



АЛЬТЕРНАТИВНАЯ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИКА



МАТЕРИАЛЫ II Международной научно-практической конференции (г. Воронеж, 16-18 сентября 2020 г.)

Воронеж 2020

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

МАТЕРИАЛЫ

II Международной научно-практической конференции
(г. Воронеж, 16-18 сентября 2020 г.)

Воронеж 2020

УДК 621.398(06)

ББК 31.232.3я4

A585

Альтернативная и интеллектуальная энергетика: материалы II Международной научно-практической конференции (г. Воронеж, 16-18 сентября 2020 г.)
A585 [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые и граф. данные (9,0 Мб). – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2020. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM): цв. – Систем. требования: ПК 500 и выше; 256 Мб ОЗУ; Windows XP; SVGA с разрешением 1024×768; Adobe Acrobat; CD-ROM дисковод; мышь. – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-7731-0862-7

В сборнике представлены материалы II Международной научно-практической конференции «Альтернативная и интеллектуальная энергетика» в области водородной энергетики, солнечной энергетики, термоэлектрической энергетики, ветроэнергетики, атомной энергетики, экологии, функциональных материалов для альтернативной энергетики, энергосберегающих технологий и материалов, интеллектуальной энергетики, новых образовательных программ по энергоэффективности и альтернативной энергетике.

Материалы сборника соответствуют научному направлению «Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии, электротехнические комплексы и системы управления» и перечню критических технологий Российской Федерации, утверждённому Президентом Российской Федерации.

Сборник предназначен для специалистов предприятий, работников вузов, студентов и аспирантов, обучающихся в вузах технического профиля.

УДК 621.398(06)

ББК 31.232.3я4

Редакционная коллегия:

Коновалов Д. А.	– д-р техн. наук, проф. – ответственный редактор;
Сергеев А. В.	– канд. техн. наук, доц. – зам. ответственного редактора;
Иевлева Е. В.	– ответственный секретарь;
Калинин Ю. Е.	– д-р физ.-мат. наук, проф.;
Мозговой Н. В.	– д-р техн. наук, проф.;
Ряжских В. И.	– д-р техн. наук, проф.;
Батаронов И. Л.	– д-р физ.-мат. наук, проф.;
Коротких Д. Н.	– д-р техн. наук;
Бурковский А. В.	– канд. техн. наук, доц.;
Кожухов Н. Н.	– канд. техн. наук, доц.;
Данилов А. Д.	– д-р техн. наук, проф.;
Подвальный С. Л.	– д-р техн. наук, проф.;
Попов И. И.	– канд. техн. наук, доц.

*Издается по решению научно-технического совета
Воронежского государственного технического университета*

ISBN 978-5-7731-0862-7

© ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
технический университет», 2020

СОДЕРЖАНИЕ

STUDY THE EFFECT OF ELECTRICAL CONNECTION BETWEEN COUNTRIES ON FREQUENCY STABILITY BEHAVIOR IN SYRIA <i>I.M. Valeev, A.M. Alzakkar</i>	12
«SENTAURUSTCAD» МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ СВОЙСТВ КРЕМНИЕВЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ <i>Р.Алиев, М.К.Абдувохидов, Ж.Ж.Гуломов</i>	14
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОЧИСТКИ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ <i>Ю.Н.Зацаринная, Д.И. Амиров</i>	16
АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ ДЕФЕКТОВ НА БАЗЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ <i>И.Е. Сычев, А.М. Литвиненко</i>	18
АЛЬТЕРНАТИВА УПРАВЛЕНИЯ ПОТОКАМИ В ВОДЯНЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ <i>В.А. Стерлигов, Е.М. Крамченков, Т.Г. Мануковская, В.Я. Губарев, М.В. Шкатова</i>	20
АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ <i>М.С. Иваницкий, М.М. Султанов, Е.В. Курьянова, А.А. Константинов</i>	22
АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И РАЗРАБОТКА ПРАКТИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПАРОВЫХ ТУРБИН <i>М.М. Султанов, Е.М. Скопова, В.С. Луненко, Ю.М. Чубко</i>	24
АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПОДГОТОВКИ УГЛЯ <i>М.О. Григорьева, Ю.Н. Зацаринная</i>	26
АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ НАЗЕМНОЙ ОТРАБОТКИ УЗЛА РЕГУЛЯТОРА ТОКА СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ <i>Р.Ю. Кузьменко, А.Д. Данилов</i>	28
АСИНХРОННЫЙ ЧАСТОТНО-ТОКОВЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ <i>В.И. Черноусов, В.А. Трубецкой, А.К. Муконин, Т.А. Сазонова, Д.А. Тонн</i>	30
БЕСПИЛОТНЫЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ <i>Д.О. Рыбалко, В.Б. Фурсов, Ю.В. Писаревский, Ж.А. Ген, П.Н. Татарников</i>	32
ВЕРТИКАЛЬНО-ОСЕВАЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА <i>П.Ю. Беляков, Ю.В. Писаревский, А.В. Тикунов, А.Ю. Писаревский Т.Е. Черных</i>	34
ВИРТУАЛЬНЫЙ ТРЕНАЖЕР ВОДОГРЕЙНОЙ КОТЕЛЬНОЙ <i>Е.В. Кочарян, В.В. Шапошников, А.С. Мачарашвили</i>	36
ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ И ВРЕМЕНИ ВЫДЕРЖКИ ПРИ ГОРЯЧЕМ ПРЕССОВАНИИ НА ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕЛЛУРИДА СВИНЦА, ЛЕГИРОВАННОГО ЙОДОМ <i>В.В. Бавыкин, Ю.Е. Калинин, А.В. Михайлов</i>	38
ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОМ И КОБАЛЬТОМ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КЕРАМИК НА ОСНОВЕ ОКСИДА ЦИНКА <i>А.К. Федотов, Е.Н. Подденежный, Л.А. Близнюк, В.В. Федотова, А.В. Пашкевич</i>	40
ВЛИЯНИЕ НЕРАСТВОРИМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА СНИЖЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ДЕСОРБЦИИ ДЕЙТЕРИЯ ИЗ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ МАГНИЯ <i>А.Н. Морозов, А.В. Звягинцева</i>	42
ВЛИЯНИЕ СВЕТА НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОНКИХ ПЛЕНОК СМЕШАННЫХ ОКСИДОВ ЦИНКА И ОЛОВА <i>В.В. Петров, Е.М. Баян, Ю.Н. Варзарев, М.Г. Волков, В.Ю. Стороженко, А.А. Рожко, А.В. Нестеренко</i>	44

ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ СЕПАРАЦИОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ПРОЦЕСС ДЕЭМУЛЬСАЦИИ ВОДОНЕФТЯНОЙ ЭМУЛЬСИИ В ТРУБЕ	
<i>В.Э. Зинуров, А.В. Дмитриев, И.Н. Мадышев</i>	46
ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВОДОРОДНО-ВОЗДУШНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ АККУМУЛИРОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ВЕТРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ	
<i>Н.И. Чухин, А.И. Счастливцев</i>	48
ДЕЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В СМАРТ-ГОРОДАХ	
<i>И.Н. Мальцева, К.А. Ткачук</i>	49
ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО ТИТАНАТА СТРОНЦИЯ	
<i>Е.В. Иевлева, Л.Н. Коротков, Н.А. Толстых, А.И. Бочаров</i>	51
ДОВОДКА ДЕТАЛЕЙ МАШИН КОМБИНИРОВАННЫМИ МЕТОДАМИ	
<i>Д. Е. Крохин, Е. В. Смоленцев, А. Ю. Дейнега</i>	53
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ КОНДЕНСАТОРНЫХ СТРУКТУР	
<i>С.А. Акулинин</i>	55
ИНТЕГРАЦИЯ ГЕЛИОУСТАНОВОК В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ	
<i>Д.М. Чудинов, А.И. Колосов, Т.В. Щукина, А.П. Зверков</i>	57
ИНТЕГРИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА СЕТЕЙ И ЭЛЕКТРОСЕТЕВОГО ОБОРУДОВАНИЯ	
<i>В.В. Сафронов, В.Ф. Барабанов, А.М. Нужный, Н.И. Гребенникова</i>	59
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ КАНАЛОВ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМАХ ЦИФРОВОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ	
<i>С.Л. Подвальный, М.А. Лихотин</i>	61
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ПРОГРАММНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ АВТОКЛАВНОЙ УСТАНОВКОЙ	
<i>Ю.В. Нефедов, А.В. Романов, В.М. Питолин, Д.А. Тонн</i>	63
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ УЧЕТА В НИХ	
<i>М.О. Григорьева, Ю.Н. Зацаринная</i>	66
ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛООБМЕНА В ХАОТИЧЕСКИХ РЕЖИМАХ	
<i>С.Л. Подвальный, Е.М. Васильев</i>	68
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАРТ КОХОНЕНА ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ РЕМОНТА ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ	
<i>В.Н. Мелькумов, С.Н. Кузнецов, Г.А. Кузнецова</i>	70
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ВНУТРЕННЕГО ТРЕНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ МАТРИЦЫ МЕТАЛЛГИДРИДНОГО НАКОПИТЕЛЯ ВОДОРОДА	
<i>Ю.Н. Шалимов, В.И. Кудряш, Д.Л. Шалимов</i>	72
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ДЛЯ МОДУЛЬНОЙ АРХИТЕКТУРНОЙ ПОДСВЕТКИ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ	
<i>А.А. Воловиков, В.Л. Русинов</i>	74
ИССЛЕДОВАНИЕ АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСОМ С ВЕТРОЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРОМ	
<i>А. М. Литвиненко, Г. В. Кудрявцев</i>	76
ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЗОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ ПЛЁНОК ОКСИДА КОБАЛЬТА	
<i>В.В. Бесполудин, В.В. Поляков, В.В. Петров, А.В. Нестеренко, З.Е. Вакулов</i>	78
ИССЛЕДОВАНИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБМОТОК БЕСКОНТАКТНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА ЭЛЕКТРОПРИВОДА МАНИПУЛЯТОРА В РАМКАХ ОБЩЕЙ КОНЦЕПЦИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ	
<i>А.А. Агапов, В.В. Бабенко, В.М. Питолин, Ж.А. Ген, А.В. Романов</i>	80

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТАМАТЕРИАЛА С УПРАВЛЯЕМОЙ СТРУКТУРОЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОТРАЖАТЕЛЬНОГО ФАЗОВРАЩАТЕЛЯ <i>Ю.Г. Пастернак, С.М. Федоров, Е.А. Ищенко</i>	82
ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МЕТАЛЛОГИДИРИДНОГО КОМПАКТА НА ОСНОВЕ ИМС LAl ₄ Al _{0.3} Fe _{0.3} <i>И.А. Романов, В.И. Борзенко</i>	84
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ НА НАЧАЛЬНОМ УЧАСТКЕ КРУГЛОЙ ТРУБЫ <i>В.А. Стерлигов, Е.М. Крамченков, Т.Г. Мануковская, А.Г. Ярцев</i>	86
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ВНЕДРЕНИИ МАЛЫХ ГЭС <i>О.И. Желяскова, А.А. Смирнов, М.М. Султанов</i>	88
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫСОКОТЕПЛОПРОВОДНЫХ ДОБАВОК ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ МЕТАЛЛОГИДРИДНЫХ СИСТЕМ ОЧИСТКИ ВОДОРОДА <i>К.Б. Минко, М.Д. Нащекин, М.В. Минко</i>	90
ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ И АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ <i>Ю.В. Писаревский, В.Б. Фурсов, А.Ю. Писаревский, А.В. Тикунов, П.Н. Татарников</i>	92
МАГНИТОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЫСТРОЗАКАЛЕННЫХ ЛЕНТ СОСТАВА Fe ₆₇ Co ₁₀ Cr ₃ Si ₅ B ₁₅ , ПРОШЕДШИХ ОБРАБОТКУ В ХИМИЧЕСКИ АКТИВНОЙ СРЕДЕ <i>Н.А. Лю-ю, Е.А. Голыгин, Н.В. Морозова, А.А. Гаврилюк</i>	94
МАГНИТОТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ МОНОКРИСТАЛЛОВ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ Bi-Sb С ДОБАВКОЙ Gd <i>О.И. Марков</i>	96
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИФФУЗИИ ВОДОРОДА В МЕТАЛЛАХ С ПРИМЕСНЫМИ ЛОВУШКАМИ <i>А.В. Звягинцева</i>	98
МЕТОД ДИСТАНЦИОННОЙ ФИКСАЦИИ УТЕЧЕК В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ <i>С.А. Сазонова, С.Н. Кораблин, В.Ф. Асминин, А.В. Звягинцева</i>	100
МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБРАЗОВАНИЯ ГИДРИДНЫХ СТРУКТУР МЕТАЛЛОВ <i>Н. В. Брысенкова, Ю.Н. Шалимов, И. Л. Батаронов</i>	102
МЕТОД ПОЛИЛИНЕЙНЫХ ФУНКЦИОНАЛОВ В РАЗРЕШЕНИИ НЕЛИНЕЙНЫХ ЭРИДИТАРНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ СООТНОШЕНИЙ <i>А.П. Бырдин, А.А. Сидоренко, О.А. Соколова, В.П. Шелякин</i>	104
МЕТОДИКА ОПТИМИЗАЦИИ ГИБРИДНОГО НАКОПИТЕЛЯ ЭНЕРГИИ РЕГИОНАЛЬНО ОБОСОБЛЕННОГО ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА <i>В.З. Ковалев, О.В. Архипова, А.В. Черкасова, А.О. Парамзин, Е.Д. Егорова</i>	106
МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАМЕЩЕНИЯ НИЗКОВОЛЬТНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ СЕТЯМИ ПОСТОЯННОГО ТОКА <i>Л.Н. Титова, В.А. Сергеев</i>	108
МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ОБЛЕДЕНЕНИЕМ ПРОВОДОВ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ <i>Р.А. Фокин, В.Г. Кульков</i>	110
МНОГОКОМПОНЕНТНЫЕ НЕВОДНЫЕ ЭЛЕКТРОЛИТЫ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ В РАСШИРЕННОМ ИНТЕРВАЛЕ ТЕМПЕРАТУР <i>С.В. Стаханова, И.С. Кречетов, Н.В. Свириденкова, К.Г. Статник, Р.Р. Галимзянов, М.В. Астахов</i>	112
МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ <i>Н.В. Сердюкова, Т.Э. Шульга</i>	114

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ СМЕШЕНИЯ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКИХ ПОТОКОВ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ	
<i>А.А. Сатаев, В.В. Андреев, А.В. Дунцев</i>	116
МОДЕЛИРОВАНИЕ И ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ СХЕМЫ ВОДОРОДНО-ВОЗДУШНОЙ СИСТЕМЫ НАКОПЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ ГАЗОГЕНЕРАТОРА	
<i>Д.П. Шматов, К.В. Кружаев, А.А. Афанасьев, Т.А. Баширина, Т.С. Тимошина, И.Г. Дроздов</i>	118
МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ОТРАЖЕНИЯ СВЕТА ЧЕРЕЗ СЛОЙ НАНОНИТЕЙ КРЕМНИЯ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТАЛЛСТИМУЛИРУЮЩИМ ХИМИЧЕСКИМ ТРАВЛЕНИЕМ	
<i>И.А. Шишкин, Д.А. Лизункова</i>	120
МОДЕЛИРОВАНИЕ СТАТИЧЕСКОГО КОМПЕНСАТОРА В РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В РЕЖИМЕ РАБОТЫ СТАБИЛИЗАЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ	
<i>А.В. Макаров, Т.В. Макарова</i>	122
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА И РАПСОВОГО МАСЛА В РАСПЫЛИТЕЛЕ ФОРСУНКИ	
<i>Са Бовэнь, В.А. Марков, В.Г. Камалтдинов, В.А. Неверов</i>	124
МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТАНОВИВШИХСЯ И ПЕРЕХОДНЫХ РЕЖИМОВ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ВАСИЛЕОСТРОВСКОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО УЗЛА	
<i>Ю. Н. Кондрашова, А.Ю. Турищев, А. М. Маркина</i>	126
МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СОЛНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА НА ОСНОВЕ ПЕРОВСКИТА С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ SCAPS	
<i>А.А. Рожко, В.В. Петров, А.В. Саенко</i>	129
МОДЕЛЬ КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕМЕНТОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ	
<i>Е.Г. Гашо, А.И. Киселева</i>	131
МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ КИНЕТИКИ ТЕРМОДЕСОРБЦИИ ЦЕОЛИТОВЫХ АДсорбЕНТОВ В ИНЕРТНОЙ ГАЗОВОЙ СРЕДЕ КОЛОННЫХ АППАРАТОВ ВОЗДУХОРАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК	
<i>А.С. Викулин, О.Н. Филимонова</i>	133
МНОГОАГРЕГАТНАЯ МОДУЛЬНАЯ ВЕТРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ ДЛЯ РАЙОНОВ С НИЗКИМ ВЕТРОВЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ	
<i>С.С. Доржиев, Е.Г. Базарова, М.И. Розенблюм</i>	135
МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕЗОМОРФИЗМА СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПРИСАДКАМИ КАРБОКСИЛАТАМИ МЕДИ (II)	
<i>А.Т. Пономаренко, В.Г. Шевченко, Л.В. Ельникова</i>	137
МОДЕЛИРОВАНИЕ СОЛНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА С РЕГУЛЯРНЫМ РЕЛЬЕФОМ ПОВЕРХНОСТИ СТРУКТУРЫ В САПР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УРОВНЯ	
<i>А.В. Арсентьев, Е.Ю. Плотникова, М.Э. Харченко</i>	139
НАКОПИТЕЛИ ВОДОРОДА НА ОСНОВЕ НИКЕЛЯ ДЛЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ	
<i>А.В. Звягинцева, А.С. Самофалова, С.А. Сазонова</i>	141
НОВЫЕ ПУТИ РАСШИРЕНИЯ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ КРЕМНИЕВЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ	
<i>А.А. Мирзаалимов, Р.У. Алиев, Ж.Ж. Гуломов</i>	143
ОБНАРУЖЕНИЕ МЕСТ ПОВРЕЖДЕНИЙ НА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ НАПРЯЖЕНИЕМ 110 КВ И ВЫШЕ	
<i>В.Н. Курьянов, Е.В. Курьянова, Е.М. Скопова, Ю.В. Фирсов</i>	145
О ПЕРСПЕКТИВАХ ПРИМЕНЕНИЯ ЯДЕРНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК ГИБРИДНОГО ТИПА	
<i>Т. А. Баширина М.Г. Гончаров, В. С. Носова, Д.П. Шматов</i>	147

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫБОРА ВОДНО-ХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА УСТАНОВКИ ОБРАТНОГО ОСМОСА	
<i>М.В. Одоевцева, Д.А. Спиридонов</i>	149
ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ НА ПРИМЕРЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ МЕГАПОЛИСОВ	
<i>Н.Ш. Чемборисова, М.Ю. Погорелец</i>	151
О ПРИМЕНЕНИИ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ В ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ	
<i>Е.А. БузOVEROV, А.З. Жук</i>	153
ОТОПИТЕЛЬНАЯ КАТАЛИТИЧЕСКАЯ ТВЕРДОТОПЛИВНАЯ ПЕЧЬ С ИНТЕНСИФИЦИРОВАННЫМ ТЕПЛООБМЕНОМ	
<i>Ю.Я. Печенегов, Р.И. Кузьмина, А.Н. Макагон</i>	155
ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ И ПОТОКА ПРЯМОГО СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ, ПАДАЮЩЕГО НА ГОРИЗОНТАЛЬНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ ПОМЕЩЕНИЯ	
<i>С.А. Яременко, Р.А. Шенс, А.А. Мерциев, Д.В. Лобанов</i>	157
ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	
<i>Г.Н. Мартыненко, Н.А. Петрикеева, С.А. Горских, А.А. Горских</i>	159
ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА	
<i>В.О. Беляков, В.А. Медведев, А.К. Муконин, Д.А. Тонн, В.А. Трубецкой</i>	161
ПРОБЛЕМЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ ТРЕТЬЕГО ПОКОЛЕНИЯ	
<i>Р. Алиев</i>	163
ПРИМЕНЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ЦИКЛА РЕНКИНА ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ	
<i>Э.А. Ахметов, Р.В. Ахметова, М.О. Григорьева</i>	165
ПЕРЕХОД ФЕРРОМАГНЕТИК-АНТИФЕРРОМАГНЕТИК В ПЕРОВСКИТАХ ТИПА $\text{La}_2\text{MnNiO}_6$	
<i>Н.В. Терешко, М.В. Бушинский, О.С. Мантыцкая, Р.А. Лановский, Х.М. Виейра</i>	167
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ И ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ	
<i>Калинин Ю.Е.</i>	169
ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ИСПЫТАНИЙ ТУРБОРЕАКТИВНОГО ДВИГАТЕЛЯ	
<i>В.И. Максименков, М.В. Молод, В.И. Федосеев</i>	171
ПОВЫШЕНИЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДОБРОТНОСТИ МАТЕРИАЛА $\text{Bi}_2\text{Te}_{2.4}\text{Se}_{0.6}$ ПУТЕМ ТЕРМООБРАБОТКИ В ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ	
<i>В.А. Юрьев, О.А. Дежина, О.В. Жилова</i>	173
ПОДГОТОВКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ КАБЕЛЬНЫХ СЕТЯХ 6 – 20 КВ ПРИ ПЕРЕХОДЕ НА НИЗКООМНЫЙ РЕЖИМ ЗАЗЕМЛЕНИЯ НЕЙТРАЛИ	
<i>К.В. Колесникова, С.А. Косарев, Н.Н. Смотров</i>	175
ПРЕДИКТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ МЕЖРЕМОНТНЫМ ПЕРИОДОМ ПОГРУЖНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ	
<i>В.З. Ковалев, О.В. Архипова, А.В. Черкасова, А.О. Парамзин, Е.Д. Егорова</i>	177
ПРИМЕНЕНИЕ БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩЕГО ЗАПОРНО-РЕГУЛИРУЮЩЕГО ШАРОВОГО КРАНА ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ РАСХОДА ГАЗА НА КОТЛОАГРЕГАТЫ ТЭС	
<i>И.А. Болдырев, Н.В. Харитонов, П.Д. Меньшиков, А.А. Беобаши</i>	179
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ТЭП ГЕНЕРИРУЮЩИХ СИСТЕМ	
<i>Э.К. Аракелян, И.А. Болдырев, К.В. Евсеев, Ю.А. Горбань</i>	181

ПРИМЕНЕНИЕ УСТАНОВКИ «КУПОЛ-СЕПАРАТОР» ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ПРОРЫВА УГЛЕВОДОРОДОВ В УСЛОВИЯХ ГЛУБОКИХ ВОДОЁМОВ	
<i>А.С. Чиглинцева, И.А. Чиглинцев, А.А. Насыров</i>	183
ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСАМИ ВИЭ	
<i>А.А. Смирнов, В.С. Луненко, И.А. Болдырев</i>	185
ПРОБЛЕМЫ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РЕШЕНИЯ	
<i>Кудряш В.И., Шалимов Ю.Н., Корольков В.И.</i>	187
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПЛАНОВО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНОГО РЕМОНТА МАСЛОПОЛНЕННОГО ТРАНСФОРМАТОРА	
<i>А.А. Тихомиров, К.А. Яковлев</i>	189
РАЗРАБОТКА АВТОНОМНОГО ИСТОЧНИКА ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ДЛЯ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА БАЗЕ ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ С ПРИВОДОМ ОТ АКТИВНО-РЕАКТИВНОЙ ТУРБИНЫ	
<i>Д.А. Базыкин, А.В. Бараков</i>	191
РАЗРАБОТКА И ВЕРИФИКАЦИЯ СКВОЗНОЙ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ГЕНЕРАТОРНЫХ МОДУЛЕЙ	
<i>Д.П. Шматов, К.В. Кружаев, А.А. Афанасьев, Т.А. Башарина, И.Г. Дроздов</i>	193
РАЗРАБОТКА И ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТЕПЛООБМЕННИКОВ С ИНТЕНСИФИКАТОРАМИ «ВОЛНА»	
<i>В.В. Белая, А. А. Цынаева</i>	195
РАЗРАБОТКА ГИБРИДНЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ РАЗНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОН	
<i>Е.Г. Гаши, А.В. Говорин, А.И. Киселев</i>	197
РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТВЕРДОТЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРОТЕПЛООВОГО АККУМУЛЯТОРА	
<i>А.В. Хищенко, О.С. Праницуз</i>	199
РАСЧЕТНЫЙ ПРОГНОЗ ИЗМЕНЕНИЯ ХАРАКТЕРНЫХ ТЕМПЕРАТУР АГРЕГАТОВ АВТОНОМНОЙ ЭНЕРГОУСТАНОВКИ	
<i>Д.А. Мельник, В.В. Скорлыгин, А.С. Григорьев, О.Г. Лосев</i>	201
РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЧАСТОТНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА	
<i>В.О. Беляков, В.А. Медведев, А.К. Муконин, Д.А. Тонн, В.А. Трубецкой</i>	203
РАЗРАБОТКА И ИСПЫТАНИЕ РЕАКТИВНОЙ НИЗКОДАВЛЕННОЙ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ТУРБИНЫ	
<i>О.О. Бозаров, Р. Алиев</i>	205
РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ЗАХОЛАЖИВАНИЯ ДЛИННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ЖИДКОГО ВОДОРОДА	
<i>О.В. Калядин, А.В.Сергеев</i>	208
РАЗРАБОТКА АДАПТАЦИОННОГО МОДУЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕМ ПОТРЕБИТЕЛЯ	
<i>Ю.А. Клименко, А.П. Преображенский</i>	210
РАЗРАБОТКА ПЕРЕДОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБЛАСТИ РАСПРЕДЕЛЁННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ	
<i>О.Г. Лосев, Д.А. Мельник, А.С. Григорьев</i>	212
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ГАРАНТИРОВАННОГО ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ УДАЛЁННОГО ОБЪЕКТА НА ОСНОВЕ ПАРОВОЙ ГЕНЕРИРУЮЩЕЙ УСТАНОВКИ	
<i>Ю.А. Клименко, А.П. Преображенский</i>	214
РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ АППАРАТУРЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА	
<i>И. И. Таболин, А.Д. Данилов</i>	216

РАЗРАБОТКА ТРЕНАЖЕРНОГО КОМПЛЕКСА ЭЛЕМЕНТОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ И УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ VR-ТЕХНОЛОГИЙ	
<i>А.В. Стрижиченко, Е.Г. Зенина, Д.С. Кочергин, В.В. Ефимов</i>	218
РАСЧЕТ И МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО УЗЛА Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГА	
<i>Ю. Н. Кондрашова, А.Ю. Турищев, А. М. Маркина</i>	220
РЕНТГЕНОМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЦЕМЕНТНЫХ СИСТЕМ ТВЕРДЕНИЯ В ПРИСУТСТВИИ ТЕХНОГЕННОГО КАРБОНАТА КАЛЬЦИЯ	
<i>Ю.В. Погорелова, К.Г. Попова, М.А. Агафонова, Д.Н. Коротких</i>	222
САМОВОЗГОРАНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ КАК ОДНА ИЗ ПРИЧИН ПРИРОДНЫХ ЛАНДШАФТНЫХ ПОЖАРОВ	
<i>А.М. Зайцев, О.Б. Кукина, А.В. Звягинцева, Е.В. Хорохорин</i>	224
СИНТЕЗ ПЛЕНOK Cu_2SnS_3 ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ ФОТАКТИВНОГО СЛОЯ В УСТРОЙСТВАХ ФОТОЭЛЕКТРОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ	
<i>А.В. Буданов, Ю.Н. Власов, Г.И. Котов, Е.В. Руднев</i>	226
СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТОМ	
<i>В.В. Приходько, А.М. Литвиненко</i>	228
СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫБОРА БЛИЖАЙШЕГО ВЕКТОРА И ВЕКТОРНОЙ ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНОЙ МОДУЛЯЦИИ В УПРАВЛЕНИИ ТРЕХФАЗНЫМ МНОГОУРОВНЕВЫМ ИНВЕРТОРОМ НАПРЯЖЕНИЯ	
<i>Н.Н. Лопаткин</i>	231
СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГИЯ В АВИАЦИИ	
<i>А.П. Воронин, В.В. Рыжков, В.В. Самохвалов</i>	233
СОЛЬВОТЕРМАЛЬНО-МИКРОВОЛНОВЫЙ СИНТЕЗ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ НА ОСНОВЕ $\text{Bi}_2\text{Te}_{2.7}\text{Se}_{0.3}$, ЛЕГИРОВАННЫХ САМАРИЕМ	
<i>М.Н. Япрынцев, О.Н. Иванов, А.Е. Васильев, М.В. Жежу</i>	235
СТРУКТУРА И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МНОГОСЛОЙНОЙ ГЕТЕРОГЕННОЙ ТОНКОПЛЕНОЧНОЙ СИСТЕМЫ $(\text{SnO}_2/\text{C})_n$	
<i>И.В. Бабкина, А.В. Ситников, С.Ю. Панков, В.А. Макагонов, О.И. Ремизова, Д.Н. Мосолов</i>	237
СУШИЛКА ПСЕВДООЖИЖЕННОГО СЛОЯ ТЕРМОЛАБИЛЬНЫХ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ	
<i>А.Н. Борисов, В.И. Лукьяненко, Г.Н. Мартыненко, А.В. Исанова</i>	239
ТЕМПЕРАТУРНАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ МНОГОСЛОЙНОЙ СТРУКТУРЫ Mg/ZrO_2	
<i>А. Н. Смирнов, О. В. Стогней</i>	241
ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ИНТЕРВАЛЫ ДЕСОРБЦИИ ДЕЙТЕРИЯ ИЗ КОМПОЗИТОВ Ni–В	
<i>А.В. Звягинцева, А.Н. Морозов</i>	243
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ЭНЕРГИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕРЕПАДА ТЕМПЕРАТУР ДЕНЬ-НОЧЬ	
<i>В.А. Челухин, Е. В. Абрамсон</i>	245
ТЕПЛОАККУМУЛИРУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА	
<i>С.М. Усачев, А.М. Усачев, Ю.Н. Артёмов</i>	247
ТЕПЛООБМЕН ПРИ ПЛЁНОЧНОМ КИПЕНИИ НЕДОГРЕТЫХ СМЕСЕЙ ВОДА-ЭТАНОЛ	
<i>В.А. Рязанцев, М.М. Виноградов, А.Р. Забиров, П.К. Канин, В.В. Ягов</i>	249
ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЕ МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ ЗА ОТОПИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД	
<i>Д.Н. Китаев, А.В. Черемисин, З.С. Гасанов, А.А. Михайлов</i>	251
ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТРУКТУР SiGe, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНОГО ПЛАЗМЕННОГО СПЕКАНИЯ	
<i>Ю.М. Кузнецов, М.В. Дорохин, В.П. Лесников, А.В. Здоровейцев, И.В. Ерофеева,</i> <i>П.Б. Дёмина, М.С. Болдин, Е.А. Ланцев, А.А. Попов</i>	253
ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОНКИХ ПЛЕНOK	

ОКСИДА ЦИНКА

<i>С.Ю. Панков, В.А. Макагонов, М.А. Каширин, В.А. Фошин, О.В. Жилова, К.С. Габриельс</i> ...	255
ТОНКОПЛЕНОЧНЫЕ МЕТАЛЛООКСИДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫЕ МЕТОДОМ СПРЕЙ-ПИРОЛИЗА	
<i>В. Е. Полковников, С. И. Рембеза, Т. Г. Меньшикова</i>	257
УЛУЧШЕНИЕ ГАРМОНИЧЕСКОГО СОСТАВА ВХОДНОГО ТОКА КОМПЕНСАЦИОННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ	
<i>Е.В. Сидоренко, В.Л. Бурковский, А.С. Кожин</i>	259
УЛУЧШЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ГЕНЕРАТОРНЫХ БАТАРЕЙ НА ОСНОВЕ ТЕЛЛУРИДА ВИСМУТА ПУТЕМ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ГОРЯЧЕГО ПРЕССОВАНИЯ $n\text{-Bi}_2\text{Te}_{2.4}\text{Se}_{0.6}$	
<i>А.А. Гребенников, А.И. Бочаров, В.А. Макагонов, О.В. Калядин, В.А. Юрьев, К.Г. Королев</i> ..	261
УСТРОЙСТВА КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ	
<i>И.А. Хайченко, В.В. Бабенко, В.М. Питолин, А.В. Романов, Т.Л. Сазонова</i>	263
УСТРОЙСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ В АЛЬТЕРНАТИВНОЙ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ: НОВЫЕ ВЫЗОВЫ	
<i>А.С.Багдасарян, Ю.В.Гуляев, С.А. Багдасарян, А.Ф. Белянин</i>	265
ЦИФРОВОЕ УПРАВЛЕНИЕ СТРУКТУРНО-НЕУСТОЙЧИВЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИНОМИАЛЬНОГО ПОДХОДА	
<i>В.И. Захватов, С.Л. Подвальный, А.В. Михайлуков</i>	266
ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ С ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ	
<i>С.Л. Подвальный, Е.М. Васильев</i>	268
ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК СЛОЖНОГО ИНЖЕНЕРНОГО ОБЪЕКТА – БАЗОВЫЙ КОНЦЕПТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭНЕРГЕТИКИ	
<i>М.Г. Жабицкий, В.Е. Мельников, О.В. Бойко</i>	270
ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГРАДИЕНТА ДАВЛЕНИЯ НА ТЕПЛООБМЕН В КАНАЛЕ КАЛОРИФЕРА КМС	
<i>Н.П. Петрова, А.А. Цынаева</i>	272
ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ УФ ДИАПАЗОНА НА СЛОИСТОЙ СТРУКТУРЕ АЛМАЗ – AlN	
<i>А.С. Багдасарян, С.А. Багдасарян, А.Ф. Белянин, Е.Р. Павлюкова</i>	275
ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОТ ВНЕДРЕНИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЧАСТОТЫ В СИСТЕМУ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ	
<i>И.А. Павленко, А.Н. Бабаевский</i>	277
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПОЛУЧЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МОДЕЛЕЙ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТОКА И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ ДО НАСЫЩЕНИЯ МАГНИТОПРОВОДА	
<i>А.А. Яблоков, Г.А. Филатова, А.Е. Петров, М.Р. Батманов</i>	279
ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ СИЛОВОГО ИНВЕРТОРА С БЕСКОНТАКТНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ ПОСТОЯННОГО ТОКА В УСЛОВИЯХ УВЕЛИЧЕНИЯ ДЛИНЫ КАБЕЛЯ ПРИ ПИТАНИИ ОТ ИСТОЧНИКА ОГРАНИЧЕННОЙ МОЩНОСТИ	
<i>Т.В. Попова, О.А. Киселёва, С.А. Винокуров, Н.И. Рубцов, А.М. Щербаков</i>	281
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СПЛАВА АВ5 ТИПА $\text{La}_{0.8}\text{Ce}_{0.2}\text{Ni}_4\text{Co}_{0.5}\text{Mn}_{0.3}\text{Al}_{0.2}$ ДЛЯ УНИФИЦИРОВАННЫХ МЕТАЛЛОГИДРИДНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ	
<i>А.Н. Казаков, В.Ю. Бодиков, Д.В. Блинов</i>	283
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАГНИЕВЫХ СПЛАВОВ AZ31 И ZK60 В РЕАКЦИИ ВЫДЕЛЕНИЯ ВОДОРОДА	
<i>А.Л. Габов, Н.А. Медведева, Н.Е. Скрыбина, И.Д. Саранова</i>	285
ЭНЕРГЕТИКА ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ	
<i>Руссу А.В., Шалимов Ю.Н., Некравцев Е.Н.</i>	287

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА	
<i>А.В. Помигуев, Ю.Н. Шалимов, А.В. Руссу</i>	289
ЭНЕРГИЯ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА КАК ФАКТОР ГРАДИЕНТА ПЛОТНОСТИ ТОКА МЕЖДУ ЭЛЕКТРОДАМИ	
<i>Корольков В.И., Шалимов Ю.Н., Самохвалов В.В.</i>	291
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ ВЫСУШИВАНИЕ ОСАДОЧНОГО ИЛИ СТОЧНЫХ ВОД	
<i>Ю.Я. Печенегов, А.В. Царюнов, Ю.А. Грачева</i>	293
ЭЛЕКТРОПРИВОД НАМОТОЧНОГО СТАНКА С СИСТЕМОЙ ПОДЧИНЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ	
<i>А.М. Литвиненко, Д.С. Баранов, А.Е. Новиков</i>	295
ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ ЭЛЕКТРОПРИВОДА НА БАЗЕ БЕСКОНТАКТНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА С ИСТОЧНИКОМ ОГРАНИЧЕННОЙ МОЩНОСТИ	
<i>С.А. Винокуров, О.А. Киселёва, А.Ю. Тимошкин, Т.В. Попова, А.М. Щербаков</i>	297
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ С БЕСКОНТАКТНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ ПОСТОЯННОГО ТОКА	
<i>О.А. Киселёва, С.А. Винокуров, Т.В. Попова, А.Ю. Тимошкин, В.В. Бабенко</i>	299
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СИСТЕМАХ КЛИМАТИЗАЦИИ УНИВЕРСАЛЬНЫХ БЫСТРОТРАНСФОРМИРУЮЩИХСЯ ЗДАНИЙ	
<i>В.В. Шичкин, М.Н. Жерлыкина, С.А. Яременко</i>	301
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ АВТОНОМНОМ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОМ ОТОПЛЕНИИ	
<i>С.В. Дахин, В.В. Портнов, Н.Н. Кожухов, А.В. Муравьев</i>	304
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ ВЫСУШИВАНИЕ ОСАДОЧНОГО ИЛИ СТОЧНЫХ ВОД	
<i>Ю.Я. Печенегов, А.В. Царюнов, Ю.А. Грачева</i>	306
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕКТРОПРИВОДА РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ С БЕСКОНТАКТНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ ПОСТОЯННОГО ТОКА ПРИ ПИТАНИИ ОТ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ	
<i>В.В. Бабенко¹, И.А. Хайченко, В.М. Питолин, Д.А. Тонн, Н.И. Рубцов</i>	308
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СХЕМЫ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ ПАРОСИЛОВОГО И ПАРОГАЗОВОГО ЭНЕРГОБЛОКОВ НА ПРИМЕРЕ НЕВИННОМЫССКОЙ ГРЭС	
<i>В.В. Шапошников, Д.Н. Батько, Я.О. Михалко</i>	310

СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫБОРА БЛИЖАЙШЕГО ВЕКТОРА И ВЕКТОРНОЙ ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНОЙ МОДУЛЯЦИИ В УПРАВЛЕНИИ ТРЕХФАЗНЫМ МНОГОУРОВНЕВЫМ ИНВЕРТОРОМ НАПРЯЖЕНИЯ

Н.Н. Лопаткин

Канд. техн. наук, доцент, nikolay_lopatkin@mail.ru

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет имени
В.М. Шукшина»

В работе решается задача управления многоуровневым инвертором напряжения на базе единого подхода, оперирующего со значениями целых и дробных частей относительных величин линейных напряжений задания и позволяющего сочетать использование пространственно-векторного управления с выбором ближайшего вектора и низкочастотной пространственно-векторной широтно-импульсной модуляции с четвертьволновой симметрией выходных напряжений, применяя одну из указанных техник в зависимости от диапазона значений коэффициента амплитудной модуляции для получения выходной энергии наилучшего из двух альтернатив качества при малых динамических потерях в силовых полупроводниковых ключах.

Ключевые слова: многоуровневый инвертор напряжения, пространственно-векторное управление с выбором ближайшего вектора, пространственно-векторная широтно-импульсная модуляция.

При увеличении числа уровней многоуровневых инверторов напряжения (МУИН), связанном с необходимым ростом их выходных напряжений и токов, высокое качество последних достижимо без увеличения частоты переключений силовых ключей. В качестве возможных решений выступают как пространственно-векторное управление с выбором ближайшего вектора (ПВУ) [1], так и низкочастотная пространственно-векторная широтно-импульсная модуляция (ПВШИМ).

Комбинированное использование двух альтернатив, ПВУ и ПВШИМ, возможно в рамках единого подхода, оперирующего значениями целых и дробных частей отсчетов относительных величин линейных напряжений задания и реализующего двухкомпонентное формирование двух линейных напряжений. В отдельности именно таким образом были реализованы ПВШИМ с четвертьволновой симметрией выходных напряжений (ЧВС-ПВШИМ) [2] и новый алгоритм реализации выбора ближайшего вектора, без хранения данных в поисковых таблицах.

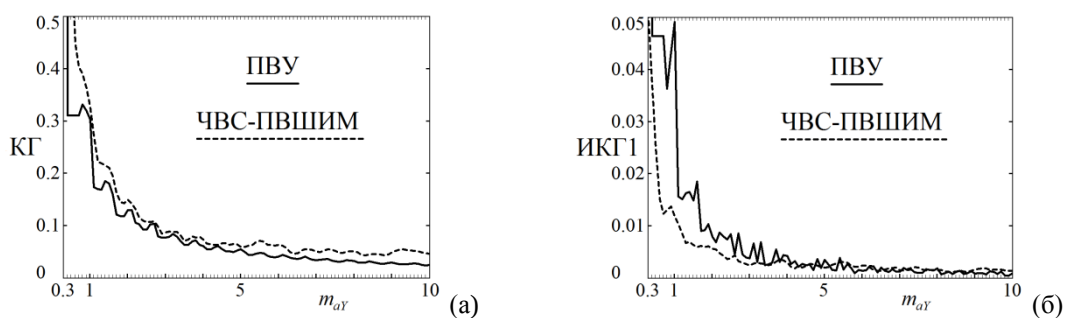
Два линейных напряжения генерируются следующим образом:

$$u_{EXE_{xy}}^*(t) = \lfloor u_{REF_{xy}}^*(t) \rfloor + f_{EXE_{xy}}(t),$$

где $u_{EXE_{xy}}^*(t)$ - относительное мгновенное значение выполняемого линейного напряжения u_{xy} , $u_{xy}^* = \frac{u_{xy}}{U_d}$, U_d - единичный уровень питания (шаг по величине линейного напряжения), $u_{REF_{xy}}^*(t)$ - относительное мгновенное значение

задаваемого синусоидального линейного напряжения, $f_{EXEXy}(t)$ - импульсная функция, принимающая значения 0 или 1 в зависимости от числовых и логических условий в каждом из алгоритмов [2].

Проведены сравнения зависимостей коэффициента гармоник (КГ) и интегральных коэффициентов гармоник (ИКГ) [4] младших порядков ($n=1, 2, 3$), полученных моделированием кривых выходного напряжения МУИН при ПВУ с высокой частотой отсчетов, но малой частотой переключений и при ЧВС-ПВШИМ (при малых частотах отсчетов и переключений) от коэффициента амплитудной модуляции фазного напряжения m_{ay} . Выявлены диапазоны m_{ay} для использования каждой из двух данных техник по условиям минимизации значений КГ (для случая чисто активной нагрузки) и ИКГ (для случаев схем замещения обобщенной нагрузки, имеющих соответствующий порядок $n=1, 2, 3$). В частности, на всем интервале $1/3 < m_{ay} \leq 10$ значения КГ ниже при использовании ПВУ, однако по значениям ИКГ порядка $n=1$ (ИКГ1) ПВУ проигрывает ЧВС-ПВШИМ при малых значениях коэффициента m_{ay} , например, при отношении частоты отсчетов к выходной частоте $m_f = 30$ это имеет место в диапазоне $m_{ay} \leq 4,9$ (рисунок).



Зависимости КГ (а) и ИКГ1 (б) от коэффициента амплитудной модуляции

Таким образом, может быть просто реализован обеспечивающий малые потери на переключение вентилях обобщенный алгоритм, минимизирующий заданный параметр выходного напряжения МУИН (КГ или один из ИКГ) и, тем самым, КГ выходного напряжения или тока соответствующей нагрузочной цепи МУИН.

Алгоритм, как и его компоненты, пригоден для МУИН любой схемной конфигурации и любого количества равных выходных уровней.

Литература

1. Rodriguez J., Moran L., Correa P., Silva C. A Vector Control Technique for Medium-Voltage Multilevel Inverters // IEEE Trans. on Industrial Electronics. – 2002. – Vol. 49. – No. 4. – Pp. 882–888.
2. Lopatkin N.N. Simple Space Vector PWM Scheme with Quarter-Wave Symmetric Output Voltage Waveform for Three-Phase Multilevel Inverter // Proc. Multi-Int. Conf. on Engineering, Computer and Information Sciences (SIBIRCON). – 2017. – Pp. 433–438.

Научное издание

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

МАТЕРИАЛЫ

**II Международной научно-практической конференции
(г. Воронеж, 16-18 сентября 2020 г.)**

В авторской редакции

Компьютерный набор Е. В. Иевлевой

Подписано к изданию 14.07.2020.
Объем данных 9,0 Мб

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
394026 Воронеж, Московский просп., 14