

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационния труд на тема:

“Експериментални методи за изследване на нелинейността на ветровото вълнение в бреговата зона”

представен от гл. ас. Наталия Каменова Андреева за придобиване на образователната и научна степен **ДОКТОР** по научната специалност 01.08.07 – „Океанология“, секция „Динамика на бреговата зона“

Рецензент: **проф. дтн. инж. Пенко Николов Градинаров**, гр. Варна, съгласно решение на Научното жури по защита на образователната и научна степен „доктор“ от Наталия Каменова Андреева, ПРОТОКОЛ № 1/4.VII.2013 г.

1. По процедурата на конкурса. Считам, че изискванията на Закона за научните степени и звания са спазени.

2. Представени на рецензента документи, свързани със защитата:

а) Дисертационен труд – 215 стр., включващ 6 глави и 2 приложения:
Приложение 1. Списък на научните статии на автора във връзка с дисертацията:

- 4 статии, публикувани в списания с импакт фактор;
- 1 статия, публикувана като част от монография;
- 2 доклада на международни научни конференции;
- 1 статия, публикувана в наше списание.

Приложение 2. Цитирания на научни статии с участието на докторантката, свързани с дисертацията – общо 15 цитирания.

б) Автореферат – 31 стр.

3. Актуалност и дисертабелност на разработваните проблеми.

Въздействието на морските вълни върху бреговете съоръжения и плавателните съдове в плитки води е един проблем за научно-инженерната практика, който все още няма своето еднозначно и окончателно решение. Когато вълните навлязат в бреговата зона, на плитки води, те претърпяват сложна, многопланова трансформация, върху която оказват влияние множество фактори. Един от най-важните между тях са нелинейните взаимодействия между хармоничните компоненти на вълнението. От 80-те и 90-те години на миналия век насам много изследователи са работили и работят по този проблем, но науката е все още далече от неговото окончателно решение (ако такова въобще е възможно). Както личи от заглавието, дисертацията е посветена именно на изследване на нелиней-

ността на вълнението при излизането му на плитка вода. Така че актуалността на разработения проблем не буди никакво съмнение. Сложността на темата, многообразието на използваните математически методи предопределят нейната дисертационност.

4. По съдържанието на дисертационния труд.

В гл. 1 е направен подробен и задълбочен обзор на литературните източници, отнасящи се до третираните в дисертацията проблеми.

В гл. 2 са описани базите, съоръженията и условията, при които са получени използваните в работата експериментални данни. Описани са НИБ „Шкорпиловци“ на ИО – БАН, експериментите „Вълна“ – 1990 и „Шкорпиловци“ – 2007; приведена е кратка информация и за проведения в хидроканала на ИВС – ПАН лабораторен експеримент.

Гл. 3 е посветена на много подробен обзор на методите, използвани по-нататък в работата. Приведени са дефинициите на моменти и кумуланти на стационарен случаен процес, коментирани са преимуществата на кумулантното описание на процеса при използване на биспектрите, дадена е също и дефиницията за кохерентна функция и са разгледани някои методи за оценка на биспектрите.

В гл. 4 е проведен анализ на вълните в бреговата зона. Приети са подходящи параметри, характеризиращи вълнението откъм различни негови свойства – напр. параметър на Ursell, асиметрия, ексцес и е проследено изменението им с приближаване на вълните към брега. Направено е сравнение между различните методи за пресмятане на честотния спектър. За различни дълбочини по естакадата са приведени графиките на спектралната плътност, получени по директния метод на Welch и чрез модел на AP – по метода на Yule-Walker. Отбелязана е близостта на резултатите, получени по двата метода.

По данни за щорма от 22 ч. на 30.11.1990 г. са приведени оценките на биспектъра на вълнението за 8 различни дълбочини при подхода му към брега, получени по индиректен и директен метод. Направено е сравнение между двата метода. Биспектрите са анализирани от гледна точка на нелинейните взаимодействия. По-нататък са приведени оценките за бикохерентната функция на вълнението за същите дълбочини и са направени съответните изводи. Приведени са и оценки на AP- и APС-биспектри; дадено е сравнение между „традиционните“ и „параметричните“ биспектри. Проследено е изменението на вълнението с приближаването му към брега. Направени са съответните изводи и препоръки.

В гл. 5 са изследвани нелинейните взаимодействия от II порядък в бреговата зона. Първо са разгледани бихроматични вълни, състоящи се от две синусоиди с близки честоти ($f_1=0.5$ Hz, $f_2=0.52$ Hz), разпространяващи се на постоянна дълбочина ($h=0.3$ m). По експериментални данни, получени в хидроканала на ИВС – ПАН, е проследено развитието на спектъра на вълните с отдалечаване от вълнопродуктора. Вследствие

нелинейните взаимодействия възниква синусоида с честота $\approx 1\text{ Hz}$ и даже втора с честота $\approx 1,5\text{ Hz}$ и спектърът на вълните се разширява. Построени са функциите на кохерентност за обвивките на хармониките с честоти 0.5 и 1 Hz и е проследено изменението им с отдалечаване от вълнопродуктора. Проследено е развитието на самата бихроматична вълна, на обвивките на двете хармоники, на функцията на кохерентност между тях и на спектъра на вълнението с отдалечаване от вълнопродуктора.

По-нататък същата схема е приложена и за изучаване на нерегулярно вълнение. Разглеждат се само първите две хармоники, останалите се пренебрегват. За тази бихроматична вълна, „извадена“ от реалното нерегулярно вълнение, е проследено развитието на същите характеристики, както и при експеримента в хидроканала. Направени са съответните изводи.

Гл. 6 е посветена на изследване на развитието на нелинейните вълни при трансформацията им в бреговата зона. Въведени са някои допълнителни характеристики на вълнението в бреговата зона, като *значителна и относителна височина, характерна дължина на вълната, наклон на дъното и относителна дълбочина*. Разграничени са 4 сценария за еволюция на вълнението в зависимост от обмена на енергия между първата и втора хармоники. За един от сценариите са построени бикохерентните функции за четири дълбочини и са направени съответните тълкувания.

5. Приноси.

5.1. Признавам като приложни и научно-приложни приносите, които докторантката излага като претенция в дисертацията.

Като важни и значими оценявам следните резултати от дисертацията:

5.2. Проследяване на изменението на важни характеристики на вълнението – спектрална плътност, биспектър, бикохерентна функция, асиметрия, ексцес, параметър на Ursell с приближаване на вълните към брега. Освен практическа стойност, тази информация има и теоретично значение – като възможна основа за теоретични изследвания за създаване на обща теория за трансформацията на вълнението на плитка вода.

5.3. Сравненията между различните методи за построяване оценките на спектралната плътност, биспектъра, бикохерентната функция. Тази информация може да бъде полезна за евентуалните бъдещи изследователи – за бърз избор на метод в зависимост от целите, които преследват.

6. Критични бележки.

6.1. По принцип гл. 1 и гл. 3 представляват литературен обзор по темата на дисертацията. При това положение съотношението между обемите на литературния обзор и на собствено съдържанието на работата е твърде голямо – около 3:4. Твърде многобройни са и цитираните литературни източници – 231! Не мога да квалифицирам като недостатък един толкова пълен, написан на високо научно ниво, показващ много добра математическа подготовка и познаване на теорията на морското вълнение, обзор. Но определено считам, че ако информацията, приведена в гл. 3, се

съкрати (като се пропуснат напр. основните характеристики на едномерни и многомерни случайни величини и на случайни процеси и мн. др.), дисертацията няма да загуби нищо, дори напротив – ще спечели. Събраният и творчески обработен литературен материал може да послужи като основа за написването на монография в областта на трансформацията на морското вълнение в бреговата зона. Искрено и категорично препоръчвам на докторантката и на нейния научен ръководител такава монография да бъде написана.

6.2. В глава 5 резултатите, получени при лабораторния експеримент върху бихроматични вълни, без никаква обосновка се пренасят върху нерегулярни вълни – по-висшите хармоники се пренебрегват. Няма никаква информация за това – каква грешка се допуска при такъв подход. В личен разговор докторантката ме информира, че е проверила влиянието на третата хармоника и то се е оказало малко, но в дисертацията за това не се споменава нищо.

6.3. В теорията на стационарните случайни процеси е добре известно понятието *ергодичност*. За процеси, притежаващи свойството *ергодичност*, различните неслучайни характеристики (математическо очакване, дисперсия, корелационна функция, спектрална плътност) могат да се пресмятат чрез усреднение по времето, а не по множеството реализации. Добре известно е също, че за морското вълнение усреднение може да се прави само по времето, тъй като е невъзможно да се получи сноп от реализации. По тази причина свойството ергодичност се „вменява“ на този случаен процес. Провеждани са изследвания, които показват, че таква допускане е коректно при развити щормове. В дисертацията не е споменато нищо по този въпрос – считам това за пропуск.

6.4. На фиг. 4.10д,е,ж в разрезите на бикохерентната функция по диагонала $f_1=f_2$ и по правата $f_2=f_p$ (която е неточно и неясно означена с $b_x(f_1, f_2)$), височините на основния пик са различни, което е невъзможно. Освен това, на фиг. 4.9 и 4.10 по ординатите на честотния спектър са нанесени отрицателни числа, което също е очевидна грешка.

6.5. При изписването на някои формули са допуснати грешки, например:

Първите равенства на формули (3.17) и (3.18) на стр. 42 са несъвместими.

Примери за грешно записани формули са още: ф-ла (1.5) – стр. 14 (скаларна величина ли е δ_k ?); ф-ла (3.30) – стр.46; (3.68) – стр. 56; ф-ла (5.2) – стр. 151(пропуснат е индексът i при $x(t)$) и др.

6.6. Въпреки че, общо взето, езикът на изложението е точен и изискан, допуснати са и някои неточности, например: стр. 44, последен абзац; стр. 144 – тълкуването на фиг. 4.16б не е съвсем коректно; съждението в последния абзац на стр.148 звучи пресилено (като се има

предвид фиг. 4.17б – очевидно съждението се базира на литературен източник) и др.

6.7. Правописните грешки не са много, ако се изключи употребата на запетаи.

7. Заключение.

Рецензираната дисертация представлява една достатъчно голяма по обем, изпълнена на високо научно ниво, разработка. Подбрани са подходящи съвременни методи за изследване на нелинейните ефекти при навлизане на вълнението в бреговата зона, извършена е голяма изчислителна работа, получена е картината на изменение на много параметри на вълнението при излизането му на плитка вода, направено е сравнение между различните методи за оценка на биспектъра. Всичко това показва, че докторантката Наталия Каменова Андреева е добре запозната с теорията на морското вълнение и със съвременните математически методи за неговото изследване. Добро впечатление правят многобройните цитирания на научни статии, свързани с дисертацията, както и многобройните международни връзки на докторантката.

Авторефератът отразява пълно и точно съдържанието на дисертацията.

Считам, че дисертацията притежава изискваните от закона за научните степени и звания качества, а авторката е достойна да притежава образователната и научна степен ДОКТОР.

Изхождайки от казаното, си позволявам да препоръчам на уважаемото Научно жури по защита на образователната и научна степен „доктор” да присъди на докторантката гл.ас. Наталия Каменова Андреева образователната и научна степен ДОКТОР.

08.09.2013. г
Варна

Рецензент: проф. дн. инж. П. Градинаров

