

До Председателя на НС на ИМИ-БАН

Становище

относно дисертационния труд на
Милен Колев Борисов на тема

„Устойчивост и бифуркации на равновесни точки в математически
модели на биопроцеси”

за присъждане на образователна и научна степен “Доктор”

в област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика,
професионално направление 4.5. Математика, Научна специалност 01.02.13. –

Математическо моделиране и приложение на математиката, научен
ръководител доц. д-р Нели Стоянова Димитрова

Рецензент: проф. Светослав Маринов Марков, дмн,
Институт по Математика и Информатика на БАН

Настоящото становище е изготвено на основание заповед № 371/21.12.2012 за определяне на научно жури по процедура за присъждане на образователна и научна степен “Доктор” на Директора на Институт по Математика и Информатика на БАН. Въз основа на тази заповед и решение на журито от 27.02.2013 г. по процедурата ми е възложено да дам становище относно дисертационния труд на **Милен Колев Борисов** на тема «Устойчивост и бифуркации на равновесни точки в математически модели на биопроцеси» за присъждане на образователна и научна степен “Доктор” в област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.5. Математика, Научна специалност 01.02.13. – Математическо моделиране и приложение на математиката, научен ръководител доц. д-р Нели Стоянова Димитрова.

1. Кратка биографична справка

Милен Борисов е роден в град Габрово на 18 декември 1981 г. Получава бакалавърска степен във ФМИ на СУ „Св. Кл. Охридски”, специалност „Информатика” през 2004 г. Получава степен магистър към магистърска програма „Био- и медицинска информатика” към катедра „Информационни технологии” на ФМИ през 2008 г. след защита на дипломна работа на тема „Изследване на математически модели на хранителни вериги в хемостат: устойчивост и бифуркации на равновесни точки” с научен ръководител доц. д-р Нели Димитрова. Милен Борисов е зачислен през декември 2008 г. като задочен докторант в ИМИ-БАН, секция „Биоматематика”, по специалността 01.01.13 „Математическо моделиране и приложение на математиката (в биологията)” с

научен ръководител доц. д-р Нели Димитрова. От 2010 г. Милен Борисов работи в ИМИ–БАН като програмист, а от 2012 г. като асистент към секция „Биоматематика“. Автор е на четири научни публикации (статии) по дисертационния труд, всички излезли от печат. Участвал е активно в работата по научно-изследователския проект „Компютърни симулации и иновационни моделни изследвания на биопроцеси“ по договор ДО 02–359/2008 с Фонд „Научни изследвания“. Има изнесени десет доклада на национални и международни конференции и семинари. Участвал е в реализацията на голям брой софтуерни системи.

2. Актуалност на проблема

Научните изследвания на дисертанта са от областта на биоматематиката и се отнасят до изследване на математически модели на биосистеми (като ферментори, биореактори, хемостати и др под.) и свързани биотехнологични процеси. Широко известно е, че съвсем малки подобрения в параметрите на биотехнологичните процеси могат да доведат до значителен икономически ефект, а от друга страна малки изменения в стойностите на тези параметри могат да доведат до катастрофални последици. Математическото моделиране и анализ на биосистемите по отношение на параметрите им е икономически ефективен метод за конструиране и управление на реални биосистеми и процеси, имащи отношение към важни области на живота на планетата и човешкото здраве. Да споменем биопроцесите на очистване на отпадни води, детоксикация на минни отпадъчни продукти, фармацевтичните производства и други подобни.

3. Познаване състоянието на проблема от страна на дисертанта

Направен е обзор на важна част от съществуващите литературни източници по темата на дисертационния труд. Интердисциплинарният характер на темата на дисертацията изисква а) сериозни познания от математическата теория на динамичните системи (в частност на автономните системи от нелинейни диференциални уравнения), б) познаване на основните принципи на математическото моделиране (в частност на динамичните модели на биотехнологични процеси), в) владение на съвременни средства за програмиране (в частност поне една система за компютърна алгебра – СКА), г) добро познаване на биохимичните основи на процесите с цел адекватно интерпретиране на получените теоретични резултати. Уместно използваните и цитирани литературни източници в дисертацията показват, че дисертантът е добре запознат с математическата теория на бифуркациите. Създадените програмни продукти показват, че той има отлични умения за програмиране в средата на СКА Maple. От получените в дисертацията научни резултати може да се заключи, че дисертантът има базови познания по биотехнологията и биохимията на ферментационните процеси и умее да използва тези знания за качественото изследване на нови модели.

4. Цел и задачи на дисертационния труд, методика на изследване

Дисертационния труд си поставя три взаимно свързани цели:

А) разработване на алгоритми за бифуркационен анализ на параметрични динамични системи;

Б) програмна реализация на разработените алгоритми за бифуркационен анализ на параметрични динамични системи в среда СКА Maple;

В) приложение на разработените алгоритми и програми за изследване на математически модели на биосистеми (както известни, така и нови).

За постигането на така поставените цели са формулирани конкретни задачи, за които ще стане дума по-долу. Относно избраната методика на изследване може да се каже следното. По отношение на теоретичната част изборът пада върху теорията на централното многообразие и на топологичните нормални форми. По отношение на програмната част изборът е върху системите за компютърна алгебра. И в двата случая избраната методика е възможно най-съвременна и най-подходяща за извършените научни изследвания. Дисертацията правилно съчетава гореспоменатите съвременни методики за постигане на набелязаните цели.

5. Кратко описание на съдържанието и резултатите в дисертацията

Дисертационният труд „Устойчивост и бифуркации на равновесни точки в математически модели на биопроцеси” съдържа 117 страници и се състои от увод, пет глави, заключение, приложения и литература.

Първа глава (стр. 1-2) е уводна. Дава се кратка мотивация за актуалността на разработваната тематика и структурата на дисертацията.

Във втора глава (стр. 3-23) е направен обзор на основни резултати от теорията на динамичните системи, в частност на нелинейните автономни обикновени диференциални уравнения. Наблегнато е на параметричните динамични системи и по-специално на локалните бифуркации на равновесни точки. Разгледани са методи за изследване на локалните бифуркации от теорията на централното многообразие и топологичните нормални форми на бифуркациите.

Трета глава (стр. 24-47) е посветена на алгоритми за намиране на нормалните форми на локални бифуркации на равновесни точки на параметрични динамични системи с ко-размерност едно и две. По-специално разгледани са бифуркации от тип седло-възел, транскритична, вилкообразна, бифуркация на Хопф и бифуркация на Богданов–Такенс и е разгледан методът на резултатите. Формулирани са и са доказани две твърдения относно установяване на неизроденост на бифуркацията на Хопф.

Четвърта глава (стр. 48-65) е посветена на създадения с активното участие на дисертанта програмен пакет наречен BifTools. Пакетът е програмна реализация на представените в дисертацията алгоритми за бифуркационен анализ на параметрични динамични системи. Пакетът BifTools е реализиран в системата за компютърна алгебра (СКА) Maple и по точно в последната версия Maple 13. Дава се подробно описание на пет базови процедури за символно пресмятане на нормални форми на бифуркации. Пакетът BifTools е сравнен с други съществуващи подобни програмни средства. Пакетът е приложен за изследване на известни от литературата математически модели от няколко различни приложни области.

В пета глава (стр. 66-99) е даден математически анализ за устойчивост на конкретен математически модел на биологично разграждане на токсични вещества в биореактор за пречистване на отпадъчни води. Намерени са равновесните точки и са дадени условия за локална устойчивост. С пакета BifTools са изследвани бифуркации относно два параметъра. Направен е анализ за глобална устойчивост. Проведените компютърни симулации демонстрират значителните възможности на създадения програмен продукт за подпомагане и тълкуване на теоретични и експериментални резултати.

В приложенията (стр 100-110) се дават програмни кодове, с които са пресметнати резултати от разглежданите задачи.

Заключението (стр 111-112) обобщава основните резултати, от дисертацията, публикациите и апробацията на резултатите.

6. Научно-приложни и приложни приноси в дисертацията

Основните научно-приложни и приложни приноси на дисертационния труд са: а) създадени са оригинални техники и алгоритми за изучаване на динамични модели на реални биопроцеси, и б) създадени са специализирани програмни средства в съвременна софтуерна среда, които са основани на тези алгоритми. Програмният пакет BifTools, реализиран в СКА Maple, е уникално средство за символно намиране на нормални форми на бифуркации.

7. Преценка на публикациите по дисертацията

По дисертацията има налице четири публикации. Всички са публикувани – печатно и електронно. Всички публикации са на английски език. Две от статиите са публикувани в международни списания (като едното списание е с импакт-фактор), една статия е в рефериран сборник с трудове на международна конференция (AMITANS) и една е от поредицата „Научни известия” на ИМИ-БАН. Три от публикациите са в съавторство с научния ръководител, една и самостоятелна. В публикациите са отразени всички съществени резултати от дисертацията. Самостоятелният принос на дисертанта в публикуваните трудове личи както в теоретичната част, така и в направените от него софтуерни приложения.

8. Апробация и лични впечатления

Резултатите от дисертационния труд са докладвани на десет семинари и в международни конференции у нас и в чужбина. Налице е достатъчна апробация на резултатите на автора. Самостоятелното участие на дисертанта в представянето на резултати също така не буди съмнение. Присъствал съм лично на някои от докладите на дисертанта и мога да потвърдя, че се справя добре и изнася лекциите си на високо научно ниво.

9. Автореферат

Авторефератът отразява правилно основните положения, получените приноси в дисертацията и тяхната апробация. Прави много добро впечатление поместената на стр 24-25 таблица, обобщаваща целите, задачите и приносите в дисертацията, както и мястото им в дисертацията.

10. Критични бележки и препоръки

Нямам бележки по отношение на оформянето, структурата и съдържанието на дисертационния труд. Една малка терминологична бележка: по-добре на български звучи „вилкообразна”, вместо „вилообразна” бифуркация. Препоръчвам на дисертанта да продължи да поддържа и развива пакета BifTools чрез включване на нови алгоритми за бифуркации.

Заклучение

Считам, че дисертантът показва добро познаване на състоянието на проблема, използва съвременни методи и техники за изследване и решаване на поставените задачи. Поставените от дисертанта цели и задачи са постигнати. Дисертационният труд е написан на ясен и разбираем език и е структуриран добре. Оформен е изключително грижливо.

Оценката ми за дисертационния труд, автореферата, научните публикации и научните приноси на Милен Колев Борисов е положителна.

Представеният дисертационният труд на Милен Колев Борисов на тема «Устойчивост и бифуркации на равновесни точки в математически модели на биопроцеси» и получените научно-приложни и приложни резултати отговарят на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България, Правилника за прилагане на Закона за развитие на академичния състав в Република България, и Правилника за развитието на академичния състав на ИМИ-БАН.

Горното ми дава основание да предложа на членовете на Научното жури да предложат на НС на ИМИ-БАН да присъди на Милен Колев Борисов **образователната и научна степен “Доктор”** в област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.5. Математика, Научна специалност 01.02.13. – Математическо моделиране и приложение на математиката.

С уважение:

гр. София, 22 април 2013

(проф. дн С. Марков)