

Союз "Наука и энергетика"

# *Э Н Е Р Г И Я*

Научно-технический журнал

**2(86)/2018**

---

Тбилиси

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
<i>Г.КОХРЕИДЗЕ, Н.КЕКЕЛИЯ.</i> Управление и анализ динамических процессов автоматически регулируемых асинхронных тяговых двигателей на базе тяговой подстанции постоянного тока. ....	5
<i>Л.ВЕПХВАДЗЕ, Г.АРАБИДЗЕ.</i> Многокритериальный анализ принятия решений для планирования генерации электроэнергии в Грузии. ....	14
<i>Г.АРЗИАНИ, И.ГОРДИАШВИЛИ.</i> Асимметричное воздействие нагрузки на сетевое напряжение. ....	26
<i>И.ШАВЕЛАШВИЛИ.</i> Расчет технологических потерь электроэнергии в сети 0,4-110 КВТ с применением программного комплекса РАП-95. ....	30
<i>Ю.ЛОМИДЗЕ, Г.ХЕЛИДЗЕ, Б.ПИПИЯ.</i> Количественная оценка водности рек Грузии с учетом имеющихся гидрологических данных. ....	40
<i>М.РУХВАДЗЕ, Г.ШОВНАДЗЕ.</i> Влияние накопленной сверхпроводимой энергии на работу электросистемы. ....	45
<i>Ю.ЛОМИДЗЕ, Г.ХЕЛИДЗЕ, К.ПАТАРАЯ, М.МАРДАЛЕИШВИЛИ.</i> Принципы установления природоохранного расхода воды рек Грузии для гидроэнергетических объектов. ....	49
<i>З.ЧАЧХИАНИ, Г. ДАРСАВЕЛИДЗЕ, Л. ДАРЧИАШВИЛИ.</i> Идеальный кристалл и реальный металл. ....	55
<i>ДЖ. НИКУРАДЗЕ, В.КВИНТРАДЗЕ, В. МЕЛАДЗЕ, Г.ТАБАТАДЗЕ.</i> Дистанционные технологии обучения в системе дополнительного профессионального образования. ....	59
<i>Л.ПАПАВА, М.РАЗМАДЗЕ, Л.АХВЛЕДИАНИ.</i> Определение коэффициента преломления светового луча в технических маслах. ....	64
<i>Ф.БАСАРИЯ, Г.БОКУЧАВА, К.БАРБАКАДЗЕ, Г.ДАРСАВЕЛИДЗЕ.</i> Неорганический материал для защиты от сублимации ветвей термобатарей на основе сплава SiGe. .	68

**УПРАВЛЕНИЕ И АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ АВТОМАТИЧЕСКИ РЕГУЛИРУЕМЫХ АСИНХРОННЫХ ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА БАЗЕ ТЯГОВОЙ ПОДСТАНЦИИ ПОСТОЯННОГО ТОКА.**

*Г.Кохреидзе, Н.Кекелия.* "Энергия". №2(86). 2018. Тбилиси. с. 5-13. груз. реф. груз. англ. рус.

Рассмотрены вопросы управления тяговыми двигателями переменного тока на основе IGBT-транзисторных модулей. Установлена обобщенная схема преобразования переменных и разработан метод комплексно-операторных преобразований переменных на основании линеаризации выражений эквивалентных параметров и коэффициентов с помощью разложения в ряды Тейлора.

Илл. 2, лит. 5 назв.

**МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ГРУЗИИ.** *Л.Венхвадзе, Г.Арабидзе.* "Энергия". №2(86). 2018. Тбилиси. с. 14-25. груз. реф. груз. англ. рус.

Изложен метод использования многокритериального анализа принятия решений для планирования генерации электроэнергии в Грузии. Вначале рассматривается энергетический баланс Грузии в 2013-2017 гг., а использованием процесса многокритериального анализа оценены альтернативные технологии производства электроэнергии по предварительно определённым критериям.

На первом этапе исследования методом анализа иерархий (Analytical Hierarchy Process, АНР) определены «весы» для критериев, по которым оцениваются разные технологии генерации электроэнергии. Далее определяется матрица принятия решений, и указанные технологии оцениваются тремя разными методами: техникой определения порядка приоритетности при помощи соотношений к идеальной точке (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution, TOPSIS), методом многоцелевой оптимизации с помощью анализа соотношений (Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis, MOORA), оптимизация методом объединённой взвешенной аддитивной и мультипликативной оценки (Optimization of Weighted Aggregated Sum Product Assessment, WASPAS).

Исследованиями выявлено по всем трём методам суммарное преимущество технологии плотинных ГЭС перед остальными технологиями, несмотря на высокие капитальные издержки при строительстве таких электростанций.

Табл. 8, лит. 15 назв.

**АСИММЕТРИЧНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НАГРУЗКИ НА СЕТЕВОЕ НАПРЯЖЕНИЕ.**

*Г.Арзиани, И.Гордиаишвили.* "Энергия". №2(86). 2018. Тбилиси. с. 26-29. груз. реф. груз. англ. рус.

Обсуждается влияние трехфазной несимметричной нагрузки на определенную сеть асимметрии сетевого напряжения. Установлено предельное значение асимметричной нагрузки, после чего допустимый предел несимметричности напряжения определяется в соответствии с правилами сети, действующей в Грузии.

Илл. 4, табл. 1.

**РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СЕТИ 0,4-110 КВТ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА РАП-95.**

*И.Шавелаишвили.* "Энергия". №2(86). 2018. Тбилиси. с. 30-39. груз. реф. груз. англ. рус.

Рассмотрены и проанализированы технические потери электроэнергии для сетей 0,4-11 кВт АО Теласи и разработана структурная схема потерь электроэнергии по уровням напряжения, на основе которой рассчитаны потери электроэнергии с применением программного комплекса РАП-95.

Полученные результаты технических потерь близки установленным Нормам Национальной Комиссии по регулированию энергетики и водоснабжения Грузии, однако для некоторых уровней напряжения несколько отличаются от них. Данные рекомендации

позволяют с большей точностью рассчитать технические потери и разработать план мероприятий для их снижения.

Илл. 4, табл. 3, лит. 5 назв.

#### **КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ВОДНОСТИ РЕК ГРУЗИИ С УЧЕТОМ ИМЕЮЩИХСЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ.**

*Ю.Ломидзе, Г.Хелидзе, Б.Пипия.* "Энергия". №2(86). 2018. Тбилиси. с. 40-44. груз. реф. груз. англ. рус.

Гидроэнергетические ресурсы Грузии в последний раз были оценены по гидрологическим данным до 1980 года. В настоящее время доступны данные до начала 90-х годов XX века. Следует отметить, что с 80-х годов XX века на больших реках Грузии не проводились гидрологические наблюдения. Нет полноценной информации о влиянии изменения климата на гидрологический режим рек. Для количественной оценки влияния климата на водность рек на данном этапе исследования нами было выделено 10 рек разных регионов Грузии и проведены расчеты расходов воды. С использованием имеющихся гидрологических рядов расходов воды для указанных рек было выявлено как уменьшение, так и увеличение расходов воды в зависимости от изменения климатических условий.

Табл. 1, лит. 7 назв.

#### **ВЛИЯНИЕ НАКОПЛЕННОЙ СВЕРХПРОВОДИМОЙ ЭНЕРГИИ НА РАБОТУ ЭЛЕКТРОСИСТЕМЫ.** *М.Рухвадзе, Г.Шовнадзе.* "Энергия". №2(86). 2018. Тбилиси. с. 45-48. груз. реф. груз. англ. рус.

Проведено компьютерное моделирование переходных процессов и сравнение кривых использованной и неиспользованной накопленной сверхпроводимой энергии.

Показано, что при использовании накопленной сверхпроводимой энергии система сохраняет устойчивость без необходимости отключения добавочной нагрузки.

Илл. 7, лит. 3 назв.

#### **ПРИНЦИПЫ УСТАНОВЛЕНИЯ ПРИРОДООХРАННОГО РАСХОДА ВОДЫ РЕК ГРУЗИИ ДЛЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ.**

*Ю.Ломидзе, Г.Хелидзе, К.Патарая, М.Мардалеишвили.* "Энергия". №2(86). 2018. Тбилиси. с. 49-54. груз. реф. груз. англ. рус.

В соответствии с природными условиями Грузии широко распространены гидроузлы деривационного типа, работающие в режиме водотока, характеризующиеся определенной степенью необходимости русла нижнего бьефа водостеснительного сооружения (водоприемника). Поэтому вопрос должен быть рассмотрен комплексно, чтобы, с одной стороны, был максимально использован полный энергопотенциал, а с другой, - сохранены основные природные условия.

Предложен метод установления природоохранного расхода воды по базовым значениям расхода, представляющего многолетний минимальный среднемесячный расход воды 95%-ной обеспеченности. В качестве примера базовые расходы воды определены для гидрологически полностью и частично изученных и неизученных рек. Проведенные расчеты показали изменение базовых расходов в пределах 3,5 ÷ 16,8% от среднемноголетних расходов воды, т.е. несоответствие действительности принятой на сегодняшний день в проектной практике величины природоохранного расхода воды (10% от средне-многолетнего расхода). Природоохранный расход воды должен быть определен для конкретной реки индивидуально с учетом следующих условий: функционирования пресноводной экосистемы, обеспечения потребности в воде населения, сельского хозяйства, промышленности, а также предельной концентрации загрязнения воды вследствие несанкционированной антропогенной деятельности.

Табл. 1, лит. 6 назв.

### ИДЕАЛЬНЫЙ КРИСТАЛЛ И РЕАЛЬНЫЙ МЕТАЛЛ.

*З. Чачхиани, Г. Дарсавелидзе, Л. Дарчиашвили. "Энергия". №2(86). 2018. Тбилиси. с. 55-58. рус. реф. груз. англ. рус.*

Рассмотрены возможности использования представлений о зонной структуре Бриллюэна в исследовании движения электронов проводимости в периодическом поле идеального кристалла. Указаны пределы ее применимости и необходимость модификаций зонной модели при изучении реальных проводящих металлов с дефектами структуры. В частности, локализованные дефекты рассматриваются в адиабатической аппроксимации как изменения потенциального поля первоначально идеального кристалла. В этом случае гамильтониан нарушенной системы от оператора  $\hat{H}$  идеального кристалла отличается оператором дефектного поля  $\hat{V}$ .

Лит. 3 назв.

### ДИСТАНЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ В СИСТЕМЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ.

*Дж. Никурадзе, В. Квинтрадзе, В. Меладзе, Г. Табатадзе. "Энергия". №2(86). 2018. Тбилиси. с. 59-63. груз. реф. груз. англ. рус.*

Рассмотрены вопросы дистанционного обучения в учреждениях дополнительного профессионального образования. По сравнению с ВУЗами темпы развития в них дистанционного обучения низкие, что не отвечает потребностям современного учебного процесса. Дистанционное обучение не должно заменять традиционные его формы, а призвано стать новой образовательной моделью, позволяющей осуществлять непрерывное самосовершенствование, направленное на быстрое получение индивидом технологий обработки информации и практического её применения. Таким образом, процесс распространения дистанционных образовательных технологий в системе дополнительного профессионального образования является необратимым, требующим системный подход и разработку механизмов его регулирования.

Лит. 3 назв.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПРЕЛОМЛЕНИЯ СВЕТОВОГО ЛУЧА В ТЕХНИЧЕСКИХ МАСЛАХ. Л. Папана, М. Размадзе, Л. Ахвледзиани. "Энергия". №2(86). 2018.

Тбилиси. с. 64-67. груз. реф. груз. англ. рус.

Исследован коэффициент угла преломления светового луча в технических маслах в рефрактометре ИРФ-22. Экспериментально изучен коэффициент преломления света в компрессорном, автомобильном и трансформаторном маслах. Проведенный анализ позволил определить и зафиксировать значение коэффициента угла преломления и исключить возможные технические процессы.

Илл. 2, лит. 3 назв.

### НЕОРГАНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ СУБЛИМАЦИИ ВЕТВЕЙ ТЕРМОБАТАРЕЙ НА ОСНОВЕ СПЛАВА SiGe. Ф. Басария, Г. Бокучава, К. Барбакадзе, Г. Дарсавелидзе. "Энергия". №2(86). 2018. Тбилиси. с. 68-73. рус.. реф. груз. англ. рус.

*Ф. Басария, Г. Бокучава, К. Барбакадзе, Г. Дарсавелидзе. "Энергия". №2(86). 2018. Тбилиси. с. 68-73. рус.. реф. груз. англ. рус.*

Поликристаллические сплавы SiGe являются высокотемпературными термоэлектрическими материалами и широко используются для изготовления р- и n-ветвей термоэлектрических батарей, рабочая температура которых выше 1000<sup>0</sup>С. При таких температурах имеет место испарение германия и легирующих материалов (бора и фосфора) из сплавов SiGe. Этот процесс может вызвать заметное ухудшение термоэлектрических характеристик термо-электрического преобразователя и снижение продолжительности его рабочего ресурса. Это обстоятельство свидетельствует о необходимости формирования антисублимационного покрытия на поверхности ветвей термоэлементов, совместимого по своим физико-химическим свойствам с их характеристиками.

На практике для решения указанной проблемы широко используют нитрид кремния и высокотемпературные органические и неорганические материалы. Это обусловлено наличием относительно простых технологических процессов их получения и практического применения. Указанные материалы характеризуются высокой хрупкостью или становятся хрупкими в процессе работы термобатарей при высоких температурах. Для органических

материалов дополнительно выделяются жидкие углеводороды, которые при высоких температурах образуют углерод. Вследствие этого ухудшаются электроизоляционные характеристики термобатарей, что часто приводит к короткому замыканию. В процессе работы термобатарей нередко имеют место как запланированное, так и незапланированное изменение температур, которое может стать причиной нарушения сплошности (однородности) тонкого слоя защитного покрытия.

Нами создано высокотемпературное электроизоляционно-антисублимационное покрытие на основе стекломали для защиты от сублимации р- и n-ветвей термоэлементов на основе SiGe. Варьированием химического состава стеклофритт получена стекломаль, которая при температурах 1000-1100<sup>0</sup>С удовлетворяет требованиям к физико-химическим свойствам антисублимационных покрытий. На базе натриевого жидкого стекла Na<sub>2</sub>O·nSiO<sub>2</sub> разработан следующий химический состав стеклофритты: Na<sub>2</sub>O-K<sub>2</sub>O-ZnO-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>. На основании этих материалов на поверхности р- и n-ветвей термоэлементов SiGe сформировано высокотемпературное антисублимационное покрытие высшего качества. Предложенный материал может сохранить на исходном уровне прочность соединения ветвей термоэлементов, их электрическую изоляцию и антисублимационные свойства в случае изменения температуры термоэлектрогенератора со скоростью ≈100 град/мин в интервале температур 1000-25<sup>0</sup>С.

Илл. 2, табл. 2, лит. 10 назв.