

СОФИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ „СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ”

Биологически факултет

Катедра “Зоология и антропология”

Виолета Иванова Евтимова

**Биология и поведение на китоподобните
бозайници в Черно море**

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертационен труд

за присъждане на образователна и научна степен „доктор”
професионално направление 4.3. Биологически науки (Зоология – Зоология
на гръбначните животни)

Научен ръководител:

доц. д-р Венцеслав Делов

София, 2019

Дисертацията е разработена в катедра „Зоология и антропология“ на Биологическия факултет на Софийски Университет „Св. Климент Охридски“.

Дисертационният труд е обсъден и насрочен за защита на разширен катедрен съвет на катедра „Зоология и антропология“, състоял се на 14.01.2019 г.

Дисертационният труд съдържа общо 115 страници, включително 63 фигури, 17 таблици, 5 приложения (4 страници). Списъкът на цитираната литература включва 157 източника, от които 32 на кирилица и 125 на латиница.

Част от изследванията по дисертацията са финансирани по проект №101/04.2016. „Проучване на изхвърлените по бреговете на българското северно черноморие три вида китоподобни“ и проект № 212 от 2017г. „Проучване на трите вида китоподобни и тяхната смъртност в българския черноморски регион“ към фонд „Научни изследвания“ на Софийския Университет. Друга част от изследванията по дисертацията са финансирани от Society for Marine Mammalogy.

Защитата на дисертационния труд ще се състои на от часа в аудитория на Биологически факултет на Софийски Университет „Св. Климент Охридски“.

1. УВОД

Обект на това изследване са трите вида китоподобни обитаващи Черно море, които се срещат и в българската акватория - морска свиня (*Phocoena phocoena relicta* Abel, 1905), обикновен делфин (*Delphinus delphis ponticus* Barabash, 1935) и афала (*Tursiops truncatus ponticus* Barabash-Nikiforov, 1940). Китоподобните са труден обект за изследване, тъй като техните местообитания са трудно достъпни и изискват добре финансирани проекти, както и специализирана апаратура. Поради всичко това проучванията на китоподобните в България са оскъдни.

Много от допълнителните изследвания в настоящата дисертация се намират на границата между научните дисциплини. Например проучванията в областта на екоотоксикологията имат граничен характер между екологията, биологията и химията. Изследванията върху продължителността на живота се отнасят изцяло към биологията на даден вид, докато изследванията върху смъртността имат граничен характер между биологията и екологията. В тази връзка ние възприемаме биологията на вида като обединяващо понятие на изследванията, които имат интердисциплинарен характер. Екологичните аспекти на проучванията също в генерален план отнасяме към биологията, тъй като според Begon (2006) екологията като наука представлява раздел на биологията.

2. ЛИТЕРАТУРЕН ОБЗОР

Представен е обзор на литературата, свързана с изследвания на китоподобни за тяхното разпространение, смъртността им, токсикологията и концентрацията на тежки метали в тъканите, проучвания свързани с поведението им. Направен е преглед на изследванията върху целевите видове както за акваторията на България, така и за територията на цялото Черно море.

3. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ

Целта на настоящата дисертация е извършване на изследвания, които основно се отнасят към биологията и поведението на целевите видове: разпространение, продължителност на живот, екоотоксикологични изследвания, изследвания върху смъртността, циркадна активност, активност през есенно-зимния сезон и форми на поведение регистрирани на повърхността на водата.

Задачите, които си поставихме за постигането на поставената цел са:

1. Избиране на подходящи методики и разработване на оригинални такива за проучване на целевите видове.
2. Регистриране на броя на мъртвите индивиди от целевите видове по локации, месеци и години в периода 2015 – 2017 г.
3. Извършване на изследване за продължителността на живота при моделен вид - *Phocoena phocoena* чрез утвърдена методика.
4. Извършване на теренни проучвания по утвърдена методика от плавателен съд в моделна територия на разпространението на целевите видове през есенно зимния сезон.

5. Биомониторингови проучвания върху натрупването на тежки метали в регионален и възрастов аспект при моделен вид - *Phocoena phocoena*.
6. Проучване на денонощната активност на целевите видове чрез биоакустични и визуални методи.
7. Регистриране и анализ на поведенческите категории наблюдавани на водната повърхност.

4. МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

4.1. Характеристика на района на изследване

Черно море се намира в Югоизточна Европа и е част от голямото междуконтинентално Средиземно море. Босфорският проток го свързва с Мраморно море, а чрез Дарданелите има връзка със Средиземно море. На север Керченският проток го съединява с Азовско море. В тези граници Черно море има площ 413 500 кв.км. (1/853 част от площта на Световния океан). Бреговата линия е общо 4090 км. Максималната дълбочина достига 2245м., средната дълбочина е 1271м., а обемът му е 537 000 куб. км. В релефа на черноморското дъно ясно са обособени три основни форми - шелф, континентален склон и котловинно дъно. Докато всички океани и повечето морета имат почти еднаква соленост - 36 ‰, тази на Черно море е два пъти по-ниска - 18‰.

4.2. Характеристика на целевите видове:

В Черно море обитават три вида китоподобни (разред *Cetacea*) – морска свиня (*Phocoena phocoena relict* Abel, 1905), обикновен делфин (*Delphinus delphis ponticus* Varabash, 1935) и афала (*Tursiops truncatus ponticus* Varabash-Nikiforov, 1940). Всички те са представители на подразред зъбати китоподобни (*Odontoceti*). Популациите на трите вида китоподобни в Черно море са генетично различни от популациите на същите видове в Средиземно море и североизточния Атлантик. Поради тази причина черноморските китоподобни са квалифицирани като подвидове (Rosel *et al.*, 1995; Fontaine *et al.*, 2005; Natoli *et al.*, 2005; Birkun, 2008).

4.3. Събиране на данни за разпространението на трите вида китоподобни в южната българска акватория.

Събирането на данни е извършено от плавателен съд, който извършва успоредни трансекти, перпендикулярно на бреговата ивица в периода 12.10.2016 г. – 03.01.2017 г. Проучването е направено в 200 милната зона на южната българска акватория – от нос Емине на север до границата с Турция на юг. Дълбочината на водата в работния район варира от 60 до 2000 m. и покрива площ от 5 125 км². За това проучване са използвани два метода на изследване: Метод за визуален мониторинг и метод за пасивен акустичен мониторинг (ПАМ).

4.3.1. Метод за визуален мониторинг

Визуалните наблюдения се извършват по време на светлата част на денонощието. Броят на дневните часове варира от около 12 часа в началния период на проучването, започнало през октомври до 9 часа при зимното слънцестоене. Обследването се извършва

непрекъснато от двама експерти, като двойките се сменят на всеки два часа през деня. Визуални наблюдения се извършват от мостика и палубата. Непрекъснати визуални огледи се правят с невъоръжено око и с бинокъл 7x50. Разстоянието до обектите от кораба се определя с помощта на бинокли с метрична скала за разстояние.

4.3.2. Метод за пасивен акустичен мониторинг (ПАМ)

Акустичният мониторинг се извършва 24 часа в денонощието през целия период на проучването. Апаратурата за ПАМ се разполага в контролна зала, като се осигурява пряка комуникация между ПАМ-оператора и наблюдателите чрез определен канал на UHF радио, което им дава възможност да съпоставят всички визуални наблюдения с акустичните засичания.

4.4. Събиране на данни за отчитане на броя мъртви китоподобни по българското черноморско крайбрежие през периода 2015, 2016 и 2017 г.

Извършените проучвания са направени върху мъртви, изхвърлени на брега китоподобни при прякото им целенасочено търсене. Изследванията се провеждаха чрез пешеходен преход. Предварително бяха избрани части от крайбрежната ивица, разположени практически по цялото българско крайбрежие. В случая усилията по възможност се концентрираха предимно върху диви, ненаселени пясъчни и каменисти плажове. Изследваше се цялата дължина и ширина на крайбрежната ивица (вкл. зоната на прибоя). Най-подходящи за това проучване са равните и широки пясъчни плажове по крайбрежието, тъй като изхвърлените на брега трупове се задържат по-продължително време, лесно достъпни са и могат да бъдат обхождани и оглеждани. Обхождани са ежемесечно плажни ивици по цялото българско крайбрежие през годините 2015, 2016 и 2017.

4.5. Лабораторни методи на изследване.

4.5.1. Изследване на продължителността на живот на китоподобните.

Определянето на възрастта при китоподобните може да се извърши чрез изучаване на различни параметри, но понастоящем преглеждането на годишните слоеве на растежа в зъба е най-надеждният и най-използван метод при зъбатите китове (*Odontoceti*) (Perrin and Myrick, 1980). Отделените зъби се съхраняват в 70% етанол. Процедурата за хистология се състои във включване в блок от парапласт, нарязване на микротом, залепване на предметно стъкло, багрене с толуидин блу за общо оцветяване и затваряне в канадски балсам.

След подготовката на пробите се разчитат групите на слоевете на растежа (ГСР) във вторичния дентин между шийката и кухината на пулпата. Наблюдението се извършва при ниско увеличение (x 10) като се използва оптичен микроскоп. При по-възрастните индивиди с практически запечатана кухина на пулпата е необходимо по-голямо увеличение за наблюдение на последната отложена ГСР.

4.5.2. Токсикологични изследвания.

Събирането на костни проби за изследване на концентрацията на тежки метали е извършено по метода на линейните трансекти. След предварителен подбор чрез трансектния метод са обходени следните плажове по българското черноморско крайбрежие: Дуранкулак, Крапец, Езерец, Шабла, Шкорпиловци, Поморие. Трансектите са подбрани основно в райони със слабо човешко присъствие по каменисти, скалисти участъци и пясъчни плажове.

Събраните костни проби се съхраняват в пликчета (без препарати и химикали), описва се вид, дата, местонахождението на намерения мъртъв индивид (GPS координати), пол (ако е възможно да се определи), размери на тялото и степен на разложеност. В настоящото проучване са изследвани пет химични елемента - олово (Pb), кадмий (Cd), мед (Cu) никел (Ni), и цинк (Zn).

При лабораторното изследване пробите се изсушават при 60°C до въздушно сухо тегло и се смилат до еднородна маса. От изсушената проба се претегля около 1 g. Притеглената проба се поставя в колба за йодно число от 100 ml и се добавя 1-2 ml бидестилирана вода. След това към пробата се прибавят 15 ml смес от KNO_3 и KClO_4 . Пробата престоява 24 часа при стайна температура, след което се изпарява до влажен остатък на пясъчна баня. Влажният остатък се прехвърля количествено в епруветка и се довежда до краен обем - 10 ml с 1n HNO_3 . Съдържанието на предварително избрани токсични метали се установява като се изследват пробите на ISP "OPTIMA 7000" Perkin-Elmer в Лабораторията по атомноабсорбционна спектрофотометрия при ИБЕИ - БАН.

4.6. Събиране на данни за поведението на трите вида китоподобни.

Събирането на данни е извършено в моделна територия, разположена в 200 милната зона (изключителната икономическа зона) на южното българско черноморие – от нос Емине на север до границата с Турция на юг, през периода 12.10.2016 г. – 3.01.2017 г. Наблюденията са извършени от плавателен съд, който извършваше успоредни трансекти перпендикулярно на бреговата ивица. Общият брой на трансектите е 127 като покритата площ е 5 125 km^2 . При регистрация на китоподобни бяха отчетени следните поведенчески категории: Плуване на повърхността; Бързо преминаване; Плуване под вода; Преминаване; Подскачане; Хранене; Странично преобръщане на тялото; Високи скокове; Изправяне на тялото над повърхността на водата последвано от странично падане; Гмуркане.

Другият методологически подход е пасивно акустичен мониторинг (ПАМ). Тъй като освен данни за разпространението чрез него могат да се добият данни и за поведението на китоподобните.

5. Резултати и обсъждане

5.1. Разпространение на трите вида китоподобни в Черно море.

При визуалните наблюдения и ПАМ засичанията бяха регистрирани и трите вида морски бозайници, обитаващи Черно море в изследваната територия (южната ИИЗ на България). Не всички от наблюдаваните китоподобни са определени до вид и затова са отбелязани като неидентифицирани индивиди.

В табл. 3 са представени визуалните регистрации на китоподобните. Общият брой наблюдения на обикновения делфин е най-висок, като след него е морската свиня и афалата. Това може да бъде обяснено с факта, че значителна част от проучваната акватория обхваща открито море, където са разположени местообитанията на обикновения делфин.

Табл. 3 Брой на визуално наблюдаваните групи китоподобни и брой на отделните индивиди в периода 12.10.2016 – 03.01.2017 г.

Вид	Наблюдения	Индивиди
Обикновен делфин (<i>Delphinus delphis ponticus</i>)	30	569
Афала (<i>Tursiops truncatus ponticus</i>)	3	53
Морска свиня (<i>Phocoena phocoena relicta</i>)	5	73
Неидентифицирани индивиди	60	555
Общо	98	1250

Данните потвърждават резултатите от проучванията по проект „Теренни наблюдения на китоподобните *Tursiops truncatus*, *Phocoena phocoena* и *Delphinus delphis* в българската изключителна икономическа зона (ИИЗ) в Черно море“, а именно че китоподобните от трите вида се срещат в наши води и през есенно-зимния сезон и не напускат българската акватория (Михайлов и др., 2015). Като групите им са мобилни и следват групите на рибните пасажии.

Случаите на определените китоподобни само акустично са 3 като са определени по пет индивида от обикновения делфин и афалата (Табл. 4). ПАМ има второстепенно значение при проучването на морската свиня, тъй като ехолокационната система на вида е специализирана за излъчване на високо честотни тясно насочени сигнали (120 kHz). Поради което те могат да бъдат засечени от много по-късо разстояние (до 500 м от източника). Това дава приоритет на визуалните наблюдения на този вид. При обикновения делфин и афалата ехолокационните сигнали с пикова честота около 45 kHz имат широко вълнов характер, поради което могат да бъдат регистрирани на разстояние до 3 км. Възможностите на акустичните програми са ограничени при разпознаването на двата вида един от друг.

Таблица 4 Брой на акустичните засичания и брой индивиди.

Вид	Брой засичания	Брой индивиди
Обикновен делфин (<i>Delphinus delphis ponticus</i>)	2	5
Афала (<i>Tursiops truncatus ponticus</i>)	1	5
Неидентифицирани индивиди	82	146
Общо	85	156

В 10 случая бе възможно да се идентифицират акустичните записи до ниво вид. Това е възможно, когато акустичното засичане се потвърди от визуално наблюдение или когато при наблюдението се забелязват специфични характеристики на видовете. Случаите, при които са засечени видове без едновременно с това да се извършва визуален мониторинг, са следните:

- Наличие на афала, определено по звуковите сигнали (потракване и подсвирване) - подсвирвания 8-22 kHz (пулсиращи звуци, пикове и падове), честота на потракване 10-70 kHz, преобладаващо 25-65 kHz с пик 45 kHz.
- Две ПАМ засичания бяха определени като присъствие на обикновен делфин, което, макар и непотвърдени от визуални наблюдения, е отчетено за кратко време (9 и 11 минути), което в случая е малко вероятно да е друг животински вид.

1.

Като регистрации от акустичните засичания силно преобладава групата на неопределените индивиди, което може да се заключи, че приложението на ПАМ в България има ограничени възможности и потвърдителен характер на визуалните наблюдения. Сложността на комуникационната система при китоподобните, наличието на множество езикови диалекти и широк репертоар от звукови сигнали ограничава възможностите за автоматичното разпознаване на видовете.

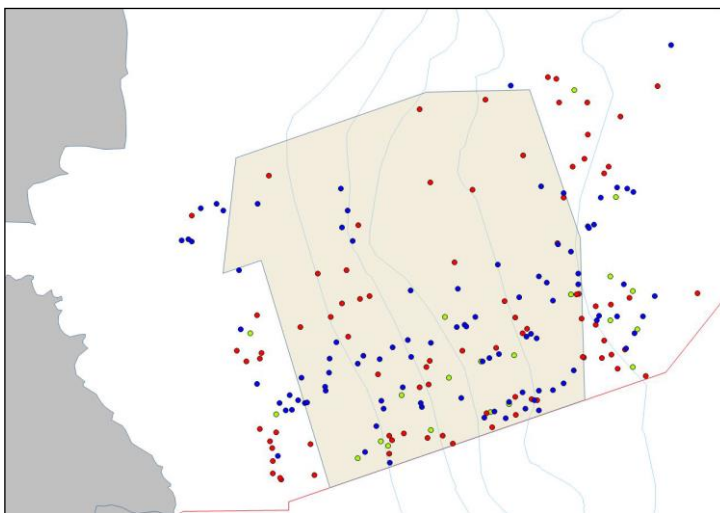
ПАМ има ценна ориентировачна функция за полевите експерти, когато се извършва в съчетание с визуални наблюдения, защото може да засича звуците на китоподобните от голямо разстояние и да подава информация към наблюдателите за наличие на китоподобни.

Резултатите в таблица 5 показват 183 регистрации (визуални и акустични) на китоподобни и 1406 индивиди. Сред идентифицираните групи китоподобни отново преобладава обикновения делфин. Следван от муткура и афалата, но най-много е броят на неопределените индивиди.

Табл. 5 Общ брой регистрации – визуални и с ПАМ.

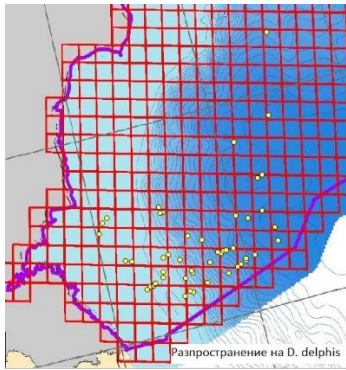
Вид	Брой наблюдения	Брой индивиди
Обикновен делфин (<i>Delphinus delphis ponticus</i>)	32	574
Афала(<i>Tursiops truncates ponticus</i>)	4	58
Морска свиня (<i>Phocoena phocoena relicta</i>)	5	73
Неидентифицирани индивиди	142	701
Общо	183	1406

Фиг. 32 представя обобщен вариант на регистрациите на трите вида китоподобни спрямо района на проучванията.



Фиг. 32 Установени китоподобни (сини точки - визуални наблюдения, червени - акустично засичане, зелени – едновременно).

Обикновеният делфин е наблюдаван главно в шелфовата зона и в открити води, но има наблюдения и в крайбрежни води (Фиг. 33) с общ брой 32 регистрации и 574 индивида (Табл. 5). Повечето от регистрациите са в южната част на изследваната територия. *Delphinus delphis* е най-често наблюдаваният вид.



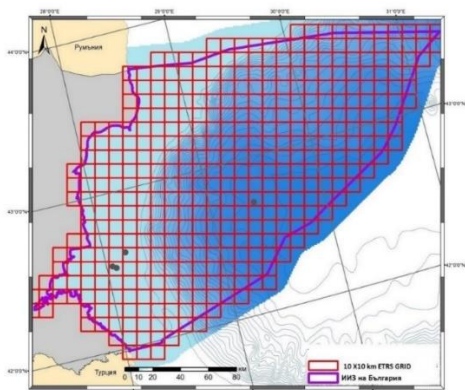
Фиг. 33 Разпространение на *Delphinus delphis* в южната българска акватория на Черно море (моделна територия).

В това проучване *Ph. phocoena* се наблюдава в крайбрежните зони, шелфа и откритите води далеч от брега (Фиг. 34). Има пет регистрации с 73 индивида (Табл. 5). Регистрациите на морската свиня са направени само с визуални наблюдения. Няма никакви ПАМ детекции по време на проучването. На 11.11.2016 г. е наблюдавана група от 50 индивида *Ph. phocoena*. Морската свиня обикновено се наблюдава на малки групи (от 2 до 4-5 индивида). Регистрацията на такава голяма група е рядко явление. Тази група представлява струпване на вида във връзка с наличието на хранителен ресурс.



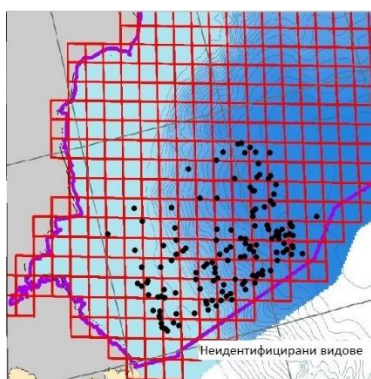
Фиг. 34 Разпространение на *Phocoena phocoena* в южната българска акватория на Черно море.

В това проучване афалата е разпространена в шелфовата зона и откритите води далеч от брега (Фиг. 35). По време на това изследване *T. truncatus* има само 4 регистрации с 58 индивида (Табл. 5).



Фиг. 35 Разпространение на *Tursiops truncatus* в южната българска акватория на Черно море.

Най-много регистрации са направени на неидентифицирани китоподобни – 142 регистрации с 702 индивида. Разпределението е отчетено в южната и източната част на проучваната територия (Фиг. 36). От фиг. 5.1.5. се вижда, че разпространението на неопределените индивиди почти напълно се припокрива с разпространението на обикновения делфин и е различно от това на афалата и муткура. Поради това ние смятаме, че 90% от неопределените индивиди са обикновени делфини. Освен на базата на тяхното разпространение допълнителни анализи и аргументация на тази теза са представени в глава 5.5. при анализа на резултатите от ПАМ.



Фиг. 36 Неидентифицирани китоподобни в южната българска акватория на Черно море.

5.2. Отчитане на мъртвите китоподобни по българското черноморско крайбрежие.

По време на теренната работа бяха отчетени мъртви индивиди и на трите вида китоподобни по бреговете на българското черноморско крайбрежие. Не всички индивиди можеха да бъдат определени до вид поради напредналия им стадий на разлагане и затова бяха отбелязани като неопределени китоподобни. Изследванията обхващат три годишен период от 2015 до 2017 г.

Отчитане на намерените мъртви китоподобни за 2015 г.

През 2015 г. са отчетени 153 мъртви индивиди представители на трите вида морски бозайници разпространени в Черно море.

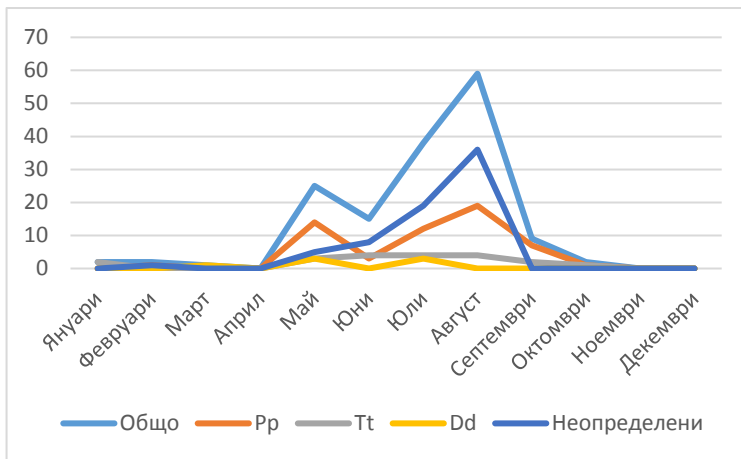
От общия брой 153 мъртви китоподобни по българските брегове на Черно море за 2015 г., 69 са неопределените индивиди, поради високата степен на разложеност. 20 от морските бозайници са *T. truncatus*, 7 са *D. delphis* и с най-голям брой – 57 е *Ph. phocoena* (Табл. 6).

Табл. 6 Разпределение по месеци на отчетени мъртви китоподобни в изследвания район за 2015 г. (Tt – *T. truncatus*, Pp – *Ph. phocoena*, Dd – *D. delphis*).

Вид/Месец	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Tt	2				3	4	4	4	2	1		
Pp		1			14	3	12	19	7	1		
Dd			1		3		3					
Неопределени		1			5	8	19	36				
Общо	2	2	1		25	15	38	59	9	2		

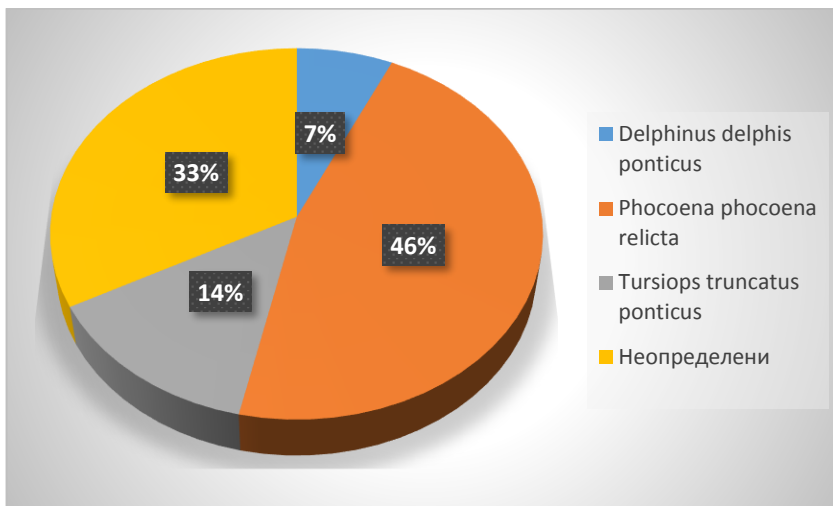
Тези данни са в обратна зависимост на числеността на популациите на китоподобните от проучвания направени през 2015 и 2016 г. (Михайлов и др., 2015). Според тях най-многочислена е популацията на обикновения делфин, следван от морската свиня и афалата. Ниският брой на отчетените мъртви обикновени делфини показва, че спецификата на морските течения е такава (виж Материали и методи), че се изхвърлят главно трупове на китоподобни загинали в крайбрежните води, а тези загинали във вътрешността на морето не достигат до бреговете на нашето крайбрежие.

Анализът на разпределението на изхвърлените трупове във времеви аспект показва значително нарастване на техния брой през август месец (Фиг. 37). Видимо увеличение на броя на изхвърлените трупове се наблюдава през периода април – октомври, с два отчетливи пика през месеците май и август.



Фиг. 37 Месечно разпределение на намерените мъртви китоподобни.

По отношение на видовото разпределение с най висок процент мъртви индивиди е *Ph. phocoena* – 46%, следват в значително по-нисък процент тези на *T. truncatus* – 14% и с най-нисък процент са труповете на *D. Delphis* – 7%. (Фиг. 38). Една трета от намерените мъртви морски бозайници не са определени до вид поради напредналия им стадии на разложеност.



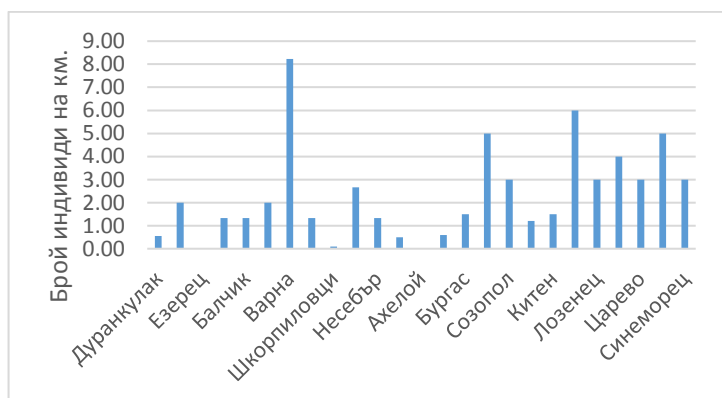
Фиг. 38 Разпределение на смъртността по видове за 2015 г.

Най-голям процент от установените мъртви китоподобни са от плажовете на Варна с 24% (Табл. 7). Следват тези на: Крапец със значително по-нисък процент – 8%, Ахтопол и Черноморец – 7%, Шабла - 6% и т.н.

Табл. 7 Съотношение на броя мъртви китоподобни към дължината на трансектите по райони (брой трупове/км.).

Локация	Дължина в км.	Брой китоподобни	Трупове на км.
Дуранкулак	9	5	0,56
Крапец	6	12	2,00
Езерец	3		0,00
Шабла	6	8	1,33
Балчик	1,5	2	1,33
Кранево	2,5	5	2,00
Варна	4,5	37	8,22
Камчия	3	4	1,33
Шкорпиловци	10	1	0,10
Св. Влас	1,5	4	2,67
Несебър	1,5	2	1,33
Равда	2	1	0,50
Ахелой	2		0,00
Поморие	10	6	0,60
Бургас	4	6	1,50
Черноморец	2	10	5,00
Созопол	2	6	3,00
Приморско	5	6	1,20
Китен	2	3	1,50
Корал	1	6	6,00
Лозенец	1	3	3,00
Арапя	0,5	2	4,00
Царево	2	6	3,00
Ахтопол	2	10	5,00
Синеморец	1	3	3,00

На фиг. 39 се вижда, че най-голяма плътност на мъртвите китоподобни на километър разстояние са отчетени във Варненски район за 2015 г. Също така отчетливо високи стойности има по крайбрежието на Черноморец, Корал и Ахтопол. Средни са нивата на индекса на смъртност за Св. Влас, Лозенец, Царево, Арапя и Синеморец. И ниски са нивата за останалите райони, като за Езерец и Ахелой изобщо няма отчетени мъртви китоподобни за 2015 г.



Фиг. 39 Брой отчетени трупове на китоподобни на километър по райони за 2015 г.

Степен на разложеност на мъртвите китоподобни при регистрацията им.

Степента на разложеност по коствен начин може да покаже датата на настъпване на смъртта на даден индивид. На базата на нашите наблюдения и експертната ни оценка

предлагаме следната схема за времевите параметри, при които настъпват отделните стадии на разлагане:

1 степен – 0 дни.

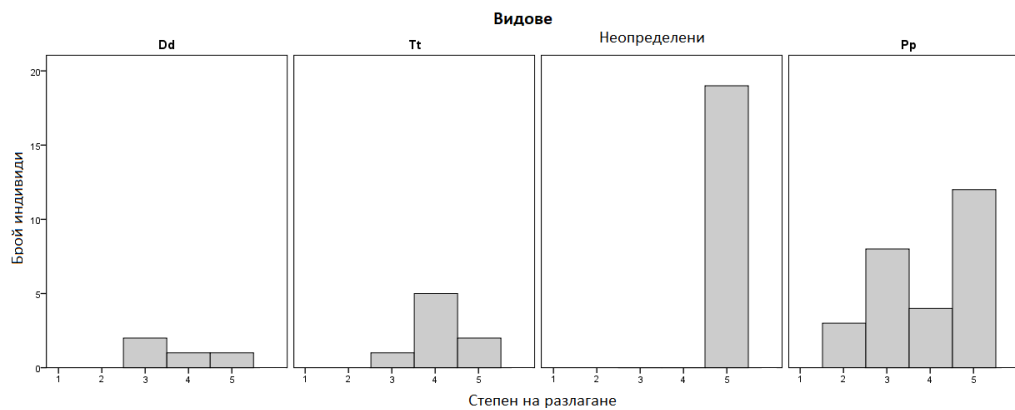
2 степен – от 1 до 5-7 дни в зависимост от абиотичните фактори.

3 степен – от 6-8 до 12-15 дни в зависимост от абиотичните фактори.

4 степен – от 12-15 до 25-30 дни в зависимост от абиотичните фактори.

5 степен – над 30 дни, която не носи информация за датата на настъпване на смъртта.

Степента на разлагане е най-разнообразна при морската свиня, поради сравнително големия брой трупове (Фиг. 42). Преобладават 3-та и 5-та степен. При афалата отчетливо преобладават труповете от 4-та степен на разлагане, а при обикновения делфин – 3-та степен. Всички неопределени индивиди са от 5-та степен.



Фиг. 42 Степен на разлагане при различните видове китоподобни (Dd – *Delphinus delphis*, Tt – *Tursiops truncatus*, Pp – *Phocoena phocoena*)

Отчитане на намерените мъртви китоподобни за 2016 г.

През 2016 г. са регистрирани 297 случая на мъртви китоподобни изхвърлени от морето по българското черноморско крайбрежие. При 189 от тях е определен вида на морските бозайници.

От общия брой 297 мъртви китоподобни по българските брегове на Черно море, 108 са неопределените индивиди, поради високата степен на разложеност. 25 от труповете морски бозайници принадлежат на *T. truncatus*, 17 на *D. delphis* и с най-висок брой – 147 на *Ph. phocoena*.

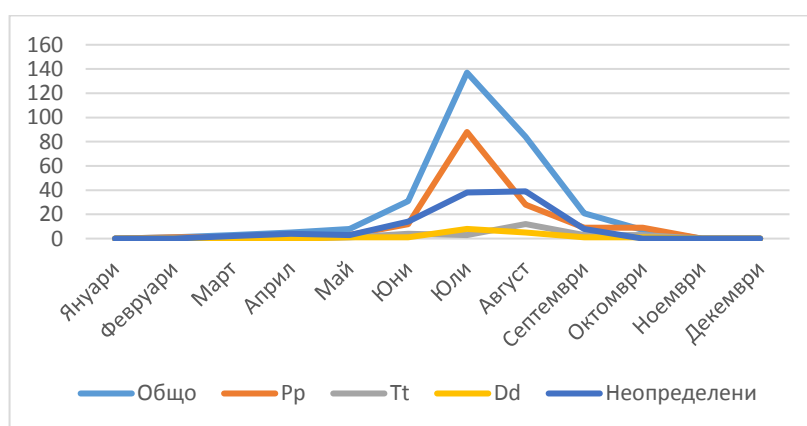
През 2016 г. най-големият процент регистрирани мъртви китоподобни са отчетени през месеците юни (31 случая), юли (137 случая) и август (84 случая). През тези три месеца са регистрирани 85,4% от всички случаи на мъртви морски бозайници по българското черноморие за 2016 г. А 74,3% са регистрирани през месеците юли и

август (Табл. 8). Само видът *Ph. phocoena* е отчетен в девет от месеците през 2016 г. Представители на *T. truncatus*, които обитават главно шелфовата зона са регистрирани в седем от месеците. И трите вида китоподобни обитавачи Черно море са регистрирани в половината от месеците – май, юни, юли, август, септември и октомври.

Табл. 8 Разпределение по месеци на отчетени мъртви китоподобни в изследвания район за 2016 г.

Вид/Месец	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Tt					1	4	3	12	3	2		
Pp		1	1	1	3	12	88	28	9	4		
Dd					1	1	8	5	1	1		
Неопред.			2	4	3	14	38	39	8			
Общо		1	3	5	8	31	137	84	21	7		

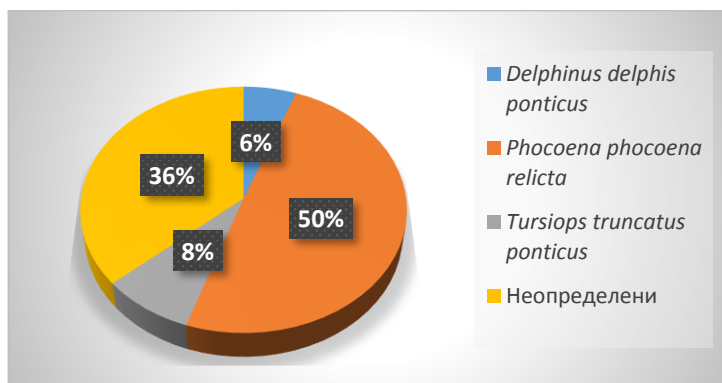
През месеците юни, юли и август са регистрирани най-висок брой мъртви китоподобни (Фиг. 43). Данните от проучването през 2015 г. също показват най-висок процент разпределение на мъртвите морски бозайници през юли и август - близо 50%.



Фиг. 43 Разпределение по месеци на мъртвите китоподобни по българското крайбрежие за 2016 г.

Прави впечатление, че за 2016 г. най-висок брой на отчетените мъртви индивиди е видът морска свиня - 50%. На второ място по численост са регистрирани представителите на *Tursiops truncatus ponticus* - 8% (Фиг. 44). Тези данни напълно съответстват с биологичните характеристики на двата вида, които обитават крайбрежието в района на шелфовата зона. При настъпване на смърт по една или друга причина телата на представителите на тези видове е логично по-често да бъдат изхвърляни на брега. Висок процент са случаите от категория „Неопределен” – (36%),

като най-висок е техният относителен дял през юли. С най-нисък процент е обикновеният делфин – 6%. До голяма степен това се обуславя от биологичната особеност на вида, който приоритетно обитава откритите морски пространства и по-рядко се приближава до брега. Съответно при настъпване на смърт вероятността тялото да достигне брега е значително по-ниска в сравнение с другите два вида.



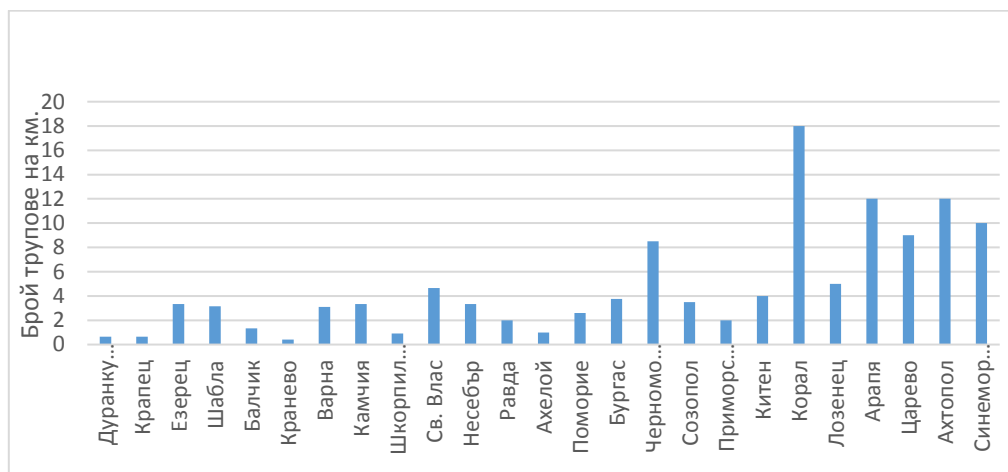
Фиг. 44 Видово съотношение на мъртвите китоподобни по българското черноморско крайбрежие за 2016г.

През 2016 г. с най-висок процент на отчетени китоподобни по българското черноморско крайбрежие са Поморие и Ахтопол – близо с по 10%, следвани от Шабла, Царево, Черноморец и Корал – по 6%, Бургас и Варна – по 5%, Езерец, Камчия и Приморско – по 3,5% и т.н. (Табл. 9).

Табл. 9 Съотношение на броя мъртви китоподобни към дължината на трансектите по региони (брой трупове/км.).

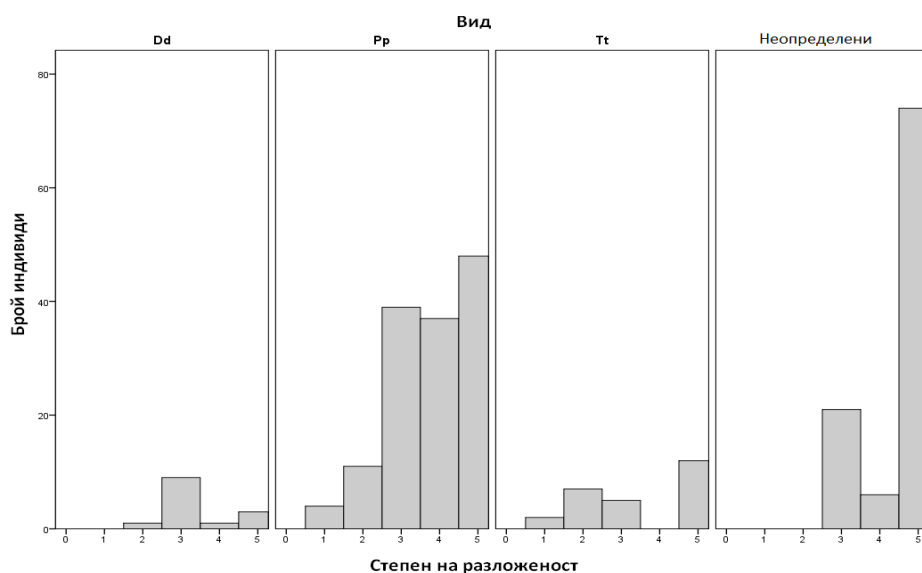
Локация	Дължина в км.	Брой китоподобни	трупове на км.
Дуранкулак	9	6	0,66
Крапец	6	4	0,66
Езерец	3	10	3,33
Шабла	6	19	3,16
Балчик	1,5	2	1,33
Кранево	2,5	1	0,4
Варна	4,5	14	3,11
Камчия	3	10	3,33
Шкорпиловци	10	9	0,9
Св. Влас	1,5	7	4,66
Несебър	1,5	5	3,33
Равда	2	4	2
Ахелой	2	2	1
Поморие	10	26	2,6
Бургас	4	15	3,75
Черноморец	2	17	8,5
Созопол	2	7	3,5
Приморско	5	10	2
Китен	2	8	4
Корал	1	18	18
Лозенец	1	5	5
Арапя	0,5	6	12
Царево	2	18	9
Ахтопол	2	24	12
Синеморец	1	10	10

Най-висока плътност на отчетените мъртви морски бозайници на километър има в района на к-г Корал. Също така отчетливо високи стойности имаме в района на к-г Арапя и Ахтопол. Средни нива имаме за Черноморец, Царево и Синеморец. И ниски нива за останалите райони.



Фиг. 45 Разпределение на броя мъртви китоподобни на километър по райони за 2016 г.

И през 2016 г. степента на разлагане е най-разнообразна при морската свиня – преобладават 3-та, 4-та и 5-та степен (Фиг. 48). При обикновения делфин преобладава 3-та степен, а при афалата имаме всички степени без 4-та. За неопределените индивиди отчетливо преобладава 5-та степен на разлагане. Интересното за тази година е, че бяха отчетени 4 индивида от 1-ва степен, т.е. живи бедстващи морски бозайници, които с помощта на туристи бяха върнати обратно във водата.



Фиг. 48 Степен на разложеност при различните видове китоподобни (Dd – *Delphinus delphis*, Tt – *Tursiops truncatus*, Pp – *Phocoena phocoena*).

Изключително високия брой на отчетените мъртви индивиди *Ph. phocoena* през 2016 г. не показва, че причините за многобройната ѝ смъртност в Черно море е свързана с пряка човешка намеса. Подобни феномени са регистрирани многократно в Средиземно море и Атлантическия океан и са характерни за вида, като обикновено причини за това са вирусни и бактериални инфекции (Di Guardo *et al.*, 2013).

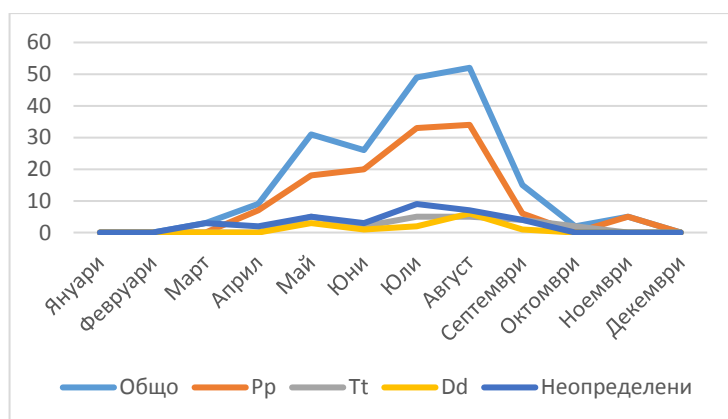
Отчитане на намерените мъртви китоподобни за 2017 г.

Общо 192 мъртви индивида от всичките три вида китоподобни бяха регистрирани по българското крайбрежие през 2017 г. (Табл. 10).

Табл. 10 Разпределение по месеци на отчетени мъртви китоподобни в изследвания район за 2017 г.

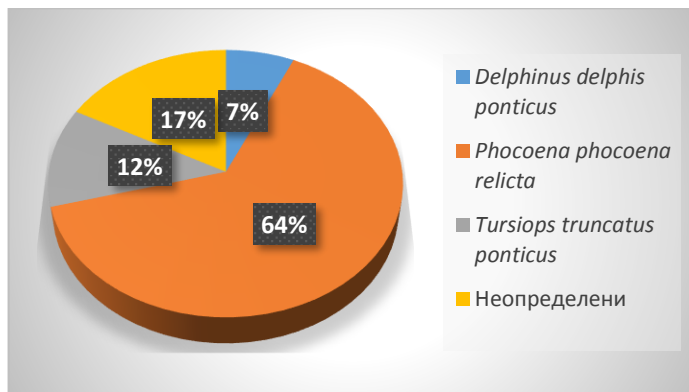
Вид/Месец	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Tt					5	2	5	5	4	2		
Pp				7	18	20	33	34	6		5	
Dd					3	1	2	6	1			
Неопред.			3	2	5	3	9	7	4			
Общо			3	9	31	26	49	52	15	2	5	

През 2017 г. първите случаи на изхвърлени от морето мъртви китоподобни са през последната декада на март (Фиг. 48). Най-голям брой мъртви морски бозайници са регистрирани през лятото – юли (53 случая) и август (67 случая). През септември има рязък спад – само 15 случая. Най-нисък брой мъртви китоподобни са регистрирани в края на есента и зимата.



Фиг. 48 Разпределение по месеци на мъртвите китоподобни през 2017 г.

При видовото съотношение на отчетените трупове на китоподобните преобладава видът *Phocoena phocoena* (64%), следван от значително по-малък процент на другите два вида - *Tursiops truncatus* (12%) и *Delphinus delphis* (7%) (Фиг. 49). От общия брой 197 мъртви китоподобни по българските брегове на Черно море за 2017 г., само 33 са неопределените индивиди (17%), поради високата им степен на разложеност.



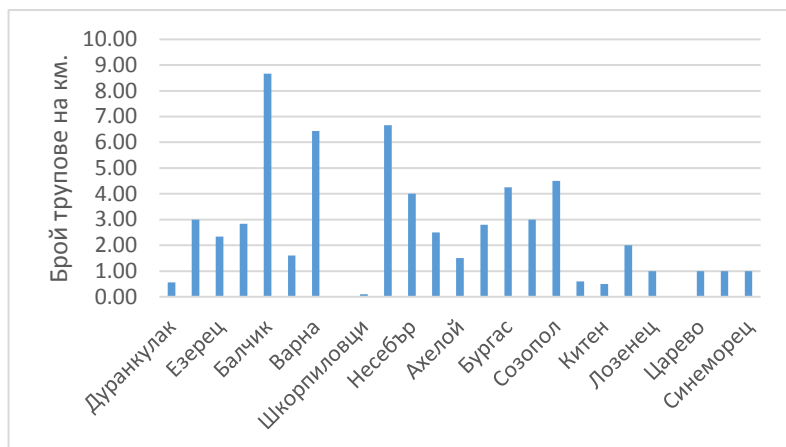
Фиг. 49 Видово съотношение на мъртвите китоподобни по българското черноморско крайбрежие за 2017 г.

Най-голям процент на мъртви китоподобни е регистриран по крайбрежието на Поморие и Варна – 15,5%, следван от Бургас, Шабла и Крапец – почти 10%, Балчик – 8%, Св. Влас – 5% и т.н. (Табл. 11).

Табл. 11 Съотношение на броя мъртви китоподобни към дължината на трансектите по райони (брой трупове/км.).

Локация	Дължина в км.	Брой китоподобни	Трупове на км.
Дуранкулак	9	5	0,56
Крапец	6	18	3,00
Езерец	3	7	2,33
Шабла	6	17	2,83
Балчик	1,5	13	8,67
Кранево	2,5	4	1,60
Варна	4,5	29	6,44
Камчия	3		0,00
Шкорпиловци	10	1	0,10
Св. Влас	1,5	10	6,67
Несебър	1,5	6	4,00
Равда	2	5	2,50
Ахелой	2	3	1,50
Поморие	10	28	2,80
Бургас	4	17	4,25
Черноморец	2	6	3,00
Созопол	2	9	4,50
Приморско	5	3	0,60
Китен	2	1	0,50
Корал	1	2	2,00
Лозенец	1	1	1,00
Арапя	0,5		0,00
Царево	2	2	1,00
Ахтопол	2	2	1,00
Синеморец	1	1	1,00

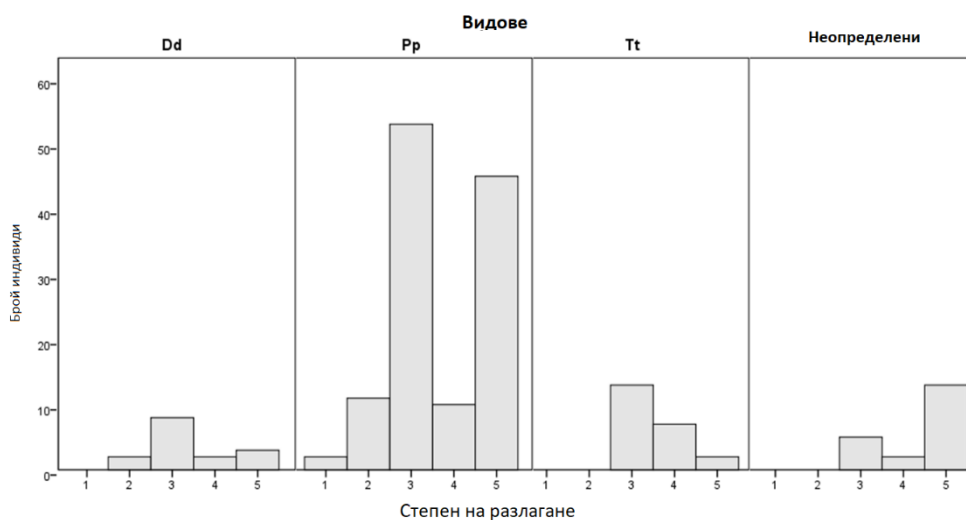
При изчисляване на броя мъртви морски бозайници на километър разстояние, разпределението на трупове е различно (Фиг. 50).



Фиг. 50 Разпределение на броя мъртви китоподобни на километър по райони за 2017 г.

Най-висок брой отчетени мъртви китоподобни има в района на Балчик. Също така отчетливо високи стойности има в района на Варна и Св. Влас. Средни нива има за крайбрежието на Несебър, Поморие и Созопол. И ниски нива за останалите райони, като в района на Камчия и к-г Арапя няма никакви отчетени мъртви индивиди за 2017 г.

Степента на разлагане е най-разнообразна при морската свиня, поради сравнително големия брой трупове (Фиг. 53). Преобладават 5-та и 3-та степен както и през 2015 г. При афалата и обикновения делфин преобладават трупове от 3-та степен на разлагане. През тази година неопределените индивиди са основно от 5-та степен, но също така има индивиди от 3-та и 4-та степен.



Фиг. 53 Степен на разлагане (от 1-ва до 5-та) при различните видове китоподобни.

Установихме, че през трите последователни години на проучването (2015, 2016 и 2017) данните за отчетените мъртви индивиди на трите вида китоподобни са сходни. И

за трите години процентът на мъртвите *Ph. phocoena* е значително по-висок в сравнение с *D. delphis* и *T. truncatus*. Количеството на труповете е видимо в обратна корелационна зависимост от размера на популацията на дадения вид. По литературни данни най-многобройни са *D. delphis* с национална популация 8 207 индивида, следвани от *Ph. phocoena* 4 886 индивида и *T. truncatus* – 1057 индивида (Михайлов и др., 2015). Това може да бъде обяснено с факта, че популацията на *D. delphis* в основната си част е разположена в открито море, извън 12 милната зона на териториалните води и труповете им не се изхвърлят по нашето крайбрежие. Обратно, при двата крайбрежни вида *Ph. phocoena* и *T. truncatus*, може да се предположи, че значителна част от умрелите животни се изхвърлят по брега и поради това данните от намерените трупове корелират със състоянието на техните популации.

Още една причина за повишения брой мъртви *Ph. phocoena* в сравнение с останалите два вида е отрицателното въздействие на дънно прикрепените хрилни мрежи за улов на калкан. При проучвания по тази тема е установено, че от трите вида морски бозайници най-често уловена е морската свиня (Blasdol, 1999; Arda *et al.*, 2003). Дънно-прикрепените хрилни мрежи са опасни за китоподобните в Черно море, поради голямото око на мрежата - 20 см. Височината на тези мрежи варира от 1.5 до 3.0 м, а тяхната дължина достига 50-100 м. Обикновено рибарите навързват няколко десетки мрежи, създавайки така една линия (Mikhailov, 2008). И за трите години на нашето проучване има рязко повишаване на броя отчетени мъртви китоподобни непосредствено веднага след забраната за улов на калкан – 15 април – 15 юни (Заповед № РД 09-347 от 11.04.2018г.). Това е още едно доказателство за отрицателното въздействие на дънно прикрепените хрилни мрежи за улов на калкан върху морската свиня.

Една от причините за разпределението на мъртвите китоподобни е наличието на дълги, безлюдни, пясъчни плажове. Телата остават дълго време на пясъка в сравнение с скалистите плажове, където могат лесно да бъдат повлечени обратно в морето от вълните. Дълги пясъчни плажове се простират както от фара на Шабла до границата с Румъния, така и между Поморие и Ахелой, а също Варна и Бургас. Въпреки това броят на мъртвите китоподобни не зависи директно от дължината и ширината на плажовете, но зависи главно от броя на популациите морски бозайници в дадения район и тяхното разпределение спрямо бреговата ивица. Морските течения в различните части на крайбрежните води са също от голямо значение.

През летните месеци и за трите години се наблюдава по-висок процент намерени мъртви китоподобни. Това до голяма степен се дължи на големия брой туристи в периода юни – август, които всекидневно подават сигнали към РИОСВ-Варна и РИОСВ-Бургас за намерени мъртви морски бозайници.

5.3. Проучване на възрастовата структура на китоподобните.

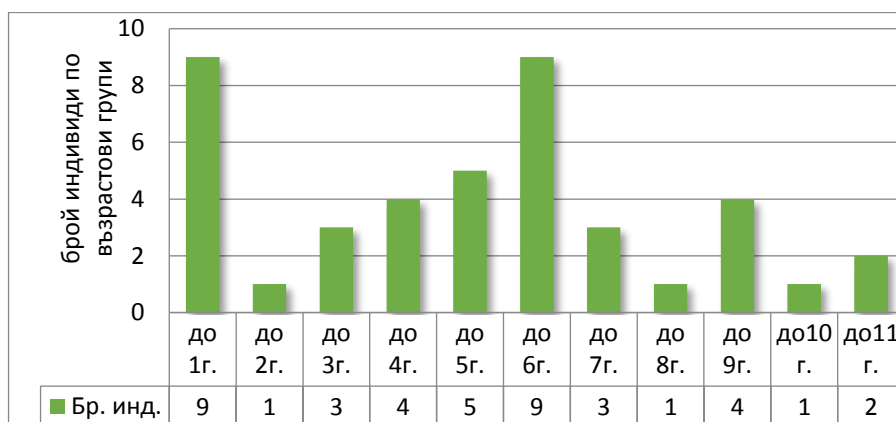
В проучването на възрастовата структура на китоподобните са обработени зъби от 41 *Ph. phocoena*. Използвана е оригинално разработена методика (виж Материали и методи), при което може да се преброят линиите на скелетния растеж (Фиг. 54).



Фиг. 54 Срез на зъб на две годишна морска свиня (личен архив).

Считаме, че методът при който се режат зъбите на тънки срези на микротом дава по-прецизни резултати, в сравнение с директното изпилване на зъба предлагано в ръководството на ACCOBAMS (ACCOBAMS, 2012).

По литературни данни морската свиня живее до 24 годишна възраст (Reeves *et al.*, 2002), но по-малко от 5% от индивидите живеят повече от 12 години (Koschinski, 2001). Максималната продължителност на живота, която установихме в това изследване е 10 години (Фиг. 55). Възрастовата структура показва ясно доминиране на индивидите до една година и тези между 5 и 6 години.



Фиг. 55 Разпределение на броя мъртви *Ph. phocoena* по възрастови групи.

На този етап не може да се обясни високата смъртност на индивидите през петата година и да се опишат причините водещи до това явление. Може да се отбележи само, че този пик съвпада със средата на жизнения цикъл на морската свиня (в това изследване), който е десет годишен (от раждането до смъртта).

5.4. Токсикологични изследвания при китоподобните в Черно море.

Тежките метали се натрупват в околната среда в последните десетилетия в резултат на активна производствена дейност. Някои от тях като олово и кадмий не са есенциални за живите организми, които нямат развити механизми за елиминирането им и затова се оказват изключително опасни. Въздействието на тежките метали се проявява

не само като директна токсичност върху конкретен индивид, но и като индиректен ефект на популационно ниво (Honda *et al.*, 1982).

Тъй като муткурите живеят в крайбрежни води, те са засегнати от антропогенни дейности, като например случайния улов в рибарски мрежи, шум и химическо замърсяване.

При настоящото проучване са събрани костни проби от 33 индивида *Ph. phocoena* от различна възраст – от индивиди до една година до индивиди на 10 годишна възраст. Пробите са събирани в периода 2015 – 2017 г. по южното и северното черноморско крайбрежие на България.

В таблица 12 са показани концентрациите на изследваните елементи Cu (мед), Pb (олово), Zn (цинк), Cd (кадмий) и Ni (никел) (mg/kg) в кости на морска свиня (Табл. 12). Разделянето на северен и южен район е въз основа на дължината на българското черноморско крайбрежие: Северен район – от границата с Румъния до крайбрежието на град Бяла и южен район – от крайбрежието на град Обзор до границата с Турция. Резултатите показват, че Zn има най-високите средни нива в костите на морската свиня, последвани от Pb, Cd, Cu и Ni.

Географски разпределението на концентрациите на Cu, Pb, Zn, Cd и Ni показват значително по-високи нива в намерените мъртви *Ph. phocoena* по северното черноморие, в сравнение с тези от южното черноморие. Това може да се дължи на главния замърсител на Черно море, а именно река Дунав (Романова и др., 2016). Това показва, че морската свиня има определени групови територии, които са сравнително постоянни, т.е. имат райони към, които се придържат и в които се хранят. Като районите на север са по-замърсени от втока на река Дунав, която внася индустриални води в Черно море.

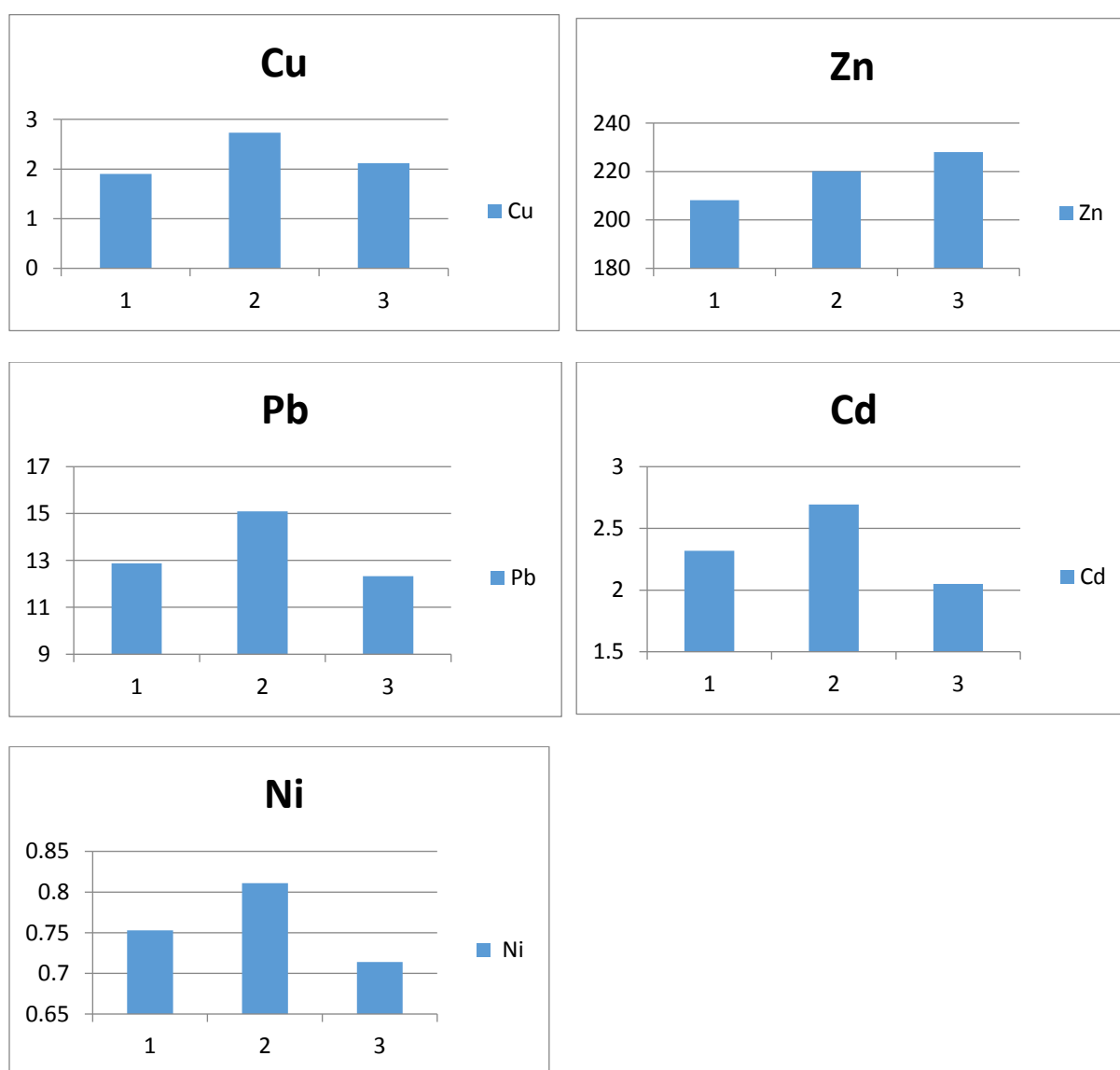
Табл. 12 Концентрация на тежки метали в костите на муткура в северен и южен черноморски район. Стойностите са представени като средно аритметично \pm стандартно отклонение (SD); минимум – максимум; n – брой индивиди.

Концентрация на металите (mg/kg)

	Cu	Pb	Zn	Cd	Ni
Южен район	2.61 \pm 0.88	11.45 \pm 1.30	275.02 \pm 177.86	2.17 \pm 0.40	0.76 \pm 0.34
n=14	0.97-3.82	9.18-13.82	100.24-814.20	1.57-3.07	0.41-1.45
Северен район	2.09 \pm 1.07	15.53 \pm 3.55	309.25 \pm 247.38	2.66 \pm 0.71	1.13 \pm 0.60
n=19	(0.21-3.91)	(8.84-25.23)	102.80-922.90	1.44-3.96	0.50-2.56
Общо	2.31 \pm 1.01	13.80 \pm 3.46	294.73 \pm 218.11	2.45 \pm 0.64	0.98 \pm 0.53
n=33	(0.21 3.91)	(8.84-25.23)	(100.24-922.90)	(1.44-3.96)	(0.41-2.56)

В допълнение, индивидите, намерени в района на Шабла (Северен район) и Ахелой (Южен район), имат най-високи нива на Cu (съответно 3,75 mg / kg и 3,5 mg / kg), докато индивиди, намерени в района на Крапец (Северен район) имат значително по-високи концентрации на Ni в костите (1.87 mg / kg) в сравнение с други райони.

Във фиг. 56 са представени концентрациите на Cu, Zn, Pb, Cd и Ni в индивиди разделени на три възрастови групи. 1 – индивиди под три годишна възраст. Това са неполово зрели индивиди; 2 – индивиди от три до седем години. Това са индивиди в активна размножителна възраст; 3 – индивиди от осем до единадесет години – най-възрастните определени от нас индивиди. Това разделяне на три възрастови групи направихме с цел да покажем как в възрастта на морската свиня се променя концентрацията на изследваните метали.



Фиг. 56 Концентрация на Cu, Zn, Pb, Cd и Ni в костите на *Ph. phocoena* разделени на три възрастови групи: 1 – индивиди под три годишна възраст; 2 – индивиди от три до седем години; 3 – индивиди от осем до единадесет години.

По литературни данни високи нива на Cu и Zn се наблюдават в младите индивиди и новородените (Julshamn *et al.*, 1987; Wagemann *et al.*, 1988; Caurant *et al.*, 1995). Известно е, че тези елементи са с високи нива в тъкани подложени на бърз растеж (Baer and Thomas, 1991). Също така цинкът е важен за целостта на имунната система на китоподобните. В нашето изследване концентрацията на Zn и Cu противно на очакванията показват по-ниски концентрации при индивидите до 3 годишна възраст. Необходимо е увеличаване на извадката за потвърждаване или отхвърляне на това твърдение. При индивидите от втората възрастова група се наблюдава нарастване на концентрациите на всички от изследваните метали и почти всички (Pb, Cd, Cu и Ni) достигат максимални стойности. В третата възрастова група само при Zn продължава да нараства концентрацията в костите на морската свиня. Останалите от изследваните тежки метали намаляват.

При сравняване на резултатите с други изследвания за тежки метали в кости се вижда завишаване на оловото в черноморската *Ph. phocoena* спрямо изследвания на олово в кости на същия вид по крайбрежието на Франция, Ирландия и Испания (Caurant *et al.*, 2006). Концентрацията на олово в костите на морската свиня в Черно море е със средна стойност 13.80 mg/kg (за 33 индивида), във Франция – 0.315 mg/kg (за 7 индивида), в Ирландия – 0.337 mg/kg (за 3 индивида) и в Испания – 0.143 mg/kg (само за 1 индивид).

При сравняване на нашите резултати с други видове китоподобни от Средиземно море, отново се вижда завишаване на концентрациите на олово (13,80 mg/kg) при черноморските *Ph. phocoena* спрямо следните видове: 6.40 mg/kg в кости на *Tursiops sp.* в Средиземно море (изследването е направено за 7 индивида) и 4.30 mg/kg за *Delphinus delphis* в Средиземно море (за 2 индивида).

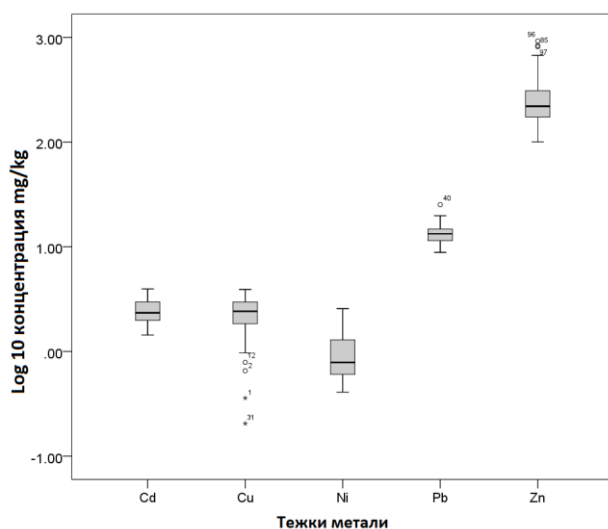
В табл. 13 са показани концентрациите на тежки метали в кости на *Ph. phocoena* от настоящото изследване и проби от живи уловени *St. coeruleoalba* (ивичест делфин) около остров Ки, Япония (Honda *et al.*, 1982).

Табл. 13 Концентрации на Zn, Cu, Pb, Ni и Cd в кости на черноморски *Ph. phocoena* и *Stenella coeruleoalba* около бреговете на остров Ки, Япония.

mg/kg	<i>Ph. phocoena</i> в Черно море	<i>Stenella coeruleoalba</i> около бреговете на о. Ки
Zn	294.73 ± 218	295 ± 27.2
Cu	2.31 ± 1.01	0.88 ± 0.09
Pb	13.80 ± 3.46	0.62 ± 0.06
Ni	0.98 ± 0.53	0.21 ± 0.02
Cd	2.45 ± 0.64	0.28 ± 0.03

От таблица 13 се вижда, че концентрацията на цинк в морската свиня и ивичестия делфин са почти еднакви. При всички останали метали концентрациите в костите на морската свиня са по-високи в сравнение с тези на ивичестия делфин. Някои от тях (например оловото) са значително по-високи.

На фиг. 57 с бокс плотове са показани концентрациите на изследваните метали – Cd, Cu, Ni, Pb и Zn. Концентрациите са представени като log10 за да могат да се сравнят стойностите на различните метали, защото някои от тях са с много по-високи стойности от останалите (както е при Zn).



Фиг. 57 Бокс плотове на концентрациите на тежките метали Cd, Cu, Ni, Pb и Zn в кости на *Phocoena phocoena* по българското черноморско крайбрежие.

При Cu, Ni, и Zn се наблюдава по-голяма вариация в концентрациите. При Cd и Pb няма голямо вариране в стойностите (Фиг. 57). Концентрацията на мед в костна тъкан на морската свиня от района на Шабла и Ахелой е най-високата регистрирана. Този резултат може да бъде свързан с вероятно замърсяване в тези райони.

В конкретното изследване целта бе да се даде за първи път информация за концентрация на тежки метали в костите на *Ph. phocoena*, намерени в различни участъци на българското черноморско крайбрежие. Основната идея бе да се сравни тази концентрация при индивиди, намерени в различни райони и на различна възраст. Тъй като подобни изследвания (тежки метали в кости на морски бозайници) са сравнително малко, то все още няма предложени и приети допустими стойности за тях.

5.5. Етологични изследвания при китоподобните в Черно море.

В настоящия раздел са представени резултатите от проучвания на поведението и биоакустиката на китоподобните. Преобладаващата част от биоакустичните проучвания са регистрации на неопределени индивиди. Тези резултати засягат данните за

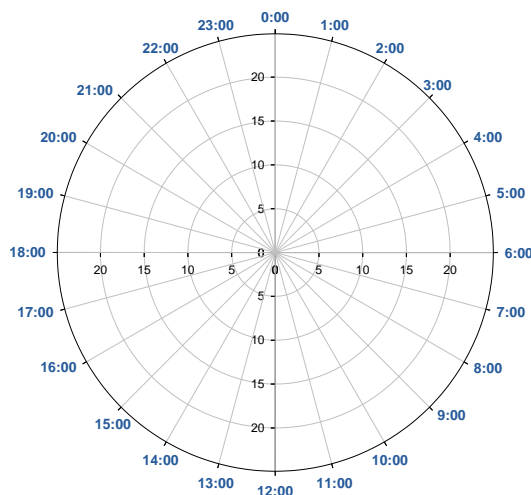
денонощната (циркадна) активност през есенно-зимният сезон на трите вида морски бозайници в южната българска акватория на Черно море.

Денонощна акустична активност на китоподобните.

На фиг. 58 е показана денонощната динамика на акустичната активност на китоподобните. Резултатите са представени главно за неопределени индивиди, които ние считаме, че в 90% от случаите са обикновени делфини.

Неопределените индивиди могат да бъдат обикновени делфини или афали като морската свиня се изключва от тази група, тъй като сигналите ѝ във високата честота я отдиференцират ясно и тя може лесно да бъде разпозната, ако бъде регистрирана чрез ПАМ. По-горе бяха дискутирани технологичните трудности при регистрирането на високо честотния ехолокационен сигнал на *Ph. phocoena*. Поради това считаме, че сред неидентифицираните индивиди не присъства този вид. Афалата и обикновеният делфин имат сходна вокализация с припокриващи се честоти. Поради което възможностите на ПАМ за черноморските популации на тези видове са силно ограничени. Допълнителните анализи, обаче показват че вероятността неидентифицираните индивиди да са обикновени делфини е 90%. Това се дължи на факта, че:

- Картата на разпространение на неидентифицираните индивиди в голяма степен се покрива с картата на разпространение на обикновения делфин.
- Общият брой на регистрираните обикновени делфини и афали е 632 индивида, като 90% от тях са обикновени делфини. Поради това считаме, че представените данни за циркадната активност на неидентифицираните делфини чрез ПАМ достоверно представят активността на обикновения делфин, като вероятността за наличие на отделни индивиди афала в тази група е малка и не може да промени генералната зависимост.

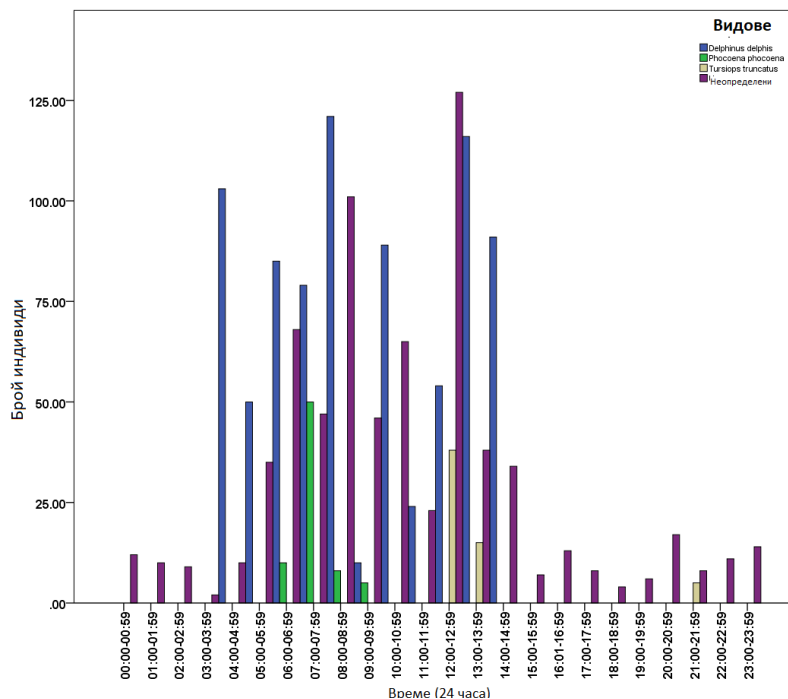


Фиг. 58 Денонощна акустична активност на *D. delphis* (% индивиди на час) регистрирани чрез ПАМ.

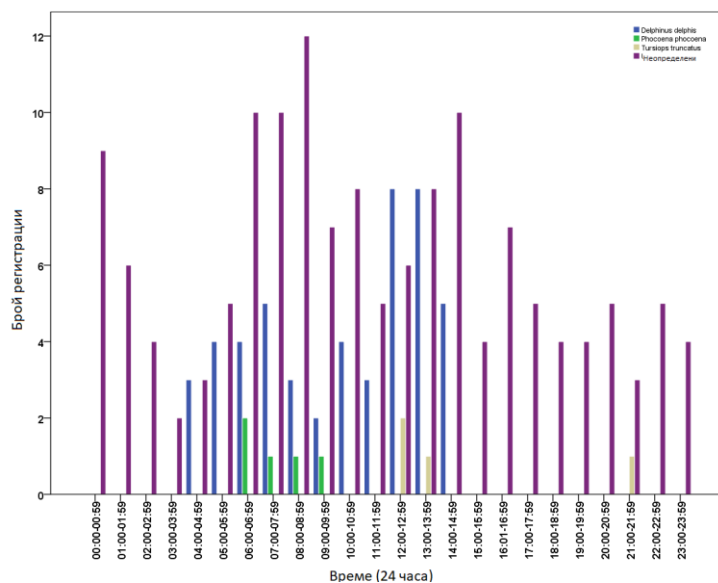
Най-високите стойности на вокализацията са в сутришните часове – 10:00 – 11:00h (Фиг. 58). Ясно изразени пикове има от 4:00 до 6:00h. През тъмната част на денонощието

акустичната активност присъства равномерно със сравнително ниски стойности. Прави впечатление, че двата високи пика в периода 4:00 -5:00 и 10:00 – 11:00h са предхождани от ниски стойности на акустична активност, което ние тълкуваме, че делфините през тези периоди са спали. Следобедният пик на акустичната активност е от 13-14:00h. И трите пика на активността са през светлата част на денонощието. Едни от периодите с най-ниска стойност на вокализацията, обаче също са през светлата част на денонощието – 6:00 до 7:00h, 9:00 до 10:00h и 11:00 до 12:00h. Това показва, че през светлата част на денонощието при обикновения делфин има редуване на висока акустична активност и относителен покой, които вероятно представляват фази на ловуване и хранене, последвани от фази на почивка. Продължителността на активните фази е 1 – 2 часа. През тъмната част на денонощието имаме спад в активността, който съвпада с периода на здрачаване. След което се наблюдава, че през преобладаващата част от нощта има сравнително ниски, но постоянни нива на акустична активност.

На фиг. 59 и фиг. 60 са представени обединените резултати от визуален и акустичен методи. Във фигурите неопределените индивиди в основни линии повтарят зависимостите при обикновения делфин. Регистрациите на морската свиня са в сутрешния период от 5:00 до 10:00h., с ясно изразен пик непосредствено след зазоряване от 6:00 до 7:00h. Подобни резултати има и при крайбрежни наблюдения на морската свиня (Вълчев, 2018).



Фиг. 59 Обобщени резултати на циркадната активност на трите вида китоподобни при комбинация на визуален и акустичен метод.

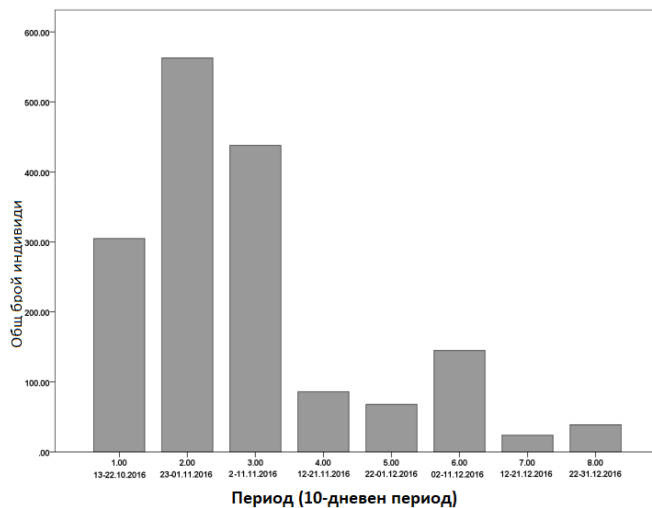


Фиг. 60 Циркадно разпределение на регистрациите на китоподобни при комбинация на визуален и акустичен метод.

На този етап от нашите изследвания не можем да определим точно каква зависимост определя тези пикове. Визуалните наблюдения регистрират индивиди във всякакви форми на поведение, които се проявяват на повърхността. Нямаме данни, с които да обясним отсъствието на морската свиня в следобедните часове. И не може да допуснем, че тя изчезва от наблюдаваната акватория след обяд. Предполагаме, че в сутрешните часове преобладават формите на поведение на повърхността на водата, а в следобедните - тези под повърхността. Поради, което наблюденията се затрудняват да регистрират поведението. Друга причина за липсата на яснота относно следобедната активност на този вид е изключителната трудност, с която той се регистрира чрез акустични методи. Трябва да се добави, че морската свиня се води основно като крайбрежен вид. Поради което броят на регистрациите в открито море бяха малко - 5 на брой.

Афалата беше регистрирана в обедните часове и ранния след обяд. Броят на регистрациите е малък – 4. Считаме, че тези данни са недостатъчни за да се правят генерални изводи за циркадната активност на този вид през есенно-зимния период. Акустична активност на вида е регистриран и през тъмната част на денонощието – между 21:00 и 22:00h.

По време на изследването беше регистриран висок брой китоподобни през първия месец – 13.10. – 11. 11.2016 г, с пик в периода 23.10. – 01.11.2016 г. Тази висока численост съвпада с миграцията на китоподобните на юг (Станев, 1996).



Фиг. 61 Брой наблюдавани китоподобни през десет дневен период.

След 11 ноември наблюденията намаляват драстично, като през декември са отчетени най-ниските числености. Това се дължи на колебания в температурата на водата, тъй като по време на проучването в средата на ноември за три дена температурата на морската вода се понижи с 10 градуса. При такива обстоятелства мигрират рибните пасажии на юг в по-топли води, където зимуват. През есента, спадащите температури дават началото на миграцията на хамсията (*Engraulis encrasicolus*) в южна посока към крайбрежните води на турския и грузинския бряг, където рибата образува гъсти зимувачи концентрации (STEFCS, 2012; Schismenou *et al.*, 2008). Миграцията с цел зимуване на кефала (*Mugil cephalus*) е най-интензивна през ноември (STEFCS, 2012). През есента (от септември до ноември), сафридът (*Trachus mediterraneus ponticus*) мигрира към териториите за зимуване, които са разположени в крайбрежните води на Турция, Грузия и Русия (STEFCS, 2012). Миграцията на китоподобните основно зависи от миграцията на рибните пасажии като тяхна хранителна база.

Посочените в Материали и методи категории на поведение характеризират основно двигателната активност и в по-малка степен хранителното и социалното поведение. Рядко се наблюдават самостоятелно и обикновено са свързани във вериги от поведенчески последователности. По време на проучването на обикновения делфин от наблюдавани 574 индивида бяха регистрирани 22 поведенчески последователности и 4 самостоятелни прояви на отделни форми на поведение. Поведенческите последователности, поведенческото разнообразие варира от 2 до 5 форми на поведение. Различните поведенчески последователности имат различна срещаемост. Най-високата срещаемост на дадена последователност достига 5 регистрации. Това показва, че обикновения делфин има високо разнообразие от уникални поведенчески последователности, които се повтарят рядко. Регистрирани са следните форми на поведение при обикновения делфин (Табл. 14):

Табл. 14 Брой регистрации на отделните категории на поведение при *D. delphis*.

Поведение	Брой регистрации	Код
Плуване на повърхността	24	SF
Преминаване	18	T
Подскачане	12	P
Високи скокове	20	B
Плуване под вода	11	SW
Хранене	15	F
Гмуркане	2	D
Изправяне на тялото над водата с последващо падане	5	BR
Странично преобръщане на тялото	3	M

Отделните поведенчески категории могат да бъдат разделени на три групи в зависимост от срещаемостта им в поведенческите последователности – групи съответно с висока, средна и ниска срещаемост. При обикновения делфин най-често наблюдавани в поведенческите последователности са SF, T и B. От тях най –високи стойности има плуването на повърхността (SF). Рядко наблюдавани форми на поведение са BR, M и D. групата със средни стойности включва P, SW и F.

При афалата бяха регистрирани само три форми на поведение – SF, SW и F с повторения при две от тях (Табл. 15). Ниският брой на форми на поведение при афалата в сравнение с обикновения делфин се дължи на малкия брой наблюдения на вида по време на цялото проучване – само 5, което не дава представителни данни за поведението на този вид.

Табл. 15 Брой регистрации на отделните форми на поведение при *T. truncatus*.

Поведение	Брой регистрации	Код
Плуване на повърхността	2	SF
Плуване под вода	2	SW
Хранене	1	F

При морската свиня бяха регистрирани четири форми на поведение – SF, SW, F и M (Табл. 16). И тук както при афалата имаме малък брой регистрирани форми на

поведение, което отново се дължи на ниския брой регистрации на *Ph. phocoena* по време на проучването – само 4.

Табл. 16 Брой регистрации на отделните форми на поведение при *Ph. phocoena*.

Поведение	Брой регистрации	Код
Плуване на повърхността	4	SF
Плуване под вода	1	SW
Хранене	2	F

В табл. 17 е представена зависимостта на поведението от дълбочината, на която са наблюдавани китоподобните и отстоянието им от плавателния съд. При обикновения делфин различните последователности и форми на поведение са регистрирани на дълбочини между 2036 м. и 96 м. Отстоянието от кораба варира от 2 000 до 276 м. При морската свиня различните типове поведение са на дълбочина между 2 026 и 212 м. и разстояние от плавателния съд от 450 до 1000 м. При афалата наблюденията са между 2043 и 52 м. дълбочина и от 1 300 до 800 м. отстояние от кораба.

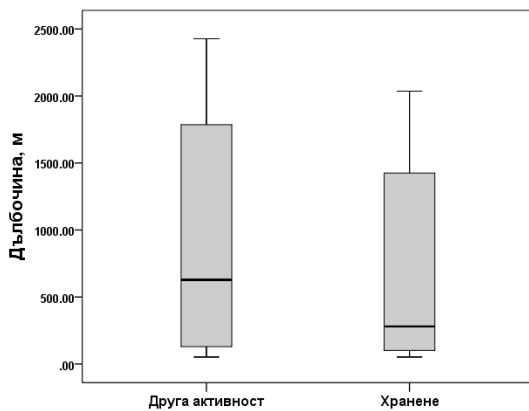
Табл. 17 Сравнителен анализ на стойностите на различните поведенчески последователности в зависимост от дълбочината и отстоянието от плавателния съд в метри по видове, където N = брой наблюдения, Mean – средна стойност;

Вид		Дълбочина/м	Разстояние от плавателния съд/м	Брой индивиди
Dd	N	3	3	3
	Mean	975,33	276,67	14,33
Преминаване	N	9,00	9,00	9,00
	Mean	801,78	627,78	20,56
Преминаване, въртене	N	2,00	2,00	2,00
	Mean	95,00	600,00	11,00
Преминаване, подскачане	N	4,00	4,00	4,00
	Mean	1183,50	1032,50	17,25
Плуване на повърхността	N	9,00	9,00	9,00
	Mean	1041,27	636,67	14,44
Плуване на повърхността, подскачане	N	2,00	2,00	2,00
	Mean	1478,50	850,00	13,50
Преминаване, гмуркане	N	1,00	1,00	1,00
	Mean	96,00	700,00	6,00
Плуване под вода, подскачане	N	1,00	1,00	1,00

		Mean	582,00	1600,00	25,00
	Преминаване, високи скокове	N	3,00	3,00	3,00
		Mean	1384,33	600,00	30,33
	Хранене	N	3,00	3,00	3,00
		Mean	140,67	1100,00	4,00
	Хранене, бързо плуване	N	4,00	4,00	4,00
		Mean	1003,60	1032,50	18,25
	Хранене, бързо плуване, подскачане	N	1,00	1,00	1,00
		Mean	120,00	700,00	20,00
	Хранене, въртене, плуване на повърхността	N	1,00	1,00	1,00
		Mean	2036,00	1000,00	5,00
	Хранене, плуване на повърхността	N	4,00	4,00	4,00
		Mean	1167,75	1037,50	32,50
	Хранене, подскачане	N	1,00	1,00	1,00
		Mean	933,00	2000,00	6,00
	Total	N	48,00	48,00	48,00
		Mean	925,45	804,58	17,58
Pp	Плуване под вода	N	1,00	1,00	1,00
		Mean	2026,00	450,00	5,00
	Плуване на повърхността	N	2,00	2,00	2,00
		Mean	606,50	650,00	29,00
	Хранене. Плуване на повърхността	N	1,00	1,00	1,00
		Mean	280,00	1000,00	4,00
	Хранене. Плуване на повърхността	N	1,00	1,00	1,00
		Mean	212,00	750,00	6,00
	Total	N	5,00	5,00	5,00
		Mean	746,20	700,00	14,60
Tt	Плуване на повърхността	N	2,00	2,00	2,00
		Mean	61,25	1300,00	22,50
	Плуване под вода	N	1,00	1,00	1,00
		Mean	2043,00	800,00	5,00
	Хранене, плуване	N	1,00	1,00	1,00
		Mean	52,00	1300,00	8,00
	Total	N	4,00	4,00	4,00
		Mean	554,38	1175,00	14,50

От наблюдаваните форми на поведение хранителната активност заема особено важно място. Храненето е обославящ фактор за присъствието на китоподобните в даден район, тъй като те следват основния си хранителен ресурс – рибните пасажи. Преобладават наблюденията на хранителна активност на обикновения делфин, който е високо социален вид известен с груповото си ловуване и формирането на големи стада.

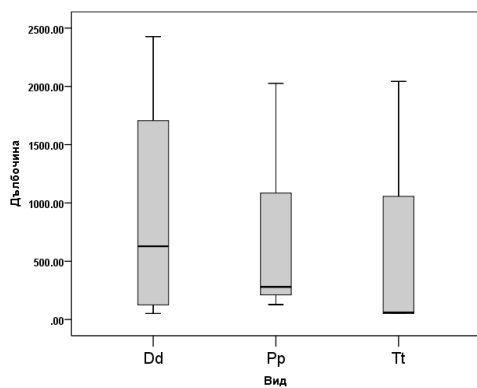
На фиг. 62 е представена зависимостта на хранителната активност от дълбочината, като се вижда, че подобно поведение при обикновения делфин е регистрирано в диапазона от 200 до 1700 м. Основно на дълбочина около 500 м.



Фиг. 62 Зависимост на хранителната активност и другите форми на поведение от дълбочината.

Сравнени с храненето другите форми на активност варират в по-голям диапазон, но са основно на сходна дълбочина.

От трите вида морски бозайници, обикновеният делфин се среща на различни дълбочини – до 1700 м. (Фиг. 63). Този резултат има потвърдителен характер, тъй като е известно, че този вид има афинитет към откритата морска акватория.



Фиг. 63 Разпределение на трите вида китоподобни в различни дълбочини.

Афалата и морската свиня показват сходни зависимости като предпочитат по-малки дълбочини (до 1000 м).

Разгледаните и анализирани по-горе форми на активност представляват един от малкото случаи в България за въвеждане и анализ на утвърдени подходи и термини за регистриране и изучаване на поведението на морските бозайници. Количеството и качеството на данните на този етап са достатъчни само за обикновения делфин, при който са описани значителен брой поведенчески последователности и категории поведение. При разгръщане на изследванията в бъдеще ще бъде събрана достатъчна и

качествена информация и за останалите два вида. В този случай ще могат да се извършват и прецизни сравнителни анализи на поведението при трите вида.

6. Изводи

1. В моделната акватория се срещат и трите вида китоподобни с отчетливо доминиране на обикновения делфин.
2. Афалата и морската свиня са редки и малобройни видове през есенно-зимния период в южната българска акватория.
3. Броят и на трите вида китоподобни отчетени по българското крайбрежие е най-висок през летните месеци.
4. Най-голям брой смъртни случаи са регистрирани при *Phocoena phocoena*, а най-малък при *D. delphis*.
5. Регистрираните случаи на мъртви китоподобни не отразяват достатъчно пълно реалната смъртност в техните популации, тъй като в зависимост от местообитанията им вероятността да бъдат изхвърлени на брега е различна за отделните видове.
6. Максималната възраст определена за морската свиня при това изследване е 10 години.
7. Възрастовата структура на регистрираните смъртни случаи при *Ph. phocoena* показват два ясно очертани пика – в началото и в средата на жизнения цикъл.
8. Натрупването на тежки метали в костите на морската свиня е по-висока по северното крайбрежие за Pb, Zn, Cd, и Ni и по-ниско за Cu.
9. Акустичната активност при обикновения делфин обхваща целия 24 часов период, като в тъмната част на денонощието нивата ѝ са по-ниски.
10. И при трите вида китоподобни сезонната активност показва ясно намаляване на числеността от есенния към зимния период.
11. При обикновения делфин отделните поведенчески категории се групират в краен брой поведенчески последователности. Отделни категории много рядко могат да бъдат регистрирани самостоятелно.

7. Приноси на настоящата дисертация

1. Извършено е съвременно и значимо проучване на разпространението и на трите вида в представителна акватория за южната част на българската ИИЗ през есенно-зимния период.
2. Извършени са едни от най-пълните отчети на броя на мъртвите китоподобни в три годишен период.
3. Извършено е едно от първите проучвания в България върху продължителността на живота при *Ph. phocoena*.

4. Извършено е едно от първите български проучвания на натрупването на тежки метали в костите на *Ph. phocoena*.
5. Извършено е едно от първите проучвания на зависимостта при натрупването на тежки метали с възрастта при *Ph. phocoena*.
6. Извършено е едно от първите приложения на метода на пасивно акустичен мониторинг за България.
7. Извършени са за първи път в страната пълни проучвания на циркадната активност на китоподобните в открито море.

ПУБЛИКАЦИИ, ПРЯКО СВЪРЗАНИ С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Evtimova, V., Parvanov, D., Grozdanov, A., Dimitrov K., Tserkova F., Yordanov S., Velina Y., Petrova E., Yordanova Y., Delov, V., (2018) Cetacean mortality along the Bulgarian Black Sea Coast during 2017. *Zoonotes* 134: 1-4 (2018).
2. Evtimova, V., Parvanov, D., Grozdanov A., Tserkova F., Zlatkov B., Vergilov Z., Sivilov O., Yordanov S., Delov V. 2019 Heavy metals in bones from Harbour Porpoises *Phocoena phocoena* from the Western Black Sea Coast. *Zoonotes*. 136: 1-4 (2019).
3. Evtimova, V., Delov, V., Parvanov, D., Grozdanov, A. & Velina, Y. (2015) A contribution to the study on the three cetacean species stranded along the Bulgarian Black Sea coast. *Annuaire de l'Université de Sofia "St. Kliment Ohridski"*, 101(4): 33-43.
4. Evtimova, V., Dimitrov, K., Delov, V., Velina, Y. & Iordanov, S. (2016) Data on cetacean mortality along Bulgarian Black Sea coast during spring-autumn 2016. *Annuaire de l'Université de Sofia "St. Kliment Ohridski"*, 102(4): 62-69.

Благодарности

Благодаря на моя научен ръководител доц. д-р Венцеслав Делов за помощта, подкрепата, насоките и възможността свободно и самостоятелно да развия идеите си.

Благодаря на катедра „Зоология и антропология“ за предоставеното работно място; на колегите от катедрата за помощта и съветите и най-вече на доц. д-р Елена Ташева, проф. Пламен Митов, доц. д-р Диана Златанова, гл. ас. д-р Атанас Грозданов и гл. ас. д-р Елица Попова. Сърдечни благодарности за помощта при лабораторните изследвания на д-р Боян Златков, д-р Владислав Вергилов и д-р Огнян Сивилов.

Сърдечни благодарности на проф. Даниела Клисарова за насоките и съветите.

Изказвам най-искрени благодарности на моя приятел и колега д-р Димитър Първанов за безусловната помощ при обработването на данните.

Благодаря на химика Радостина Христова от института по Биоразнообразие и екосистемни изследвания към БАН за обработването на костните проби за тежки метали.

Сърдечно благодаря на моя партньор Калоян Фърчев, сестра ми Надя Найденова, моите приятели Фериха и Добрин Церкови и колегата ми Стоян Йорданов за безусловната помощ при теренната работа.

Изключително съм благодарна на организацията The Society for Marine Mammalogy, която подкрепи два пъти работата ми със своите грантове.

Специални благодарности на Шел за предоставените данни, както и на всичките ми колеги в този проект, специално на Neil Niru Dorrian.

Благодаря за финансовата подкрепа на Фонд Научни изследвания на СУ „Св. Кл. Охридски“.

Благодаря на РИОСВ-Варна и РИОСВ-Бургас за предоставените данни.

Благодаря на всички колеги и приятели, които предоставиха проби от китоподобни.

Огромна благодарност изказвам и към семейство ми, баща ми и майка ми за подкрепата и търпението, които проявиха към мен по време на цялата ми докторантура.

Посвеждавам тази работа на моите родители – Нели и Иван Евтимови!

Biology and behavior of cetaceans in the Black Sea

Summary

The subject of this dissertation is the three unique subspecies of the cetaceans in the Black Sea *Phocoena phocoena relicta*, *Delphinus delphis ponticus* and *Tursiops truncatus ponticus*. The research is focused on insufficiently studied aspects of their biology, ecology and behavior in Bulgaria, both nationally and internationally. Various methods have been used in the dissertation, each of which is a separate study. The methods of visual observation from a vessel and passive acoustic monitoring (PAM) is applied, the mortality rate is investigated on the whole Bulgarian Black Sea coast by using of a line transectic method, histological methods were used for studying the age limits of cetacean mortality. An original method was developed based on the coloring of histological preparations in order to determine the age of cetaceans. One of the important results of the current research is the study of the distribution of cetaceans in a model aquatory on the southern Bulgarian Black Sea, which has sufficient area to obtain representative results. The studies are concentrated during the autumn-winter period, with the prevailing number and prevalence being the common dolphin, followed by the harbour porpoise and bottlenowse dolphin.

As a result of the research, the mortality rate of the three cetacean species on our Black Sea coast, which has a pronounced peak in 2016, has been established. It has been found that the most numerous species is the harbour porpoise followed by the bottlenowse dolphin and the common dolphin.

The duration of life is studied in detail in the harbour porpoise, with two clear peaks of mortality rates at the beginning and mid-life periods.

Biochemical methods have applied to study the accumulation of heavy metals in the harbour porpoise. Bone samples of 33 individuals were analyzed by establishing the concentrations and spatial distribution of Cu, Pb, Cd, Zn and Ni.

Ethological studies address diurnal activity, seasonal activity, and behavioral patterns that can be observed on the surface of the water. Through the passive acoustic monitoring method, in combination with the visual observation method, these dependencies are found for the common dolphin. A comparative analysis of the behavior of the three cetacean species with respect to the depth and distance of the vessel where carried out. A description of behavioral sequences was made in the three cetacean species.