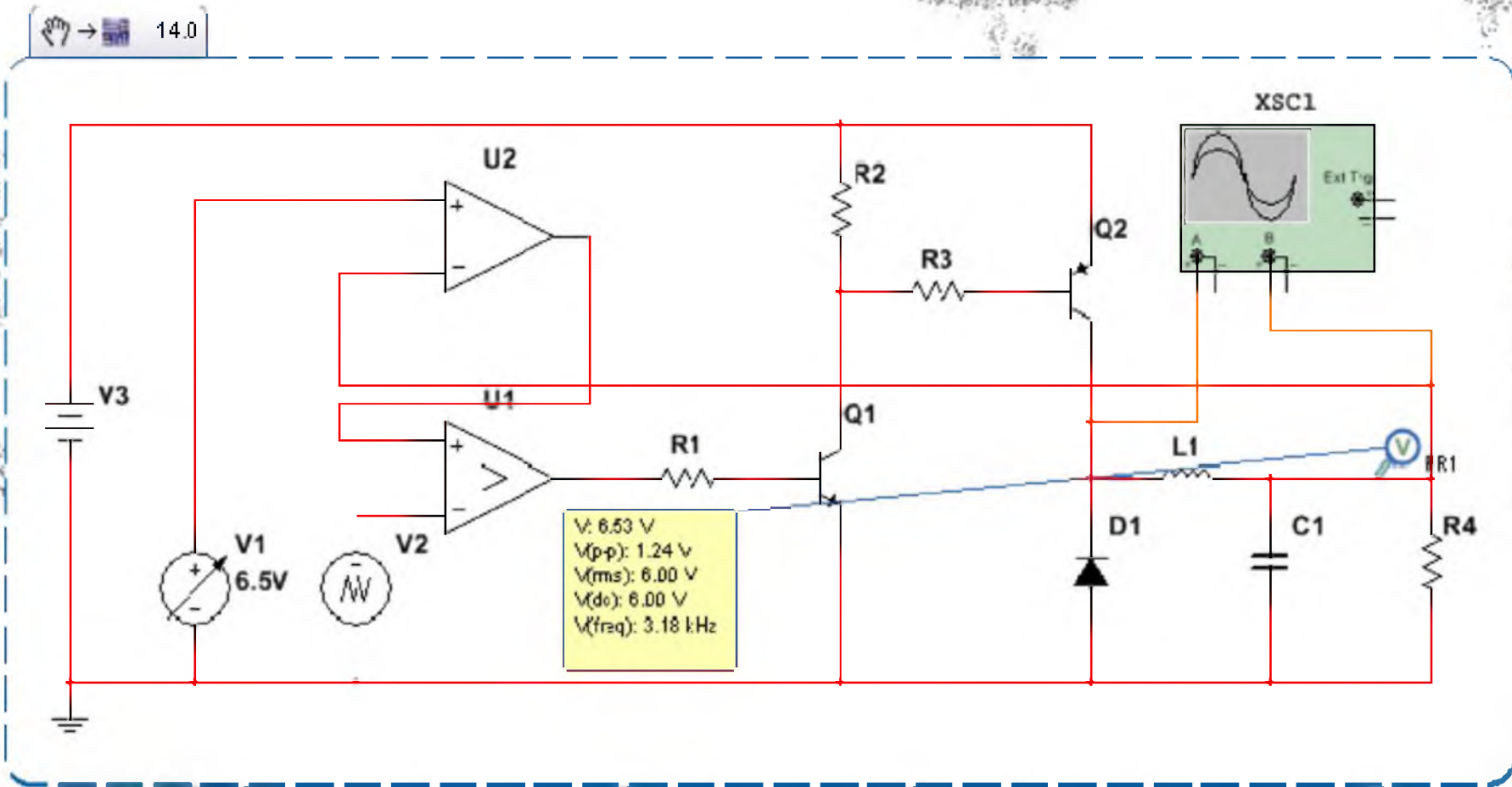


Завалишинские
Чтения
2022



Формирователь линейно-изменяющегося напряжения на основе интегратора

О моделировании широтно-импульсных преобразователей в среде NI Multisim™

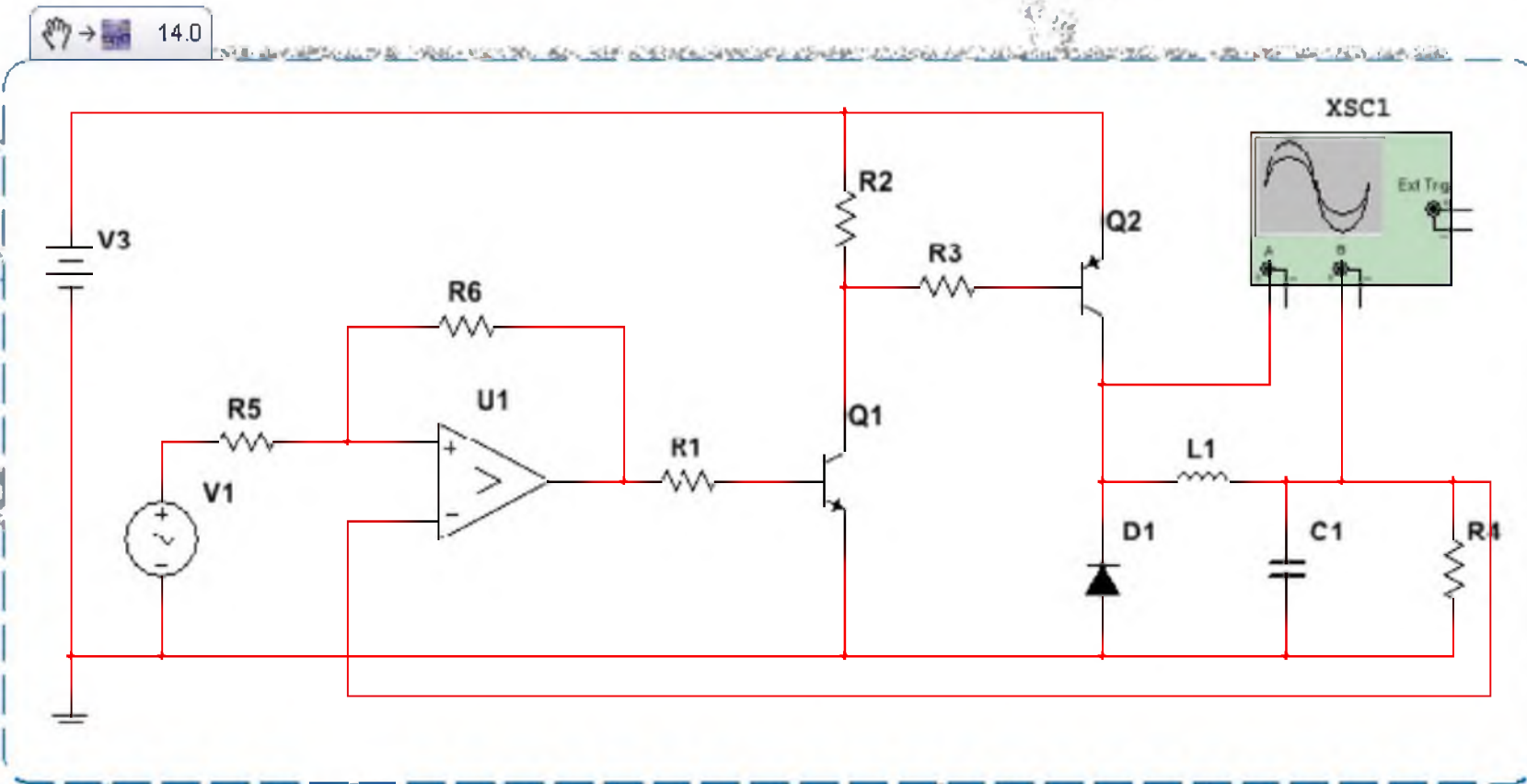


Модель стабилизатора напряжения с ШИМ

О моделировании широтно-импульсных преобразователей в среде NI Multisim™



Завалишинские
Чтения
2022

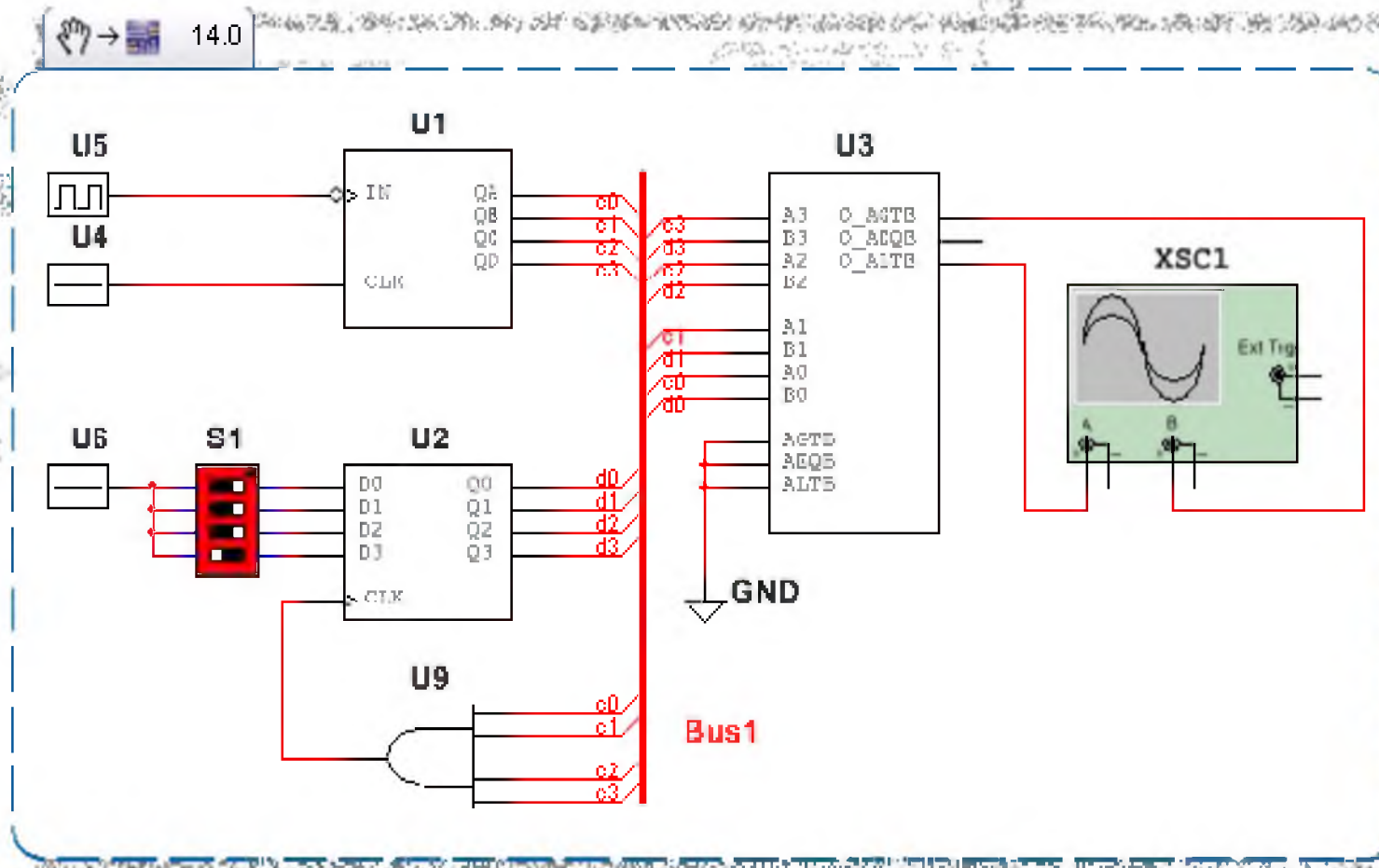


Реализация модели «токового коридора»

О моделировании широтно-импульсных преобразователей в среде NI Multisim™



Завалишинские
чтения
2022



Модель цифрового ШИМ



- рассмотренные модели преобразователей могут быть легко реализованы в виде аппаратных макетов.
- сравнительный анализ работы виртуальных и реальных моделей позволит глубже изучить вопросы, связанные с ШИМ-преобразованием сигналов, функционированием преобразователей и их применением в разрабатываемой аппаратуре

О моделировании широтно-импульсных преобразователей в среде NI Multisim™



**Завалишинские
чтения
2022**



Спасибо за внимание!



асс. Гончарова В.И., проф., д.т.н., Шишлаков В.Ф.
Санкт-Петербургский университет
аэрокосмического приборостроения

Целью исследования является выбор оптимального метода аппроксимации нелинейных характеристик, расчет параметров аппроксимаций.



- Построение математической модели для получения параметров аппроксимирующей функции;
- Определение оптимального количества точек, задающих статическую характеристику;
- Построение аппроксимированной статической характеристики;
- Определение средней ошибки аппроксимации.



Для получения параметров аппроксимирующей функции используем метод наименьших квадратов. Таким образом, в каждом случае требуется найти функцию F , такую, чтобы сумма квадратов S была наименьшей

$$S = \sum_i (y_i - F(x_i))^2 \rightarrow \min$$

Так, например, в случае линейной аппроксимации $F = ax + b$, выражение (1) является функцией двух переменных a и b . Чтобы найти ее минимум, необходимо использовать условие экстремума, а именно, равенство нулю частных производных.



В этом случае получаем

$$\begin{cases} \sum [y_i - F(x_i, a, b)] \cdot F'_a(x_i, a, b) = 0 \\ \sum [y_i - F(x_i, a, b)] \cdot F'_b(x_i, a, b) = 0 \end{cases}$$

где

$$F'_a = x_i,$$

$$F'_b = 1$$

В результате

$$\begin{cases} \sum (y_i - ax_i - b) \cdot x_i = 0 \\ \sum (y_i - ax_i - b) = 0 \end{cases}$$

Следовательно

$$\begin{cases} \sum y_i x_i - a \sum x_i^2 - b \sum x_i = 0 \\ \sum y_i - a \sum x_i - nb = 0 \end{cases}$$

И окончательно имеем

$$a = \frac{\sum x_i \sum y_i - n \sum x_i y_i}{(\sum x_i)^2 - n \sum x_i^2}$$

$$b = \frac{\sum x_i \sum x_i y_i - \sum x_i^2 \sum y_i}{(\sum x_i)^2 - n \sum x_i^2}$$



Аналогично рассмотренному выше были получены соотношения для коэффициентов аппроксимирующих функций:

квадратичной

$$\hat{y} = ax^2 + bx + c$$

С помощью метода Крамера найдены коэффициенты a, b, c

$$\begin{cases} a\sum x_i^2 + b\sum x_i + nc = \sum y_i, \\ a\sum x_i^3 + b\sum x_i^2 + c\sum x_i = \sum x_i y_i, \\ a\sum x_i^4 + b\sum x_i^3 + c\sum x_i^2 = \sum x_i^2 y_i; \end{cases}$$



кубической

$$\hat{y} = ax^3 + bx^2 + cx + d$$

С помощью метода Крамера найдены коэффициенты a, b, c и d

$$\begin{cases} a\sum x_i^2 + b\sum x_i + nc = \sum y_i, \\ a\sum x_i^3 + b\sum x_i^2 + c\sum x_i = \sum x_i y_i, \\ a\sum x_i^4 + b\sum x_i^3 + c\sum x_i^2 = \sum x_i^2 y_i; \end{cases}$$

степенной

$$\hat{y} = a \cdot x^b$$

$$b = \frac{n\sum(\ln x_i \cdot \ln y_i) - \sum \ln x_i \cdot \sum \ln y_i}{m\sum \ln^2 x_i \cdot (\sum \ln x_i)^2}$$

$$a = \exp\left(\frac{1}{n}\sum \ln y_i - \frac{b}{n}\sum \ln x_i\right)$$



показательной

$$\hat{y} = a \cdot b^x$$

$$b = \exp \frac{n \sum x_i \ln y_i - \sum x_i \cdot \sum \ln y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$a = \exp \left(\frac{1}{n} \sum \ln y_i - \frac{\ln b}{n} \sum \ln x_i \right)$$

логарифмической

$$\hat{y} = a + b \ln x$$

$$b = \exp \frac{n \sum (y_i \ln x_i) - \sum \ln x_i \cdot \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$a = \frac{1}{n} \sum y_i - \frac{b}{n} \sum \ln x_i$$



гиперболической

$$\hat{y} = a + \frac{b}{x}$$

$$b = \frac{n \sum \frac{y_i}{x_i} - \sum \frac{1}{x_i} \sum y_i}{n \sum \frac{1}{x_i^2} - \left(\sum \frac{1}{x_i} \right)^2}$$

$$a = \frac{1}{n} \sum y_i - \frac{b}{n} \sum \frac{1}{x_i}$$

экспоненциальной

$$\hat{y} = e^{a+bx}$$

$$b = \frac{n \sum x_i \ln y_i - \sum x_i \cdot \sum \ln y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$a = \frac{1}{n} \sum \ln y_i - \frac{b}{n} \sum x_i$$

где,
a,b,c,d – коэффициенты аппроксимации,
n – количество точек статической характеристики,
x_i – координаты x точек статической характеристики,
y_i – координаты y точек статической характеристики,
аппроксимированные значения
 \hat{y} – аппроксимированные значения y_i.



В качестве объекта исследования была взята механическая характеристика однофазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором и экранированными полюсами ДКЭ-1,6-3

В таблице представлены коэффициенты аппроксимации двигателя ДКЭ-1,6-3 при десяти точках

	a	b	c	d
Линейная аппроксимация	-6.0807	3050.0340	-	-
Квадратичная аппроксимация	-0.0362	-0.0850	2855.1135	-
Кубическая аппроксимация	-0.0003	0.0296	-4.5214	2935.3955
Аппроксимация степенной функцией	4745.8833	-0.1465	-	-
Показательная аппроксимация	3102.1976	0.9976	-	-
Логарифмическая аппроксимация	4123.8061	-368.3403	-	-
Гиперболическая аппроксимация	2314.8815	14136.8898	-	-
Экспоненциальная аппроксимация	8.0399	-0.0024	-	-



Целесообразно определить оптимальное количество точек, задающих статическую характеристику. На рисунках 1-8 показаны различные виды аппроксимации при $n=3, 6$ и 10 . При этом расчетная координата x соответствует ω (скорость вращения вала двигателя), а y соответствует M (момент). Как следует из рисунков (1-8) при определении коэффициентов по 6 или 10 точкам, математическая модель нелинейного элемента даёт достаточный для практического использования результат аппроксимации.

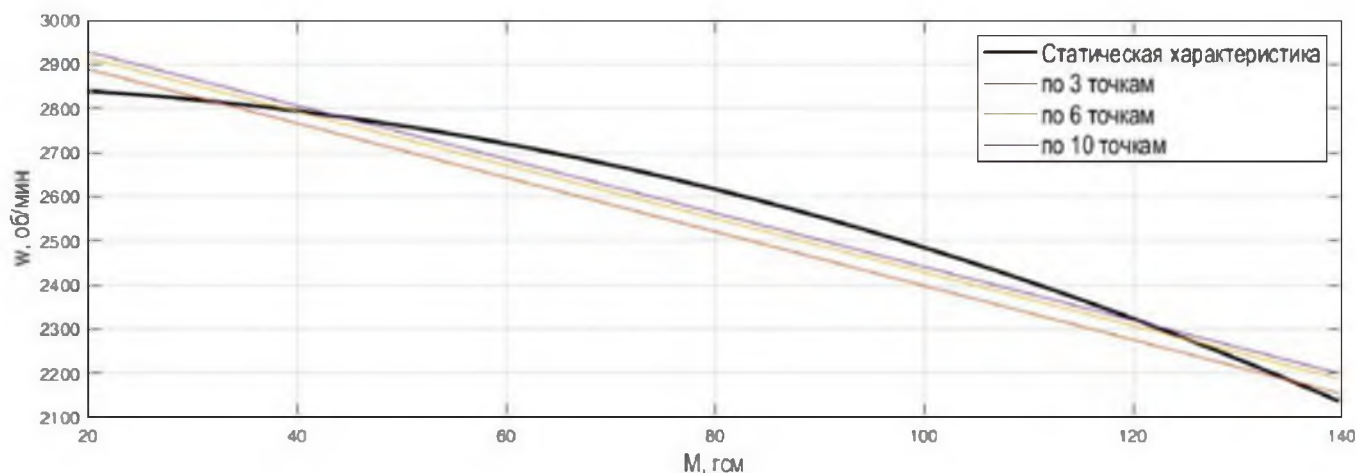


Рисунок 1 – Линейная аппроксимация при различном количестве точек

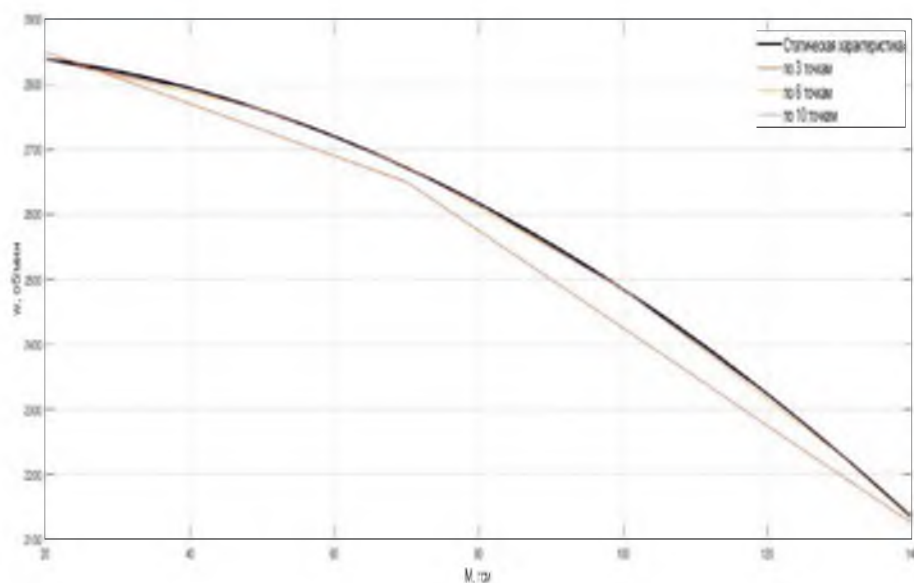


Рисунок 2 – Квадратичная
аппроксимация при различном
количестве точек

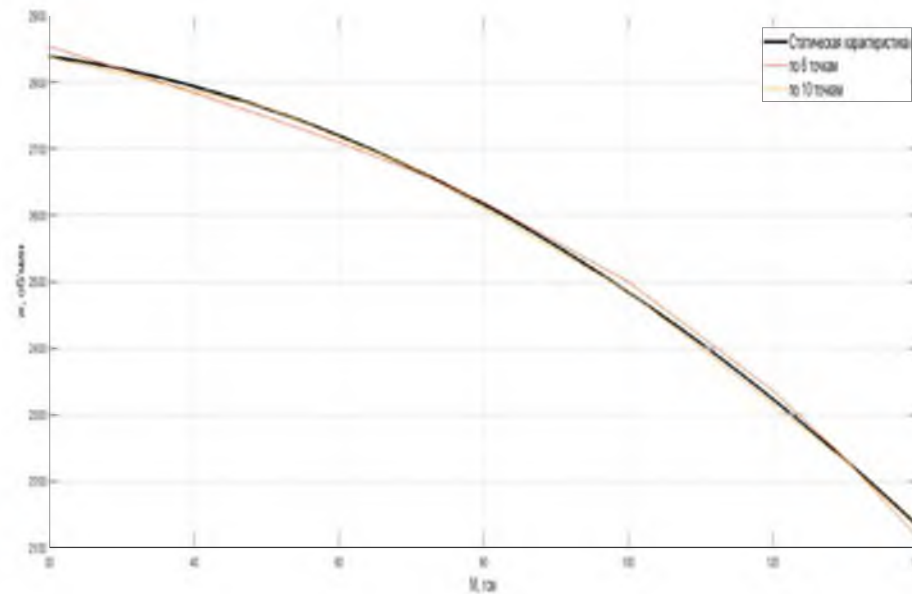


Рисунок 3 – Кубическая
аппроксимация при различном
количестве точек

Кубическая аппроксимация при $n=3$ ошибочна, в этом случае минимально возможное количество точек $n=6$.

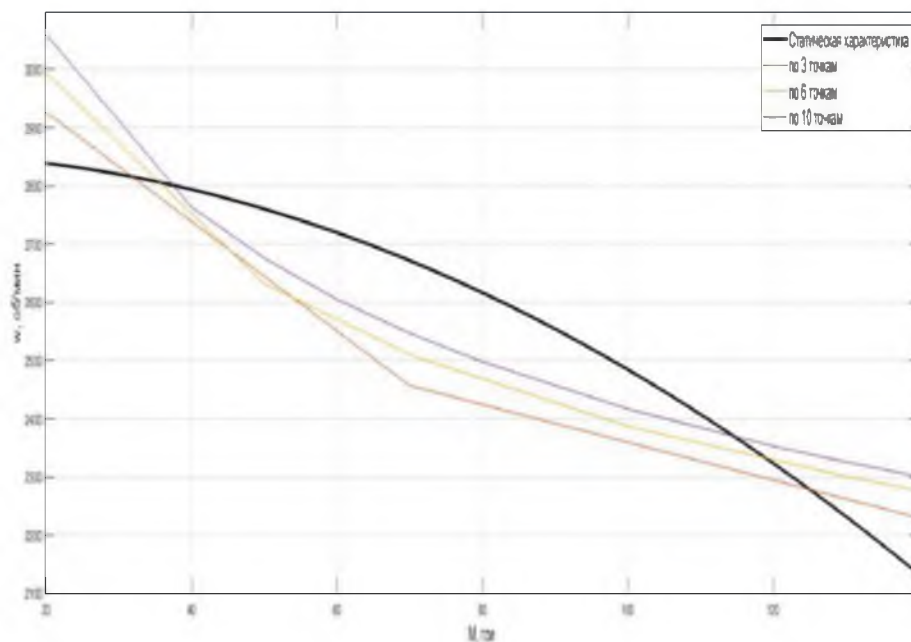


Рисунок 4 – Степенная аппроксимация при различном количестве точек

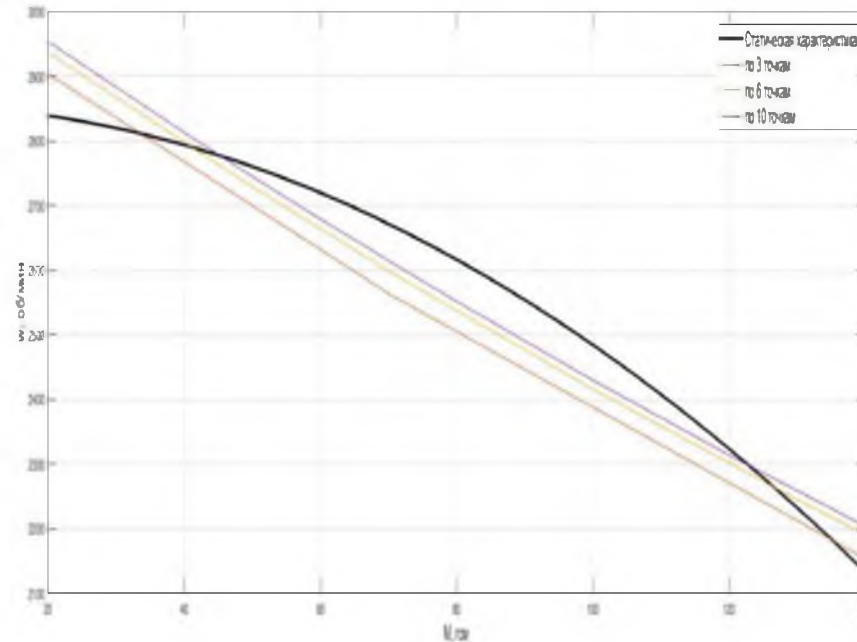


Рисунок 5 – Показательная аппроксимация при различном количестве точек

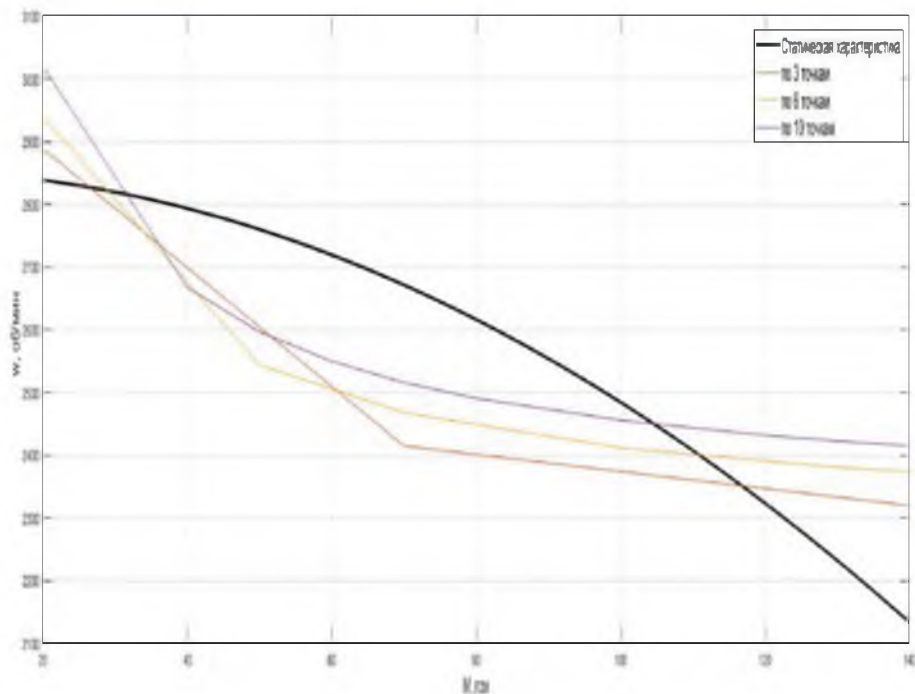


Рисунок 6 – Гиперболическая аппроксимация при различном количестве точек

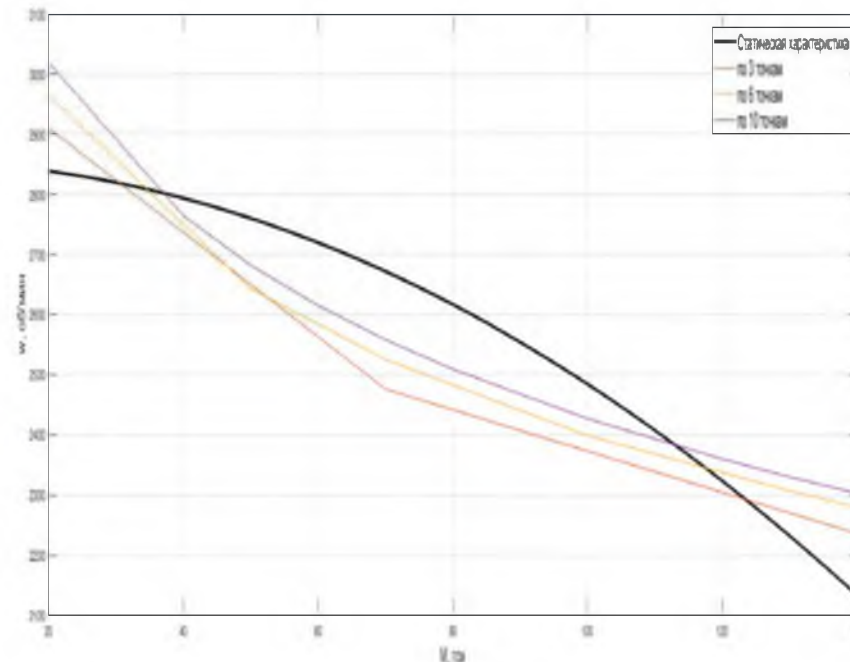


Рисунок 7 – Логарифмическая аппроксимация при различном количестве точек



Аппроксимировав статическую характеристику двигателя, были получены средние значения ошибки аппроксимации, с использованием выражения (16), которые сведены в таблицу 2.

$$\bar{A} = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| \cdot 100\%,$$

А	(средняя ошибка аппроксимации), %
Линейная аппроксимация	1.5506
Квадратичная аппроксимация	0.5248
Кубическая аппроксимация	0.4357
Аппроксимация степенной функцией	4.1898
Показательная аппроксимация	1.8596
Логарифмическая аппроксимация	3.9164
Гиперболическая аппроксимация	6.1883
Экспоненциальная аппроксимация	1.8596

Из таблицы 2 видно, что средняя ошибка аппроксимации для двигателя ДКЭ-1,6-3 меньше при кубической аппроксимации, она составляет 0.4357 %.



Рассмотренный в работе подход может быть использован для различных по виду характеристик нелинейных элементов, для построения математических моделей, адекватно воспроизводящих основы физики функционирования систем управления различных классов.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Аннотация

Цель работы заключается в исследовании особенностей моделирования адаптивных САУ с помощью метода функций Ляпунова с использованием пакета Matlab/Simulink.

В результате выполнения работы получена модель адаптивной системы в среде Matlab/Simulink, исследованы особенности работы полученной модели.

Введение

Адаптивные системы автоматического управления (САУ) относятся к классу систем, в которых характеристики объекта управления (ОУ) могут изменяться непредвиденным образом [1]. Для достижения цели управления информация об ОУ обновляется в процессе работы и используется для настройки параметров регулятора. Среди таких систем можно выделить адаптивные САУ с эталонной моделью (ЭМ) [2], содержащие динамическую модель замкнутой системы, обладающую требуемыми характеристиками. Поскольку адаптивные системы являются нелинейными, то основным методом синтеза данных систем является метод функций Ляпунова [3], широко используемый при исследовании устойчивости нелинейных систем [4].

Методы и материалы

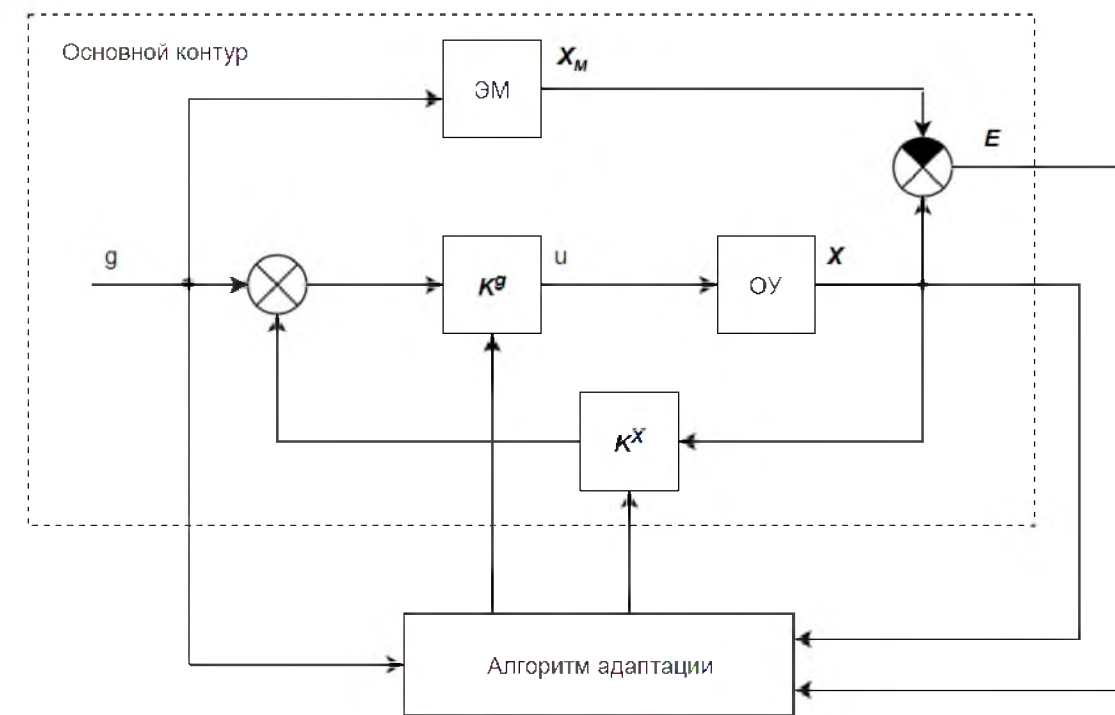


Рис. 1 — Структурная схема адаптивной САУ

Описание ОУ и ЭМ в пространстве состояний [5]:

$$\dot{X} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & -1 \end{bmatrix} X + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u,$$

$$\dot{X}_{откл} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & -0,6 \end{bmatrix} X_{откл} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u,$$

$$\dot{X}_{ЭМ} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & -2 \end{bmatrix} X_{ЭМ} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} g.$$

Синтез алгоритма адаптации выполнен с помощью метода функций Ляпунова [6].

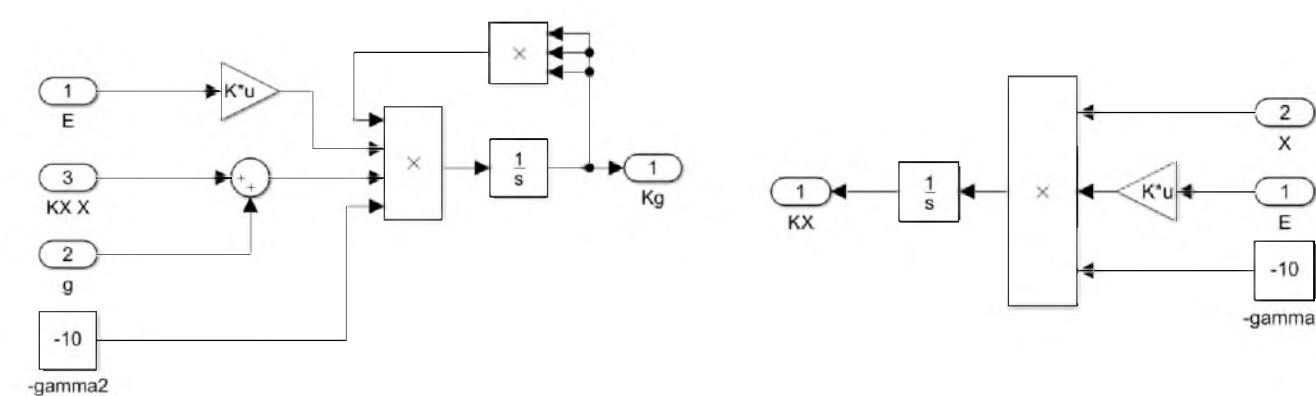


Рис. 2 — Реализация алгоритма адаптации

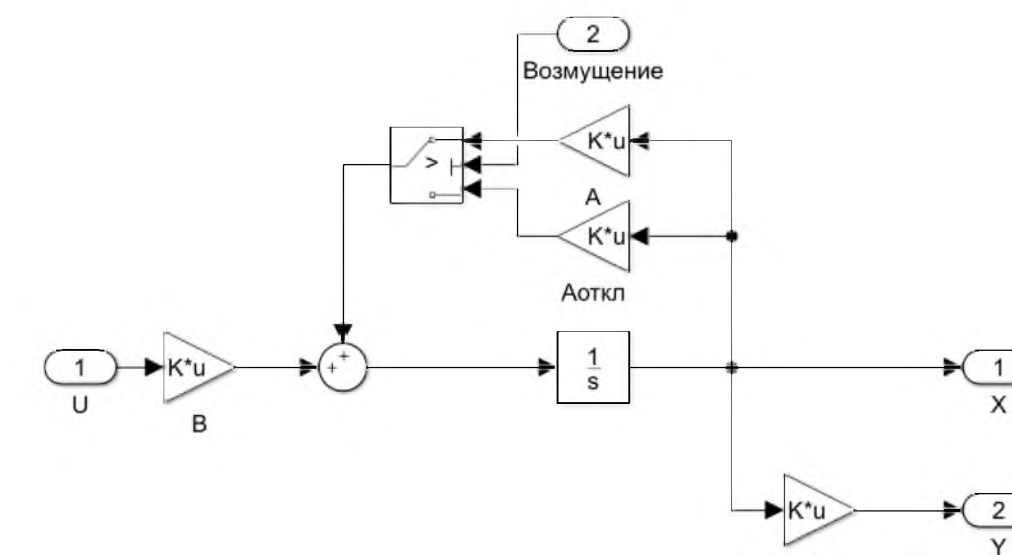


Рис. 3 — Модель объекта управления

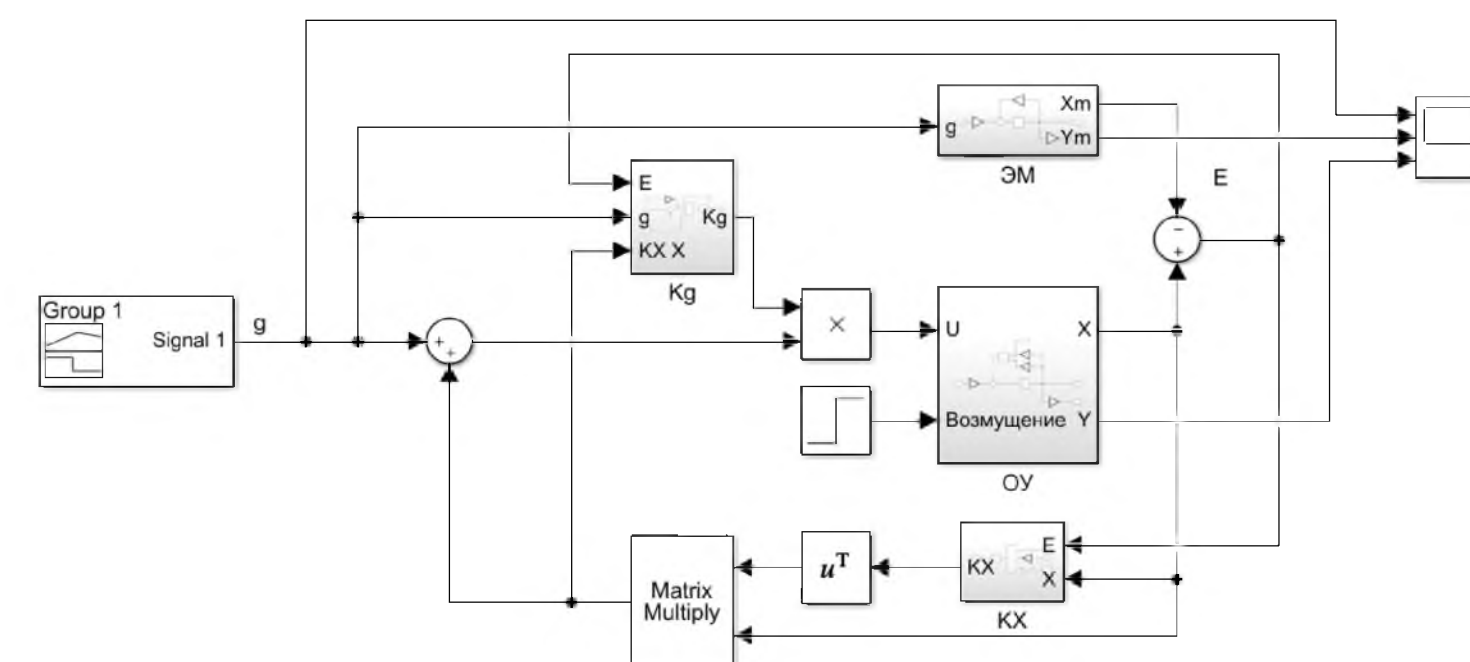


Рис. 4 — Схема моделирования в Simulink

Результаты

Результаты моделирования при различных коэффициентах γ_1 и γ_2 изображены на рис. 6.

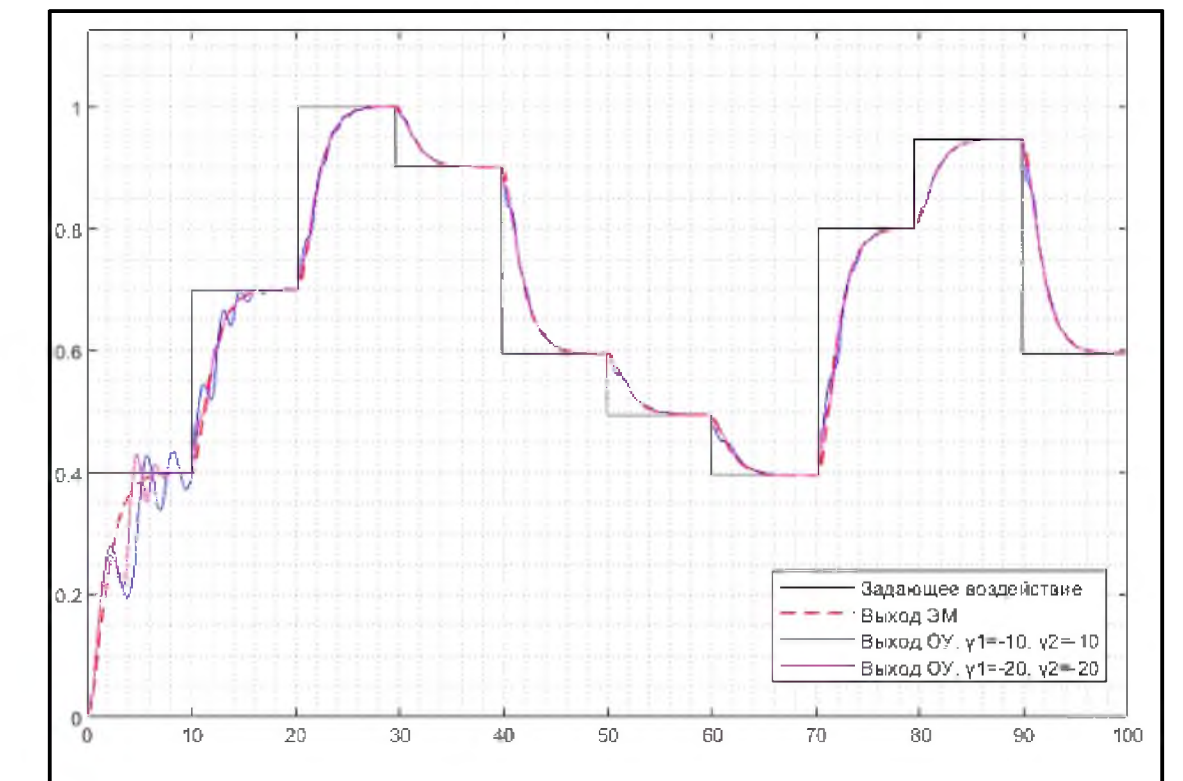


Рис. 6 — Результаты моделирования

Выводы из результатов моделирования:

1. С каждым следующим переходным процессом выход ОУ приближается к выходу ЭМ;
2. Изменение параметров ОУ при $t=50$ с практически не влияет на отклонение выхода ОУ от выхода ЭМ;
3. При увеличении значений коэффициентов γ_1 и γ_2 скорость адаптации возрастает.

Заключение

- Исследованы особенности моделирования адаптивных САУ в пакете Matlab/Simulink;
- Изучен принцип работы модели адаптивной САУ;
- Результаты моделирования могут быть использованы для реализации алгоритма адаптации на микроконтроллере или аналоговых элементах.

Библиографический список

- [1] Я. З. Цыпкин. Адаптация и обучение в автоматических системах. — М., «Наука», 1968. — 400 с.
- [2] Александровский Н. М. и др. Адаптивные системы автоматического управления сложными технологическими процессами. Под общей ред. Н. М. Александровского. — М., «Энергия», 1973. — 272 с. с ил.
- [3] Ляпунов А. М. Общая задача об устойчивости движения. Под ред. В. И. Левановского. — М., Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1950. — 464 с.
- [4] Андреев А. С. и др. Метод функций Ляпунова в решении задач управления // Обозрение прикладной и промышленной математики. — 2008. — №4. — С. 653-654.
- [5] Деруссо П., Рой Р., Клоуз Ч. Пространство состояний в теории управления. М.: Наука. 1970. — 620 с.
- [6] Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник в 5-и тт.; 2-е изд., перераб. и доп. Т.5: Методы современной теории автоматического управления / Под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. — М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. — 784 с.; ил.

Контакты

А. М. Рулёв

Email: andreyrul84@gmail.com

Телефон: 79213347392

Перспективы и проблемы развития интеллектуальных сетей Smart Grid



Завалишинские чтения 2022

Софронов А.А. - студент кафедры электромеханики и робототехники
Чернышева О.Б. - старший преподаватель 32 кафедры (научный руководитель)
Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

Smart grid представляет собой концепцию интеллектуальной, эффективной, надежной инфраструктуры, включающей в себя все основные направления: генерацию, трансформацию, распределение, передачу и потребление электроэнергии

Сравнение действующего и перспективного подхода к построению сети

Действующий подход	Альтернативный подход
Основа углеводородное топливо	Внедрение альтернативных источников
Купные компании с мощными энергоблоками	Децентрализованные рынки, частные инвестиции
Радиально-лучевые топологии сети	Ячеистая сеть
Пассивный потребитель	Активный потребитель
Мало аккумулирующих станций	Развитие накопителей энергии
Низкая цифровизация	Высокая насыщенность интеллектуальными элементами сети

Действующие инициативы в РФ

На текущий момент в 11 регионах имеются инициативы по внедрению Smart Grid. Так в Калининградской области потери электроэнергии снизились на 37%, а в Тульской и Ярославской области на 10-20%. Необходимость отслеживания и контроля режимов работы оборудования привела к созданию 8 новых диспетчерских, объединенных в единый координационный центр в городе Уфа. Оптимизация энергосистемы позволила увеличить пропускную способность и отказоустойчивость электроснабжения. До внедрения систем интеллектуального учёта потери составляли 15,6%, а после они составили около 9%.



«Умные» счетчики

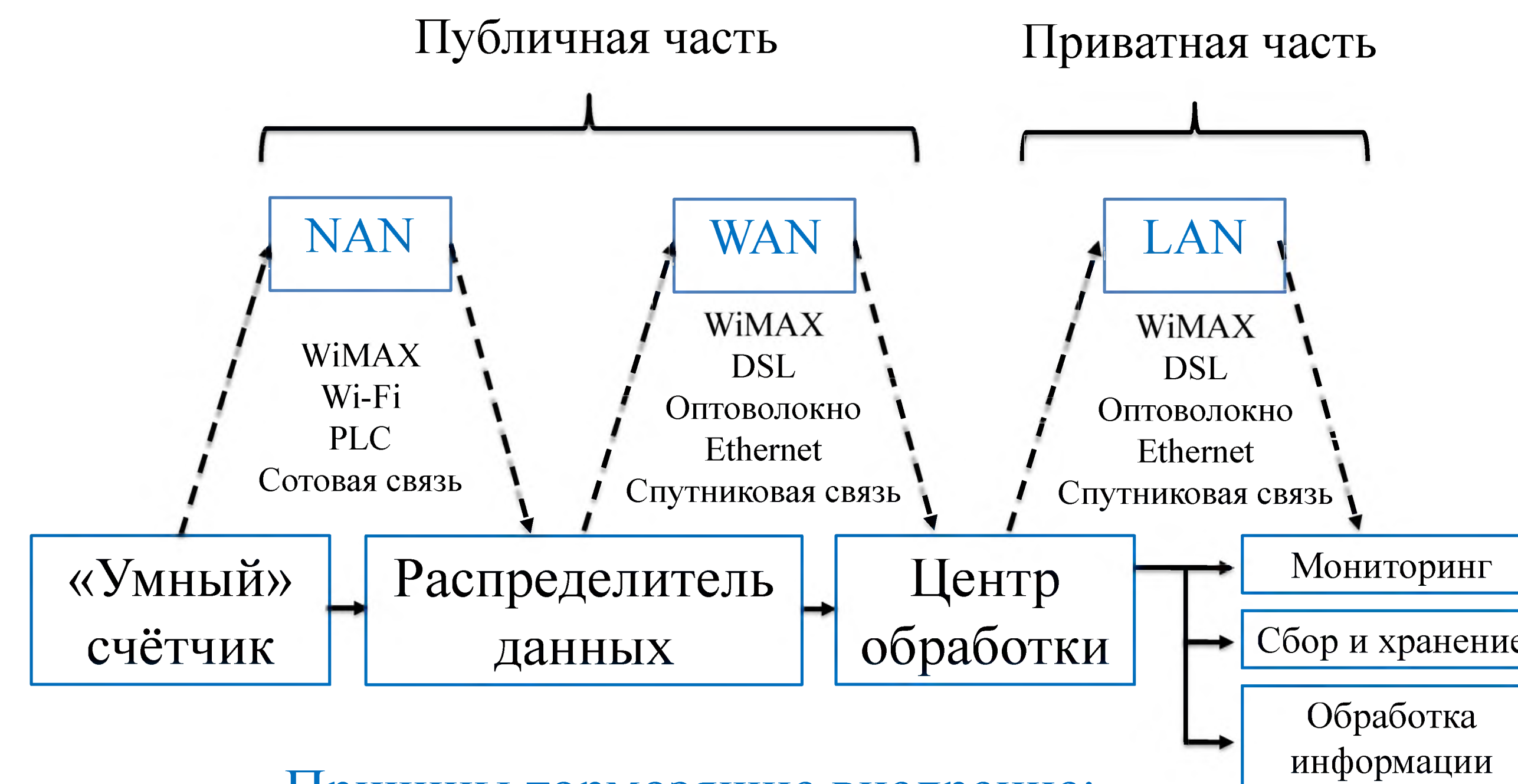
Механические счетчики

- Ручные замеры
- Одноставочные тарифы

Электронные счетчики

- Ручные замеры
- Обновление прошивки
- Дифференцированные тарифы

- Дистанционное снятие показаний
- Динамические тарифы
- Информация в режиме реального времени
- Дистанционное управление и обновление прошивки
- Контроль качества эл. энергии



Причины тормозящие внедрение:

- Слабая инвестиционная активность
- Устаревшее электротехническое оборудование
- Наличие нецентрализованных участков сети
- Законодательная база носит стратегический характер, без конкретных стандартов
- Отставание в научно-технической сфере

Демонстрация решения обратной задачи кинематики на примере 6-DOF робота



Завалишинские Чтения 2022

Авторы Г. С. Карабанов* студент кафедры «Автоматизированные технологические системы»
А. Н. Селоков* студент кафедры «Автоматизированные технологические системы»
О. Н. Крахмалев – кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

Организация *Брянский Государственный Технический Университет

Основные результаты

Введение

Объектом исследования данной работы являются манипуляционные системы (МС) роботов, которые представляют собой разомкнутые кинематические цепи, состоящие из звеньев, соединенных между собой кинематическими парами пятого класса [1]. Для описания структуры МС роботов используется метод графов, основанный на понятии древовидной структуры [2].

Прямая задача кинематики заключается в определении положения и ориентации рабочего органа (РО) относительно абсолютной системы координат по известному вектору обобщенных координат и заданным геометрическим параметрам.

Обратная задача кинематики (ОЗК) заключается в определении обобщенных координат по заданному положению и ориентации (РО) в абсолютной системе координат с учётом кинематической схемы МС робота.

Геометрическая модель

Матрица преобразования однородных координат из локальной системы, связанной с k-м звеном, в абсолютную систему представляет собой последовательность произведений матриц $A(i-1, i)$, где $i = (1, \dots, k)$: [Формула 1.]

Соответственно, $A_{0,6} = A_{0,6} A_{6,6}^*$. Тогда матрица $A_{0,6}^*$ в общем виде: [Формула 2.]

Для решения ОЗК нам потребуются частные производные матриц по i-й обобщенной координате.

Для удобства программирования данной операции вместо вычисления производной каждого элемента матрицы, целесообразно пользоваться матрицами дифференцирования.

В таком случае, частная производная матрицы принимает вид: [Формула 3.]

Частная производная матрицы положения же равна: [Формула 4.]

Функция положения и формирование матрицы Якоби

Применяя матрицы преобразования однородных координат, абсолютные координаты точки М k-го звена в абсолютной системе координат, заданные радиус-вектором $r_M^{(0)}$, можно определить из уравнения: [Формула 5.]

Заменив дифференциалы малыми приращениями обобщенных координат Δq_i , для выбранной МС робота получим: [Формула 6.] или $\{J\} \{\Delta q\} = \{\Delta X\}$ где $\{J\}$ – матрица Якоби размерностью (6×6) , $\{\Delta q\}$ – вектор приращения однородных координат, $\{\Delta X\}$ – вектор приращения положения и ориентации РО.

Последовательность поворотов на эти углы можно представить в виде последовательного умножения соответствующих матриц поворотов: [Формула 7-8.], где $C\alpha$, $S\beta$, $C\gamma$, $S\alpha$, $S\beta$, $S\gamma$ – косинусы и синусы соответствующих углов. Тогда, можно выразить самолетные углы из полученной матрицы $M_{a\beta\gamma}$: [Формула 9.]

Разработка алгоритма решения задачи

Для удобства вычисления и программирования выберем метод Гаусса. Для каждого следующего шага алгоритма используется решение, полученное на предыдущем ходу: [Формула 10.], где $\{\Delta q_k\}$ – решение уравнения $\{J\} \{\Delta q\} = \{\Delta X\}$ на k-м шаге итерации, $\{q_k\}$ – вектор обобщенных координат, соответствующих этому решению.

На Рис. 2-3 представлена блок-схема алгоритма решения, где L – массив векторов, определяющих форму звеньев, N – нужное количество шагов итерации, q_0 – шарнирные координаты на момент начала движения, X – абсолютные координаты конечного звена.

На основе представленного алгоритма было разработано программное обеспечение (ПО) для решения ОЗК выбранной кинематической семьи МС робота. ПО написано на языке C++ с использованием средств объектно-ориентированного программирования.

Визуализация решения ОЗК

Для визуализации решения ОЗК, полученного с помощью разработанного ПО, в программе КОМПАС-3D была разработана 3-D модель промышленного робота.

Зададим траекторию, представляющую собой четырехугольник, обозначенный на рис. 4 синим цветом:

Действительная траектория, полученная при решении ОЗК обозначена красным цветом. Положение 3-D модели в 1, 2, 3, 4 и 5-й точках действительной траектории проиллюстрировано на рис. 5-9:

Оси X, Y, и Z на рис. 6-9 соответствуют осям X 6*, Y 6* и Z 6*, представленными на рис. 1 соответствующую.

Координаты действительной и заданной траекторий представлены в табл. 1:

Самолетные углы, определяющие ориентацию РО МС робота в пространстве в точках заданной и действительной траектории приведены в табл. 2-3:

Заключение

В данной работе представлен разработанный математический алгоритм, на основе которого написано ПО, реализующее решение ОЗК методом Гаусса. Результаты решения ОЗК на заданной траектории, полученные при помощи разработанного ПО, были проиллюстрированы с помощью разработанной 3-D модели промышленного робота и представлены в таблицах.

Полученные результаты можно использовать в дальнейшем для оценки погрешности положения и ориентации РО МС робота в пространстве, разработки методов для уменьшения этих погрешностей, оптимизации программы и алгоритма и дальнейшего исследования динамики МС робота.

Изображения, графики, формулы

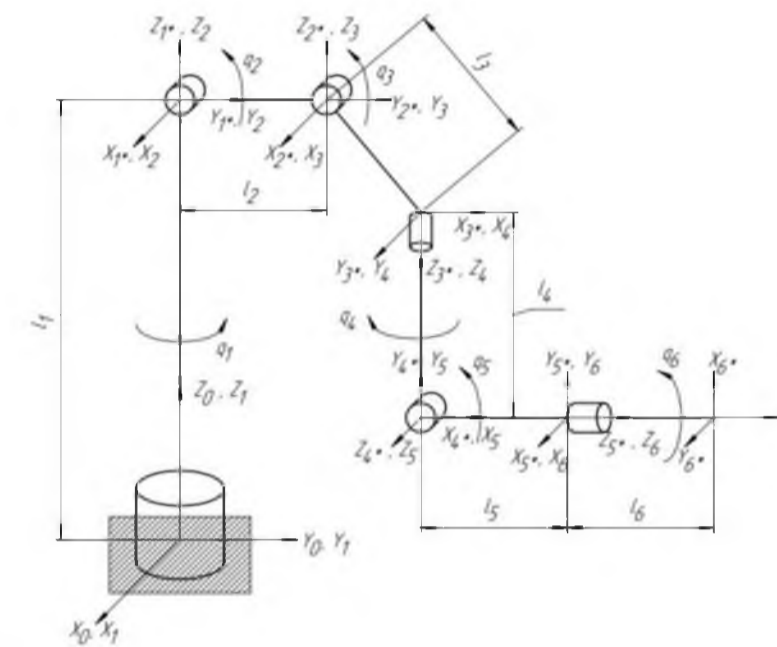


Рис. 1. Кинематическая схема

$$A_{0,k} = \prod_{i=1}^k A_{(i-1),i}$$

$$A_{0,6} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(X_0, X_{6^*}) & \cos(X_0, Y_{6^*}) & \cos(X_0, Z_{6^*}) & X_{6^*} \\ \cos(Y_0, X_{6^*}) & \cos(Y_0, Y_{6^*}) & \cos(Y_0, Z_{6^*}) & Y_{6^*} \\ \cos(Z_0, X_{6^*}) & \cos(Z_0, Y_{6^*}) & \cos(Z_0, Z_{6^*}) & Z_{6^*} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Формула 1.

Формула 2.

$$\frac{\partial A_{(i-1),i}}{\partial q_i} = A_{(i-1),i} D_i$$

Формула 3.

$$\frac{\partial A_{0,k}}{\partial q_i} = A_{0,(i-1)} \frac{\partial A_{(i-1),i}}{\partial q_i} A_{i,k}$$

Формула 4.

$$r_M^{(0)} = A_{0,k} r_M^{(k)}$$

Формула 5.

$$M_{a\beta\gamma} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & C\alpha & 0 & -S\alpha & 1 & 0 & 0 & C\gamma & S\gamma & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & C\beta & -S\beta & -S\gamma & C\gamma & 0 \\ 0 & -1 & 0 & S\alpha & 0 & C\alpha & 0 & S\beta & C\beta & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Формула 7.

$$M_{a\beta\gamma} = \begin{bmatrix} C\alpha C\gamma + S\alpha S\beta S\gamma & C\alpha S\gamma - S\alpha C\gamma S\beta & -C\beta S\alpha \\ S\alpha C\gamma - C\alpha S\beta S\gamma & S\alpha S\gamma + C\alpha C\gamma S\beta & C\alpha C\beta \\ C\beta S\gamma & -C\beta C\gamma & S\beta \end{bmatrix}$$

Формула 8.

$$\{J\} \{\Delta q\} = \{\Delta X\}$$

$$\{\Delta X^k\} = \{X^{k+1}\} - \{X^k\}$$

$$\{q^{k+1}\} = \{q^k\} + \{\Delta q^k\}$$

Формула 10.

$$\begin{bmatrix} \bar{i}_0 \frac{\partial A_{0,6}}{\partial q_1} \bar{r}_6^{(6)} & \dots & \bar{i}_0 \frac{\partial A_{0,6}}{\partial q_6} \bar{r}_6^{(6)} \\ \bar{j}_0 \frac{\partial A_{0,6}}{\partial q_1} \bar{r}_6^{(6)} & \dots & \bar{j}_0 \frac{\partial A_{0,6}}{\partial q_6} \bar{r}_6^{(6)} \\ \bar{k}_0 \frac{\partial A_{0,6}}{\partial q_1} \bar{r}_6^{(6)} & \dots & \bar{k}_0 \frac{\partial A_{0,6}}{\partial q_6} \bar{r}_6^{(6)} \\ \bar{i}_0 \frac{\partial A_{0,6}}{\partial q_1} \bar{r}_6^{(6)} & \dots & \bar{i}_0 \frac{\partial A_{0,6}}{\partial q_6} \bar{r}_6^{(6)} \\ \bar{j}_0 \frac{\partial A_{0,6}}{\partial q_1} \bar{r}_6^{(6)} & \dots & \bar{j}_0 \frac{\partial A_{0,6}}{\partial q_6} \bar{r}_6^{(6)} \\ \bar{k}_0 \frac{\partial A_{0,6}}{\partial q_1} \bar{r}_6^{(6)} & \dots & \bar{k}_0 \frac{\partial A_{0,6}}{\partial q_6} \bar{r}_6^{(6)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta q_1 \\ \Delta q_2 \\ \Delta q_3 \\ \Delta q_4 \\ \Delta q_5 \\ \Delta q_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \\ \Delta e_{X_0, Y_6} \\ \Delta e_{X_0, Z_6} \\ \Delta e_{Y_0, Z_6} \end{bmatrix}$$

Формула 6.

$$\alpha = \arccos\left(\frac{a_{23}}{\cos \beta}\right), \beta = \arcsin(a_{33}), \gamma = \arccos\left(\frac{a_{32}}{-\cos \beta}\right)$$

Формула 9.

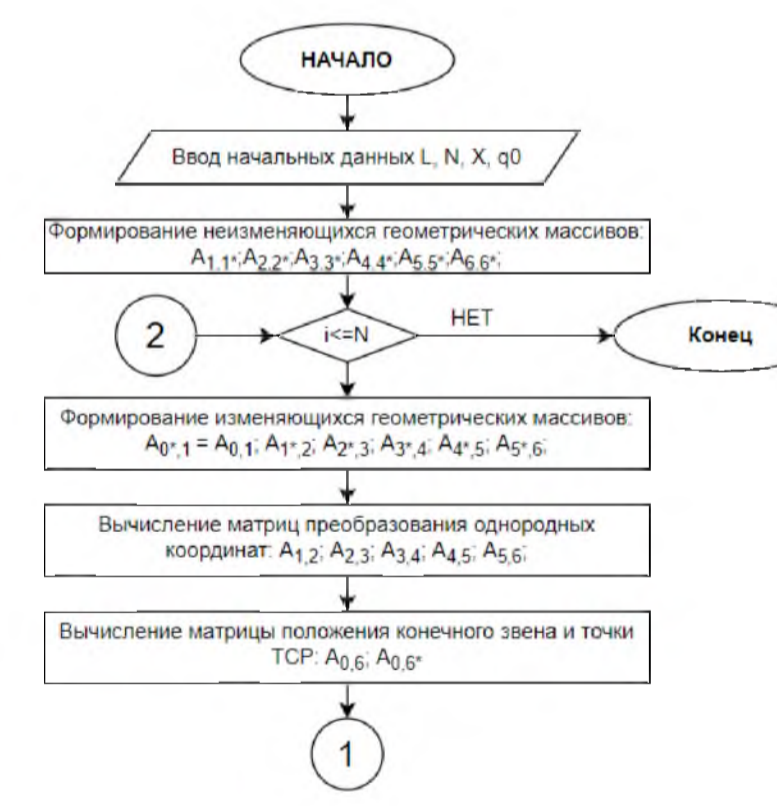


Рис 2.

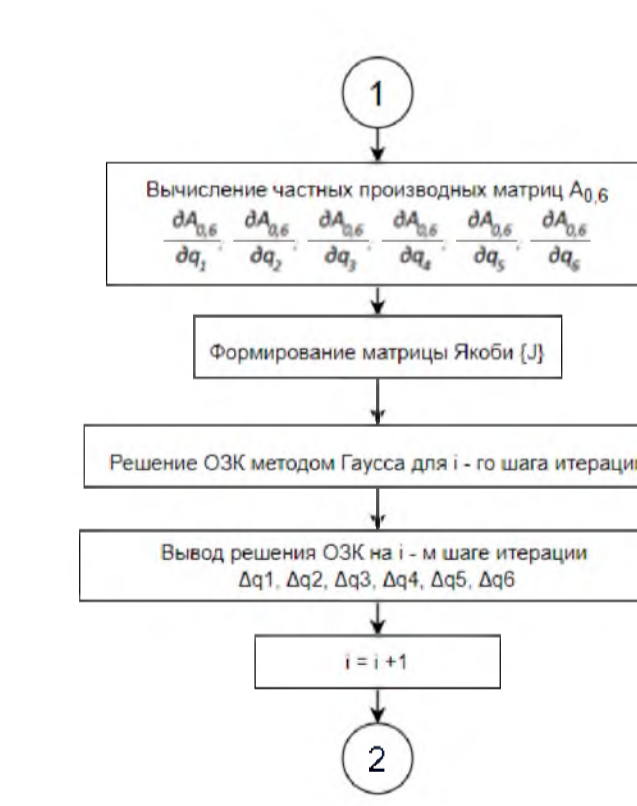


Рис 3.

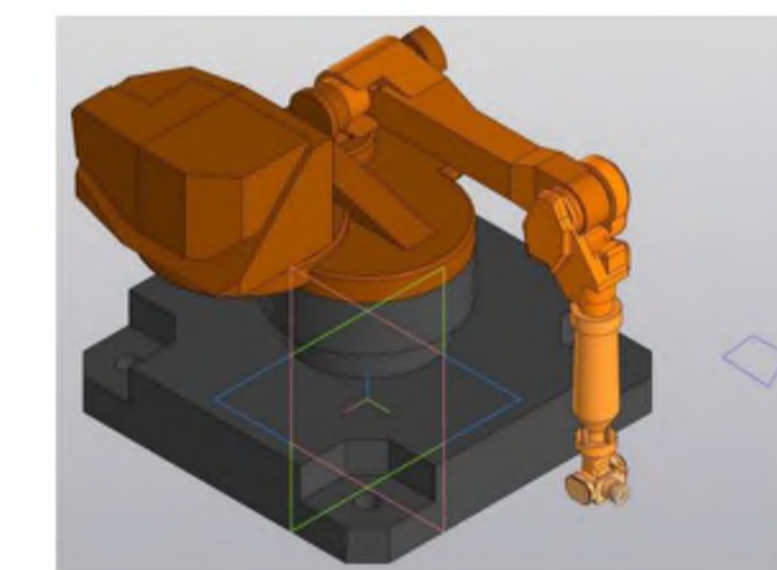


Рис 4.

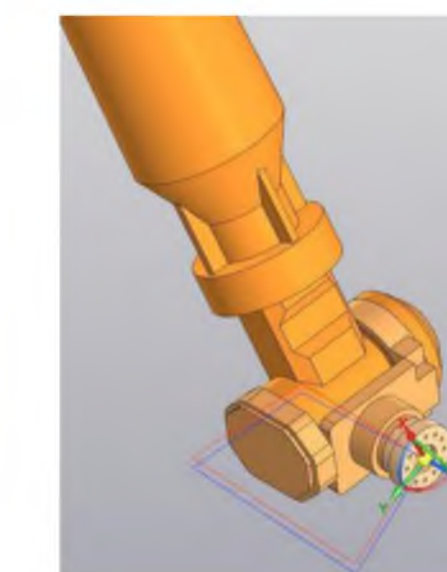


Рис 5.

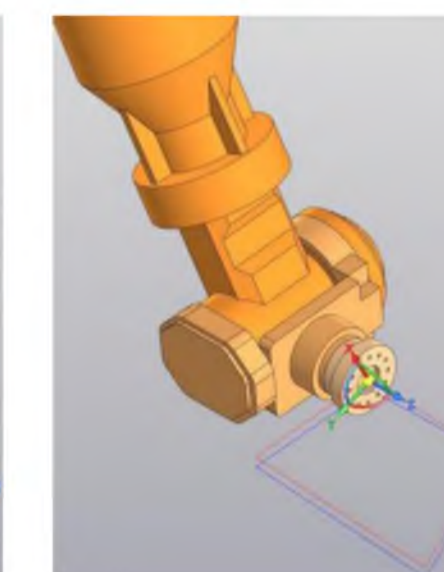


Рис 6.

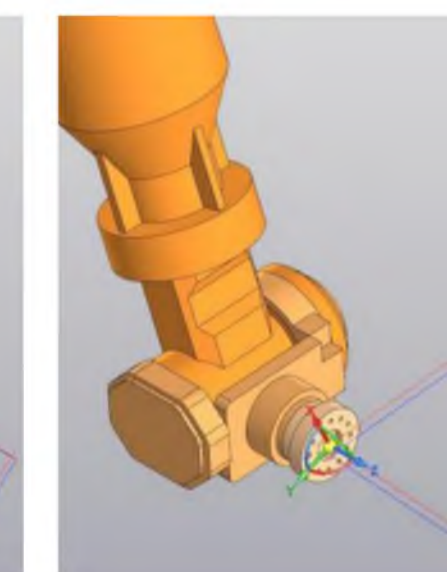


Рис 7.

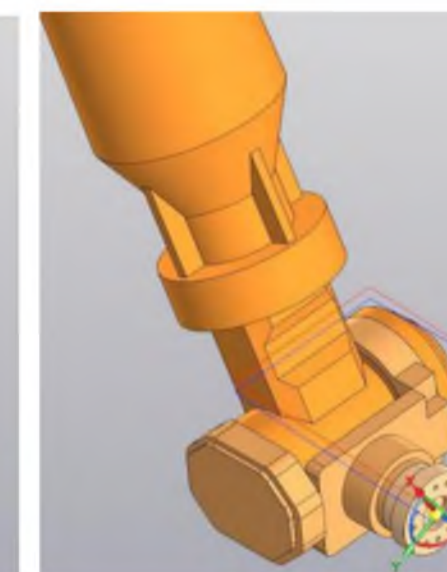


Рис 8.

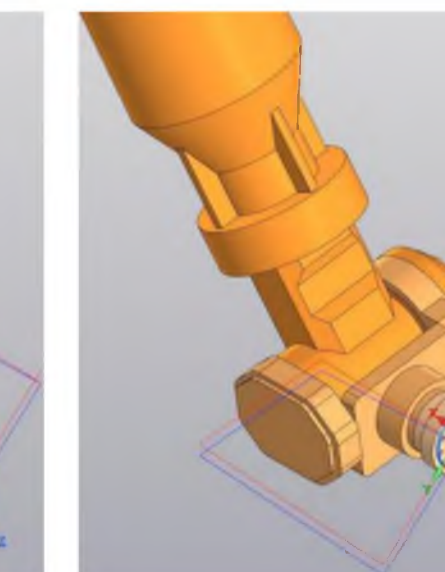


Рис 9.

Координата	Траектория									
	Заданная					Действительная				
	Точка №									
X	-25.937	-20	-16	-21	-25.937	-25.937	-20.0008	-16.0019	-21.0031	-25.94
Y	111.537	106	100	110	111.537	111.537	105.991	99.9869	109.975	111.5
Z	55.374	61	54	48	55.374	55.374	61.7471	54.7518	48.754	56.128

Таблица 1.

Заданная Точка №	Углы, рад			
	Траектория			
	α	β	γ	
5	-0.426421	0.826915	1.95961	
4	-0.382788	0.870548	1.91598	
3	-0.339155	0.914181	1.87235	
2	-0.295522	0.957814	1.82871	
1	-0.25189	1.00145	1.78508	

Таблица 2.

Действительная Точка №	Углы, рад			
	Траектория			
	α	β	γ	
5	-0.425939	0.827388	1.90357	
4	-0.382318	0.871031	1.85722	
3	-0.33872	0.914673	1.82269	
2	-0.29511	0.958268	1.79878	
1	-0.25189	1.00145	1.78508	

Таблица 3.

Проблемы и перспективы светодиодного освещения в образовательных учреждениях

Освещенность как рабочих мест так и в целом важная часть образовательного процесса. Переход на светодиодные источники света принес свои перспективы, но так же свои проблемы, которые требуют решения.

1. Требования к освещению в ОУ.

Фактически присутствует 2 основных требования, запрещено смешивать источники света и все освещение должно своевременно подвергаться обслуживанию.

Проблемы:

2. Качество электроэнергии в СЭ с диодным освещением

Светодиодное освещение сейчас стало одной из причин значительного ухудшения качества ЭЭ. Большие номиналы пусковых токов и неприемлемый гармонический состав тока, оказывают влияние на большое количество компонентов сети, а также приводит к различным сбоям.

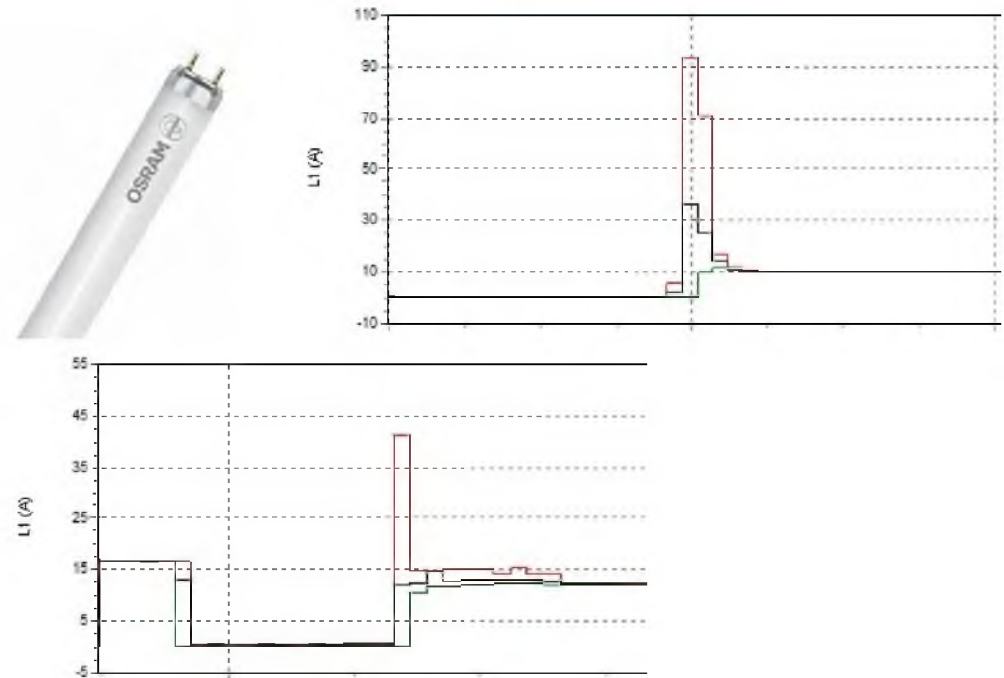
3. Удобство и простота обслуживания диодных ламп

На примере МЦО №1 освещение помещений коридора организовано как установленные в навесной потолок светодиодные панели, для замены которых, необходимо проделать большое количество операций для проведения процедуры ремонта.

Перспективы:

Существуют 2 основные перспективы для ОУ. Первая из них заключается в выходе на рынок диодных трубок которые посредством конверсии устанавливаются в места установки люминесцентных ламп, данная процедура упрощает обслуживание и повышает надежность светильника.

Вторая перспектива об утилизации, утилизация светодиодного светильника на 27 процентов дешевле, так же корпуса служат очень долго и для диодного их не требуется вывозить. Это позволит учреждениям экономить значительные средства, которые нивелируют большую стоимость трубок.



Светодиодное освещение является будущим осветительных технологий, в обозримом будущем оно полностью заменит газоразрядное. Такой прогресс позволит добиться существенной экономии для ОУ, а также позволит обслуживающему персоналу выполнять свою работу гораздо эффективнее. Меньшее количество отходов будет способствовать улучшению экологической обстановки в РФ.

ФИО

Студент кафедры 32 Кузьменко Юрий Павлович,

ФИО

Кузьменко Владимир Павлович, старший преподаватель кафедры 32, научный руководитель.

Алгоритм стабилизации положения 3DOF робота на основе решения обратной задачи кинематики



**Завалишинские
Чтения
2022**

Авторы А.А. Свиридова* студент кафедры «Автоматизированные технологические системы»
О.Н. Крахмалев – кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

Организация *ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»

Основные результаты

Введение

Как известно, твердое тело, движущееся в трехмерном пространстве, имеет 6 степеней свободы: 3 поступательных и 3 вращательных движения относительно осей координат XYZ. В данной работе ставится и решается задача стабилизации объекта по 3 координатам без учета углов поворота с помощью 3DOF манипулятора на основе решения обратной задачи кинематики.

Разработка математической модели. Прямая задача кинематики

Для решения как прямой, так и обратной задачи кинематики необходимо предварительно составить математическую модель манипуляционной системы (МС). Для определения положения МС в пространстве используем метод двух связанных систем координат [1].

Задав системы координат (СК) S_0, S_0^*, S_i, S_i^* и S_m^* , связанные со звеньями, становится возможным описать рабочее пространство МС, задать в нем траектории движения и ориентацию звеньев (рис. 1).

Положение МС в пространстве может быть определено матрицами преобразования однородных координат, имеющих размерность (4×4) и определяющих взаимное положение систем S_i и S_i^* , $i = (1, \dots, m)$: [Формула 1], где $\cos(X_i, X_i^*)$ и т.д. – косинусы углов между соответствующими осями ординат (являются элементами матрица вращения R_i размерности 3×3); L_i – 3×1 -вектор переноса; f – 1×3 -вектор-столбец перспективной проекции; w – 1×1 -матрица масштабирования (растяжения) [2, с. 86].

При составлении матриц $A(i-1)^*, i, i = 1 \dots m$, необходимо учитывать правило знаков для обобщенных координат [1, с. 31]. Матрица $A(i-1), i$, которая определяет относительное положение двух соседних звеньев, может быть представлена произведением матриц: [Формула 2].

А матрица преобразования однородных координат из СК S_m , связанной с m -м звеном, в неподвижную СК S_0 может быть определена как последовательность произведений матриц $A(i-1), i, i = 1 \dots m$ (в нашем случае $m = 3$): [Формула 3].

Применяя матрицы преобразования однородных координат, абсолютные координаты точки P m -го звена в абсолютной системе координат, заданные радиус-вектором, можно определить из уравнения: [Формула 4]. Это функция положения.

Обратная задача кинематики

Определим аналитическим методом взаимосвязь между обобщенными координатами выбранной нами МС и тремя wybranными параметрами. Продифференцируем функцию положения: [Формула 5].

Заменяя дифференциалы малыми приращениями обобщенных координат Δq_i , получим (подставляя $m = 3$): [Формула 6], где i, j, k – орты. Или запишем развернутое матричное уравнение в символьном виде: $\{J\} \{\Delta q\} = \{\Delta X\}$, где $\{J\}$ – матрица Якоби размерностью 3×3 ; $\{\Delta q\}$ – вектор приращения однородных координат, $\{\Delta X\}$ – вектор приращения положения рабочего органа МС.

Решим систему методом обратной матрицы. Из уравнения выразим Δq : умножим обе части матричного уравнения слева на J^{-1} : $\{\Delta q\} = \{J\}^{-1} \{\Delta X\}$.

Т. о., если в k -й момент времени обобщенные координаты $\{q^k\}$ известны, то для следующего момента времени $k+1$ обобщенные координаты $\{q^{k+1}\}$ могут быть определены так: [Формула 7].

Алгоритм

Предположим, что в данный момент времени нам известно какое положение в пространстве принял манипулятор относительно изначального положения в СК S_0 . То есть имеем координаты смещения X_s, Y_s, Z_s . Координаты TCP манипулятора в изначальном положении описываются радиус-вектором $r^{(0)}$; в смещенном положении – $r_s^{(0)}$ (рис. 2, а). Таким образом, можно получить Δr : [Формула 8]. Разложив на составляющие радиус-векторы $r^{(0)}$ и $r_s^{(0)}$, получим: [Формула 9].

Сравнивая множители матриц $A_{0,3}^0$ и $A_{0,3}^s$, отмечаем, отмечаем, что отличаться будет только матрица $A_{0,0}^s$. При смещении МС она примет вид: [Формула 10], где X_0, Y_0, Z_0 – координаты 1 звена относительно неподвижной СК S_0 .

Как итог, зная координаты изначальной точки и координаты TCP манипулятора после смещения, построив траекторию движения, можно вернуть TCP манипулятора в изначальную точку, что иллюстрируется рисунком 2, б.

Разработка алгоритма решения задачи

Для моделирования движения МС на основе метода решения обратной задачи кинематики разработан алгоритм для создания программного обеспечения (ПО). При разработке ПО использовался язык программирования C++, реализованный в среде программирования Microsoft Visual Studio.

Блок-схема алгоритма работы программы выглядит следующим образом (рис. 3).

Проверка результатов

Для проверки результатов, полученных с помощью ПО, построим начальное и конечное положения МС при заданном смещении её основания.

Входные данные для ПО: длины звеньев (L_1, L_2, L_3); углы поворота звеньев (q_1, q_2, q_3); количество шагов итерации (N); координаты смещения (x_s, y_s, z_s).

Задав значениями $L_1 = 100, L_2 = 200, L_3 = 300, q_1 = 0, q_2 = 0, q_3 = 0, N = 30, x_s = 0, y_s = 0, z_s = -40$, получим данные, выведенные в .txt файл (рис. 4).

Пользуясь САД системой КОМПАС 3D, построим МС в начальном положении, т.е. звенья расположены под прямым углом друг к другу. Отметим смещение по оси Z, отложим L_3 на окружности радиусом L_2 , найдя таким образом конечное положение 2-го звена. От конечного положения звена 2 перпендикулярно отложим L_3 , т.е. положение 3-го звена без учета его смещения. Отметим углы между двумя положениями звеньев (рис. 5).

Знак «минус» обобщенной координаты q_3 на рис. 4 объясняется тем, что поворот третьего звена вокруг шарнира осуществляется по часовой стрелке.

Сравнивая значения углов поворота, полученных с помощью ПО и графическим методом, отмечаем погрешность расчетов программы. Это объясняется погрешностью решения СЛАУ (систем линейных алгебраических уравнений) методом обратной матрицы и малым шагом итерации.

Заключение

По результатам графического построения в САД-системе выбранной схемы трёхзвенного манипулятора и сравнения с этими построениями углов поворота шарниров, вычисленных с помощью написанного ПО, можно сделать вывод об адекватности разработанного алгоритма.

Изображения, графики, формулы

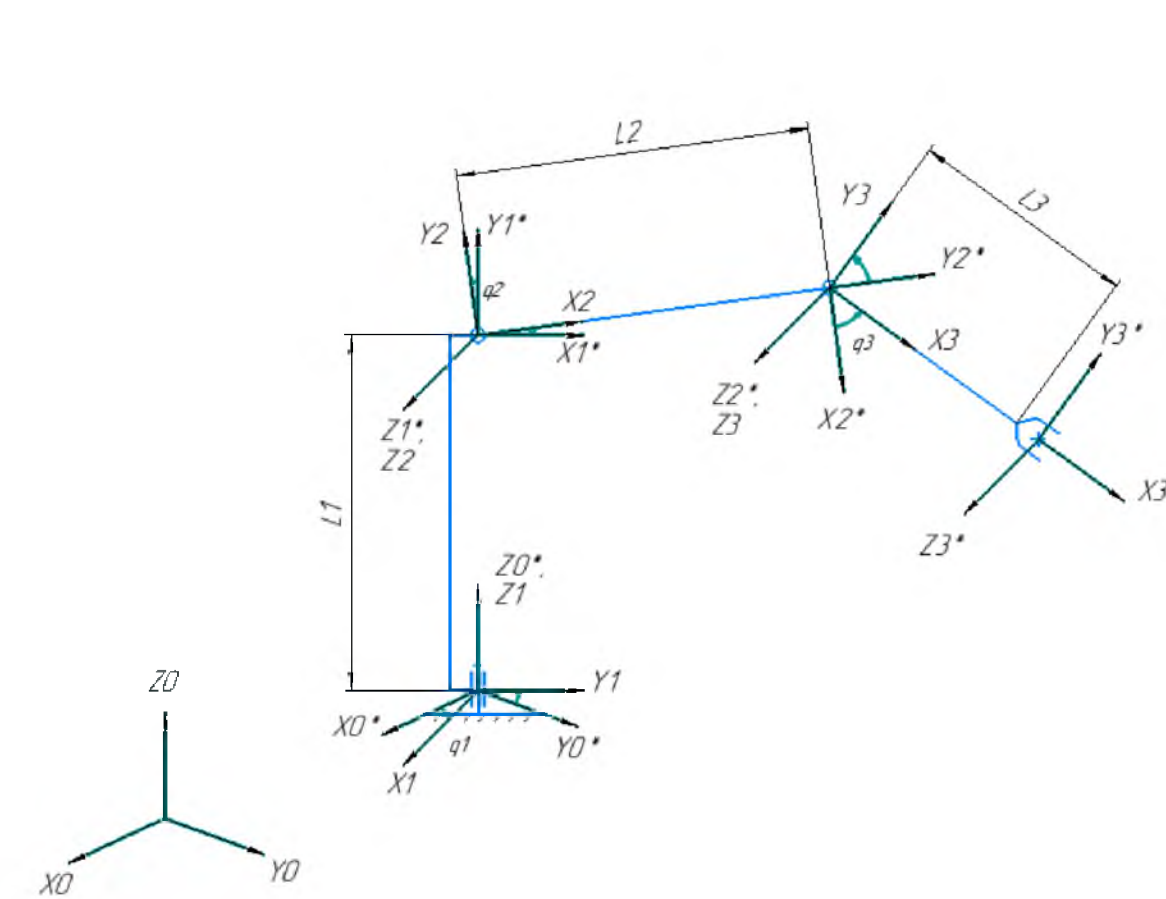


Рис. 1. Кинематическая схема

$$A_{i,i^*} = \begin{bmatrix} \cos(X_i, X_{i^*}) & \cos(X_i, Y_{i^*}) & \cos(X_i, Z_{i^*}) & L_{xi} \\ \cos(Y_i, X_{i^*}) & \cos(Y_i, Y_{i^*}) & \cos(Y_i, Z_{i^*}) & L_{yi} \\ \cos(Z_i, X_{i^*}) & \cos(Z_i, Y_{i^*}) & \cos(Z_i, Z_{i^*}) & L_{zi} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_i & L_i \\ f & w \end{bmatrix},$$

Формула 1.

$$A_{(i-1),i} = A_{(i-1),(i-1)^*} \cdot A_{(i-1)^*,i}$$

Формула 2.

$$A_{0,m} = \prod_{i=1}^{m-3} A_{(i-1),i^*} = A_{0,1} \cdot A_{1,2} \cdot A_{2,3}$$

Формула 3.

$$r_p^{(0)} = A_{0,m}(q) \cdot r_p^{(m)}$$

Формула 4.

$$dr_0 = \sum_{i=1}^m \frac{\partial A_{0,m}}{\partial q_i} r_m dq_i$$

Формула 5.

$$\{q^{k+1}\} = \{q^k\} + [J(q^k)]^{-1} \{f(q^{k+1}) - f(q^k)\}$$

Формула 7.

$$\begin{bmatrix} i_0^T \frac{\partial A_{0,3}}{\partial q_1} r^{(3)} & i_0^T \frac{\partial A_{0,3}}{\partial q_2} r^{(3)} & i_0^T \frac{\partial A_{0,3}}{\partial q_3} r^{(3)} \\ j_0^T \frac{\partial A_{0,3}}{\partial q_1} r^{(3)} & j_0^T \frac{\partial A_{0,3}}{\partial q_2} r^{(3)} & j_0^T \frac{\partial A_{0,3}}{\partial q_3} r^{(3)} \\ k_0^T \frac{\partial A_{0,3}}{\partial q_1} r^{(3)} & k_0^T \frac{\partial A_{0,3}}{\partial q_2} r^{(3)} & k_0^T \frac{\partial A_{0,3}}{\partial q_3} r^{(3)} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta q_1 \\ \Delta q_2 \\ \Delta q_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix}$$

Формула 6.

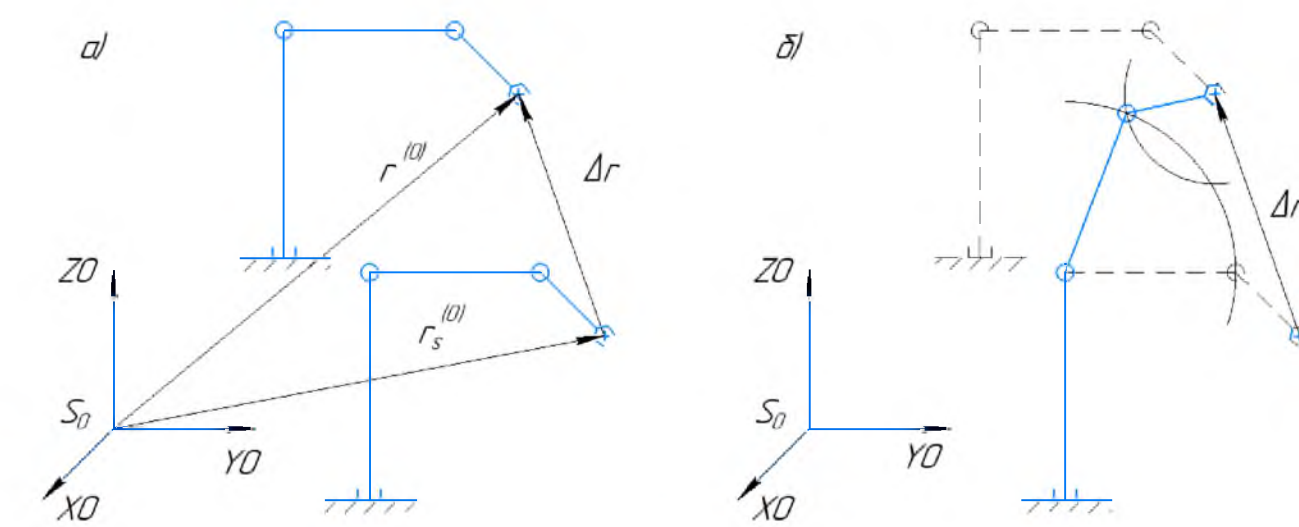


Рис. 2.

$$\Delta r = r^{(0)} - r_s^{(0)}$$

Формула 8.

$$r^{(0)} = A_{0,3}^0 r^{(3)}$$

$$r_s^{(0)} = A_{0,3}^s r^{(3)}$$

$$\Delta r = (A_{0,3}^0 - A_{0,3}^s) r^{(3)}$$

$$A_{0,3}^s r^{(3)} = A_{0,3}^0 r^{(3)} - \Delta r$$

Формула 9.

$$A_{0,0}^s = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & X_0 + X_s \\ 0 & 1 & 0 & Y_0 + Y_s \\ 0 & 0 & 1 & Z_0 + Z_s \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Формула 10.

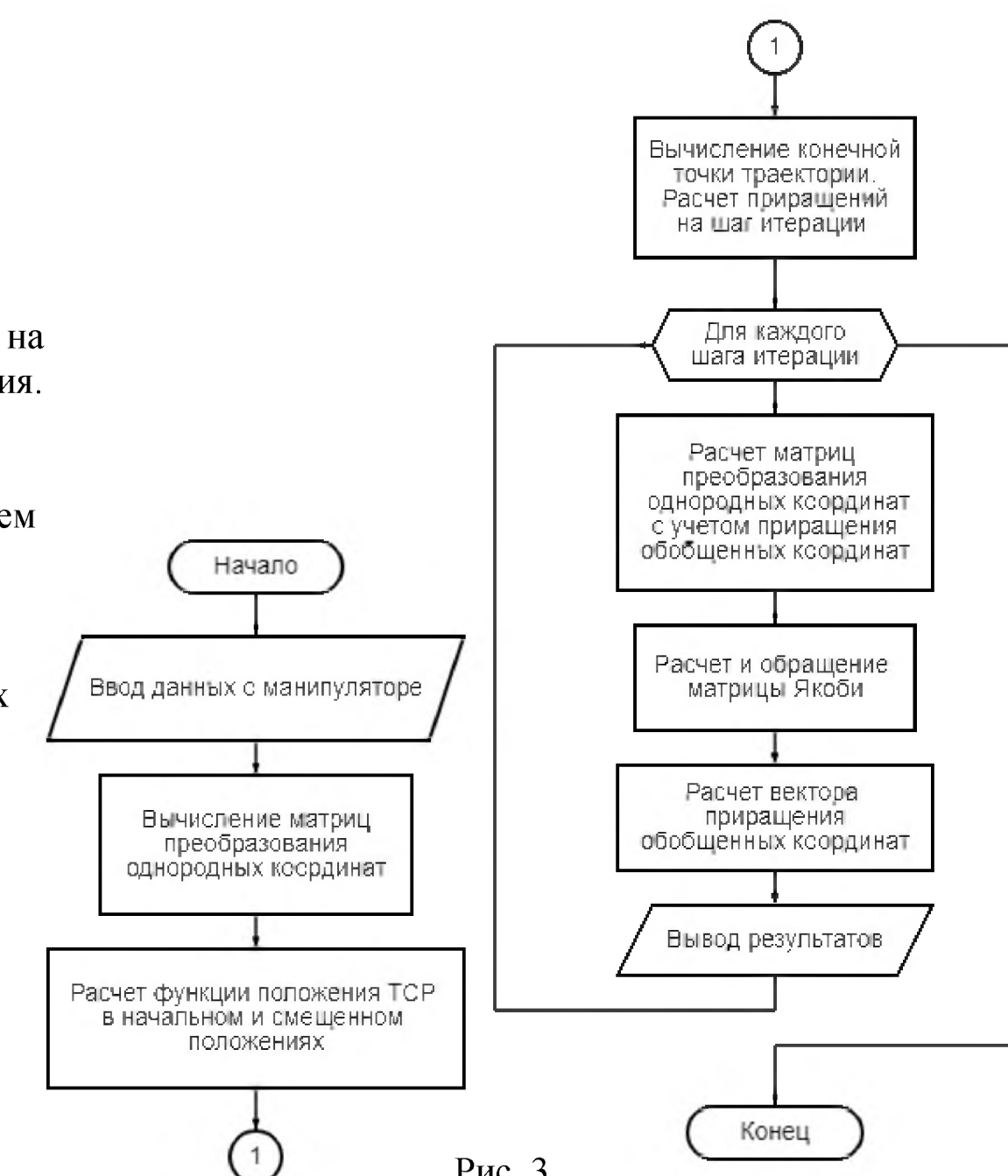


Рис. 3.

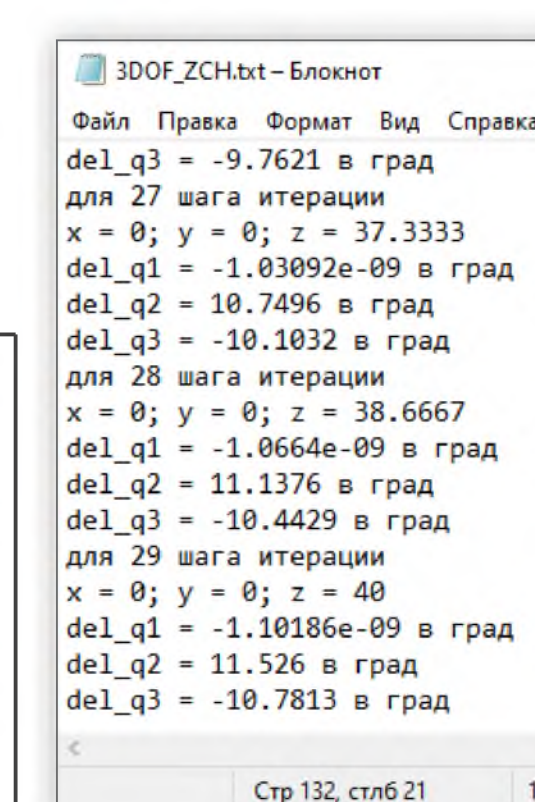


Рис. 4.

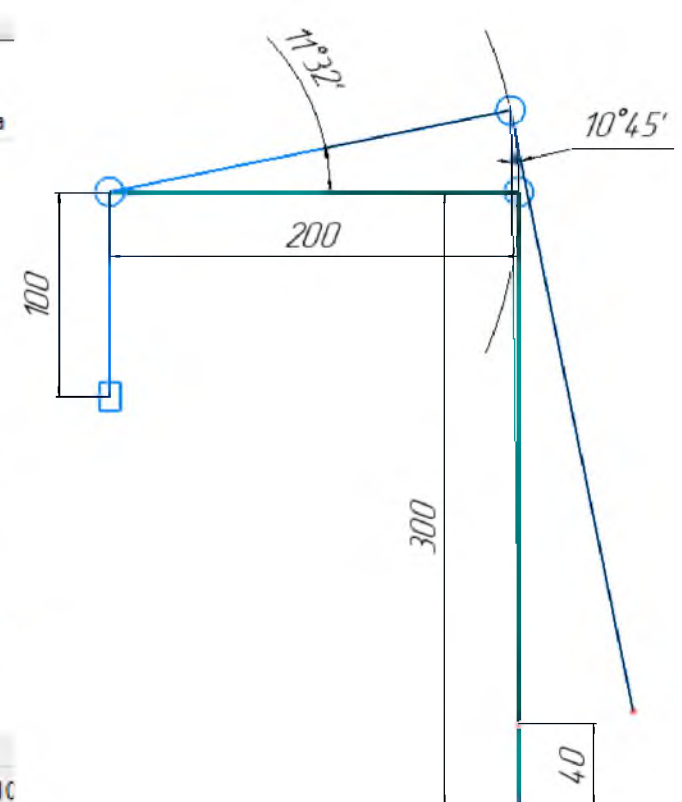


Рис. 5.



Автор: Корнелюк А.Д.
Организация: СПбГУАП

В статье рассматривается решение ОЗК геометрическим методом. Приводятся теоретические выкладки о ПЗК и ОЗК, о различных методах решения кинематических задач.

Проведен анализ условий, необходимых для решения ОЗК геометрическим методом. ОЗК разбивается на две подзадачи: ОЗК по положению и по ориентации. Для решения используются параметры Денавита-Хартенберга, а матрицы поворота параметризуются углами Эйлера. Были построены структурные схемы промышленного манипулятора и проанализировано рабочее пространство Шестизвенного промышленного манипулятора.

По результатам проведенных теоретических исследований, был сделан вывод о плюсах и минусах геометрического метода расчета ОЗК для промышленного манипулятора с заранее известной кинематической схемой. Обозначенные плюсы и минусы были рассмотрены и проанализированы в процессе решения ОЗК с целью дальнейшей оптимизации метода и устранения его недостатков.

$$p_4^0 = \begin{bmatrix} x_4^0 \\ y_4^0 \\ z_4^0 \end{bmatrix} \quad p_4^0 = p_6^0 - d_6 R_6^0 \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\varphi_1 = \arctan 2(y_4^0, x_4^0)$$

$$p_4^1 = \sqrt{x_4^1 + y_4^1 + z_4^1}, \text{ где}$$

$$x_4^1 = x_4^0, y_4^1 = y_4^0, z_4^1 = z_4^0 - d_1$$

$$\cos(\varphi_3) = \frac{\sqrt{x_4^1 + y_4^1 + z_4^1 - a_2 - d_4}}{2a_2 d_4}$$

$$\varphi_3 = \arctan 2\left(\pm \sqrt{1 - \left(\frac{\sqrt{x_4^1 + y_4^1 + z_4^1 - a_2 - d_4}}{2a_2 d_4}\right)^2}\right)$$

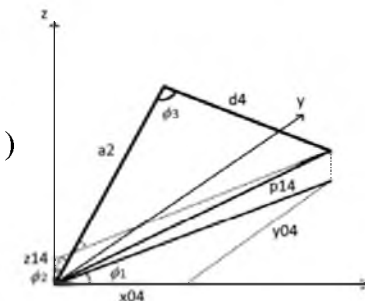
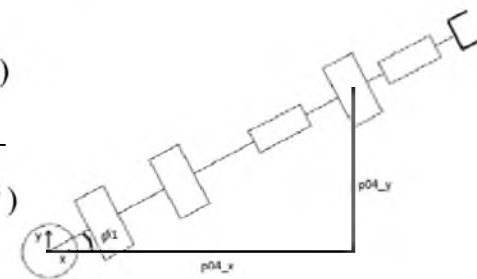
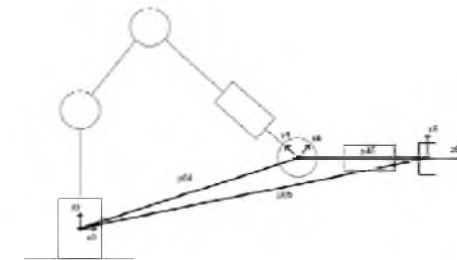
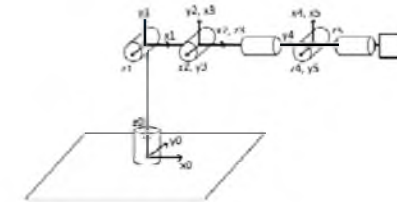
$$\varphi_2 = 90 - \arctan 2\left(\pm \sqrt{1 - \left(\frac{d_4 - a_2 - \sqrt{x_4^1 + y_4^1 + z_4^1}}{2a_2 \sqrt{x_4^1 + y_4^1 + z_4^1}}\right)^2}\right)$$

$$R_6^3 = R_6^0 (R_3^0)^T \quad R_6^3 = R_{zyz} = R_{z,\phi} R_{y,\theta} R_{z,\psi} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{bmatrix}$$

$$\varphi_4 = \theta = \arctan 2(\pm \sqrt{1 - r_{33}^2}, r_{33}) \quad \varphi_5 = \phi = \arctan 2(\pm r_{23}, r_{13})$$

$$\varphi_6 = \psi = \arctan 2(\pm r_{32}, r_{31})$$

$$r_{31} = -S_\theta C_\psi \quad r_{33} = C_\theta \quad r_{23} = S_\phi S_\theta \quad r_{13} = C_\phi S_\theta \quad r_{32} = S_\theta S_\psi$$



Разработка учебного стенда на основе 4-битного контроллера Nibbler



Завалишинские
Чтения
2022

А.К. Попов

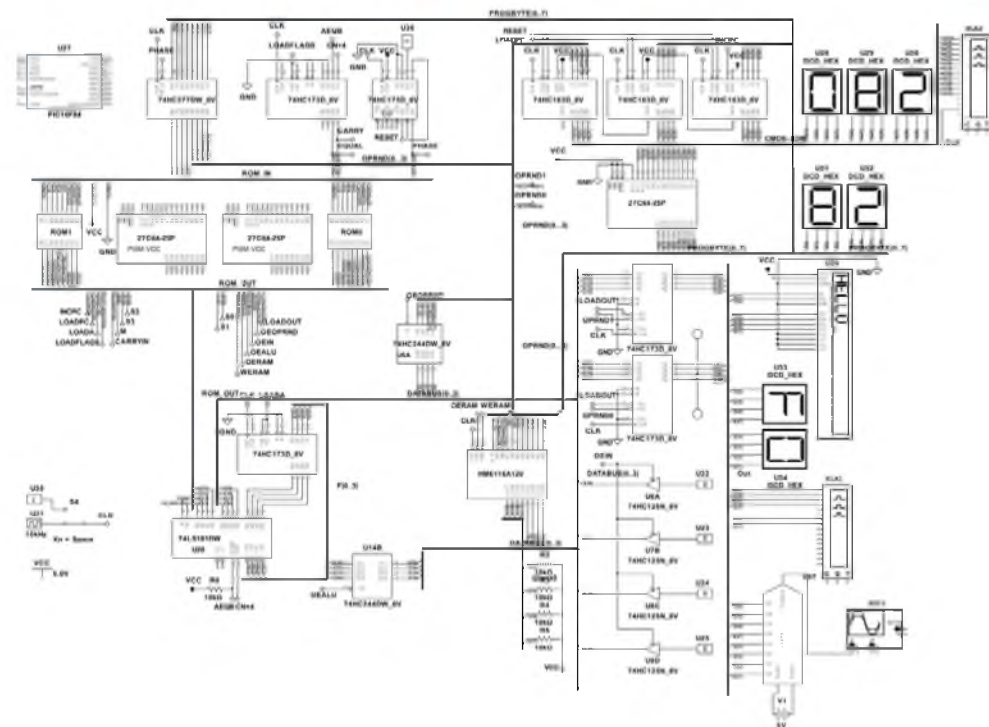
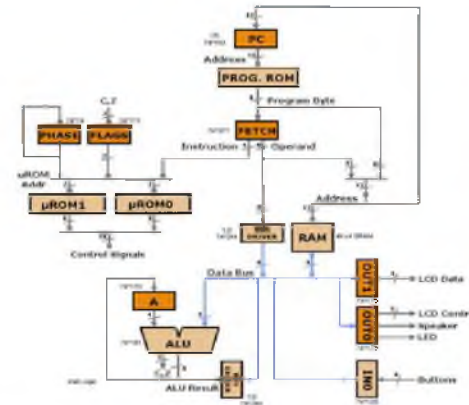
Научный руководитель – И.Г. Криволапчук
ФГАОУ ВО ГУАП

Уже сделано:

- Построена модель контроллера в Multisim
- Найдена замена иностранных компонентов отечественными
- Добавлены индикаторы на шины
- Написана простейшая программа
- Добавлена возможность потактовой работы
- Подключен ЦАП

Планируется выполнить:

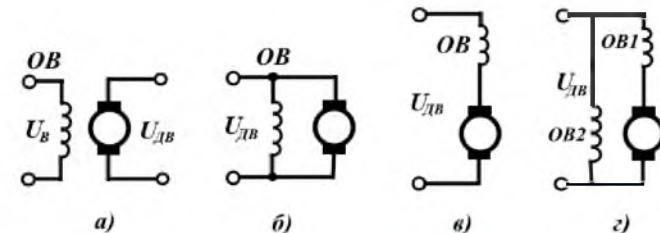
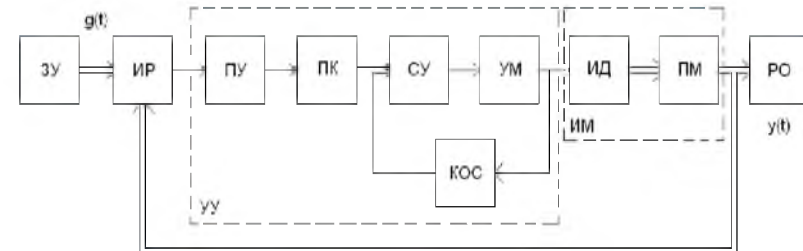
- Расширить пространство ввода и вывода
- Подключить АЦП
- Написать простую программу для проведения лабораторных работ
- Добавить на схему разъем для возможности подключения платы к NI ELVIS
- Изготовить рабочую плату
- Написать учебное пособие



Следящие системы бортовых антенн РЛС

Р.А. Дитяткин, А.К. Попов
Научный руководитель – С.С. Тимофеев
ФГАОУ ВО ГУАП

- РЛС необходимы на борту самолета
- Цели БРЛС:
 - > Предупреждение столкновения в воздухе;
 - > Сканирование метеорологической обстановки;
 - > Поиск и определение параметров цели;И др.
- Для БРЛС применяют следующие системы
- В следящих приводах используют:
 - > ДПТ;
 - > АДД.



Прогресс не стоит на месте, однако основные принципы проектирования подобных систем заложены давно и не подверглись принципиальным изменениям.

Применение автоматизированной системы контроля учета электроэнергии для повышения энергоэффективности локальных объектов



**Завалишинские
Чтения
2022**

О.Я. Солёная – к.т.н., доцент

А.В. Ходин – студент-магистрант

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

АСКУЭ – это инновационная информативная разработка, функциями которой являются:

- удаленное считывание показаний с локальных приборов учёта электрической энергии;
- прием и передача переданных данных на более высокий уровень системы;
- анализ полученной информации для исследования и дальнейшего поступления в системы главного уровня.

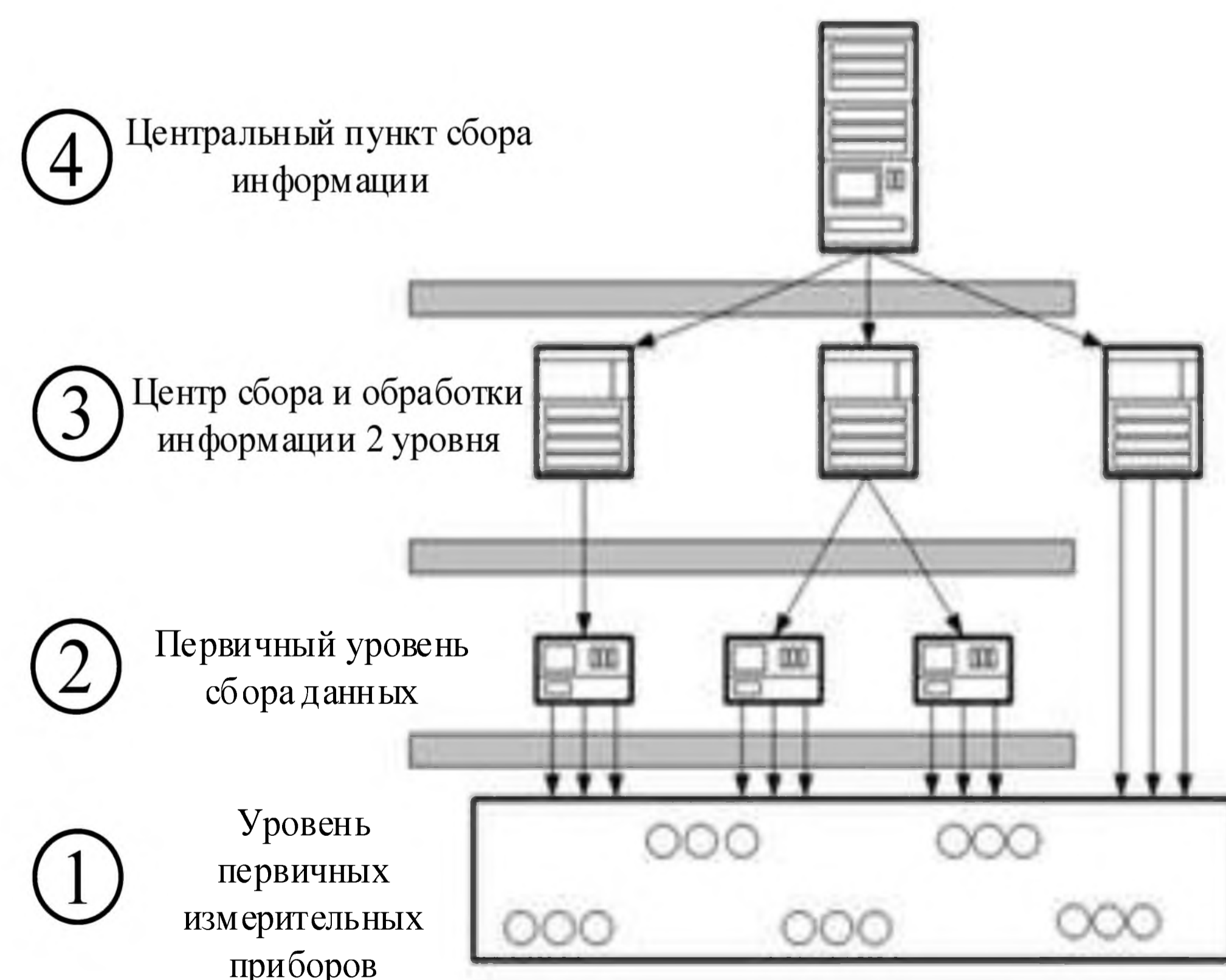


Интеллектуальный электросчетчик АСКУЭ «СТРИЖ»

Недостатки АСКУЭ:

- дорогое обслуживание и монтаж;
- угроза обрыва сети и возможной потери информации;
- дополнительные затраты на инсталлирование sim-карт в каждый электросчетчик при использовании GSM-протоколов;
- внутри железобетонных помещений сигнал ловит нестабильно.

Повышение уровня эффективности электропотребления локальных объектов является одной из главных задач, стоящих перед энергетикой нашей страны, решение которой заключается во внедрении инновационных технологий на базе АСКУЭ.



Трёхуровневая функциональная схема работы автоматизированной системы учета электроэнергии

Анализ характеристик турбогенераторов традиционного исполнения и с использованием сверхпроводимости

И. Н. Железняк
кандидат технических наук, доцент
П. А. Лукичев
студент-магистрант
Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

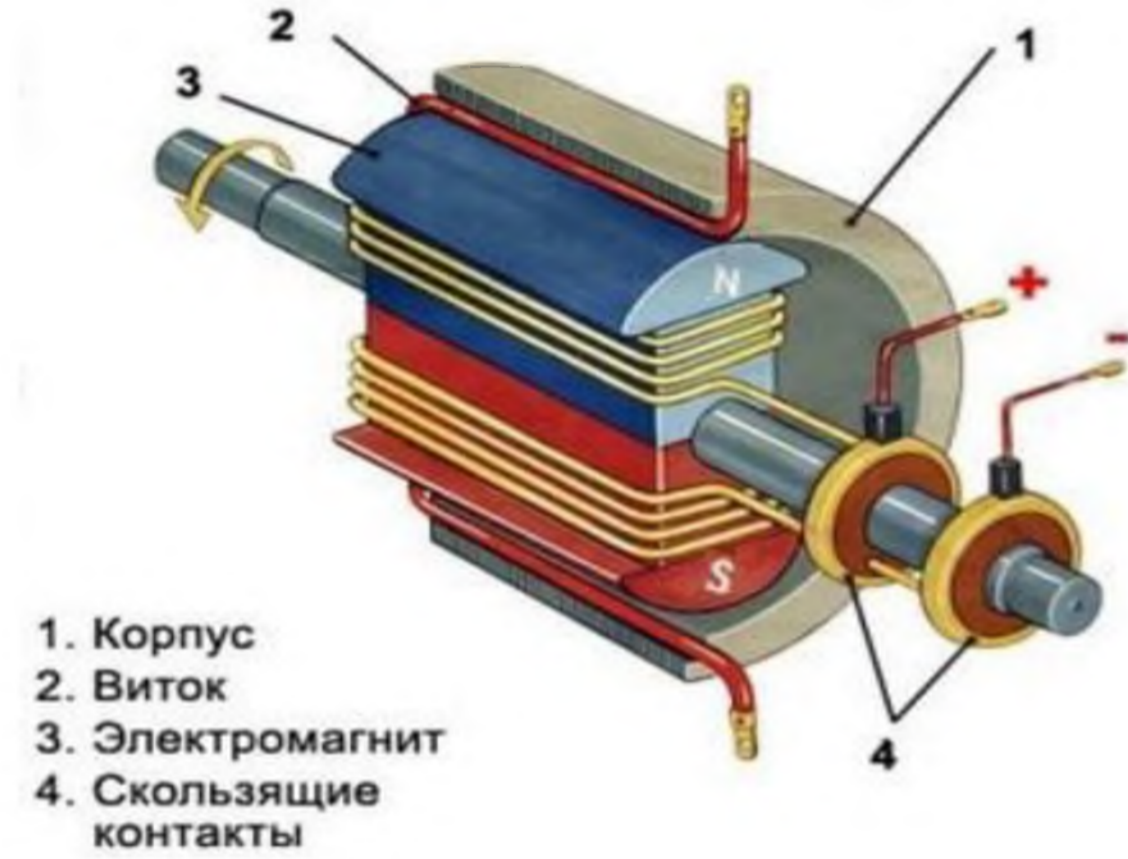


Рисунок 1 – Устройство синхронной машины



Сверхпроводник	Критическая температура, К
Ртуть	4,2
Nb-Ti	9,2
BSCCO	20-40
La-Sr-Cu-O	30-36
Y-Ba-Cu-O	75-93

Вещество	Температура кипения, К
Гелий	4,2
Водород	20,4
Неон	27,1
Азот	77,4
Аргон	87,3
Кислород	90,2

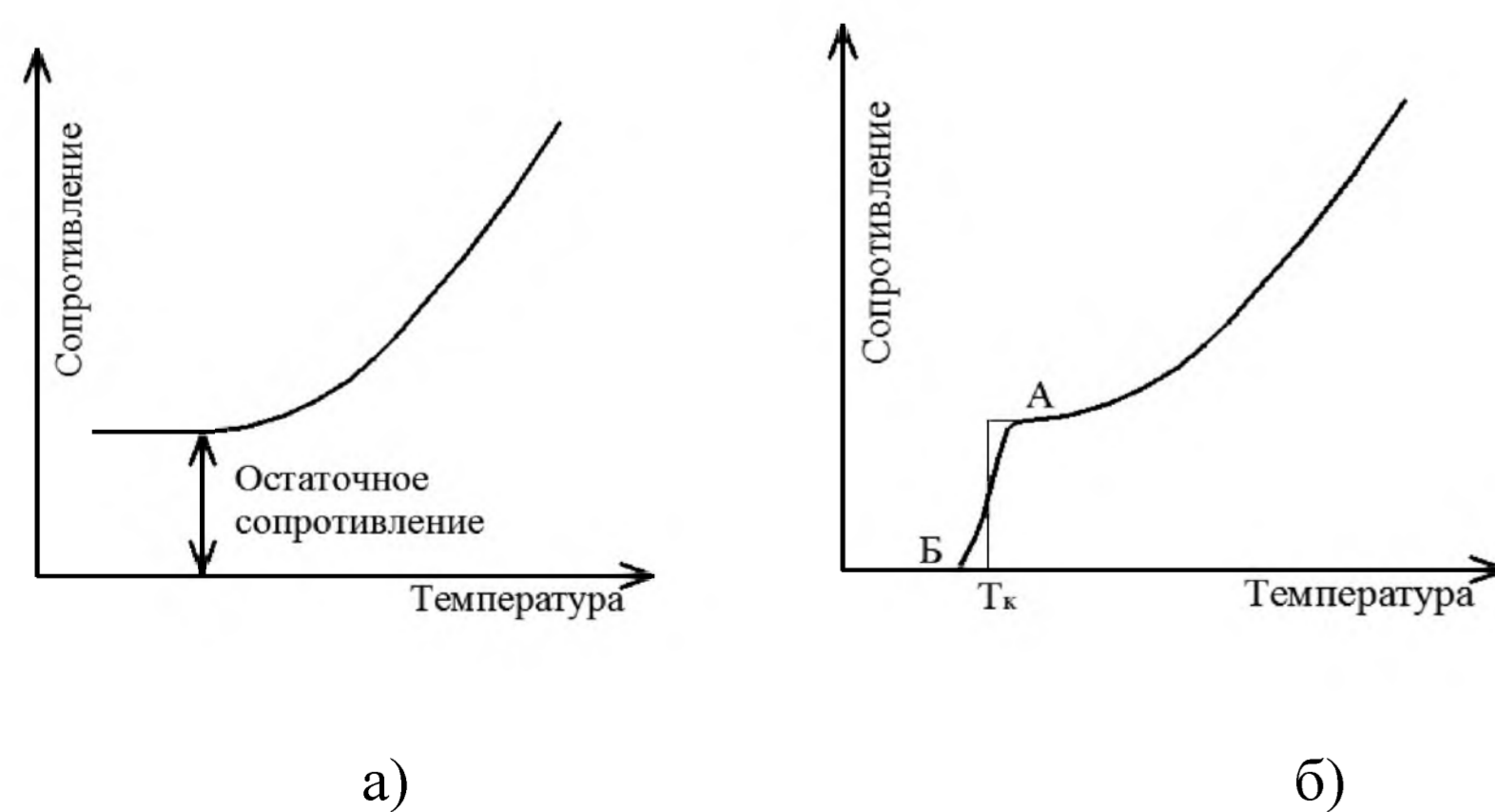


Рисунок 2 – Зависимость сопротивления металлов от температуры: а – металл с конечным остаточным сопротивлением, б – сверхпроводник

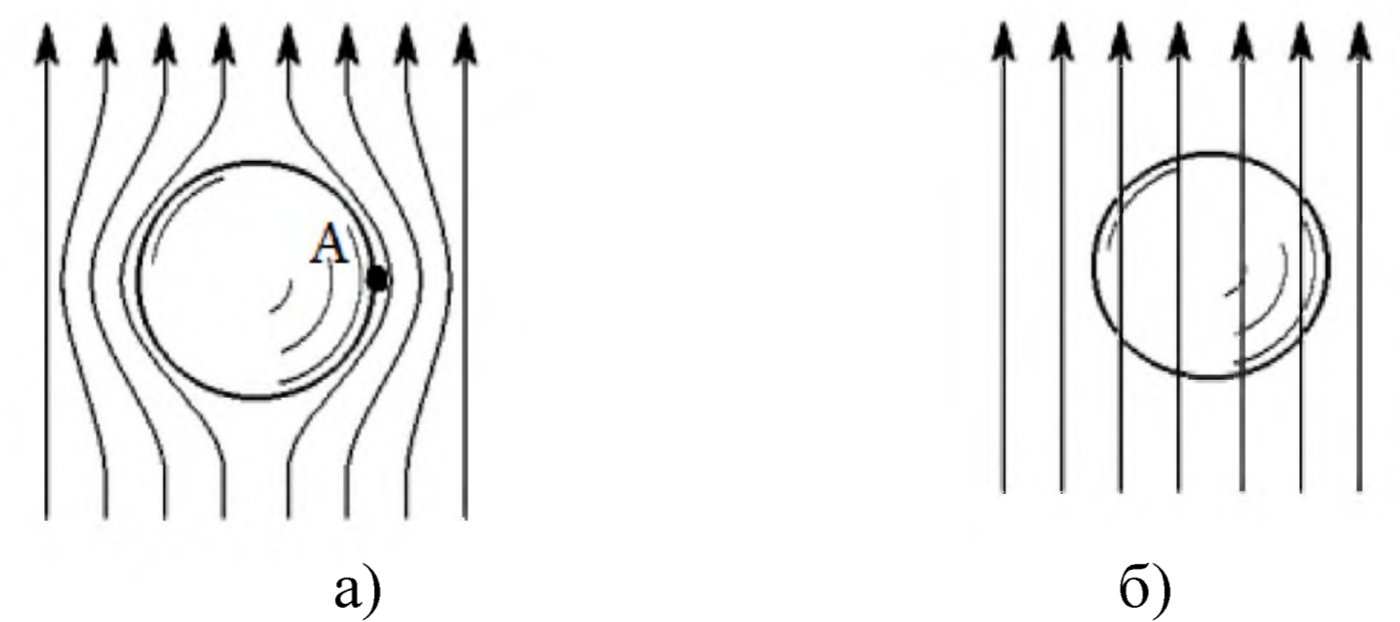


Рисунок 3 – Распределение магнитного поля: а – для образца, находящегося в сверхпроводящем состоянии, б – в нормальном состоянии.

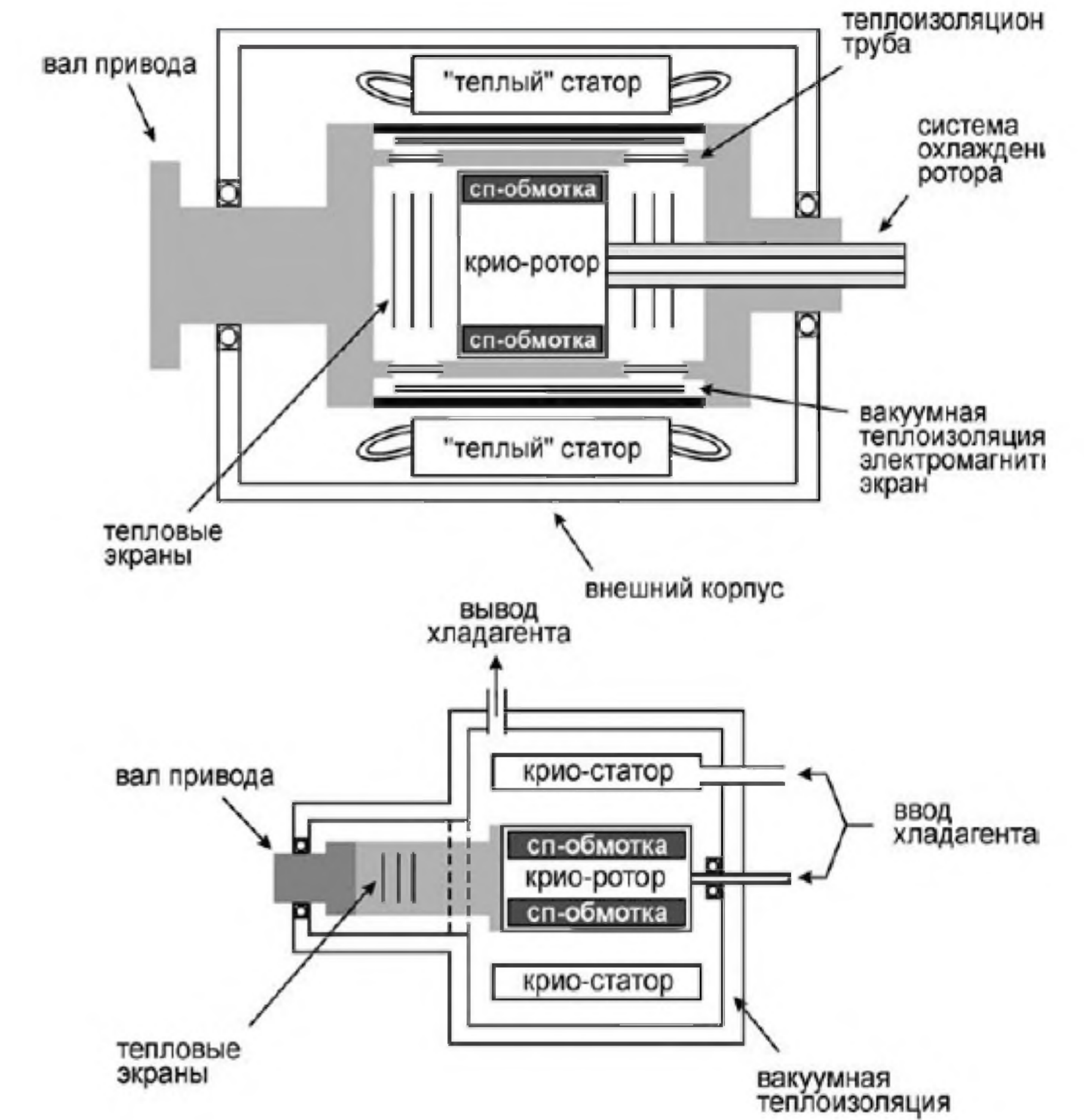


Рисунок 4 – Гибридный (сверху) и полностью сверхпроводниковый (снизу) генераторы

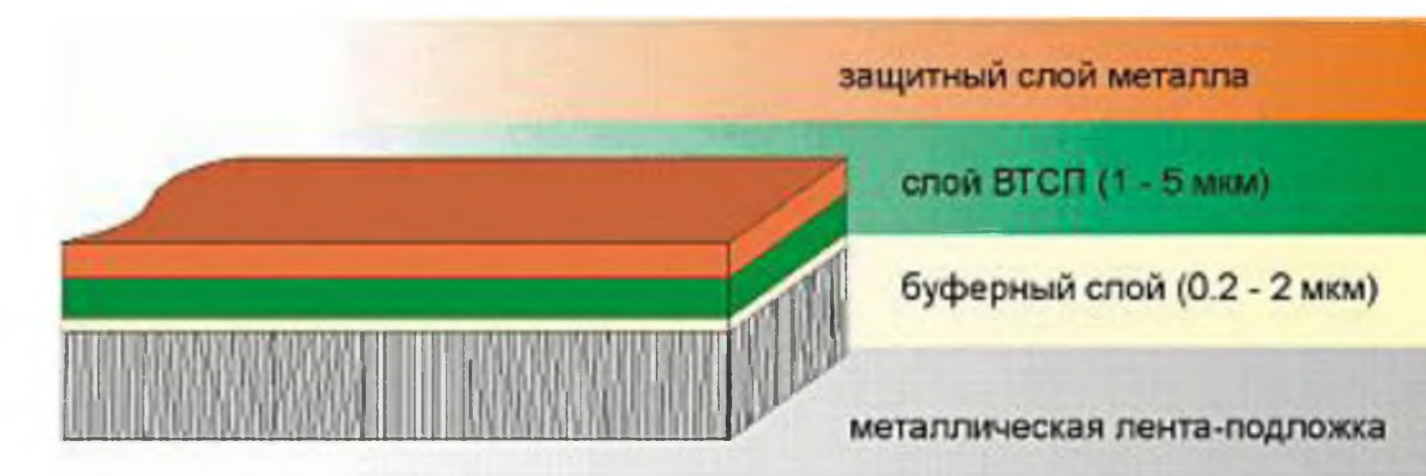


Рисунок 4 – Устройство сверхпроводниковой ленты

Обзор методов прогнозирования кибератак на основании анализа данных об угрозах информационной безопасности



Завалишинские
Чтения
2022

А.Р. Стародуб – студентка кафедры технологий защиты информации

В.А. Мыльников – доцент, кандидат технических наук, доцент – научный руководитель Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

Важнейшая задача обеспечения защиты информации – отслеживание угроз и выявление аномалий на начальных этапах. В связи с этим, в последнее время в мире набирает всю большую популярность работа с инцидентами информационной безопасности, которая помогает получить предупредительную информацию о киберугрозах, а также предугадать кибератаки, которые могут быть совершены в ближайшем будущем.

Рассмотрев различные методы работы с инцидентами информационной безопасности, был разработан метод, построенный на базе диаграмм бизнес-процессов. На рисунке 1 изображена модель разрабатываемой системы в виде диаграммы IDEF0.

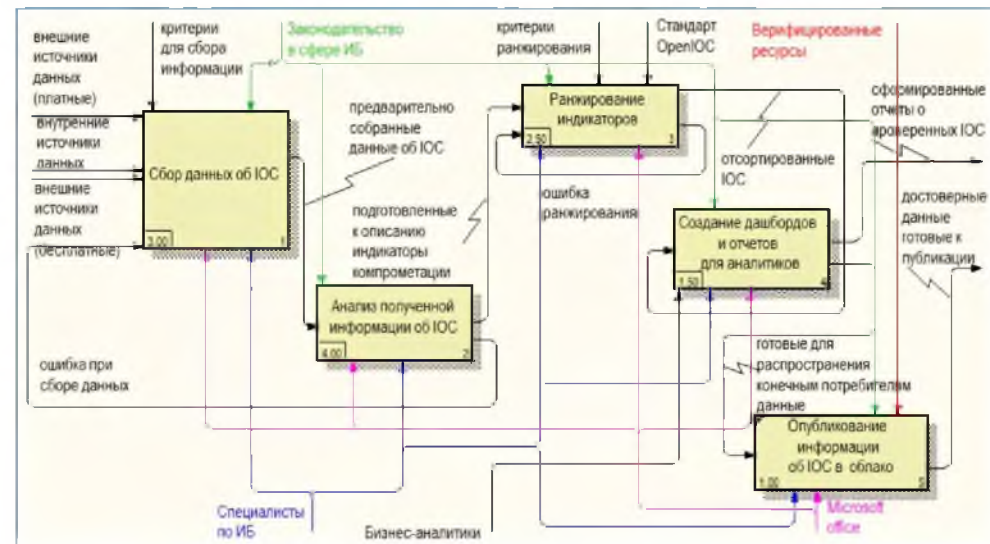


Рисунок 1 – Модель анализа данных на базе диаграммы IDEF0

Такой метод работы с инцидентами информационной безопасности является последовательным и имеет невысокую сложность реализации, а также помогает избежать проблем с нормализацией и обогащением данных, так как в системе эти функции выполняются, и вследствие этого, работа с индикаторами компрометации становится более простой, так как внутри системы они уже будут описаны. Также преимуществом данной системы является ранжирование индикаторов для определения потенциально вредоносных активностей методом присвоения им определенного уровня опасности.

Потребность в быстром реагировании на различные инциденты в системах существует всегда, так как выявление потенциальной опасности на ранних этапах может сохранить данную систему в целостности, уберечь ее от копирования, распространения, а также удаления конфиденциальных данных.

Разработанная модель может послужить основой для дальнейших исследований в области работы с инцидентами информационной безопасности, а также может быть использована в качестве вспомогательной схемы.

Разработка модели жизненного цикла силовых трансформаторов



**Завалишинские
чтения
2022**

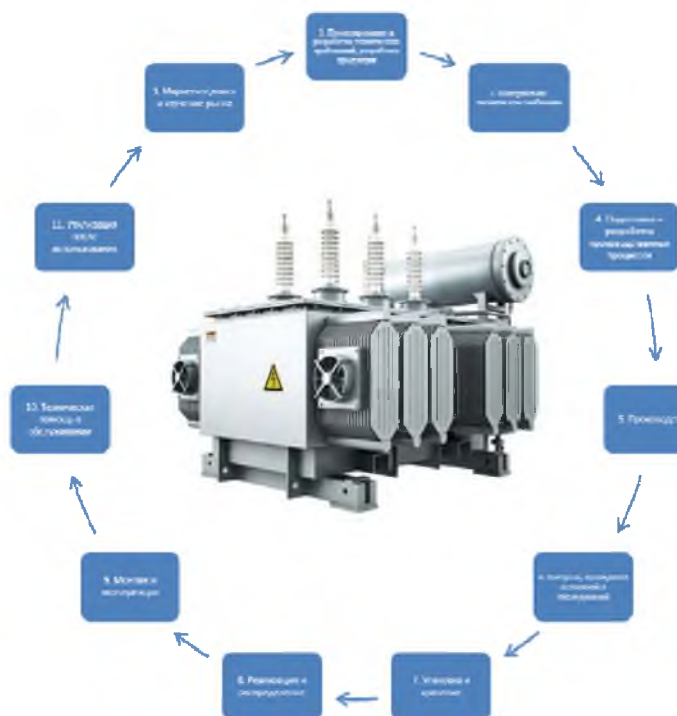
Абакумов Евгений Владимирович

Студент кафедры 3020М

Солёная Оксана Ярославовна

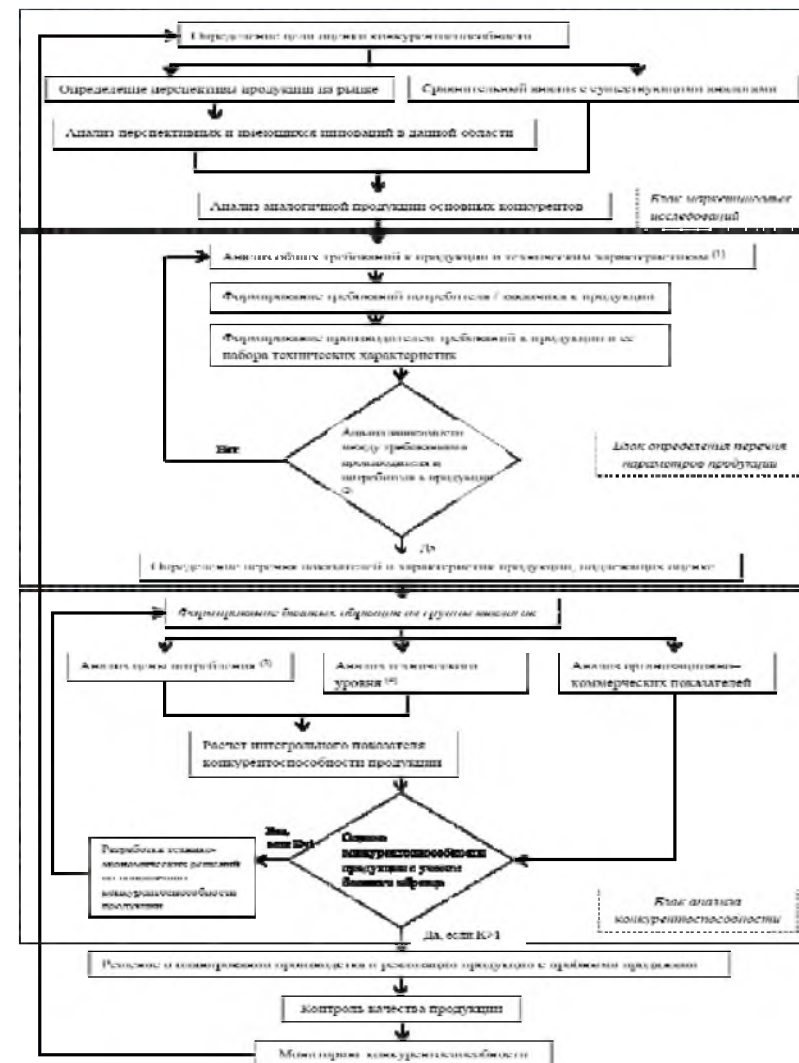
Кандидат технических наук, доцент, научный руководитель

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения



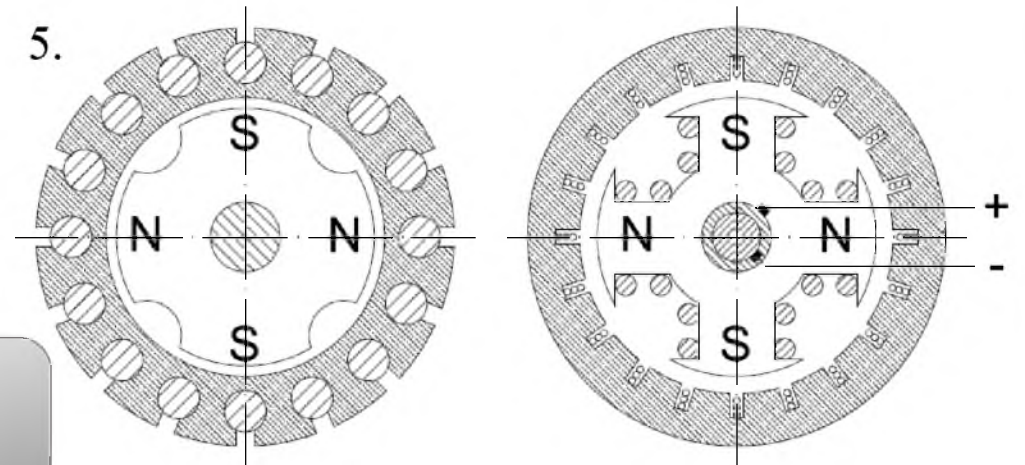
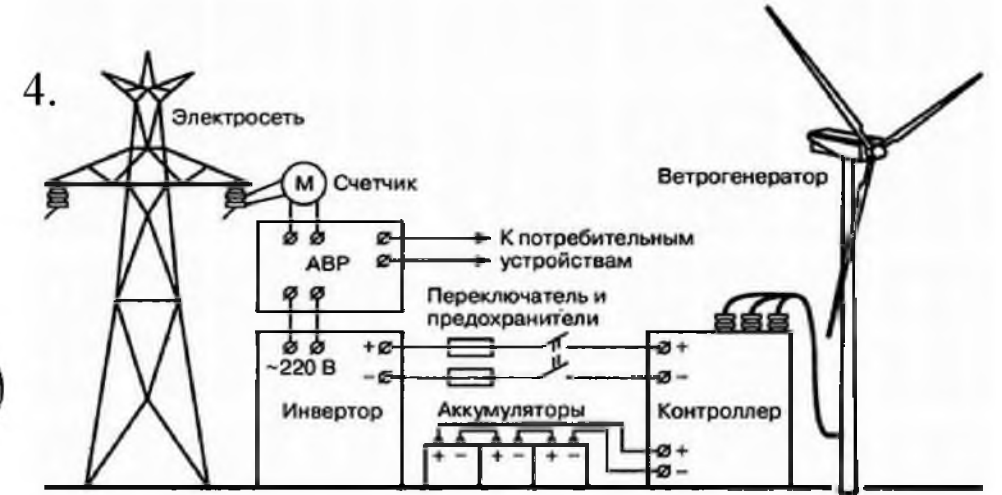
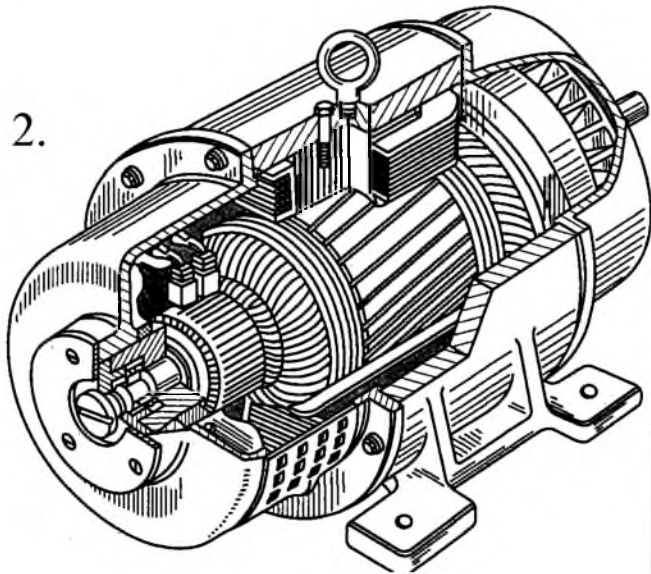
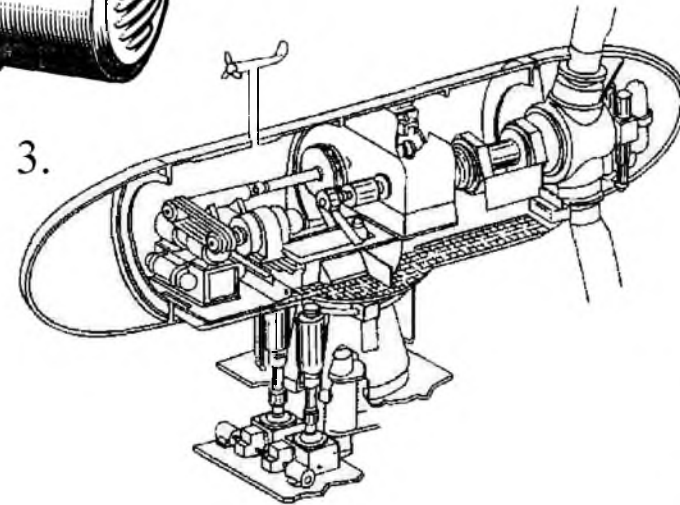
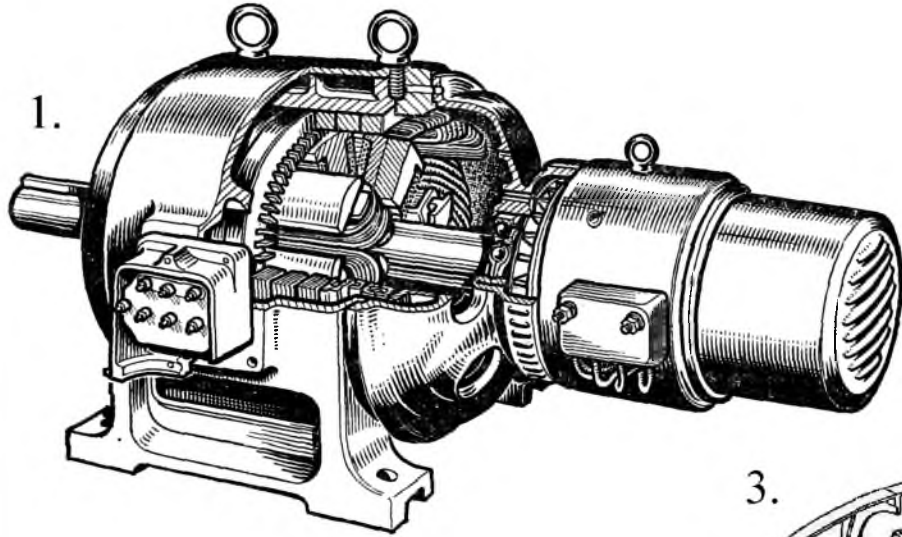
На сегодняшний день актуальной задачей является поиск и принятие решений, содействующих перспективному развитию организации, а также нахождению методов конкурентной борьбы. Существующее перенасыщение рынка многообразными видами продукции и услугами держит предприятия в жестких условиях конкуренции. Они постоянно находятся в состоянии борьбы за рынки сбыта своей продукции, вкладывая инвестиции в развитие инноваций и новых технологий.

Представленная модель жизненного цикла предприятия по производству трансформаторов содержит в себе описание всего процесса жизни трансформатора, от идеи производства до обслуживания и утилизации продукта



АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АСИНХРОННЫХ ГЕНЕРАТОРОВ В ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ

Авторы доклада – Голованова Ксения Александровна, Огородников Данил Максимович, Романов Сергей Вячеславович, студенты кафедры электромеханики и робототехники
Научный руководитель – Белай Василий Евгеньевич, ассистент кафедры электромеханики и робототехники



1. Синхронный двигатель
2. Асинхронный двигатель
3. Внутреннее устройство гондолы ВЭУ
4. Схема подключения ВЭУ к сети
5. Различия между синхронными генераторами с магнитоэлектрическим и электромагнитным возбуждениями

Асинхронный двигатель привода электромобиля

Авторы: К. А. Савкина – студентка кафедры электромеханики и робототехники (Кафедры № 32); А. А. Мартынов – кандидат технических наук, доцент – научный руководитель .

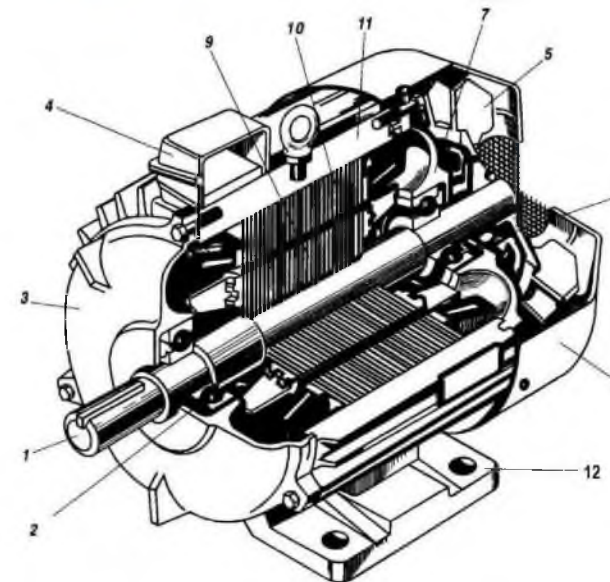
Организация: Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения (ГУАП).

Основные результаты:

Написана обзорная статья, в которой описано:

- устройство привода электромобиля: аккумуляторные батареи, инвертор электродвигатель, редуктор;
- устройство и принцип работы асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором;
- достоинства и недостатки данного двигателя;
- способ устранения недостатков двигателя: наличие инвертора.

Также были рассмотрены преимущества электродвигателя в сравнении с двигателем внутреннего сгорания.



Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором в разрезе, где: 1 – вал; 2, 6 – подшипники; 3, 7 – подшипниковые щиты; 4 – коробка выводов; 5 – вентилятор; 8 – кожух вентилятора; 9 – сердечник ротора с короткозамкнутой обмоткой; 10 – сердечник статора с обмоткой; 11 – корпус; 12 – лапы.

В.А. Зюзин

ученик 10А класса ГБОУ лицея №144

Д.К. Лебедев, П.А. Лукичев, А.А. Приходский, М.И. Ферштадт - студенты кафедры электромеханики и робототехники – научные руководители

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

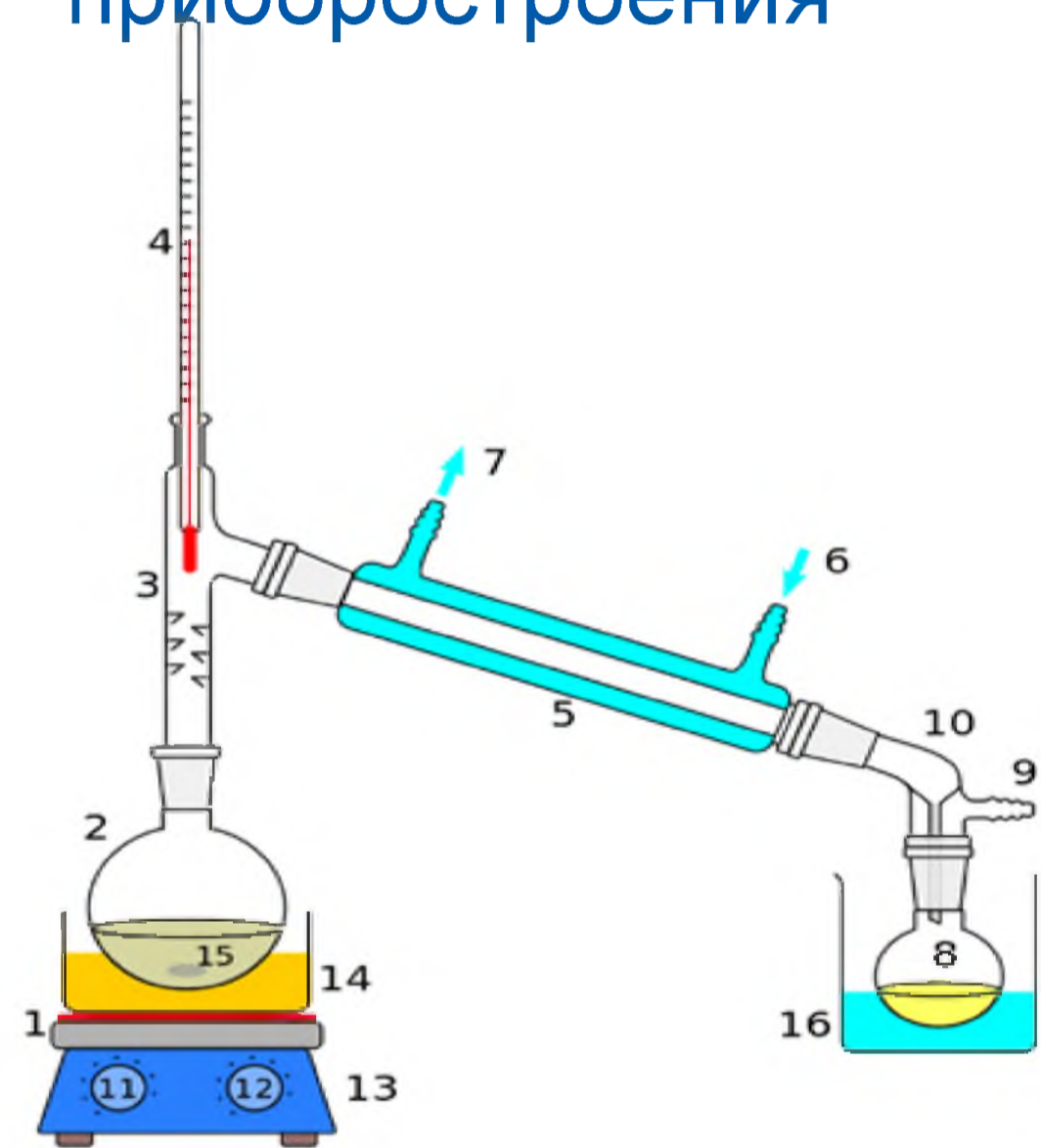


Рисунок 1 – Обычная дистилляция в лабораторных условиях

- 1 Нагревательный элемент, 2 Перегонный куб,
- 3 Насадка для сбора капель, 4 Градусник, 5 Холодильник, 6 Подвод охлаждающей жидкости, 7 Отвод охлаждающей жидкости, 8 Приёмная колба, 9 Отвод газа, 10 Аллонж, 11 Регулятор температуры нагревателя, 12 Регулятор скорости перемешивания, 13 Магнитная мешалка, 14 Водяная баня, 15 Центры кипения, 16 Сосуд с охлаждающей жидкостью

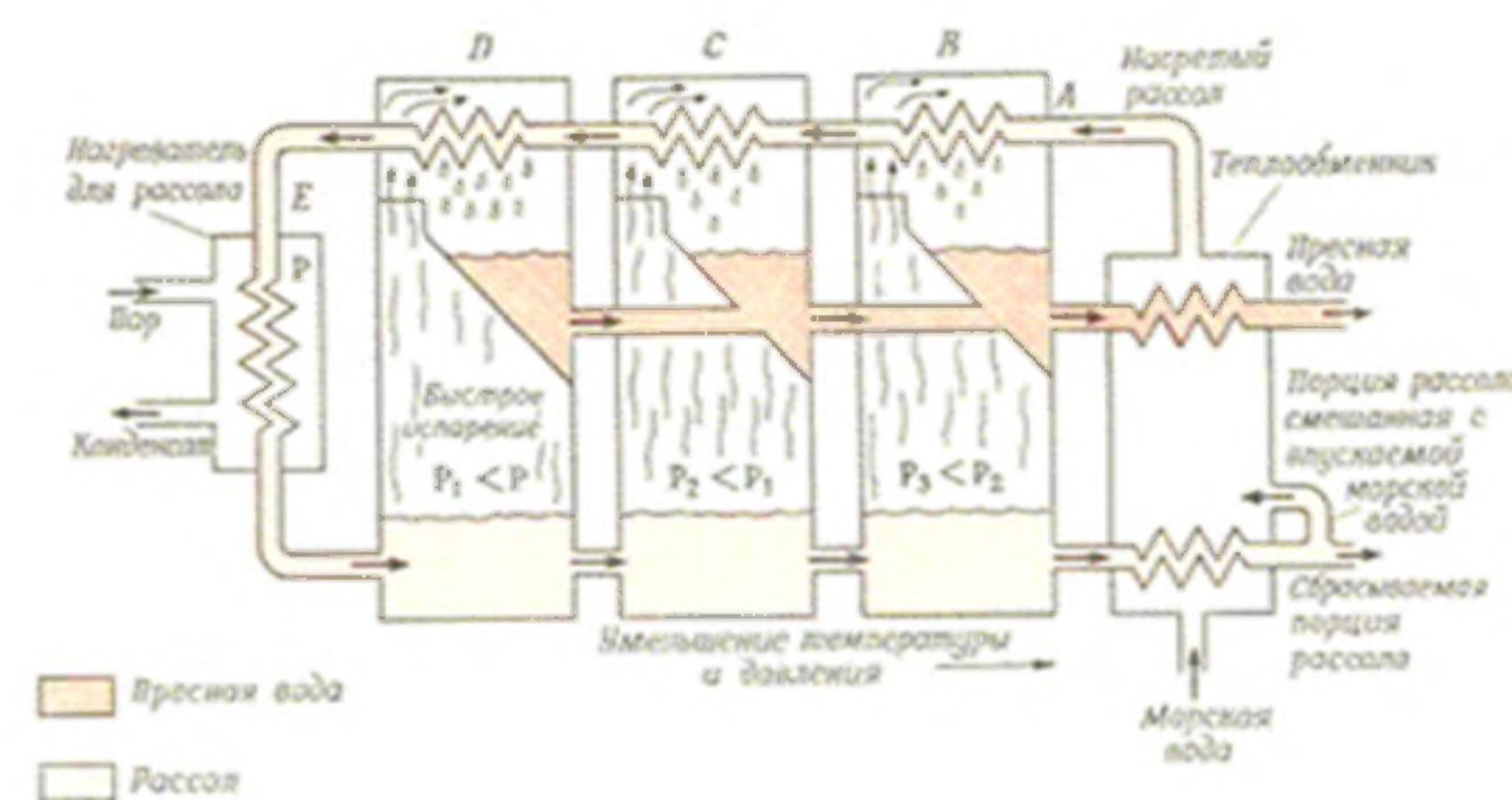


Рисунок 2 – Флэш – дистилляция

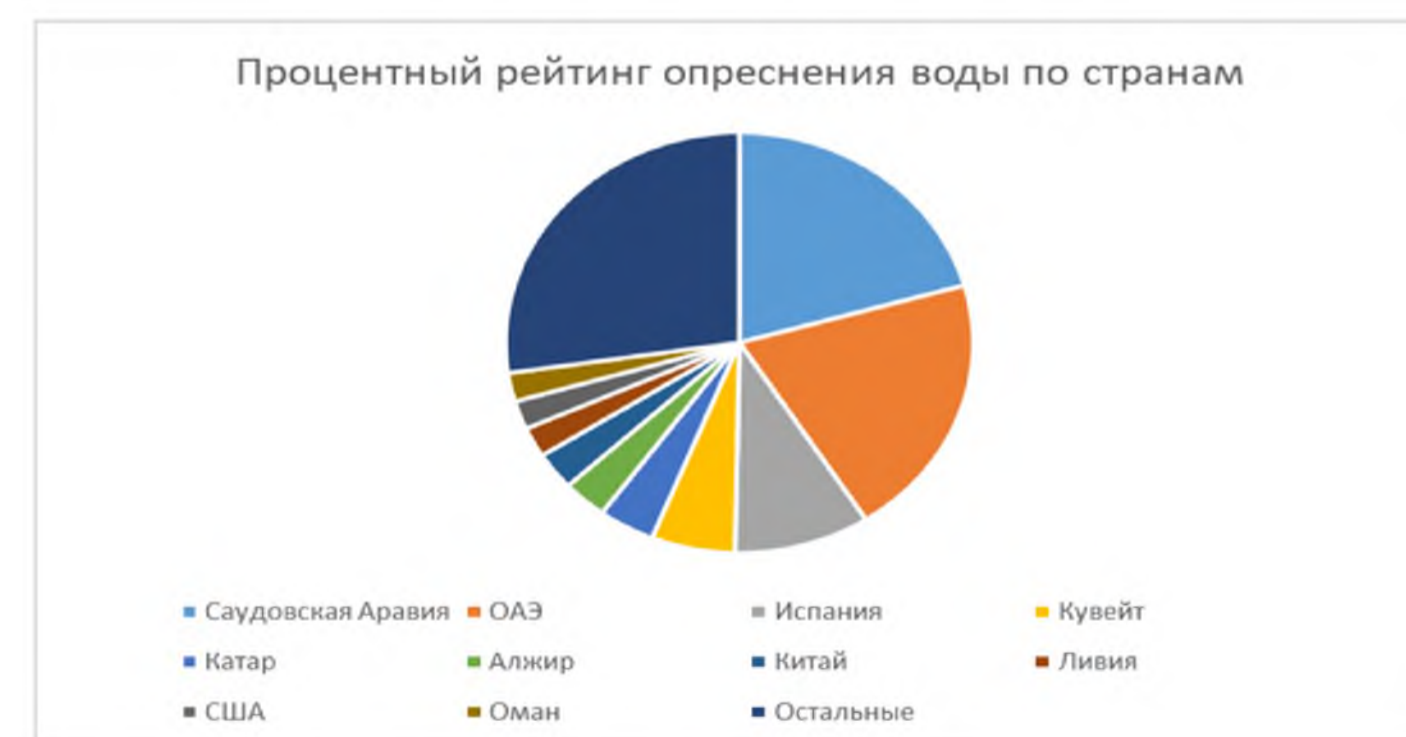


Рисунок 3 – Процентный рейтинг опреснения воды по странам

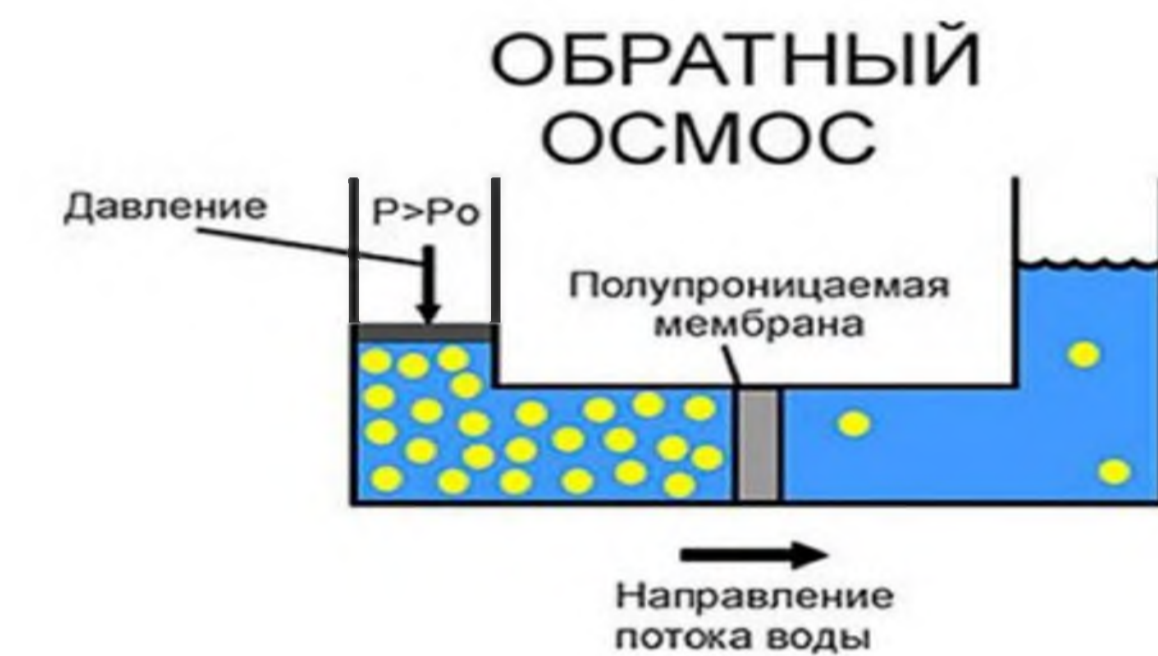


Рисунок 4 – Дистилляция методом обычного



Рисунок 5 – Распределение водных ресурсов по регионам РФ

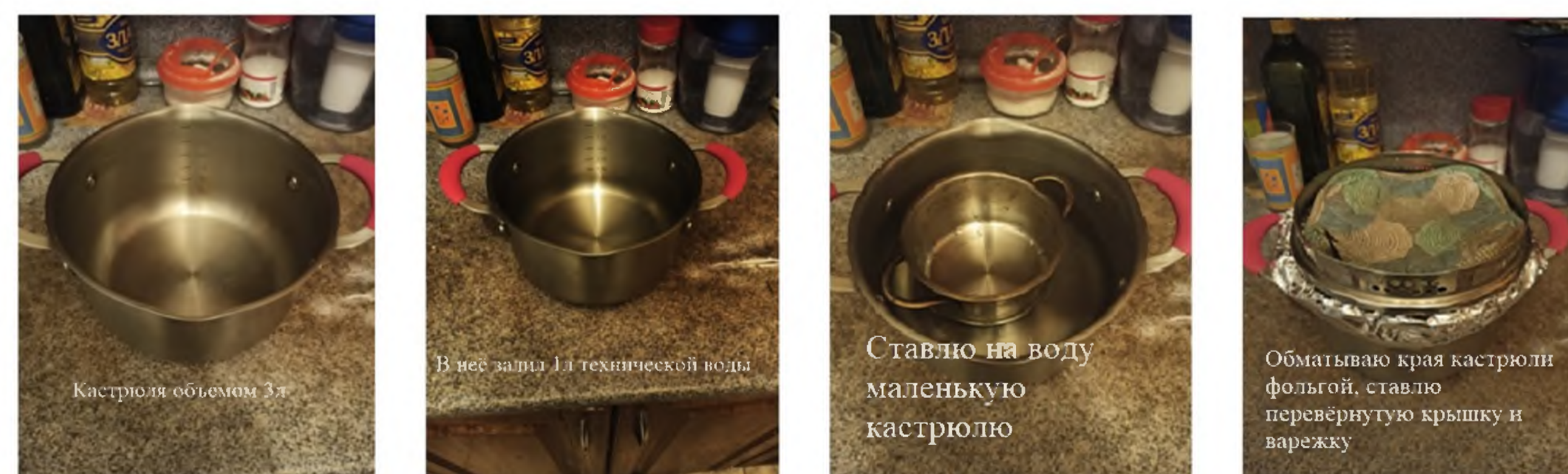


Рисунок 6 – Ход сборки установки для опыта обычной дистилляции в домашних условиях

Применение робототехнических средств на сборочных операциях

В.А. Косарев – ученик 9 «В» класса, школа № 302

М.Э. Создателева – магистрант кафедры электромеханики и робототехники – научный руководитель

Ю.Г. Васюнина – магистрант кафедры электромеханики и робототехники – научный руководитель

С каждым годом наблюдается все больший рост объемов производства, поэтому автоматизация, являющаяся одним из важнейших факторов повышения производительности и улучшений условий труда, становится ключевым фактором развития производств.

Доля процесса производства, которая напрямую связана с задачами взаимной ориентации, позиционирования, а также фиксации детали для получения конечного результата в виде готовой детали, соответствующей нормативно-технической документации, называют технологическим процессом сборки.

Промышленные РТС в независимости от метода и вида сборки, применяются для выполнения различного рода операций, например, транспортных, задач распознавания, позиционирования, контроля, проверки качества продукции.



Современные промышленные роботы повышают эффективность огромного количества факторов, влияющих на показатели производства, таких как качество и количество продукции, выпускаемой на предприятии, минимизация участия человека, а иногда и полная замена оператора на монотонных и тяжелых, опасных работах, помогают сэкономить материалы, финансы, а также затрачиваемую энергию, повышает условия труда

Рост процента производств, оснащенных методами и средствами автоматизации показывает, что робототехника является ключевой формой развития и удовлетворения потребностям современного производства

Рисунок 1. Применение промышленного робота на производстве.

Работу выполнил: Миронович Артем, ученик 9 класса, школа №253

Научные руководители: Борзяев Вадим, Филиповский Никита – магистранты кафедры №32 Электромеханики и робототехники

Применение датчиков умного дома для управления квартирой

Что такое умный дом?

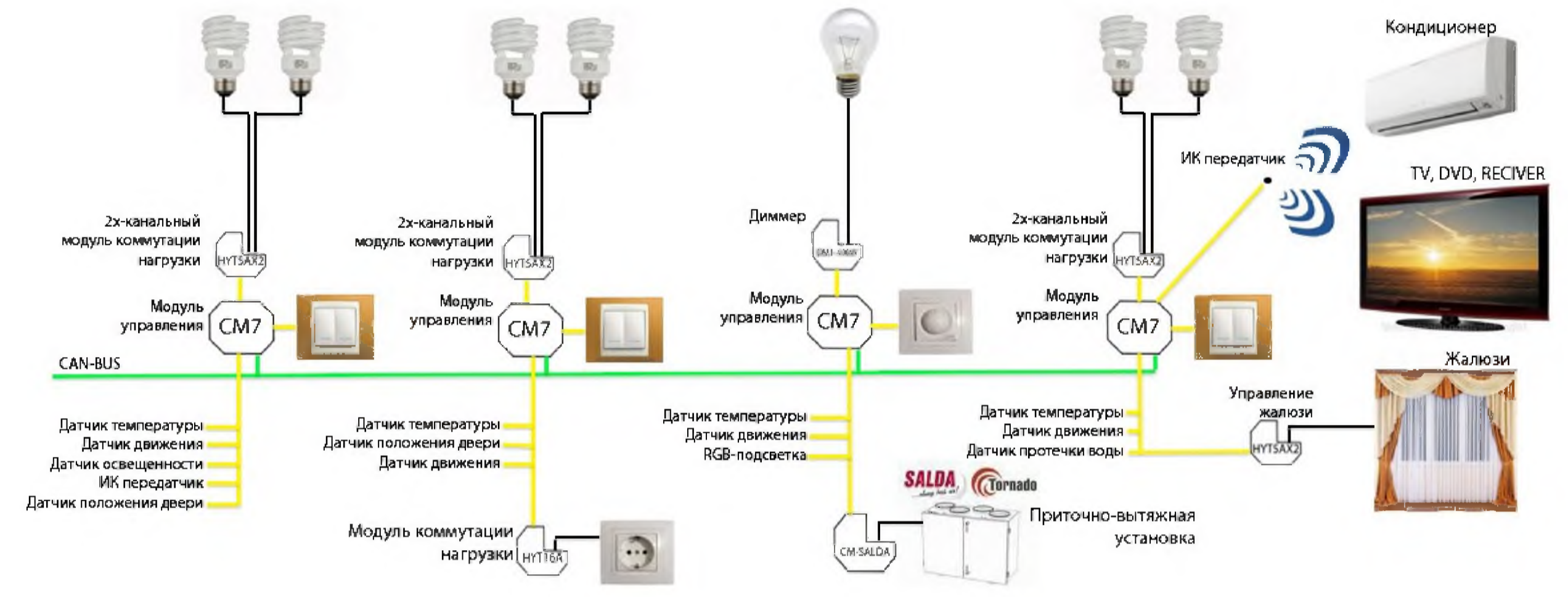
Умный дом – комплекс решений, которые позволяют автоматизировать оборудование в квартире. В умной квартире лампочками, розетками и электроприборами можно управлять, а система контроля работает благодаря множеству специальных датчиков.

Датчики для Умного дома

Клавиши не единственный способ управлять системой Умного дома, автоматизация дома без датчиков никуда, а системные устройства позволяют реализовывать самые изощренные решения.

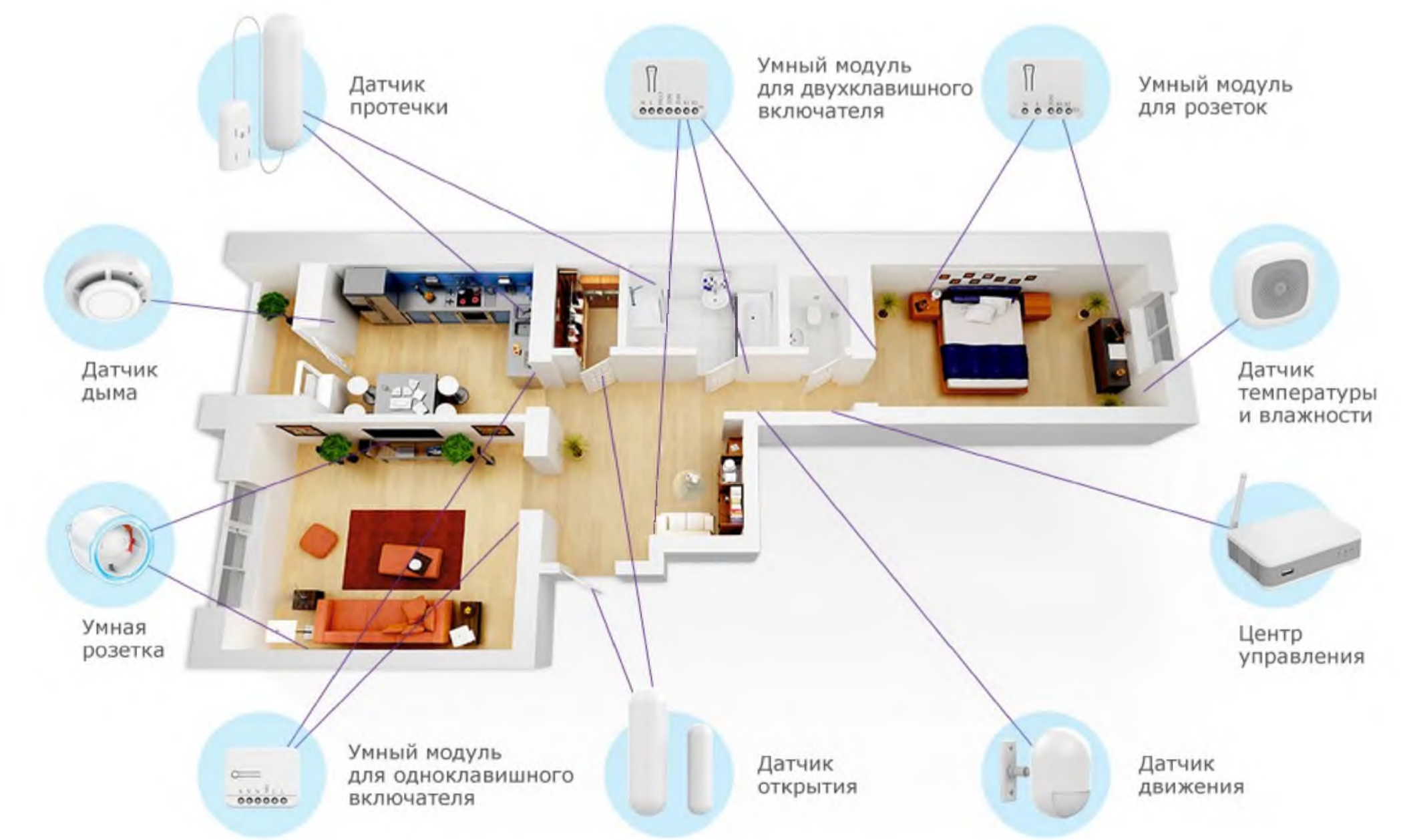


Пример подключения модулей управления, датчиков и исполнительных устройств



Датчики в умном доме

Датчиков для умного дома существует множество. Условно их можно разделить на две категории: датчики движения и датчики параметров среды.



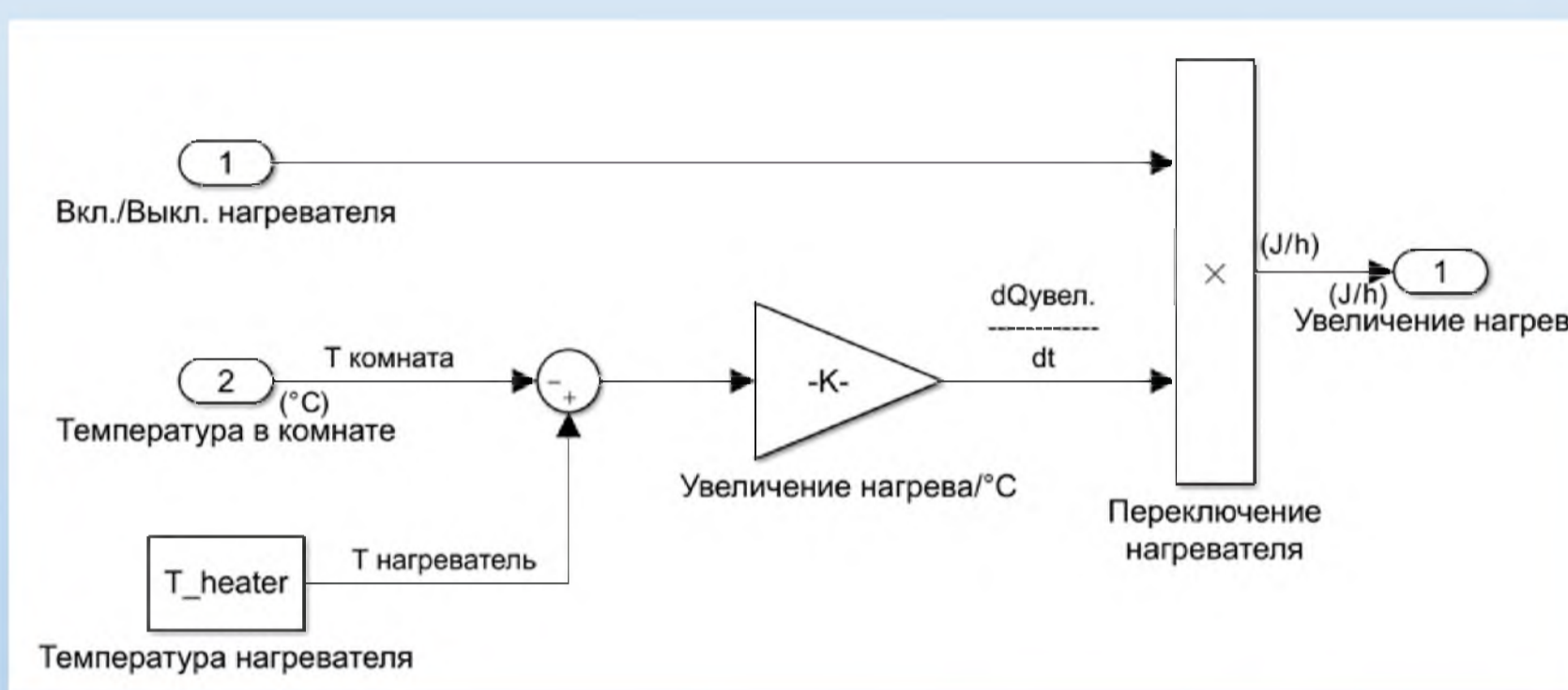
Работу выполнил: Миронович Максим, ученик 9 класса, школа №253.

Научные руководители: Шитов Даниил и Сотник Даниил, студенты кафедры №31 Управления в технических системах.

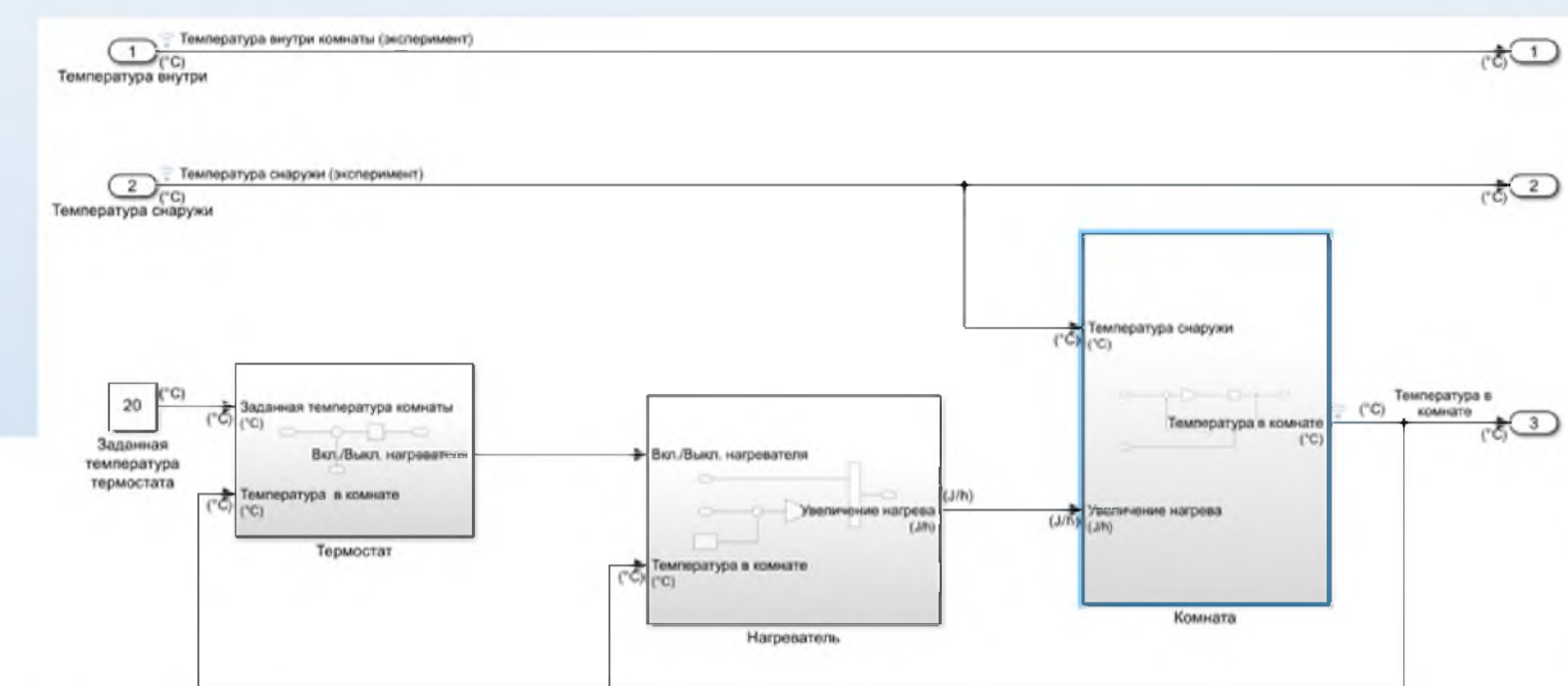
Системы автоматического управления температурой в жилом помещении в рамках системы «Умный дом»

Цель проекта: Исследовать системы автоматического управления температурой в жилом помещении в рамках системы «Умный дом»

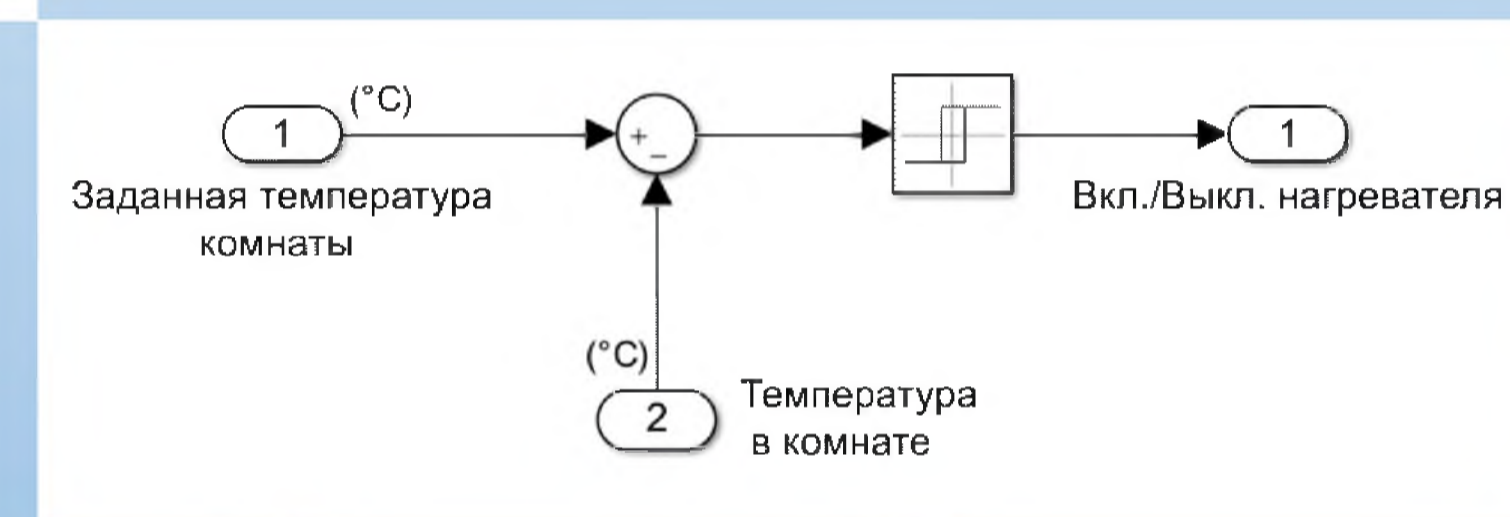
Актуальность данной темы: Технология «Умный дом» – это гарантия спокойствия хозяина. Человек больше может не волноваться обо всех процессах, которые происходят в помещении во время отсутствия всех членов семьи. Это залог максимальной безопасности, уюта и оптимального



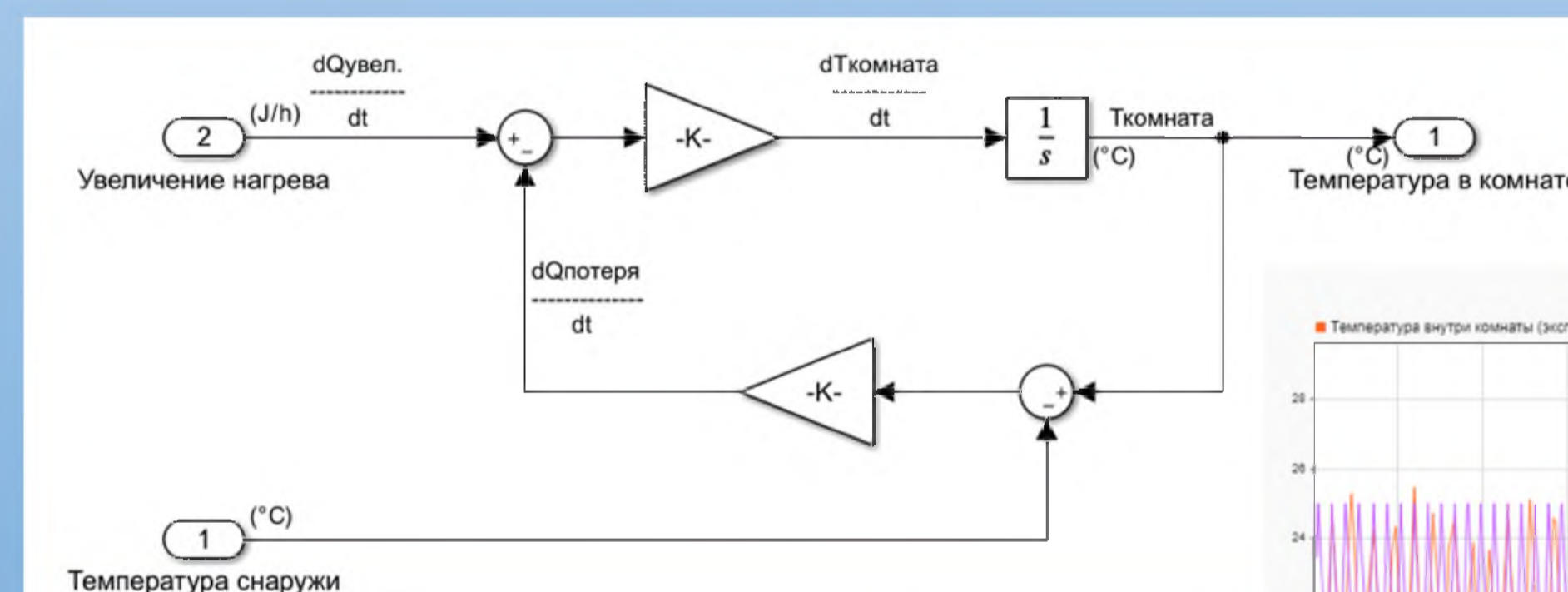
Подсистема «Нагреватель»



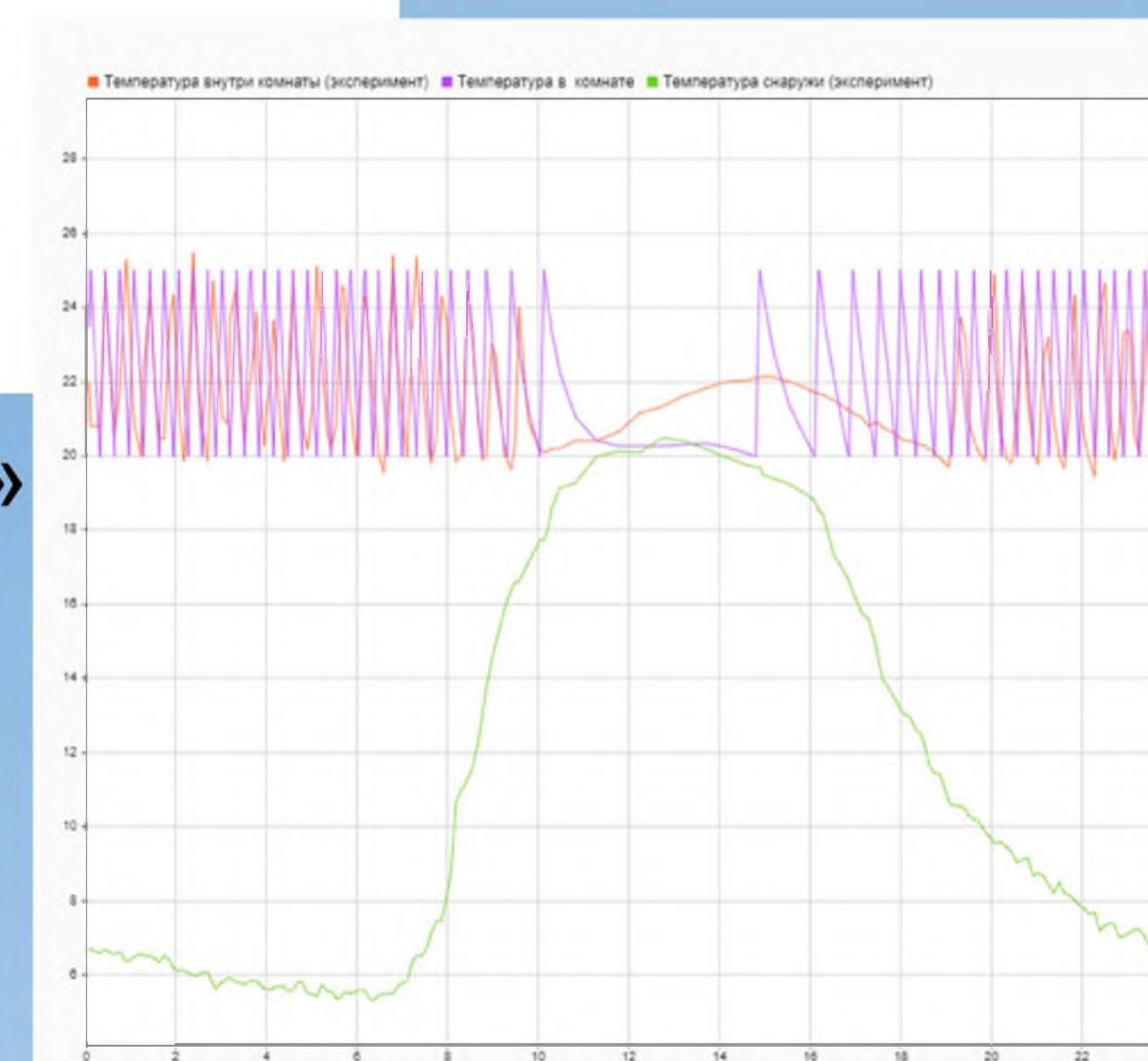
Система управления температурой в помещении



Подсистема «Термостат»



Подсистема «Комната»



Итоговые данные симуляции системы автоматического управления температурой в жилом помещении

Потребители электрической энергии и энергосбережение



- Снижение энергопотребления и рациональное использование энергоресурсов являются актуальными проблемами энергетической отрасли Российской Федерации. Добиться положительных результатов в этом вопросе можно, за счет внедрения инновационных способов энергосбережения и реализации организационных мер, направленных на экономию.

- Качество электрической энергии имеет различные параметры. Важными являются характеристики, которые зависят от технологии генерации, передачи, распределения, передачи и потребления энергии. К этим значениям (1 группа) относят: отклонения напряжения и частоты, несимметрию и колебания напряжения, отклонения от синусоидальной формы кривой напряжения.



Абрашев Владимир Андреевич
Ученик 10 класса, лицей №144
А.В Зенин, А.А. Орловцев, А.А. Соленьий, Г.А. Чемоданов
Студенты кафедры электроэнергетики и робототехники – научные руководители

Работу выполнили:
И. А. Антонов - ученик 10 класса ГБОУ
 СОШ №301 Санкт-Петербурга
М.И. Заикин, В.А. Шабанов – магистранты
 кафедры управления в технических
 системах – научные руководители

КОЛЛЕКТОРНЫЕ И БЕСКОЛЛЕКТОРНЫЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ ДЛЯ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Беспилотный летательный аппарат (БПЛА) – летательный аппарат, который не имеет экипажа на борту и обладает определенной степенью автономности.



В XXI веке большое распространение получили беспилотные авиационные системы. Одним из важнейших узлов беспилотного летательного аппарата (БПЛА) является двигатель. На промышленных и военных аппаратах в основном используются двигатели, работающие на топливе. Однако в последние годы все больше стали разрабатывать БПЛА на основании электродвигателей. Преимуществами таких двигателей являются высокий коэффициент полезного действия (КПД), малый, по отношению к двигателям, работающим на топливе, а также вес и отсутствие необходимости добавления резервуара для топлива.

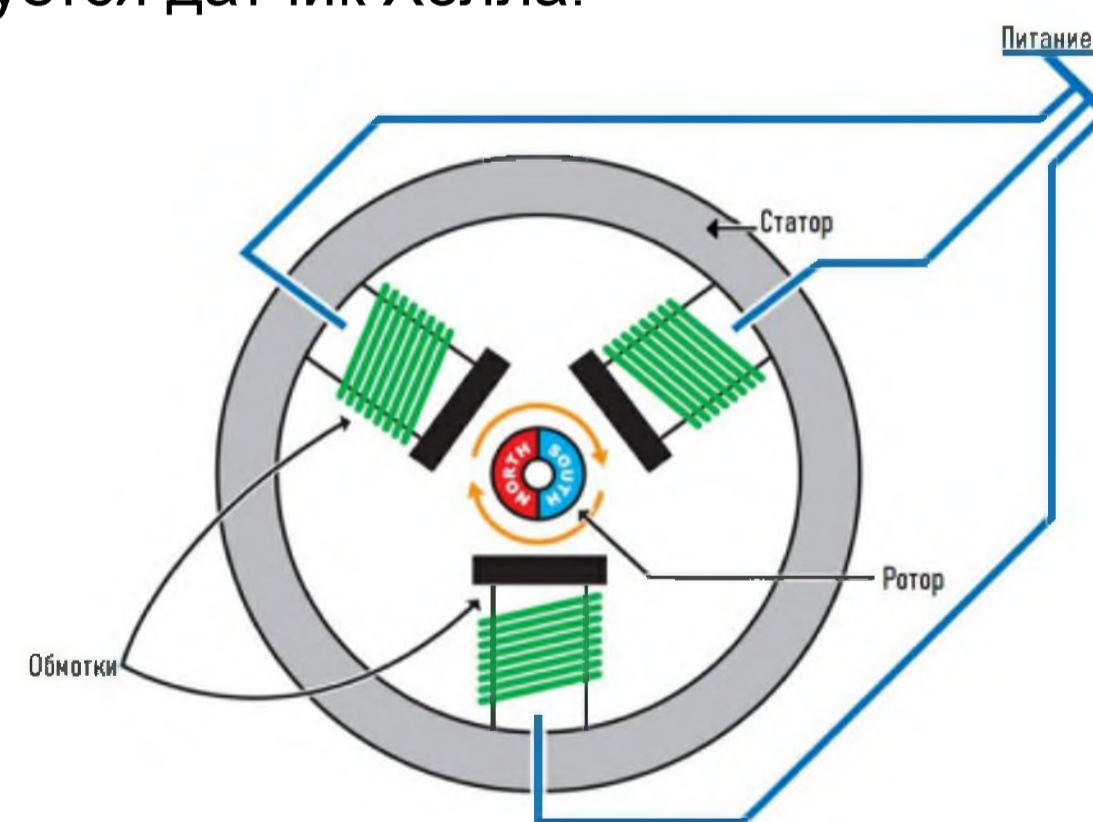
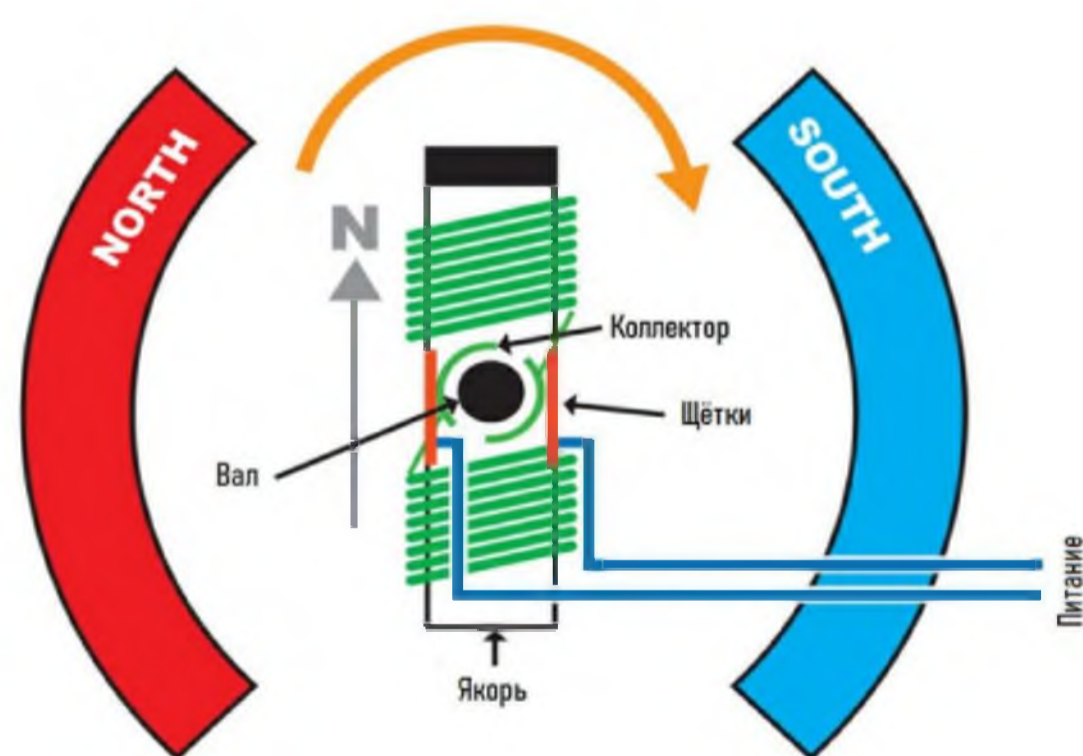
Электродвигатели постоянного тока

коллекторный

бесколлекторный

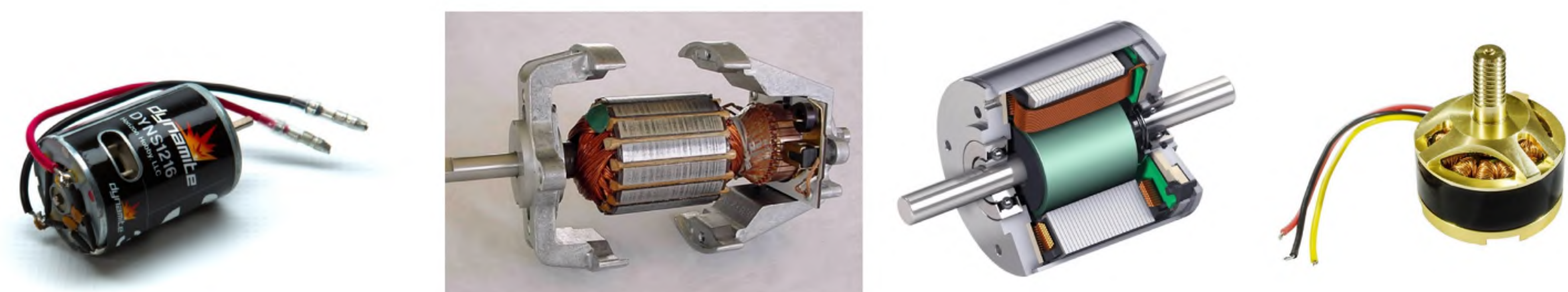
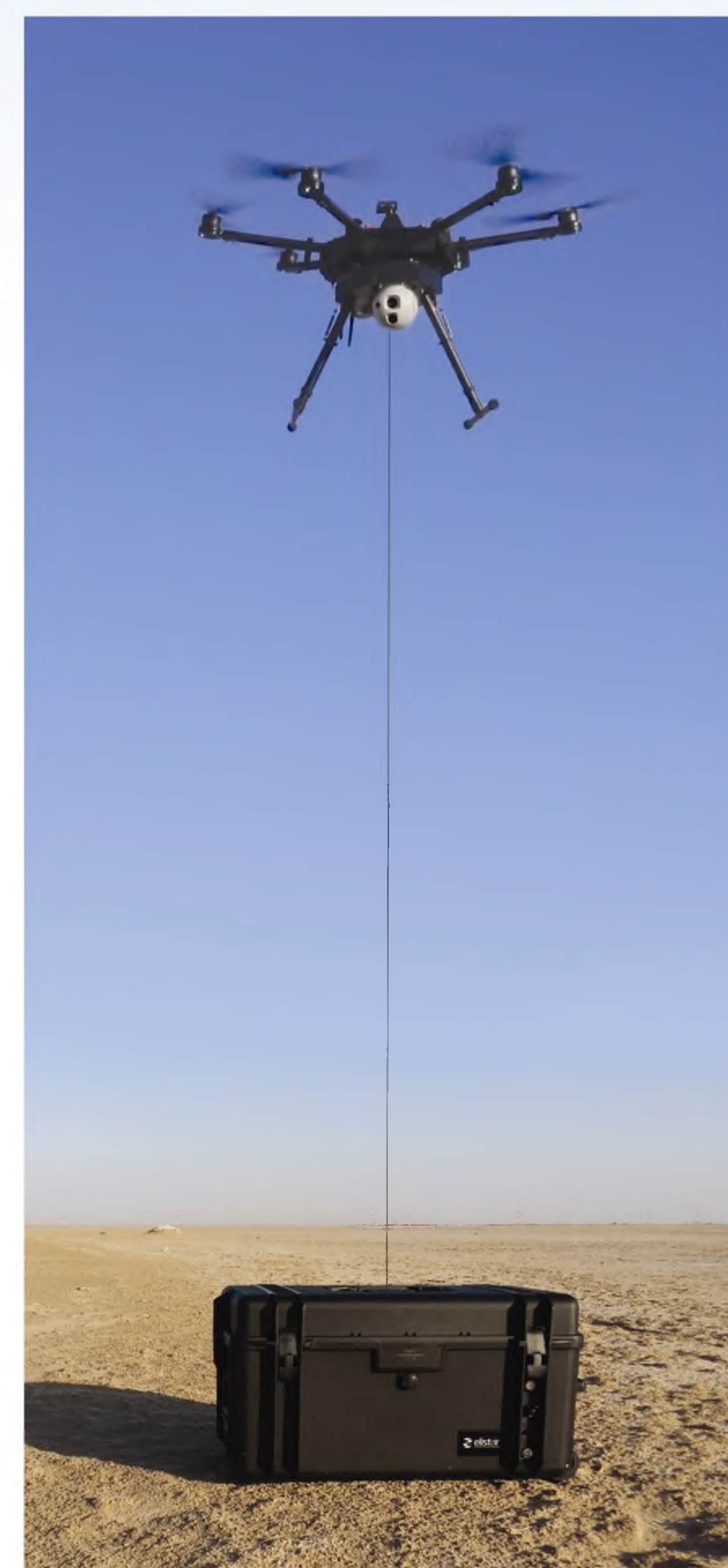
Коллекторный мотор состоит из двух основных частей: ротора и статора. Статором являются магниты, а основной деталью ротора является коллектор, на котором расположены коллекторные кольца. Кольца соединяются катушкой, проходящей между магнитами и попадающей в их магнитное поле. С помощью щеток на кольца подается электрический ток, в результате чего вращается коллектор. В центре коллектора расположен вал, выведенный наружу мотора.

Подобные моторы бывают двух видов: с внешним и внутренним ротором. Здесь катушки находятся на статоре, а магниты располагаются на роторе. Вращающееся магнитное поле создается обмоткой статора, при взаимодействии с которым магнитный ротор приходит в движение. Для правильного направления тока используется электронный контроллер, который использует датчик положения ротора. Чаще всего в качестве такого датчика используется датчик Холла.



- Плюсы бесколлекторного мотора:
- Надежность
 - Маленький вес
 - Отсутствие искрения
 - Небольшие габариты
- Минусы бесколлекторного мотора:
- Большая цена
 - Сложность в ремонте
 - Невозможность работы без регулятора

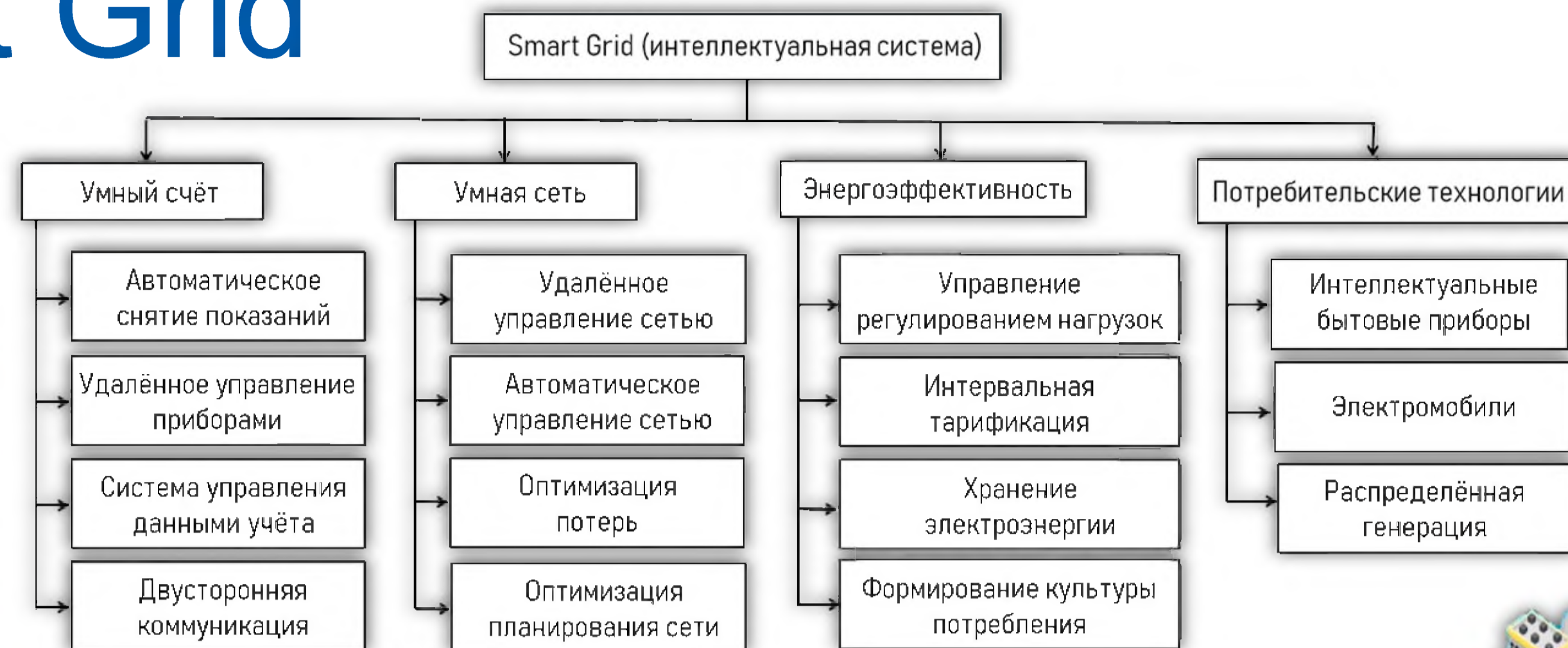
- Плюсы коллекторного мотора:
- Простота в ремонте
 - Небольшая цена
- Минусы коллекторного мотора:
- Искрение
 - Ненадежность щеток
 - Сильный нагрев
 - Неустойчивость к воде из-за отверстий для охлаждения



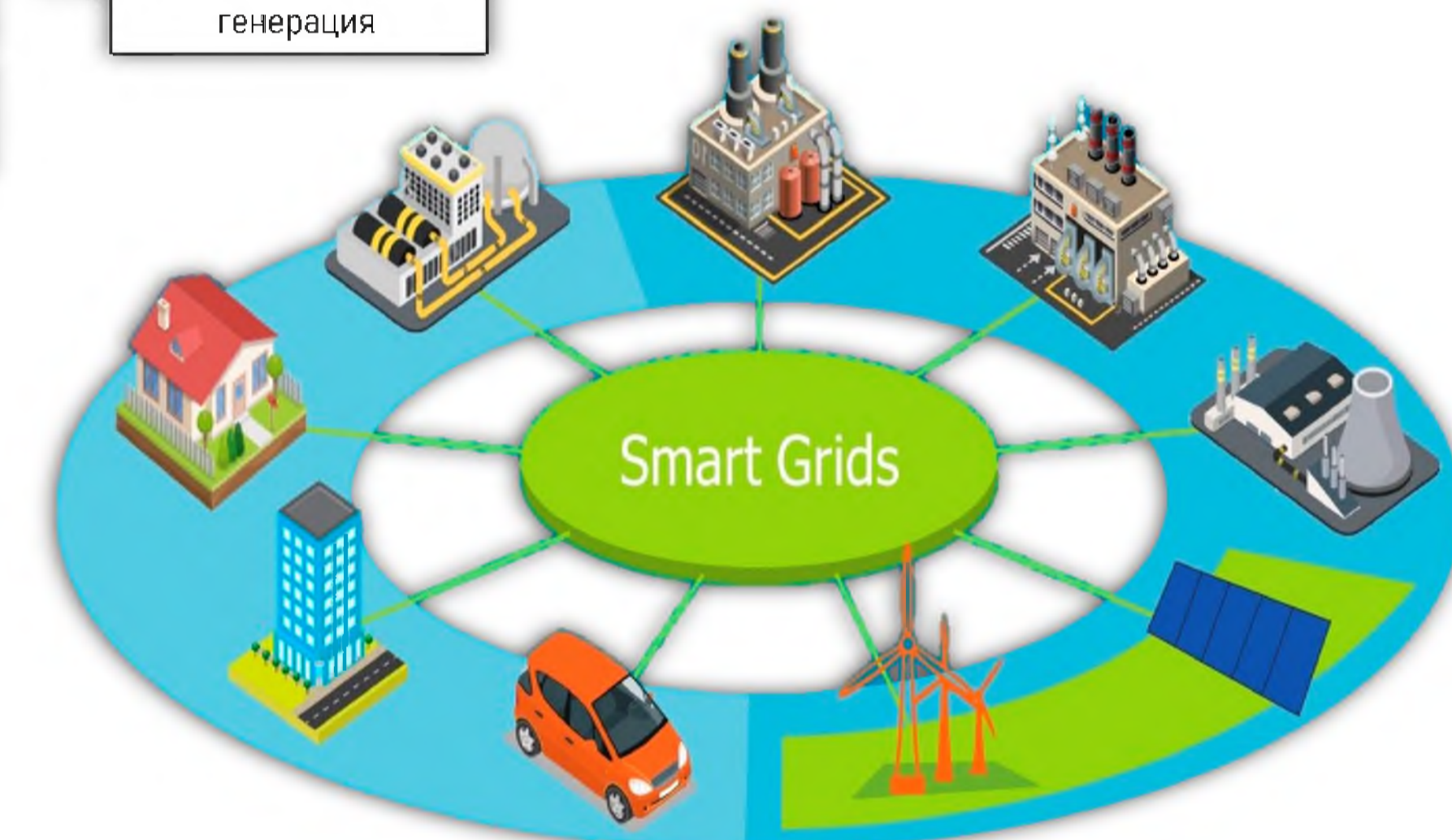
Smart Grid ("интеллектуальные сети электроснабжения") — современный комплексный подход к модернизации сетей электроснабжения, объединяющий сети и программные средства для сбора информации о производстве и потреблении энергии, позволяющие в автоматическом режиме регулировать использование энергии, повышая эффективность производства и распределения электроэнергии.



Smart Grid

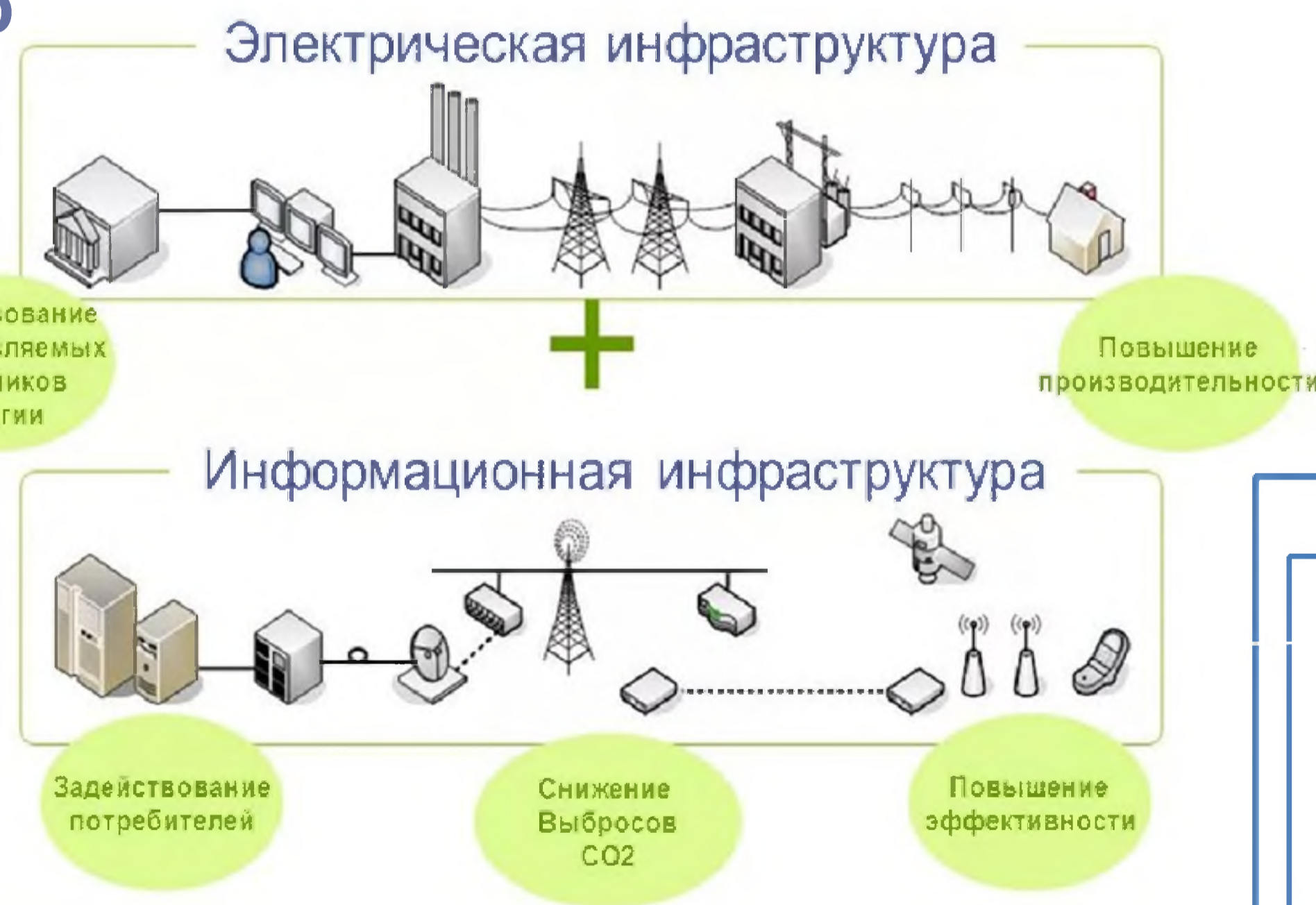
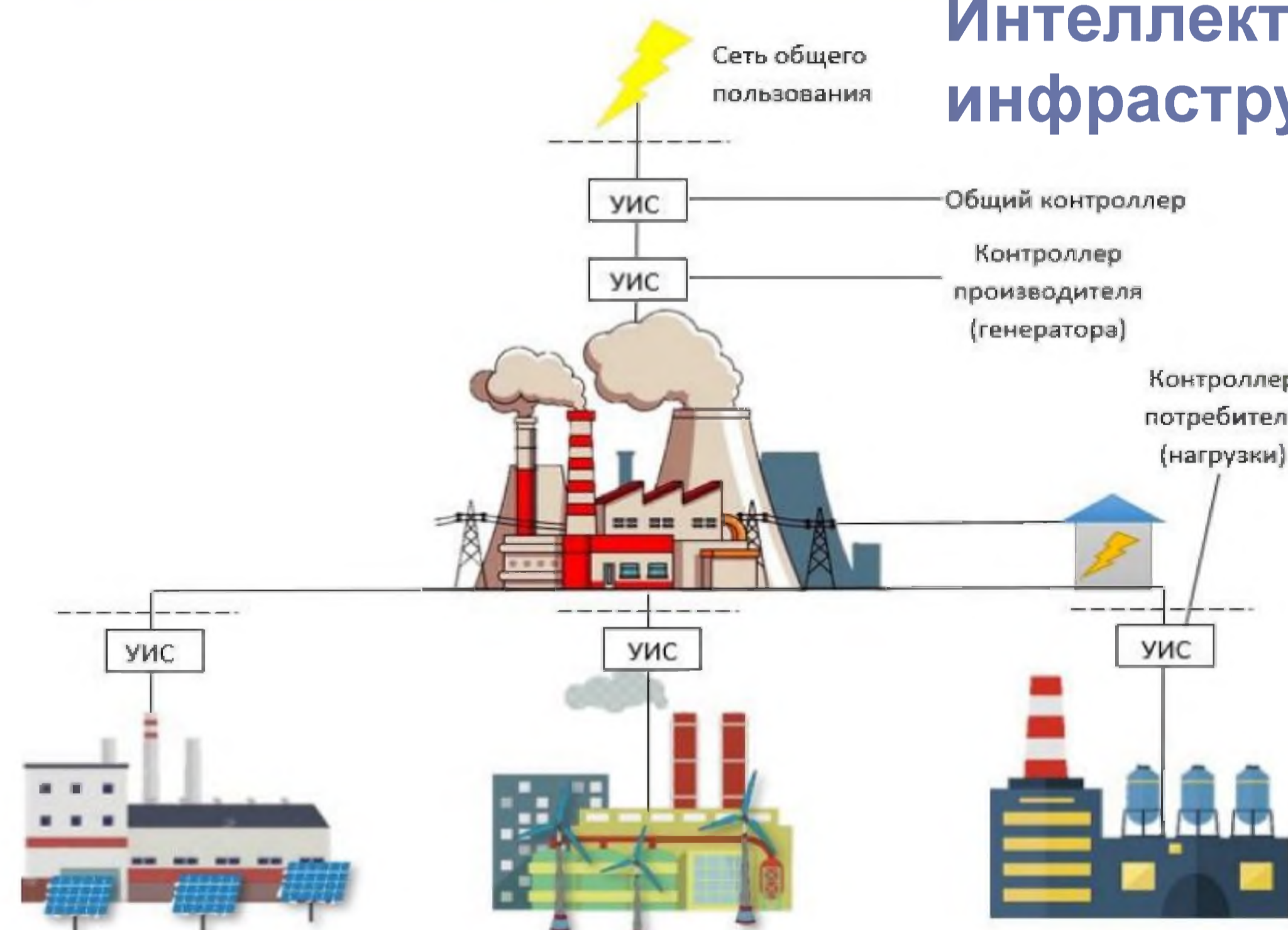


Микрогрид (microgrid) — обособленная энергетическая система, которая является комплексом объектов генерации энергии, источников гибкости электроэнергии и потребителей, подчиняющихся единому управлению для обеспечения удобного и эффективного потребления энергоснабжения.

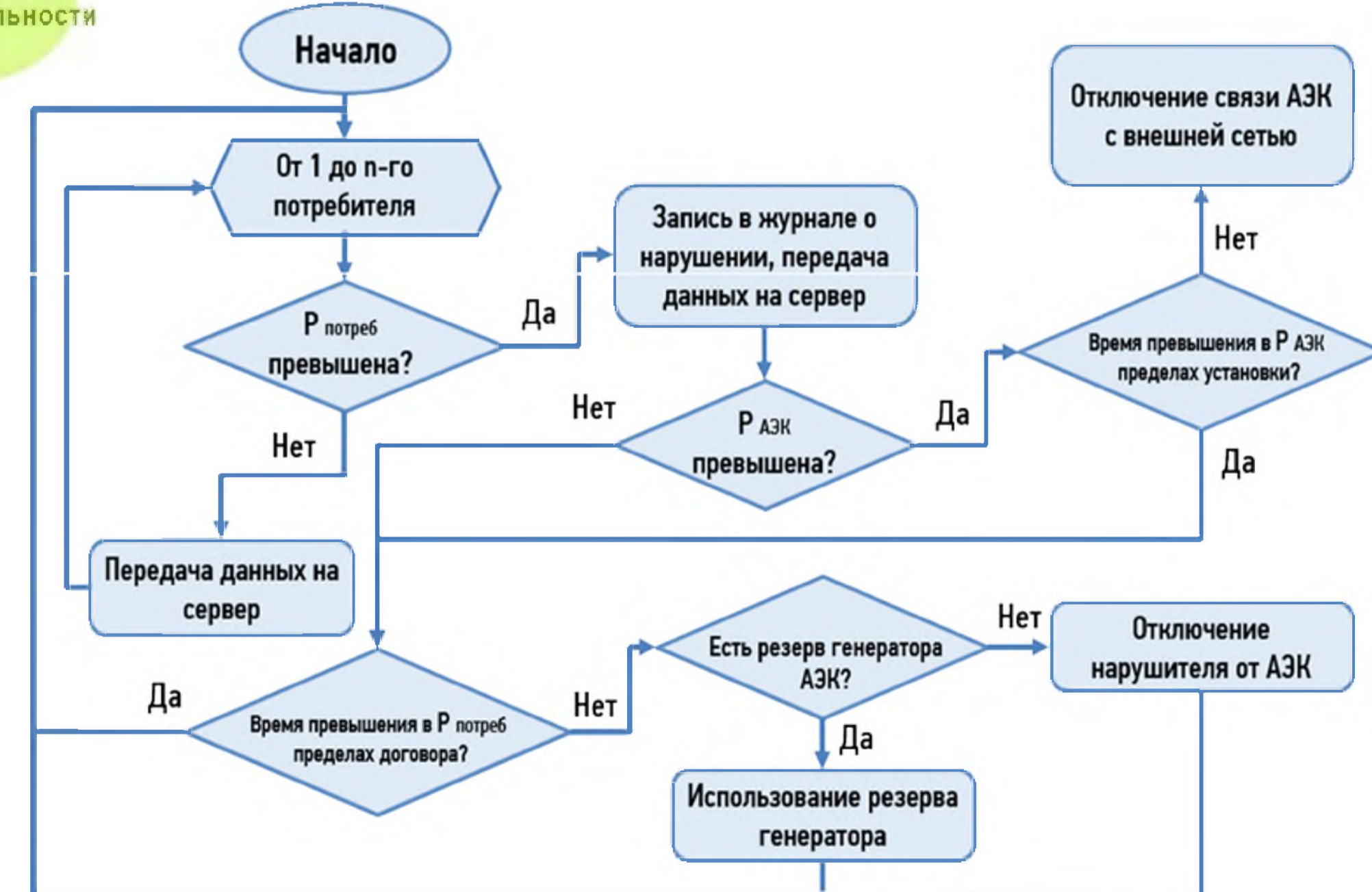


Активный энергетический комплекс (АЭК) — один из видов микрогрида, применяющийся в основном промышленными предприятиями и коммерческими потребителями, в котором объединены разнообразные субъекты (производителей и потребителей электричества и мощности), вступающие в экономические отношения, связанные с потреблением энергии и мощности внутри микрогрида и из внешней сети.

Интеллектуальная сеть энергоснабжения – это интеграция двух инфраструктур



Управляемое интеллектуальное соединение (УИС) — программно-аппаратный комплекс, поддерживающий параметры перетока мощности от ЕЭС к АЭК в пределах разрешенной мощности АЭК и регулирующий производство вместе с потреблением энергии, обеспечивая возможность изменения режима потребления электричества внутри комплекса.

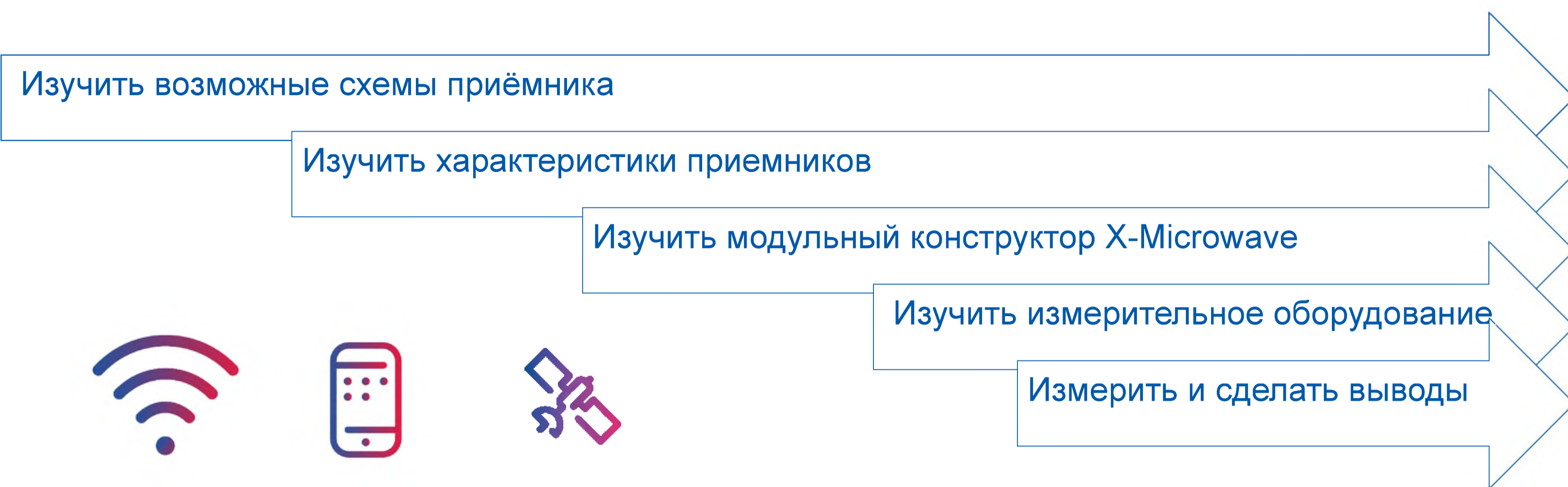


В России до 2023 года АЭК будут функционировать в пилотном режиме. Развитие микрогридов в России до 2030 года в основном будет определяться ростом производства и спросом на мощности у новых промышленных и коммерческих потребителей, а также повышающимся уровнем энергозатрат.

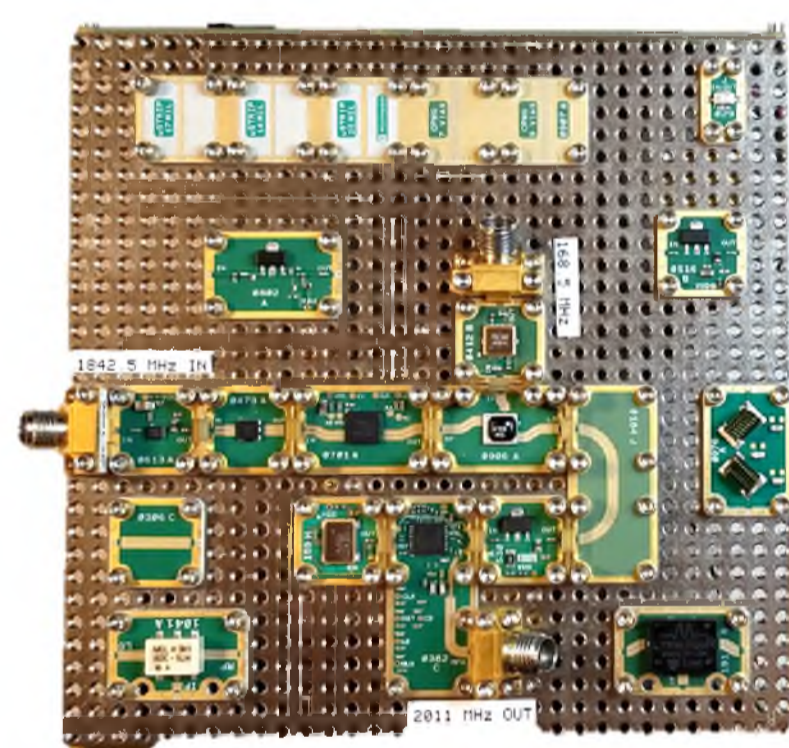
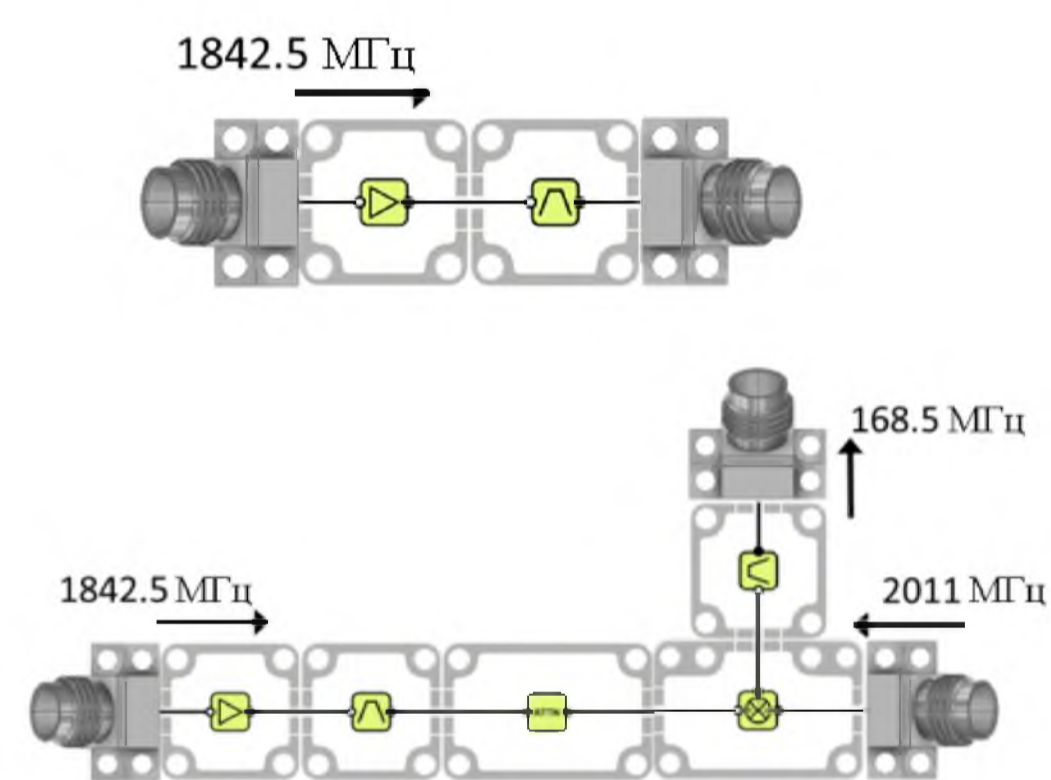
Дополнительный рост спроса на разработку технологически новых АЭК связан с развитием экономики в сферах с повышенными требованиями к качеству электричества и надёжности энергоснабжения, из-за чего в России всё чаще траты, связанные с электроснабжением из сети, получаются больше, чем стоимость организации собственной генерации в микрогриде.

Исследование двух структурных схем 5G-приёмника

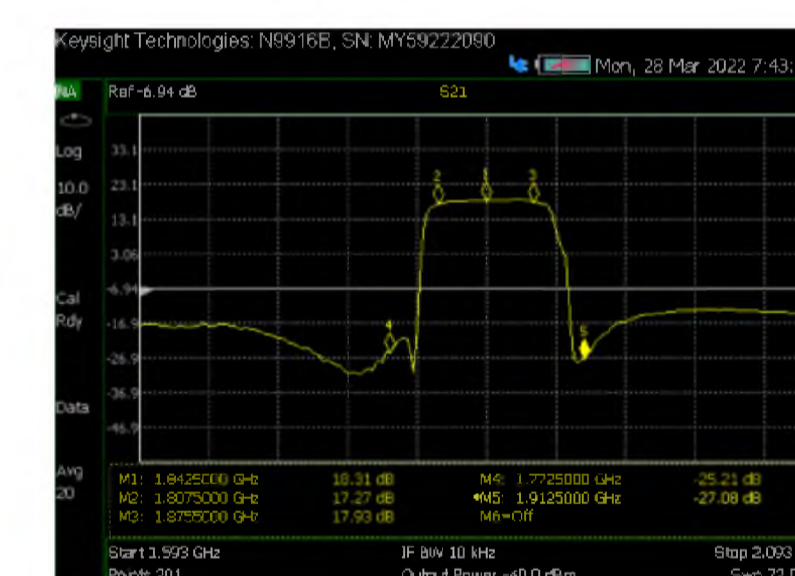
Что для этого нужно?



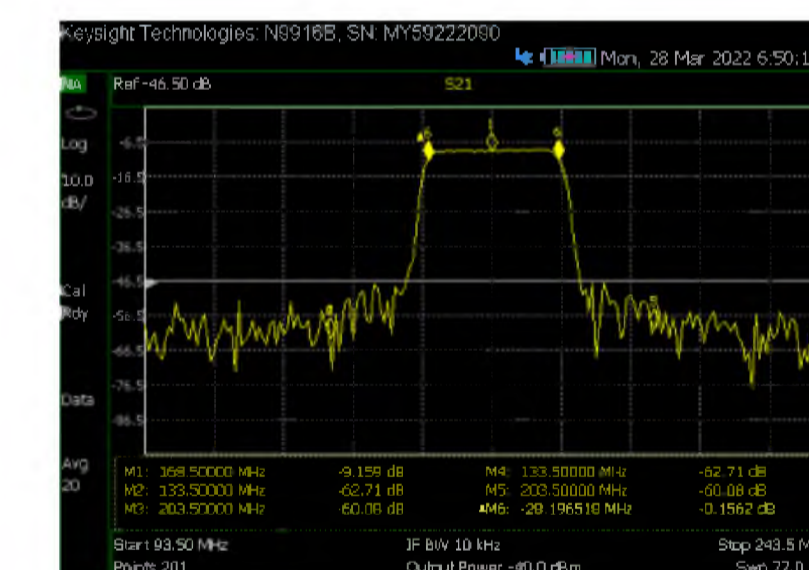
Что я делала?



Приемник прямого усиления



Супергетеродинный приемник

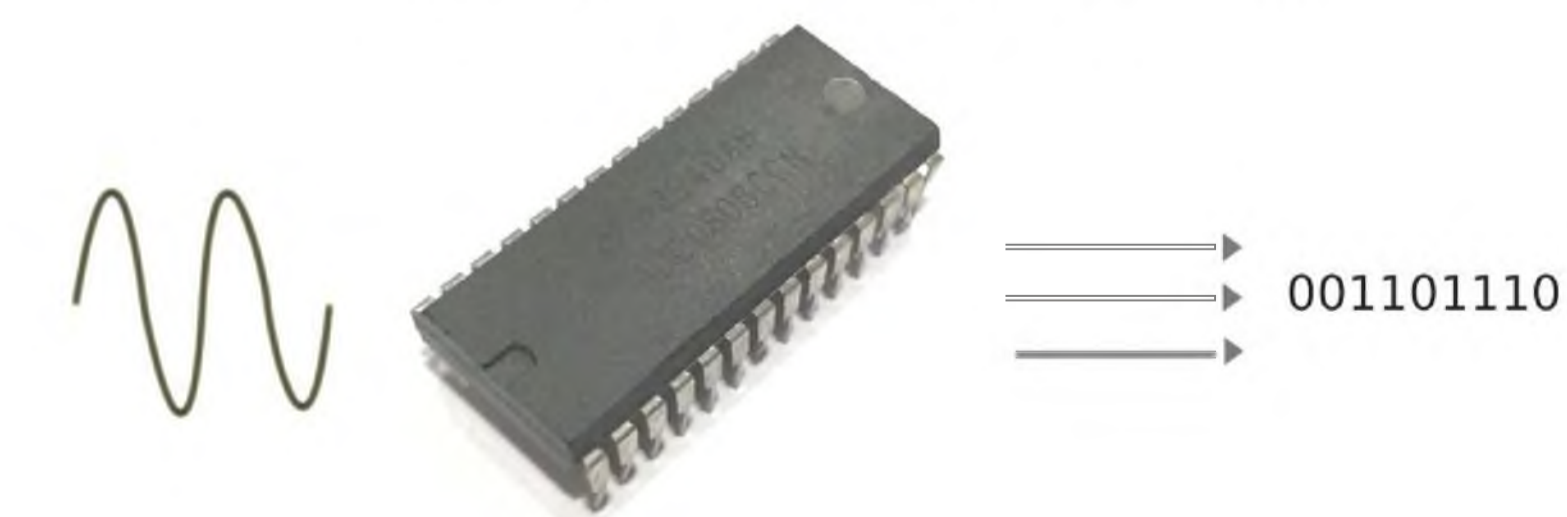


Что получилось?

Супергетеродинная архитектура подходит для реализации 5G-приёмника. Поднесущие являются близкими по частотному диапазону. Также, достоинством такой архитектуры является минимальных требований к быстродействию АЦП, что приводит к уменьшению энергопотребления. Супергетеродинные приёмники характеризуются высокими показателями качества, однако имеют более сложную схему. Входная цепь (ВЦ) и УРЧ осуществляют усиление и предварительную селекцию сигналов, что способствует уменьшению искажений в смесителе преобразователя частоты (ПЧ).

Приёмники прямого усиления просты. В них отсутствует высокочастотный зеркальный канал и комбинационные помехи. Чувствительность ограничена уменьшающимся с повышением рабочей частоты усилением, а селективность – возможным числом фильтров и трудностью сопряжения большого элементов. Также в такой схеме необходимо использовать ресурсоемкие высокоскоростные АЦП.

Analog to Digital Converters



ТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В СИСТЕМАХ НАВИГАЦИИ АВТОНОМНОГО ТРАНСПОРТА

Выполнил работу: (ученик лицея №144) Головков Роман

Научный руководитель: Кузнецов Лев

Введение:

В последнее время мы все чаще слышим про автономные автомобили. Данная отрасль активно развивалась последние 20 лет. Такому резкому развитию данной сферы поспособствовало расширение возможностей технологий, связанных в первую очередь с машинным обучением и системами навигации автономных систем. Системы навигации являются неотъемлемой частью любой автономной мобильной системы.

Существующие решения:

Авторы статьи классифицируют транспортные средства на 5 уровней автоматизации. В данной статье будут рассматриваться технологии, которые могли бы использоваться для полностью автономного транспортного средства, то есть 5-ого уровня по предложенной классификации. На сегодняшний день создается множество коммерческих решений в данной области. Рассмотрим некоторые из них. Современным лидером по созданию беспилотных транспортных средств является Tesla. Компания Tesla представила свою первую версию автопилота в 2014 году. Tesla использует связку из LIDAR датчиков, ИК сенсоров, камер и ультразвуковых датчиков.



Рис. 1 Автомобиль компании Tesla

Российская компания Яндекс также представила свой беспилотный автомобиль в мае 2017 года. Он оснащен LIDAR датчиком, камерой и ИК сенсором. Летом 2019 года начались тестирования беспилотного автомобиля Яндекса 4 уровня автономности на дорогах Москвы. Внешний вид данного решения представлен на рисунке.

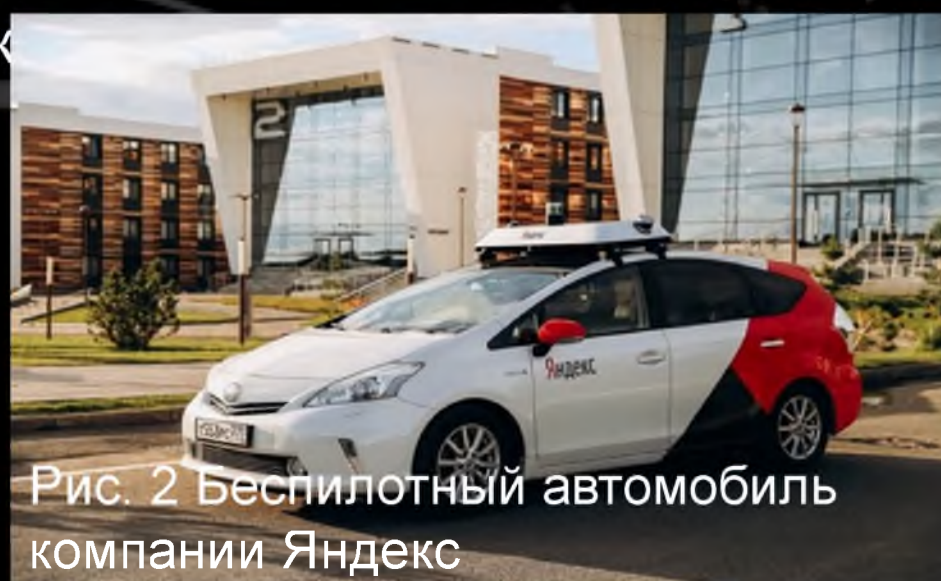


Рис. 2 Беспилотный автомобиль компании Яндекс

Аппаратное обеспечение:

Для начала вкратце разберемся как устроен беспилотный автомобиль. Как можно видеть Есть принимающие устройства такие как: LIDAR, обычная камера и IR sensor. LIDAR — это датчик, используемый для замера расстояния до какого-либо препятствия путем отправления луча света и измерения времени на его возврат, выводом лидара является 3D сцена или так называемое облако точек. Камера позволяет машине “видеть” обстановку окружающей среды.

IR sensor или ИК сенсор в автономных автомобилях нужен для обнаружения препятствий, его скорости и направления. Основной задачей ИК сенсоров является обнаружение препятствия на большом расстоянии примерно от 300 метров. Кроме того, ИК сенсоры можно настроить на меньшую дальность, но тогда не будет данных о объектах на расстоянии. Главным недостатком ИК сенсоров является проблема в понимании формы и размеров объекта. После получения всех данных с датчиков они отправляются к нейронной сети на обработку.



LIDAR



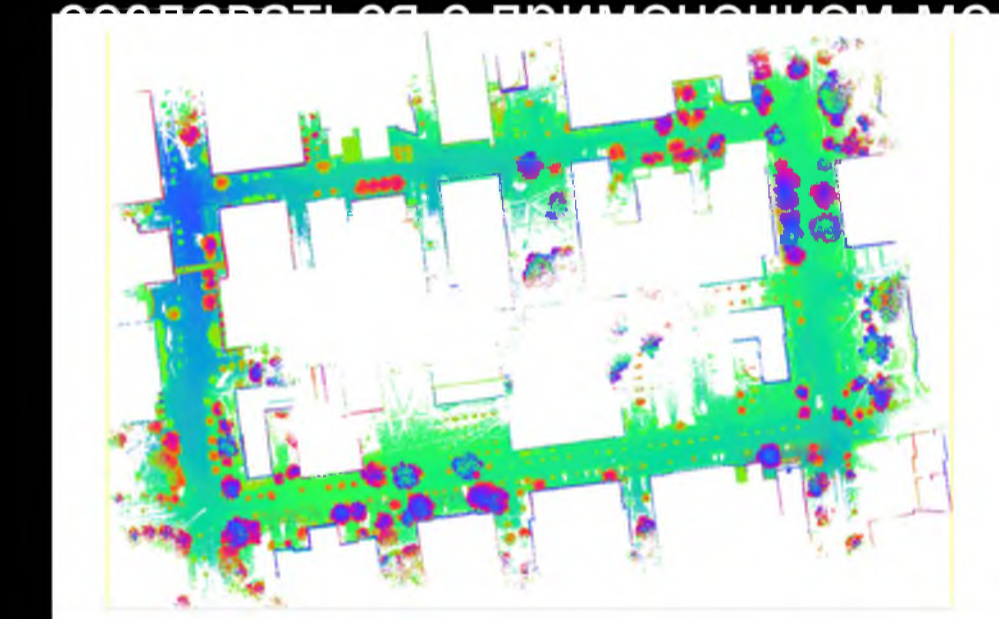
ИК сенсор

Программное обеспечение:

Для задач локализации и навигации в автономных транспортных средствах, как и в мобильных робототехнических системах используются различные так называемые SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) методы. Они позволяют в реальном времени решать задачи локализации, навигации и построения карты местности. В основном данный подход используется в автономных транспортных средствах для решения задач навигации по заранее известной карте и во избежание столкновений с динамическими препятствиями. В беспилотных автомобилях в качестве глобальной карты могут использоваться различные карты улиц, таких как Open Street Map или Google maps. Для получения глобальных координат автомобиля в таком случае будет использоваться GPS.

Недостатком подобного подхода может являться неточность GPS, ошибка позиционирования которого может достигать от 7 до 13 метров в городских условиях без использования дополнительных систем позиционирования. В свою очередь авторы произвели сравнения позиционирования при помощи GNSS (Global Navigation Satellite System) и системы GNSS с использованием IMU (Inertial measurement unit) или другими словами гироскопа. В таком сочетании авторам удалось достичь ошибки позиционирования в несколько десятков сантиметров, в то время как ошибка позиционирования по спутниковой системе составляла до нескольких метров.

Для обеспечения более высокой точности локализации транспортного средства используются трехмерные карты местности, построенные заранее при помощи упомянутых выше аппаратных средств. Так, авторы статьи демонстрируют создание трехмерной карты признаков в городских условиях. Подобная карта может использоваться в качестве модели машинного обучения для классификации облака точек. Пример такой карты показан на рисунке.



Детектирование объектов помогает автономному транспорту лучше ориентироваться в условиях окружающей среды. С помощью распознанных объектов можно позиционироваться в пространстве, избегать динамических препятствий, предугадывать изменение окружающей среды. Помимо этого, можно обучать модели машинного обучения распознавать дорожные знаки или дорожную разметку для соблюдения правил дорожного движения.

Заключение:

В статье были рассмотрены технологии как аппаратного обеспечения, так и программного обеспечения, которые используются на сегодняшний день в беспилотных транспортных средствах. Направление разработки беспилотных транспортных средств является важным и поможет человечеству в будущем сократить количество транспортных происшествий, снизить риски перевозки людей и транспортировки грузов.



Работу выполнила: Палесика А.А., ученица ГБОУ школы №219, palesikaanna@gmail.com

Научный Руководитель: Козырь П.С., магистр кафедры Электромеханики и робототехники ГУАП

Задачи проекта:

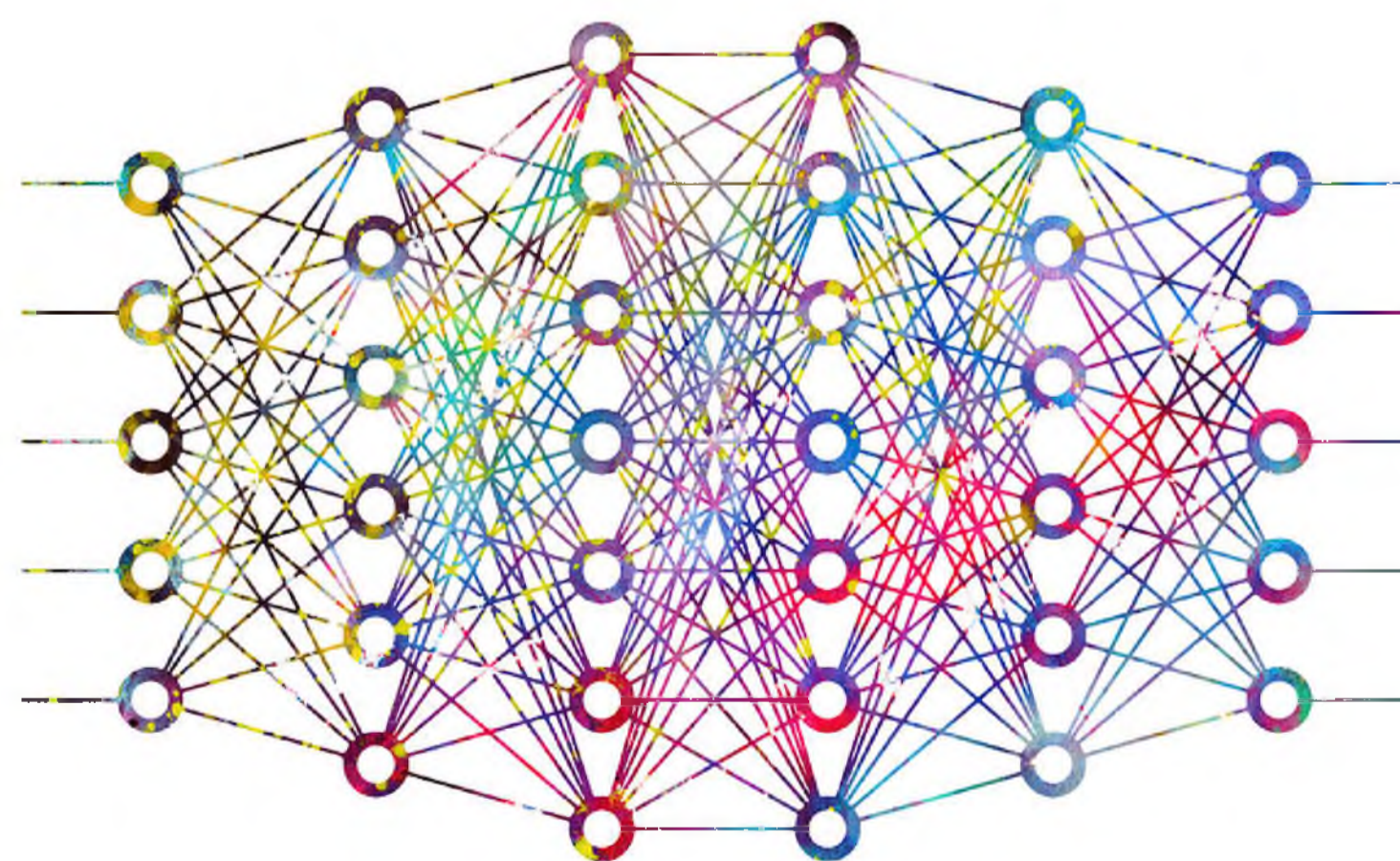
1. Ответить на вопрос «Что такое нейронные сети?»
2. Изучить применение нейронных сетей в распознавании объектов
3. Изучить виды нейронных сетей.
4. Узнать, где применяются нейронные сети
5. Изучить структуру классификации изображений

Цель использования НС:

Целью является частичная или полная автоматизация решения сложных профессиональных задач в самых разных сферах.

Нейронные сети находят свое применение в таких приложениях как:

- Распознавание образов, жестов, речи, рукописного ввода
- Техническая и медицинская диагностика
- Прогнозирование временных рядов
- Биоинформатика

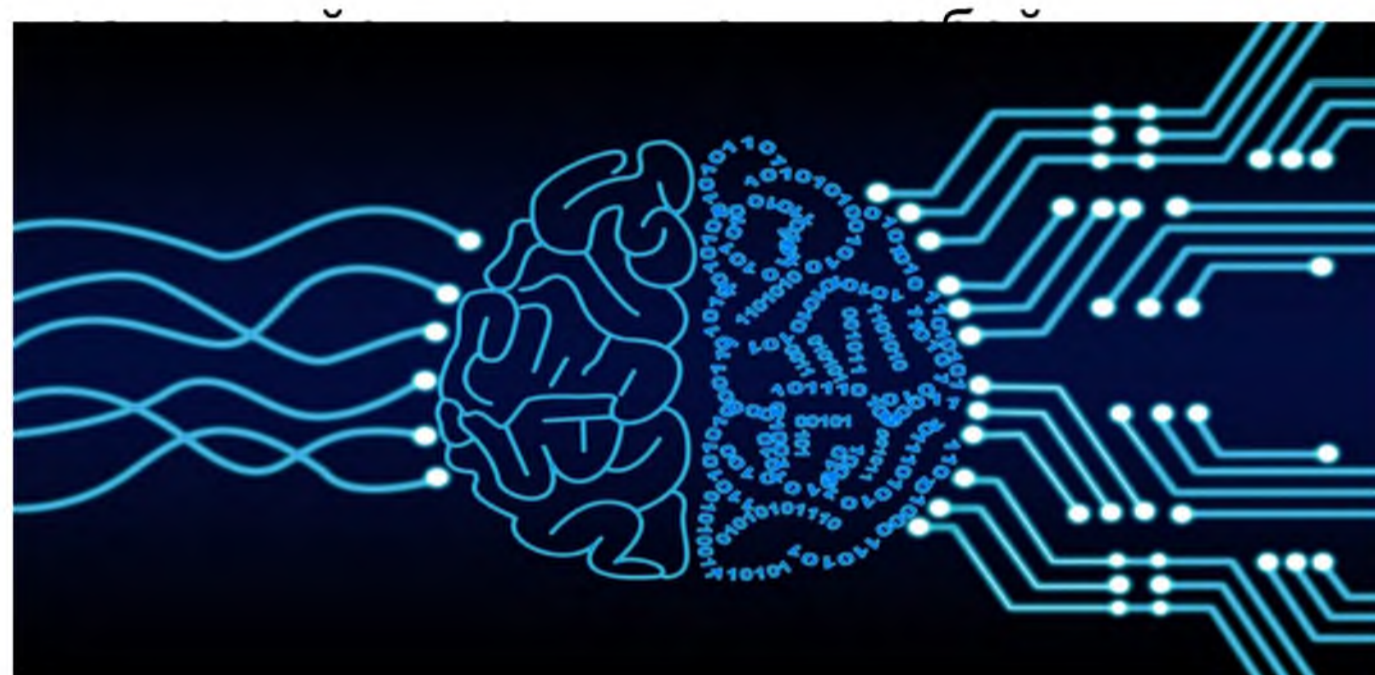


Актуальность:

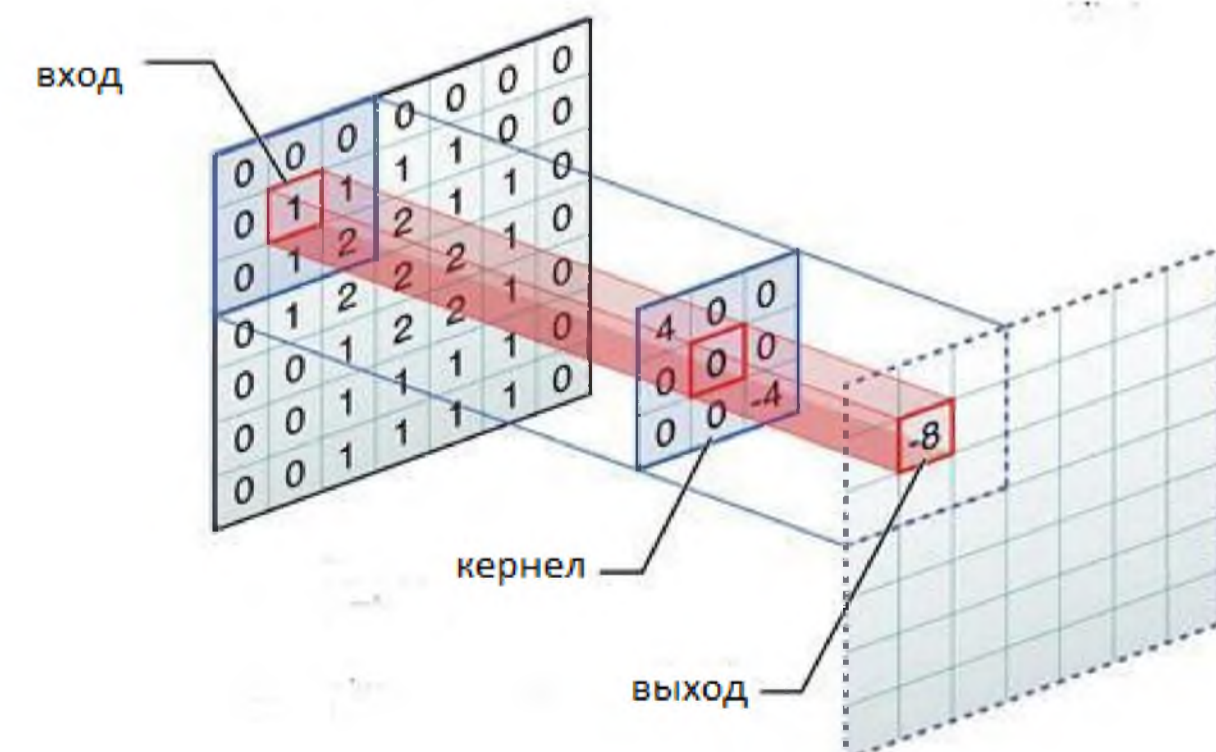
В настоящее время актуальной задачей является создание приложений компьютерного зрения. Наиболее высокой точностью распознавания объектов на изображении, характеризуются системы, основанные на нейронных сетях.

«Что такое искусственная нейронная сеть?»

Искусственная нейронная сеть — это упрощенная модель биологической нейронной сети, представляющая собой совокупность искусственных нейронов,



Анализ изображений — одна из наиболее востребованных областей применения нейронных сетей. Хотя генерация изображений, их обработка и анализ для людей не представляет труда, извлечение полезной информации для компьютеров все еще является сложной и составной задачей. Наибольшего успеха в машинном зрении достигли различные вариации сверточных нейронных сетей. Сверточная нейронная сеть (СНС) — это специальная архитектура НС, основанная на имитации системы человеческого зрения.

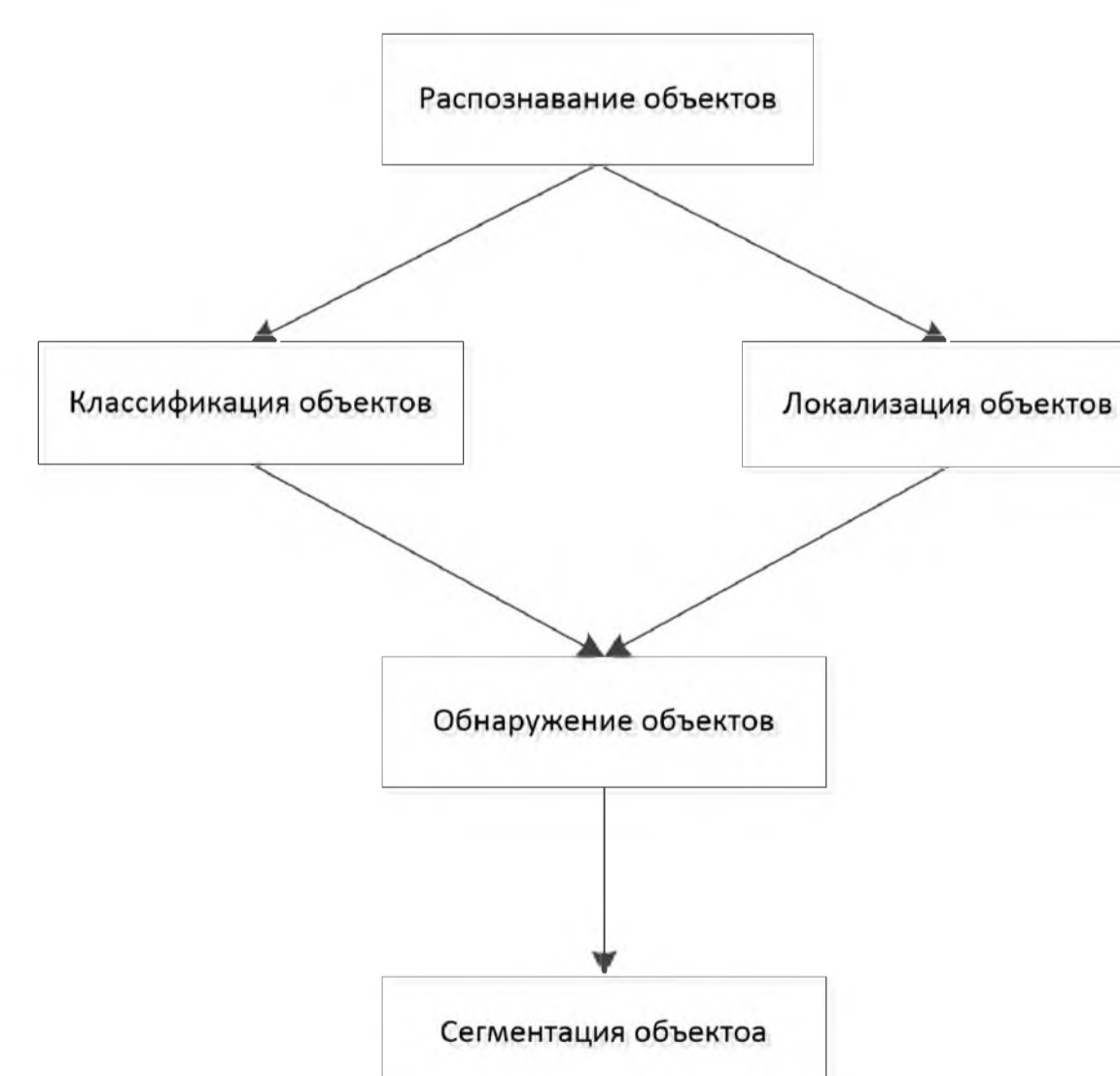


В настоящее время СНС в своем исходном виде практически не используются. Были разработаны различные модификации НС, в основе которых находятся сверточные слои и которые обладают значительно более высокой точностью, чем простые СНС. Примерами таких НС являются региональные сверточные нейронные сети

Региональные сверточные нейронные сети (R-CNN)

Входное изображение, переданное модели R-CNN, проходит через механизм, называемый выборочным поиском, для извлечения предложений регионов. Область предложения представлена границами прямоугольника. В зависимости от сценария может быть более 2000 предложений регионов. Эта интересующая область проходит через CNN для получения выходных характеристик. Затем эти выходные объекты классифицируются с помощью метода опорных векторов (support vector machine, SVM)) для классификации объектов, представленных в интересующей области

- Fast R-CNN
- Faster R-CNN
- Гистограмма ориентированных градиентов (HOG)
- Региональная полностью сверточная сеть (R-FCN)
- YOLO



Классификация изображений — это процесс прогнозирования типа или класса объекта на изображении. Алгоритм создает список категорий объектов, присутствующих на изображении.

Локализация объектов — это поиск объектов на изображении. Алгоритмы создают список категорий объектов, присутствующих на изображении, выравнивает по оси ограничивающей рамкой, указывающей положение и масштаб одного экземпляра каждой категории объектов.

Распознавание объектов на изображении

Распознавание объектов на изображении является сложной задачей, которая включает в себя подготовку данных, обучение нейронной сети, тестирование на новых данных. На основе исследования методов и подходов к распознаванию объектов на изображении можно выделить нижеследующие этапы.

Классификация:

1. Сбор данных для обучения модели нейронной сети
2. Подготовка и нормализация данных
3. Выбор топологии сети
4. Подбор характеристик сети экспериментальным путем
5. Подбор параметров обучения сети экспериментальным путем
6. Обучение нейронной сети
7. Проверка работоспособности обученной нейронной сети

Локализация:

1. Сбор данных для обучения модели нейронной сети
2. Подготовка данных
3. Выбор топологии сети
4. Подбор характеристик сети экспериментальным путем
5. Подбор параметров обучения сети экспериментальным путем
6. Обучение нейронной сети
7. Проверка работоспособности обученной нейронной сети
8. Обнаружение объектов
9. Проверка работоспособности разработанной архитектуры на тестовом датасете.



Солнечная Электростанция



Плюсы:

- не работают при малой освещенности
- необходимость использовать большие площади
- малое КПД
- фотоэлементы содержат свинец и сурьму

Минусы:

- не работают при плохой погоде
- при нагреве эффективность падает
- не причиняет вред экологии
- не зависят от подачи электричества
- длительный срок эксплуатации
- отсутствие шума

Ветряная Электростанция

Плюсы:

- простота обслуживания
- низкая стоимость эксплуатации
- быстрая установка
- простота обслуживания

Минусы:

- не работают при слабом и сильном ветре
- уменьшение с/х земель
- малый срок службы
- шум
- высокая стоимость строительства
- не работают в сезон миграции птиц



Минус
Плюс
ы:
ы:

Гидроэлектростанция



Плюсы:

- долгий срок эксплуатации
- дешевая стоимость энергии
- отсутствие выбросов

Минусы:

- затопление ближайших земель
- загрязнение рек
- не достаточное увлажнение земель ниже ГЭС
- высокая стоимость строительства
- удаленность

Геотермальная Электростанция

Минусы:

- низкий КПД
- возможное загрязнение окружающей среды
- удаленность

Плюсы:

- компактность
- полная возобновляемость ресурсов
- дешевая стоимость энергии



Вывод:

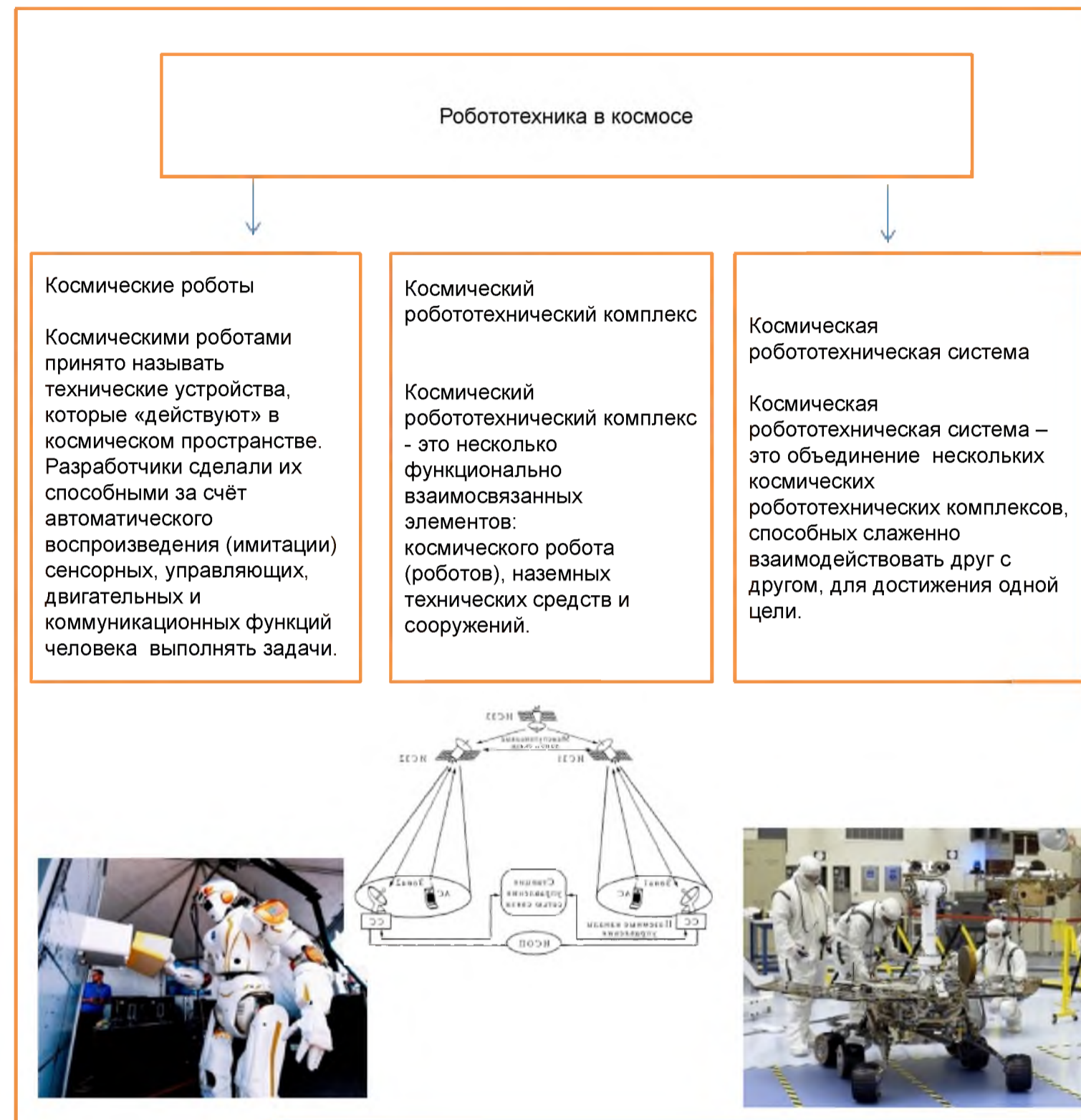
По итогу, развивать альтернативную энергетику надо, но без инфраструктуры она может нанести больший ущерб экологии, чем традиционная энергетика. В 2020 году производство электроэнергии от ВЭС выросло на 12% и СЭС на 20% по сравнению с 2019 годом, выработка в 2019 составляла 26,8%.

Перспективы

развития. По мнению, перспективой развития для зеленой и альтернативной энергетики является термоядерные электростанции. Данный тип электростанций не выделяет выбросов. Топливо для данной электростанции бесконечно. В следствие неконтролируемой термоядерной реакции невозможно.

Робототехнические системы в космосе

Автор доклада: Фадеев Ярослав ученик 9 класса, школа №612.
 Научные руководители: Д. Г. Левченко и Р. В. Рудаков – магистранты кафедры №32 Электромеханики и робототехники



Космическая робототехника

– одно из самых перспективных направлений развития современной космонавтики. К основным робототехническим системам космического назначения относятся роботы для технического обслуживания, ремонта, устройства для работы снаружи и внутри космических кораблей и планетоходы. Психофизические ограничения не позволяют человеку справляться со многими видами работ в космосе, поэтому их выполнение поручается автоматическим системам.

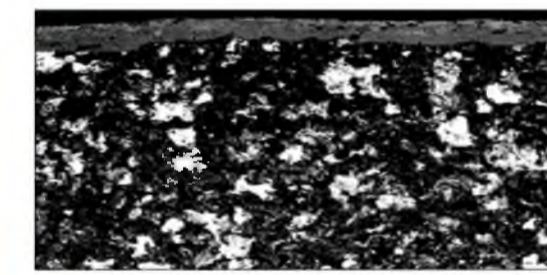


При работе робототехнической системы в космосе количество требований к ней увеличивается, в связи с изменениями условий её работы. Она должна быть максимально лёгкой, способной переносить перегрузки, обеспечивать себе оптимальную температуру для своей работоспособности, самостоятельно извлекать электроэнергию и передавать данные в пункт управления.



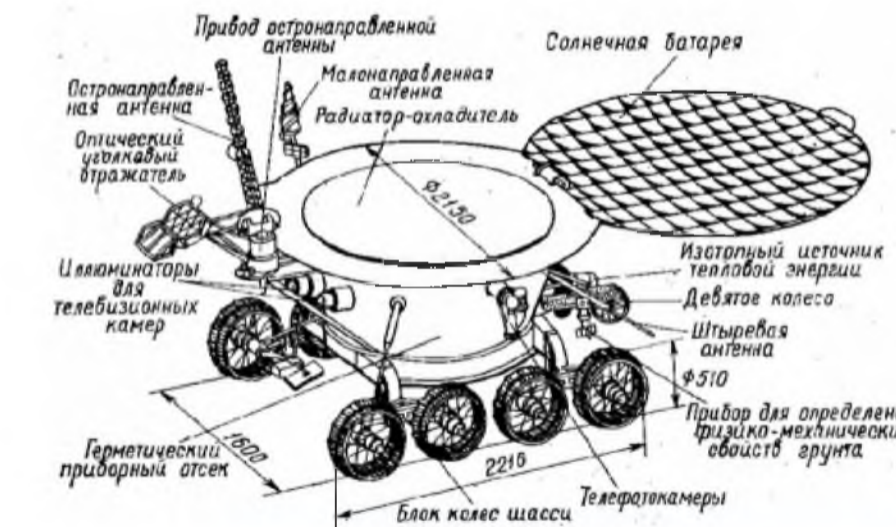
Про свойства металла

Обезуглероживание - процесс встречной двухсторонней диффузии. Обезуглероживающие газы диффундируют к поверхности металла, а навстречу им движутся газообразные продукты реакций. На рисунке изображен разрез металла



Справочная информация

Идея создания самоходных аппаратов-разведчиков для исследования космических объектов (планет и спутников) родилась в начале 60-х годов прошлого века в знаменитом ОКБ-1 (опытно конструкторское бюро), которым руководил Сергей Павлович Королёв.



Манипуляторы

Они используются на МКС для точной стыковки модулей станции, перемещения грузов различного размера, помощь в ремонте и обслуживании модулей и других устройств, прикрепленных к станции. В настоящее время на ней установлено множество манипуляторов, наиболее известным является система MSS. Она устанавливается на платформу MBS. MBS представляет собой рельсы, проложенные по внешней стороне станции, она значительно расширяет зону действия манипулятора.

Зонд Паркера

Основными научными целями миссии являются изучение процессов перемещения энергии и тепла через солнечную корону, и причин ускорения солнечного ветра, а также частиц солнечной энергии. Высота зонда три метра, он имеет теплоустойчивый экран, состоящий из трёх слоёв: двух наружных, из углеродного композита, одного внутреннего, теплоизоляционного, пенообразного. Он оснащён системой ориентации по отношению к Солнцу, а именно, датчиками солнечного света, двенадцатью выравнивающими двигателями и программой для управления этими двигателями.



Работу выполнил: Шаратов Д.Р., учащийся ГБОУ №449
 Научные руководители: Д.В. Доггоров, Н.В. Макарыч, Т.С. Рамашова, З.Л. Сипрова, И.Д. Спиридонова – студенты
 кафедры программно-целевого управления в приборостроении – научные руководители

Школьное питание – основа подрастающего поколения, оно способствует образовательному процессу, эффективности обучения. Хорошо подготовленный процесс питания ведет к увеличению показателя здоровья потребителей, особенно детей, проводящих основную часть своего времени в школе. Поэтому питание является основой здоровья подрастающего поколения.

ПРОБЛЕМА:
 Ученики 11 «А» класса, хотят пообедать в школе на перемене, но платят за уроч, но не может из-за длинных очередей в столовой. Расписание питания составлено не корректно не соблюдается. Оплата по картам не подразумевает выбора меню заранее

ЦЕЛЬ:
 Уменьшить время ожидания в 3 раза,
 добиться простоты приема пищи

РЕШЕНИЕ:
 Для учеников 11 «А» которым нужно удобство оплаты обеда. Мой сайт поможет сэкономить время на процесс приема пищи, и отличии от офлайн оплаты. Мой продукт лучше, потому что сокращает время обеда в 3 раза. И позволяет просматривать обед школьнику заранее, чтобы не тратить время на выбор блюда.

- ЗАДАЧИ:**
1. Изучить пользователей (провести опрос)
 2. Обговорить разработку с работниками школы
 3. Разработать систему оплаты
 4. Провести тестировани
 5. Ввести в эксплуатацию



«Столовая онлайн»
 - проект по автоматизации
 бизнес - процесса
 школьной столовой



Итоги

1. Проект успешно функционирует на базе 606 школы Санкт-Петербурга
2. Получены положительные отзывы от пользователей
3. Время ожидания сократилось с 8 мин 17 сек до 4 мин 56 сек

