

# РЕЦЕНЗИЯ

по конкурс за заемане на академична длъжност "професор" по професионално направление 5.2. Електротехника, електроника и автоматика, научна специалност „Електрически централи и подстанции“, № на процедурата: **ЕФ 83-АДЗ-38**

**обявен в:** ДВ бр. 26 от 23.03.2018 г.

**с кандидат:** доц. д-р инж. Ангел Белчев Цолов

**Рецензент:** проф. д-р инж. Валентин Генев Колев

## 1. Общи положения и биографични данни

Кандидатът в обявения конкурс е роден на 26.09.1960 г., завършва висшето си образование във ВМЕИ „В.И.Ленин“ (ТУ-София), спец. Електрически централи и подстанции в ЕФ през 1985 г. През 2001 г. получава научната степен „доктор“ по спец. Електрически централи и подстанции, шифър 02.06.02. Започва професионалната си кариера в СК 'Окръжно електроснабдяване' – София окръг, отдел АСДУ на длъжност инженер по АСДУ. През 1987 г. е зачислен на редовна аспирантура в кат. „Ел. централи и подстанции“, а през 1990 година е назначен на длъжност инженер по НИС в катедра 'Електроенергетика', ЕФ, ТУ – София. Основните дейности по това време на кандидата са свързани с автоматизация и дистанционен контрол в електроенергийната система. На 19.01.2004 ВАК при Министерски съвет на Р България дава научното звание „ДОЦЕНТ“ на гл. ас. д-р инж. Ангел Белчев Цолов (Протокол №12/27.10.2003г.). От 2007 до 2015 г. заема длъжността зам. Декан по НПД и КР на Електротехнически факултет, ТУ-София, а от 2015 г. е Ръководител на катедра „Електроенергетика“.

Процедурата за заемане на АД „професор“ е стартирана с решение на КС на катедра Електроенергетика, Протокол № 112/15.01.2018 г., потвърдено с решение на ФС на „Електротехнически факултет“, Протокол № 27/16.01.2018г. и Протокол №2/28.02.2018 г. на АС на ТУ-София.

## 2. Общо описание на представените материали

Кандидатът е представил за рецензиране общо 29 научни труда, 10 книги, от които 2 монографии, 4 учебника и 4 учебни пособия, както и списък на 103 научноизследователски договора и разработки. В международни списания с IF са отпечатани 3 от работите, 5 са самостоятелни, а в 5 от колективните публикации кандидатът е на 1 място. Приемат се за рецензиране 29 научни труда, от които 22 в рецензирани издания, които са извън монографиите и се отчитат при крайната оценка. Допълнително са представени 10 броя референции (в три от тях са включени по повече от 10 внедрявания) от различни български и чуждестранни фирми.

## 3. Обща характеристика на научноизследователската и научноприложната дейност на кандидата

В настоящия конкурс кандидатът представя 2 монографии: „Единно време в ЕЕС“ ISBN 978-619-160-934-5 и „Стандартни и алтернативни функции на АРВ в малки ВЕЦ“, ISBN 978-619-160-985-7.

**Първата** монография е разработена в 8 глави и 2 приложения, на базата на проучени 69 труда (1984 – 2016). Трудът е систематизиран и задълбочен анализ на основните принципи и различните методи за синхронизация на времето в ЕЕС. Показани са необходимостта от въвеждане на единно време в ЕЕС, както и процесите, на които се оказва влияние. Дава се ясна представа за ефекта от синхронизацията на работата на съвременните интелигентни устройства от системите за автоматизация и защита в електроенергийните обекти. Дадени са и конкретни примери. Във втората част са анализирани различните прилагани методи за синхронизация на

времето, използвани в ЕЕС, техните предимства и недостатъци. Разгледани са някои от най-разпространените стандарти в енергетиката, като IEC61850, IEEE C37.118, IEEE C37.238 и др. Показани са средствата, които са необходими за тяхното приложение, както и проблемите, които възникват след тяхното прилагане. Направена е оценка на приложимостта на използваните методи за синхронизация на времето в ЕЕС. В заключителната част на документа са предложени алгоритъм за прогнозиране на времето и технически средства за адаптивна комуникация със сверяваното устройство. Получените резултати за грешката от прогнозиране са напълно задоволителни и стойността и е минимална, независимо от броя на захванатите спътници.

**Във втората** монография са показани систематизирано резултатите от разработки, изследвания и получените оптимизирани и съгласувани алгоритми на системите за управление на активната мощност и възбуждането на синхронните генератори в малки ВЕЦ. Те гарантират устойчивата им работа в критични и гранични режими. Обектите са агрегатите на електрически централи, присъединени към ЕЕС със слабо натоварени електропроводи от разпределителната мрежа (20kV). Единичната мощност на отделните генератори е до 3.3MVA. Изложението в материала е базирано изцяло на авторски разработки - както програмируемия контролер AVR36/7 като хардуер, така и всички алгоритми – стандартни и **алтернативни** като програмно осигуряване (процесно и комуникационно ниво). Направени са редица модификации на стандартната структура на автоматичния регулатор на възбуждане, като са добавени и нови алгоритми, осигуряващи надеждна работа на СА при разрастващата се децентрализация на генериращите източници.

Представените в конкурса трудове и разработки могат да бъдат специфицирани в 6 научни области както следва:

**Системи за Автоматизация в ЕЕС** – резултатите от работата в тази област са разработка на устройства и системи за автоматизация на различни процеси в ЕЕС. Основно са засегнати системите за управление на малки синхронни генератори, както и част от по-важните системи за управление на системите за надеждно захранване в собствените нужди на ЕЦ. Част от базовите функции и основни характеристики са публикувани в 10 бр. статии и доклади [2.3П4, 2.9; 3.1.; 3.2.; 3.9; 3.25; 3.23; 3.24; 3.21; 3.22;] и са внедрени чрез 20 научно-изследователски разработки [13.1; 13.3; 13.11; 13.12; 13.13; 13.15; 13.16; 13.18; 13.20; 13.21; 13.23; 13.24; 13.25; 13.26; 13.34; 13.67; 13.68; 13.69; 13.72; 13.74]. По разбираеми причини не всички резултати от внедрените разработки са отразени като научни публикации. Такива например са: *автоматичния регулатор на възбуждане AVR36/7, системата за контрол на температурата на роторната намотка на турбогенератори, електронно-цифровия вектормер и потребителския му софтуер [13.15], системата за управление на автоматиката на степенчатия пуск на ЕБ I-IV на АЕЦ “Козлодуй“ [13.34] и др.* Някои от резултатите обаче, са включени по-късно като материали в реферирани авторски издания. Както е видно от приложената справка обекти на тази научна област са били енергийни обекти като АЕЦ „Козлодуй“ и др. производители на ел. енергия.

**Математическо моделиране на процеси и системи в ЕЕС** – тази област от дейността на кандидата обхваща 11 труда [2.3; 2.4; 3.3; 3.4; 3.5; 3.6; 3.7; 3.8; 3.10; 3.27; 3.28] и 18 разработки [13.3; 13.5; 13.7; 13.10; 13.11; 13.12; 13.20; 13.23; 13.24; 13.25; 13.26; 13.34; 13.67; 13.72; 13.74; 13.76; 13.81.; 13.95].

Същността на разработките в тази област включва създаване на математически модели на системи за управление, на обекти за управление и на междинните усилватели с цел анализ на процесите и обикновено – адекватна настройка на регулиращата или управляваща апаратура. Обичайната среда за моделиране в тези случаи е Simulink в Matlab. Моделите създадени за обучение са разработени в среда на Matlab 5.3 (свободна студентска версия). Изследванията по договорите са направени с лицензирания продукт Matlab2007 (Argus technologies ltd). При

особени случаи, когато се изисква специфично изследване на характеристиките и поведението на конкретен тип обект е използвана програмна среда FEM или FLUX2D.

**Качество на електроснабдяването** – Резултатите от дейностите в тази област са систематизирани в 4 труда [3.8; 3.11; 3.12; 3.13], които са в резултат на 8 научно-изследователски разработки [13.3; 13.4; 13.7; 13.61; 13.27; 13.31; 13.37; 13.92]. Изследванията в тази област са свързани основно с филтрация на генерираните хармоници и компенсиране на капацитивната мощност в разпределителните мрежи и системите за собствени нужди на електрическите централи, промишлени и граждански обекти. Някои разработки са внедрени в практиката [13.7].

**Системи за диспечерско управление** – това е една от основните сфери на разработки и внедрявания на доц. Цолов. Разработената още през 1985г, система за управление по радиоканал на уличното осветление на гр. София, продължило като аналогичен подход в системата за управление на абонатните станции на ТФП Люлин и други аналогични обекти са дали основа за много нови разработки по отношение както на хардуера на системите, така и на алгоритмите за автономна работа и за кодирането на информацията при трансфера на данни. Някои резултати от изследванията, разработките и внедряванията са отразени в 8 публикации [2.7; 3.14; 3.16; 3.17; 3.18; 3.19; 3.26; 3.29], както и в 30 научно-изследователски разработки [13.2; 13.6; 13.10; 13.43; 13.44; 13.45; 13.46; 13.47; 13.48; 13.49; 13.50; 13.51; 13.52; 13.53; 13.54; 13.55; 13.56; 13.57; 13.58; 13.59; 13.60; 13.83; 13.86; 13.97; 13.98; 13.99; 13.100; 13.101; 13.102; 13.103]. Бих искал да обърна специално внимание на системите, които са внедрени посредством договори с частни инвеститори, например тези в Канада [19.1;19.3;19.4].

**Обектно ориентирано програмиране** - Кандидатът за конкурса притежава диплома „програмист“ още от завършване на средното си образование през 1978 г. Основните разработки в това направление са в две посоки – софтуер за локални контролери (ниско ниво на системите) и потребителски софтуер за анализ на регистрирани данни или за операторските станции от SCADA.

Количеството на разработените специализирани програми за локалните контролери е много голямо. Практически всяко едно разработено, изследвано и внедрено за експлоатация устройство е активно, т.е. изградено на базата на микроконтролер. За всеки един тип съответно е синтезиран системен и функционален софтуер. Трудно е да се представят всички особености и характеристики на разработените програми. Общото между тях е структурата, която включва следните поднива – система за контрол на задачите, система за управление на прекъсванията в реално време, система за поддръжка на комуникационни интерфейсни протоколи (частен и стандартни), система за измерване и контрол на входните дискретни и аналогови величини, базова програма за контрол на обекта и генериране на регулиращи или управляващи сигнали, НМІ модул за връзка с оператор. В една или друга форма това се повтаря в 46 разработки [13.1; 13.2; 13.3; 13.6; 13.11; 13.12; 13.13; 13.15; 13.21; 13.23; 13.24; 13.25; 13.26; 13.30; 13.33; 13.42 - 13.49; 13.51; 13.55; 13.56; 13.58; 13.59; 13.67; 13.69; 13.72; 13.74; 13.86; 13.96 - 13.103], както и в системите внедрени със съдействието на чужди инвеститори [19.1;19.2;19.3;19.4;19.5]. Много важна характеристика на заложената функционалност при контролерите, разработени след 2003г. е възможността по един (с мултиплексиране) или по няколко интерфейсни канала да комуникират едновременно по различни протоколи с различни мастер-устройства.

**Инженерингова дейност** – Освен описаните по-горе участия в статии, доклади и научно-изследователските Кандидатът представя четири учебника: Основи на Автоматичното управление ISBN, „Автоматизация на Електроенергийните системи“ (е-курс), „Системи за Диспечерско Управление“ (е-курс), „Устройства за релейна защита и автоматизация - допълнения и осъвременяване на лекционния курс“ (е-курс), както и 4 ръководства – две с ISBN и 2 в е-вариант.

Всички са предназначени за студенти на ЕФ към ТУ-София. Материалът е съобразен с учебните програми по дисциплините. Кандидатът е участвал в следните инженерингови проекти с приложен характер (42бр.) [13.14; 13.16; 13.17; 13.18; 13.19; 13.20; 13.22; 13.27; 13.28; 13.29; 13.31; 13.32; 13.36; 13.37; 13.38; 13.39; 13.41; 13.50; 13.53; 13.54; 13.60-66; 13.73; 13.81-85; 13.87-95]. Всички те са внедрени или използвани при вземане на технически решения.

#### 4. Оценка на педагогическата подготовка и дейност на кандидата

Преподавателската си дейност доц. Цолов започва през 1995 г. когато заема длъжност асистент в ТУ-София, ЕФ, катедра Електрически централи и подстанции (преди това е бил инженер по НИС към същата катедра). Водил е дисциплините „Системи за диспечерско управление“, „Автоматизация на ЕЕС“ и „Управление на Електрически разпределителни уредби“. Към настоящият момент, води дисциплините описани в таблицата. Кандидатът представя четири учебника: Основи на Автоматичното управление ISBN, „Автоматизация на Електроенергийните системи“ (е-курс), „Системи за Диспечерско Управление“ (е-курс), „Устройства за релейна защита и автоматизация - допълнения и осъвременяване на лекционния курс“ (е-курс), както и 4 ръководства – две с ISBN и 2 в е-вариант. Всички са предназначени за студенти на ЕФ към ТУ-София. Материалът е съобразен с учебните програми по дисциплините. Педагогическата подготовка на кандидата е на много високо ниво. Той е признат специалист и експерт в областта на системите за автоматизация в енергетиката. Кандидатът е участвал в разработването на учебните планове, както и на учебните програми по дисциплините с номера 1, 8, 9, 10 и 11 в Таблицата, а за тези от 2 до 7 са разработени лично от него.

№	ОКС	Дисциплина	Вид	Код	Хорариум Л / СУ / ЛУ
1	бакалавър	Устройства за релейна защита и автоматизация	Л/У	ВЕРР52.1	40 / / 20
2	бакалавър	Автоматизация на ЕЕС	Л/У	ВЕРР48.1	40 / / 20
3	бакалавър	Основи на автоматизацията	Л/У	ВЕРР42	60 / / 75
4	бакалавър	Автоматизация и управление на електроенергийните системи	Л/У	РЕРР19	26 / / 15
5	бакалавър	Управление на Електрически разпределителни уредби	Л/У	ВЕРР50.1	40 / 20 / 20
6	магистър	Системи за диспечерско управление	Л/У	МЕРР11	60 / / 30
7	Магистър(3)	Системи за диспечерско управление	Л/У	МЕРР11	30 / / 15
8	магистър	Електронни системи за автоматизация в електроенергетиката	Л/У	МЕРР04	60 / / 30
9	Магистър (3)	Електронни системи за автоматизация в електроенергетиката	Л/У	МЕРР04	30 / / 15
10	магистър	Релейна защита и автоматизация	Л/У	МРЕС08	60 / / 30
11	Магистър (3)	Релейна защита и автоматизация	Л/У	МРЕС08	30 / / 15

**Изграждане на лабораторна база** – кандидатът е участвал в проектирането и въвеждането в експлоатация на лабораторията по Автоматизация на ЕЕС в 12 бл. Взел е дейно участие при модернизацията на техническото оборудване, като е осигурил дарения на съвременни промишлени контролери, софтуер и средства за автоматизация на стойност >50000 лева.

**Заемани административни длъжности в ТУ-София** – заместник Декан по НПДКР на ЕФ, Ръководител катедра Електроенергетика при ЕФ.

#### 5. Основни научни и научно-приложни приноси

##### 5.1. МОНОГРАФИИ

5.1.1. „Единно време в ЕЕС“ ISBN 978-619-160-934-5

**Научни приноси** – разработен принцип за прецизна синхронизация на времето на устройствата в ЕЕС, на базата на алгоритъм с прогнозиране; Постигнатата точност е по-голяма от тази на стандартните системи за осигуряване на времево синхронизиране.

**Научно-приложни приноси:**

- Разработени са математически модели на ЕЕС в Simulink среда на Matlab, с въведени специализирани подсистеми за каналите на диспечерското управление;
- Определен е допустимият **диапазон на изместване във времето** в работата на системите за управление в отделните възли на ЕЕС;
- Разгледани са източниците и типове грешки, получени при определяне на времето чрез GPS, като еталон за въвеждане на ‘единно време’ в ЕЕС;
- Направен е анализ на скоростта на изменението на информативните величини в системата за телеизмерване, контрол и управление;
- Определена е допустимата грешка за времето на квантоване, а и от там допустима времева грешка за тяхната регистрация.– представени и анализирани са структура на системите за автоматика и защита на ЕЕС.

**Приложни приноси:**

- Разработен е специализиран контролер за нуждите на изследванията. Контролерът предлага опции за:
  - Функции на IED или PMU със собствен контрол на синхронизация на времето;
  - Възможност за задаване на еталон за време на външно устройство с адаптиран за целта софтуер.

5.1.2. „Стандартни и алтернативни функции на АРВ в малки ВЕЦ“, ISBN 978-619-160-985-7

**Научни приноси** –

- Разработен метод за комбинирано регулиране по първичен параметър с корекция по смущаващо въздействие (в случая  $\cos(\varphi)$ ), който гарантира статична и динамична устойчивост при работата на СА. Ефектът е силно изразен при работата на повече от един агрегат в една МВЕЦ;
- Предложен и изпитан в практиката нов метод за оптимално разпределение на мощностите между работещите в паралел агрегати в една МВЕЦ;
- Нов принцип за бърза синхронизация с контрол на хлъзгането от AVR;
- Разработен интегрален метод за поддържане на фактора на мощността за избран период от време.

**Научно-приложни приноси** –

- Разработена е нова функционална структура на AVR за малки синхронни генератори със статична възбудителна система;
- Разработен е алгоритъм и програмно осигуряване на интегрален метод за поддържане на фактора на мощността за избран период от време;
- Разработен е алгоритъм за оптимално разпределение на мощностите между работещите в паралел агрегати в една МВЕЦ. Условно разделените на категории **водещ** и **подчинен** агрегати практически изпълняват всички режимни изисквания. С един алгоритъм се синхронизира разпределението както на активната, така и на реактивната мощност между агрегатите;



- Разработен и въведен в действие алгоритъм за **стабилизатор на активната мощност на синхронния агрегат** ( $PS - \Delta\omega PS'$ , аналог по алгоритъм и функция на PSS) и промяната в структурата на регулатора;

### Приложни приноси

- Програмно осигуряване за всички разработени алгоритми;
- Разработен хардуер за AVR и активни сензори, осигуряващ функционирането на разработените алгоритми;
- Всички разработки са апробирани и внедрени в реално работещи системи;

Предложеният принцип ‚all-in-one‘ (съвместяване на действието на автоматичните регулатори) би дал добри резултати за малките ВЕЦ. Алгоритмите на отделните регулатори работят с едни и същи входни параметри, като само изходните сигнали за контрол на величините са насочени към различни обекти с различни времеконстанти.

#### 5.1.3. Заключение относно монографичните трудове

Представените монографии отговарят на изискванията по обем, съдържание и качество за монографични трудове като считам, че са лично дело на кандидата. И двата труда бих отнесъл към доказване с нови средства на съществени нови страни на вече съществуващи научни области, проблеми теории и хипотези, както и създаване на нови класификации, методи, конструкции и технологии.

#### 5.2. Трудове извън монографичните.

В справката за научните приноси на трудовете представени в конкурса са посочени научни, научно-приложни и приложни. Формулираните там претенции на автора приемам без забележки като бих искал да посоча по-съществените от тях:

### Научни приноси

- Синтезиран е оригинален вътрешносистемен интерфейс на мултимикрокомпютърна система от детерминиран тип с максимално бързодействие, който изключва вероятност от конфликти при заемането на общата шина от отделните микрокомпютри без необходимост от арбитър; Разработен е алгоритъм за самодиагностика в реално време в мулти-микрокомпютърна система за автоматично управление на електроенергийни обекти. С комбинация от подходящи хардуерни и софтуерни средства се реализират основните изисквания за ‚надеждни системи‘;
- Създаден е теоретичен модел и методика за идентификация на трифазно електрическо поле с използване на диференциална фазова демодулация;
- Разработения математически модел и програмни средства за обработка и анализ на неелектрическите величини на агрегати от обекти на ЕЕС в реално време.
- Разработен е оригинален алгоритъм за задаване на единно време с прогнозиране.
- Разработения специализиран частен протокол ‚abcALitbus\_WR‘ за обмен на данни в системи за управление на териториално разпределени или групирани обекти, с възможност за адресация на до 32768 обекта в полудуплексни линии за връзка. Вероятността за грешка клони към нула, независимо от характера на канала;
- Разработения принцип за заемане на канала за връзка в система с ‚мулти-мастер‘ архитектура без вероятност за колизия в полудуплексен режим.

### Научно-приложни приноси

- Създадена е регистрираща апаратура и съответния потребителски софтуер за анализ на стационарни, преходни и аварийни процеси с широк спектър на приложения за обектите на ЕЕС;

- Създаден е прецизен безконтактен активен сензор за контрол на промените на трифазно електрическо поле, както и съответния софтуер, определящ типа на възникнала несиметрия;
- Разработена е апаратура и приложен софтуер за анализ на неелектрически величини на агрегати от обекти на ЕЕС в реално време –хлъзгането, динамичния, и съпротивителния моменти;
- Разработен алгоритъм за регулиране на честотата на въртене на постоянно токов двигател, даващ възможност за симулиране на характеристиките на основните видове хидро-турбини за малки ВЕЦ;
- Разработени са математически модели за анализ на стационарни, преходни и аварийни процеси с широк спектър на приложения за обектите на ЕЕС, Практически е обхванат целият спектър от аварийна, противоаварийна и системна автоматика, както и основните системи за регулиране;
- Създадени са нови принципи и алгоритми за регулиране на реактивното натоварване на синхронните агрегати от МВЕЦ – регулиране по първичен параметър с корекция на заданието по основното смущение и интегрален метод за регулиране с постоянен фактор на мощността за избран интервал от време;
- Доказан е ефективния диапазон на регулиране на честотата на въртене в режим на празен ход на СА посредством системата за възбуждане;
- Разработен е алгоритъм за регулиране на честотата на въртене на синхронния агрегат от МВЕЦ, даващ възможност за бързо влизане в паралел с ЕЕС;
- Предложени и изследвани са нови, икономически ефективни устройства за компенсация на реактивна капацитивна мощност. Разработената аналитична методика за повторно изчисление на асинхронни двигатели, даващо възможност да работят като асинхронни компенсатори,. Методиката е валидирана чрез математическо и физическо моделиране. Разработен е математически модел за изчисление на потоко-разпределението в мрежа средно напрежение и е предложен подход за регулирането му, с цел увеличаване преносната способност на електропроводи средно напрежение.
- Разработените програми за контрол и отстраняване на колизията при за заемане на канала за връзка в система с ‚мулти-мастер‘ архитектура в полудуплексен режим.
- Разработените програми средства за самодиагностика в реално време на мулти-микрокомпютърните системи;
- Разработените програмни средства за работа в режим multitasking на комуникационните канали по отношение на протоколите и интерфейсите в реално време.

### **Приложни приноси**

- Програмно осигуряване за всички разработени алгоритми;
- Разработен хардуер за AVR и активни сензори, осигуряващ функционирането на разработените алгоритми;
- Всички разработки са апробирани и внедрени в реално работещи системи;
- Предложеният принцип ‚all-in-one‘ (съвместяване на действието на автоматичните регулатори) би дал добри резултати за малките ВЕЦ. Алгоритмите на отделните регулатори работят с едни и същи входни параметри, като само изходните сигналите за контрол на величините са насочени към различни обекти с различни времеконстанти.

**Тези приноси** могат да се отнесат към категориите *създаване на нови методи, модели, алгоритми, програмно осигуряване и хардуер с цел, получаване на нови данни и доказване на нови факти свързани с автоматизацията на ЕЕС.*

Към приносите, които се отнасят *до създаване на нови методи и алгоритми*, категоризирам следните: методиката за обработка и анализ на неелектрическите величини от обекти на ЕЕС в реално време [3.23;3.24]; за анализ на стационарни, преходни и аварийни процеси [3.15];

алгоритъмът за самодиагностика в реално време в мултимикрокомпютърни системи [3.25]; за идентификация на трифазно електрическо поле [3.21;3.22]; за задаване на единно време с прогнозиране [3.1;3.2]; за регулиране на реактивното натоварване и честотата на въртене на синхронните агрегати [3.4;3.6;3.7;3.10;3.5;3.3].

На базата на съществуващи знания са разработени: специализиран частен протокол 'abcLitbus\_WR' за обмен на данни в СУ на териториално разпределени обекти [3.16;3.19]; технически средства за обмен на данни в САУ [3.21; 3.22]; комбинация от софтуерни и хардуерни средства на мулти-мастерна архитектура [3.17;3.26;3.16]; програмни средства за самодиагностика в реално време на мултимикрокомпютърните системи [3.25]; програмни средства за работа на комутиционните канали по отношение на протоколите и интерфейсите в реално време [3.26;3.16]; програми за контрол и отстраняване на колизията при заемане на канала за връзка в система с „мулти мастер” архитектура [3.15;3.25] и др.

Към категорията приноси свързани със създаване на нови класификации, методи, конструкции, технологии и получаване на потвърдителни факти причислявам: разработената аналитична методика за повторно изчисление на асинхронни двигатели, даващо възможност да работят като асинхронни компенсатори [3.8]; предложения подход за комутация на шунтови реактори средно напрежение, с който практически се предотвратява появата на комутиционни пренапрежения [3.12]; разработения програмируем модул, базиран на системата на Парк, симулиращ действието на синхронен агрегат, с пълно физическо съответствие на информативните сигнали и съотношенията им [3.15] и др.

**Цитирания:** Кандидатът е посочил (и доказал) 28 цитирания, от които 7 са от чужбина, а 3 труда са с Impact factor (два с 1,449 и един с 1,14). Прави впечатление, че основно са цитирани трудове, които са завършващ елемент на поредица от изследвания, разработки и публикации.

### **Внедрявания**

Приложени са 10 броя референции (в три от тях са включени по повече от 10 внедрявания) от различни български и чуждестранни фирми. Те удостоверяват, че всички научно-приложни разработки под ръководството и с участието на доц. Цолов, са реализирани на високо научно и професионално ниво и са изцяло в областта на системите за управление в електроенергетиката.

Научноизследователската и приложна дейност на кандидата е изключително разнообразна по тематика, значима и внедрена в практиката, и определя кандидата, като много добър професионалист в теоретичен и приложен аспект, с възможности за решаване на сложни технически проблеми, самостоятелно и в екип.

Като пример могат да се посочат следните факти: повече от 10 комплексни системи за автоматично управление в различни области и обекти на електроенергийната система на България. По-важните от тях са: Комплексна система за автоматично управление на малка ВЕЦ; цифров регулатор на възбуждане AVR36 за малки синхронни генератори; система за управление на натоварването на дизел агрегатите в АЕЦ; система за управление на агрегатите надеждното захранване 1-ва категория в АЕЦ; информационна система с GPS синхронизация е в АЕЦ; диспечерска система за управление на осветлението на пристанището Принц Рупърт (о. Ридли, Канада); диспечерска система за управление на ефектно улично осветление (China town, Vancouver, Canada); диспечерска система за управление на улично осветление /София, Пловдив, Община Ловеч и др./; внедряване и оптимизиране на система за централизирано управление на абонатните станции по радиоканал" - в град София, ОЦ'Люлин' (ж.к.Люлин, ж.к.Обеля, ж.к. Надежда, ж.к. Толстой) и др.

Познавам в детайли личния почерк на работа на кандидата. Достатъчният на брой публикации са стойностни като съдържание, обикновено афиширани след физическа реализация на обекта на изследване, гарантират авторското присъствие във всяка една от тях. Самата логическа последователност на развитието на идеите през годините доказва тази теза.



## 6. Значимост на приносите за науката и практиката

Считам, че представените научни трудове и научно-изследователски разработки показват, че са значими както за теорията и научното познание, така и за инженерната практика. Това е постигнато благодарение на високия професионализъм, теоретична подготовка и умение за практическа реализация от кандидата в конкурса. Той е известен и признат учен и изследовател у нас и в чужбина (видно от разработките в Канада).

Науко-метричните данни на кандидата са показани в долната Таблица:

№	показател	минимална стойност	Ст-т за кандидата
1	Монографичен труд (равностойни публикации в специализирани научни издания)	1 (12 публикации, от които 3 самостоятелни)	2
2	Общ брой научни трудове извън горните	20	29
3	- в т. ч. брой статии в рецензирани списания	12	22
4	- в т. ч. брой самостоятелни трудове	5	5
5	- в т. ч. брой статии в международни списания клас А (с Impact Factor)	2	3
6	Учебници или учебни пособия	3 / 1 учебник	8 / 4
7	Защитили докторанти	1	1
8	Хорариум на водени в ТУ лекции за последните три години	120 часа	769.2
9	Брой цитирания	10	28
10	- в т.ч. брой в чужбина	4	7
11	Участие в научноизследователски проекти, бр.	5	>100
12	- в т.ч. ръководство	3	7

## 7. Критични бележки и препоръки

- Да насочи усилията си към публикуване на резултатите от изследванията в индексирани бази данни като SCOPUS и WEB OF SCIENCE
- Изследването направено в [3.11] по отношение на хармоничното изкривяване на напрежението в точката на присъединяване към мрежата трябва да бъде продължено, като се докажат допустимите стойности на THD в пълния работен диапазон на трифазния управляем шунтов реактор.
- Разработената апаратура и приложен софтуер за анализ на неелектрически величини на агрегати от обекти на ЕЕС в реално време –хлъзгането, динамичния, и съпротивителния моменти може да се допълни с възможност за усложняване на структурата на PS – комбиниран стабилизатор по  $\Delta\omega$ ,  $\delta P$  и  $\delta^2\omega$ .
- Разработените средства и алгоритми за използване на АВР в нестандартни режими и процеси на синхронните агрегати могат да намерят развитие и при процеса на хвърляне на товар поне като средство за овладяване на свръх оборотите.

## 8. Лични впечатления и становище на рецензента

Познавам кандидата от студентските години. Той е изявен специалист в областта на автоматизацията на електроенергийните процеси и системи. Почти всички негови участия в разработки и научни изследвания са с реална практическа насоченост и решават значими за практиката въпроси. Като имам предвид това смело заявявам, че впечатленията ми от кандидата са отлични.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Като имам предвид по-горе направените характеристики и анализи си позволявам да дам висока оценка на постигнатите резултати в работата на кандидата. Считам, че претенциите за научните, научно-приложните и приложните приноси са основателни и са достатъчни както по обем така и по съдържание като по много от научно-метричните показатели за минималните изисквания ги превишават. Въз основа на запознаването ми с представените научни трудове, тяхната значимост, съдържащите се в тях научни, научноприложни и приложни приноси, намирам, че те отговарят напълно на изискванията на Правилника за условията и реда за заемане на академичните длъжности и Процедурите за заемане на академични длъжности. Това ми дава основание с пълна увереност да предложа доц. д-р инж. Ангел Белчев Цолов да заеме академичната длъжност „професор” в професионалното направление 5.2. Електротехника, електроника и автоматика, научна специалност „Електрически централи и подстанции“

Дата: 18.6.2018 г.

РЕЦЕНЗЕНТ:

  
Проф. д-р инж. Валентин Колев