

РЕЦЕНЗИЯ

по конкурс за заемане на академичната длъжност професор по
професионално направление „4.5 Математика“, научна специалност 01.01.13
„Математическо моделиране и приложение на математиката (Динамични модели на
биопроцеси: анализ, асимптотична устойчивост и стабилизируемост)“
обявен в „Държавен вестник“, бр. 95 от 01.11.2013 г.

с кандидат: доц. д-р Нели Стоянова Димитрова

рецензент: проф. д-мн Николай Колев Витанов, Институт по Механика на БАН

1. Общо описание на представените материали

Конкурсът за заемане на академичната длъжност професор по професионално направление „4.5 Математика“, научна специалност 01.01.13 „Математическо моделиране и приложение на математиката (Динамични модели на биопроцеси: анализ, асимптотична устойчивост и стабилизируемост)“ за нуждите на ИМИ-БАН, е обявен в „Държавен вестник“, бр. 95 от 01.11.2013 г. От предоставените документи става ясно, че до участие в конкурса е допуснат кандидатът доц. д-р Нели Стоянова Димитрова. Ето защо с настоящата рецензия се рецензира кандидатът доц. д-р Нели Стоянова Димитрова.

Кандидатът е представил за рецензиране общо 27 научни труда както следва:

- статии в списания с импакт-фактор и/или SJR – 10
- доклади на международни конференции, публикувани в пълен текст, включително и такива, публикувани в издания с импакт-фактор – 13
- статии в списания без импакт фактор или SJR – 3
- глави от книги, публикувани от международни издателства - 1

4 от публикациите са самостоятелни, а останалите са в съавторство. Тъй като наблюдавам от достатъчно дълго време публикационната активност на доц. Димитрова, за мен няма никакво съмнение, че нейният принос в съвместните публикации е достатъчен, за да бъдат включени тези публикации в списъка с публикации, представен по конкурса.

Приемам за рецензиране всички представени публикации. В допълнение отчитам участието на кандидата в написването на 5 книги и 4 статии, свързани с популяризацията на математиката, както и в написването и редактирането на

редица публикации, свързани с дейността на Ученическия институт по математика и информатика. Отбелязвам, че представените за конкурса 27 публикации са част от 34-те публикации на кандидата след последната процедура за старши научен сътрудник II степен.

2. Общи положения и биографични данни

Доц. д-р Нели Димитрова завършва Факултета по математика и механика при СУ „Св. Кл. Охридски“ през 1977 г. със специалност „Математическо моделиране“. През 1998 г. тя защитава дисертация за научната степен кандидат на математическите науки (степен днес наричана образователна и научна степен доктор) във Факултета по математика и информатика при СУ „Св. Кл. Охридски“. Темата на дисертацията е „Числени алгоритми с верификация на резултата за нелинейни уравнения“ по научната специалност 01.01.09 „Изчислителна математика“. От 1982 г. доц. Димитрова работи като научен сътрудник последователно в Научно-производствена лаборатория „Програма“ при ЕЦММ на БАН, Проблемна група по математическо моделиране в биологията към ЕЦ по биология на БАН, Институт по биофизика при БАН и Институт по математика и информатика при БАН, където е повишена в научен сътрудник I степен през 1998 г. и където работи и до настоящия момент. През 2002 г. Нели Димитрова е избрана за старши научен сътрудник II степен (днес наричано академична длъжност доцент), научна специалност 01.01.13 „Математическо моделиране и приложения на математиката“. От 2000 до 2006 доц. Димитрова е координатор на Ученическия институт по математика и информатика, от 2010 г. е ръководител на секция „Биоматематика“ в Институт по математика и информатика, от 2011 г. е научен секретар на Института по математика и информатика - БАН и от 2013 г. е член на Академичния съвет на Центъра за обучение при БАН. Нели Димитрова е била ръководител на 1 проект по линия на фонд „Научни изследвания“ и на 1 съвместен проект между ИММ и CNRS, който продължава и в настоящия момент. Освен това доц. Димитрова е участвала в 3 проекта по линия на фонд „Научни изследвания“, 4 европейски проекта по програмата COMENIUS и в 4 проекта по двустранно сътрудничество на ИММ с научни организации от Австрия, Германия, Швейцария и Франция. Доц. Димитрова е член на Съюз на математиците в България, секция „Биоматематика и научни изчисления“ и секретар на тази секция от създаването ѝ досега. Освен това Нели Димитрова членува в българския клон на СДММ и в АМС. Владее отлично немски език, много добре – английски език и добре – руски език.

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

Представените за рецензиране публикации са от областта на математическото моделиране на биопроцеси и по-специално моделиране на процеси в биореактори чрез модели съставени от нелинейни обикновени диференциални уравнения. Тези изследвания са развити в 5 направления както следва:

- А) Моделиране на биореактор с един субстрат и биомаса
- Б) Моделиране на биореактор за пречистване на отпадни води
- В) Моделиране на биореактор за пречистване на отпадни води от токсични отпадъци
- Г) Моделиране на управление на хемостат с две конкуриращи се биологични популации в него
- Д) Моделиране на хемостат в който са налице генно-модифицирани организми

В допълнение към горните направления е налице и разработка на алгоритъм за търсене на екстремум на продукцията на биореактора (например на продукцията на метан, както ще споменем на няколко пъти по-долу в текста). Този алгоритъм е разработен на основата на системата за компютърна алгебра MAPLE 13. В средата на същата система за компютърна алгебра с консултанските усилия на кандидата е разработен и програмният пакет VifTools който улеснява решаването на редица задачи, свързани с моделирането на биореактори и изискващи изследване на бифуркации в моделните системи диференциални уравнения. Като активен ползвател на системата за компютърна алгебра MAPLE съм добре запознат със широкото разпространение на тази система и поради това оценявам високо усилията довели до появата на програмните модули, свързани с алгоритъма за екстремум и програмния пакет.

По-долу давам по-детайлна характеристика на постиженията на кандидата в гореспоменатите 5 направления.

А) Моделиране на биореактор с един субстрат и биомаса

Такъв тип биореактори произвеждат метан на основата на биологично разлагане на органични отпадъци. Моделната система диференциални уравнения е анализирана в пурбикации [1, 2, 3, 5, 11, 14] от приложения списък. Базовият модел на реактора е разгледан в публикации [1,2,3], където скоростта на растеж на биомасата се моделира със съотношението на Моно. Един основен резултат е, че е показано съществуването на стойност на количеството на входното вещество, при което се получава максимална продукция на метан. Друг важен резултат е, че е показано, че при наличие на липса на информация на точните стойности на коефициентите на модела (стойностите на тези коефициенти могат да се изменят в някакъв интервал от стойности) е пресметната обвивка на множеството от равновесни точки, за което продукцията на метан е максимална. В публикацията [5] растежът на биомасата се моделира с друго съотношение – това на Халдейн. Използването на това съотношение води до промяна в модената система диференциални уравнения и позволява да се стабилизира състоянието на системата към предварително пресметната неподвижна точка, където е налице

максимално производство на биогаз. С други думи, показано е, че съотношението на Халдейн дава известни възможности за управление на биореактора чрез отрицателна обратна връзка. Тези разглеждания за влиянието на съотношението моделиращо растежа на биомасата върху продуктивността на биореактора са продължени по-нататък в публикацията [14], където е разгледан доста общ вид на гореспоменатото съотношение и въпреки това е показано, че дори и коефициентите на системата моделни диференциални уравнения да не са известни точно, а стойностите им да са в някакъв интервал, то чрез подходяща отрицателна обратна връзка може да се подтигне глобална стабилизация на модела и оттам, че е възможно да се доведе фазовата точка на системата в околност на равновесна точка във фазовото пространство, в която се максимизира производството на метан в биореактора.

Разглежданият базов модел на биореактор е разширен в друго направление в публикация [11] където един от коефициентите в модела вече не е константа, а функция на концентрацията на субстрата. Изследван е цикличният мод на функциониране на такъв биореактор и е показано, че съществува област на параметри, за които граничните цикли, свързани с цикличната работа на реактора, са устойчиви и оттук процесите в биореактора са дългосрочно предсказуеми (и следователно съществува възможност и за контрол върху тези процеси).

Б) Моделиране на биореактор за пречистване на отпадни води

На тези модели са посветени публикации [4, 6, 7, 9, 10, 12, 16, 17, 19, 21, 22, 25]. Отнасям тематично публикации [6] и [9] тук, въпреки, че моделните им уравнения са доста близки до моделните системи уравнения, споменати по-горе. В тези модели биомасата е активна утайка или някакъв замърсяващ биологичен материал, който трябва да се рециклира и функционирането на биореактора зависи и от концентрацията на рециклираната биомаса. Тук изследването е стигнало до случая на неопределени коефициенти, чиито предполагами стойности са в даден интервал от стойности и до изследване на 3 вида бифуркации. Съществува голям потенциал за получаване на нови резултати при продължаването на тези изследвания.

Основната насока на изследванията на доц. Димитрова за моделиране на биореактор за пречистване на отпадъчни води е свързана с модела, описан в публикацията [4], където се моделира биореактор с два вида субстрат и два вида микроорганизми, като в резултат на процесите в реактора се отделя и метан. Моделът е усложнен допълнително чрез параметър, характеризиращ хомогенността на средата в биореактора. В [4] скоростите на растеж на микроорганизмите се описват съответно със съотношенията на Моно и Халдейн. Следвайки споменатата при описанието на предишната изследователска област последователност на изследване, тук са изследвани неподвижните точки и възможността за стабилизацията им чрез отрицателна обратна връзка. Изследванията продължават като се прилагат модификации, свързани с:

- различен вид на отрицателната обратна връзка – публикация [7],

- наличие на неопределености на коефициентите и скоростите на растеж на микроорганизмите – публикации [8, 10],

както и като се изследва устойчивостта и бифуркациите на равновесните точки на модела. Разширена версия на модела от публикация [4] е изследвана в публикации [16, 17, 19], като освен доста общ вид на скоростите на растеж на двете компоненти на биомасата е добавено и уравнение, осигуряващо движение на фазовата точка към определена точка, свързана с потреблението на кислород от процесите в биореактора. Показано е, че биореакторът може да се стабилизира в състояние, характеризиращо се с потребление на кислород, зададено от гореспоменатата определена точка и максимално производство на метан в биореактора. Разширеният модел е изследван по-нататък в публикациите [21, 22, 25] и като важен резултат е показано, че фазовата точка, съответна на моделираната система може да се стабилизира глобално към точката, съдържаща като координата преварително зададеното потребление на кислород от биореактора.

В) Моделиране на биореактор за пречистване на отпадни води от токсични отпадъци
Този модел се състои от система от 4 нелинейни диференциални уравнения и е изследван в публикациите [15, 20]. Пресметнати са неподвижните точки на моделната система, както и два вида бифуркации на равновесните състояния. Получени са резултати относно глобална устойчивост на състояние, което би могла да има практическо приложение, тъй като моделът моделира реална и актуална индустриална ситуация.

Г) Моделиране на управление на хемостат с две конкуриращи се биологични популации в него

Следващите две направления на научна дейност на кандидата са свързани с моделиране на процеси в хемостати – биореактори с постоянен химичен състав на реагентите, постиган чрез вливане на входни продукти и извличане на изходния продукт от действието на реактора. Оставени сами на себе си (иначе казано при липса на управление на хемостата) от двете популации оцелява тази, която по-добре усвоява субстрата. В публикации [23, 26] се изследват условията за глобална стабилност на състояние, в което при подходящ избор на характеристиките на единия вид микроорганизми и двете популации от микроорганизми оцеляват. Тук усилията са насочени към разширяване на резултатите за глобалната устойчивост, в смисъл, че се предлагат по-малко ограничителни изисквания като достатъчни условия за съществуване на глобална устойчивост на гореспоменатото състояние на съществуване на двете популации от микроорганизми.

Д) Моделиране на хемостат в който са налице генно-модифицирани организми

При този вид хемостат е налице субстрат и два вида организми генно модифицирани организми и генно немодифицирани организми. Резултатите от изследванията са изложени в публикациите [18, 24, 27]. Целта е да се намери такъв

режим на работа на реактора, че да се произвежда колкото се може повече продукция и същевременно и двата вида микроорганизми да оцеляват, тъй като генно-модифицираните организми не могат да оцелеят без генно-немодифицираните организми. Един важен резултат в изследването на този модел е, че е показано как чрез отрицателна обратна връзка може да се стабилизира състояние на хемостата, в което концентрацията на генно-модифицираните организми е максимална.

4. Основни научни и научноприложни приноси. Отражение на резултатите в трудовете на други автори

Според мен основните научни приноси на кандидата могат да бъдат разпределени в следните групи:

- Изследване на фазовата динамика на величините, свързани с модели на биореактори и по-специално намиране на неподвижните точки, описващи различни възможни стационарни режими на работа на реакторите
- Изследване на устойчивостта на получените неподвижни точки по отношение на промяна на параметрите на системата или вследствие на неточно познаване на тези параметри. Изследване на характеристиките на различните видове бифуркации, водещи до други стационарни или периодични режими на работа на биореакторите
- Изследване на условията за глобална стабилност на състояния на биореактора, водещи до максимални стойности на произвежданата продукция и глобална стабилизация на такива желани състояния чрез въвеждане на подходящи отрицателни обратни връзки в процесите, които се отразяват в съответните допълнителни членове на моделните уравнения

Особено много ценя получените резултати в областта на глобалната устойчивост на състояния на изследваните модели.

Освен научните приноси кандидатът е допринесъл и за съществени научно-приложни приноси, като например алгоритъма за получаване на екстремуми с приложение към откриване на режимите с максимална продукция на биореактора, както и програмния пакет за изследване на характеристиките на бифуркациите, свързани с моделните уравненията на процесите в изучаваните биореактори.

Класифицирам научните и научноприложните приноси на кандидата доц. Димитрова като доказване с нови средства на съществени нови страни на вече съществуващи научни области, създаване на нови класификации и модели получаване на потвърдителни факти.

Като се запознах с представените приноси, заключавам, че доц. д-р Нели Димитрова има съществени научни и научно-приложни приноси в областта на моделирането на процеси в биореактори. Според мен приносите като количество и качество са достатъчни за заемане на академичната длъжност „професор”.

По отношение на отражение на резултатите на кандидата в трудовете на други автори констатирам следното. Кандидатът е представил списък с 86 цитата на научните си публикации. От тях 55 са от чуждестранни автори. Общият импакт-фактор на представените за рецензия статии е 8.546, а общият SJR индекс е 1.709. Една от статиите е цитирана 39 пъти, h-индексът на кандидата е h=4, а g-индексът е g=8. Налице е добър потенциал за нарастване на двата последни индекса в следващите години.

5. Преподавателска дейност. Ръководство на докторанти и дипломанти

Доц. д-р Димитрова в продължение на 12 години е чела лекционен курс във Факултета по математика и информатика на СУ „Св. Климент Охридски“, свързан с приложенията на компютърната алгебра към биологични и медицински изследвания. Изнасяла е и лекции на летните школи на Ученическия институт по математика и информатика в периода 2002-2005 г. Доц. Димитрова е била ръководител на 1 защитил докторант, както и научен ръководител на трима дипломанти и трима стажанти. Запознавайки се с изискванията за заемане на академичната длъжност „професор“ в ИМН – БАН установих, че доц. Димитрова удовлетворява всички от тях с изключение на едно – вместо на двама защитили докторанти е била научен ръководител на 1 защитил докторант. Съпоставяйки изискванията с представените по конкурса постижения, стигнах до извода, че ръководството на трима дипломанти и трима стажанти в значителна степен компенсира липсата на втори защитил докторант, а в допълнение отбелязвам, че по другите показатели резултатите на доц. Димитрова надхвърлят изискванията и по някои от показателите надхвърлянето е доста значително. Ето защо, считам резултатите от научната и преподавателската дейност на доц. Димитрова за компенсиращи с излишък липсата на втори защитил докторант.

6. Критични бележки и препоръки

Статиите [6] и [9] в авторската справка са отнесени към първата област на изследвания на кандидата – моделиране на биореактор с един субстрат и биомаса. Въпреки, че системата уравнения е силно подобна на моделите от първата област на изследвания на кандидата, аз ги отнесох към втората област на изследвания – моделиране на биореактор за пречистване на отпадни води, където според мен, тези публикации попадат тематично. Нямам принципни и формални забележки към научните трудове на кандидата.

7. Лични впечатления от кандидата

Познавам доц. Димитрова от 2011 г и личните ми впечатления от нея са много добри. Тя съвместно върши като научната така и административната работа и отлично се вписва в по – големи научни колективи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несъмнено за мен и добре видимо от представените за конкурса публикации е, че областта на изследвания на кандидата е перспективна и със значителен потенциал за практически приложения. Отбелязвам, че кандидатът доц. д-р Нели Димитрова е представила достатъчно по обем и значимо по съдържание научно творчество, покриващо изискванията за заемане на академичната длъжност професор. Въз основа на запознаването с представените научни трудове, тяхната значимост, съдържащите се в тях научни и научноприложни приноси и като се запознах с преподавателската и друга дейност на доц. Димитрова, намирам за основателно да предложа и без никакво съмнение предлагам на уважаемото научно жури и на уважаемия Научен съвет на ИМИ-БАН, доц. д-р Нели Стоянова Димитрова да заеме обявената по настоящия конкурс академична длъжност „професор” в професионалното направление „4.5 Математика”, научна специалност „01.01.13. Математическо моделиране и приложение на математиката (Динамични модели на биопроцеси: анализ, асимптотична устойчивост и стабилизируемост)”.

София

26.01.2014 г.

/проф. д-мн Николай К. Витанов/