

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Братский государственный университет»

Молодая мысль – развитию энергетики

Материалы III(XVIII) Всероссийской
научно-технической конференции
студентов и аспирантов

23-27 апреля 2018 года

Братск
Издательство Братского государственного университета
2018

УДК 621.3; 681.5

Молодая мысль – развитию энергетики: материалы III(XVIII) Всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов. – Братск: Изд-во БрГУ, 2018. – 503 с.

Материалы конференции отражают основные результаты научно-исследовательской работы обучающихся факультета энергетики и автоматики Братского государственного университета, студентов и аспирантов других высших учебных заведений России в 2017/18 гг.

Оргкомитет:

В.А. Шакиров, канд. техн. наук, доцент,
декан факультета энергетики и автоматики
Ю.Н. Булатов, канд. техн. наук, доцент,
зав. каф. электроэнергетики и электротехники
А.А. Федяев, докт. техн. наук, профессор,
зав. каф. промышленной теплоэнергетики
И.В. Игнатьев, канд. техн. наук, профессор,
зав. каф. управление в технических системах
В.Н. Федяева, канд. техн. наук, доцент,
зам. директора КУИЦ «Иркутскэнерго-БрГУ»

© ФГБОУ ВО «БрГУ», 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА.....	8
Асозода А.А., Шмарина Л.И. Перспективные способы ограничения токов короткого замыкания в электрических сетях	8
Авдеева В.Ю. Трининги в полимерной изоляции и мероприятия по снижению появления.....	13
Алабушева А.А. Анализ потребления электроэнергии населением в Забайкальском крае.....	14
Бастрыкин К.В. разработка конструкции катушки с малой индуктивностью	18
Бахмисов Д.Е., Угодин А.С., Смолярская А.А., Краева Н.А. Перспективы использования линий электропередач постоянного тока в России.....	22
Вовк С.В. Особенности прозрачных солнечных батарей.....	26
Вовк С.В. Совершенствование конструкций воздушных линий электропередачи.....	28
Гаранина Т.Е. Оптимизация тарифа на электроэнергию.....	33
Дитятев Д.С. Контроль изоляции силового трансформатора методом измерения частичных разрядов.....	35
Дружинина Д.С., Лебедева В.А., Мисюркеев А.В., Слепцов Е.С., Майдонов Х.М. Новые технологии сжигания угля на ТЭС.....	39
Железовский И.В. Современные принципы использования преобразователей частоты.....	42
Загустина И.Д., Трофимов А.В. Опоры ЛЭП из композитных материалов... ..	48
Зарипов И.И., Умутбаев Р.Р. Анализ систем головного освещения автомобилей	51
Иванов О.С. Применение инфракрасных датчиков для определения температуры вращающихся частей гидроагрегата ГЭС.....	55
Карнаухов Н.С., Торошин В.А. Регламентирование требований обеспечения пожарной безопасности на предприятии.....	62
Кибец Д.С., Щепляков С.В. Солнечная черепица TESLA.....	66
Ковалькова М.Г. Опыт строительства и эксплуатации каменно-набросной плотины Богучанской ГЭС с литой асфальтобетонной диафрагмой.....	68
Кондратьева К.С., Шабаев. Р.Б. Актуальность электроэнергетики в современном мире.....	74
Краева Н.А., Бахмисов Д.Е., Угодин А.С., Смолярская А.А. Ядерные энерготехнологии нового поколения на базе замкнутого топливного цикла с использованием реакторов на быстрых нейтронах.....	76
Куприна К.А. Рекомендации по реконструкции открытого распределительного устройства 220 кВ на примере Угличской ГЭС.....	82
Лагунова Н.С. Моделирование режимов плавки гололеда на контактной сети методом короткого замыкания у поста секционирования.....	87
Лебедева В.А., Дружинина Д.С., Майдонов Х.М., Мисюркеев А.В., Слепцов Е.С. Электромагнитная совместимость микропроцессорных устройств релейной защиты.....	91

Лисицкая О.Д. Проблемы колебаний напряжения и фликера. Мероприятия по их нормализации.....	93
Лысков А.С. Разработка многокоординатного электромеханического устройства.....	99
Лэ Ван Тхао Моделирование электромагнитных полей коаксиальной трехсегментной линии электропередачи.....	104
Майоров А.А., Мингазов И.Ф., Умутбаев Р.Р. Ультразвуковой анемометр на микроконтроллере ARDUINO.....	108
Маркин Е. Ю. Элегаз в современной энергетике.....	110
Махмудов Т.Ф. К перспективам развития солнечной энергетики в Узбекистане.....	115
Мингазов И.Ф., Майоров А.А., Умутбаев Р.Р. Разработка и обоснование электрической схемы измерителя тока.....	118
Мисюркеев А.В., Санников Н.К, Ушаков И.М. Оценка суммарной солнечной радиации.....	119
Нгуен Ван Хуан Подключение высоковольтных двигателей с преобразователями частоты к шинам постоянного тока сетевого кластера.....	122
Нгуен Ты Электромагнитное влияние тяговой сети на железнодорожных станциях	127
Новиков Е.В. Необходимость применения сушки силовых трансформаторов в Иркутской области.....	131
Новиков Е.В. Необходимость измерения тангенса диэлектрических потерь ..	135
Першов С.В. Использование нетрадиционных способов производства электроэнергии для электроснабжения автономных потребителей в Иркутской области.....	137
Поздняков С.Е., Пермяков Э.Р. Исследование режимов работы электроэнергетической системы с установками распределенной генерации... ..	143
Радченко М.И. Защита гидроцилиндра сегментного затвора Майнской ГЭС.	149
Репников В.Е. Проблема надёжности электроснабжения потребителей.....	154
Садыков И.И., Умутбаев Р.Р. Способы выполнения компенсации реактивной мощности на промышленных предприятиях.....	156
Санников Н.К. Управляемые шунтирующие реакторы для электрических сетей.....	159
Санников Н.К. Методы оптимизации режимов работы электроэнергетических систем.....	163
Скорый А.В., Ефименко Л.А. Оценка суммарной солнечной радиации в поселке Наратай Братского района.....	167
Скутарь В.В., Загустина И.Д. Особенности систем оперативного тока подстанций.....	170
Смолярская А.А., Краева Н.А., Бахмисов Д.Е., Угодин А.С. Высокотемпературные сверхпроводящие кабельные линии постоянного тока	173
Трофимов А. В., Загустина И.Д. Механические характеристики проводов с нестандартными формами проволок.....	177
Тупия Р. С. Системы автоматизации и диспетчеризации	180
Угодин А.С., Бахмисов Д.Е., Смолярская А.А., Краева Н.А. Токамак и энергетика ядерного синтеза в России	185

Умутбаев Р.Р., Мингазов И.Ф., Майоров А.А. Алгоритм работы интеллектуальной системы дистанционного запуска с функцией автозапуска двс беспилотного грузового автомобиля.....	187
Файзрахманова А.Р. Модернизация источника оперативного тока систем управления газоконпрессорной станции.....	191
Федоров А.В. Широкополосный режим работы установки СВЧ диэлектрического нагрева на основе камеры с бегущей волной.....	194
Федосеев Д.В., Никулин А.М. Сверхпроводниковые ограничители токов короткого замыкания в электрических сетях.....	198
Черных С.О. Обзор дифференциально-фазной высокочастотной защиты, выполняемой микропроцессорными устройствами.....	203
Шафиков А.Р. Моделирование несинусоидальных режимов в системах тягового электроснабжения с коаксиальным кабелем.....	207
Шевченко Е.В. Применение асинхронизированных генераторов.....	212
Шихов А.М. Понятие широтно–импульсной модуляции, методы и применение.....	216
Шуманский Э.К. Мультиагентная система управления установками распределённой генерации, работающих на возобновляемых источниках энергии.....	219
Щельцина Е.С. Освоение Удоканского месторождения.....	224
Юдина В.О. Перспективы применения СВЧ методических электротехнологических установок.....	228
Ярославцев В.О. Автоматизация защиты комплектно-трансформаторной подстанции.....	232
ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА.....	237
Алимкулова С.Р. Преимущества независимой схемы присоединения индивидуального теплового пункта к тепловой сети.....	237
Ашурмамедова К.Е. Ультразвуковая дефектоскопия.....	239
Белецких И.С., Банных А.А. Меры снижения тепловых потерь.....	243
Бороздина К.С., Гайнутдинов М.Н. Артезианские насосы.....	246
Власенко А.П., Савченков Д.В. Новые высокоэффективные экологически чистые технологии производства электрической и тепловой энергии на твёрдом топливе.....	251
Гайнутдинов М.Н., Бороздина К.С. Организация ремонта запорно регулирующей арматуры.....	256
Гайнутдинов Р. Н., Таюрский Д. В. Промышленные методы защиты атмосферы.....	262
Галиев А.А. Моделирование гравитационно-динамического сепаратора для повышения эффективности разделения эмульсий.....	268
Гусаков С.С. Инфракрасная диагностика тепловой изоляции котлоагрегата..	270
Ермоленко А.Л., Киселев И.О. Подготовка газообразного энергоносителя для использования в котельных цехах.....	272
Ефименко Л.А., Скорый А.В. Применение турбогенераторных установок в отопительных котельных.....	276
Ефименко Л.А. Программа Sun-MCA для оценки гелиоэнергетического потенциала.....	278

Задорожная А.В. Визуально-измерительный контроль.....	281
Калитина А.А. Устройство системы автоматизации теплового режима зданий и возможность энергосбережения в теплоснабжении.....	285
Калитина А.А. Автоматизация систем промышленной вентиляции.....	290
Киселев И.О., Ермоленко А.Л. Оптимизация работы насосного и тягодутьевого оборудования	296
Козлова Е.О., Немцева А.В. Обеззараживание питьевой воды на промышленном предприятии	302
Кордюкова Л.С. Многокритериальная оценка эффективности энергосберегающих проектов в промышленности.....	306
Куклин Е.С., Паутов А.А. Об эффективности использования газообразного технологического топлива.....	312
Лбов А.С. Повышение устойчивости и надежности работы насосного оборудования.....	314
Лобов И.Д., Лобова М.В. Применение комплексных трубных систем при прокладке сетей теплоснабжения.....	318
Лобов И.Д., Лобова М.В. Переход от открытой системы ГВС на закрытую в 2022 году.....	320
Лучихин Н.В, Кошелева Е.В. Применение и выбор современных теплоизоляционных материалов.....	323
Махортов В.В. Пути повышения эффективности работы ТЭЦ.....	329
Медведев П.В., Слобода Е.А. Разработка технологии контактной шовной сварки оребрения калориферов.....	332
Медведев П.В., Махортов В.В. Эффективность использования теплообменных аппаратов.....	337
Михайлов И.А. Радиографический контроль трубопроводов ТЭС.....	340
Назмутдинова Н.М. Система очистки воздуха в зоне технического обслуживания автотранспортного предприятия.....	343
Немцева А.В., Козлова Е.О. Анализ технического состояния элементов главного паропровода с использованием метода «реплик».....	348
Нурмухаметова А.А. Система очистки выбросов стекловаренной печи от твердых частиц при производстве стекловолокна.....	353
Павлов С.А., Андреев И.В. Использование кородеревесных отходов в качестве котельного топлива.....	356
Паутов А.А., Куклин Е.С. Сжигание комбинированного топлива.....	361
Плиско В.Ю., Савченков. Д.В. Анализ эффективности сжигания непроектных топлив в котле БКЗ-220-100 с использованием прямооточных горелок.....	363
Погодаев М.И. Ультразвуковая дефектоскопия.....	368
Слобода Е.А., Медведев П.В. Особенности структуры металлов применяемых в современной теплотехнике.....	371
Тяюрский Д.В., Гайнутдинов Р.Н. Измерение твердости металлов	373
Тукмачев Б.Н. Безопасность перевозок на железнодорожном транспорте.....	377
Хафизова А.И., Круглов Л.В. Теплоотдача от свободной поверхности струйно-пленочного элемента к потоку газа.....	380
Шадрин Д.Д. Состояние теплоэнергетики Иркутской области.....	382

Шипика Е.С., Гендлер С.Г. Энергосберегающие технологии при подогреве наружного воздуха на основе использования природных источников энергии.....	390
УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ.....	396
Бобылев А.Ю. Параметрический синтез сар давления на выходе магистрального насосного агрегата	396
Готовцев В.Ю., Игнатьев Д.И., Бойко А.В. Управление системами отопления в индивидуальных тепловых пунктах.....	401
Зуева А.С., Леонов Ю.А. Исследование DOM-модели интернет-магазина мобильных приложений windows phone store.....	405
Зуева А.С., Леонов Ю.А. Многокритериальная оптимизация задачи выбора транспортного средства.....	410
Иванов Н.Н., Купреев В.Е. Градиентные методы решения систем линейных неравенств.....	414
Игнатьев Д.И., Готовцев В.Ю., Бойко А.В. Пассивный метод идентификации многосвязной модели системы теплоснабжения по экспериментальным данным.....	421
Кушнирук А.А. Синтез модели энергосистемы по передаточным функциям режимных параметров стабилизации	426
Метлина Т.А., Мареев А.С. Обзор и сравнение систем технического зрения	433
Славгородская А.А. Исследование влияния схемно-режимных ситуаций в энергосистеме на выбор настроек автоматических регуляторов возбуждения	436
Тарасенко В.Д. Идентификация параметров сушильной камеры.....	440
Трухина А.В. Регрессионный анализ технологических параметров	445
ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	450
Бурлак Д.С. Спутники связи	450
Виноградова К.О. Связь на борту самолётов.....	454
Дотоль Д. Н. Преимущества квантовой сети по сравнению с волоконно-оптическими линиями связи.....	458
Егоров С.Р. Сравнительный анализ технологий CWDM и DWDM.....	463
Казакова Е.А. Спутниковые технологии VSAT и безопасность сети.....	469
Короткова К.Е. Криптографические методы защиты информации.....	475
Павлюк Е.Ю. Приемушества перехода от PDN к SDN технологии.....	478
Петровская А.Е. Системы кодирования в кабельном ТВ.....	483
Пляскин Д.А. Сотовые системы телевидения	487
Рау Г.А. Светодиодные лампы как беспроводной интернет	492
Сазикова Н.В. Методы множественного доступа.....	495
Семин А.А. Волоконно-оптические линии связи: проектирование и прокладка.....	499

Результаты расчета позволяют сделать вывод о достаточно высоком гелиоэнергетическом потенциале. Необходимо дальнейшее исследование влияния облачности на солнечную радиацию, после которого могут быть получены оценки чистого дисконтированного дохода или дисконтированной окупаемости проектов использования солнечной энергии в п. Наратай Братского района.

Научный руководитель: к.т.н., доцент В.А. Шакиров

Литература:

1. Справочник по ресурсам возобновляемых источников энергии России и местным видам топлива (показатели по территориям) / под ред. Безруких П. П. – Москва: ИАЦ Энергия, 2007. – 272 с.

2. Сивков С.И. Методы расчета характеристик солнечной радиации. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 234с.

3. Стадник В.В., Горбаренко Е.В., Шиловцева О.А., Задворных В.А. Сравнение вычисленных и измеренных величин суммарной и рассеянной радиации, поступающей на наклонные поверхности, по данным наблюдений в метеорологической обсерватории МГУ // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. 2016. № 581. С. 138-154.

В.В. Скутарь, И.Д. Загустина

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань

skutar3@gmail.com

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМ ОПЕРАТИВНОГО ТОКА ПОДСТАНЦИЙ

Оперативный ток (ОТ) на подстанциях служит для питания вторичных устройств, к которым относятся оперативные цепи защиты, автоматики и телемеханики, аппаратура дистанционного управления, аварийная и предупредительная сигнализация. Оперативный ток используется также для питания различных вспомогательных реле в схемах релейной защиты и автоматики.

При нарушениях нормальной работы подстанции оперативный ток используется также для аварийного освещения и электроснабжения электродвигателей системы собственных нужд. Основное требование, предъявляемое к источникам ОТ – это постоянная готовность к действию при любых условиях, включая

моменты КЗ, при которых возможно большое падение напряжение на секциях шин подстанций, а так же другие тяжелые режимы работы электроэнергетического комплекса. Источники оперативного тока должны быть всегда готовы к действию и обеспечивать необходимое напряжение или ток в обмотках включающих и отключающих электромагнитов.^[2]

В настоящее время широкое распространение получили следующие системы оперативного тока на подстанциях:

1. Постоянный оперативный ток
2. Переменный оперативный ток
3. Выпрямленный оперативный ток

Рассмотрим каждую из перечисленных систем и выделим основные преимущества и недостатки их применения.

1. Постоянный оперативный ток представляет собой систему питания оперативных цепей, при которой источником питания применяется аккумуляторная батарея. Источником питания являются свинцово-кислотные аккумуляторные батареи с зарядными устройствами напряжением 110 или 220 В, а на малых подстанциях — 24 или 48 В.

Выделим основные достоинства применения постоянного оперативного тока на подстанциях:

- 1) Простой, автономный и независимый источник тока, работа которого не зависит от состояния основной системы;
- 2) Возможность работы при одном замыкании на землю одного из полюсов при сохранении междуполюсного напряжения.

Определим основные недостатки при применении постоянного оперативного тока:

- 1) Определенная сложность выполнения защиты от повреждений в цепях постоянного тока;
- 2) Стационарные аккумуляторные батареи должны устанавливаться в специально предназначенных помещениях;^[1]
- 3) Требуется специальный высококвалифицированный обслуживающий персонал;

2. Переменный оперативный ток - система питания оперативных цепей, при которой в качестве основных источников питания используются измерительные трансформаторы тока (ТА) защищаемых присоединений, измерительные трансформаторы напряжения (TV), трансформаторы собственных нужд (ТСН). В качестве дополнительных источников питания импульсного действия используются предварительно заряженные конденсаторы.^[3]

Для защиты различных от коротких замыканий (КЗ) наиболее надежным источником оперативного тока являются ТА, так как при протекании тока КЗ ток вторичной обмотки ТА способен обеспечить надежное отключение выключателя. TV в этом случае не может служить надежным источником оперативного переменного тока, так как при КЗ резко снижается напряжение на шинах подстанции.

В другом случае, для оперативного управления в нормальных рабочих режимах ТА не применимы, ибо от них невозможно получить необходимый для подобных случаев уровень мощности.

ТСН, в отличие от ТА, нельзя использовать для питания оперативных цепей во время протекания тока КЗ, так как происходит снижение напряжения на шинах подстанции, однако они прекрасно подходят для управления коммутационными аппаратами в нормальных рабочих режимах и близких к ним режимам.

Исходя из выше перечисленных особенностей, можно сделать вывод, что каждый из источников переменного тока обладает ограниченной областью применения с возможностью использования только в качестве источника, так называемого, индивидуального децентрализованного питания.

3. Выпрямленный оперативный ток - это система питания оперативных цепей переменным током, в которой переменный ток преобразуется в постоянный (выпрямленный) с помощью блоков питания и выпрямительных силовых устройств. Блоки делятся на токовые (БПТ), напряжения (БПН) и комбинированные, состоящие из БПТ и БПН, работающих параллельно на стороне выпрямленного напряжения.^[4]

Выделим следующие достоинства схем с блоками питания выпрямленным током и напряжением:

1) Возможность индивидуального обеспечения питания оперативным током одного защищаемого присоединения (однако, при значительном числе присоединений экономически целесообразным оказывается групповое питание);

2) Возможность применения защитной аппаратуры, изготавливаемой для установок в системы постоянного оперативного тока с аккумуляторными батареями.

Недостатки схем с блоками питания выпрямленным напряжением и током:

1) Недостаточная мощность для питания катушек включения электромагнитных приводов (обычно осуществляется от выпрямительных блоков, питаемых от трансформаторов собственных нужд подстанции);

2) Невозможность использования для минимальных защит напряжения в системах релейной защиты и автоматики.

На современном этапе развития электроэнергетического комплекса применяется множество систем питания оперативных цепей подстанций. Стоит отметить, что все выше перечисленные системы удовлетворяют основным требованиям источников оперативного тока – надежность и безотказность действия, однако область их применения индивидуальна.

Научный руководитель: старший преподаватель И.Д. Загустина

Литература:

1. Помещения аккумуляторных батарей, требования к ним (строительная, санитарно-техническая часть) (ПУЭ - 4.4.26.-4.4.38., 4.4.40.-4.4.46.; ПТЭЭП - 2.10.5.; IV-V гр.).

2. Красник В. В. Эксплуатация электрических подстанций и распределительных устройств. — М.: ЭНАС, 2011.

3. Лезнов С. И., Фаерман А. Л., Махлина Л. Н. Устройство и обслуживание вторичных цепей электроустановок. — М.: Энергоатомиздат, 1986.

4. Р3иА. Оперативный ток [Электронный ресурс]. — URL: <http://treugoma.ru/protection/operativnyi-tok/> (дата последнего обращения 17.04.2018)

А.А. Смолярская, Н.А. Краева, Д.Е. Бахмисов, А.С. Угодин

Братский государственный университет, г. Братск

smolyarskaya.anzhelika@yandex.ru

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ СВЕРХПРОВОДЯЩИЕ КАБЕЛЬНЫЕ ЛИНИИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Электроэнергетика должна обеспечивать высокую эффективность выработки, транспортировки и потребления энергии. В большинстве промышленно развитых стран мира ведутся интенсивные исследования и разработка новых видов электротехнических устройств на основе сверхпроводников. Использование высокотемпературных сверхпроводников - глобальный тренд для ряда отраслей промышленности, в том числе и энергетики. В настоящее время в основном используются кабельные линии переменного тока. Однако начали появляться новинки в использовании высокотемпературных сверхпроводящих кабельных линий постоянного тока (ВТСПТ).