

Laboratorul Securitate energetică, modelare și dezvoltare a sistemelor energetice

Лаборатория энергетической безопасности, моделирования развития энергосистем



*Отчёт о результатах НИР
за 2021 г.*

10.12.2021

Состав Лаборатории



1. Быкова Елена Витальевна, заведующая лабораторией, д.т.н.
2. Олещук Валентин Игоревич, главный научный сотрудник, д.х.т.н.
3. Бошняга Валерий Анатольевич, ведущий научный сотрудник, д.т.н.
4. Чалбаи Олег Халильевич, старший научный сотрудник, д.т.н.
5. Анисимов Владимир Константинович, ведущий научный сотрудник, д.т.н.
6. Гродецкий Михаил Викторович, научный сотрудник
7. Суслов Виктор Миронович, научный сотрудник
8. Кириллова Татьяна Исаковна, научный сотрудник
9. Морару Лариса Петровна, научный сотрудник
10. Васильева Ирина Викторовна, научный сотрудник

5 сотрудников работают на 0.5 ставки, всего $4 + 2,5 = 6,5$ ставок

Память о наших сотрудниках

Подготовлено 2 брошюры о В.П. Берзане и М.В. Гродецком Портрет В.М. Постолатия размещен в галерее ученых на 1 этаже



Institutul de Energetică
 Republica Moldova, Chișinău,
 str. Academiei 5, MD-2028,
 Tel. (+373 22) 727040

**Берзан
 Владимир Петрович**



2021

Institutul de Energetică
 Republica Moldova, Chișinău,
 str. Academiei 5, MD-2028,
 Tel. (+373 22) 727040

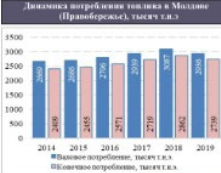
**Гродецкий
 Михаил Викторович**



2021

Institutul de Energetică
 Republica Moldova, Chișinău,
 str. Academiei 5, MD-2028,
 Tel. (+373 22) 727040

Динамика потребления топлива в Молдове (Трансильвания), тысяч т.д.



Структура топливного потребления на теплоэлектростанции, тысяч т.д., для 2019 г.



Сравнение расписанных мощностей с фактическими мощностями (2019 г.)



Структура топливного потребления теплоэнергетическими объектами, тысяч т.д., для 2019 г.



УПРАВЛЯЕМЫЕ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ



УПРАВЛЯЕМЫЕ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ



Proceedings-2021

Institute of Power Engineering

Energy Security and Controlled Power Transmissions

**Issue №12(27)
 Proceedings-2021
 in memory of academician
 Postolati Vitali Mikhailovich**

Chisinau, 2021

Опубликован
 Сборник трудов
 лаборатории
 №12(27) памяти
 академика
 Постолатия В.М.

Памяти академика Постолатия В.М.

УПРАВЛЯЕМЫЕ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Посвящается научной деятельности академика Постолатия Виталия Михайловича



CATALOG I

CATALOG II

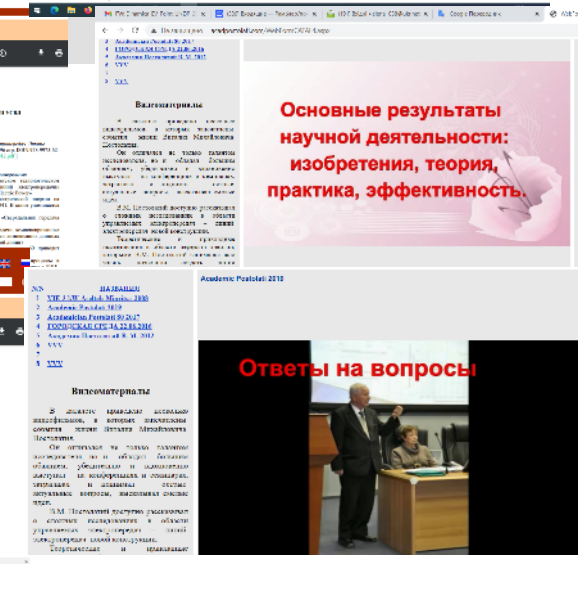
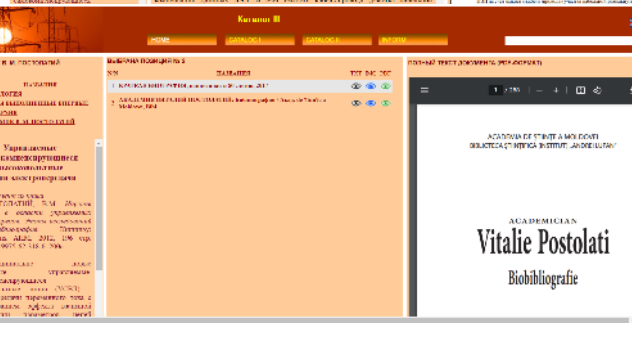
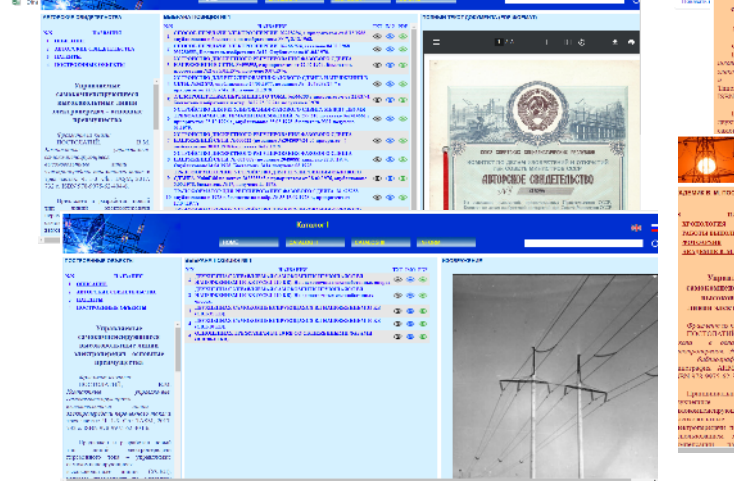
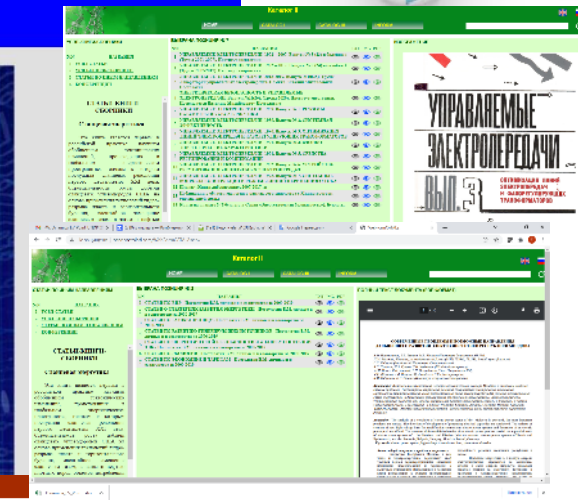
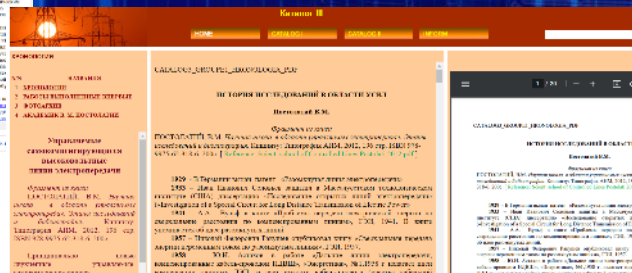
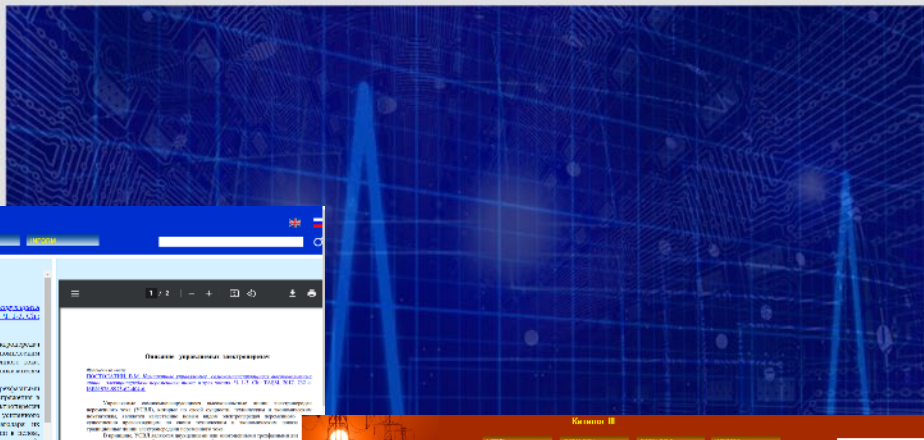
CATALOG III

INFORM

Постолатий Виталий Михайлович, доктор-habilитат технических наук, академик Академии наук Молдовы.

Для "Логос-пресс" привел изучение тарифов с точки зрения укрепления энергетического комплекса Республики Молдова.

"Это одна сторона вопроса. Вторая сторона – каким образом посодействовать



Основные результаты научной деятельности: изобретения, теория, практика, эффективность.

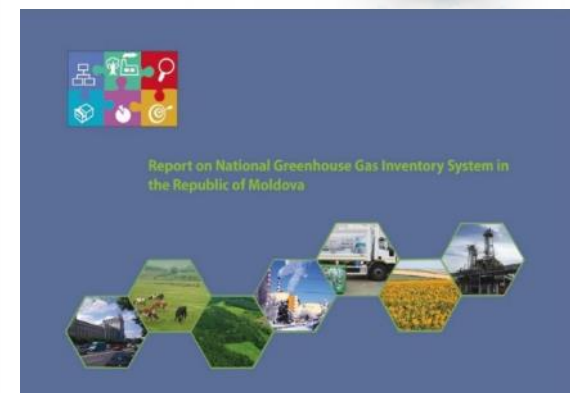
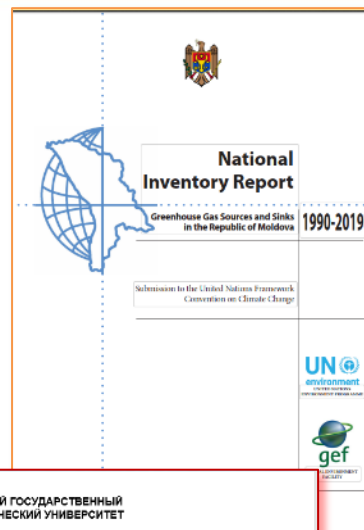
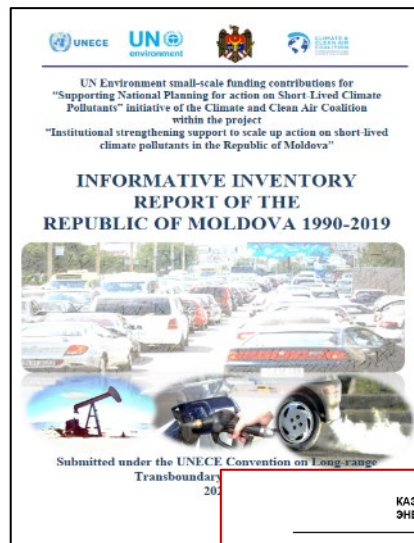
Ответы на вопросы

Публикации сотрудников лаборатории: Монография и главы по энергетике в 4 монографиях



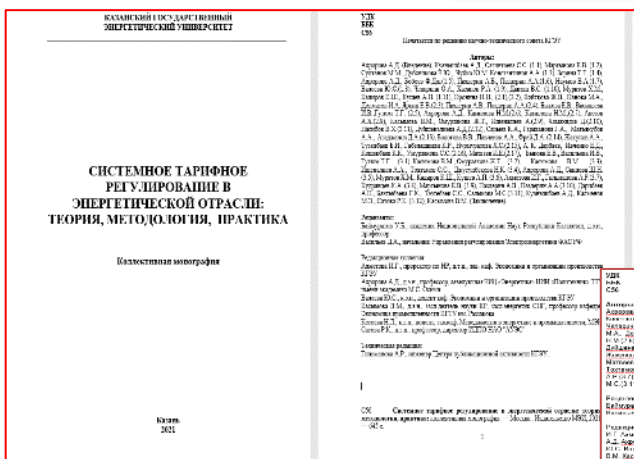
О.Х. Чибриш
**Проблемы
эффективности
солнечных
фотоэлектрических
установок**
Применение математических моделей и
методов для анализа энергетической
эффективности

LAMBERT
Academic Publishing



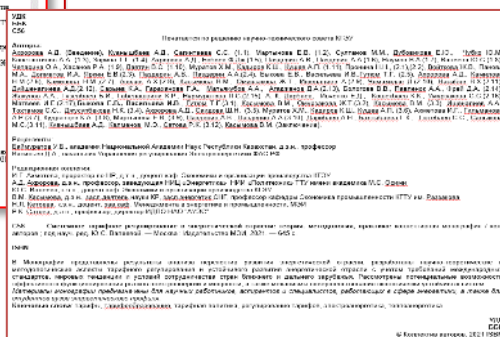
Информационный Доклад о Кадастре выбросов загрязнителей (25) за 1990-2019- 3 главы:
Глава по энергетике, Глава по Отходам, Глава по общим трендам- 120 страниц;
Глава по энергетике в National Inventory Report GHG 1990-2019- 102 страницы.

Глава по энергетике в монографии стран СНГ, Казанский энергетический Институт печать - в Московском энергетическом Институте 635 страниц, наша глава- 63 страницы (книга 1) и книга 2 -(90 стр)



**СИСТЕМНОЕ ТАРИФНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ
ОТРАСЛИ: ТЕОРИЯ, МЕТОДОЛОГИЯ, ПРАКТИКА**

Коллективная монография



Публикации 2021 года

3.8 публикации на ставку, 4.4 публикации с учетом патентной деятельности на ставку, н.с.

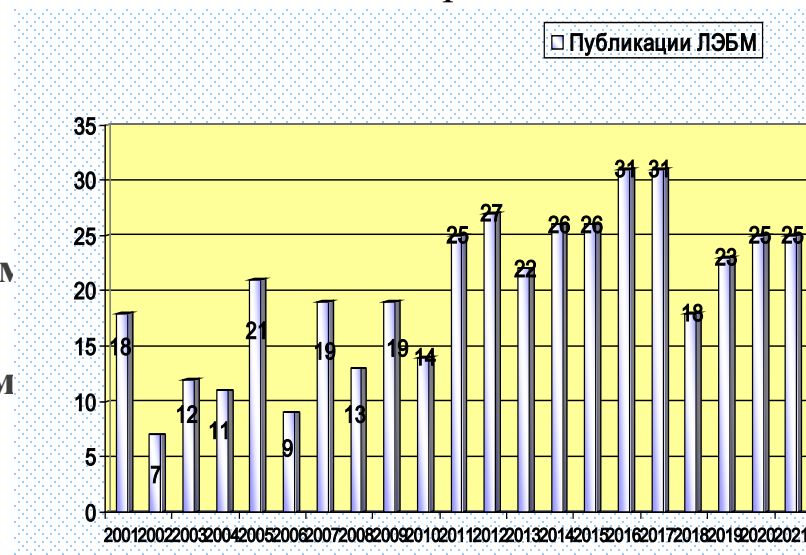
5,2 публикации на каждые 100 фонда зарплаты по ставкам лаборатории

Всего-25, Патентная деятельность -8 ,
ставок-6.5 , 475тыс.фонд зарплаты по ставкам
Monograph-1, Proceedings-1, Брошюры -2
Главы в монографиях -4
Articole în culegeri internaționale cu impact-factor
(Web of Science, Scopus): 8
Articole în reviste naționale (categoria A): 1
Articole în reviste naționale (categoria B): 1
Rapoarte în conferințe internaționale:-6
Articole în culegeri naționale: 9
Поданные заявки в AGEPI -4
Полученных патентов в 2021 году -4
Проведен специальный семинар-презентация м
нографии в лаборатории -1
Проведен специальный семинар-презентация м
нографии в Институте -1
Участие в выставке Инфоинвент-2021:

Золотая, серебряная и бронзовая медали

Публикации по темам:

- По энергетической безопасности -4
- ВИЭ-1 монография
- Трансформаторы- 4 (2 –Скопус)
- Силовая электроника- 6 (Скопус)-
По экологии – 6
- По экономике энергетики-2
- Библиографические брошюры -2
- Статьи аспирантов-2



Nivelul de finanțare a proiectului în 2021 / Infrastructura de cercetare

Anul	Planificat	Executat	Cofinanțare
2021			

- Mijloace proprii (cofinanțare) –

Проект с Мин. Экономики по КСП ТЭБ- 40 тысяч лей

- Fondul de salariu

за 11 месяцев 2021 - 475 тыс. лей фонд з/п по ставкам н.с., 670 фонд з/п тыс. лей с учетом до плат за степени и по баллам, и с учетом налогов

- Procurări materiale (piese/componente pentru echipament) – н ет

- Procurari mijloace fixe (mobilier de laborator) – нет

- Cheltuieli delegații -нет

- Mentenanța -нет

- Utilizarea infrastructurii de cercetare existente

6 помещений и компьютеры, купленные в предыдущие годы, телефон, интернет

Полученные результаты:

3.8 публикации на ставку н.с.,

4.4 публикации с учетом патентной деятельности на ставку н.с.,

5,2 публикации на каждые 100 тысяч лей фонда зарплаты (по ставкам н.с. лаборатории)

3 медали

Полученные патенты в 2021 году

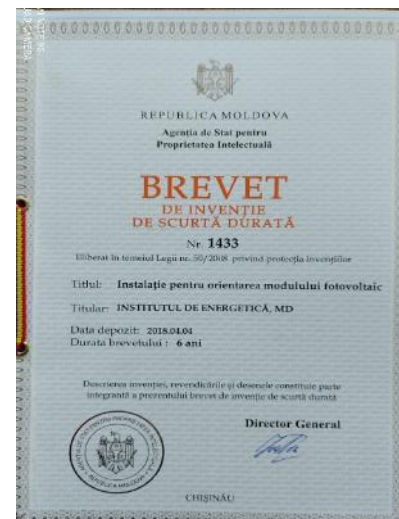


1. CEALBAȘ, O., BERZAN, V., POSTOLATI, V., ANISIMOV, V. *Instalație pentru orientarea modului fotovoltaic*. Brevet de invenție de scurtă durată № 1433, BOPI № 4/2020. *золотая медаль на Инфоинвент-2021*

2. SUVOROV, A., ANISIMOV, V., POSTOLATI, V. *Generator de semnale periodice*. Brevet de invenție de scurtă durată № 1441, BOPI № 5/2020.

3. ERMURATSCHII, V., BURCIU, V., ANISIMOV, V. *Acumulator hibrid al căldurii solare*. Brevet de invenție de scurtă durată № 1454, BOPI № 8/2020. *серебряная медаль на Инфоинвент-2021*

4. COLESNIC, I., ANISIMOV, V. *Armătură pentru piloni din beton armat ai liniilor electrice*. Brevet de invenție de scurtă durată № 1462, BOPI № 10/2020. *бронзовая медаль на Инфоинвент-2021*



Медали



Более 20 - Вебинары и конференции 2021 года

-по экологии, по энергетической безопасности,-по энергоэффективности, по развитию энергетических систем, по новым технологиям в энергетике ,-по транспорту,-по отходам, -по QGIS-системам и другим.

февраль

17 февраля 2021 Онлайн-семинар "Сприяння енергетичній безпеці та сталому розвитку місцевих громад Київської області", АВЕ, Україна,

Март

16–18 марта 2021 Онлайн-семинар "Відновлювані джерела енергії для декарбонізації: сонячна енергетика" АВЕ, Україна

24 марта 2021 Вебинар по подготовке предложения для программы Горизонт. Участвовал Бошняга В.А.

25 марта 2021 Онлайн-семинар «Сприяння енергетичній безпеці та сталому розвитку місцевих громад в Запорізькій області», АВЕ, Україна,

Апрель

15 апреля 2021 Онлайн-семинар «Огляд переходу міст України до сталої енергетики» ,АВЕ, Україна,

23 апреля 2021 “Climate change and our future - driving the transition”

22 апреля Webinar RENAM. Участвовал Бошняга В.А

Apr 28, 2021 Вебинар «Global EV Outlook 2021 launch»

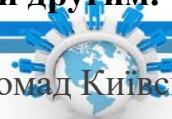
Май

14 мая 2021 Conferinta online la ziua stiintei. Участвовали Быкова Е.В., Бошняга В.А. Анисимов В.К., Морару Л. П., Кириллова Т.И., Васильева И.В.«Подготовка отчетности в рамках выполнения обязательств по Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния ЕЭК ООН»

6 мая 2021 Онлайн-семинар Сприяння енергетичній безпеці та сталому розвитку місцевих громад в Черкаській області» ,АВЕ, Україна,

20 мая 2021 Онлайн-семинар «Сприяння енергетичній безпеці та сталому розвитку місцевих громад у Харківській області», АВЕ, Україна,

24,26,28 mai 2021 Cursul de instruire "Integrarea aspectelor de schimbare a climei in politica de gestionare a deșeurilor", PNUD,



Вебинары 2021- продолжение

июнь

1 июня 2021 Онлайн-семинар “Відновлювані джерела енергії для декарбонізації: відновлювана теплова енергія”, АВЕ, Україна.

3 июня 2021 Онлайн-семинар «Сприяння енергетичній безпеці та сталому розвитку місцевих громад у Полтавській області», АВЕ, Україна,

14-15 июня 2021 COPERT workshop

Август (в течение месяца) – он-лайн курсы MDA UNFCCC , сдача экзаменов, получение сертификатов (Быкова, Васильева)

Октябрь

7-9 октября /Conference SIELMEN-2021

12. октября Вебинар «Importanta standardelor ~i rolul acestor in sectorul energetic ~i academic »

Ноябрь

16 ноября 2021 2 Лекции представителей Самарского университета: 1.«Discovery of new materials for metal-ion batteries». 2.«Artificial Intelligence in Materials Science» (Кириллова Т)

16 нояб. 2021 04:00 PM Webinar series on national experience in long-term energy scenario (LTES) use and development; 16 нояб. 2021 04:00 PM 23 нояб. 2021 10:00 AM; 30 нояб. 2021 04:00 PM; 7 дек. 2021 10:00 AM

17-19 ноября SIE 2021 Simpozionul Național de Informatică, Automatizări și Telecomunicații în Energetică (Бошняк В.)

Декабрь

16/12/2021 IMPLEMENTAREA POLITICILOR INSTITUȚIONALE PRIVIND ȘTIINȚA DESCHISĂ. IDSI

21/12/2021 Seminar de finalizare a activității grupului tematic de lucru 1 „Inventarierea emisiilor de gaze cu efect de seră” și raportarea rezultatelor obținute și incluse în Raportul Bialal Actualizat Trei al Republicii Moldova către CON USC

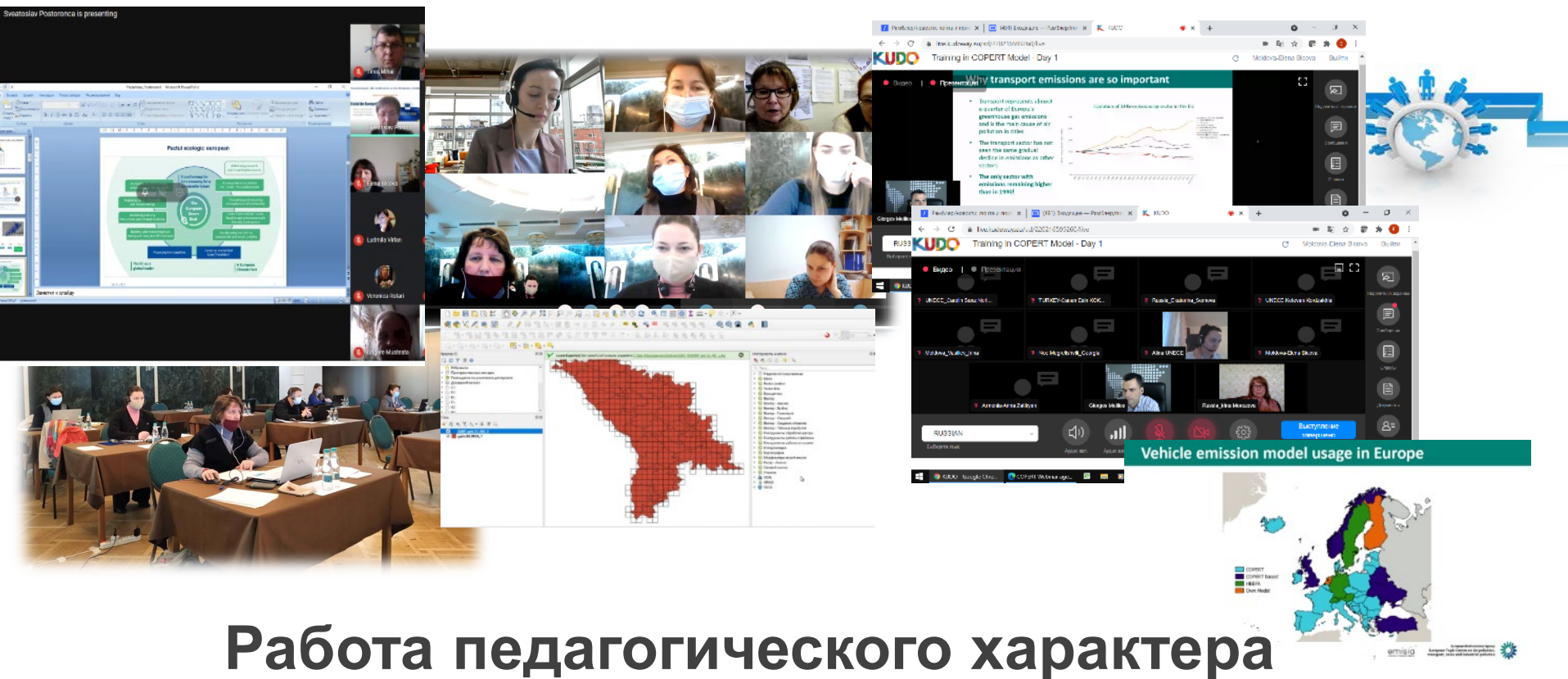
Специально организованные семинары лаборатории:

- в лаборатории – 23 июня 2021 Презентация монографии Чалбаша О.Х.

- в институте вебинар смешанное участие он-лайн -13 октября 2021 Презентация монографии Чалбаша О.Х.

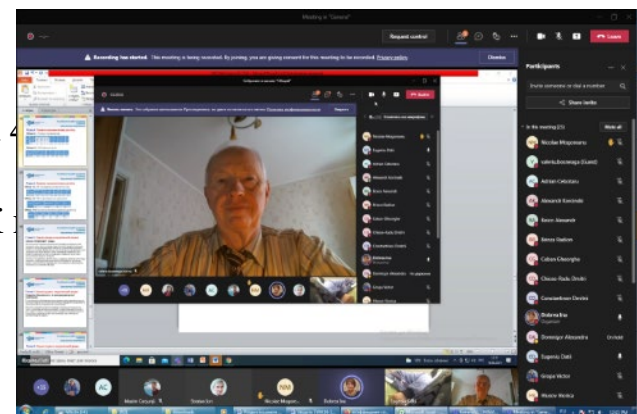


Тренинги и конференции 2021 года



Работа педагогического характера

- Оказание консультативной помощи по УСВЛ магистранту МЭИ-Нараеву Филиппу (из Казахстана)- Суслов В.М., Быкова Е.В.
- Работа с практикантом-студентом Лукиным Михаилом- Чалбаш О.Х.
- Участие в ТУМ Бошняги В.А. в качестве Председателя комиссии ГЭК – за 4 дня рассмотрено **48 дипломных проектов** по 6 часов в день
- Чалбаш О.Х. Прочитал 2 курса лекций «Базы данных, архитектура ПК ООП»-по 32 часа
- Рецензия на магистерскую работу Нараева Ф.Б., МЭИ- подготовлено Быковой ЕВ и Сусловым В.М.



Список документов, отзывы на которые готовили сотрудники лаборатории



-Comentarii pentru document al Ministerul Educatiei, Culturii si Cercetarii despre tipurile rezultatelor.

- Comentarii la scrisoarea din Presidentie despre mazut.

- Nr.04/2-09/523 din 05. 02. 2021

HOTĂRÎRE Guvernului funcționarea Ministerului Educației, culturii și cercetării, aprobat prin Educației 69/2017 cu privire la organizarea și funcționarea Ministerului culturii și cercetării și în contextul demersurilor organizațiilor din domeniilor aprobarea cercetării și Nomenclatorului inovării de a modifica HOTĂRÎRE Guvernului nr. 199/2013

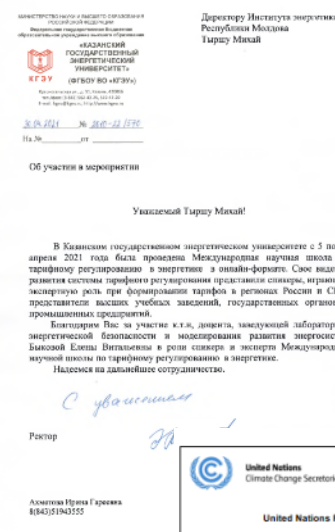
-HOTĂRÎRE Nr. HG199/2013 din 13.03.2013 cu privire la aprobarea Nomenclatorului specialităților științifice Publicat : 22.03.2013 în MONITORUL OFICIAL Nr. 60-63 art. 253 Data intrării în vigoare

-«Strategia sectorială de cheltuieli pe sectorul energetic pentru anii 2022-2024»

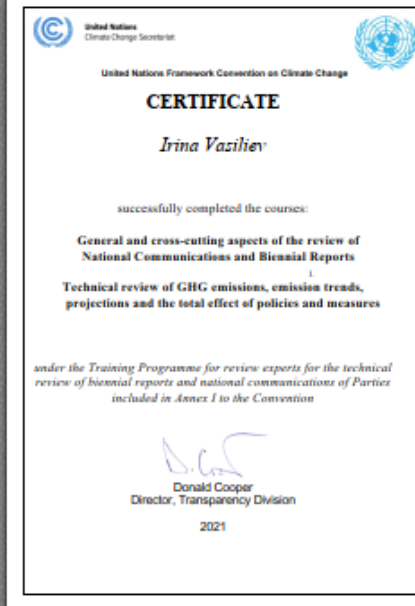
-PLAN DE ACȚIUNI privind implementarea Programului național în domeniile cercetării și inovării pentru anii 2020-2023

Сертификаты Быкова, Васильева

Международная школа (7 стран) в Казанском энергетическом институте
- 2 сертификата и благодарственное письмо в Институт
Окончание курсов MDA GHG UNFCCC – сертификаты Быкова, Васильева
Участие в конференциях - Олещук, Бошняга, Суслов, Чалбаш

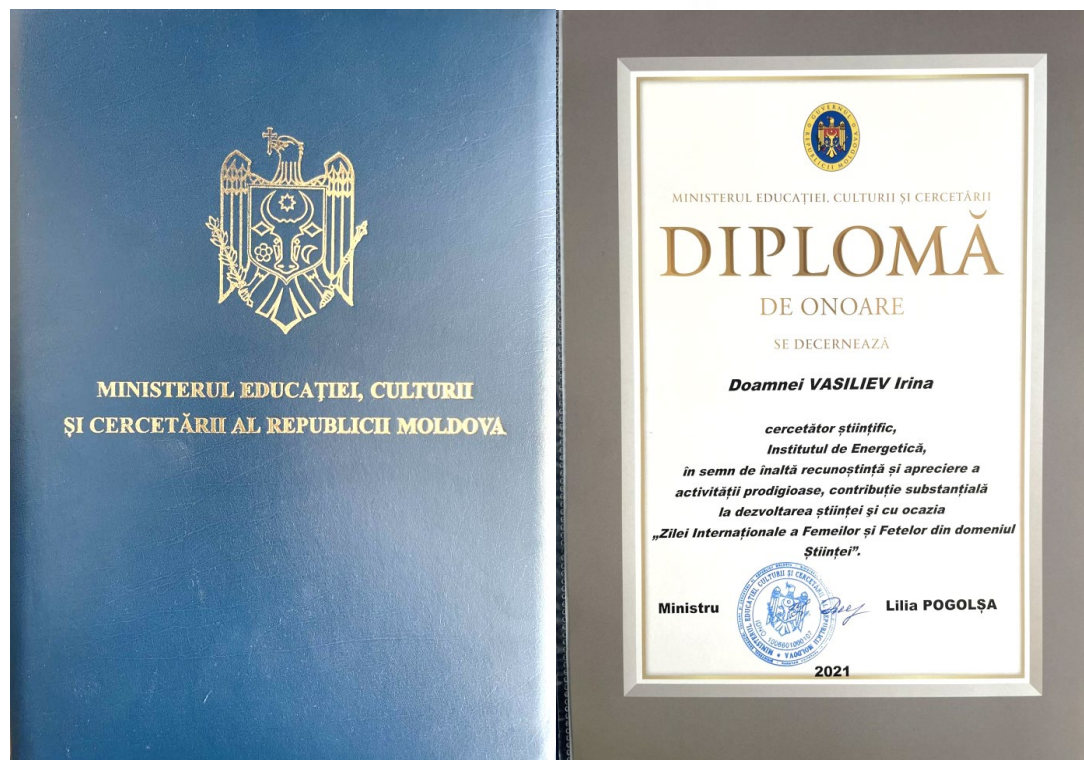


2021



Диплом Министерства культуры, образования и исследований

Васильева И.В.



Премия АНМ им. Б. Лазаренко вручена д.х.т.н. Олещуку В.И.



Доктор хабилитат **Валентин Олещук** – Лауреат
Премии Академии наук Молдовы 2021 года
11.11.2021

<https://energetica.md/ru/doktor-khabilitat-valentin-oleschuk-laureat-premii-akademii-nauk-moldovy-2021-goda>

50 лет в строю –
and nowadays in Top 2% of
World Researchers

В. Олещук является
одним из четырех
молдавских исследователей,
включенных в список of the
**top 2% of scientists in the
world**



Результаты НИР - 2021: Гибкие математические модели для оценки энергетической безопасности и повышения энергоэффективности, процессов инвертирования и преобразования энергии в контексте новых вызовов



Разделы 1.—Обоснование и актуальность нейросетевых моделей для анализа показателей индикаторов энергетической безопасности

Быкова Е., Гродецкий М., Берзан В., Васильева И., Морару Л., Кириллова Т., Чалбаш О.Х.

Раздел 2 Разработка эквивалентной схемы высоковольтных сетей (330, 400 кВ) электропередачи энергосистемы Республики Молдова и процедур расчета переходного режима с использованием программного обеспечения (МустангWin)—*Суслов В.М, Быкова Е.В.*

Раздел 3 Разработка математической модели фотоэлектрической установки с двухосной ориентацией и алгоритма интеллектуального управления для уменьшения влияния взаимного затенения мобильных платформ в условиях РМ — *исп. О. Чалбаш*

Раздел 4 Разработка и исследование схем и алгоритмов многозонной синхронной модуляции для регулирования преобразовательных систем инверторного типа для управляемого электро-привода и фотовольтаики в специфических и нестандартных режимах их работы.— *исп. В. Олещук*

Раздел 5 Повышение эффективности парагальванических ячеек за счет использования раствора гидратированных электронов.— *исп. В. Анисимов*

Раздел 6 Разработка модели и исследование нового устройства управления фазовым сдвигом с управляющим автотрансформатором для управления режимами электросети, в том числе для Смарт Грид— *исп. В. Бошняга, В. Суслов*

Раздел 1



Тема: Разработка методов анализа, мониторинга и прогнозирования показателей энергетической безопасности и топливно-энергетического баланса- *рук. Е.В. Быкова*

Исполнители: *Быкова Е., Гродецкий М., Берзан В., Кириллова Т., Васильева И., Морару Л.*

Выполненные работы были направлены на совершенствование системы индикаторов энергетической безопасности. Для описания газового и электроэнергетического секторов предложены новые индикаторы, которых ранее не было в базе данных. Для них разработан специальные разделы в базе данных вычислительного комплекса по анализу и мониторингу энергетической безопасности. Ведется и специальный раздел по учету показателей по месяцам.

Результаты по разделу 1



Разработаны **системы** индикаторов для отражения **газового и электроэнергетического** секторов в составе вычислительного комплекса для анализа и мониторинга индикаторов энергетической безопасности страны.

Разработаны **прогнозные** зависимости для индикаторов газового сектора и электроэнергетического сектора с применением **нейросетевых моделей**. Построены экспериментальные модели прогнозов на 2 года вперед (на 24 точки) на основе данных по месяцам 2015-2020 и 2021 (9 месяцев) (временной ряд- **81 точка**) для трех показателей: валового потребления природного газа, валового потребления электроэнергии, валового потребления нефтепродуктов.

Полученные прогнозные модели имеют следующие совпадения расчетных точек с фактическими:

- для показателя валового потребления природного газа – 6,98% ;
- для показателя валового потребления электроэнергии-**2,4%**;
- для показателя валового потребления нефтепродуктов-5,62%.

Методические подходы по использованию нейросетей, разработанные и апробированные, можно применить и для прогнозов состояния других показателей энергетического сектора.

Разработка новых индикаторов для описания газового сектора

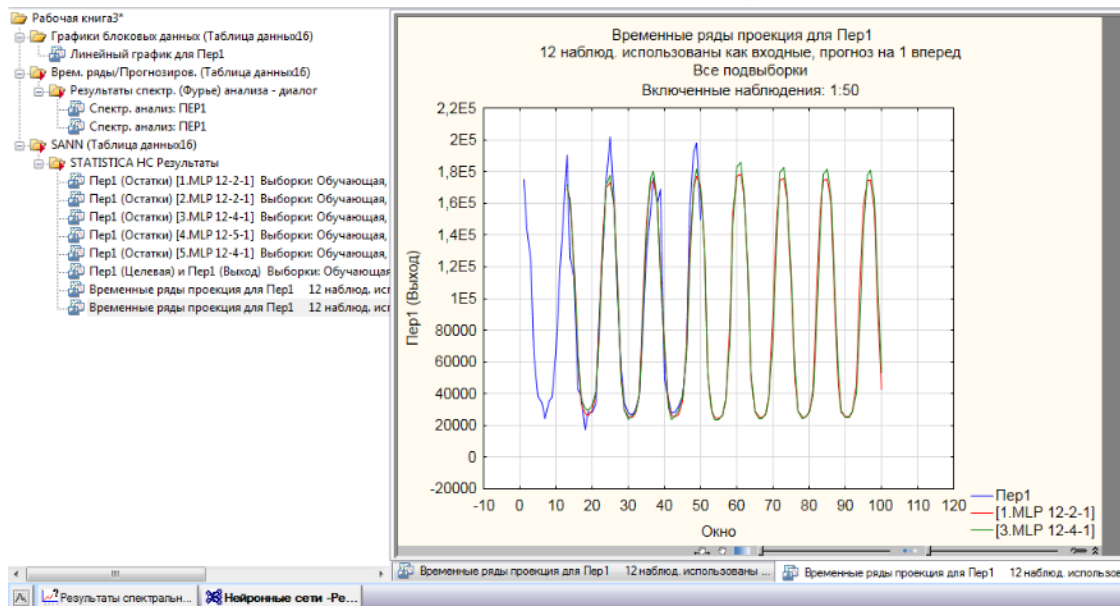
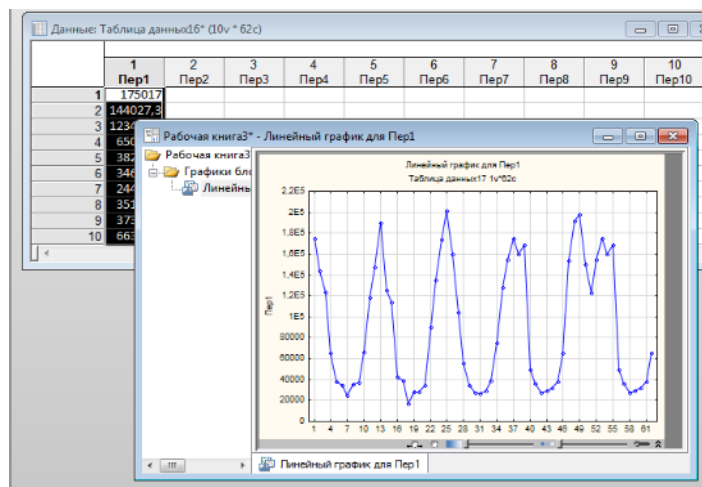
		Возможное место в системе	Вид индикатора
1	G1.Производство газа (собственные ТЭР)	Блок №1	Прямой показатель
2	G2. Импорт природного газа	Блок №1	Прямой показатель
3	Транзит природного газа	Блок №1	Прямой показатель
4	G3.Потребление газа для производства электроэнергии и теплоэнергии	Блок №6	Прямой показатель
5	G4.Валовое потребление	Блок №6	Прямой показатель
6	G5.Конечное потребление	Блок №6	Прямой показатель
7	G6.Потребление газа коммунально-бытовым сектором	Блок №6	Прямой показатель
8	G7(i).Потребление газа по районам страны или по отраслям экономики-возможно и то и другое	Блок №6	Прямой показатель
9	G8.Газоемкость экономики	Блок №7	Синтетический показатель
10	G9.Потери газа	Блок №1	Прямой показатель
11	G10.Инвестиции в газовый сектор;	Блок №8	Прямой показатель
12	G11.Ввод газовых сетей;	Блок №8	Прямой показатель
13	G12.Число потребителей	Блок №6	Прямой показатель
14	G13.стоимость при импортировании газа;	Блок №7	Прямой показатель
15	G14=X77.тарифы на поставки газа потребителям (населению-до 30м3)	Блок №7	Прямой показатель
16	G15.Сети высокого давления;		
17	Сети среднего давления;	Блок №8	Прямой показатель
18	Сети низкого давления;	Блок №8	Прямой показатель
19	ГРС и другие ключевые объекты	Блок №8	Прямой показатель
20	G16.Эмиссии CO2 при сжигании газа	Блок №5	Синтетический показатель
21	G17.Эмиссии CH4 при утечках газа	Блок №5	Синтетический показатель

Разработка новых индикаторов для описания электроэнергети				
ческого сектора				
		Индикатор	Обозначение	Единица измерения
	Аспект, раздел			
1	Производство	Производство электроэнергии на генерирующих и источниках разных типов в Правобережье	EE1(i)	млн. кВт*ч
2	Поставки	Импорт из Украины в Правобережье	EE2(1)	млн. кВт*ч
		Поставки от МГРЭС в Правобережье	EE2(2)	млн. кВт*ч
3	Потребление	Валовое потребление, Правобережье	EE3	млн. кВт*ч
		Конечное потребление, Правобережье	EE4	млн. кВт*ч
		Потребление электроэнергии коммунально-бытовым сектором, Правобережье	EE5	млн. кВт*ч
4	Распределение	Потребление электроэнергии по секторам экономики , Правобережье	EE6(i)	млн. кВт*ч
		Промышленность	EE6(P)	млн. кВт*ч
		Транспорт	EE6(T)	млн. кВт*ч
		Сельское хозяйство	EE6(S)	млн. кВт*ч
		Коммерческий	EE6(C)	млн. кВт*ч
		Бытовой	EE6(R)	млн. кВт*ч
5	Энергоэффективность	Электроёмкость экономики, Правобережье	EE7	кВт*ч/доллар США ВВП
		Потери электроэнергии, Правобережье	EE8	млн. кВт*ч
6	Экономические	Инвестиции в электроэнергетический сектор, Правобережье	EE9	млн долл
		Ввод электросетей, Правобережье	EE10	км
7	Стоимостные показатели	стоимость электроэнергии при импортировании; тарифы на поставки ээ потребителям в Правобережье	EE11 EE12(i)	млн долл лей/кВт*ч
8	Структура	Наличие сетей разных классов напряжения	EE13(i)	км
9	Экологические	Эмиссии CO2 при сжигании топлив в расчете на 1	EE14(i)	Гг

Раздел 1



Нейросетевая модель прогноза потребления природного газа на 2 года вперед



С помощью нейросетей построены экспериментальные модели прогнозов на **2 года** вперед (на 24 точки) на основе данных по месяцам за **неполные 7 лет** (на основе рядов из 81 точек) Наилучшая модель для валового потребления природного газа показала сходимость на уровне **6,98%** , а для показателя валового потребления электроэнергии-**2,4%**.

Раздел 2



Тема: Разработка схемы высоковольтных сетей электропередачи энергосистемы Республики Молдова для разработки математической модели и процедур расчета переходных режимов с использованием программного обеспечения МустангWin
Исполнители- Суслов В.М., Быкова Е.В.

Результаты:

Будет обработана первичная информация для проведения расчетов установившихся режимов в высоковольтных электрических сетях, [включая сети Смарт Грид](#).

Будут проанализированы и обработаны исходные данные, необходимые для расчета установившихся и переходных режимов с применением программного обеспечения MUSTANG , [в том числе для систем Смарт Грид](#)., выполнено моделирование ряда вариантов аварийных ситуаций и переходных процессов во время коммутаций

Выполнено:



Подготовленные варианты схем и разработанные методические подходы подготовки исходных данных и параметров переходных процессов можно применять для моделирования динамической устойчивости энергосистемы. Такие расчеты необходимы для анализа перспективного развития энергосистемы Молдовы с учетом новых ВЛ, для моделирования разных видов к.з., анализа параметров в узлах и ветвях энергосистемы, анализа разных аварийных режимов. В разделе разработаны расчетные схемы для 7 районов, выполнены расчеты установившихся режимов для них.

Выполнено моделирование нескольких вариантов трехфазных к.з. на ВЛ 110 кВ и 330 кВ энергосистемы и с отключениями ВЛ, а также при включении новой ВЛ.

Установлено, что к.з. в узлах 110 кВ не приводят к большим возмущениям в системе. Включение дополнительных ВЛ между существующими узлами улучшает установившийся режим.

Моделирование режима короткого замыкания в узле 7 (Отп. ХБК-330 кВ) показало, что при успешной ликвидации к.з. и непревышении его длительности 0,15с динамическая устойчивость энергосистемы не нарушается. Максимальное изменение углового сдвига напряжения на шинах 330 кВ МГРЭС (узел 4) не превышает 25 электрических градусов.

При возникновении к.з. в узле 330 кВ (Отп. ХБК-330 кВ) качания в ближайшем соседнем генераторном узле 5130 приводят к посадке напряжения вдвое, затем наблюдается повышение до величины 1,1 Uном, и затем затухание процесса. Изменение (качение) угла напряжения происходит в диапазоне 20 эл. град.

Исследования динамической устойчивости энергосистемы Молдовы могут быть продолжены для моделирования различных аварийных ситуаций в энергосистеме и для обоснования дальнейшего развития межсистемных и внутрисистемных связей.

Файлы УР Дин.-данные Дин.-результаты Утяжеление Прочие функции Установки

"Дерево"

Исходные данные

Узлы Ветви

Назв

ГрСЭ

МГРЭ

Отп

МГРЭ

МГРЭ

Вул4

От

Расчет

Общая информация

Исходные данные. Результаты

Дополнительная информация

Перенумерация узлов

Экспорт в формат ЦДУ

Импорт из формата ЦДУ

Экспорт в формат PSSE

Импорт из формата PSSE

Новая схема

Выход

Суммы дочерних папок

Устарт

Урасч

dU

Название	N	Код	Устарт	Урасч	dU	Rn0	Qn0	Unorm	Nсхн	Unom
ГрСЭСВЭ330	1	11	321.00	340.30	-19.1			321.00		321.00
МГРЭС110	2	11	118.00							
ОтпСтр330	3	11	323.00							
МГРЭС330	4	44	340.00							
МГРЭС400	5	11	404.00							
Вул400	6	11	404.00							
ОтпХБК330-1	7	11	337.00							
ОтпХБК330-2	8	11	337.00							
ГрюЭСНРБ400	9	11	403.00							
Вых-УПК	85	11	397.00							
Нейт3АТ	113	11	403.00							
Нейт4АТ	114	11	403.00							
Ст.35-3АТ	140	11	38.00							
Ст.35-4АТ	141	11	38.00							
Бл11	151	11	17.00							
Бл12	165	11	17.00							
Днепр3	308	1100	345.00							
Первом3	325	1010	340.80							
Кировск3	331	11	330.00							
Ишман23	332	11	330.00							

Файлы УР Дин.-данные Дин.-результаты Утяжеление Прочие функции Установки Окна ?

"Дерево"

Шрифт

Поиск узлов

Сохранить

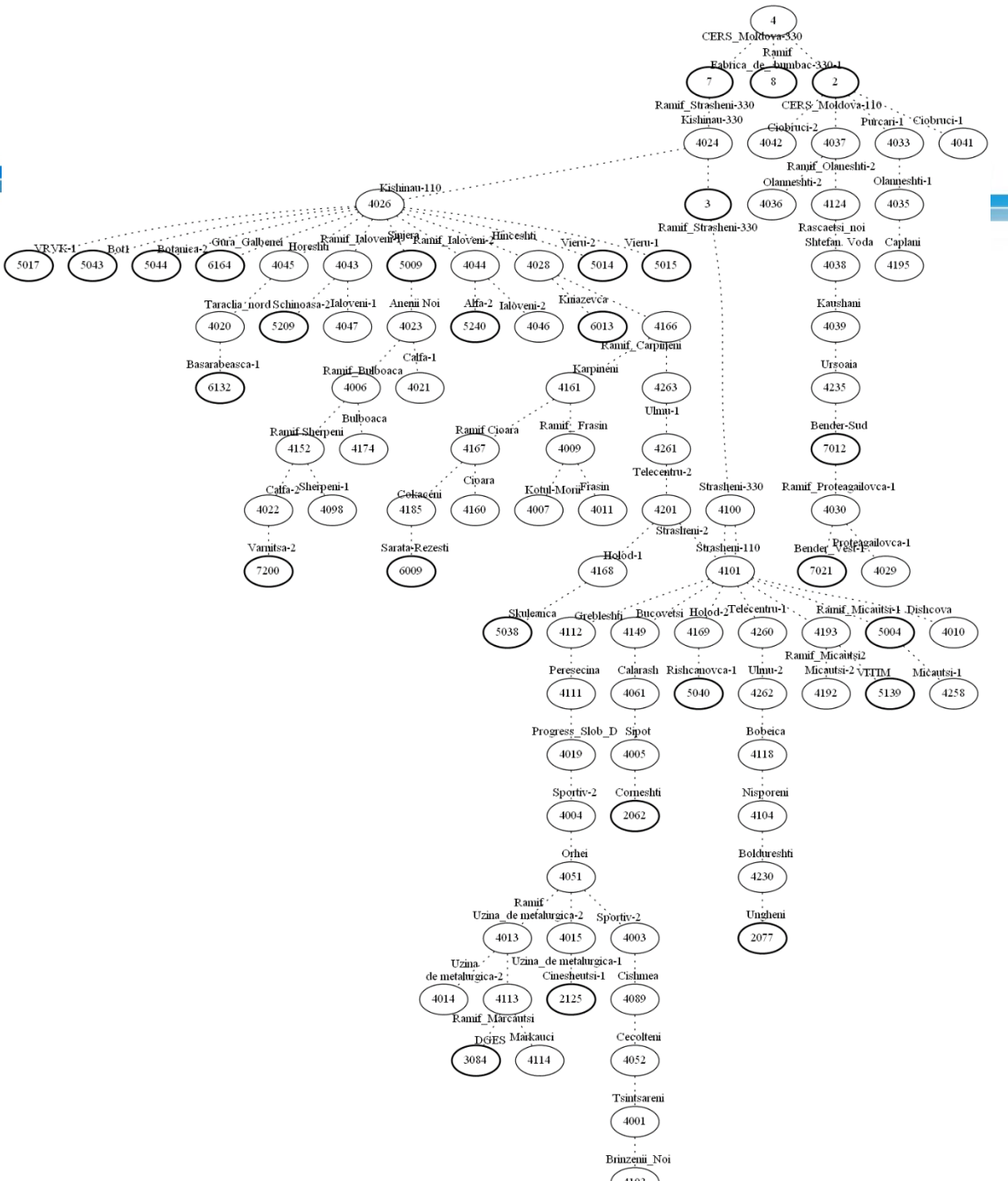
Г Суммы дочерних папок

Исходные данные | Результаты | Кусты узлов

ГрСЭСВЭ330	188 - j23	-187 - j4	Бэлць330	2068
1	0.322	- j36	0.319	339.1
Код = 11				
Устарт = 321.0	-188 + j23	189 - j37	ДсГЭС-3	805
Урас = 340.3	0.322	- j18	0.327	340.0
Rнеб = 0.0000				
Qнеб = -0.0000				

RamStrash330	16 - j47	-16 + j5	Balti330	2068
3	0.084	- j43	0.027	346.4
Код = 11				
Устарт = 323.0	-77 + j60	77 - j76	Chishinau330	4024
Урас = 344.1	0.164	- j17	0.183	341.9
Rнеб = -0.0000				
Qнеб = -0.0000	62 - j13	-62 + j13	Strasheni330	4100
	0.106	0.106		344.1

CERSMold330	41 - j6	-41.4 + j8.1	CERSMold110	2
4	0.071	+ j0	0.206	118.1
Код = 1010				
Устарт = 340.0	41 - j6	-41.4 + j8.1	CERSMold110	2
Урас = 340.0	0.071	+ j0	0.206	118.1
Rн = 35				
Qн = 18	179 - j25	-179 + j18	RamHBF330-1	7
Rг = 569	0.307	- j9	0.305	339.8
Qг = 41				
Rнеб = 0.0000	181 - j21	-180 + j14	RamHBF330-2	8
Qнеб = -0.0000	0.309	- j9	0.307	340.0
	-17 - j74	17 + j74	Neitrali3AT	113
	0.129	0.109		403.6
	-36 - j79	36 + j79	Neitrali4AT	114
	0.148	0.125		403.7
	-18 + j130	19 - j152	Usatovo3	508
	0.223	- j26	0.267	331.6
	79 + j164	-79 - j177	OdesscNoi	512
	0.309	- j18	0.337	331.9
	-21 - j49	21 - j10	Cotovsc3	530
	0.090	- j59	0.039	343.2
	105 - j12	-105 - j25	Artsiz3	545
	0.180	- j41	0.184	337.8



Подготовка исходных данных для динамических расчетов- данные по генераторам и автоматике

Наимено-вание	№г	P _{ном}	U _{ген}	Cosφ	T _j	X'd	Xd	Xq	Xd''	Xq''	Td'o	T''d	T''qo
Каховская ГЭС	342	320	150	0,85	7	0,3							
БТЭЦ	2067	24	110	0,85	8	0,23							
МГРЭС	4	600	330	0,85	6,8	0,295*)	1,85	1,85	0,19	6,85	0,14	0,14	0,5
ГТУ	141	63	25	0,8	4,8	0,224	2,199	2,199	0,139	0,14	8,68	0,11	0,5
Бл.. 12	151	200	15,75	0,85	6,8	0,295	1,85	1,85	0,19	0,19	6,85	0,14	0,5
Лад. ГРЭС	822	400	330	0,85	6,8	0,295*)	1,85	1,85	0,19	6,85	6,85	0,14	0,5
Днестров-ская ГЭС**)	806	230	110	0,9	14,75	0,24	0,52	0,364	0,15	0,15	5,3	0,2	0,5
Кишинев-ская ТЭЦ	5130	300	110	0,8									
ЮУАЭС	520	1000	330	0,9									
Бл. ТВВ/100-4	9599	1100	24	0,9									
Кр ТЭС	9340	400	20	0,85									
.	9358	600	20	0,85									
ЮУАЭС	9520	2200	24	0,9									
ВИН..750	827	17000	750										

Mustang - [Автоматика]

Файлы УР Дин.-данные Дин.-результаты Утяжеление Прочие функции Установки Окна ?

Стандартные | АЛАР | Программируемые |

Пояснение	N	Логика	Фактор	Ni	Nj	Nn	Уставка	T1	Кв
			Действие	Ni	Nj	Nn	Парам1	Парам2	Парам3
	1		Время				0.100		
	1	0.200	Шунт	7					0.001
	1	0.300	Отключить связь	7	4				
	1	0.300	Отключить связь	7	4024				
	1	0.400	Шунт	7					-0.001
	1	0.500	Включить связь	7	4				
	1	0.600	Включить связь	7	4024				

Mustang - [Автоматика]

Файлы УР Дин.-данные Дин.-результаты Утяжеление Прочие функции Установки Окна ?

Стандартные | АЛАР | Программируемые |

Контролируемые параметры

Узлы | Ветви | Генераторы | ВПТ

Название	N	Код	Устарт	Урасч	dU
RamStrash330	3	11	323.00	343.95	-7.0
CERSMold330	4	1010	340.00	340.00	-5.0
CERSMold400	5	1010	404.00	404.00	-5.0
Vulcan400	6	11	404.00	404.20	-7.0
RamHBF330-1	7	11	337.00	339.81	-5.0
RamHBF330-2	8	11	337.00	339.96	-5.0
Neitrali3AT	113	11	403.00	402.66	-5.0
Neitrali4AT	114	11	403.00	402.81	-5.0
Strash35-4AT	141	11	38.00	37.61	-2.0
Cosa1	528	11	110.00	113.45	-13.0
Cotovsc3	530	11	330.00	343.27	-4.0
Bolhrad1	544	11	110.00	119.64	-9.0
Budgeac	546	11	110.00	119.63	-10.0
CERSLadigin3	822	1100	350.00	350.00	
TaraciNord	4020	11	122.00	118.47	-10.0
Chishinau330	4024	11	328.00	341.86	-7.0
Chishinau110	4026	11	118.00	118.99	-8.0
Hinceshti	4028	11	116.00	118.70	-9.0
Horeshti	4045	11	121.00	118.85	-9.0
Strasheni330	4100	11	322.00	343.94	-7.0
Academiei1	5007	11	115.00	119.18	-8.0
Academiei2	5008	11	115.00	119.27	-8.0

Контролируемые параметры

Параметр	Ni	Nj	Nn	Zk1	Z
U	6137				
Угол U	6137				
Отн угол U	6137	822			
U	6138				
Угол U	6138				
Отн угол U	6138	822			
U	6012				
Угол U	6012				
Отн угол U	6012	822			
Pij	6012	6138			
Qij	6012	6138			

Измeнить

Очистка

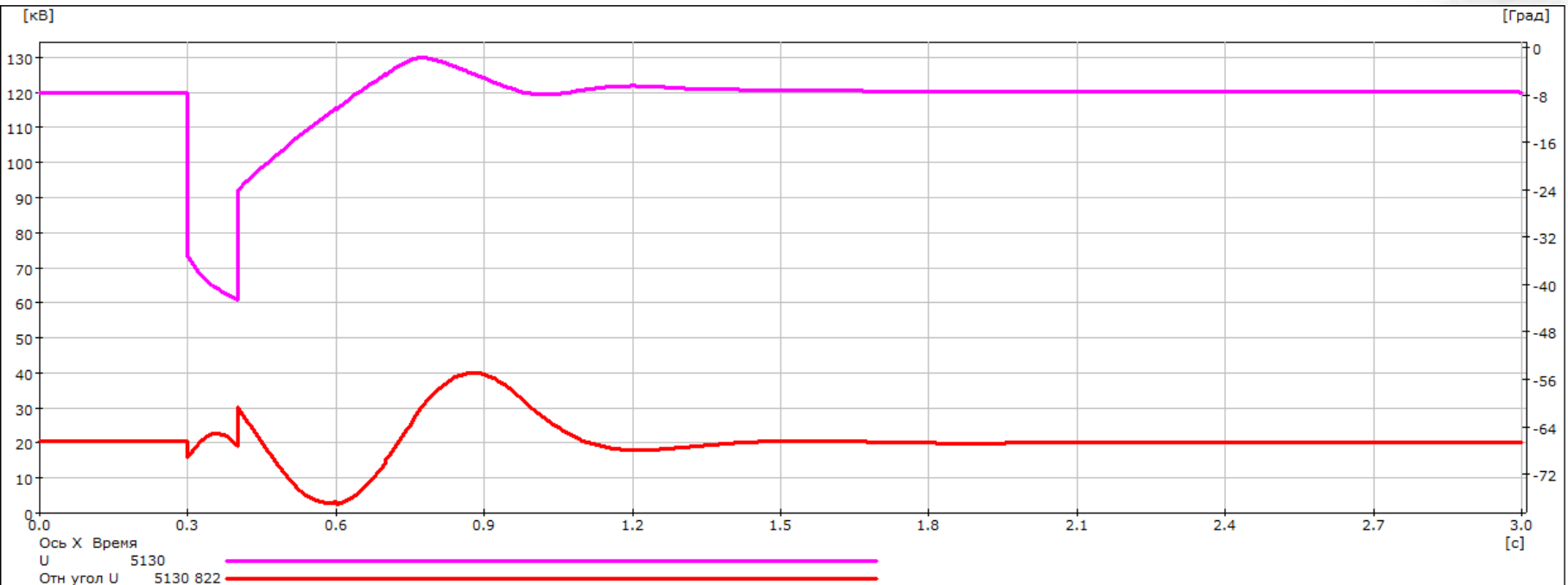
Пояснение

Шрифт

OK Справка Выход

1/1 RamStrash330 3

Эксперименты по моделированию трехфазных к.з. в узлах 110 и 330 кВ и одновременным и поочередным отключением одной или двух ВЛ, и затем поочередным их включением в работу



Моделирование трехфазного к.з. в узле и 330 кВ с одновременным отключением двух отходящих ВЛ, и затем поочередным их включением в работу после ликвидации к.з. Контролируемые параметры -модуль и угол напряжения в ближайших узлах 330 кВ, и определение углов качания генераторов при переходном процессе. Для данного случая к.з. угол не превысил 20 э л. град.

Раздел 3

Раздел: Разработка математической модели фотоэлектрической установки с двухосной ориентацией и алгоритма интеллектуального управления для уменьшения влияния взаимного затенения мобильных платформ в условиях Республики Молдова — *исп. О.Чалбаи*



Полученные результаты:

1. Разработаны **оптимальные кинематические схемы механизмов привода** подвижных (1, 2-х и 3-х координатных) платформ, обеспечивающие минимизацию энергетических затрат на перемещения их рабочих элементов.
2. Установлены и рассчитаны **статьи затрат на проектирование** создание и эксплуатацию различных типов солнечных фотоэлектрических установок.
3. Установлены и рассчитаны **объемы генерации энергии** (с учетом всех выделенных факторов, влияющих на эффективность генерации энергии).
4. Разработана **методика** проведения сопоставительного **технико-экономического анализа** различных типов солнечных установок.

I. Опубликована **монография** по теме

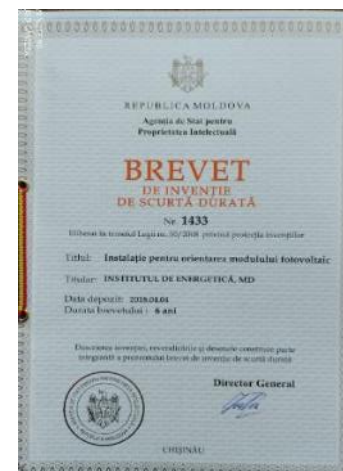
II. Получена **золотая медаль** за изобретение

инфоинвент-2021



Проблемы
эффективности
солнечных
фотоэлектрических
установок

Применение математических моделей и
методов для анализа энергетической
эффективности



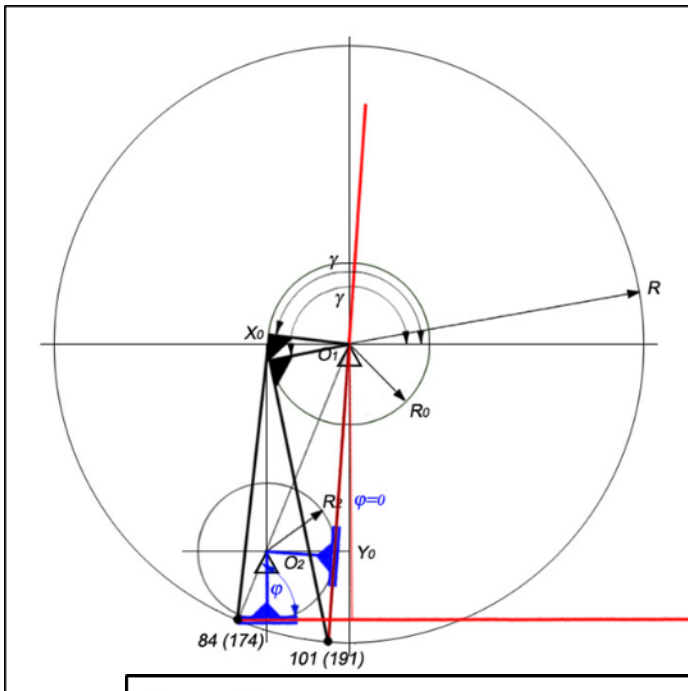


Рис. 1 Механизм привода подвижной платформы. Тип 1. Вариант II. Минимальная длина при $\gamma = 174^\circ$. «Заклинивание» происходит при $\gamma = 191^\circ$

На рисунке 2 показаны графики функции $\varphi=f(\gamma)$, отображающие зависимость угла φ от угла поворота γ рабочего элемента платформы по вариантам №1 и №2. Красные линии слева и справа отмечают границы рабочего диапазона изменения угла поворота. Для варианта №2 - $\pm 80^\circ$, для варианта №1 от -80° до $+50^\circ$. Правая граница диапазона определяется минимальным значением длины штока актуатора.

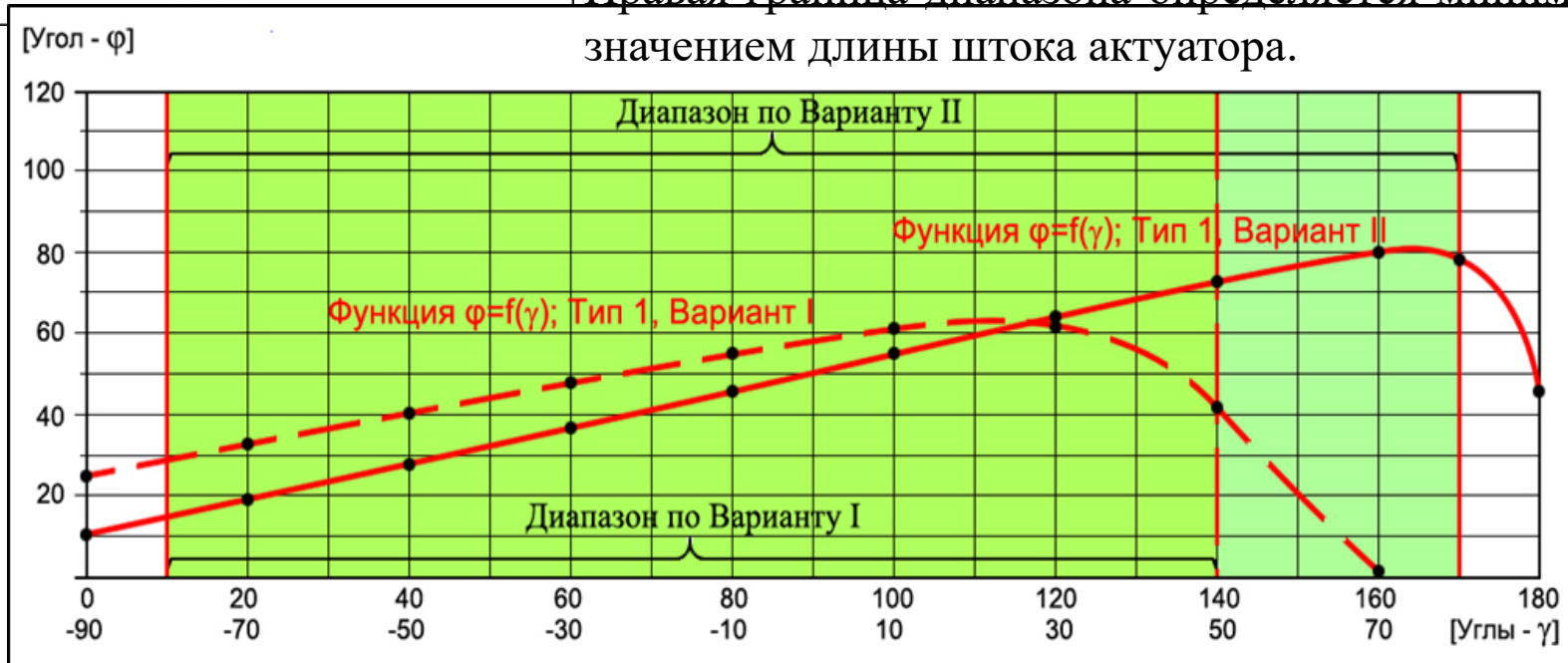


Рис. 2 График функции $\varphi = f(\gamma)$ для двух вариантов исполнения привода первого типа, отличающихся координатами X_0, Y_0 оси кронштейна актуатора

Анализ потерь мощности для различных типов солнечных фотоэлектрических установок

Таблица 2

Эффективность по тени (степень затенения) K_{SH} (%)									
№	Мес.	Стационарн. системы (60/72 панелей) [%]		Однокоорд. системы (50/60 панелей) [%]		2-х координатн. системы (42/54 панели) [%]		3-х координатн. системы (42/54 панелей) [%]	
		Вар.№1	Вар.№2	Вар.№1	Вар.№2	Вар.№1	Вар.№2	Вар.№1	Вар.№2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	JAN	10.36	24.58	42.59	60.02	13.49	6.86	1.62	2.71
2	FEB	1.11	5.78	40.14	56.11	9.25	4.10	0.87	1.95
3	MAR	0	0	38.47	53.38	5.11	10.26	0.55	4.22
4	APR	0	0	33.80	47.40	2.54	11.01	0.30	4.16
5	MAY	0	0	29.37	41.93	3.31	7.56	0.43	3.28
6	JUN	0	0	29.19	41.78	5.00	6.52	0.66	2.79
7	JUL	0	0	30.70	43.59	3.66	7.54	0.47	3.26
8	AUG	0	0	33.17	46.61	2.45	10.80	0.29	4.24
9	SEP	0	0	37.68	52.38	4.98	10.12	0.54	4.17
10	OCT	1.36	6.54	38.76	54.43	9.47	3.81	0.89	1.79
11	NOV	10.94	25.24	40.19	57.06	13.38	7.14	1.59	2.82
12	DEC	18.83	33.32	42.07	59.78	13.97	10.52	1.58	4.16
13	Ср ₃₋₁₀	0.170	0.818	33.893	47.690	4.565	8.453	0.516	3.489
		99.83	99.18	66.11	52.31	95.44	91.55	99.48	96.51
	Ср ₁₋₁₂	3.55	7.96	36.34	51.21	7.22	8.02	0.82	3.96

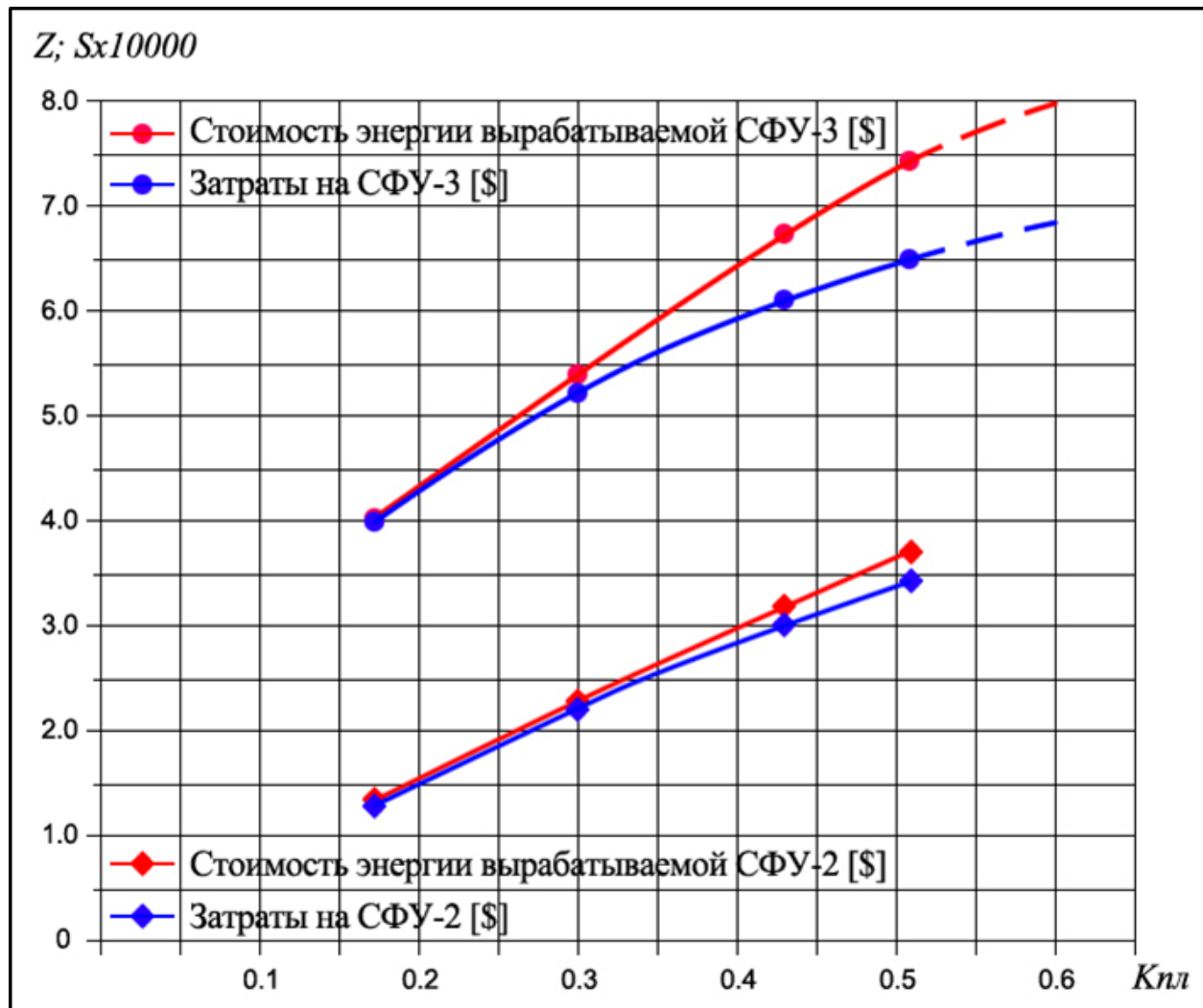


Рис. 4 Динамика изменения затрат и стоимости выработанной энергии по мере повышения плотности размещения платформ для 2-х и 3-х координатных СФУ

Динамика изменения экономических показателей 2-х и 3-х координатных СФУ по мере роста плотности размещения платформ на фиксированном участке (20 x 18 м)									
№	Название показателя	2-х координатные установки (число платформ)				3-х координатные установки (число платформ)			
		4	7	10	12	4	7	10	12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Коэффициент плотности размещения - $K_{пл}$ (б/р)	0.17	0.30	0.43	0.51	0.17	0.30	0.43	0.51
2	Коэффициент затенения (б/р)	0.98	0.93	0.90	0.86	1.0	0.99	0.94	0.91
3	Суммарные затраты - Z (\$)	13250	22323	30263	34506	14006	23473	32092	37210
4	Объём выработки энергии за период эксплуатации (кВт-час)	333667	436892	512592	541750	336250	455392	562692	622600
5	Стоимость электроэнергии, выработанной за период эксплуатации - S (\$)	40040	52427	61511	65010	40350	54647	67523	74712
6	Срок окупаемости станции (лет)	6.62	8.52	9.84	10.62	7.10	8.59	9.18	9.33
7	Рентабельность за период эксплуатации (%)	302.2	234.9	203.3	188.4	288.1	232.8	210.4	200.8
8	Удельные затраты на 1 кВт-час объёма выработанной энергии (\$/кВт-час)	0.040	0.051	0.059	0.064	0.042	0.052	0.057	0.060

Выводы

Все пять показателей для традиционно конкурирующих типов солнечных установок – стационарной и 2-х координатной – свидетельствуют о **преимуществах 3-х координатных систем**.

Основным **фактором**, определяющим **лидирующее** положение **3-х координатных систем**, является образование **теней**. Повышение плотности размещения и более интенсивное образование теней оказывают негативное влияние на все типы установок, но **3-х координатные системы** благодаря своим характеристикам (кинематике и оптимизирующей системе управления) способны **минимизировать потери**.

Раздел 3



Тема 2021

Разработка и исследование схем и алгоритмов синхронной многозонной модуляции для регулирования преобразовательных систем инверторного типа для регулируемого электропривода и для фотовольтаики при специфических режимах их функционирования **исполн. Олещук В.И**

Установлено, что **модифицированные** алгоритмы синхронной модуляции позволяют обеспечить **в зоне нелинейного регулирования** (при повышенных значениях коэффициентов модуляции) **сдвоенных инверторов фотопреобразовательной системы четвертьволновую симметрию** выходных напряжений инверторов, а также симметрию напряжений на соответствующих обмотках многосекционного силового трансформатора. В спектрах упомянутых **напряжений** при этом **отсутствуют четные гармоники и субгармоники.**

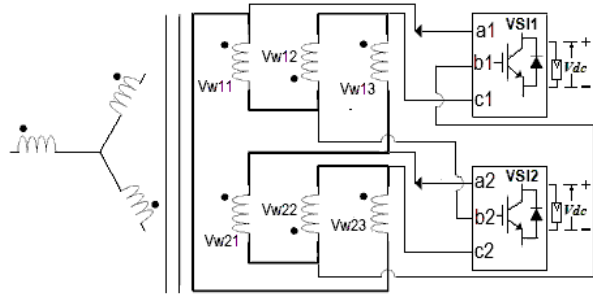


Институт энергетики Молдовы

Лаборатория энергетической безопасности и моделирования

В 2021-м году выполнялся этап НИР, связанный с разработкой и исследованием схем и алгоритмов многозонной векторной модуляции при специфических режимах регулирования преобразовательных систем инверторного типа для регулируемого электропривода и для фотовольтаики (первый квартал – работа **фотопреобразовательной двухинверторной системы в зоне нелинейного регулирования инверторов**)

Фотопреобразовательная система трансформаторного типа на базе сдвоенных трехфазных инверторов



Параметры управляющих сигналов при повышенных значениях коэффициентов модуляции инверторов

If $0.952 > m > 0.907$:

$$\beta_1 = \tau$$

$$\beta_j = \beta_1 \cos[(j-1)\pi K_{ov1}]$$

$$\gamma_j = \beta_{n-j+1} \{0.75 - 0.55 \tan[(j-j)\tau]\}$$

$$\lambda_j = \tau - (\beta_j + \beta_{j+1})/2$$

If $l > m > 0.952$:

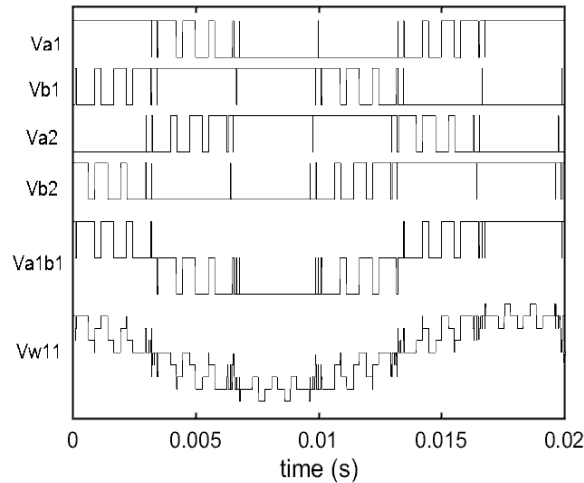
$$\beta_1 = \tau$$

$$\beta_j = \beta_1 \cos[(j-1)\pi K_{ov2}]$$

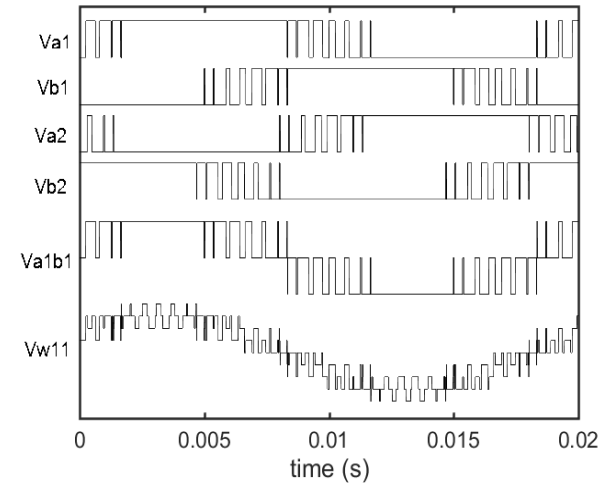
$$\gamma_j = \beta_{n-j+1} \{0.75 - 0.55 \tan[(n-j)\tau]\} K_{ov2}$$

Показано, что в анализируемой фотопреобразовательной системе на базе двух инверторов с повышенными значениями индекса модуляции модернизированная схема синхронной модуляции позволяет обеспечить симметрию напряжения на инверторных обмотках силового трансформатора при любых режимах работы. В спектрах базовых напряжений при этом отсутствуют четные гармоники и субгармоники.

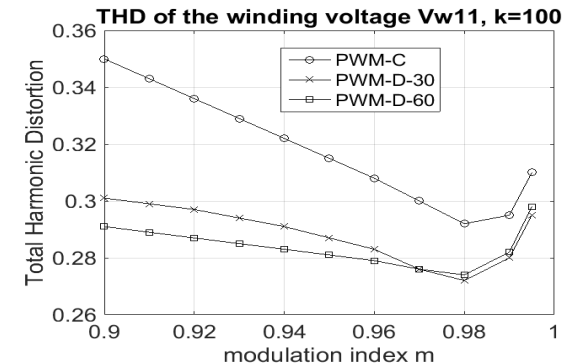
Симметричные напряжения (на периоде выходной частоты) фотопреобразовательной системы (**непрерывная синхронная ШИМ (PWM-C)**), $F=50\text{Hz}$, $m=0.975$, $F_s=1.1\text{kHz}$



Симметричные напряжения (на периоде выходной частоты) фотопреобразовательной системы (**прерывистая синхронная ШИМ (PWM-D-60)**), $F=50\text{Hz}$, $m=0.975$, $F_s=1.1\text{kHz}$



Использование модифицированных алгоритмов прерывистой синхронной векторной модуляции (PWM-D-30, PWM-D-60) позволяет уменьшить величину коэффициента искажения напряжения на инверторных обмотках силового трансформатора (в сопоставлении с алгоритмами непрерывной модуляции (PWM-C)) при повышенных, близких к максимальным, значениях коэффициента модуляции инверторов



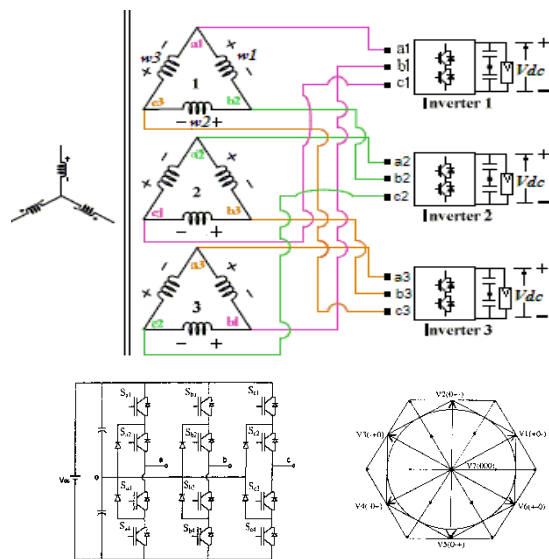


Институт энергетики Молдовы

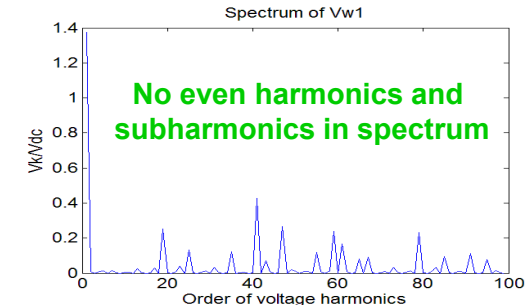
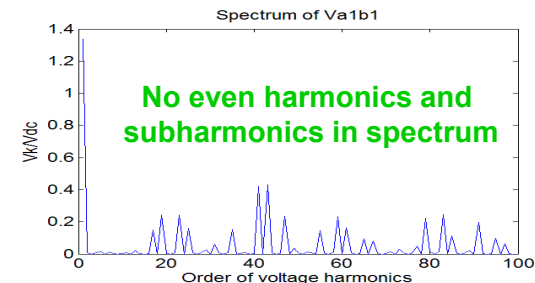
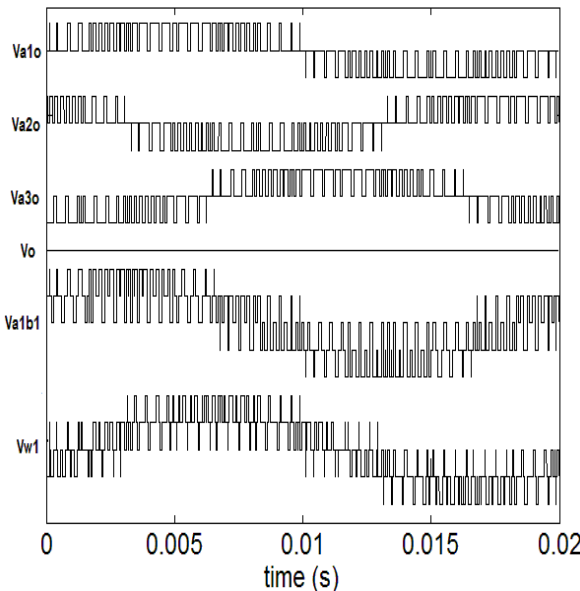
Лаборатория энергетической безопасности и моделирования

Во втором квартале 2021-го года выполнялся раздел НИР, связанный с анализом работы фотопреобразовательной системы на **базе трех инверторов с отсекающими диодами** с модифицированными алгоритмами управления и модуляции, обеспечивающими **минимизацию напряжения нулевой последовательности** в системе

Фотопреобразовательная система трансформаторного типа на базе трех инверторов с отсекающими диодами со специфической схемой управления



Симметричные напряжения системы (непрерывная ШИМ, $F=50\text{Hz}$, $m=0.75$, $F_s=1.1\text{kHz}$)



Базовые функциональные зависимости

$$F_{s(\text{CPWM,DDPWM})} = F(6n-3)$$

$$\beta_1 = 1.1m\tau$$

$$\tau_{\text{CPWM,DDPWM}} = 1/2F_s = 1/[6F(2n-1)]$$

$$\beta_j = \beta_1 \cos[(j-1)\tau]$$

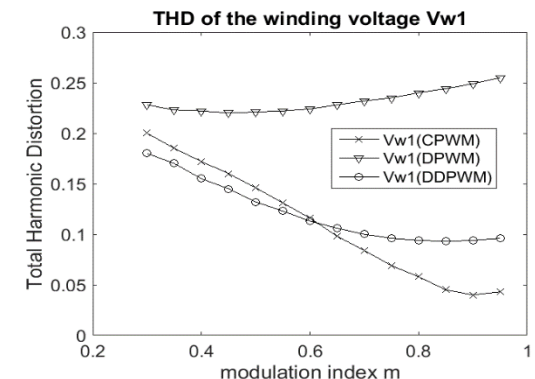
$$F_{s(\text{DPWM})} = F(8n-5)$$

$$\gamma_j = \beta_{n-j+1} \{0.5 - 0.866 \tan[(n-j)\tau]\}$$

$$\tau_{\text{DPWM}} = 1/[6F(2n-1.5)],$$

$$\lambda_j = \tau - (\beta_j + \beta_{j+1})/2$$

Показано, что в трехинверторных фотопреобразовательных системах на базе инверторов с отсекающими диодами с модифицированной схемой управления и модуляции, обеспечивающей минимизацию напряжения нулевой последовательности, **улучшенный спектральный состав напряжения на обмотках силового трансформатора достигается при использовании алгоритмов прямой синхронной модуляции (при значениях индекса модуляции инверторов $0.6 > m > 0$), а при более высоких значениях индекса модуляции ($m > 0.6$) алгоритмы непрерывной синхронной модуляции обеспечивают лучший гармонический состав напряжения на обмотках трансформатора..**



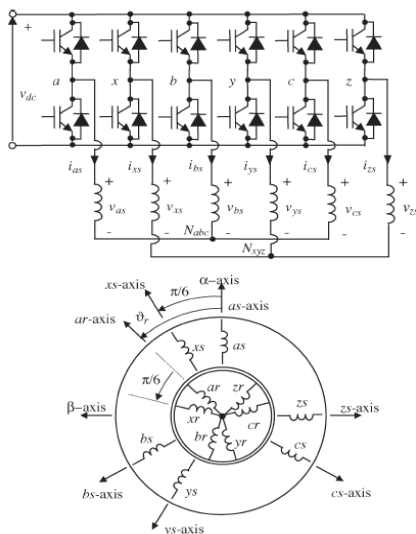


Институт энергетики Молдовы

Лаборатория энергетической безопасности и моделирования

В третьем квартале выполнялся раздел НИР, связанный с исследованием режимов работы **шестифазного преобразователя** для **электропривода с модифицированными алгоритмами модуляции**, обеспечивающими улучшенный спектральный состав выходного напряжения при повышенных, близких к максимальным, значениях выходной частоты системы

Система шестифазного электропривода на базе двойных трехфазных инверторов напряжения с общим источником электропитания



Базовые функциональные зависимости

$$V_{sa} = 0.333(V_a - 0.5V_b - 0.5V_c + 0.866V_x - 0.866V_y)$$

$$V_{m1} = 0.333(V_a - 0.5V_b - 0.5V_c - 0.866V_x + 0.866V_y)$$

$$V_{as} = V_{sa} + V_{m1} = V_a - 0.333(V_a + V_b + V_c)$$

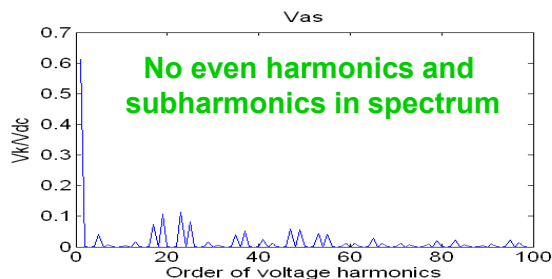
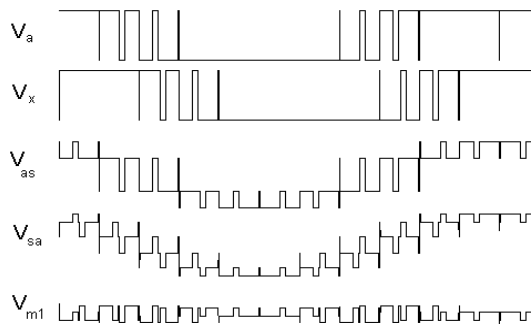
$$V_{xs} = V_{sb} + V_{m2} = V_x - 0.333(V_x + V_y + V_z),$$

$$K_{ov1} = 1 - (F - F_{ov1}) / (F_{ov2} - F_{ov1})$$

$$K_{ov2} = 1 - (F - F_{ov2}) / (F_m - F_{ov2})$$

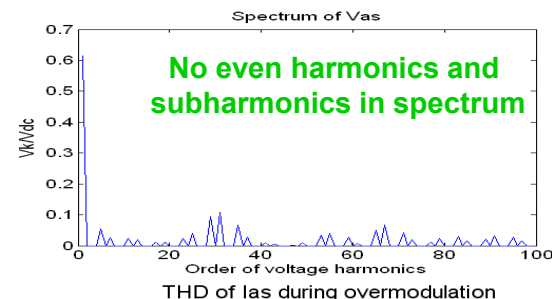
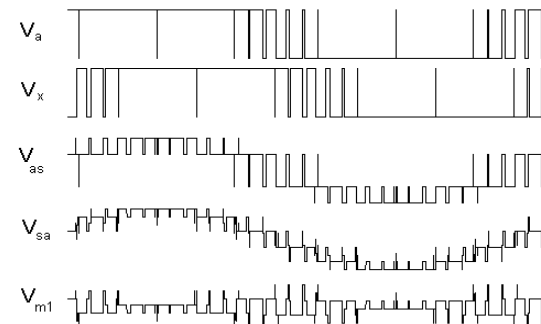
Базовые напряжения в системе при непрерывной синхронной ШИМ (CPWM)

$$F=48.7\text{Hz}, m=0.974, F_s=1.05\text{kHz}$$

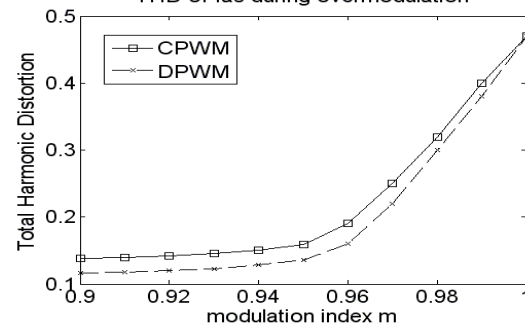


Базовые напряжения в системе при прерывистой синхронной ШИМ (DPWM)

$$F=48.7\text{Hz}, m=0.974, F_s=1.05\text{kHz}$$



Показано, что в системе шестифазного электропривода, работающего в зоне повышенных выходных частот, улучшенный спектральный состав напряжения фазного напряжения и тока достигается при использовании алгоритмов прерывистой синхронной модуляции (DPWM).



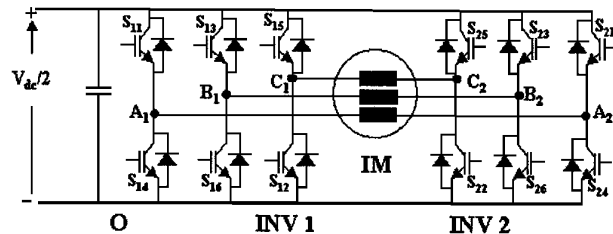


Институт энергетики Молдовы

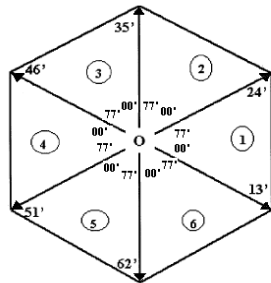
Лаборатория энергетической безопасности и моделирования

В четвертом квартале выполнялся раздел НИР, связанный с анализом работы системы регулируемого электропривода с разомкнутыми обмотками электродвигателя на **базе двух инверторов** с модифицированной схемой управления и модуляции, обеспечивающей **минимизацию напряжения нулевой последовательности** в системе

Двухинверторная система регулируемого электропривода переменного тока с разомкнутыми обмотками трехфазного электродвигателя



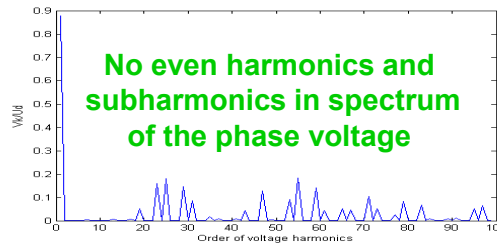
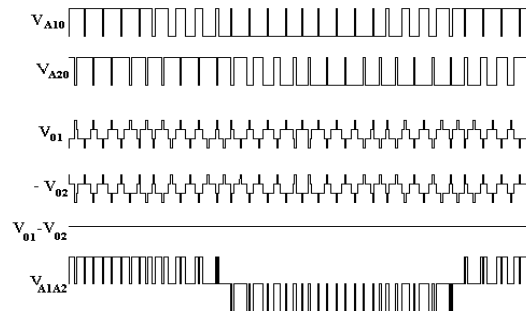
Комбинации векторов напряжения двух инверторов, обеспечивающие минимизацию напряжения нулевой последовательности в системе электропривода



Для первого инвертора: 1 – 100; 2 – 110; 3 – 010; 4 – 011; 5 – 001; 6 – 101, 0 – 000, 7 – 111 (1 – включенное состояние вентиля, 0 – выключенное состояние вентиля); аналогично для второго инвертора: 1' – 1'0'0'; 2' – 1'1'0'; 3' – 0'1'0'; 4' – 0'1'1'; 5' – 0'0'1'; 6' – 1'0'1'; 0' – 0'0'0'; 7' – 1'1'1', где 1' – включенное состояние ключей, а 0' – выключенное состояние ключей второго инвертора.

Базовые напряжения в системе при **непрерывной синхронной ШИМ**

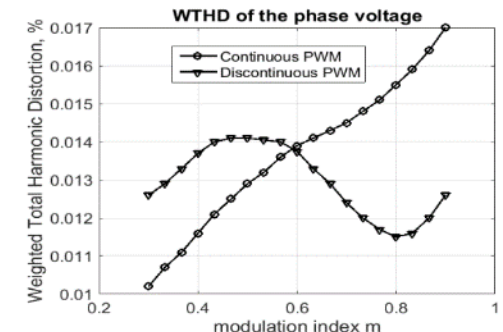
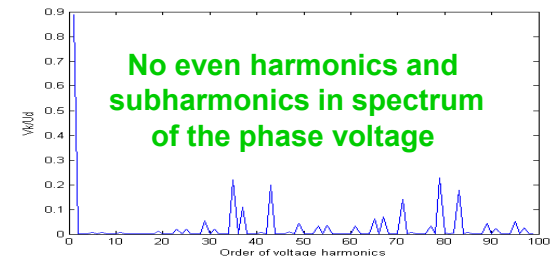
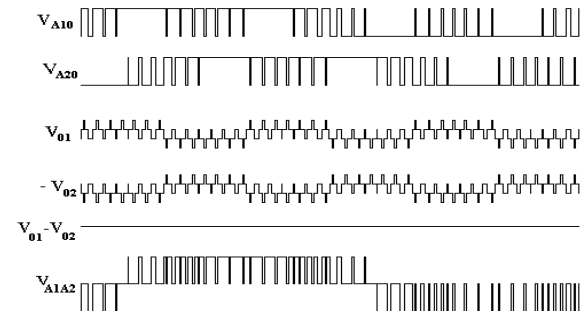
$$F=38\text{Hz}, m=0.76, F_s=1.1\text{kHz}$$



В системе регулируемого электропривода на базе двух инверторов с модифицированной схемой синхронной векторной модуляции, обеспечивающей минимизацию напряжения нулевой последовательности, **улучшенный спектральный состав фазового напряжения** в зоне пониженных значений индекса модуляции инверторов ($0.55 > m > 0$) достигается при использовании алгоритмов **непрерывной синхронной модуляции**, а при **более высоких значениях индекса модуляции** ($m > 0.55$) алгоритмы **прерывистой синхронной модуляции** обеспечивают лучший гармонический состав фазового напряжения.

Базовые напряжения в системе при **прерывистой синхронной ШИМ**

$$F=38\text{Hz}, m=0.76, F_s=1.1\text{kHz}$$



Выводы



Определено, что **модернизированные алгоритмы синхронной прерывистой модуляции инверторов** с повышенными значениями индекса модуляции обеспечивают **снижение** (в среднем на 10-18 процентов) **коэффициента искажения напряжения** на обмотках инверторной стороны силового трансформатора **фотопреобразовательной системы**, по сравнению с использованием аналогичных алгоритмов *непрерывной* векторной модуляции

Показано, что в **трехинверторных фотопреобразовательных системах на базе инверторов с отсекающими диодами** с модифицированной схемой управления и модуляции, обеспечивающей минимизацию напряжения *нулевой последовательности*, **улучшенный спектральный состав напряжения** на обмотках силового трансформатора достигается при использовании алгоритмов **прямой синхронной модуляции** (при значениях индекса модуляции инверторов $0.6 > m > 0$), а при более высоких значениях индекса модуляции ($m > 0.6$) алгоритмы **непрерывной синхронной модуляции** обеспечивают **лучший гармонический состав напряжения** на обмотках трансформатора

Раздел 4



Тема «Повышение эффективности парагальванических элементов за счет использования в качестве электролита раствора гидратированных электронов» -исполнитель *Анисимов В.К.*

- Показана возможность преобразования энергии низкотемпературного тепла в электроэнергию парагальваническими элементами. Парагальванические элементы могут быть дополнительными источниками энергии небольшой мощности для отдельных потребителей;
- В настоящее время работает много различного оборудования, тепло которого просто **выбрасывается** в окружающую среду (пищевые производства – пастеризация, выпечка хлеба; холодильное оборудование, в том числе кондиционеры, и др.). Системы преобразования энергии низкотемпературного тепла в электроэнергию (парагальванические элементы) позволят использовать часть этой энергии.

В 2018-19 гг. во время проведения исследований по коррозии арматуры железобетонных опор ЛЭП (Колесник И., Анисимов В., под руководством Берзана В.) **было экспериментально обнаружено**, что *два одинаковых стержня арматуры*, находящиеся в одинаковых условиях, образуют **источник тока**, вызывающего коррозию. Для отличия от классических гальванических элементов, которые состоят из разных электродов, и работа которых основана на реакции химически более активного электрода с раствором, элементам с одинаковыми электродами было дано название «*парагальванических*».



Физика их работы основана на **заряде приэлектродной емкости второго электрода**, который погружается в раствор **позже первого**, - с преобразованием тепловой энергии в электрическую.

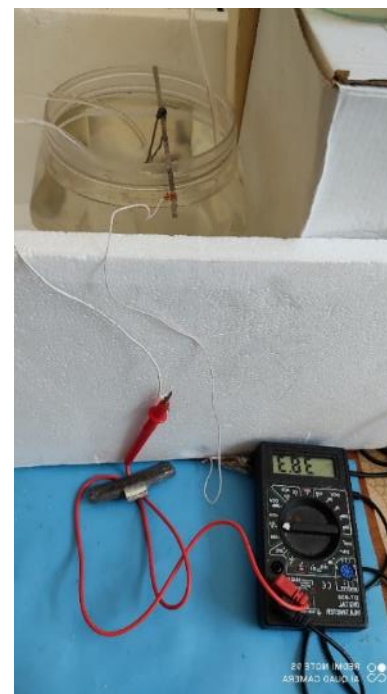
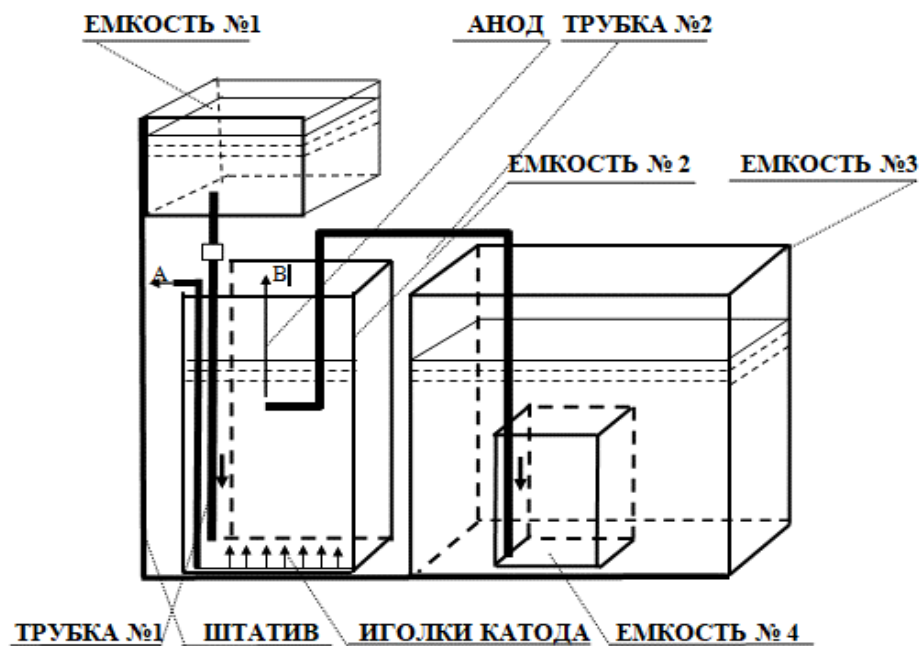
Цель работы: Разработка эффективного способа получения раствора гидратированных электронов.

В 2021 разработаны:

- **установка** для экспериментов для введения в воду дополнительных электронов, чтобы получить жидкость со стабильными параметрами в процессе ее хранения или транспортирования;
- **способ получения** водного раствора гидратированных электронов,
- оперативный **способ измерения** концентрации гидратированных электронов.
- **предложен электрод** в виде группы иголок, расположенных по окружности, напротив центра которой расположен второй электрод.
- **предложена технология**, допускающая практически непрерывное производство раствора гидратированных электронов.
- измерены величины **коэффициентов преобразования** тепловой энергии в электрическую при разных величинах концентрации гидратированных электронов, а также соответствующие изменения величин амплитуд импульсного напряжения парагальванического элемента, и величин внутреннего сопротивления.

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПАРАГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ
ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ ЭЛЕКТРОЛИТА РАСТВОРА
ГИДРАТИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ**

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РАСТВОРА ГИДРАТИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ



Установлено:

-величина коэффициента преобразования тепловой энергии в электрическую растет с увеличением концентрации гидратированных электронов, но их получение требует увеличения расхода электроэнергии.

-необходимо сравнивать величину электроэнергии, которую необходимо истратить до начала работы парагальванического элемента, с величиной электроэнергии, которую можно получить в процессе его работы;

--в гальваническом элементе после выработки указанной электроэнергии электрод полностью израсходован, а парагальваническом остался практически без изменений, и будет работать дальше.

Применимость – в парниках, требующих увлажнения воздуха. Площадь электродов может быть большой при использовании сверхтонких материалов на основе углерода.

Полученные патенты в 2021 году



1. CEALBAȘ, O., BERZAN, V., POSTOLATI, V., ANISIMOV, V. *Instalație pentru orientarea modului fotovoltaic*. Brevet de invenție de scurtă durată № 1433, BOPI № 4/2020. *золотая медаль на Инфоинвент-2021*

2. SUVOROV, A., ANISIMOV, V., POSTOLATI, V. *Generator de semnale periodice*. Brevet de invenție de scurtă durată № 1441, BOPI № 5/2020.

3. ERMURATSCHII, V., BURCIU, V., ANISIMOV, V. *Acumulator hibrid al căldurii solare*. Brevet de invenție de scurtă durată № 1454, BOPI № 8/2020.

серебряная медаль на Инфоинвент-2021

4. COLESNIC, I., ANISIMOV, V. *Armătură pentru piloni din beton armat ai liniilor electrice*. Brevet de invenție de scurtă durată № 1462, BOPI № 10/2020.

бронзовая медаль на Инфоинвент-2021



1. TÎRȘU, M., ANISIMOV, V. *Metoda de obținere a soluției de electroni hidratați*. Cerere de brevet de invenție de scurtă durată, intrare №2262, din 09.11. 2021.

2. TÎRȘU, M., POSTORONCĂ, S., LUPU, M., BÎC OVA, E., ANISIMOV, V. *Instalație solară hibridă*. Cerere de brevet de invenție de scurtă durată, intrare №2261, din 09.11. 2021.

3. CALININ, L. ZAIȚIV. D., TÎRȘU, M., POSTORONCĂ, S., GOLUB, I., CALOȘIN, D., ANISIMOV, V. *Dispozitiv de reglare cu două transformatoare*. Cerere de brevet de invenție de scurtă durată, № 2021 0075, din 24.08. 2021

4. CALININ, L. ZAIȚIV. D., TÎRȘU, M., POSTORONCĂ, S., GOLUB, I., CALOȘIN, D., ANISIMOV, V. *Dispozitiv transformator pentru conectarea unei sarcini asimetrice la o sursă de alimentare trifazată*. Cerere de brevet de invenție № 2021 0074, din 24.08. 2021

Заявки на изобретение,
которые поданы в 2021 году:

Раздел 5



Тема «Разработка модели и исследование нового устройства управления фазовым сдвигом с управляющим автотрансформатором для управления режимами электросети, в том числе для Смарт Грид»-исполнители **Бошняга В.А., Суслов В.М.**

1. Разработка модели трехстержневого трансформатора с 6 обмотками с помощью программы MATLAB, позволяющей реализовать любую схему соединения обмоток, в том числе для сетей Смарт Грид
2. Сборка и испытание модели 6-обмоточного трансформатора с регулировкой фазы, по типу многоугольной схемы.

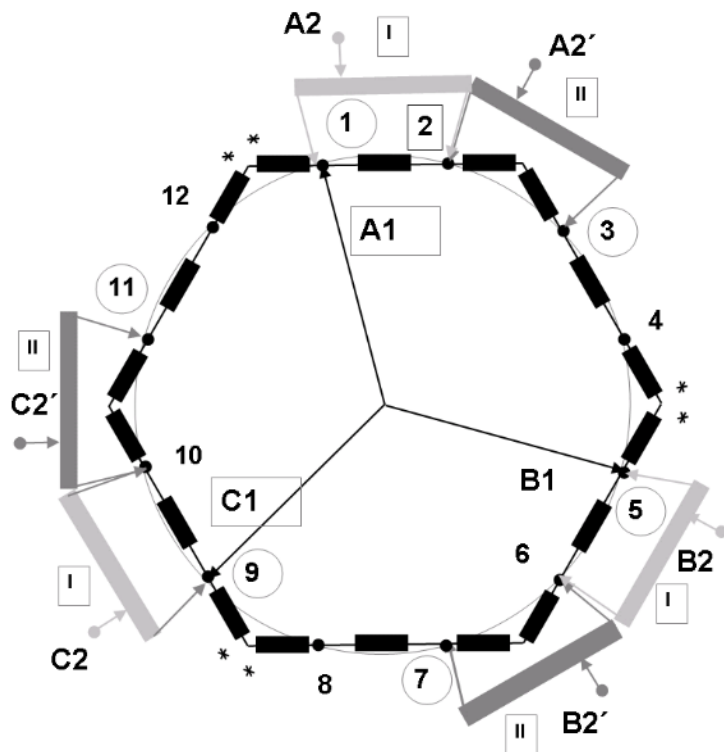
Разработана математическая модель для исследования нового трансформаторного устройства для реализации «гибкой» связи в электрической сети на основе схемы «шестиугольника», которая обладает свойствами элемента “smart grid”.

В развитие предыдущих работ модель устройства содержит два трехфазных трехстержневых трансформатора с 6-ю обмотками, что позволяет исследовать технико-экономические характеристики и различные режимы работы устройства, в том числе и несимметричные. Проведены пробные расчеты, которые показали ожидаемые результаты

Разработка модели и исследование нового фазоповоротного устройства с регулирующим автотрансформатором в качестве элемента сети smartgrid

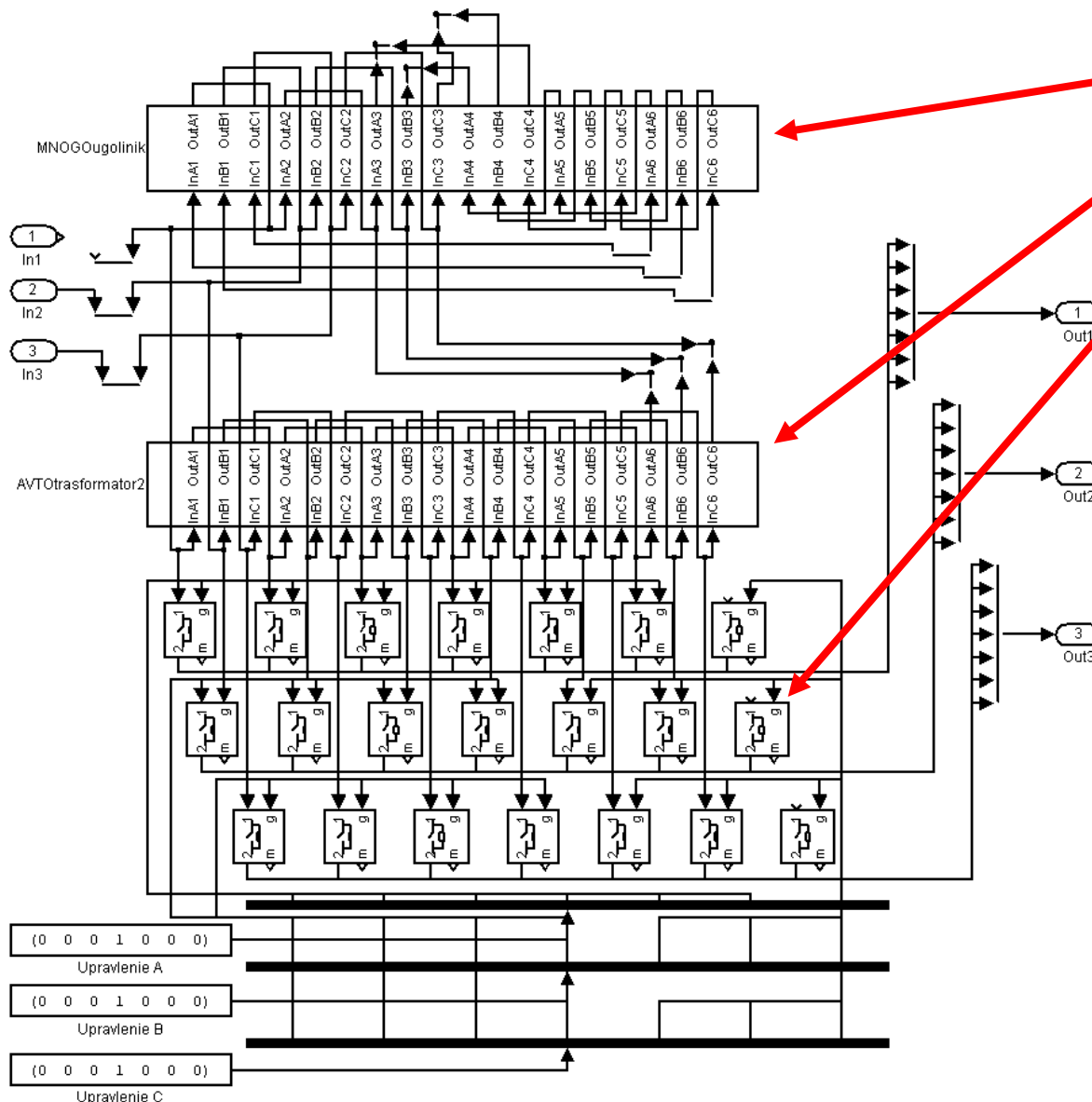
Цель работы: создание инструмента для исследования новых схем трансформаторных фазопреобразующих устройств с числом обмоток до 6 для оценки возможности их использования в качестве элемента сети smartgrid

И: Бошняга В.А., Суслов В.М.



За отчетный период разработана в системе МАТЛАБ-СИМУЛИНК и прошла предварительное тестирование модель нового трансформаторного устройства для гибкой связи энергосистем на переменном токе с 2-мя 6-ти обмоточными трансформаторами, позволяющая моделировать как симметричные, так и несимметричные режимы его работы. Проведено исследование неполнофазного режима работы.

Основные блоки модели, реализующей исследуемое схемное решение.



Показаны основные авто
рские блоки:

Собранная схема шестиуг
ольника

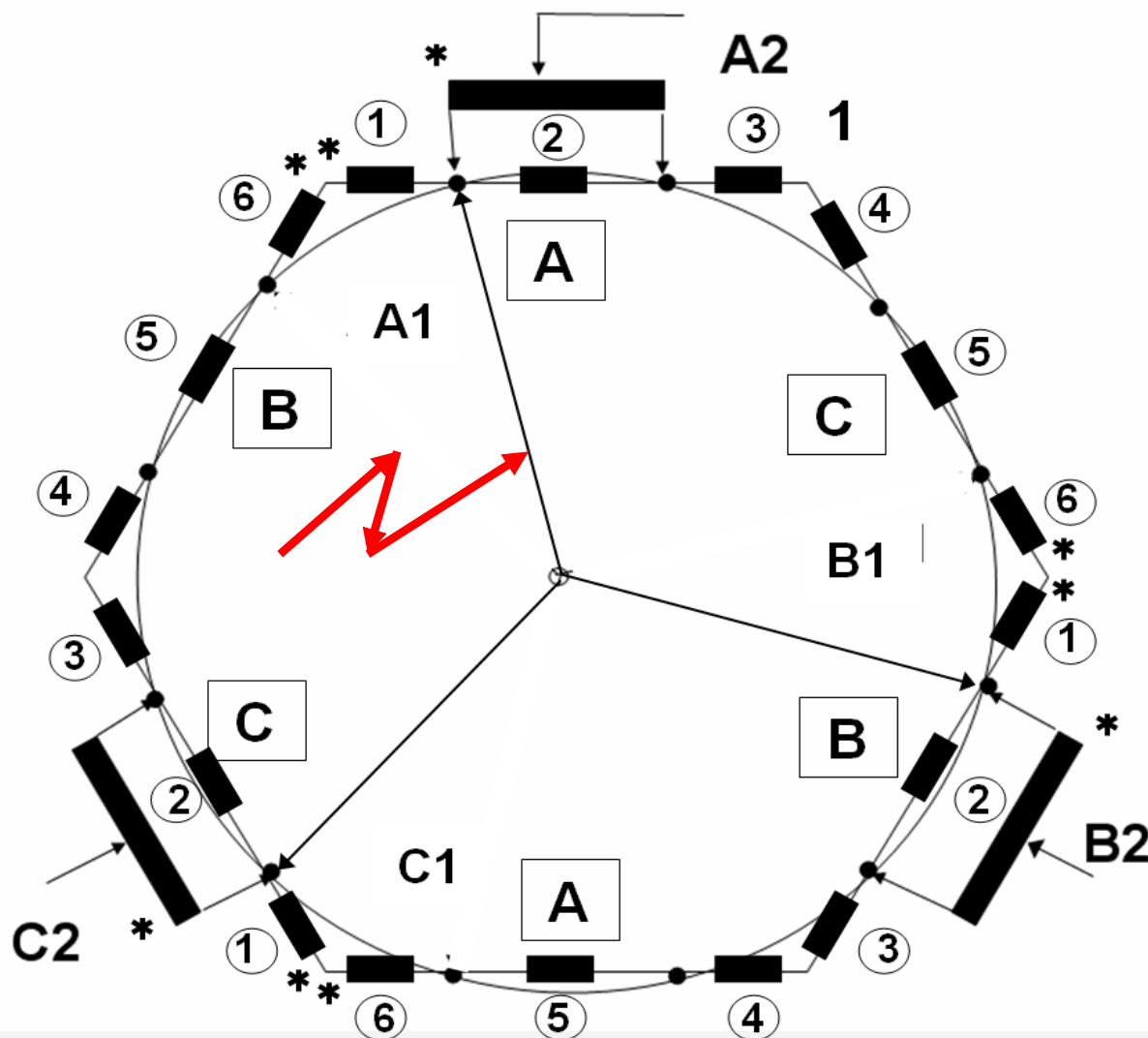
Регулирующий автотранс
форматор

Блок управления подклю
чением нагрузки

Оба трансформатора выполн
ены 6-ти обмоточными 3-х ф
азными, магнитная система –
трехстержневая.

В отличие от стандартных мо
делей трансформаторов в М
АТЛАБе доступны для подкл
ючения начала и концы всех
обмоток, что позволяет иссле
довать различные схемные р
ешения

Расчетная схема для первого варианта подключения регулирующего автотрансформатора к отводам фазо поворотного трансформатора



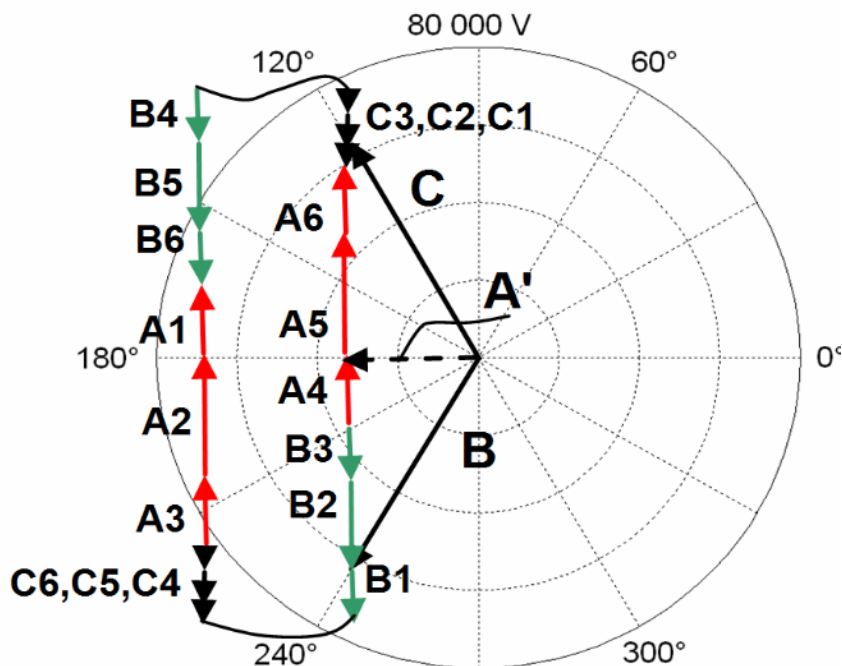
Красными стрелками показан обрыв фазы A1 питающей системы напряжений A1, B1, C1

Буквы A, B, C – обмотки фаз основного трансформатора, обозначены цифрами в кружках

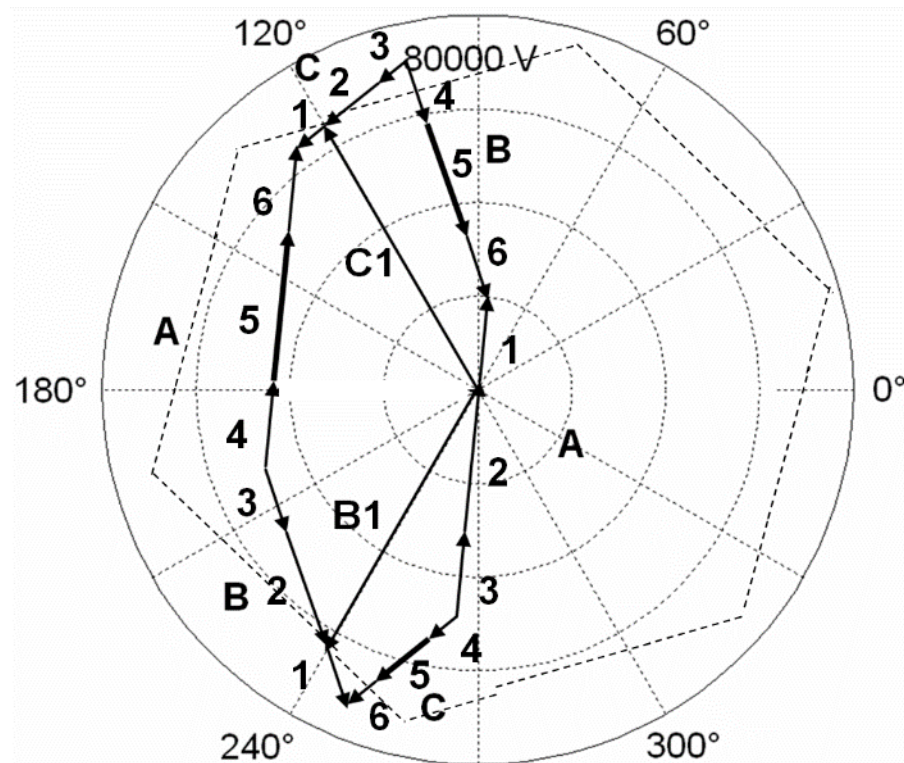
A2, B2, C2 – фазы регулирующего автотрансформатора, подключаемые в процессе изменения угла нужным парам отводов основного трансформатора

Модель дает вектора токов и напряжений всех обмоток устройства

Векторная диаграмма (ВД) **напряжений** обмоток шестиугольника **в неполнофазном режиме обрыва фазы А** при отсутствии (слева) и при наличии нагрузки

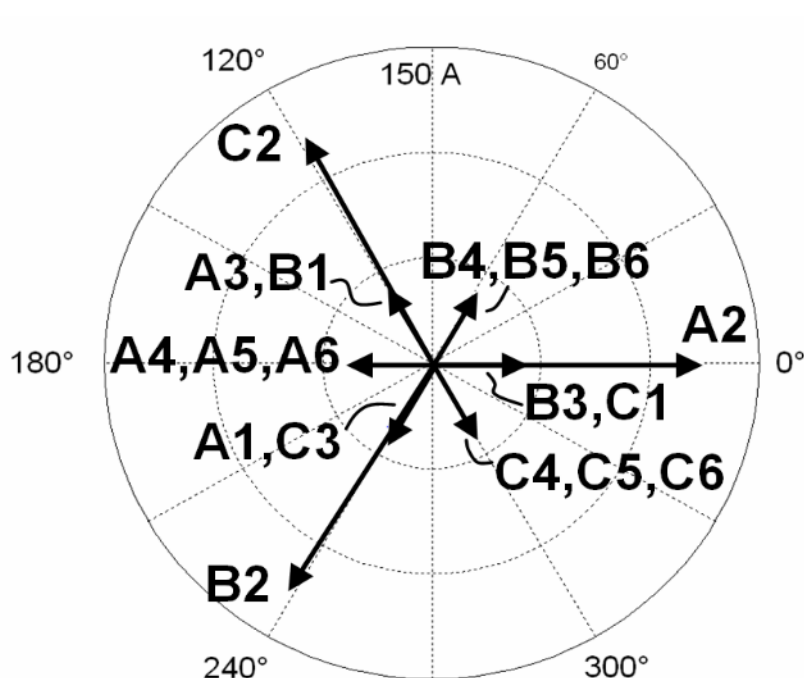


При **отсутствии** нагрузки вектора напряжений обмоток располагаются практически вдоль одной прямой, для наглядности они условно разнесены и обозначены разными цветами. Пунктирный вектор A' это напряжение в точке, где был применен вектор фазы А

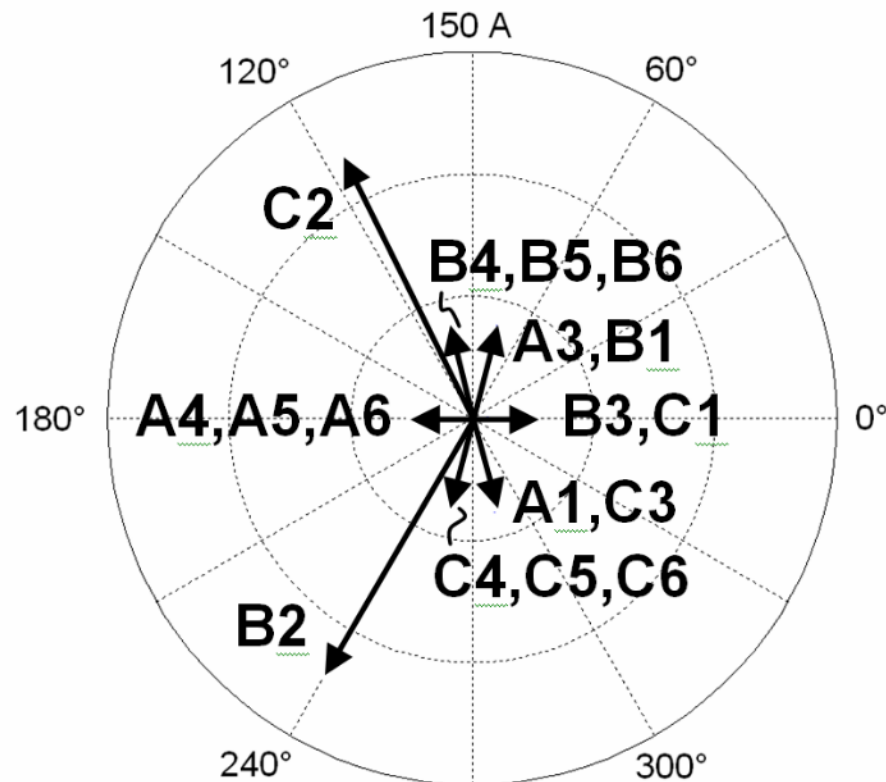


При **наличии** нагрузки вектора напряжений обмоток образуют искаженный шестиугольник. Пунктиром показан шестиугольник напряжений в симметричном режиме.

ВД **ТОКОВ** в обмотках основного трансформатора в с имметричном(**слева**) и неполнофазном режиме

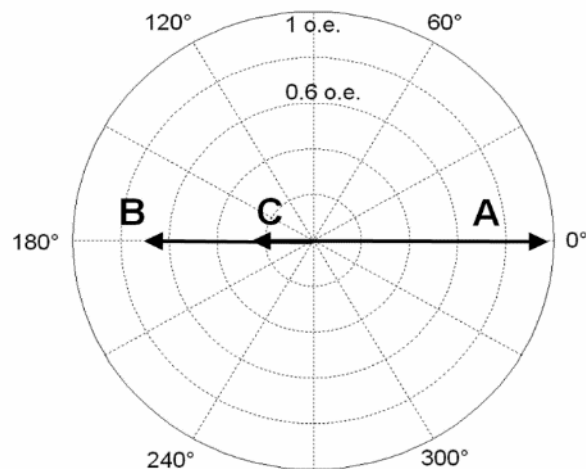


Токи обмоток **A4, A5, A6** одинаковы
а токи **B3, C1** находятся в
противофазе, в соответствии со
схемой соединения обмоток и
разметкой начал обмоток.
Аналогично и для других фаз.

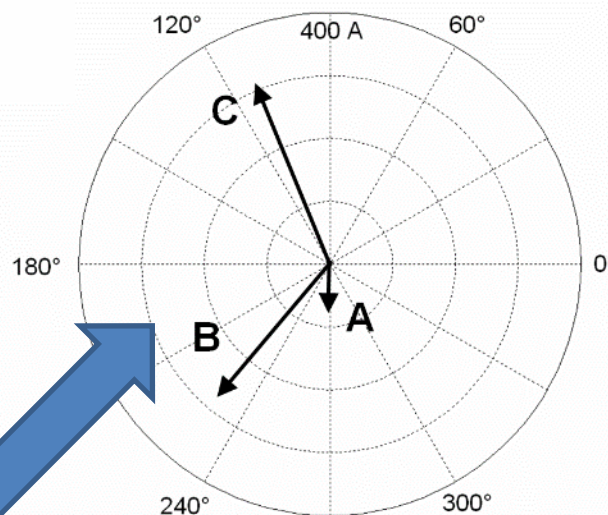


Токи всех обмоток по модулю
остались практически теми же,
изменились лишь незначительно их
фазовые углы. Ток **A2** значительно
уменьшился при обрыве питания
фазы **A**, поэтому на ВД он не
показан.

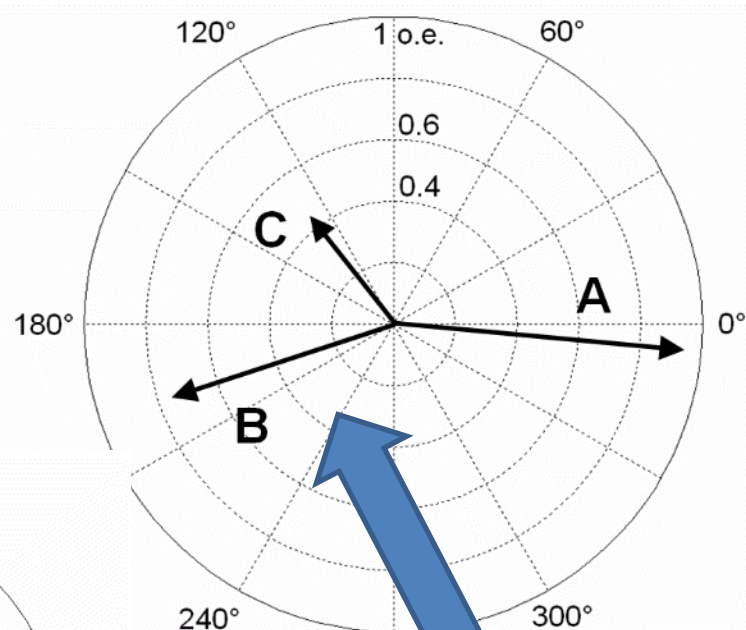
ВД относительных **магнитных потоков** в стержнях основного трансформатора.



Режим холостого хода.
Сумма потоков равна нулю.

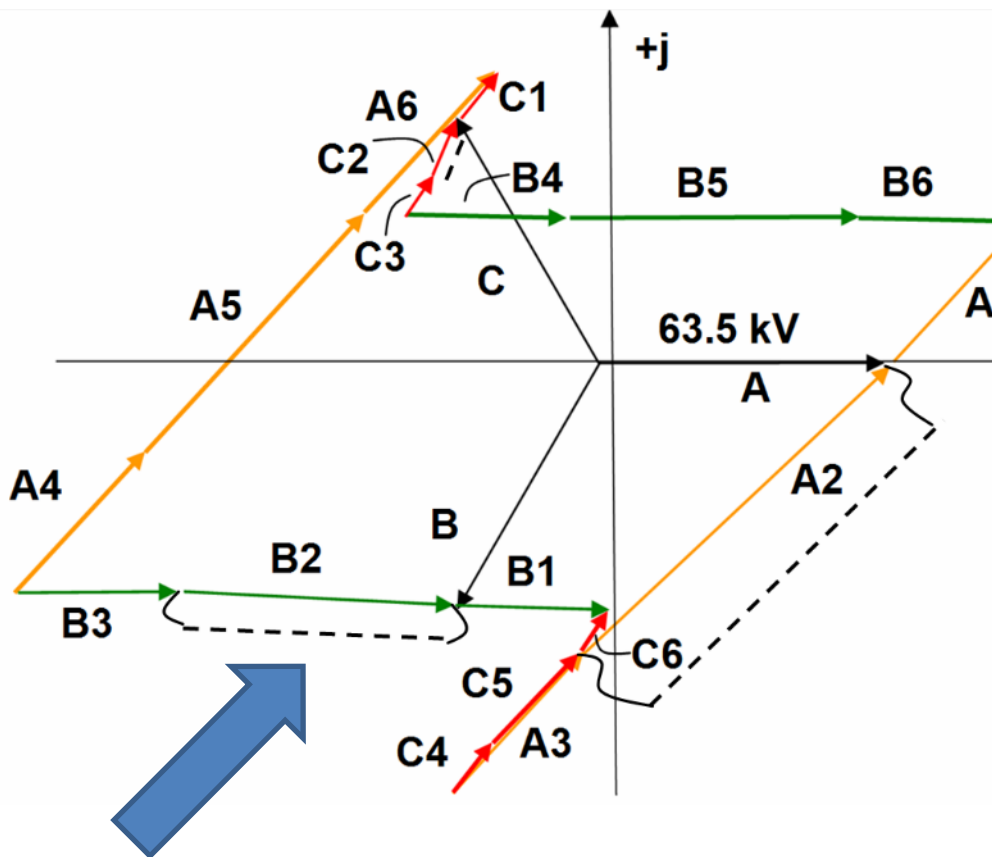


ВД токов нагрузки. В фазе А нагрузки при отключенной фазе А питания есть небольшой ток, обусловленный напряжением, поступающим через регулировочный автотрансформатор

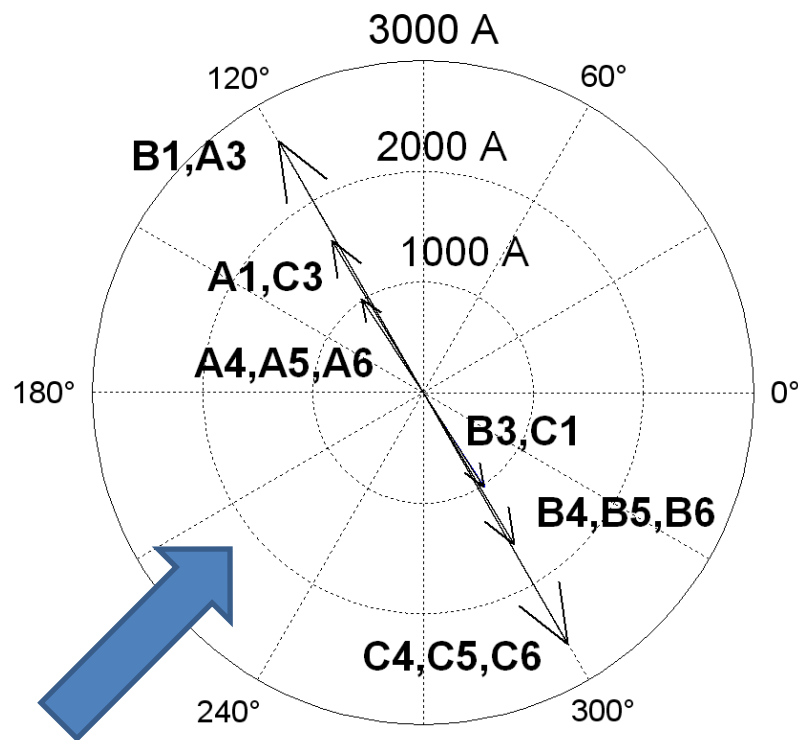


Режим нагрузки
Суммарный магнитный поток стержней приблизительно равен нулю, однако есть небольшой поток в воздухе, составляющий 6%.

Схема 1



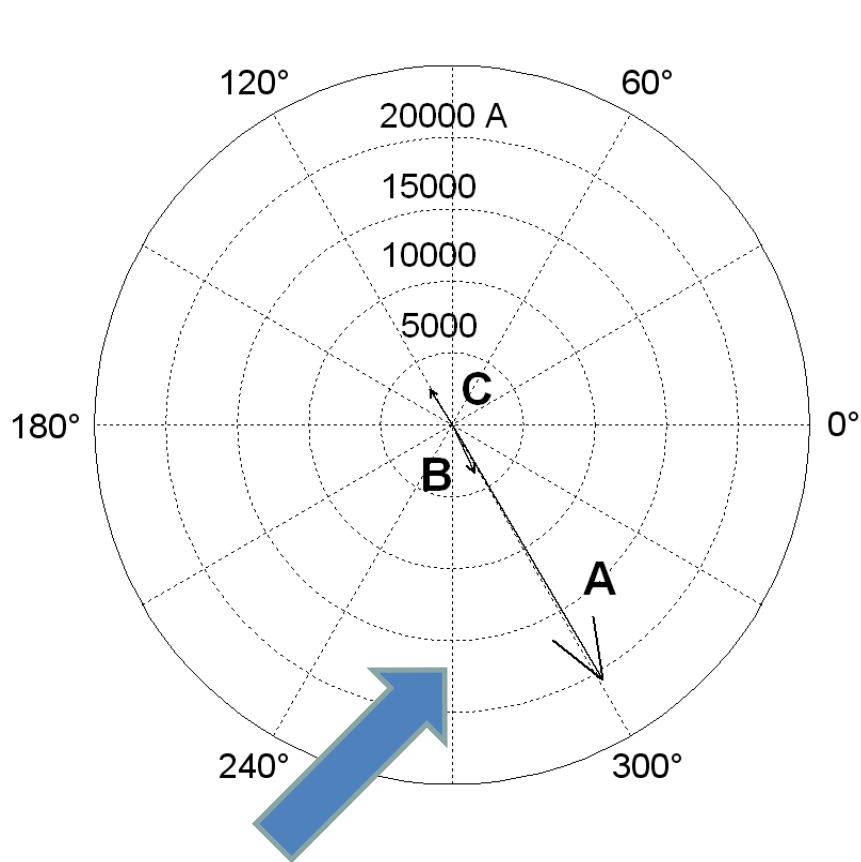
ВД напряжений обмоток многоугольника
основного трансформатора, **видно**
существенное искажение векторов
напряжений многоугольника.



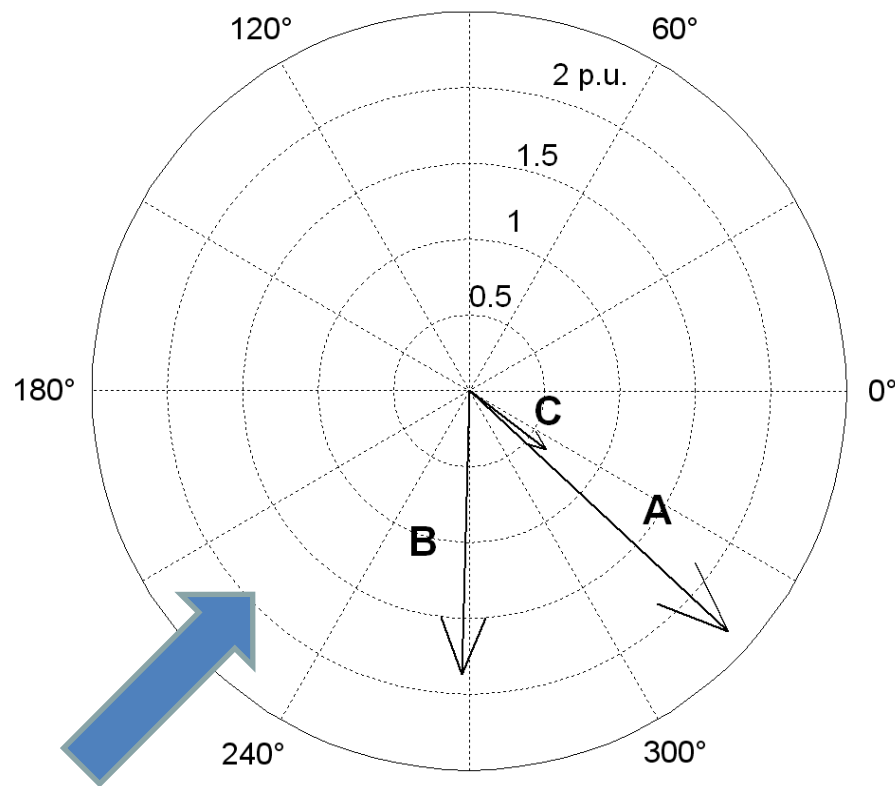
ВД токов обмоток основного
трансформатора

Схема 1, Продолжение

Видно (рис слева), что **сумма токов источника не равна нулю**. Это означает, что в данном режиме в нейтрали источника протекает значительный ток, таким образом, в схеме имеется ток нулевой последовательности. Такой же ток течет в заземленной нейтрали нагрузки. На рис. справа, **сумма относительных потоков стержней не равна нулю**, поток выходит в окружающее пространство



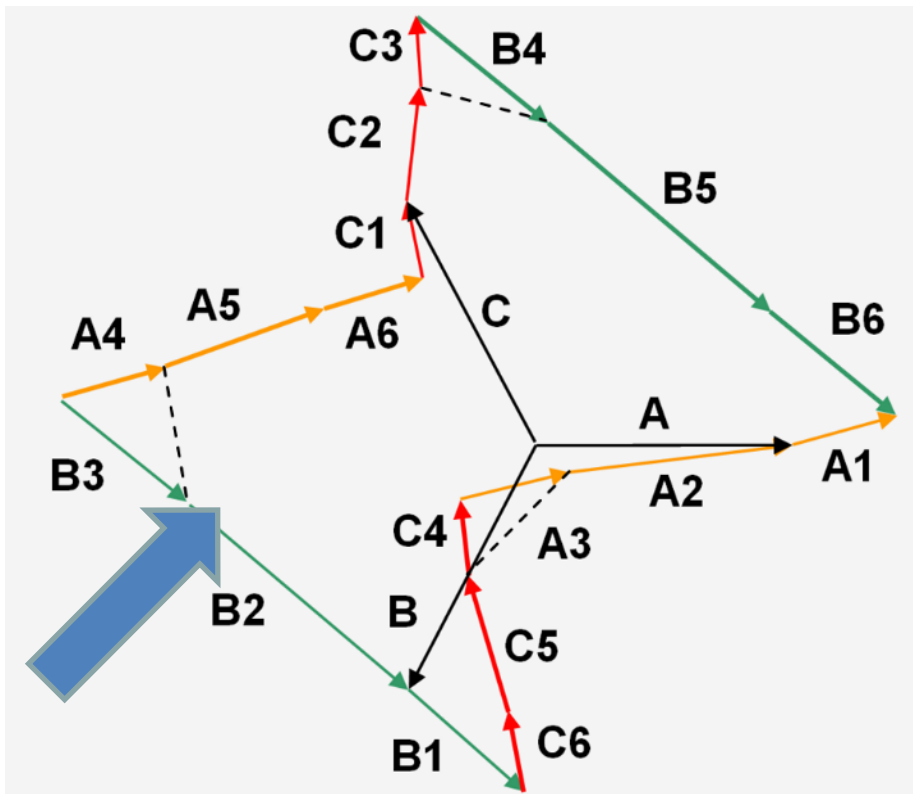
ВД токов от источника, питающего основной трансформатор.



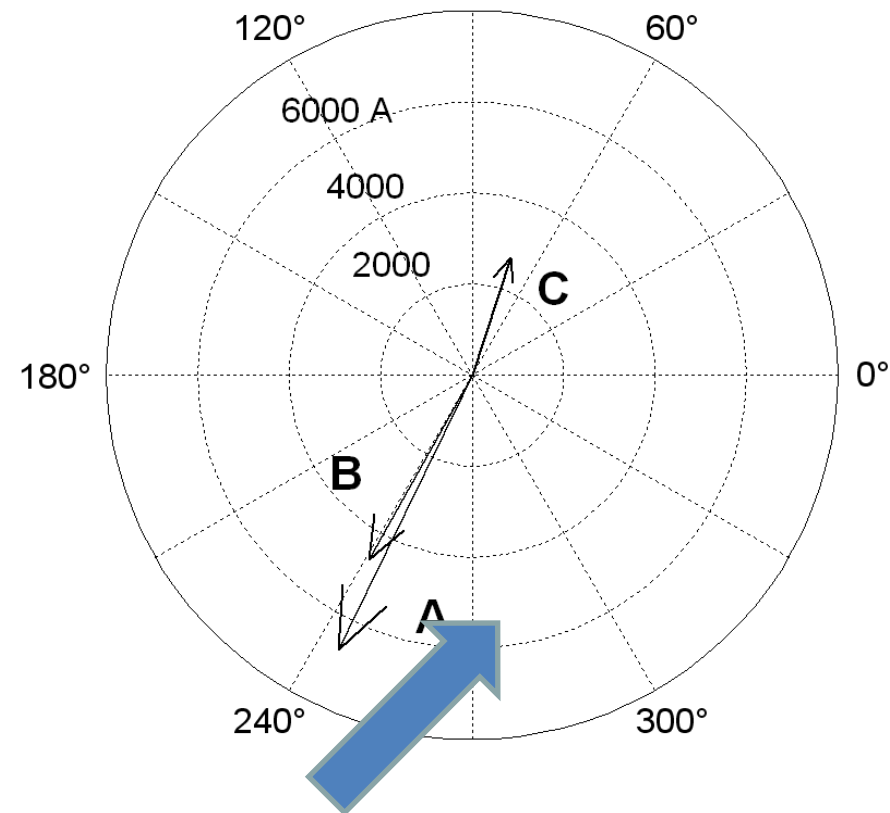
Относительные **магнитные потоки** в стержнях магнитопровода основного трансформатора.

Схема 2

Аналогично предыдущему, имеется значительное искажение векторов напряжений многоугольника, **величины напряжений обмоток фаз А и В заметно больше их номинальных значений**, поэтому для более корректного расчета такого режима также необходимо в дальнейшем учесть нелинейность магнитопровода. **Кроме того, сумма токов источника также не равна нулю.**



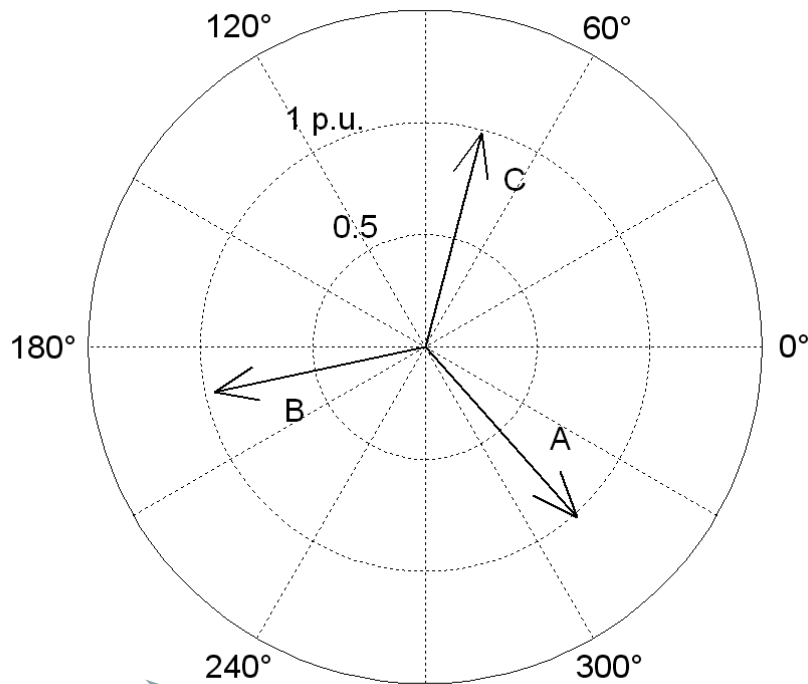
ВД **напряжений** обмоток многоугольника основного трансформатора для случая о.к.з. фазы А нагрузки.



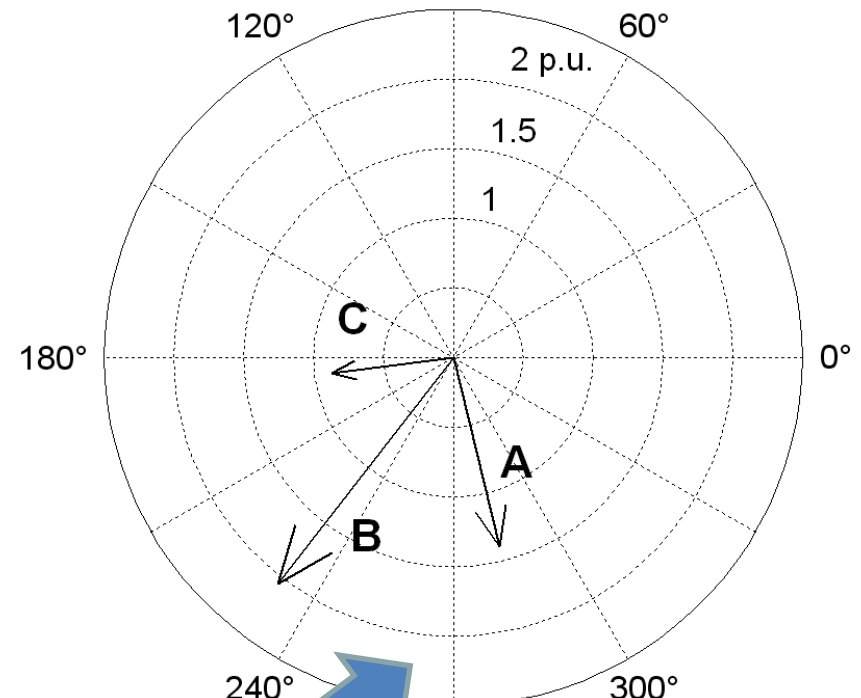
ВД **токов** от источника, питающего основной трансформатор.

Схема 2, продолжение

На рис. слева видно, **сумма относительных потоков стержней регулирующего автотрансформатора равна нулю**, поток не выходит в окружающее пространство. Справа **сумма относительных потоков стержней основного трансформатора не равна нулю**, есть поток в воздухе.



Относительные магнитные потоки стержней регулирующего автотрансформатора



Относительные магнитные потоки стержней магнитопровода основного трансформатора для схемы 2.

Аналогичные результаты были получены и для остальных двух схем подключения регулирующего автотрансформатора - схема 3 и 4.

Видно, что наименьшее искажение векторов напряжений многоугольника имеет место в схеме 4.

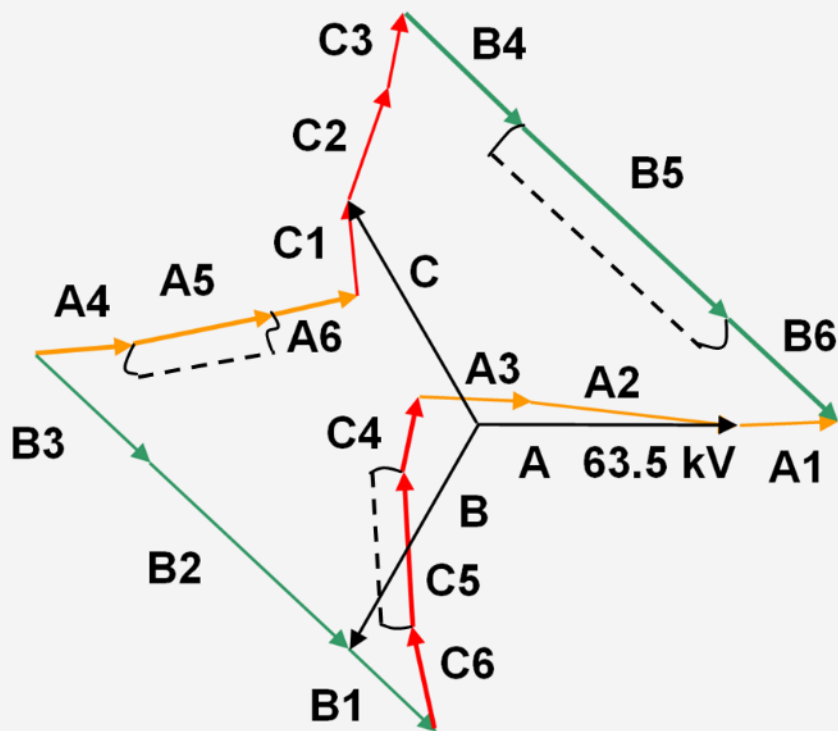


Схема 3. ВД напряжений обмоток многоугольника основного трансформатора для случая о.к.з. фазы A нагрузки.

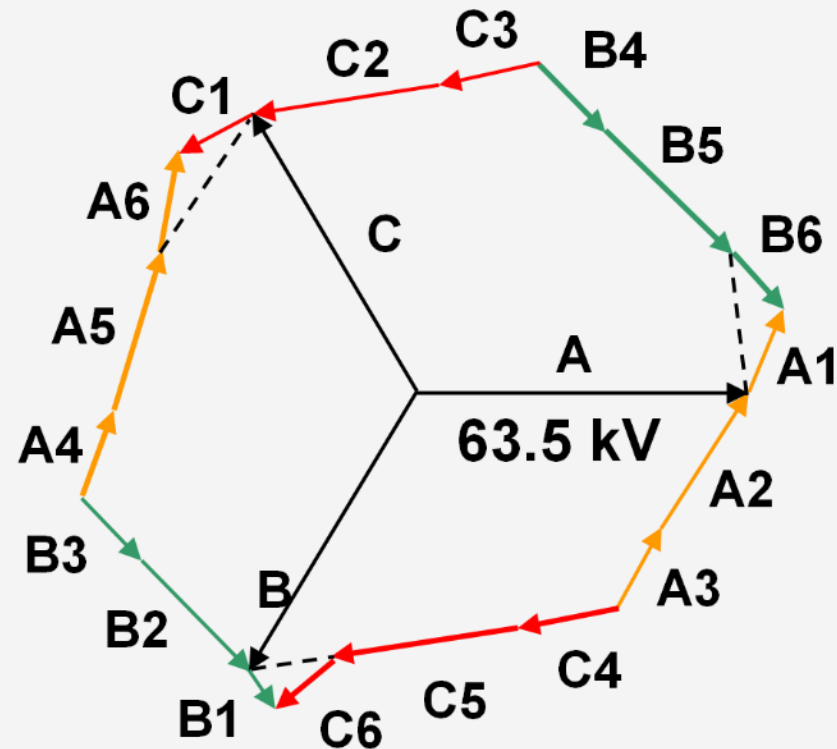


Схема 4. ВД напряжений обмоток многоугольника основного трансформатора для случая о.к.з. фазы A нагрузки.

ВЫВОДЫ

1. Разработана в системе МАТЛАБ-СИМУЛИНК модель трансформаторного устройства для связи энергосистем на переменном токе, состоящая из **двух 6-ти обмоточных трансформаторов-основного фазоповоротного и дополнительного-регулирующего автотрансформатора**, позволяющая моделировать и исследовать как симметричные, так и несимметричные режимы его работы.
2. Рассчитаны **токи и напряжения** обмоток устройства во всех возможных положениях регулирующего автотрансформатора при подключении нагрузки к средним отводам его обмотки. Построены наглядные **ВД**, поясняющие особенности рассмотренных несимметричных режимов работы предложенного устройства.
3. Проведенные расчеты показали, что величины возникающих в **неполнофазных режимах** токов и напряжений обмоток находятся в **допустимых пределах** и не требуется принятие специальных мер для его защиты. Показано, что в обоих рассмотренных несимметричных режимах при заземленных нейтралях источника питания и нагрузки возможно протекание значительных токов нулевой последовательности через устройство. В некоторых режимах это связано с выходом магнитного потока во внешнее пространство, его величина существенно зависит от режима.
3. Исследованы режимы **однофазного короткого замыкания нагрузки** для 4 возможных схем подключения регулирующего автотрансформатора. Показано, что при таком к.з. картина напряжений на обмотках основного трансформатора **существенно зависит от места подключения регулирующего автотрансформатора**. В режимах к.з. для более корректного расчета в дальнейшем необходимо учесть нелинейность магнитопровода.

Международное сотрудничество



Украина, Румыния, Россия, Белоруссия,
Англия, Швеция, Япония, Турция,
Хорватия, Узбекистан, Таджикистан,
Казахстан, Грузия, Швейцария, Италия





Спасибо за внимание!

Установлено:

-величина коэффициента преобразования тепловой энергии в электрическую растет с увеличением концентрации гидратированных электронов, но их получение требует увеличения расхода электроэнергии.

-необходимо сравнивать величину электроэнергии, которую необходимо истратить до начала работы парагальванического элемента, с величиной электроэнергии, которую можно получить в процессе его работы;

-сравнение использования материала электродов в гальваническом и парагальваническом элементах дало следующие результаты:

-гальванический элемент: площадь поверхности $20,4 \text{ см}^2$, энергия – 8710 Дж, то есть $8710 \text{ Дж} / 20,4 \text{ см}^2 = 427 \text{ Дж} / \text{см}^2$

-парагальванический элемент: площадь поверхности 20 см^2 , энергия – $1,99 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$, то есть $1,99 \cdot 10^{-6} \text{ Дж} / 20 \text{ см}^2 = 0,05 \cdot 10^{-6} \text{ Дж} / \text{см}^2$.

-в гальваническом элементе после выработки указанной электроэнергии электрод полностью израсходован, а парагальваническом остался практически без изменений, и будет работать дальше.

Применимость – в парниках, требующих увлажнения воздуха. Площадь электродов может быть большой при использовании сверхтонких материалов на основе углерода.