

РЕЦЕНЗИЯ

за конкурс за академичната длъжност „професор” в ХТМУ
от проф.дтн. Красимира Петрова Стоилова ,
Институт по информационни и комуникационни технологии - БАН

По обявен конкурс от ХТМУ в ДВ брой 66 от 15.08.2017 г. за заемане на академичната длъжност „професор” по научна специалност 5.2 „Електротехника, електроника и автоматика (Автоматизация на производството)” документи е подал един кандидат: доц. д-р. Александра Грънчарова.

1. Кратки биографични данни и характеристика на научните интереси и на педагогическата дейност на кандидата

А.Грънчарова завършва през 1989 г. ВХТИ-София, специалност „Автоматизация на производството в химическата и металургична промишленост”, с отличен успех. В периода 1990-1994 г. е докторант във ВХТИ-София, катедра „Автоматизация на производството” с тема на дисертацията „Оптимално динамично управление на технологични обекти и системи в отсъствие и при наличие на неопределеност”. През 1992 г. специализира като докторант в Катедра „Инженерна химия”, Датски технически университет, Люнбю, Дания. Доктор е от 1998 г. В периода 2000-2003 като постдокторант специализира в Катедра „Техническа кибернетика”, Норвежки университет за наука и технологии, Трондхайм, Норвегия. В периода 1998 – 2014 е гост-изследовател и гост-преподавател в 6 научни организации в Европа. От 2010 г. е доцент в ХТМУ (от 2015 г. е на основен трудов договор там), а в Институт по системни изследвания и роботика-БАН е доцент от 2004 (утвърдена е от ВАК). Научните й интереси са свързани с оптимално управление на нелинейни динамични системи; явно решаване на задачите на моделното предсказващо управление на системи с ограничения; моделиране и оптимално управление на химикотехнологични процеси; разпределено оптимално управление на взаимосвързани системи. Педагогическата й работа е свързана с подготвянето и четене на лекции по Проектиране и анализ на системи за управление, Оптимални, робастни и адаптивни системи, по Управление на базата на модели, Моделиране на технологични процеси, Автоматизация на производството, Измервателна техника и управление.

Преглед на научните публикации на кандидата

Доц. Грънчарова участва в конкурса с 1 учебник и 54 публикации, от които 52 са на английски език в престижни издания. Публикациите не са участвали в конкурса за „доцент”. Кандидатката има внушително участие в издадени книги на английски език - 23.

Публикациите са разделени в 5 групи. В *първата група* (А) е учебника. Във *втората група* (В) са представени 12 публикации, представляващи глави от книги в съавторство, издадени в чужбина, статии в списания с импакт фактор и специализирани издания на тема „*Методи за явно моделно предсказващо управление на детерминирани нелинейни динамични системи*”. Тези публикации са тематично подредени и логически свързани като са равностойни на монографичен труд с предложеното наименование от кандидатката. Публикациите от тази група имат 68 цитирания.

В *третата група* (С) има 40 публикации, включващи 9 глави от книги (С1, С2, С3, С4, С5, С6, С7, С8, С9); 5 статии в списания с импакт фактор (IF) (С10, С11, С12, С14, С15); 2 статии в списания (С13, С16); 12 доклада на IEEE/ IFAC/IMACS конференции/конгреси (С17, С18, С24, С25, С26, С27, С30, С31, С32, С36, С37, С39); 12 доклада на международни конференции (С19, С20, С21, С22, С23, С28, С29, С33, С34, С35, С38, С40). Публикациите от тази група имат 96 цитирания.

В *четвъртата група* е включена монография на тема “Explicit Nonlinear Model Predictive Control: Theory and Applications” с издател Springer, която има 66 цитирания. В тази монография са включени 7 от главите, посочени в групи В и С със следното съответствие: Глава 1 - В1, Гл.4 - В2, Гл.5 - В4, Гл. 6 – С3, Гл.7 – С2, Гл. 8 - В5, Гл.9 - С4. Тъй като за Глави 2 и 3, които нямат аналог с другите публикации е деклариран по-голям дял от приносите на съавтора на монографията, то тази монография не се рецензира.

В *петата група* е включена книга с издател Springer, в чиято редколегия е и А.Грънчарова. Тя участва в книгата с две отделни глави.

2. Преглед и анализ на научните публикации, представени от кандидата, които са равностойни на монографичен труд

Публикациите от тази група представляват 5 глави от книги, издадени в престижни издателства в чужбина. В [B1] е направен обзор на подходи за решаване на задачи от мулти-параметричното нелинейно програмиране (mp-NLP). Синтезирани са алгоритми за явно приблизително и точно решение на задачите на мулти-параметричното нелинейно програмиране, като е приложен оригинален подход за ортогонално разделяне на пространството на параметрите. Предимството на подхода е, че вместо оптимизация в реално време, има възможност синтеза на предсказващия регулатор да се направи в режим off-line. Този подход е залегнал в синтезирането на явни моделно предсказващи регулатори за детерминирани нелинейни системи с ограничения [B2]. Синтезиран е явен приблизителен моделно предсказващ регулатор за управление на работата на компресор и за управление на положението на изпълнителния механизъм на електропневматичен съединител. В [B3, B4, B7] задачата за моделно предсказващо управление на нелинейни системи с дискретни по стойност управляващи въздействия е представена като задача на мулти-параметричното нелинейно целочислено програмиране (mp-NIP) като е приложена за синтез на явен моделно предсказващ регулатор с дискретно по стойност управляващо въздействие за управление на положението на изпълнителния механизъм на електропневматичен съединител и на предсказващ регулатор с дискретно управляващо въздействие за оптимално регулиране на температурата и концентрацията в реактор с идеално смесване.

Предложена е стратегия за дуално управление с използване на явен предсказващ регулатор при сравнително големи стойности на грешката на регулиране и на линейно-квадратичен регулатор с интегрираща съставка при сравнително малки стойности на грешката [B5]. Тази стратегия позволява едновременно намаляване на сложността на явния предсказващ регулатор и на статичната грешка на регулиране при смущения или неточности в модела на системата. Стратегията е приложена за синтез на дуален явен предсказващ регулатор за управление на система за поддържане на pH [B5, B6]. [B6] има 14 цитирания.

В [B7] са описани два подхода за явно приблизително решаване на задачите на моделното предсказващо управление за нелинейни системи с ограничения – за системи с непрекъснато и дискретно управляващо въздействие. Те са приложени при синтеза на два явни предсказващи регулатора. [B7] има 29 цитирания.

В [B8] е разработен подход за синтез на явен предсказващ регулатор за нелинейни дискретни системи при ограничения спрямо променливите на състоянието и управляващите въздействия. Задачата за предсказващо управление е трансформирана в задача на мулти-параметричното нелинейно програмиране за общия случай от неизпъкнал вид. Оптимизацията е за стойности на управленията в дискретните моменти от хоризонта на предсказване. [B8] има 9 цитирания.

В [B9] е синтезиран моделно предсказващ регулатор за управление на положението на изпълнителния механизъм на електропневматичен съединител, при който се използва една двойка от ON/OFF клапани. Формулирана е задача за моделно предсказващо управление, целяща по оптимален начин да се следва сигнала на заданието като е приложен подход за приблизително решаване на задачите на мулти-параметричното нелинейно програмиране. [B9] има 13 цитирания.

В [B10] е разработен паралелен изчислителен алгоритъм, който подобрява off-line изчислителната ефективност на методите за явно решаване на задачите на мулти-параметричното нелинейно програмиране.

В [B11] са анализирани методите за синтез на явни моделно предсказващи регулатори за нелинейни дискретни системи при ортогонално структуриране на пространството на параметрите. [B11] има 3 цитирания.

В [B12] е представен разработения програмен пакет за синтез на явни моделно предсказващи регулатори за системи с ограничения, който се основава на ортогонално разделяне на пространството на параметрите, представени в [B1].

3. Характеристика и оценка на приносите в равностойните на монографичния труд научни публикации

1. Синтезирани са подходи за решаване на класове задачи на базата на ортогонално разделяне на пространството на параметрите
 - за определяне на явno решение на задачите на мултипараметричното програмиране [B1];
 - за приблизително решаване на задачи на мулти-параметричното нелинейно програмиране (mp-NLP) [B1, B8];
 - за приблизително решаване на задачи от класа на мулти-параметричното нелинейно целочислено програмиране [B3, B4, B7]. Идеята на подхода е да се получи по части постоянно приближение на оптималното решение на mp-NLP задачата, дефинирано върху ортогонално разделяне на пространството на параметрите.
 - за явno приблизително решаване на задачите на моделното предсказващо управление за нелинейни системи с ограничения – за системи с непрекъснато по стойност и за системи с дискретно по стойност управляващо въздействие [B2, B7];
 - за явno решение на задачи за моделно предсказващо управление на нелинейни детерминирани системи, чиято динамика е описана с невронен регресионен модел [B5, B6].
 - за намиране на глобален оптимум като оптималното решение в дадена точка от пространството на състоянието се използва за начално приближение при решаване на оптимизационната задача в съседните точки [B8]. Разработена е процедура за синтез на закона за управление в хипер-правоъгълник. Предложени са евристични правила за разделяне на даден хипер-правоъгълник в случаите, когато в някои негови точки оптимизационната задача няма решение.
2. Синтезираните подходи са приложени за синтез на съответни моделно предсказващи регулатори:
 - за синтез на явни моделно предсказващи регулатори за детерминирани нелинейни системи с ограничения [B2, B8];
 - за управление на положението на изпълнителния механизъм на електропневматичен съединител чрез използване на една двойка от ON/OFF клапани [B3, B4, B7, B9];
 - за синтез на явен предсказващ регулатор при сравнително големи стойности на грешката на регулиране и на линейно-квадратичен регулатор с интегрираща съставка при сравнително малки стойности на грешката. Предимството се състои в едновременно намаляване на сложността на явния предсказващ регулатор и избягване на статичната грешка на регулиране при наличието на смущения или неточности в модела на системата [B5];
 - за синтез на явен предсказващ регулатор на базата на подхода за явno решаване на задачата на моделното предсказващо управление на нелинейни системи с ограничения с модел от вида „черна кутия” за регулиране на рН в система за поддържане на рН [B6];
 - за синтез на явен предсказващ регулатор за нелинейни дискретни системи [B8];
3. Разработен е паралелен алгоритъм с едновременно изчисляване на субоптимални закони за управление в няколко ортогонални области от пространството на състоянието [B10]. Алгоритъмът е приложен за синтез на явен предсказващ регулатор за управление на компресор.
4. Разработен е програмен пакет за синтез на явни моделно предсказващи регулатори на базата на ортогонално разделяне на пространството на параметрите [B11, B12]. Софтуерът е приложен за синтез на явен предсказващ регулатор за управление на концентрацията и температурата в реактор с идеално смесване.
4. Преглед и анализ на научните трудове на кандидата, които са извън тези по т. 2.

Представени са 40 публикации в специализирани научни издания. От тях 9 са глави от книги [C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9], 7 са в списания [C10, C11, C12, C13, C14, C15, C16], 15 са доклади на международни конференции в чужбина [C17, C18, C19, C20, C22, C24, C25, C26, C27, C30, C31, C32, C34, C36, C39], 8 са доклади от международни конференции в България [C21, C23, C28, C29, C33, C35, C37, C38], 1 е доклад от национална конференция [C40]. Общият импакт фактор на публикациите в тази група е 5.462.

Предложен е подход за оценяване на параметрите на определен клас работи, при който първоначалният нелинеен модел се представя като линеен, което позволява да се приложат методите за параметрична идентификация на линейни системи [C1, C17]. Друго предимство е, че могат да се оценят по-голям брой от физическите параметри на робота в сравнение с методите, известни в литературата.

В [C2] са предложени подходи за синтез на явни предсказващи регулатори за нелинейни дискретни системи при наличие на смущения и/или неопределени параметри с известно разпределение на вероятностите. Единият подход се състои в получаване на по части нелинейна апроксимация на оптималната последователност от функции на управление в рамките на хоризонта на предсказване. Другият подход е в намиране на стохастичното предсказващо управление, основано на Гаусов модел, където целта е да се следва определено задание. В [C2] са предложени два подхода за синтез на явни предсказващи регулатори за нелинейни дискретни системи при наличие на ограничени по амплитуда смущения и/или неопределени параметри.

В [C3] са предложени два подхода за синтез на явни предсказващи регулатори за нелинейни дискретни системи при наличие на ограничени по амплитуда смущения и/или неопределени параметри. При единия подход е формулирана задача за минимаксно моделно предсказващо управление, при което се оптимизира последователността от стойности на управляващото въздействие в рамките на хоризонта на предсказване (минимаксно управление в отворен контур). Тази задача е представена като задача на мулти-параметричното нелинейно програмиране. При втория подход е формулирана задачата за минимаксно моделно предсказващо управление като в текущия момент от време се оптимизират параметрите на предварително зададени нелинейни функции на управление в дискретните моменти от хоризонта на предсказване (минимаксно управление в затворен контур).

Предложен е субоптимален подход за разпределено предсказващо управление на взаимосвързани нелинейни системи с линейно свързани [C4] и с нелинейно свързани [C5] динамики.

Разгледани са методите за моделиране и управление на сложни динамични системи, основани на Гаусови процеси [C6] - подход за вероятностно непараметрично моделиране от типа „черна кутия” на нелинейни стохастични системи. Като пример е представен обект с два входа и два изхода, проектиран е съответен контролер и е направен анализ на поведението на системата със затворен контур въз основа на компютърна симулация.

В [C8] е разгледана задачата за запазване на формацията от агенти в дадена хомогенна многоагентна система с цел изпълнение на нейната мисия. Агентите са изведени до предварително дефинираната формация чрез подходящо разпределение на задачите между тях и използването на механизма на обратната връзка в реално време. Предполага се, че всеки агент може да изпраща информация за себе си до другите агенти и да получава информация от тях

В [C9] е представена двунивова система за управление и оптимизация на обект (Peirce-Smith конвертор) с деградиращо във времето техническо състояние. Тя включва модел на „бързата” динамика на обекта (описващ преходните процеси) и модел на „бавната” динамика на обекта (изменение на неговото техническо състояние вследствие на износване), както и използване на метода за изграждане на системи за прилагане на разсъждения, основани на прецеденти. Цели се оптимизиране във времето на броя на запушените фурми на конвертора за дългосрочен период.

В [C10] е разработен подход за синтез на явен минимаксен предсказващ регулатор за нелинейни дискретни системи при наличие на смущения, за които е известен само интервалът на изменението им. Определена е в явен вид функцията на управление, която минимизира максималната стойност

по отношение на смущенията на критерия за качество на управлението като се спазват ограниченията наложени на управляващите въздействия и на променливите на състоянието. Синтезиран е минимаксен моделно предсказващ регулатор за примерна динамична система, върху която въздейства ограничено по амплитуда смущение. Статията има 27 цитирания.

Разработени са компютърни програми за цветово класифициране на симптомите и оценка на размера на уврежданията на листата на различни горскодървесни видове, причинени от озон. В [C11] програмите са приложени за оценка на чувствителността на дребнолистната липа и обикновения бук към замърсяването на въздуха с озон. Анализирани са изображенията на увредените листа. Резултатите показват, че и двата горскодървесни вида имат висока чувствителност към озона. В [C28] изследванията освен с дребнолистната липа и обикновения бук са допълнени и с червения дъб, а в [C29] - с обикновения явор.

В [C12, C23] са разработени модели, основани на Гаусовите процеси, за предсказване на концентрацията на озон във въздуха в Бургас. Моделирането с използване на Гаусови процеси е подход за вероятно непараметрично моделиране от типа „черна кутия” на нелинейни стохастични системи. Гаусовите модели са получени off-line с използване на данни от автоматичните измервателни станции за часовите измервания на концентрациите на озон, азотен диоксид, серен диоксид, фенол и бензен, както и на метеорологичните параметри в центъра на гр. Бургас. Разработен е и подход за получаване на адаптивни Гаусови модели за предсказване на концентрацията на озон във въздуха. Те се обучават в реално време на базата на текущи данни от измерванията на атмосферните замърсители и метеорологичните параметри. Качеството на предсказване на Гаусовите модели е оценено чрез изчисляване на средноквадратичната грешка на предсказване и на логаритмичната плътност на грешката.

В [C13] процесът за обработване на голям обем от данни за параметрите на околната среда (концентрации на атмосферните замърсители) и за получаване на стохастични модели за предсказване на техните стойности е формализиран с Workflow технологията.

В [C14] е разработен подход за разпределено моделно предсказващо управление при планиране на траекториите на група от безпилотни хеликоптери, чиято цел е да формират комуникационна мрежа със зададени радио-комуникационни възможности за предаване на сигнал от дадена базова станция до множество от цели. Разработен е алгоритъм за автоматично инициализиране и оптимално реконфигуриране на топологията на комуникационната мрежа в случай на повреда на някой от безпилотните хеликоптери или при комуникационна загуба. Предложеният подход за разпределено линейно моделно предсказващо управление и разработеният алгоритъм за автоматично реконфигуриране на мрежата от този клас обекти са изследвани симулационно чрез разглеждането на два сценария, включващи четири хеликоптера, една базова станция и две цели. Статията има 17 забелязани цитирания.

В [C15] е предложен алгоритъм за адаптивно моделно предсказващо управление на устойчиви нелинейни динамични системи, моделирани с Гаусови процеси. Този тип моделиране е подход за вероятно непараметрично моделиране тип „черна кутия” на нелинейни стохастични системи.

В [C16] са предложени подход и алгоритъм за разпределено минимаксно моделно предсказващо управление на взаимосвързани линейни системи с политопна неопределеност и наложени ограничения на променливите на състоянието и управляващите въздействия. Оптимизацията се извършва по отношение на параметрите на функциите на управление в рамките на хоризонта на предсказване (минимаксно управление в затворен контур). Първоначалната централизирана задача за минимаксно предсказващо управление е трансформирана в разпределена оптимизационна задача чрез използване на динамична дуална декомпозиция. Направена е симулация за динамична система от две линейни взаимосвързани подсистеми с политопна неопределеност.

В [C18] е предложена структура на система за подпомагане на процеса на вземане на решение при избор на най-добра алтернатива на система за автоматично управление и е разработена съответна програма. Те са приложени при управлението на химически реактор.

В [C19] е предложена стратегия за вземане на решение при едновременен синтез на технологичен процес и на системата му за автоматично управление. При зададени характеристики на входящите и изходящите потоци на технологичния процес е определена най-добрата комбинация от технологична схема на процеса, параметри на оперативния режим и система за автоматично управление, така че да се оптимизират множество от критерии. Предложената стратегия решава този проблем посредством сравнение между различни алтернативни решения чрез използване на размити отношения на предпочитание.

В [C20] е разработен подход за синтез на явни предсказващи регулатори за стохастични системи, моделирани със стохастичен нелинеен регресионен модел. Моделът представлява Гаусов процес, с който могат да се предскажат математическите очаквания и дисперсиите на променливите на състоянието в бъдещ момент от време на базата на данни за управляващите въздействия и променливите на състоянието в настоящия и в предходни моменти от време. Идентификацията на Гаусовия модел се състои в оценяване на параметрите на функцията на ковариациите.

Формализиран е процеса на горене в парен генератор чрез стохастичен нелинеен регресионен модел, представляващ Гаусов процес [C21]. Оптималните стойности на управляващите въздействия във всеки дискретен момент от време се определят чрез оптимизация в реално време.

В [C22] са предложени подходи за решаване на задачите на мулти-параметричното нелинейно програмиране.

В [C24] е предложен подход за синтез на явни предсказващи регулатори за нелинейни дискретни системи, чийто модел в пространството на състоянието има стохастични параметри с известно разпределение на вероятностите. Синтезиран е явен стохастичен предсказващ регулатор за примерна динамична система. Публикацията има 7 цитирания.

В [C25] е описан подхода за субоптимално разпределено моделно предсказващо управление на взаимосвързани нелинейни системи с линейно свързани динамики и ограничения, наложени на променливите на състоянието и управляващите въздействия. Предполага се, че на системите въздействат ограничени по амплитуда смущения. Прилага се динамичната дуална декомпозиция и първоначалната централизирана задача за предсказващо управление е представена като разпределена квази-нелинейна задача чрез линеаризация на нелинейните динамични модели на системите около тяхното текущо състояние. Публикацията има 5 цитирания.

В [C27] е предложен подход за определяне на оптималните траектории на група от безпилотни летателни апарати, чиято цел е да формират комуникационна връзка между обекти в области без постоянна комуникационна инфраструктура (например области в Арктика).

В [C32] е разработен подход за синтез на явни моделно предсказващи регулатори за нелинейни динамични системи, базиран на подхода за интерполация между оптималното управление във върховете на осъществимата област и локалното стабилизиращо управление в дадена малка област около началото на пространството на състоянието. Подходът е илюстриран чрез синтез на явен моделно предсказващ регулатор за нелинейна динамична система.

В [C36] е предложен подход за субоптимално разпределено моделно предсказващо управление на взаимосвързани нелинейни системи с нелинейно свързани динамики и с ограничения на променливите на състоянието и управляващите въздействия. Подходът е по-общ от този в публикация C5, тъй като тук не се поставя изискването влиянията на другите системи върху динамиката на дадена система да са разделими.

В [C38] е синтезиран явен моделно предсказващ регулатор за поддържане на температурата на водата в лабораторен резервоар с помощта на тулбокс за решаване на задачи на мулти-параметричното квадратично програмиране. Изследвано е качеството на управление.

В [C39] е разработен подход за разпределено моделно предсказващо управление на линейни взаимосвързани динамични системи. Той се основава на прилагане на принципа на динамичната дуална декомпозиция и включване на ограничение, представляващо свиващо се множество.

В [C40] е представен подход за определяне на оптималните условия на процеса на термична обработка на дървесни материали, който има минимална изчислителна сложност в реално време. Подходът е приложен за оптимизация на процеса на нагриване на букови материали.

В [E1] е представен алгоритъм за динамична задача за назначение на мултиагентна система и оптимизация в реално време чрез отчитане на грешки и изолации. Алгоритъмът открива дали има пропуски в глобалната мултиагентна система, отделя провинилия се агент и присъединява възстановения (здрав) агент.

Някои публикации в основната си част повтарят изводите на други, като [C28]-[C11]; [C29]-[C11]; [C30]-[C14]; [C31]-[C7]; [C33]-[C13]; [C34]-[C8]; [C35]-[C16]; [C37]-[C9].

5. Характеристика и оценка на приносите на научните трудове по т. 4.

1. Формулирана е задачата на стохастичното предсказващо управление за системи, чиято динамика се описва със стохастичен нелинеен регресионен модел, където целта е да се следва определено задание [C2, C20, C24]. Моделът е Гаусов процес, с който могат да се предскажат математическите очаквания и дисперсиите на променливите на състоянието. Оптимизацията се извършва по отношение на стойностите на управляващите въздействия в дискретните моменти от хоризонта на предсказване. Показано е как задачата за предсказващо управление на базата на Гаусов модел може да се трансформира в задача на мулти-параметричното нелинейно програмиране и е предложен подход за нейното приблизително решаване. Приблизителното решение представлява по части линейна функция, дефинирана върху ортогонално разделяне на пространството на състоянието. Подходът е приложен за синтез на явен стохастичен предсказващ регулатор за управление на процеса на горене в парен генератор от типа РК 401 [C2] и за примерна нелинейна стохастична система в [C20]. В [C24] е формулирана задачата за стохастично моделно предсказващо управление и е даден подход за явното й приблизително решаване, съгласно който е извършена по части нелинейна апроксимация на оптималната последователност от функции на управление в рамките на хоризонта на предсказване.
2. Предложен е приблизителен мултипараметричен подход от нелинейното програмиране за синтез на явни предсказващи регулатори за нелинейни дискретни системи при наличие на ограничени по амплитуда смущения и/или неопределени параметри [C3, C10]. Разгледан е случаят на полихедрално описание на неопределеността и е формулирана задачата за минимаксно предсказващо управление. Показано е как тази задача може да се трансформира в задача на мулти-параметричното нелинейно програмиране и е предложен подход за определяне на нейното явно приблизително решение, което да гарантира устойчивостта на затворената система. Подходът ползва ортогонална дървовидна структура на пространството на състоянието. Субоптималната функция на управление се получава в явен вид като по части нелинейна функция на състоянието, дефинирана върху ортогонална структура на пространството на състоянието. Изведени са условията, които гарантират робастна устойчивост на системата за управление. В [C3] е синтезиран минимаксен моделно предсказващ регулатор за динамична система при ограничено по амплитуда смущение.
3. Предложено е субоптимално разпределено моделно предсказващо управление на взаимосвързани нелинейни системи с прилагане на динамична дуална декомпозиция [C4, C5, C25, C26, C36]. Централизираната задача за предсказващо управление е представена като разпределена квази-нелинейна задача чрез линеаризация на нелинейните динамични модели на системите около тяхното текущо състояние. Полуточните подходи комбинират двете рамки за точно и мултипараметрично предсказващо управление в реално време с цел преодоляване на техните ограничения. Прилага се постъпкова (piecewise) линейна апроксимация на оптималния закон за управление, която се изчислява off-line за ускоряване на оптимизацията в реално време. Подходът в [C4] комбинира точното апроксимирано решение с оптимизация в реално време и предимството му е в намаляване на броя на итерациите или изчислителната сложност в реално време, доказано от приведените резултати при сравнение с използване на 4 подхода. Подходът, предложен в [C36] е по-общ от този в публикация C5 (не се поставя изискването влиянията на другите системи върху динамиката на дадена система да са разделими).
4. Разработен е подход за разпределено моделно предсказващо управление на линейни взаимосвързани динамични системи с прилагане на динамичната дуална декомпозиция и

включване на ограничение, представляващо свиващо се множество [C39]. Предимството е в едновременно гарантиране на устойчивост на затворената система и намаляване на изчислителната сложност на разпределеното предсказващо управление. Резултатите от компютърните симулации показват намаляване на изчислителната сложност в реално време на разпределеното предсказващо управление и намаляване на паметта за неговата реализация.

5. Разработени са подходи за управление на технологични обекти чрез моделиране на динамиката им с Гаусови процеси [C6, C15, C21]. В [C6] е описана подробно концепцията за моделиране на динамиката на стохастични системи с използване на Гаусови процеси. Специално внимание е отделено на предложените подходи за стохастично моделно предсказващо управление и за адаптивно управление на базата на Гаусови регресионни модели. Сравнени са Гаусови модели за предсказване на налягането и нивото на течността в сепаратор, в които се използват различни регресори и различни функции на ковариациите. Моделът с най-добра точност на предсказване е използван за синтез на явен стохастичен предсказващ регулатор за оптимално управление на сепаратора.

Използван е подход за адаптация на Гаусовия модел на базата на текуща информация за променливите на динамична система [C15]. Реализиран е самонастройващ се моделно предсказващ регулатор. Предложеният подход за адаптивно предсказващо управление е илюстриран чрез симулации на Гаусов регресионен модел на биореактор за анаеробно третиране на отпадни води.

В [C21] е формулирана е задачата за стохастично предсказващо управление на процеса на горене в парен генератор с цел концентрацията на кислород в димните газове да съответства на промененото натоварване на генератора. За описание на динамиката на генератора е получен стохастичен нелинеен регресионен модел, който представлява Гаусов процес.

6. Предложен е подход за запазване на формацията от агенти в хомогенна многоагентна система с цел изпълнение на мисията ѝ посредством моделно предсказващо управление [C8, C34, E1]. Синтезиран е алгоритъм, предназначен за супервайзерно ниво на управление, основаващ се на теорията на множествата и моделното предсказващо управление за откриване и изолиране на неработещите агенти, както и за интегриране на нови или възстановени агенти, при което реконфигурираната многоагентна система да изпълни поставената цел.
7. Дефинирана е и е решена двунивова задача на моделното предсказващо управление, сведена до задача на целочисленото квадратично програмиране с линейни ограничения [C9, C37]. Направена е интеграция на подхода, основаващ се на конкретни случаи и задачата за моделно предсказващо управление. На горното ниво се прави статична нелинейна оптимизация за бавно изменящите се променливи. На долното ниво се решава динамична задача за моделно предсказващо управление.
8. Предложен е подход за разпределено линейно моделно предсказващо управление на безпилотните хеликоптери [C14, C27]. За да се намалят изчисленията за решаване в реално време на оптимизационната задача, височината на терена под всеки от безпилотните хеликоптери и загубите на радио-комуникационни връзки във всеки дискретен момент се апроксимират с линейни функции на пространствените координати. Това води до локални задачи на линейното моделно предсказващо управление, които са решени чрез методите на квадратичното програмиране. В [C27] подхода за разпределено моделно предсказващо управление цели получените траектории на безпилотни летателни апарати да са безопасни, да са ефективни от гледна точка на разхода на гориво и да удовлетворяват критериите за комуникация (да формират комуникационна верига със зададен капацитет).
9. Предложени са подходи за редуциране на изчисленията при получаването на приблизително решение на мултипараметрични задачи от нелинейното програмиране, дефинирано върху ортогонално разделяне на пространството на параметрите, както и за намаляване на сложността на това разделяне [C22]. Тези подходи включват въвеждането на минимално допустими размери на правоъгълните области от структурирането на пространството, последваща обработка на

разделянето и обединяване на областите, в които изчислените закони на управление в първия момент от хоризонта на предсказване са еднакви, параметризиране на траекторията на управление в рамките на хоризонта с цел намаляване на променливите за оптимизация, проектиране на грешката от следване на заданието.

10. Разработен е подход за синтез на явни моделно предсказващи регулатори за нелинейни динамични системи чрез интерполация между оптималното управление във върховете на осъществимата област и локалното стабилизиращо управление в малка област около началото на пространството на състоянието [С32]. Предложена е изчислителна процедура и алгоритъм за определяне на приблизителна изпъкнала (полихедрална) осъществима област. В резултат е постигнато намаляване на обема от off-line изчисления и на сложността на явното решение, дефинирано върху симплексно разделяне на приблизителната осъществима област.
11. Синтезирани са стратегии, подпомагащи вземането на решения. В [С18] е предложена структура и програма на система за подпомагане на процеса на вземане на решение при избор на най-добра алтернатива на система за автоматично управление. Те са приложени за избор на най-добра алтернатива при управлението на химически реактор. Предложена е стратегия за вземане на решение при едновременен синтез на технологичен процес и на системата му за автоматично управление [С19]. Определена е най-добрата комбинация от технологична схема на процеса, параметри на оперативния режим и система за автоматично управление, така че да се оптимизират множество от критерии чрез използване на размити отношения на предпочитание.
12. Разработен е подход за определяне на оптималните условия на процеса на термична обработка на дървесни материали [С40]. Направена е апроксимация на оптималните условия чрез използване на апарата на изкуствените невронни мрежи. В резултат е постигната минимална изчислителна сложност в реално време.

Представените от А.Грънчарова публикации представляват завършено изследване за моделно предсказващо управление в динамични нелинейни системи. Предимството на разработените подходи е, че позволяват изчисленията, свързани със синтеза на предсказващи регулатори да се извършват в режим off-line. По такъв начин се дава възможност предсказващото управление да се прилага при процеси с голям брой променливи и управляващи въздействия, както и при процеси с малък интервал на дискретизация. Във всяка от публикациите целта е ясно дефинирана, определени са формалния апарат, задачата за управление, изследвани са условия за устойчивост, давани са илюстративни примери, правени са сравнения с други подходи и съответни изводи от изследванията. Оценявам положително научните приноси на доц.д-р. А. Грънчарова, които я характеризират като утвърден учен със световна известност.

13. Оценка на учебните помагала, представени за участие в конкурса

А. Грънчарова е представила в конкурса един учебник:

А. Грънчарова, „Проектиране и анализ на системи за управление”, учебник по дисциплината „Проектиране и анализ на системи за управление” за бакалаври от специалността „Биомедицинско инженерство”, ХТМУ-София, 2017, 117 страници.

В учебника се разглеждат въпроси, свързани с моделиране на динамиката на биологичните системи чрез модел в пространството на състоянието; Моделирането на динамиката с входно-изходни модели; Приложение на трансформацията на Лаплас за описание на линейните стационарни системи. Приложение на трансформацията на Фурие при анализа на линейните системи; Елементарни динамични звена – видове, свойства, начини на свързване; Управляемост, наблюдаемост и устойчивост на системите за управление; Показатели и критерии за качеството на управление; Типови закони на автоматичните регулатори (П, И, ПИ, Д, ПИД регулатори) – характеристики, сравнителен анализ, параметри за настройка; Основни методи за настройка на типовите автоматични регулатори; Синтез на оптимални САУ за линейни и нелинейни системи с ограничения. Оценявам високо учебника, който запознава студентите с основните принципи на синтез и анализ на системите за управление, насочени към профила на студентите по

биомедицинско инженерство. Приложени са тематични примери за тази специалност. Учебникът е написан на високо професионално ниво и е поднесен по подходящ начин за съответните студенти.

14. Оценка и мнение по допълнителните показатели от дейността на кандидата съгласно чл. 42, ал. 2 или чл. 50, ал. 2;

Преподавателска работа

А.Грънчарова удовлетворява изискванията за конкурса относно преподавателската работа. Тя е представила служебна бележка от ХТМУ за следните проведени лекции през последните пет години

- От учебната 2010/2011 г. досега - лекции по „Оптимални, робастни и адаптивни системи” на студенти от магистърската степен на специалността „Автоматика и информационни технологии”;
- От учебната 2012/2013 г. досега - лекции и упражнения по „Управление на базата на модели” на студенти от магистърската степен на специалността „Автоматика и информационни технологии”;
- От учебната 2015/2016 г. досега - лекции и упражнения по „Проектиране и анализ на системи за управление” на студенти от бакалавърската степен на специалността „Биомедицинско инженерство”;
- От учебната 2015/2016 г. досега - лекции по „Автоматизация на производството” на студенти от бакалавърската степен на всички специалности в ХТМУ-София без „Биомедицинско инженерство” и „Автоматика и информационни технологии”;
- От учебната 2016/2017 г. досега - лекции и упражнения по „Моделиране на технологични процеси” на студенти от бакалавърската степен на специалността „Автоматика и информационни технологии”;
- От учебната 2016/2017 г. досега - лекции и упражнения по „Измервателна техника и управление” на студенти от магистърската степен на специалността „Химично и биохимично инженерство” с преподаване на френски език;

А. Грънчарова преподава ключови дисциплини по Теория на автоматичното управление и има натоварен график със студентите от магистърските програми, както и със студентите по бакалавърски програми – редовно и задочно обучение.

Цитирания

А. Грънчарова има широка популярност сред международната научна общност. Публикациите ѝ в престижни списания и книги са станали достояние на учените по света. Цитируемостта е обективен показател от най-висок ранг, където тя има висока позиция и е отличен атестат за работата ѝ. До момента са забелязани 231 цитирания на 19 научни труда за участие в конкурса за заемане на академичната длъжност „професор” като 225 от цитатите са дело на чужди автори. Две от цитиранията (под номера 110, 111) са на дипломанти и се изключват от списъка, който и без тях е внушителен. Само монографията (D1) е цитирана 66 пъти досега. Забелязани са общо 596 цитирания на научните трудове (включително и на такива, с които не се участва в конкурса). 589 от цитатите са дело на чужди автори.

Договори

А. Грънчарова има активно участие в 20 договори. Тя е ръководител на два договора с Националния фонд за научни изследвания (ФНИ) към МОН. Участник е в 4 договора, финансирани от Европейската комисия. Участва в 3 договора, финансирани от Съвета за научни изследвания на Норвегия; 1 договор, финансиран от Съвета за научни изследвания на Швеция; 1 договор, финансиран от Агенцията за научни изследвания на Словения; 1 договор, финансиран от Германското научно общество (DFG); 3 в договори по линията на ЕБР (еквивалентен безвалутен размен) на БАН с Чехия, Словакия и Финландия; 3 договори с ФНИ към МОН; 2 Индивидуални договори за мобилност в рамките на Програмата на финансовия механизъм на европейското

икономическо пространство. Това е отличен показател за извеждане до успешен край на изследователски и приложни разработки.

Оценка и мнение по допълнителните показатели съгласно чл. 42, ал. 2 или чл. 50, ал. 2

Ръководство на дипломанти и докторанти - Има десет успешно защитили дипломанти в периода 2013 – 2017 г. в ХТМУ. Има успешно защитил докторант през 2013 г.

Други: А.Грънчарова е член на редколегията на списанията “Science, Engineering and Education”, „Автоматика и информатика”. Член е на Програмните комитети на международни конференции по Автоматика и информатика за 2007, 2008, 2010, 2011, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 г., на SimulTech 2011, 2012, 2015, 2016, 2017, на Nonlinear Model Predictive Control 2012, 2015, 2017. Тя е член на международната организация „European Control Association”, на 2 технически комитети на ИФАК на СУБ, САИ. Има 3 участия в научни журита и е председател на сесии на международни конференции.

Награди- А.Грънчарова има 3 награди: награда от БАН за млади учени до 35 г. през 2000 г; Грамота от Научния съвет на ИУСИ-БАН за най-добра публикация и приложна разработка през 1999 г.; най-добър доклад на конференцията „Автоматика и информатика” от 2008 г.

А.Грънчарова има широк спектър на изследователска, преподавателска и експертна работа, които оценявам високо.

15. Критични бележки и коментари

Доц. А.Грънчарова е известна сред научната общност с активната си научна, преподавателска и организационна дейност. Пожеланието ми към нея е да запази темпото на творческа научна продукция и да продължи с благородната дейност за предаване на знанията си на студентите.

16. Лични впечатления за кандидата

Познавам доц. Грънчарова от изявите ѝ на научни форуми, където представя задълбочените си изследвания. От личните ми контакти с нея имам впечатления за отговорен професионалист с отзивчиво колегиално поведение.

Заклучение

Правилник ХТМУ	Показатели	Доц. Д-р. Александра Грънчарова
Чл.49 ал.2 т.1	Доктор	от 1998
т.2	„доцент” > 5 години	От 2004 в ИУСИ-БАН, утвърдена от ВАК; От 2015 доцент в ХТМУ
т.3	публикуван монографичен труд или равностойни на него публикации в специализирани научни издания	B1 – B12; D1 5 глави от книги, издадени в чужбина (B1, B2, B3, B4, B5), 2 статии в списания с IF (B6, B7) , 5 доклада на международни конференции (B8, B9, B10, B11, B12)
	Глави от книги (по решение на АС на ХТМУ една глава от книга, издадена в чужбина на чужд език е еквивалентна на 2 публикации в списания с IF) (общо по т.3 и т.4)	14 глави от книги, издадени в чужбина (B1, B2, B3, B4, B5, C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9)
	списания с IF (4 най-малко) (общо по т.3 и т.4)	7 статии (C10, C11, C12, C14, C15, B6, B7) ΣIF=9,992
	списания без IF (11 най-малко) (общо по т.3 и т.4)	2 статии (C13, C16);
	Научни издания (10 най-малко) (общо по т.3 и т.4)	12 доклада на IEEE/ IFAC/IMACS конференции/конгреси (C17, C18, C24, C25, C26, C27, C30, C31, C32, C36, C37, C39); 17 доклада на международни конференции (B8, B9, B10, B11, B12, C19, C20, C21, C22, C23, C28, C29, C33, C34, C35, C38, C40)

т.5	списък на цитирания на трудовете (20 най-малко)	229 цитирания на трудове от конкурса, от които 225 в чужбина; общ брой цитирания на всички публикации - 596
т.6	списък от теми на дисертационни трудове, които успешно са защитени под тяхно ръководство (1 най-малко)	„Основни белези и динамика на уврежданията от озон на листната система на горско-дървесни видове”, д-р. Александър Иванов Кръстев
т.7	списък от издадени учебни помагала (включително и на електронен носител) извън тези, представени за заемане на академичната длъжност „доцент” (1 най-малко)	А. Грънчарова „ Проектиране и анализ на системи за управление ” за бакалаври от специалността „Биомедицинско инженерство”, ХТМУ-София, 2017, 117 страници, ISBN: 978-954-465-090-2
т.8	списък на лекционните курсове, преподавани в последните пет академични години	6 теми: 1. Проектиране и анализ на системи за управление, редовно обучение (р.о.) 2. Моделиране на технологични процеси, р.о. 3. Моделиране на технологични процеси, з.о. 4. Автоматизация на производството, р.о. 5. Автоматизация на производството, з.о. 6. Измервателна техника и управление, р.о. (на френски ез.) 7. Оптимални, робастни и адаптивни системи, р.о. 8. Управление на базата на модели, р.о.
т.9	списък на ръководени договори с фирми, държавни или международни организации (1 най-малко)	18/ 2 ръководител- МОН; 4 – ЕК; 6 – чуждестранни 3 – ЕБР; 3 – МОН
Допълнителни показатели		
Чл. 42 ал.2 т.1	свързани с учебната дейност	
	а) аудиторни и извънаудиторни занятия:	
	разработване на лекционни курсове	5
	изнасяне на лекции в чуждестранни университети	7
	б) работа със студенти и докторанти	
	Ръководство на дипломанти	10
	Защитил докторант	1
т.2	свързани с научноизследователска дейност	20
	а) ръководство и участие в научноизследователски проекти	
	членство в творчески и/или професионални организации и редколегии	6
	участия с доклади в международни и национални научни форуми	70
	Член на научно жури	3
	Рецензент в международни списания	9
	Програмни комитети на конференции	17
	Награди	3

Въз основа на горните аргументи кандидатката се характеризира с активна изследователска, преподавателска, приложна, научно-организационна и научно-административна дейност, която **оценявам положително и убедено препоръчвам на Уважаемото научно жури да предложи на Факултетния съвет на Факултета по химично и системно инженерство на ХТМУ да избере за длъжността „професор” доц. д-р. Александра Грънчарова по научна специалност 5.2 „Електротехника, електроника и автоматика (Автоматизация на производството)”**.

12 декември 2017 г.

Член на научно жури:
/проф.дтн. К. Стоилова/

