

**РЕЗЮМЕТА НА ТРУДОВЕТЕ
И ПРИНОСИТЕ В ПУБЛИКАЦИИ НА
Д-Р МИЛЕН БОНЕВ БОНЕВ**

**представени на конкурса за заемане на академична
длъжност „доцент”
по научна специалност
„Електроснабдяване и електрообзавеждане на кораба”
професионално направление
”Транспорт, корабоплаване и авиация”**

1. N. F. Djagarov, Zh. G. Grozdev, **M. B. Boney**, G. D. Georgiev, An Adaptive Control of Static Var Compensator on Power Systems, 2006 IASME/WSEAS International Conference on Energy & Environmental Systems (EE'06), 8-10 May 2006, Greece, pp.151-157, ISSN:1790-5095, ISBN: 960-8457-44-0;

В статията е **предложено** използването на **адаптивно управление** на паралелен статичен компенсатор, представляващ паралелно съединени постоянен кондензатор и тиристорно регулируем дросел. Адаптивното управление се осъществява с помощта на едновохов **оптимален сингуларен адаптивен наблюдател**. **Изследва се работата** на синхронен генератор на локален активно-индуктивен товар и на шини с безкрайна мощност. **Съставен е** модел на изследваната енергийна система, включваща и компенсатора. С негова помощ е съставен компютърен модел в Matlab среда. **Симулиран е режим на трифазно късо съединение** и неговото изключване от защитата. Приведена е част от получените с помощта на модела експериментални резултати. Получените резултати показват **ефективността на работа** на предложеното адаптивно управление. **Подобряват се показателите** на преходните процеси при изследвания режим на късо съединение, главното от които е, че се намалява колебателността на преходния процес и **се подобрява устойчивостта на работа** на изследваната система.

2. N. F. Djagarov, Zh. G. Grozdev, **M. B. Boney**, Investigation of Adaptive Control of Static Var Compensator for Oscillation Damping on Power Systems. "WSEAS Transactions on Power Systems", Issue 5, Vol.1, May, 2006, pp.961-968. (INVITED PAPER), ISSN 1790-5060, E-ISSN: 2224-350X;

В публикацията е **изследвано демпфирането на колебанията** в електроенергийна система с помощта на паралелен компенсатор. **Предложено е адаптивно управление** на компенсатора с помощта на оптимален сингуларен адаптивен наблюдател, различен от използвания в публикация [1]. Чрез оценените параметри и променливи на идентификационния модел се изчислява управляващото въздействие. **Изследват се процесите** в електроенергийна система, включваща синхронен генератор, статичен активно-индуктивен товар асинхронно задвижване паралелен статичен компенсатор и шини с безкрайна мощност. С помощта на безитеративен алгоритъм се **съставя модел** на изследваната енергийна система. **Симулирани са преходни процеси**, предизвикани от различни смущаващи въздействия: включване/изключване на статичен товар, пряк пуск на асинхронно задвижване, късо съединение. Приведена е част от получените експериментални резултати, получени от симулациите. Получените резултати показват **много доброто демпфиране** на колебанията в изследваната система, като се **подобряват всички показатели** на преходния процес – намалява се времето на процеса, намалява се колебателността на параметрите на режима, намаляват се максималните отклонения на параметрите на режима.

3. N.Djagarov, Zh.Grozdev, **M.Boney**, Adaptive Controller for Thyristor Controlled Series Capacitors, IVth International Scientific Symposium "ELECTROENERGETIKA 2007", 19.-21.9.2007, Stara Lesna, Slovak Republic, Transactions, pp.65-70, (INVITED PAPER), ISBN 978-80-8073-844-0;

Предлага се използването на адаптивен контролер, за последователно компенсиращо FACTS устройство. **Разглежда се** тиристорно управляем последователен кондензатор, включен посредством предавателна линия към синхронен генератор. **Моделирана е** изследваната електроенергийна система заедно с използвания адаптивен алгоритъм за управление. **Показани са** основните характеристики на този тип

последователни компенсатори. Системното последователно средство **се управлява** посредством адаптивен контролер. Контролерът се състои от класически ПИ-регулатор, интегро- диференцираща група, ОСА наблюдател и променлив коефициент в обратната връзка, който компенсира различното усилването на системата причинено от промяната на импеданса. На входа на ОСА наблюдателя се подават дискретни извадки от входния сигнал на контролера (измерения импеданс на линията) и изходния сигнал. На базата на оценените параметри и променливи на системата, ОСА наблюдателят изчислява допълнителен стабилизиращ сигнал, който се сумира със сигнала изработен от ПИ-регулатора. Ефективността на управлението **се заключава** в бързото и адекватно изготвяне на управляващ сигнал за тиристорите в зависимост от състоянието на системата. Проведените многобройни изследвания доказват правилността на управлението. Резултатите **се сравняват** с конвенционален ПИ-регулатор. В част от **опитните резултати** е показано изменението на режимните параметри на системата при отсъствие на управление на реактора на компенсатора, т.е чиста надлъжна компенсация. **Получените** експериментални резултати **от моделирането** показват работоспособността му. Постигнато е подобряване на характеристиките на преходните процеси в системата.

4. Джагаров Н.Ф., Гроздев Ж.Г., **Бонев М.Б.**, Подобряване на устойчивостта на ЕЕС чрез системни стабилизатори и адаптивни статични компенсатори. „Енергиен форум 2008”, 11-14 Юни 2008, Варна, с.121-128;

В публикацията **са разгледани** и сравнени ЕЕС, съдържащи различни средства за управление, които демпфират колебанията и подобряват работната устойчивост. **Използвани са** системен стабилизатор, работещ на възбуждането на синхронни генератори (ССВ – Power System Stabilizer - PSS) и адаптивен статичен управляем компенсатор (АСУК – Static Var Compensator - SVC). Използването на конвенционални ССВ допринася за значително подобряване на устойчивостта на електроенергийната система, благодарение на внесените допълнителни съставки към демпфиращия момент, компенсиращи резултатното фазово изоставане на автоматичния регулатор на възбуждането, възбудителя и генератора. Управляемата система на АСУК се идентифицира в реално време и на базата на оценените параметри и променливи на идентификационния модел се формира управляващ сигнал, който управлява системното средство. **Благодарение на** тези управления значително **се увеличава** демпфирането на системата. Подобряват се характеристиките на преходните процеси.

Съвременните технологии в силовата електроника, позволиха развитието на гъвкавите предавателни линии (FACTS). Основната функция на тези системни средства е способността им за подобряване на демпфирането на системата като цяло.

Комбинирането на системни стабилизатори, заедно с гъвкави системни средства (FACTS), довежда до значително подобряване на параметрите на ЕЕС. В статията **се демонстрират** резултатите от едновременната работа на тези средства за управление, като **се предлага** използването на адаптивен метод за управление на паралелен статичен управляем компенсатор.

С помощта на компютърно моделиране е изследвана работата на ЕЕС, съдържаща управляем паралелен компенсатор и генератор, снабден със системен стабилизатор. **Проведените симулации и сравнението** на получените резултати, показват ефективността на демпфирането на нискочестотните колебания с отделните стабилизиращи средства, а така също и при съвместната им работа.

Анализът на експерименталните резултати показва, че системният стабилизатор влияе в по-голяма степен върху демпфирането на колебанието на ъгловата скорост, а

управляемият компенсатор – върху отклонението на напрежението. Съвместната им работа **подобрява** режимните параметри.

5. Djararov N., Grozdev Zh., **Bonev M.**, Valkov P., Adaptive Astatic Modal Regulator for STATCOM. WSEAS International Conferences, Power Systems Budapest Tech, 3-5 Sep. 2009, Budapest, Hungary, pp.123-126, ISSN: 1790-5117, ISBN: 978-960-474-112-0;

В статията **се предлага** използването на адаптивно управление на статичен компенсатор СТАТКОМ (STATCOM) на базата на използването на адаптивен астатичен модален регулатор. **Предлага се** директен класически метод за идентификация на базата на оптимален сингуларен адаптивен наблюдател, който изчислява линейните алгебрични системи от уравнения. За управлението на компенсатора се използва астатичен модален регулатор с мащабиращ коефициент. **Изследва се** работата на СТАТКОМ, присъединен към статичен активно-индуктивен товар и електроенергийна система с безкрайна мощност посредством предавателна линия.

Подробно **е обяснен** принципът на действие на компенсатора, както и на адаптивния регулатор. **Създаден е** модел на изследваната система, заедно с нейното управление.

За проверка на работоспособността и ефективността на предложения модел на системата и компенсатора **е програмиран** в *Matlab* среда. **Изследват се** различни смущаващи въздействия, като **се сравнява** работата на компенсатора с конвенционално управление (класически ПИ-регулатор) и предложения с адаптивно управление. **При анализ** на резултатите се установява ефективността на адаптивното управление и неговите предимства в сравнение с класическия ПИ-регулатор.

6. Djararov N., Grozdev Zh., **Bonev M.**, Power system stability improving by using of power system stabilizers and adaptive static compensators, Vth International Scientific Symposium “ELECTROENERGETIKA 2009”, Slovak Republic, Transactions, 23-25 September 2009, Stara Lesna, Slovak Republic, pp.41-45. (INVITED PAPER), ISBN 978-80553-0237-9;

Разглеждат се различни устройства, подобряващи устойчивостта на електроенергийна система. **Използвани са** адаптивен статичен управляем компенсатор (Adaptive Static Var Compensator - ASVC) и системен стабилизатор на възбуждането на синхронни генератори (Power System Stabilizer - PSS). Адаптивният статичен компенсатор се състои от паралелно присъединен фиксиран капацитет, свързан паралелно с тиристорно-регулиран дросел. Управлението на тиристорите **се осъществява** от адаптивен регулатор. Използването на конвенционални системни стабилизатори на възбуждането на синхронните генератори допринася до значително подобряване на устойчивостта на електроенергийната система благодарение на внесените допълнителни съставки на демпфирация момент, компенсирани резултатното фазово изоставане на автоматичния регулатор на възбуждането, възбудителя и генератора.

За проверка на работоспособността и ефективността на предложеното управление на системните средства **са разработени** модели в *Matlab* среда. **При анализ** на експерименталните резултати може да се отбележи, че системният стабилизатор влияе в по-голяма степен върху демпфирането на колебанието на ъгловата скорост, а управляемият компенсатор – върху отклонението на напрежението. Съвместната им работа подобрява, както и адаптивното управление на ASVC **подобрява** демпфирането на режимните параметри.

7. Djagarov N., Valkov P., Grozdev Zh., **Bonev M.**, Investigation oscillation damping in circle power system using of adaptive control for STATCOM Vth International Scientific Symposium "ELECTROENERGETIKA 2009", 23-25 September 2009, Stara Lesna, Slovak Republic, pp.434-437; ISBN 978-80553-0237-9;

В статията **се предлага** използването на адаптивно управление на статичен компенсатор СТАТКОМ (STATCOM). **Разглежда** се кръгова електроенергийна система включваща три възела, в единият от които е включен статичен компенсатор СТАТКОМ. За управлението на компенсатора **се използва** комбиниран подход, който включва използване на допълнителен демпфиращ стабилизиращ сигнал от адаптивен стабилизатор. Този сигнал **се формира** с помощта на идентифицираните параметри и променливи на модела, като след това се добавя в контура на регулатора на напрежение. **Създаден** е компютърен модел на изследваната кръгова електроенергийна система и статичния компенсатор.

За **проверка** на работоспособността и ефективността на системата и управлението на компенсатора **е разработен** модел в Matlab среда. **Изследват се** различни смущаващи въздействия, като се сравнява работата на компенсатора с конвенционално управление и такъв с адаптивно управление. При **анализ** на резултатите се установява, че благодарение на бързото адаптивно управление **се подобряват** процесите в преходните режими – съкращава се времето на преходния процес, ограничават се максималните отклонения от установените стойности и се подобрява устойчивостта на системата.

8. Джагаров Н., Гроздев Ж., **Бонев М.**, Скаларен модален адаптивен стабилизатор за статичен управляем компенсатор, „I^{BA} Научна конференция ЕФ'2009” – ТУ-София, Созопол, 1-4 Октомври 2009, с. 204-209;

В публикацията **е използвано** адаптивно управление за статични управляеми компенсатори на базата на скаларен модален адаптивен стабилизатор. Управляемата система се идентифицира в реално време и на базата на оценените параметри и променливи на идентификационния модел се формира управляващ сигнал, чрез който се управлява компенсатора. **Разглежда** се адаптивен статичен управляван компенсатор, включващ фиксиран кондензатор заедно с тиристорно-регулиран реактор. **Изследва** се три-възлова система, съставена от синхронни генератори заедно с автоматичните си регулатори на напрежение и скорост, статични активно-индуктивни товари и предавателни линии. Адаптивният статичен управляем компенсатор е включен в средния възел на системата, като неговата цел е да демпфира колебанията.

Основната функция на адаптивното управление е непрекъснато идентифициране на управляемия обект в реално време, чрез линеен модел от нисък ред и формиране на управляващ сигнал. В изследваната схема се използва стандартен ПИ-регулатор и скаларен модален адаптивен стабилизатор. На входовете на стабилизатора се подават дискретни извадки от изхода на ПИ-регулатора и вектора на измереното напрежение в точката на присъединяване на компенсатора. Скаларният модален адаптивен стабилизатор идентифицира в реално време управляемия обект и на базата на оценените параметри и променливи на модела се формира управляващ сигнал, чрез който се командва тиристорно-регулация реактор.

За симулиране работата на разглежданата система е създаден компютърен модел в Matlab среда. За доказване на ефективната работа на адаптивното управление са изследвани редица преходни процеси (включване/изключване на статичен товар, късо съединение в различни възли от системата).

Демпфирането на системните колебания играе важна роля не само в подобряването на предавателната способност, но също и при стабилизиране на системата при аварийни режими.

Благодарение на ниския ред на идентификационния модел и безитеративния метод за идентификация и изчисление регулирането се извършва бързо. По сравнение със скоростта на протичане на процесите в ЕЕС няма забавяне в контура на управление. Така се демпфират колебанията в енергосистемата и се подобряват всички параметри на преходните процеси. Работоспособността и ефективността на предложеното адаптивно управление **е проверено**, чрез симулиране на различни смущения в системата.

9. Djagarov N., Grozdev Zh., **Bonev M.**, Improvement the work effectiveness of static var compensators by using of two-input adaptive controllers. Scientific Proceedings of Riga Technical University, Vol. 4, Power and Electrical Engineering, Riga, 2009, pp.97-102, ISSN 1407-7345;

В статията **е използван** алгоритъм за адаптивно управление на статичен управляем компенсатор (СУК). Адаптивният контролер се състои от двувходов адаптивен регулатор на базата на оценените параметри и променливи на идентификационния модел. **Разглежда се** двувходова електроенергийна система, включваща: синхронен генератор работещ към мрежа с безкрайна мощност, статични товари, включени в двата възела, свързващи линии и статичен управляем компенсатор. Управлението на компенсатора **се извършва** посредством двувходов адаптивен регулатор. **Показан е** пълният модел на изследваната електроенергийна система, както и на алгоритъма за адаптивно управление.

За проверка на работоспособността и ефективността на предложения модел на системата и компенсатора **е разработен** модел в Matlab среда. **Изследват се** различни смущаващи въздействия, като се сравнява работата на компенсатора със стандартно управление и адаптивно управление. **При анализ** на резултатите се установява, че благодарение на бързия адаптивен двувходов регулатор **се подобряват** процесите на преходните режими – съкращава се времето на преходния процес, ограничават се максималните отклонения от установените стойности и се подобрява устойчивостта на системата.

10. N. Djagarov, M. Kolcun, Zh. Grozdev, **M. Bonev**, P. Valkov, L. Beňa, D. Hlubeň, Improvement the Operation of Static Var Compensator (SVC) by using Adaptive Scalar Stabilizer, Годишник на ТУ-Варна, 2009, Том 1, pp.59-64, ISSN: 1311-896X;

Разглежда се адаптивен стабилизатор, използван за управление на статичен управляем компенсатор (СУК), състоящ се от тиристорно- регулиран реактор и три стъпала тиристорно- превключвани кондензаторни групи. Реакторът плавно регулира реактивната енергия, чрез изменение амплитудата на тока, посредством промяна на управляващия ъгъл на тиристорите. Управляващият ъгъл може да се изменя от 90° до 180° по отношение напрежението на компенсатора. По този начин се осигурява бързо и гладко регулиране на абсорбираната или отдаваната енергия от или към системата. Ефективният капацитет варира в зависимост от броя на паралелно включените кондензаторни групи. **Основната функция** на адаптивното управление е непрекъснато идентифициране на управляваният обект, чрез линеен модел от нисък ред. Адаптивният модален стабилизатор изчислява оценките на променливите и параметрите на модела на компенсатора, на базата на които се изчислява основният

управляващ сигнал. От изчисленият управляващ сигнал се генерират два сигнала: управляващ ъгъл за тиристорите на тиристорно- управляемия реактор и сигнал за включване/ изключване за тиристорно- превключваните кондензаторни групи. **Подробно е показана** методиката за превключване на тиристорно- превключваните кондензаторни групи.

За доказване на работоспособността и ефективността на използвания адаптивен алгоритъм за управление **е създаден** модел в *Matlab* програмна среда. **Получените от** симулацията резултати на различни преходни режими **са сравнени** с резултати от идентична система с конвенционален ПИ-регулатор на СУК. **Показани са** параметрите на системата в статичен и динамичен режим. Благодарение на минималния по ред директен метод за идентификация и изчисляване на управляващите сигнали **се получава** ефективно управление на системното средство, което подобрява параметрите на разглежданата система в сравнение с конвенционалното управление.

11. N. Djagarov, M. Kolcun, Zh. Grozdev, **M. Bonev**, P. Valkov, L. Beňa, D. Hlubeň, Power System oscillation Damping by using new Adaptive Control for STATCOM, Годишник на ТУ-Варна, 2009, Том 1, pp.65-69, ISSN: 1311-896X;

В статията **се предлага** използването на адаптивно управление за много раменен статичен компенсатор СТАТКОМ. **Изследван** е адаптивен регулатор в контура на управление на напрежението на компенсатора, който идентифицира в реално време на базата на оценените параметри и променливи на идентификационният модел и след това изработва управляващ сигнал за СТАТКОМ.

Статичният управляем компенсатор (СТАТКОМ) основно **се използва** за нормализиране на напрежението в мрежата, повишаване на предавателната способност на линията, за реактивна компенсация, за компенсация на мрежовите хармоници и асиметрията на линията. Като цяло използването на такъв компенсатор **увеличава** нивото на статичната и динамичната устойчивост на системата.

Подробно е обяснена работата на много раменния СТАТКОМ. **Детайлно е** показан математическият модел на адаптивния регулатор, който е изпълнен, чрез минимален модел от трети ред, което дава много добро бързодействие и устойчивост на работа.

За доказване на правилността и ефективността на работа **е разработен** компютърен модел в *Matlab* среда, чрез който **се симулира** работата на статичния управляем компенсатор заедно с предложеното адаптивно управление. Работата на компенсатора **се сравнява** с работата на същия компенсатор при същите условия, но с ПИ регулатор. **При анализ** на получените резултати се установява, че благодарение адаптивното управление, включено в контура за управление на напрежението, **се подобряват** процесите в преходните режими – съкращава се времето на преходния процес, ограничават се максималните отклонения от установените стойности и се подобрява устойчивостта на системата.

12. N. Djagarov, M. Kolcun, Zh. Grozdev, **M. Bonev**, L. Beňa, D. Hlubeň, Advanced Adaptive Control for Thyristor Controlled Series Capacitors, Electric Power Engineering, 11th International Scientific Conference “Electric Power Engineering 2010” Brno, pp.13-17. (INVITED PAPER), ISBN 978-80-214-4094-4;

В публикацията **се предлага** използването на адаптивно управление за последователно компенсиращо FACTS устройство. Такъв последователен компенсатор представлява мощно средство, чрез което значително се повишава предавателната способност на линията, към която е включен. В статията **се предлага** използването

на адаптивен метод за управление на компенсиращото средство. **Показани са** основните характеристики и **подробно е** обяснена работата на този тип последователен компенсатор, представляващ тиристорно- управляем реактор, включен паралелно на последователният кондензатор. **Разгледана е** електроенергийна система, състояща се от синхронен генератор, предавателна линия, последователен тиристорно- управляем компенсатор, статични активно- индуктивни товари и мрежа с безкрайна мощност. **Разработен е** модел на изследваната електроенергийна система заедно с адаптивния алгоритъм за управление. **Подробно е** показан моделът на адаптивния стабилизатор. **Синтезиран е** адаптивният регулатор, представляващ конвенционален ПИ-регулатор и последователно включен към него адаптивен скаларен модален стабилизатор. **Основната функция** на стабилизаторът е непрекъснато да идентифицира управляемия обект в реално време, чрез модел от нисък ред. Тази идентификация се извършва на базата на оценените променливи и параметри на управляемия обект, след което се формира управляващ сигнал за управление на анти- паралелно включените тиристори в контура на управление на тиристорно- управляемия реактор.

За доказване на ефективността и правилността **на използваното** адаптивно управление за този тип последователни компенсатори **е създаден** компютърен модел в Matlab среда, чрез който **се симулира** работата на устройството в различни експлоатационни режими. Работата на компенсатора с адаптивното управление **се сравнява** с работата на същият компенсатор, но със стандартно управление. При анализ на получените резултати **се доказва**, че благодарение на адаптивния скаларен модален стабилизатор, се подобряват процесите в преходните режими.

13. Н. Джагаров, М. Бонев, Ж. Гроздев, "Управление гъбкими разпределителными сетями, International Scientific and Technical Conference" Electrical Power Engineering 2010", Varna, Bulgaria, pp.16-41.(Пленарен доклад), ISBN: 978-954-20-0497-4;

Направена класификация и анализ на гъбките разпределителни мрежи [Flexible Alternating Current Transmission Systems (FACTS)], използвани за управление на потокоразпределението в електроенергийните системи, за демпфиране на колебанията в тях и за подобряване на устойчивостта им, а така също и за подобряване на качествените показатели на електрическата енергия. Показани са **основните принципи на управление** на потокоразпределението, а така също е направен сравнителен анализ на различните системни устройства и използването им за различни цели.

Разгледани са основните проблеми на развитие на електроенергийните системи и трудностите при тяхното решаване. Посочени са **предимствата на гъбките разпределителни мрежи** за решаването на тези проблеми. Разгледаните начините за включване, регулируемите параметри, регулиращите средства, методите за управление и целите за използване. Направен е анализ на използваните схеми и основните им характеристики. Показани са еквивалентните им схеми, векторните диаграми и основните съотношения между параметрите на режимите и регулируемите параметри.

Описани са основните **методи и средства за управление на системните средства**: конвенционалните средства, методите на размитата логика, методите на невронните мрежи, различните методи за идентификация и изчисление на управляващия сигнал.

Направени са предложения за използването на различните типове системни средства за различни цели, като основно внимание е отделено на качеството на полученото управление в зависимост от използваните схеми.

14. Nikolay Djagarov, **Milen Bonev**, Zhivko Grozdev, Study of the Work of Ship Electrical Power Station at Anchor-Mooring Device Operation, Proceedings of 10th International Conference on Environment and Electrical Engineering, Rome, 8-11 May 2011, pp.1221-1224, ISBN: 978-1-4244-8781-3, IEEE Conference Record #17607, IEEE Catalog Number: CFP11511-CDR;

В статията се **изследва** работата на котвено- швартово устройство при снемане на кораб от котва. **Предлага се използването** на адаптивен стабилизатор, включен в контура на автоматичния регулатор на възбуждането на корабния синхронен генератор. **Анализира** се поведението на корабната електроенергийна система при включване/ изключване на съизмерими по мощност товари с генериращите агрегати. Основен фактор, влияещ върху устойчивостта и качеството на преходните процеси е коректното управление на възбудителното напрежение. Подробно е **обяснен** процесът на снемане на кораба от котва. Изследваната система включва синхронен генератор с автоматичен регулатор на скоростта и котвено- швартово устройство, задвижвано от асинхронен двигател. Автоматичният регулатор на възбуждането е изпълнен от конвенционален регулатор с допълнителен сигнал от използвания адаптивен стабилизатор. Адаптивният стабилизатор създава допълнителен стабилизиращ сигнал, който се добавя в контура на възбуждането. Показана е блокова диаграма на начина за формиране на допълнителния стабилизиращ сигнал, включен в контура на възбуждането. **Създаден** е модел в среда *MatLab* на изследваната корабна система, като са **изследвани и сравнени** различни преходни режими с и без адаптивен стабилизатор, включен в контура на възбуждането на синхронния генератор. Получените от компютърната симулацията резултати показват: съкращаване на времето за преходният процес, намаляване на максималните гранични стойности на отклонението от номиналните и намаляване на смущенията в автономната електроенергийна система.

15. Н.Джагаров, С.Филчев, Ж.Гроздев, **М.Бонев**, Изисквания към ветропарковете за работата им в мрежата, „Енергиен форум 2011”, Варна, с. 41-59.(Пленарен доклад);

В нормативните документи на енергетиката **липсваха изисквания** по отношение на присъединяваните нови възобновяеми енергийни източници. Целта на пленарния доклад бе на основата на обзора на съществуващите изисквания към ветропарковете, **да се предложат основни параметри**, които да влязат в българските изисквания – кодекс (Bulgarian Wind Grid Code).

В статията **са посочени данни** за производството на ветроенергия в Европа и България и плановете за развитието им до 2030 г. Направен е **обзор на различните типове ветрогенератори** и техните характеристики. Направен е **обзор на нормативните документи** на различни държави, регламентиращи изискванията към ветропарковете. Основно внимание е обърнато на: **управлението на: диапазона** от режими на електрическата система; управление **на реактивната мощност**; управление **на активната мощност**; **защита** на устройствата; **качеството на електроенергията**. Обърнато е внимание на **бъдещите изисквания** и европейската хармонизация.

В докладът **се регламентират**: работата на ветропарковете в нормални и аварийни режими при различни смущаващи въздействия; управлението на активната и реактивната мощност; поддържането на параметрите на режима в точките на присъединяване на ветропарковете; проверките и изпитанията на ветроелектрическите централи и техните системи за управление и защита.

16. Nikolay Djagarov, Zhivko Grozdev, **Milen Bonev** and Stefan Filchev, Application of SVC to Increase Power System Damping in Wind Parks, 6th International Workshop on Deregulated Electricity Market Issues in South-Eastern Europe, 20-21 September, 2011, Bled, Slovenia - El. knjiga. – Ljubljana: Založba FE in FRI, 2011, ISBN 978-961-243-183-9

Разглеждат се актуални въпроси, свързани с приложение на статичен управляем компенсатор във вятърни електроцентрали. Този компенсатор **има възможност** да демпфира електроенергийните колебания, чрез осъществяване на гъвкав контрол на предавателната мощност, стабилизиране на напрежението на линията и увеличаване на статичната и динамичната устойчивост. Основното предимство на **предложения** компенсатор е осъществяването на динамичен контрол на реактивната енергия не само при статичен нормален експлоатационен режим, а и при аварийни ситуации, чрез стабилизиране на напрежението. **Предлага се** използването на адаптивен контролер за статичния управляем компенсатор на базата на астатичен адаптивен сингуларен регулатор. Адаптивният регулатор, идентифицира управляемия обект на базата на оценените променливи и параметри на обекта, чрез модел от нисък ред и след това изчислява управляващ сигнал за компенсатора. **Разяснени** са основните предимства на гъвкавите предавателни линии (FACTS devices) и се оценява възможността от внедряването им в ветроенергийните паркове. **Разглежда се** електроенергийна система, съставена от 6 вятърни турбини (асинхронни ветрогенератори) по 1,5 MW, заедно със своите системи за управление, статични капацитети, повишаващи трансформатори и предавателни линии до обща подстанция, в която има включени активно-индуктивни товари за собствени нужди на парка, статичен управляем компенсатор и връзка с мрежа с безкрайна мощност, посредством повишаващ трансформатор. Уравненията на генераторите са записани в координатна система, твърдо свързана с роторите им, избягвайки по този начин променливите коефициенти в техните уравнения. Уравнения на останалите елементи са записани в синхронно въртяща се координатна система $d,q,0$. **При съставяне** на уравненията на връзките, уравненията на токовете на генераторите се преобразуват към синхронна въртяща се координатна система. Подробно е показан моделът на астатичния адаптивен сингуларен регулатор. **Разработен** е компютърен модел в *Matlab* среда за симулиране на различни преходни режими. За доказване на ефективността и коректността на работата на използвания адаптивен регулатор за статичен управляем компенсатор, присъединен към ветроенергийен парк, получените резултати са сравнени с идентична система с конвенционален регулатор на компенсатора. При анализ на резултатите се установява, че адаптивният регулатор за статичния управляем компенсатор, демпфира електроенергийните смущения и подобрява динамичните характеристики в електроенергийната система, включваща вятърни електроцентрали.

17. Djagarov N., **Bonev M.**, Grozdev Zh., Filchev S., Electrical losses in networks with dispersed wind generation, VIth International Scientific Symposium “ELECTROENERGETIKA 2011”, 21-23 Sep. 2011, Stara Lesna, Slovak Republic, Transactions, pp.104-113; ISBN: 978-80-553-0724-4;

В статията **се разглеждат** актуални въпроси, свързани с генерирането и пренасянето на електроенергията от вятърните електроцентрали. **Анализират се** основните причини за загубите на електроенергия, вследствие децентрализираното генериране на електроенергия от тези вятърни паркове, методите за тяхното локализиране и измерване, както и методите за намаляването на тези загуби. **Детайлно са** обяснени основните зависимости за определяне на загубите, като **са класифицирани** два

типа загуби. **Анализирани са** стандартните методи за определяне и ценообразуване на загубите, като са взети под внимание всички фактори, които влияят за тяхното определяне и коректно разпределение. **Анализирани са и детайлно са** обяснени методите за разпределяне на загубите, **класифицирани** на три основни типа: - метод за определяне на активните загуби; - метод, базиран на DC модел; - признати методи за разпределяне на загубите.

Подробно са разяснени основните мерки, които практически могат да се предприемат за намаляване на загубите. **Разяснено е** как може да се получи оптимална конфигурация на предавателната мрежа на базата на минимални загуби при дадени ограничения. **Обяснени са** внедрените съвременни тенденции за повишаване на ефективността на предавателната мрежа като *HVDC transmissions* (високо волтова постоянно-токова предавателна линия) и *FACTS devices* (гъвкави променливо-токови предавателни системи), като **са показани** основните им предимства.

18. Н. Джагаров, Д. Димитров, Ж. Гроздев, **М. Бонев**, Адаптивно управление на асинхронно задвижване, XIII Международна конференция по електрически машини, задвижвания и енергийни системи ЕЛМА'2011, Варна, с.91-96, ISSN: 1313-4965;

Предлага се използването на адаптивен метод за управление на скоростта на въртене на асинхронния електродвигател, чрез адаптивен астатичен сингуларен регулатор, добавен към векторно управление на асинхронни електрозадвижвания. Адаптивният регулатор идентифицира управляемия обект на базата на оценените променливи и параметри на обекта, чрез модел от нисък ред и след това изчислява управляващ сигнал във веригата за управление на скоростта на електродвигателя.

Направен е обзор на съвременните методи за управление на асинхронни двигатели и задвижвания. **Подробно е** обяснена и **е показана** блок-схемата на изследваното асинхронно задвижване, като **е разработен** модел на векторното управление и електрозадвижването. Синтезиран е адаптивният регулатор, включен в контура на управление на скоростта на векторното управление.

Създаден е модел в *Matlab* среда на асинхронното електрозадвижване с предложеният адаптивен регулатор, като **са проведени** редица изследвания, доказващи работоспособността и ефективността на предложеното адаптивно управление.

От анализа на получените резултати могат да **се установят** добрите динамични характеристики на задвижването и точност на изпълнение на заданието.

19. **Бонев М.**, Изследване работата на корабна електростанция при наличието на мощни съизмерими товари, списание "Енергетика" 6' 2011, с. 39-43, ISSN 0324-1521;

В публикацията **се разглежда** модел на корабна електроенергийна система, включваща корабен синхронен генератор, статични товари и мощно корабно подрулващо устройство, изпълнено с асинхронен двигател с директен пуск, чиято мощност е съизмерима с тази на генератора.

Анализирани са основните тенденции за развитие на модерните корабни електроенергийни системи и проблемите, които възникват при динамични режими. **Показан е** модел на изследваната автономна корабна система, включваща синхронен генератор 3125 kVA, заедно с неговите автоматични системи за управление на скоростта и възбуждането, статични активно-индуктивни товари 1000 kVA и асинхронен двигател с мощност 1250 kVA, задвижващо подрулващо устройство с променлива геометрия, създаващо вентилаторен момент.

В статията е **предложено** използването на модален адаптивен регулатор на възбуждането на синхронния генератор. **Разгледан** е моделът, **съставена** е блок-схема на модалния адаптивен регулатор и е описан принципа му на работа.

Разработен е компютърен модел в *Matlab* среда за симулиране на преходния режим при стартирането и спирането на асинхронния двигател. За потвърждаване на ефективността и коректността на работата на използвания модален адаптивен регулатор за възбуждането на синхронния генератор, получените експериментални резултати с сравнени с идентична система с конвенционален регулатор на възбуждане. При анализ на резултатите се установява, че модалния адаптивен регулатор, демпфира в по-добра степен смущенията в системата и подобрява нейните динамичните характеристики. Необходимо е да се отбележи, че най-добре се повлиява колебателността на изменение на напрежението на общо корабната шинна система, което е един от най-важните параметри в автономните корабни електроенергийни системи.

20. Николай Джагаров, Димитър Димитров, Живко Гроздев, **Милен Бонев**, Адаптивен стабилизатор в контура за управление на скоростта при векторно управление на асинхронен двигател, Годишник на ТУ-Варна, 2011, Том 1, с.96-100, ISSN: 1311-896X;

Непрекъснато нарастват изискванията към точността и бързодействието на съвременните електрозадвижвания. В статията е **предложено** използването на векторно управление на асинхронно задвижване, с помощта на **адаптивен стабилизатор в контура за управление на скоростта**. Последователно с ПИ-регулатора на скорост е включен **скаларен модален адаптивен стабилизатор**, на изхода на който се получава сигнал за задание на момента на двигателя. Съставен е **модел** на задвижването, заедно с векторното управление, включващо адаптивния стабилизатор. С помощта на създадения модел са изследвани **различни режими на работа** на задвижването: изменение на заданието за скорост; изменение на съпротивителния момент на вала на двигателя. Приведена е част от получените с помощта на модела експериментални резултати. Получените резултати показват **предимствата на предложеното управление** – увеличение на бързодействието и точността на регулиране.

21. N. F. Djagarov, S. Z. Zlatev, **M. B. Bonev**, and Z. G. Grozdev, Investigation of Electricity Quality in Ship Integrated Power System, PIERS Proceedings, Moscow, Russia, August 19÷23, 2012, pp.1074÷1078, ISSN: 1559-9450, ISBN: 978-1-934142-22-6;

В статията **се предлага** модел на корабна интегрирана система, включваща корабна генераторна станция 6 kV от три генериращи агрегата, статични и динамични товари и корабно задвижващо устройство, състоящо се от Азипод с PMSM (синхронен двигател с постоянни магнити), захранен от честотен регулатор.

Анализирани са основните тенденции за развитие на модерните корабни електроенергийни системи. **Показан е** пълен математически модел на изследваната автономна корабна система, включваща три синхронни генератора по 3,1 MW, заедно с техните автоматични системи за управление на скоростта и възбуждането, статични и динамични активно-индуктивни товари, понижаващи трансформатори, честотен регулатор за Азипод и модел на синхронен двигател с постоянни магнити.

Предлага се безитеративен метод за съставяне на модела на системата, като уравненията на генераторите са написани в собствени координатна система, твърдо свързана с роторите им, избягвайки този начин променливите коефициенти в техните уравнения. Всички уравнения на останалите елементи са записани в координатни

в синхронно въртяща се координатна система $d,q,0$. Уравненията се записват във формата на Коши в диференциална форма по отношение на токовете на елементите. При съставяне на уравненията на връзките производните на токовете на всички елементи включени в общият възел се заместват с техните десни части, като по този начин се получава алгебрично уравнение за изчисляване на напрежението на системата.

Създаден е модел в *Matlab* програмна среда, чрез който **са симулирани** различни нормални и аварийни режими на работа на изследваната корабна електроенергийна система .

Анализира се качеството на електроенергията в различните режими на работа, като **се оценява** възможността за въвеждане на компенсирани устройства за намаляване на смущенията в системата.

22. Димитър М. Димитров, **Милен Б. Бонев**, Живко Г. Генчев, Изследване работата на развойна система за имитиране на вятърна турбина, Юбилейна научна международна конференция 50 години катедра ЕТЕТ, 4-5 Октомври 2013, Варна, с.108-113, ISSN 1311-896X;

Целта на статията е да се разгледа **възможността** за използването на развойна система Voltage Motor Control Kit TMDSHVMTRPFCKIT на Texas Instruments за имитиране на вятърна турбина. **Идеята** е параметрите и функцията на вятърната турбина, чрез развойната система за управление да се присвоят на асинхронен двигател тип HVACIMTR, който се явява първичен двигател за автономен безчетков генератор.

Подробно **са показани** математическите модели на вятърната турбина и нейната характеристика, както и на асинхронния двигател.

Методът използван за управление на скоростта на асинхронния двигател е векторно управление с директна ориентация на полето. При него скоростта на полето се изчислява на базата на ъгъла на магнитния поток, получен с помощта на оценител на потока. **Показана** е блоковата схема на векторното управление с директна ориентация на полето.

Създадена е програма за цифровия сигнал процесор на развойната система, която чрез използвания асинхронния двигател да изпълнява функциите на вятърна турбина.

Проведени са серия експерименти и получените резултати, показани в статията, потвърждават възможността за използването на развойната система за поставените цели.

Симулаторът може да се **използва за изследователски цели**, свързани с производството на вятърна енергия.

23. Димитър М. Димитров, Живко Г. Генчев, **Милен Б. Бонев**, Изследване работата на развойна система използвана като регулируем инвертор за ветрогенератор, Юбилейна научна международна конференция 50 години катедра ЕТЕТ, 4-5 Октомври 2013, Варна, с.114-119, ISSN 1311-896X;

Целта на публикацията е да се разгледа **използването** на развойна система Voltage Motor Control Kit TMDSHVMTRPFCKIT на Texas Instruments като регулируем инвертор за ветрогенератор. **Идеята** е параметрите и функциите на автономен безчетков генератор да се изпълняват от PMSM (синхронен двигател с постоянни магнити) тип HVPMSTMTR, а получената енергия, чрез развойната система, използ-

звана като регулируем инвертор, да се използва за захранване на центробежна помпа с асинхронен двигател тип АО 021/4.

Подробно **са показани** математическите модели на синхронен генератор с постоянни магнити, както и на асинхронния двигател.

Методът използван за управление на скоростта на асинхронния двигател е векторно управление с директна ориентация на полето. При него скоростта на полето се изчислява на базата на ъгъла на магнитния поток, получен с помощта на оценител на потока. **Показана** е блоковата схема на векторното управление с директна ориентация на полето.

Проблемът решаван в статията е поддържане на параметрите на асинхронния двигател при променящо се напрежение в звеното за постоянен ток, обслужено от константното възбуждане на този тип генератори и от реакцията на тока на котвата.

Създадена е програма за цифровия сигнал процесор на развойната система, която да изпълнява функциите регулируем инвертор.

Проведени са серия експерименти и получените резултати, показани в статията, потвърждават възможността за използването на развойната система за поставените цели.

Симулаторът може да се **използва за изследователски цели**, свързани с ефективността, както на изпълнителния механизъм, така и на този тип генератори, чрез алгоритмите на векторното управление.

24. Nikolay Djagarov, Zhivko Grozdev, **Milen Bonev**, Induction Drive Starting by Part-Winding in Autonomous Power Systems, 13th International Conference on Environment and Electrical Engineering 2013 (EEEIC 2013), Wroclaw, Poland, 01-03 November 2013, pp. 33-37, ISBN: 978-1-4799-2802-6, IEEE Conference Record #32304, IEEE Catalog Number: CFP1353W-CDR;

В статията се предлага модел на автономна електроенергийна система, включваща електрозадвижване с електродвигател с частични намотки и синхронен генератор. **Обяснени са основните методи** за стартиране на мощните електрозадвижвания в автономни корабни електроенергийни системи. **Разяснена е** необходимостта от използване на такива методи при стартиране на мощни електрозадвижвания в корабни електроенергийни системи. **Показани** са основните предимства на този стартов метод.

Подробно е обяснен принципа на действие на този стартов метод за мощните корабни електрозадвижвания. **Разработен е** модел, като се използва безитеративен метод за изчисляване на електромагнитните процеси в електроенергийната система. Изследваната система се състои от корабен дизел генератор 800 kVA, с собствените си автоматични регулатори на скорост и на напрежение, статични активно-индуктивни товари и подрулващо устройство 200 kW. Математическите модели на елементите от разглежданата корабна електроенергийна система са записани във диференциална форма на Коши по отношение на техните токове. При съставяне на уравнението на връзките, производните на токовете на всички елементи, включени в общият възел (главното разпределително табло) се заместват с техните десни части, като по този начин се получава алгебрично уравнение за изчисляване на напрежението на системата. **Създаден е** модел в *Matlab* програмна среда, чрез който е симулиран преходния процес при стартиране с частични намотки и директен старт на корабното подрулващо устройство, доказвайки правилността на предложеният метод за съставяне на модела на системата. Получените резултати **показват** ефективността от използването на този метод за стартиране на корабните подрулващи устройства, **подобрявайки** динамичната устойчивост на корабната електроенергийна система.

25. Nikolay Djagarov, **Milen Bonev**, Zhivko Grozdev, Study of Starting Processes of Ship's Electrical Thruster, Marine Engineering Frontiers (MEF), Volume 1 Issue 4 November 2013, pp.75-81, ISSN: 2327-722X (Print), ISSN: 2327-7653 (Online);

Използва се модел на корабна електроенергийна система, включваща корабно подрулващо устройство с автотрансформаторно стартиране и синхронен генератор. **Обяснени са основните методи** за стартиране на такива мощни корабни подрулващи устройства, като **са показани** техните предимства и недостатъци. **Разгледан и подробно е обяснен** метода за автотрансформаторно стартиране на такива корабни устройства. **Показани са** блоковите схеми на разглежданата система и на автотрансформаторното пускане на подрулващото устройство. **Подробно е** показан математическият модел на изследваната корабна система. Математическият модел е съставен като се използва безитеративен метод за изчисляване на електромагнитните процеси в електроенергийната система, състояща се корабен дизел генератор 3,3 MVA (HYUNDAI-HFJ7 718-14K, 440 V, 4276,4A) с собствените си автоматични регулатори на скорост и на напрежение, статични активно-индуктивни товари (440 V), повишаващ трансформатор (3Ph КОС НТРО-82600м 440/6600 V, D-D, 2,6 MVA), автотрансформатор (3Ph КОС НАТО-62000, 6600V, 2MW, 50/65/80% TAP) и асинхронен двигател с кафезен ротор (HUNDAI HRQ3, 507-6P, 2MW, 6600V 220,7A). Математическите модели на елементите от разглежданата корабна електроенергийна система са записани в диференциална форма на Коши по отношение на техните токове. При съставяне на уравнението на връзките производните на токовете на всички елементи включени в общият възел (главното разпределително табло-ГРТ) се заместват с техните десни части, като по този начин се получава алгебрично уравнение за изчисляване на напрежението на системата. **Създаден е** модел в *Matlab* програмна среда, чрез **който е симулиран и сравнен** преходният процес на автотрансформаторно стартиране и директен старт на корабното подрулващо устройство. Показаните експериментални резултати **показват** правилността на използвания метод за съставяне на модела и **ефективността** от използването на този метод за стартиране на корабните подрулващи устройства, **подобрявайки** значително динамичната устойчивост на корабната електроенергийна система.

26. **Milen Bonev**, Investigation of Ship's Inductive Drive Starting by Star-Delta Method, Twelve International Conference on Marine Sciences and Technologies "Black Sea – 2014" – Proceedings, ISSN 1314-0957; (приета за публикуване)

В публикацията се предлага модел на автономна електроенергийна система, включваща електрозадвижване с асинхронен двигател с пускане „звезда-триъгълник“ и синхронен генератор. **Обяснени са основните методи** за стартиране на мощните електрозадвижвания в корабните електроенергийни системи. **Разяснена е** необходимостта от използване на такива методи при стартиране на мощни асинхронни задвижвания в автономни електроенергийни системи. **Показани са** основните предимства при този стартов метод.

Подробно е обяснен принципа на действие на този стартов метод за мощните корабни електрозадвижвания. **Разработен е** модел, като се използва безитеративен метод за изчисляване на електромагнитните процеси в електроенергийната система. Изследваната система се състои от корабен дизел генератор 325 kVA, 400V, 50Hz с собствените си автоматични регулатори на скорост и на напрежение, статични активно-индуктивни товари 150kW и подрулващо устройство 160 kW, 400V, 50Hz. Математическите модели на елементите от разглежданата корабна електроенергийна систе-

ма са записани във диференциална форма на Коши по отношение на техните токове. При съставяне на уравнението на връзките, производните на токовете на всички елементи, включени в общият възел (главното разпределително табло) се заместват с техните десни части, като по този начин се получава алгебрично уравнение за изчисляване на напрежението на системата. **Създаден е** модел в *Matlab* програмна среда, чрез който е симулиран преходния процес при стартиране в схема звезда- триъгълник. Направено е сравнение със същата система, но с директен пуск на асинхронното задвижване, доказвайки правилността на предложеният метод за съставяне на модела на системата. Получените резултати **показват** ефективността от използването на този метод за стартиране на корабните подрулващи устройства, **подобрявайки** динамичната устойчивост на корабната електроенергийна система.

(д-р Милен Бонев Бонев)