

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
Институт по океанология „Проф. Фритьоф Нансен“

Ивалена Живкова Вълчева-Георгиева

**БИОСТРАТИГРАФСКИ АНАЛИЗ И ПАЛЕОЕКОЛОГИЯ
НА КВАТЕРНЕРНИТЕ СЕКВЕНЦИИ
ОТ БЪЛГАРСКИЯ СЕКТОР НА ЧЕРНО МОРЕ**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

на

ДИСЕРТАЦИЯ

За придобиване на образователна и научна степен

„Доктор“

По област на висше образование: **шифър 4.** „Природни науки,
математика и информатика“

Професионално направление: **шифър 4.4.** „Науки за Земята“
Докторска програма „Геология на океаните и моретата“

Научен ръководител:

Доц. д-р Райна Христова

гр. Варна
2016 г.



Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита на разширен семинар на секция „Морска геология и археология“ към Института по океанология „Проф. Фритьоф Нансен“ на Българска Академия на Науките, състояло се на 27 юли 2016 г.

Дисертацията е разработена в рамките на редовна докторантура в секция „Морска геология и археология“ към Институт по океанология – БАН

Представеният дисертационен труд е с обем от 167 страници текст, съдържа 12 глави, 22 фигури, 4 таблици и 2 приложения. Списъкът на цитираната литература включва 191 заглавия, от които 133 на кирилица, 58 на латиница и 3 интернет сайта.

Защитата на дисертационният труд ще се състои на 2016 г. от ч. в заседателната зала на Института по океанология при БАН на ул. „Първи май“ № 40, на открито заседание на петчленно Научно жури в състав:

1. проф. дгн Веселин Димитров Пейчев
2. проф. дгмн Цанко Василев Цанков
3. проф. дгмн Божидар Димитров Маврудчиев
4. доц. д-р Райна Иванова Христова
5. доц. д-р Светла Димитрова Станкова

Материалите по защитата са на разположение на интересуващите се в библиотеката на Института по океанология „Проф. Фритьоф Нансен“, Варна, ул. „Първи май“ № 40.

Обща характеристика на дисертационния труд

Дисертацията е структурирана в 12 глави, въведение и изводи с общ обем 167 стр., включително 4 таблици, 22 фигури и приложение разделено в две части. Списъкът на литературата включва 191 бр., от които 133 на кирилица, 58 на латиница и 3 интернет сайта. Текстът на дисертацията има следната структура:

ВЪВЕДЕНИЕ	5 стр.
1. Актуалност, цел и задачи на изследване	8 стр.
2. Област и фактически материал на изследване	9 стр.
3. Методи на изследване	11 стр.
4. Биостратиграфска и палеоекологична стойност на моллюсковите субфосили в морските кватернерни седименти	13 стр.
5. Стратиграфска изученост на кватернерните седименти в Понто-Каспийската област	14 стр.
6. Статут и ранг на кватернерната система в западната част на Черно море	15 стр.
7. Специфични океанографски характеристики на Черно море и тяхното значение за палеоекологичните реконструкции	16 стр.
8. Геоложка характеристика на черноморския басейн	17 стр.
9. Кратка морфографска и геоморфоложка характеристика на черноморското крайбрежие и шелф	18 стр.
10. Кватернерни моллюскови съобщества по сондажни данни от различни геоморфоложки области на шелфа	19 стр.
11. Интерпретация и анализ на фосилните находища с цел възстановяване средата на обитание	28 стр.
12. Реконструкция на палеоекологичните обстановки и климатичните условия през различните етапи на кватернера в Черно море	31 стр.
ИЗВОДИ	41 стр.
Приложение: Систематична част	
ЛИТЕРАТУРА	
Списък на фигурите	
Списък на таблиците	

Благодарности

Издавам своята искрена благодарност на ръководителя на секция „Морска геология и археология” и настоящ директор на ИО-БАН, проф. д-н Веселин Пейчев за възможността да работя в този екип от професионалисти, за доверието в мен и подкрепата по време на творческата ми работа по дисертацията.

Благодаря на моя научен ръководител доц. д-р Райна Христова за това, че повярва в мен, за огромната помощ и ценните професионални и приятелски съвети при изготвянето на дисертационния труд.

Благодаря на колегите от катедра „География и методика на обучението по география“ при ШУ, които повярваха в мен, за подкрепата и ценните професионални и приятелски съвети.

Благодаря на семейството ми и най-вече на майка ми, на моите приятели за вярата в мен и непрестанната подкрепа.

Най-сърдечно БЛАГОДАРЯ!

Въведение

Актуалността на настоящото научно изследване се определя от огромната, съвременна значимост на проблемите за океанските и морските пространства в глобален мащаб. Тези уникални за Слънчевата система природни системи на Земята, днес имат решаващо значение за геодинамичните процеси на литосферните плочи, за климатичните промени в глобален мащаб и като източник на нови, алтернативни георесурси. В този смисъл, акваторията на Световния океан днес е ключов обект за изследване на дълбоководните екосистеми, термохалинната циркулация, глобалния бюджет на въглеродния диоксид, седиментния бюджет и за палеоклиматичните реконструкции.

Представеното научно изследване е осъществено в Черно море, което се явява уникален басейн от системата на Световния океан. Съвременното състояние на черноморската екосистема се отличава с ограничено биоразнообразие, интензивна еутрофикация и силна антропогенна преса, която съществува в условия на сероводород в дълбоководната зона и изпитва ефекта на климатичните промени.

Съвременната стратиграфска наука представлява синтез на регионалните и общопланетарни стратиграфски последователности, на биостратиграфското зонироване по различни фосилни групи и отражение на евстатичните колебания на морското ниво в геоложкия летопис.

Биостратиграфията е едно от най-важните стратиграфски направления. Тя има фундаментално място сред останалите геоложки науки като особен напредък бележи цикличната и събитийна стратиграфия. Именно нейните методи днес се използват при проучване на световните нефтени и газови находища. В последното десетилетие, при стопанското усвояване на Българския черноморски шелф и крайбрежие, много нефтени, газови и телекомуникационни компании, както и фирми, свързани с хидростроителството, изискват прецизни, стратиграфски разчленения на морските плейстоценски и холоценски седименти, представени на езика на секвентната стратиграфия. Биостратиграфията и палеоекологичните реконструкции на кватернерните секвенции са безусловно свързани с геологията на кватернерните седименти. В хода на биостратиграфското изследване, с особена значимост, е проследяването на смяната на палеоекологичните обстановки на утайконатрупване в геоекологичната еволюция на басейна, предизвикани от промените на климата и морското ниво.

Във фокуса на настоящото биостратиграфско изследване е геоложкото развитие на Българския черноморски шелф и крайбрежие през кватернерния период.

Биостратиграфският анализ на базата на моллюсковата фауна, в съчетание с литологията, има изключително важно значение при

палеогеографската реконструкция на кватернера в Черноморската област. Като изходна теоретична теза е използвано схващането, че субфосилната моллюскова фауна реагира активно на измененията в палеоекологичните условия на средата, която обитават като температура, соленост, характер на дънния субстрат, кислороден режим, роля на временни морски течения и др. Оттук произтича нейната важна роля при възстановяване на палеоекологичната картина в даден регион – тя е основен фактор при възстановяване на фациалните обстановки и условията на седиментация при интерпретирането на геоложките данни.

1. Актуалност, цел и задачи на изследването

Представените резултати в дисертационния труд са резултат от анализа на конкретни геоложки разрези на кватернерни седименти от Българското черноморско крайбрежие и шелф.

Актуалността на изследването произтича и от факта, че разчленените седиментни секвенции стратиграфски се отнасят към кватернерния период като времеви интервал от историята на Земята. Днес кватернерната геология е съвременно, бързо развиващо се, научно направление, което има пряко отношение към търсенето и проучването на нови, алтернативни източници на минерални ресурси в шелфовите пространства на Световния океан.

Акцент на представеното изследване е кватернерният период от историята на нашата планета, който се характеризира с честите климатични колебания и драстични изменения в природните ландшафти. Колебанията на климата през кватернера са довели до съществени изменения в палеогеографската картина. През кватернера организмовият свят е със съвременен облик, а формирането на съвременният човек е сред една от най-характерните черти на този период (Николов, 2011). Реконструкцията на палеоекологичните параметри на средата от най-близкото геолошко минало- кватернерния период, е ключ за научна прогноза на промените на климата и морското ниво в наши дни (Христова, 2015).

Целта на настоящото изследване е на базата на резултатите от биостратиграфския анализ по молюскова фауна и връзката ѝ със седиментите, които ги съдържат, да се очертае смяната на палеоекологичните обстановки на басейна през отделните етапи на кватернера.

За постигането на поставената цел са решени следните основните **задачи**:

- ✓ литоложко описание на конкретни геоложки разрези по сондажни данни и очертаване на геоложки граници;
- ✓ таксономично определяне на субфосилната молюскова фауна, която се съдържа в изследваните седименти;
- ✓ биостратиграфско разчленяване на кватернерните утайки по молюскова фауна на ниво „регионален етаж“, съгласно Хроностратиграфската схема за регионалните етажи и подетажи в Българския черноморски шелф на Шопов (1991);
- ✓ изясняване връзката между палеоекологичната стойност на молюсковите асоциации и условията на образуване на кватернерните седименти, които ги съдържат;
- ✓ възстановяване на стратиграфската последователност и разпространението на установените фаунистични съобщества в плейстоценската и холоценска серия;

- ✓ стратиграфска корелация на едновъзрастни седименти в изследваните структури от крайбрежието, литоралната зона и шелфа.

Обект на настоящото изследване са геоложки разрези с различна геоструктурна позиция – сондаж Д от крайбрежието, сондаж VC-50 от литоралната зона и сондаж С-6 от централната област на шелфа.

Предмет на изследване е изучаването на кватернерните секвенции в избрани сондажни разрези от крайбрежието в района на Паша дере и от черноморския шелф.

2. Област, фактически материал и методика на изследването

2.1. Област на изследването

В областта на изследване са включени представителни за биостратиграфското изследване геоложки разрези на сондажите – Д, С-6 структура Самотино-изток и VC-50, които попадат в различни геоморфоложки зони от Българския сектор на Черно море.

Сондаж Д е разположен в крайбрежната област и по-конкретно в устието на Паша дере, което се явява част от Моминото (Авренско) плато. Платото от своя страна попада в причерноморския участък на Южномизийската хълмисто-платовидна равнина между Варненско-Белославския лиман, р. Провадийска, р. Камчия и Черно море.

Сондаж VC-50 е прокаран в литоралната зона на дълбочина 12,8 m срещу устието на Паша дере. Тази зона на шелфа се отличава с активен хидродинамичен режим. Това е зоната, в която става трансформация на вълновата енергия и преразпределение на енергията на водните маси и седиментния материал.

Сондаж С-6 структура Самотино-изток от централната област на черноморския шелф е получен при проучване на нефтогазоносната структура Самотино-изток с платформата „Диорит” през 1988 г. В структурно-тектонско отношение тази геоложка структура е част от морското продължение на Долнокамчийското структурно понижение. Сондаж С-6-структура Самотино-изток е заложен в централната област на шелфа, дълбочината на морето е 55 m.

2.2. Лабораторен етап на обработка на геоложките проби

Изследвани са 90 геоложки проби (литоложки и фосилни) от сондажи, предоставени от научния ръководител доц. д-р Р. Христова от секция „Морска геология и археология“ към ИО при БАН. Част от

геоложкото опробване е извършено върху сондажи по материали от Проект за морски проучвателни дейности за полагане на морския газопровод „Южен поток“–2013 г. Установена е позицията и вертикалното разпространение на фосилните находки във всички геоложки разрези (фиг. 1).



Фиг. 1 Геолошко опробване за целите на биостратиграфския анализ

Извършено е подробно литолошко описание на седиментите като е дефиниран прецизно литоложкия тип, цвят, структура, текстура, дебелина на седиментния слой. Фиксирани са геоложките граници между отделните седиментни секвенции. За целите на биостратиграфския анализ е извършено опробване на геоложките разрези, като всяка проба количествено представлява половината от всеки опробван интервал. Извлечени са всички фосилни находки от моллюскова фауна, подложени са на промиване и таксономично определение. Установени са представители от тип *Mollusca* на клас *Bivalvia* и клас *Gastropoda*. Вzetите проби достоверно отразяват всички интервали с фаунистично съдържание и литоложки особености.

2.3. Фактически материал на изследването

За анализ и интерпретация като фактологичен материал са използвани геоложките разрези на сондаж Д от сушата, морския виброкорен сондаж VC-50 и от сондаж С-6 структура Самотино-изток. Виброкорерният морски сондаж VC-50 е осъществен на борда на кораба „Академик“ в литоралната зона срещу устието на Паша дере. Използването на вибросондиране е обусловено от специфичния характер на седиментите, които покриват подводния брегови склон в изследвания участък. Най-общо тези седименти са представени от теригенни едрозърнести и среднозърнести пясъци, често обогатени с черупков детрит, които са трудни за пенетрация.

За целите на биостратиграфския анализ на разрезите от подбраните сондажи е извършено таксономично определяне на родовата и видова

принадлежност на 25 екземпляра, отнасящи се към клас *Bivalvia* и клас *Gastropoda* от тип *Mollusca*.

3. Методи на изследване

3.1. Теоретична основа на биостратиграфското изследване. Общи стратиграфски, собствени биостратиграфски и общи методични принципи на изследване

В представеното научно изследване на геоложки данни от Българското черноморско крайбрежие, литоралната зона и шелфът, са използвани широка група от геоложки методи, сред които особено важно значение има *биостратиграфският метод*. Едновременното прилагане на *литоложки, геоморфоложки и палеогеографски метод* осигурява висока степен и достоверност на направените палеоекологични интерпретации.

Като основен методичен инструмент е използван *метода на ръководните фосили* (Николов, 1977). Същността на този метод, базиран на кватернерната моллюскова фауна, се изразява в следното:

- ограничено стратиграфско разпространение;
- широко географско разпространение;
- относителна независимост на фациесите;
- морфоложки особености, които позволяват лесно разпознаване;
- често срещане.

При анализа са използвани в различна степен собствено биостратиграфски, общи стратиграфски и общи методологични принципи, които са в методичния арсенал на съвременната кватернерна биостратиграфска наука.

3.2. Биофациален анализ на кватернерните седименти

В това изследване използването на фациалния анализ позволи да се възстановят условията и начина на образуване на най-младите седиментни утайки през кватернера. Изследвани бяха литологията на седиментите и съдържанието на фосили в тях, което наложи употребата на *литофациален анализ* и *биофациален анализ*.

Литофациалният анализ изучава следните основни групи признаци на седиментите: петрографски и текстурни признаци; знаци по повърхността на пластове, минерален състав, цимент, цвят на скалите и общ химичен състав (Пимпирев, 2010).

При *биофациалния анализ* изследването на фосилите е важно, тъй като организмовият свят е част от всяка природногеографска обстановка и е свързан с промените на средата, която обитава. При този вид анализ

първо се определя изкопаемата биоценоза, по-точно танатоценоза, отделят се привнесените фосили и се изследват само тези, живели и умрели на обитаваното място (in situ). Приложеният при настоящото изследване биофациален анализ има изключително значение при интерпретацията и обобщаването на данните за кватернерните седименти.

Специфична особеност на кватернерните утайки е, че процесът на седиментация е все още незавършен, продължава и сега. Кватернерните седименти са нелитифицирани. А това дава възможност за прилагане на *метода на актуализма* при палеоекологичните изводи за седиментационна обстановка, в която се образуват най-младите плейстоценски и холоценски утайки (Христова, 2015).

3.3. Биостратиграфски анализ и палеоекологичен синтез на кватернерните седименти

Биостратиграфският анализ е най-важният използван тук стратиграфски метод, чиято основна функция е определяне относителната възраст на седиментите и стратиграфското им разчленяване. Този метод има особено важно значение, когато се прилага за изследване на литостратиграфски, биостратиграфски и морфостратиграфски особености на кватернерните седименти.

За да се изпълнят поставените задачи в настоящия дисертационен труд е извършено биостратиграфско изследване на фосилните и субфосилните моллюсков асоциации в следната последователност:

- таксономично определяне по родова и видова принадлежност на представителите на клас *Bivalvia* и клас *Gastropoda* от тип *Mollusca*;
- анализ на фосилните находища и факторите на тафономията;
- изследване на моллюсковите танатоценози – изясняване систематичния състав и количественото разпределение на таксоните в даден стратиграфски интервал;
- изследване положението на моллюсковите черупки в седиментите, степента им на запазеност, тяхната сортировка и ориентировка в пласта, начина на погребване и фосилизация (Николов, 1977).

Прилагането на **метода на палеоекологичния синтез** финализира многопосочното палеоекологично изследване и му придава статут на палеоекологична реконструкция по определени параметри на геоложката среда. Теоретично методът се базира на данни от синекологията, палеоаутоекологията и на екологията на танатоценозите и на взаимоотношения между организмите.

За всяка от важно значение беше възстановяването на *биотичните и абиотичните фактори* като: органични съединения, неорганични вещества, климатични фактори и др. природногеографски особености.

Промените в средата на обитание се отразяват върху организмите, но и те самите влияят върху нея. Всеки организъм има предел на поносимост, който представлява разликата между определен екологичен минимум и максимум. Най-голямо разпространение имат организмите, които са с широк диапазон на поносимост към всички фактори. При палеоекологичните изследвания се изясняват благоприятните и неблагоприятните условия за организмите и вероятната роля на факторите на средата. Анализването е комплексно и обхваща всички организми, обитавали дадена област (Николов, 1977).

4. Биостратиграфска и палеоекологична стойност на моллюсковите субфосили в морските кватернерни седименти

Важно хронологично значение за кватернера има субфосилната фауна на клас *Bivalvia* и клас *Gastropoda* от тип *Mollusca*.

Използването на моллюсковата субфосилна фауна като репер за стратификация на съдържащите я седименти се дължи на:

- широкия времеви интервал на нейното съществуване;
- широко географско разпространение;
- различията между сменящите се във времето и пространството моллюскове съобщества;
- тясна екологична зависимост на моллюските със средата на обитание (Христова, 2004).

Използването на моллюските като стратиграфски индикатори е особено удачно за кватернерния период. Измененията в състава на фауната по геоложките разрези са тясно свързани с екологичните условия и с характера на седиментообразуването. Това позволява смяната на разнофациалните моллюскове асоциации да се използва освен за времева периодизация, да се използва при възстановяване на палеоекологичната обстановка по време на съществуването на организмите, отмирането, погребването и фосилизирания им (Христова, 2015). Всички тези особености на субфосилната моллюскова фауна бяха успешно приложени при анализа на кватернерни утайки от геоложките разрези. При интерпретацията на така анализирания биостратиграфски резултати (стратиграфска стойност и като индикатори на палеосредата) беше възможно да се приложи и *метода на актуализма*. Чрез този комплексен подход на базата на особеностите на съвременните биоценози; условията на съществуване в съвременните биотопи и на кватернерните утайки, се направиха заключения за начина на живот на по-стари моллюскове съобщества, намерени в различни седиментни секвенции от кватернерния разрез на това изследване.

Моллюските представляват типични представители на бентосната фауна. Начинът на живот, който водят е прикрепен или слабоподвижен, реагират на промените във физикохимичните параметри на средата. Моллюсковите фосили имат важна стратиграфска и екологична стойност. Освен за стратиграфски индикатори, те могат да се използват като палеоекореperi, тъй като спомагат за възстановяване на палеоекологичната обстановка (Христова, 2004).

За разкриване значението на фосилните останки като хроностратиграфски реperi, се използва схващането, че моллюските могат да се разглеждат като фациални фосили (Шопов, 1991).

Фосилните групи – клас *Bivalvia* и клас *Gastropoda* от фауната на Черно море се характеризират с някои особености на автоекологията си, като чувствителност към температурните условия, субстрата, солеността и кислородния режим. Въз основа на тези особености са направени важни изводи за палеоекологията на изследваните геоложки разрези от сондажите Д (от сушата), VC-50 (от литоралната зона) и С-6 (от централната област на шелфа).

5. Стратиграфска изученост на кватернерните седименти в Понто-Каспийската област

В стратиграфската изученост на кватернерните седименти от Черноморското крайбрежие и шелф принос имат изследванията на редица забележителни руски учени като: Андрусов (1890, 1926 и др.), Архангелский, Страхов (1938), Невеская (1965), Ильина (1966, 1876), Федоров (1963, 1965, 1977, 1978), Свиточ (1993, 1998), Янина (2005). В изследването на морските кватернерни седименти важна роля имат трудовете на български учени като: Попов, Мишев (1974), Хрисчев, Шопов (1979), Шопов (1984, 1991), Atanassova, Bozilova (1992), Кръстев, (1992), Христова (2004, 2015), Пейчев, Пеев (2006), Кръстев, Станкова (2011), Пейчев, Димитров (2012) и др.

Особено важни за палеоекологичните реконструкции са публикациите и направените обобщения на резултатите от поленовите анализи Bozilova & Beug (1992), Filipova-Marinova & Bozilova (2003), Filipova, Hristova, Bozilova (2002) и др.

Ценни обобщения относно детайлната кватернерна стратиграфия намираме в монографии като: Геолого-геофизическите изследвания Болгарского сектора Черного моря (1980) и Нефтегазо-генетическите изследвания Болгарского сектора Черного моря (1984). Невеская (1965) приема разделянето на къснокватернерните отложения по хроностратиграфски принцип на съвременни (джеметински) и древночерноморски и новоевксински (горноплейстоценски).

Съвременните изследователи с особен интерес изучават геоложката история на Черноморския басейн за последните 10 000 години от неговото развитие, защото има пряко отношение към глобалните климатични промени и флукуациите на морското ниво (Федоров (1978), Хрисчев, Шопов (1979), Селиванов (1997), Чепалыга (2002), Filipova-Marinova, Hristova (1999, 2013, 2015a, b), Balabanov (2006), Aksu et. al. (2002), Filipova-Marinova et. al. (2002a, b), Konikov (2006)).

6. Статут и ранг на Кватернерната система в западната част на Черно море

Кватернерът е най-младият период от геоложката историята на Земята с обхват 2,588 г. BP съгласно (International Stratigraphic Chart. IUGS, 2009). Кватернерният период/система се разделя на плейстоценска и холоценска епоха/серия. Плейстоценската епоха се разделя на ранен плейстоцен (2,58 – 0,781 млн. г. BP), среден плейстоцен (781 – 126 хил. г. BP) и късен плейстоцен (126 – 11,7 хил. г. BP) (Gibbard et. al. 2010). Съгласно Международната стратиграфска скала границата между плейстоцена и холоцена е 11,7 ка BP. През кватернера се проявяват чести промени в климатичните условия, предизвикващи палеогеографски изменения и оформяне на съвременния релеф (Христова, 2015).

Най-отличителните и специфични характеристики на кватернера, които описват неговото съдържание, са появата на човека, гигантските бозайници, както и формирането на съвременния облик на организмовия свят и съвременния релеф. Честите колебания на климата водят до бърза смяна на палеоекологичните обстановки и колебания на морското ниво. Редуват се етапи на заледрявания с образуване на континентални ледници и междуледникови епохи, които се отразяват съществено и в Черноморската област (Христова, 2015). На континента резултат на многократните редувания на студени и топли епохи, полярните ледници настъпват и се отдръпват, осъществява се миграция на ландшафтните зони и растителния и животинския свят еволюират (Евлогиев, 2000).

Според Шопов (1991, 1996) кватернерното геоложко развитие на Българския черноморски шелф се диктува основно от климатични фактори. Колебанията на климата имат тясна връзка с големите континентални заледрявания и разделящите ги топли междуледникови епохи. В Черноморската област са установени следи от гюнцкото, минделското, риското и вюрмското заледряване, които съответстват на четири морски регресии. Тези процеси са били синхронни с регресивния режим в Световния океан и Средиземно море. За Черноморския басейн границата плейстоцен-холоцен се свързва с нахлуването на топли и солени средиземноморски води и образуването на сероводородния слой, събитие датирано от Degens & Ross (1972) на около 7 000 г.

В настоящото изследване е използвана Хроностратиграфската схема за регионалните етажи и подетажи в Българския черноморски шелф по Шопов (1991). В нея етажните граници са базирани на климатичните събития. Според този автор регионалните етажи на кватернерната система в Черноморската област съдържат седименти, образувани през трансгресивно-регресивните цикли по време на кватернера. Изследователите използват тази схема, като най-актуална и най-добре отразяваща регионалните етажи и подетажи, и особеностите на Българския черноморски шелф.

7. Специфични океанографски характеристики на Черно море и тяхното значение за палеоекологичните реконструкции

Черно море представлява реликт от древния океан Тетис, геоложката еволюция на който започва преди 250 – 25 Ма ВР. В резултат на сложни тектонски процеси и преобразувания през неозоя, започва постепенно стесняване на Тетиския океан и образуване на остатъчни басейни каквито днес са Каспийско, Аралско, Азовско, Черно и Средиземно море (Николов, 2011, Христова, 2015).

Днешният басейн на Черно море се отличава със специфични океанографски параметри, някои от които имат пряка връзка при интерпретирането на биостратиграфски и палеоекологични данни. Присъствието на сероводород в дълбоководната зона и ефекта от климатичните промени предопределят съвременното състояние на черноморската екосистема – с ограничено биоразнообразие, интензивна еутрофикация и силна антропогенна преса (Христова, 2015).

Специфична особеност на хидрологията на Черно море е бавното обновяване на водите, което се извършва напълно за 642 г. Това се дължи на слабата връзка със Световния океан, големия обем на речния приток и слабия водообмен между повърхностните и дълбочинни води (Пейчев, Димитров, 2012) и е от значение при интерпретиране обстановките на утайконатрупване.

Спецификата на хидроложките процеси и тяхната сезонна изменчивост определят до голяма степен характера на общата циркулация и химичните свойства на водите на Черно море, състоянието на морската флора и фауна, функционирането на съвременната екосистемата като цяло. Тези хидроложки особености имат пряка връзка при палеоекологичната реконструкция на черноморския басейн и неговото кватернерно развитие (Христова, Пейчев, Димитров, 2013). Той е най-големият аноксичен (безкислороден) басейн и има силно развита вертикална стратификация.

При палеоекологичната интерпретация в настоящото изследване са отчетени най-важните и специфични характеристики на Черно море. Най-

специфичната океанографска характеристика на Черно море, която го прави уникален басейн, е високото съдържание на сероводород (H_2S), в около 87 % от обема си, проявяващ се на дълбочина под 150 – 200 m. Основната причина за това високо съдържание са процесите на анаеробно разлагане на органичното вещество от сапропелни седименти, което се извършва от сулфат-редуциращи бактерии (Пейчев, Димитров, 2012).

Средната соленост на повърхностните води в централните части на Черно море е около 18,2 ‰, като в редки случаи достига до 18,5 ‰. Солеността на крайбрежните води е 16 – 17 ‰, а най-ниска е солеността в северозападната част на басейна 13 – 15 ‰ (Кръстев, Станкова, 2008).

8. Геоложка характеристика на Черноморския басейн

8.1. Геоложка характеристика на черноморското крайбрежие

Крайбрежието на Черно море Кръстев (1993) отнася към т.н. континентална окрайнина. Освен крайбрежието към нея той включва шелфа, континенталния склон и континенталното подножие.

В западната част на Черно море, както и в прилежащата суша са установени серия от разновъзрастови разломи, които имат съществена роля за формиране на съвремения морфоструктурен план на континенталната окрайнина. Циркумчерноморските тектонски нарушения въздействат върху съвременната конфигурация на крайбрежието, шелфа и континенталния склон (Кръстев, 1993).

Континенталната окрайнина от Български сектор на Черно море е формирана върху няколко първоразредни морфотектонски единици от източната част на Балканския полуостров и продължаващи в акваторията на басейна – Мизийската платформа, Балканидите, Средногорието и Странджа. В границите на посочените геоложки структури или между тях възникват Долнокамчийската и Бургаската депресия (Кръстев, 1993). Тези геоложки структури са разделени една от друга посредством дълбочинни разломи.

8.2. Геоложка характеристика на Черноморския шелф

Отличителна черта на релефа на Българския шелф е наличието на добре изразени зони: вътрешна, централна и външна (периферна) (Кръстев, 1993).

В структурно-геоморфоложко отношение Българският черноморски шелф е развит върху морското продължение на разнородни и разновъзрастови морфоструктурни единици изграждащи източните български земи – Дунавска епиплатформена равнина, Долнокамчийско

предпланинско понижение, Източностаропланинска нагъната зона, Бургаска междупланинска депресия и Странджа.

9. Кратка морфографска и геоморфоложка характеристика на черноморското крайбрежие и шелф

9.1. Преглед на морфографската и геоморфоложка изученост

Изследвания на морфографските и геоморфоложки особености на Българското черноморско крайбрежие извършват редица изследователи като братята Шкорпил (1891, 1892, 1921 и др.), Penck (1925), Gellert (1929), Яранов (1939), Гълъбов (1946, 1949), Канев (1959, 1960), Попов, Мишев (1974), Кръстев (1993) и мн. др.

9.2. Морфографска и геоморфоложка характеристика на крайбрежието

Българското черноморско крайбрежие се проследява от н. Сиврибурун на север до устието на река Резовска на юг. То обхваща ивица, в която ясно са изразени стари и съвременни абразионни и акумулативни форми. Едни от тях са свързани с трансгресиите на морето и са разположени над съвременното морско ниво, а други са свързани с регресиите на басейна и са под морското ниво – на подводния брегови склон.

Геоморфолошко райониране на Българското черноморско крайбрежие извършват редица учени като Лиlienберг (1966), Попов, Мишев (1974), Василев и др. (1988), Монахова и Никифоров (1989), Кръстев (1993), Пейчев (2004), Кръстев, Станкова (2011) и др.

9.3. Морфографска и геоморфоложка характеристика на шелфа

Българският черноморски шелф се намира между съвременната брегова линия и континенталния склон. Той представлява различно широка, изпъкнала на запад ивица, ширината на която се изменя в сравнително големи граници. На паралела на границата ни с Румъния е 120 km, на паралелите на гр. Варна и гр. Бургас намалява на 60 – 70 km, а срещу устието на р. Резовска – 45 – 50 km. Югоизточно от н. Калиакра е установен най-тесният участък на шелфа около 30 km. Общата площ на българския шелф се равнява на 12800 km². Средният наклон в северната част на шелфа е 1 ‰, а в средната и южна част средният му наклон се увеличава на 2,7 ‰ (Попов, Мишев, 1974; Кръстев 1993). Външната граница на шелфа или границата му с континенталния склон също е дълговидна вадена към брега и има обща дължина 315 km. Дълбочината ѝ

се изменя в сравнително широки граници – от 90 m в крайния североизточен участък до 220 m срещу устието на река Камчия, а средната дълбочина е 123 m (Кръстев, 1993).

Подводният релеф на шелфа се определя като стъпаловидно понижаваща се в източна посока платформа с широко разпространени подводни морски тераси. Тези тераси се намират на различна дълбочина и върху тях са оформени големи и малки подводни валове. По-младите подводни валове са развити в прибрежната част, а по-старите подводни валове са разположени в близост до ръба на шелфа. Характеристиката на съвременния релеф на вътрешната, централната и външната зона на шелфа показва, че тектонският фактор има контролиращата роля за образуването на някои едри форми (Кръстев, 1993).

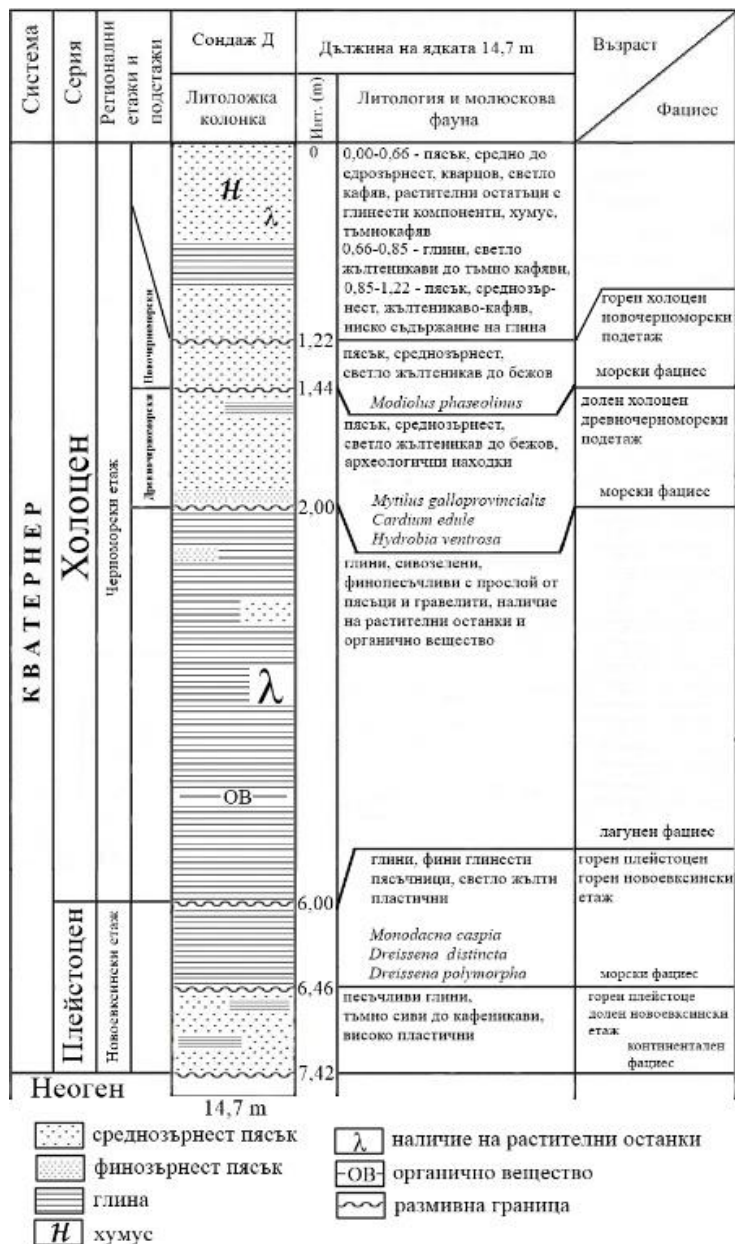
10. Кватернерни молускови съобщества по сондажни данни от различни геоморфоложки области на шелфа

10.1. Литолошко описание и биостратиграфски анализ на сондаж Д от крайбрежната зона

Сондаж Д от крайбрежието на Паша дере има дължина на ядка 14,7 m (фиг. 2). В таблица 1 е представено разпространение на молусковите таксони от клас *Bivalvia* и клас *Gastropoda* в изследваните седименти. След проведеното литолошко описание и биостратиграфски анализ са установени седименти, които принадлежат към **новоевксинският регионален етаж**. Определен е по съдържащите се ръководни каспийски молускови видове *Monodacna caspia*, *Dreissena distincta*, *Dreissena polymorpha*. Представен е от долноновоевксински седименти и горноновоевксински седименти.

Следват седименти от **древночерноморския регионален подетаж**, които са определени по смесена молускова фауна – средиземноморска и каспийска: *Mytilus galloprovincialis*, *Cardium edule*, *Hydrobia ventrosa*, отложени в морски фаacies. За този подетаж най-характерно е смесения тип молускова фауна, за това е отделен като подетаж.

В **новочерноморския подетаж** се сменя палеоекологичната обстановка, което се доказва от присъствието само на средиземноморски видове, като *Modiolus phaseolinus*. Това дава основание седиментите да се отнесат към този подетаж.



Фиг. 2 Литолого-стратиграфска характеристика на сондаж Д от крайбрежието (Христова, Вълчева-Георгиева, 2015)

10.2 Литолошко описание и биостратиграфски анализ на сондаж VC-50 от литоралната зона

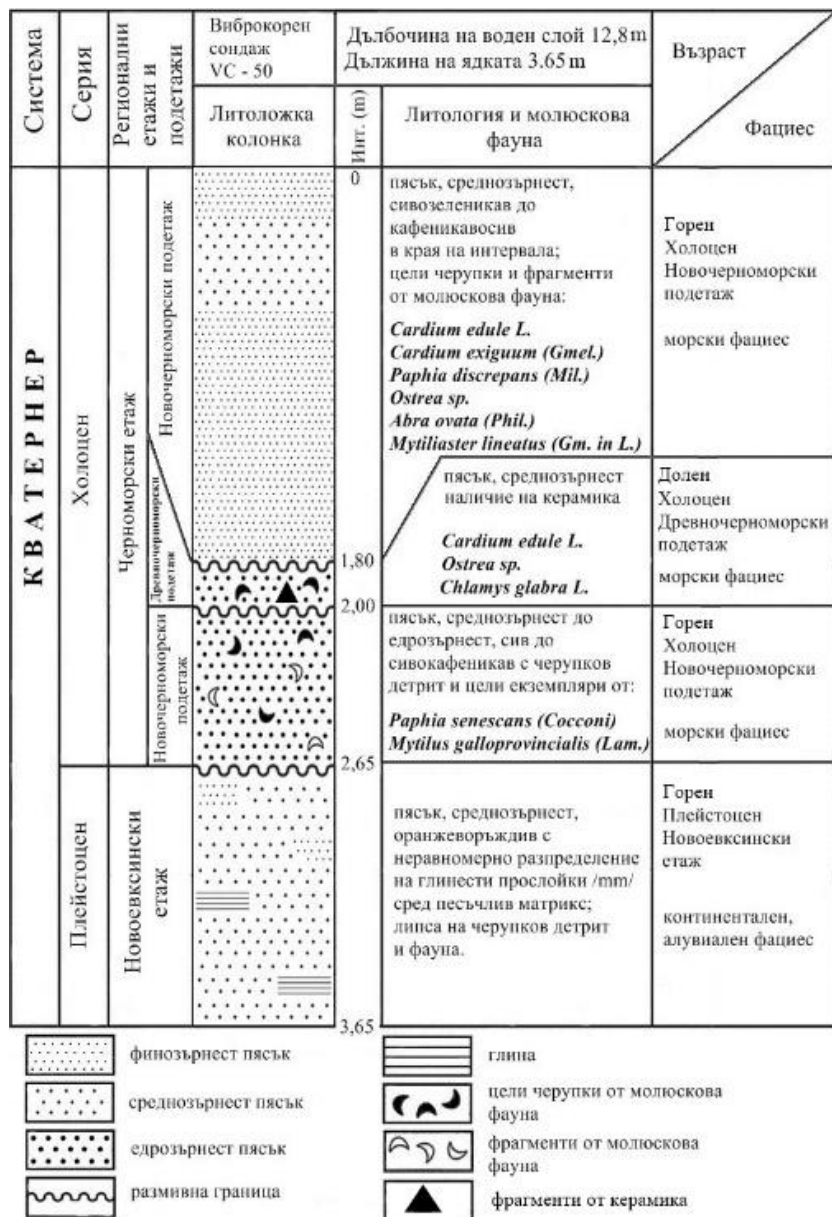
Сондаж VC-50 от литоралната зона има дължина на ядката 3,65 m, а дължината на водния слой е 12,8 m (фиг. 3). В таблица 1 е представено разпространение на моллюсковите таксони от клас *Bivalvia* и клас *Gastropoda* в изследваните седименти. Сондажът не се отличава с голяма дължина, но има интересна литология и стратиграфия.

Новоевксинските седименти са представени от пясък, среднозърнест, оранжеворъждив с неравномерно разпределение на глинести прослойки сред песъчлив матрикс, отложени в континентален фациес, не е установена моллюскова фауна. Но този литофациес отговаря на континенталния етап от развитието на новоевксинския век, когато морето е било в състояние на регресия, водното ниво е най-ниско и се отлагат континентални наслаги.

Над тях са разположени седименти на **новочерноморския регионален подетаж** установени по ръководните средиземноморски видове: *Paphia senescans* и *Mytilus galloprovincialis*, отложени в морски фациес.

Следват **древночерноморските седименти**, за които е характерно, че са преотложени. Определени са по характера на моллюсковата фауна *Cardium edule*, *Paphia discrepans*, *Ostrea* – средиземноморски, *Chlamys glabra* – ръководен вид за подетажа.

Установен е още един интервал с **новочерноморски седименти** по следните ръководни средиземноморски видове: *Cardium exiguum*, *Cardium edule*, *Paphia discrepans*, *Ostrea*, *Abra ovata* и *Mytiliaster lineatus*, отложени в морски фациес.



Фиг. 3 Литолого-стратиграфска характеристика на сондаж VC-50 от литоралната зона (Христова, Вълчева-Георгиева, 2015)

10.3. Литолошко описание и биостратиграфски анализ на сондаж С-6 от централната област на шелфа

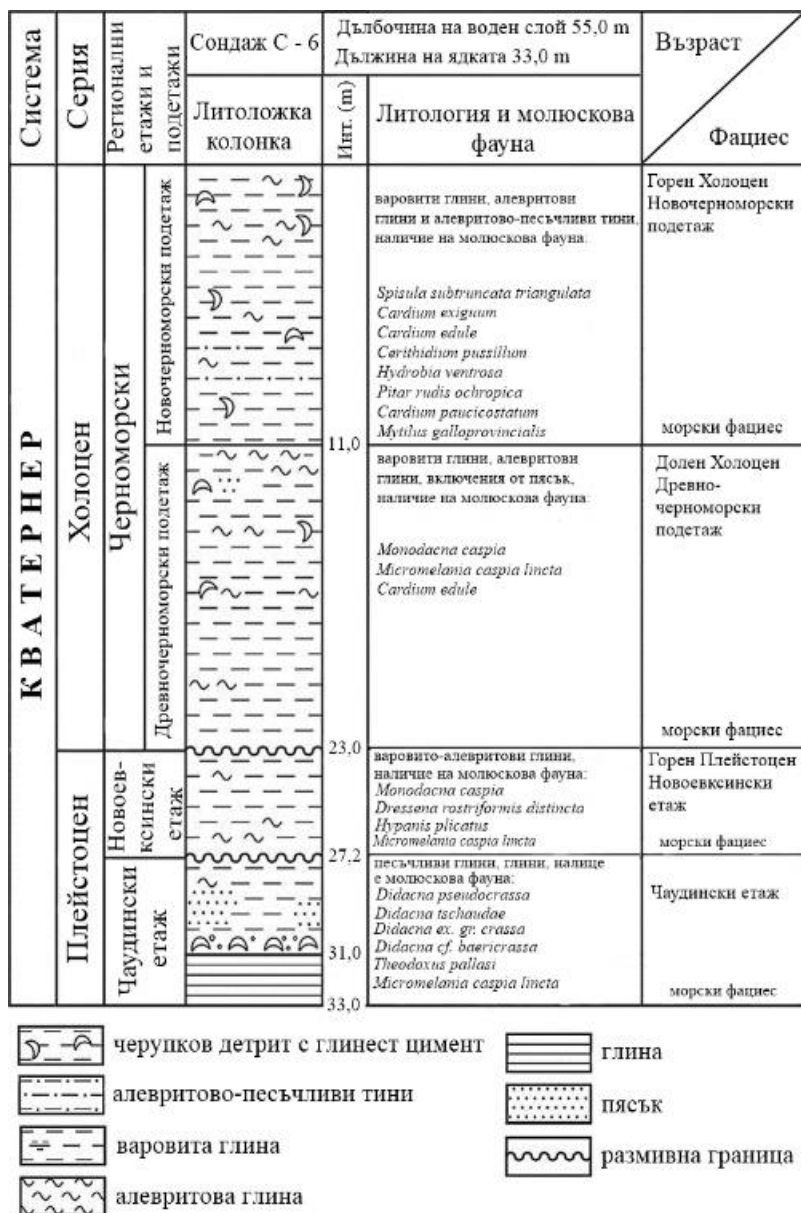
Сондаж С-6 от централната област на шелфа има дължина на ядката 33,0 m, а дължината на водния слой е 55,0 m (фиг. 4). В таблица 1 е представено разпространение на моллюсковите таксони от клас *Bivalvia* и клас *Gastropoda* в изследваните седименти.

Чаудинския регионален етаж е установен по присъствие на следните каспийски ръководните видове: *Didacna tschadae*, *Didacna pseudocrassa*, *Didacna crassa*, *Didacna baericrassa*, като съпътстващи форми са установени гастроподни видове *Theodoxus pallasii* и *Micromelania caspia lincta*, отложени в морски фациес.

Върху тях са разположени седименти на **новоевксинския регионален етаж**, съдържащи ръководни каспийски видове: *Monodacna caspia*, *Dreissena rostriformis distincta*, *Hypanis plicatus* и гастроподната форма *Micromelania caspia lincta*, отложени в морски фациес и доказващи връзката на Каспийско с Черно море.

Следват **древночерноморски седименти** установени по характерния смесен тип моллюскова фауна: каспийски видове *Monodacna caspia*, гастроподната форма *Micromelania caspia lincta* и средиземноморския вид *Cardium edule*, отложени в морски фациес.

Новочерноморските седименти са установени по следните ръководни средиземноморски видове: *Spisula subtruncata triangulata*, *Cardium exiguum*, *Cardium edule*, *Cardium paucicostatum*, *Pitar rudis ochropicta*, *Mytilus galloprovincialis* и гастроподната форма *Cerithidium pusillum* и един каспийски *Hydrobia ventrosa*, отложени в морски фациес.



Фиг. 4 Литолого-стратиграфска характеристика на сондаж С-6 от централната област на шелфа (Христова, Георгиева, 2014)

10.4. Корелационна схема на кватернерни седименти по сондажни данни в изследвания район

Извършеният биостратиграфски и литофациален анализ на крайбрежните и морски седименти, както и тяхната стратиграфска корелация, дава възможност да се разкрият важни моменти свързани с кватернерния етап от геоложкото развитие на Паша дере. Чрез стратиграфска корелация са свързани пространствено едновъзрастни седименти, които имат различна геоморфоложка позиция в морското басейново пространство. Характерът на седиментите в тях и анализът на палеоекологичната стойност на фосилното им съдържание позволи да се обособят палеоценози в едновъзрастни седименти, но в различни фации.

В резултат на биостратиграфския анализ на изследваните геоложки разрези на сондаж Д от крайбрежието, сондаж VC-50 от литоралната зона и сондаж С-6 от централната област на шелфа, стратиграфски са дефинирани седименти от следните регионални етажи и подетажи, съгласно Хроностратиграфската схема на регионалните етажи и подетажи в Българския черноморски шелф на Шопов (1991):

Плейстоценска серия

- ✓ *Седименти на чаудинския регионален етаж*
- ✓ *Седименти на новоевксинския регионален етаж*

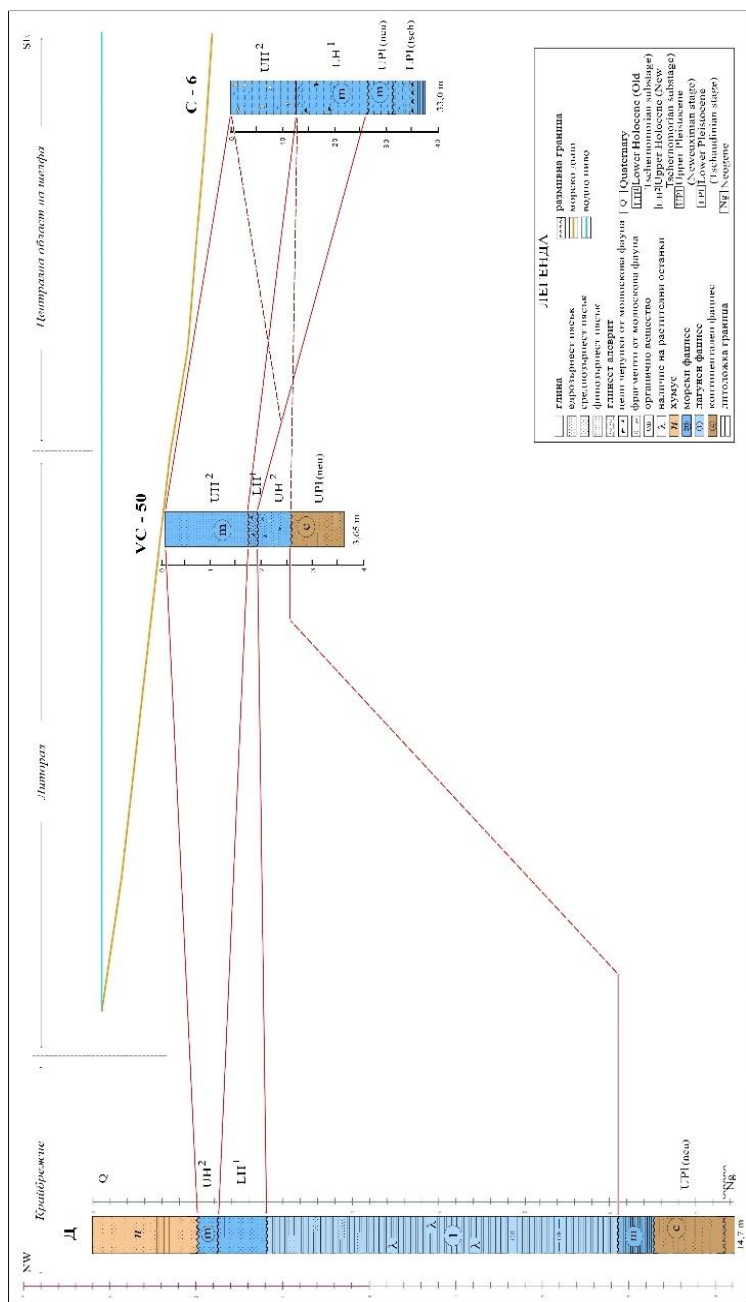
Холоценска серия

- ✓ *Седименти на черноморския регионален етаж*
 - *Седиментите на древночерноморският регионален подетаж*
 - *Седименти на новочерноморският регионален подетаж*

Извършването на биостратиграфски анализ дава възможност да се направят заключения относно палеоекологичната обстановка на конкретния регион.

Субфосилна молоскова фауна	Разпространение на молосковите таксони от кл. <i>Bivalvia</i> и кл. <i>Gastropoda</i> в изследваните седименти							
	система	Кватернер					Холоцен	
		серия	Плейстоцен			Нововекиненски		
			Чаплински	Древновекиненски	Узунларски			Кариантатски
регионален етаж	регионален етаж	регионален етаж	Съгласно Хроностратиграфска схема на регионалните етажи и подетажи (Шотов, 1991)				Древночерноморски	
регионален етаж	регионален етаж	подетаж						
<i>Didacta tschuidae</i>		C-6						
<i>Didacta crassa</i>		C-6						
<i>Didacta pseudocrassa</i>		C-6						
<i>Didacta buercherassa</i>		C-6						
<i>Cardium exiguum</i>								
<i>Cardium parvicostatum</i>								VC-50, C-6
<i>Cardium edule</i>								C-6
<i>Pitar rudis ochropicta</i>							Д, VC-50, C-6	VC-50, C-6
<i>Ostrea edulis</i>							VC-50	C-6
<i>Paphia discrepans</i>							VC-50	VC-50
<i>Paphia senescans</i>								VC-50
<i>Abra ovata</i>								VC-50
<i>Mytilus galloprovincialis</i>							Д	VC-50, C-6
<i>Mytilaster lineatus</i>								VC-50
<i>Modiolus phaseolinus</i>								Д
<i>Chlamys glabra</i>							VC-50	
<i>Monodactyla caspia</i>							C-6	
<i>Spisula subtruncata triangulata</i>								C-6
<i>Dreissena rostriformis distincta</i>							Д, C-6	
<i>Dreissena polymorpha</i>							Д	
<i>Hypanis plicatus</i>							C-6	
<i>Cerithidium pusillum</i>								C-6
<i>Hydrobia ventrosa</i>								C-6
<i>Microtelandia caspia lineata</i>		C-6					Д	C-6
<i>Theodoxus pallasi</i>		C-6					C-6	

Таблица 1. Разпространение на молосковите таксони от клас *Bivalvia* и клас *Gastropoda* в изследваните седименти



11. Интерпретация и анализ на фосилните находища с цел възстановяване средата на обитание

В резултат на приложения *палеонтологически метод* в изследваните сондажни разрези беше установена субфосилна молюскова фауна със значително таксономично разнообразие и принадлежност към два класа на тип *Mollusca* – клас *Bivalvia* и клас *Gastropoda*.

- *Анализ на систематичния състав и количествено разпределение на молюсковата фауна в разрезите*

При работата със сондажните данни беше установено, че разпределението на молюсковите фосили в трите геоложки разрези е твърде неравномерно. В тях има представени фосили, които систематично принадлежат към тип *Mollusca*, но от два различни класа. Тяхното разпределение в пластове е по-ограничено и неравномерно. Този факт се обяснява първо с влиянието на фактори, свързани с екологията на организмите и характера на средата на обитание приживе. Втората причина е свързана с влияние на тафономните фактори, които имат отношение към начина на погребване на фосилите.

В сондажите Д и VC-50, от крайбрежната и сублиторална зона количественото разпределение на фосилите по техните разрези е силно повлияно от тафономните фактори. В резултат на активния хидродинамичен режим в тази зона намерените фосили са претърпели вторични промени и затова често се срещат множество фрагменти от черупки; рядко срещане на цели екземпляри; наличие на белези от транспорт и др., което се дължи на активно вълново въздействие. От това се налага изводът, че тези молюскови фосили не са погребани *in situ* и беше затруднено да се осъществи пълна характеристика на прижизнените еколожки параметри на средата на обитание. В зависимост от систематичната принадлежност на намерените молюскови фосили характерът на трите фосилни находища в геоложките разрези може да се определи като моноспецифичен (еднотипов).

- *Положение на молюсковите фосили в пластове на геоложките разрези*

Анализът на този фактор е от изключително значение за характеристиката на всяко фосилно находище. В трите геоложки разрези са изследвани представители на молюсковата фауна, които се явяват бентосни организми. Бяха изследвани, както цели черупки, така и отделни фрагменти, но с най-голяма тежест бяха изследваните фосили с ръководно значение. Беже установено, че повечето от изследваните молюскови черупки са погребани безразборно, хаотично с характер на масово натрупване. Този начин на погребване недвусмислено налага извода за масова гибел и струпване на черупките в резултат от временно течение

или активно вълнение. Категорично се налага изводът за бърза седиментация, което отново се свързва с активния хидродинамичен режим, където са разположени сондажите Д и VC-50. Фосилните останки, които са изследвани в сондаж С-6 от централната област на шелфа, при дължина на ядката 33 m се отличават с много по-богат видов състав. Черупките са погребани с изпъкналия връх нагоре, от което може да се направи извод за условия на бавна седиментация.

- *Степен на запазеност на моллюсковите фосили в геоложките разрези*

В хода на прилагането на палеонтологичния метод беше изследвана и описана различната степен на запазеност на фосилните останки. Различната степен на запазеност е важен критерий за интерпретация, защото може да се дължи на различни причини: начина на живот на организмите и условията на погребване, и фосилизация на останките им.

- *Сортировка на моллюсковите фосили в геоложките разрези*

Направени са наблюдения върху сортировката на моллюсковите фосили в геоложките разрези и по-конкретно в отделните пластове, което дава важни сведения за възстановяване условията на транспорта, както и за посоката и силата на теченията. И в трите сондажа бяха намерени различни по размери и по относително тегло екземпляри, както млади и стари индивиди от един вид. Това показва недвусмислено, че обект на изследване са автохтонни биоценози, които не са подлагани на транспорт, а такива са изследвани в сондаж С-6. Нямаше случаи, когато в даден пласт от геоложкия разрез да бъдат намерени моллюскове фосили с еднакви размери и еднакво относително тегло, което е белег за възможно преотлагане. При изследването на сондажите Д и VC-50 бяха установени моллюскове фосили, чиито валви са разделени, намираме ги поотделно, а много от тях бяха натрошени до ниво фрагмент; други – заоблени в различна степен. Характерът на такава танатоценоза – с малко цели екземпляри и множество фрагменти показва, че тя е образувана под въздействие на силно вълнение в крайбрежна зона, щорм и др. Друго обяснение може да бъде, че тя е образувана в резултат на пренос от силно, придънно, временно течение, което е довело до факта валвите, свързани със здрав ключов апарат да се разделят и да се намират поотделно.

Палеоекологичен синтез

Като заключителен етап изследването на фосилните находища беше завършено с приложението на *палеоекологичния метод (синтез)*, в резултат на което се направиха изводи относно палеоекологията на субфосилната моллюскова фауна. Направените палеоекологични изводи са в резултат на анализ на палеоценози в едновъзрастови седименти, но в

различни фации. Например, като методичен инструмент от арсенала на палеоекологичния метод, бяха разгледани и подложени на анализ едновъзрастни седименти, които попадат в различен фациес в рамките на един басейн: крайбрежна зона, литорална зона и шелфова зона. Прилагането на палеоекологичните методи в настоящото изследване беше затруднено поради факта, че разпространението на фосилите в изследваното пространство е неравномерно и с характер на петнисто разпространение. Беше установено, че някои от фосилите са погребани в своята прижизнена среда, което позволи да се направят обобщения за тяхната палеоекология. От друга страна, друга група фосили са изпитали в по-голяма степен влиянието на тафономните фактори, поради което се получи по-слаба представа при възстановяване начина на живот на тези организми.

В това изследване са намерени и определени таксономично по родова и видова принадлежност 25 представителя на субфосилната моллюсковата фауна тип *Mollusca*, от които 4 таксона от клас *Gastropoda* и 21 таксона от клас *Bivalvia*. Чрез използването на данни, относно автоекологията на моллюсковите фосили (метод на актуализма) и изследването на палеоекологичните данни на определените фосили, бяха установени два основни типа обстановки на обитаване в изследваната област.

1^{ва} тип: Крайбрежна сублиторална зона на обитаване с дълбочина от 2 – 3 m до 15 – 20 m, с нормална соленост; с умерено топли води с минимална температура 6 – 8° C. Зоната е добре аерирана, отличава се с интензивна хидродинамика и степен на вълново въздействие на водите. Характеризира се изключително с пясъчлив субстрат на морското дъно, като пясъкът е средно-едрозърнест, кварцов, често добре сортиран, набогатен със смлян черупков детрит и цели екземпляри от моллюсковите таксони. Тази обстановка се характеризира с богато присъствие на бивалвии *Cardium edule* (L.), *Cardium exiguum* (Gmel.), *Paphia discrepans* (Mil.), *Ostrea* sp. (Linné), *Abra ovata* (Phil.), *Mytilaster lineatus* (Gm. in L.), *Chlamys glabra* (L.), *Paphia senescans* (Cocconi), *Mytilus galloprovincialis* (Lam.), *Modiolus phaseolinus* (Philippi), *Hydrobia ventrosa* (Montagu), *Monodacna caspia* (Eichw.), *Dreissena distincta* (Andrus.), *Dreissena polymorpha* (Pallas) (табл. 2).

2^{ва} тип: Шелфова обстановка на обитаване (централна област на шелфа) Обстановката на обитаване се характеризира с по-дълбоки води, с дълбочина на водния стълб от 55 до 100 m. Солеността е 18 – 20 ‰; водата е с нормален режим на кислород, на места с различна вариация на кислороден дефицит. Съставът на субстрата е разнообразен: от пясъчливо-глинест до варовито-глинест за плейстоценската част от разреза и варовити глинени, алевроитово-пясъчливи глинени за холоценската част от разреза. Характеризира се с умерена до силна хидродинамична

активност на водите. Във видовия спектър на установените моллюскови таксони присъства богат спектър от бивалвии *Didacna pseudocrassa* (Pavl.), *Didacna tschaudae* (Andrus.), *Didacna ex. gr. crassa* (Eichw.), *Didacna baericrassa* (Pavl.), *Dreissena rostriformis distincta* (Andrus.), *Monodacna caspia* (Eichw.), *Spisula subtruncata triangulata* (Ren.), *Pitar rudis ochropicta* (Mil.), *Cardium paucicostatum* (Sowerby), *Mytilus galloprovincialis* (Lam.) и гастроподи: *Theodoxus pallasi* (Lindh), *Micromelania caspia lincta* (Mil.), *Cerithidium pusillum* (Jeffreys), *Hydrobia ventrosa* (Montagu) (табл. 2).

1-ви тип: Крайбрежна сублиторална зона	2-ри тип: Шелфова зона (отворен шелф)
сондаж Д и VC-50	сондаж C-6
<i>Cardium edule</i> (L.) <i>Cardium exiguum</i> (Gmel.) <i>Paphia discrepans</i> (Mil.) <i>Ostrea sp.</i> (Linné) <i>Abra ovata</i> (Phil.) <i>Mytilaster lineatus</i> (Gm. in L.) <i>Chlamys glabra</i> (L.) <i>Paphia senescans</i> (Cocconi) <i>Mytilus galloprovincialis</i> (Lam.) <i>Modiolus phaseolus</i> (Philippi) <i>Hydrobia ventrosa</i> (Montagu) <i>Monodacna caspia</i> (Eichw.) <i>Dreissena distincta</i> (Andrus.) <i>Dreissena polymorpha</i> (Pallas)	<i>Didacna pseudocrassa</i> (Pavl.) <i>Didacna tschaudae</i> (Andrus.) <i>Didacna ex. gr. crassa</i> (Eichw.) <i>Didacna baericrassa</i> (Pavl.) <i>Dreissena rostriformis distincta</i> (Andrus.) <i>Monodacna caspia</i> (Eichw.) <i>Spisula subtruncata triangulata</i> (Ren.) <i>Pitar rudis ochropicta</i> (Mil.) <i>Cardium paucicostatum</i> (Sowerby) <i>Mytilus galloprovincialis</i> (Lam.) <i>Theodoxus pallasi</i> (Lindh) <i>Micromelania caspia lincta</i> (Mil.) <i>Cerithidium pusillum</i> (Jeffreys) <i>Hydrobia ventrosa</i> (Montagu)

Таблица 2. Типове обстановки на обитаване в изследваната област

12. Реконструкция на палеоекологичните обстановки и климатичните условия през различните етапи на кватернера в Черно море

12.1. Палеоекологични условия в геоложкото развитие на района на Паша дере през горния плейстоцен и холоцена

Извършеният литофациален анализ, биостратиграфски анализ, палеоекологичен синтез на крайбрежните и морски седименти, както и тяхната стратиграфска корелация, даде възможност да се осветлят важни моменти от геоложкото развитие на Паша дере през кватернера (табл. 3). Като методичен инструмент за палеоекологична реконструкция е използвано схващането, че всички промени в халинния, литодинамичния и температурен режим на Черноморския басейн са се отразили в палеоекологията на обитаващата го моллюскова фауна – бракична, морски тип или смесена.

Възстановяването на палеоекологичната картина започва с установяването в геоложките разрези на новоевксински седименти на плейстоценската серия. В геоложката история на Черно море, началото на

новоевксинската век се бележи от дълбоко регресивна фаза. Посткарангатският, силно опреснен басейн съществува като безотточно езеро-море, а морското ниво пада до -90 -100 m, като се прекратява връзката със Средиземно и Каспийско море (Христова, 2004). Изследваните сондажи са от крайбрежната суша, литоралната зона и централната област на шелфа, непосредствено срещу суходолието Паша дере. Днес то представлява морфоложки добре оформена речна долина на сушата, която има своето подводно продължение в литоралната зона, най-вероятно и на шелфа, като морфоложки добре издържана палеоделта. Стратиграфската корелация на сондажите позволи да се направи заключение, че тази палеоделта, заложена по посткарангатски врез, е формирана през първата половина на новоевксинския век. Отложени са среднозърнести, оранжеворъждиви пясъци с неравномерно разпределение на глинести прослойки в континентален алувиален фациес (сондаж Д и VC-50). Биостратиграфските данни показаха, че нейното геоложко развитие продължава през втората половина на новоевксинския век. Категоричното присъствие на *Monodacna caspia*, *Dreissena distincta*, *Dreissena polymorpha* (сондаж Д) *Monodacna caspia*, *Dreissena rostriformis distincta*, *Hypanis plicatus*, *Micromelania caspia lincta* (сондаж C-6) доказва, че в резултат на настъпилата слаба морска трансгресия на каспийски води в палеоделтата са се отложили горноновоевксински, езерно-морски тип седименти, съдържащи бракична моллюскова фауна.

По-късно настъпва холоценската последникова трансгресия, в резултат на която в изследваната област на Паша дере става смяна на палеоекологичната обстановка. По това време Черно море се превръща в морски басейн с палеоекологични параметри, близки до съвременните. Биостратиграфският анализ (сондаж VC-50 и сондаж C-6) установи присъствието на следните моллюсков таксони: *Cardium edule*, *Ostrea sp.*, *Chlamys glabra*, *Monodacna caspia*, *Micromelania caspia lincta*, които принадлежат към седиментите на древночерноморския регионален подетаж със съдържание на еврихалинна, средиземноморски тип моллюскова фауна и соленост на водите 18 – 19 %. Поленовите диаграми възстановяват степни ландшафти по крайбрежието и развитие на дъбови гори (Божилова и др., 2002). Седиментите на новочерноморския регионален подетаж (сондаж VC-50 и сондаж C-6) съдържат стенохалинна моллюскова фауна и маркират соленост близка до съвременната: *Cardium edule*, *Cardium exiguum*, *Paphia discrepans*, *Ostrea sp.*, *Abra ovata*, *Mytilaster lineatus*, *Paphia senescans*, *Spisula subtruncata triangulata*, *Cerithidium pusillum*, *Hydrobia ventrosa*, *Pitar rudis ochropicta*, *Cardium paucicostatum*, *Mytilus galloprovincialis*. Поленовият анализ възстановява крайбрежни ландшафти с дъбови гори и потопени гори по речните долини (Божилова и др., 2002).

Комплексното и едновременно прилагане на литофациален, биостратиграфски и палеоекологички анализ, позволиха да се направи извода, че в етапа на плейстоцен-холоценското си развитие, днешното суходоліе на Паша дере преминава етап на морфоложки добре оформена речна долина от сушата, която има своето морско продължение в литоралната зона, най-вероятно и на шелфа. В резултат на Холоценската последникова трансгресия устието на речната долина на Паша дере и нейната палеоделта се запълват отначало с алувиален тип утайки, а по-късно от типично морски седименти.

12.2. Реконструкция на палеоекологичните обстановки и климатичните условия през различните етапи на кватернера в Черно море

Наличието на разнофациален и представителен фактологичен материал позволи да се интерпретират геоложките данни и да се направи реконструкция на палеоекологичните обстановки в Черноморския басейн по време на кватернера. Като фактически материал са използвани геоложки проби с фаунистично съдържание от три морски сондажа с различна геоструктурна позиция. Като основни методи са приложени палеонтологични методи (анализ на систематичния състав и количествено разпределение на моллюсковата фауна в разрезите, положение на моллюсковите фосили в пластове на геоложките разрези, степен на запазеност на моллюсковите фосили в геоложките разрези и сортировка на моллюсковите фосили в геоложките разрези), биостратиграфски анализ на моллюсковата фауна и споро-поленов анализ по литературни данни. Теоретично, процесът на формиране на плейстоценските и холоценските седименти е сложен и многообразен, свързан с различни параметри на геоложката среда. Извличането на информация от литоложките особености на утайките и тяхното фосилно съдържание и извеждането им като параметри на геоложката среда е основният методичен инструмент, чрез който се доказва връзката на биостратиграфията с палеоекологията.

Важна особеност на представения фосилен материал е, че въз основа на някои характерни особености от екологията на две фосилни групи от фауната и флората на Черно море – като чувствителност към соленост и температура, са направени изводи за палеоекологичната обстановка в изследвания регион. В определен аспект стратиграфската стойност на черноморската кватернерна фауна – моллюски, се изразява в разглеждането им като фациални фосили (Шопов, 1991). Като бентосни организми бивалвиите и гастроподите реагират чувствително на физико-химичните промени на околната среда. Така, че освен като стратиграфски репери, тяхното присъствие в един или друг хоризонт има и екологична стойност. В този смисъл, моллюсковите фосили имат пряко отношение при

възстановяване на палеогеографската картина и могат да се третираат като палеоекореperi в геоложки аспект (Христова, 2015).

Качество на дисертационият труд е, че от направения литофациален и биостратиграфски анализ на крайбрежни и морски седименти, е извършена стратиграфска корелация между едновъзрастни седименти от крайбрежието, литоралната зона и централната област на шелфа срещу Паша дере. Това дава възможност на следващо ниво да се набележат важни моменти от кватернерното развитие на дадената област. В заключение е направена реконструкция на смяната на палеоекологичните обстановки на геоложката среда в продължение на кватернера.

За изходна теза при палеоекологичната реконструкция е използвано схващането, че всички промени в халинния, литодинамичния и температурен режим на Черноморския басейн са се отразили в палеоекологията на обитаващата го моллюскова фауна – бракична, морски тип или смесена (фиг. 5, табл. 3).

Плейстоценска серия

- Палеоекологични параметри на Чаудинския басейн

Чрез проведения биостратиграфски анализ на моллюсковите таксони са възстановени някои параметри на палеоекологичната среда на чаудинския басейн. През чаудинския век климатът е бил сух и студен, а черноморският басейн се е характеризирал със студени бракични води (Христова, 2015). Седиментите на чаудинския регионален етаж са отложени в резултат чаудинската трансгресия, която се осъществява в условията на студен и прохладен климат. Те са представени най-общо от сивозелени, слоисти глини с повишено карбонатно съдържание и богато присъствие на моллюскова фауна. Специфична особеност е отлагането на студенолюбиви моллюскове таксони. Ръководни видове, с които се дефинира чаудинския регионален етаж *Didacna tschoudae tschoudae* (Andrus.), *Dreissena rostriformis tschoudae* (Andrus.), са типични бракични форми. Към моллюсковото съобщество от понто-каспийски тип, като съпътстващи форми в сондаж С-6 от централната област на шелфа са установени гастроподни видове *Theodoxus pallasi* (Lindh.) и *Micromelania caspia lincti* (Mil.). Тяхното присъствие доказва връзката на чаудинския басейн с Каспийско море и отлагането на моллюсково съобщество понто-каспийски тип. Солеността на чаудинския басейн е била сравнително пониска от тази на съвременния басейн, около 8 – 10 ‰ (Свиточ, 1998). Палинологичните изследвания за северобългарския шелф на Божилова и др., (1979, 1989) установяват полен от *Chenopodiaceae*, *Artemisia*, *Poaceae*, *Asteraceae*. Тези поленови форми доказват, че съдържащите ги чаудински утайки са отложени при относително ниски температури и сух климат.

Установената студенолюбива фауна доказва, че началото на чаудинската трансгресия се е осъществило в условия на прохладен климат.

В резултат на минделското заледряване настъпва следчаудинската регресия на Черно море, поставяща край на този етап (Шопов, 1991, 1996).

- Палеоекологични параметри на Древноевксински басейн

В изследваните сондажи в дисертациония труд не са установени древноевксински седименти. Възстановяването на палеоекологичните параметри за древноевксинския басейн е направено по литературни данни.

Седиментите на древноевксинския басейн са образувани в резултат на древноевксинския трансгресивен етап от развитието на Черно море. На шелфа най-общо те са представени от варовити неяснослоисти глини с черупков детрит. Навсякъде на шелфа древноевксинските седименти залягат трансгресивно направо над чаудинските седименти, което маркира голям стратиграфски хиатус.

Характерно за древноевксинският басейн е, че все още в него обитава бракичен тип моллюскова фауна. В границите на Българския черноморски шелф са установени ръководните видове за седиментите на древноевксинския регионален етаж: *Didacna crassa pontocaspia* (Pavl.), *Dreissena rostriformis euxinica* (Babak) и др. (Шопов, 1991, 1996). Това са древни бракични форми, които отразяват все още връзката с каспийския басейн и доказват голямата продължителност на древноевксинския етап. Биостратиграфският анализ на моллюсковата фауна възстановява студени климатични условия и соленост на басейна около 10 – 12 ‰ (Христова, 2015). Поленовият комплекс установен от С-3 Априлска структура от шелфа по данни на Божилова и др. (1989) доказва, че древноевксинските седименти съдържат студенолюбива флора *Chenopodiaceae*, *Artemisia*. Присъствието на единични зърна от *Exhedra campylopoda* дават основание утайките да се отнесат към средния плейстоцен – късен древноевксин.

- Палеоекологични параметри на Узунларския басейн

В изследваните сондажи в дисертациония труд не са установени узунларски седименти. Възстановяването на палеоекологичните параметри за узунларския басейн е направено по литературни данни.

В шелфовите разрези на структурите Априлска и Северна, узунларските седименти са представени главно от алевроитови, песъчливи глини (Христова, 2004).

Седиментите, които се отнасят към узунларския регионален етаж се дефинират с помощта на ръководните видове *Didacna crassa pontocaspia* (Pavl.), *Abra ovata* (Phil.) и *Monodacna subcolorata* (Andrus.). В

узулларския басейн е характерно присъствието на еврихалинни средиземноморски имигранти като *Cardium edule* L. и *Abra ovata* (Wood). В поленовия спектър на узулларския басейн присъстват дървесни видове като *Pinus*, *Betula*, *Poacea* (Krastev et al., 1990). Важно е да се отбележи, че в молюсковото съобщество присъстват и каспийски видове като *Didacna crassa pontocaspia* (Pavl.). Водите на узулларския басейн съдържат едновременно каспийски и средиземноморски видове, а молюсковото съобщество и споро-поленовите спектри доказват омекотяване на климатичните условия и леко повишение на солеността до 19 ‰ (Христова, 2015).

- Палеоекологични параметри на Карангатския басейн

В изследваните сондажи в дисертациония труд не са установени карангатски седименти. Възстановяването на палеоекологичните параметри за карангатски басейн е направено по литературни данни. Карангатските седименти на шелфа са представени от глинести седименти, сивозеленикави.

Седиментите на карангатския регионален етаж маркират смяна на палеоекологичната обстановка в карангатския басейн. Водите на карангатския басейн бележат най-големия приток на води от Средиземно море. Това влияние се свързва с проникването на топли и солени води от Мраморно море чрез Босфорския проток (Шопов, 1996). Седиментите на карангатския басейн съдържат най-термофилната и халофилната средиземноморска молюскова фауна: *Corbula gibba* (Ol.), *Rissoa parva* (Costa), *Paphia senescens* (Coc.), *Cardium tuberculatum* L., *Cardium edule* L., *Bittium reticulatum* (Costa) и др. (Шопов, 1996). Карангатското молюсково съобщество съществува при най-оптималните екологични параметри – висока температура и соленост на карангатския басейн, което е отразено в богатото видово разнообразие и богатата орнаментика на черупките. Солеността на басейна е била около 30 ‰ (Невесская, 1965).

- Палеоекологични параметри на Новоевксинския басейн

През късния плейстоцен, в съответствие с вюрмското заледряване, новоевксинският басейн от каспийски тип е силно опреснен. Времевият интервал на новоевксинската регресия е от преди 30 000 до 8 000 г. (Пеев, 2014). Новоевксинските седименти на шелфа са представени предимно от алевритово-пелитова тиня, монотонна и от черупчест детрит. Неговата соленост се определя между 3 – 7 ‰, което е свързано с изтичането на води в Средиземно море и приток на каспийски води. Новоевксинският басейн фиксира най-ниски стойности на морското ниво -90 – -110 m, за което свидетелства и бедната молюскова фауна. Тя е представена количествено от ръководната молюскова фауна: *Monodacna caspia* (Eichw.), която е изключително стенохалинна каспийска форма и типично

новоевксинската *Dreissena rostriformis distincta* (Andrus.). Гастроподната компонента на новоевксинското съобщество често съдържат плитководните форми като *Micromelania caspia lincta*, открита в сондаж С-6.

Специфична особеност на новоевксинските седименти е, че моллюсковия фаунистичен комплекс съдържа почти винаги *Dreissena rostriformis distincta* (Andrus.). Завземайки нови прибрежно-морски пространства в северозападната част на Черно море, формите от този вид се отличават от каспийските, живеещи на голяма дълбочина по някои морфологични особености. Промяната на батиметричния фактор и адаптирането към по-солените води на Черноморския басейн в сравнение със сладководните каспийски, обуславят къси, дребни валви, по-добре развита бисусна ямка, характерен по-удълбочен S-образен вентрален край и тънкостенна черупка (Стоянова-Христова, Филипова, 1993). Новоевксинските седименти съдържат поленови спектри, които доказват наличие на тревисти съобщества в крайбрежните ландшафти *Pinus*, *Betula*, *Quercus*, *Corylus*.

Важно събитие, което се явява ключ за тълкуване на много феномени от геоложкия летопис на Черноморския басейн е развитието на новоевксинската трансгресия (9 – 10 хил. г.). Тя се е осъществявала в късно- и в началото на постледниково време (вюрм). Само по себе си това събитие не е еднократен акт, а е било усложнено от отделни асоциации (Федоров, 1988). В края на новоевксина, под знака на новоевксинската трансгресия, свързана с нахлуването на средиземноморски води, се променят параметрите на новоевксинския басейн. Нивото на морето се повишава от -90 до -15 – -20 m. Променя се и солеността – достига 12 – 17 ‰. Тези промени в екологичните условия на басейна, макар бавно и постепенно, се отразяват върху характера и състава на фаунистичните моллюсковы съобщества. Така например, с повишаване нивото на морето, живеещите в плитководния шелф моллюски реагират с незначителни изменения в морфологията на черупките си – те стават по-крупни, по-дебелостенни.

Важна характеристика за новоевксинските седименти е наличието на динофлагелатните цисти, като *Spiniferites cruciformis*, *Tectatodinium psilatum* Wall and Dale. Според Wall, Dale (1974) тези видове са стенохалинни, субарктични и предпочитат ниска соленост 7 ‰ или по-ниска. Те достигат максимално разпространение в началото на холоцена (между 10 300 – 9 300 г.), малко преди критичния етап в следледниковата история на Черно море – свързването със Средиземно море, датирано от Degens, Necky (1973) на 9 300 г. BP.

Холоценска серия

В началото на холоцена, последниковата черноморска трансгресия бележи нов етап в геоложката история на Черноморския басейн и променя палеоекологичната обстановка (Федоров, 1983, Стоянова-Христова, 1995). Нивото на морето постепенно се повишава и към средата на холоцена трансгресията достига своя максимум. Нахлуването на средиземноморски води повишава солеността на водите на Черноморския басейн, но тя остава значително по-ниска в сравнение със съвременната. Тези промени на палеоекологичните параметри формират нови молюскови комплекси, обуславящи границата плейстоцен-холоцен.

Характера на фактическия материал, който е подложен на биостратиграфски анализ, позволи в изследваните сондажни разрези да се отделят утайките на черноморския регионален етаж.

- Палеоекологични параметри на Древночерноморския басейн

Седименти на древночерноморския подетаж са установени и в трите изследвани сондажни разрези. В седиментите на древночерноморския регионален подетаж от сондаж Д са установени *Mytilus galloprovincialis*, *Cardium edule*, *Hydrobia ventrosa*. В геоложкия разрез на сондаж VC-50 в интервала с установените седименти от древночерноморския подетаж присъстват следната молюскова фауна: *Cardium edule*, *Ostrea* sp., *Chlamys glabra*. В древночерноморските седименти на сондаж С-6 са установени *Monodacna caspia*, *Micromelania caspia lincta*, *Cardium edule* (Христова, Вълчева-Георгиева, 2014).

Седиментите на древночерноморския регионален подетаж съдържат почти винаги едновременно каспийски и средиземноморски молюсковидове (Христова, 2015). Поленовите диаграми доказват развитие на дъбови гори по крайбрежието *Quercus*, *Carpinus betulus*, *Ulmus*, *Tilia*, *Corylus* (Божилова, Филипова-Маринова, Тонков, 2002).

- Палеоекологични параметри на Новочерноморския басейн

Седиментите на новочерноморския регионален подетаж са установени в трите изследвани сондажа, като сондаж Д фаунистично е представен от *Modiolus phaseolinus*. В седиментите от новочерноморския регионален подетаж на сондаж VC-50 са установени *Paphia senescans*, *Mytilus galloprovincialis*, *Cardium edule*, *Cardium exiguum*, *Paphia discrepans*, *Ostrea* sp., *Abra ovata*, *Mytiliaster lineatus*. В новочерноморските седименти от сондаж С-6 са установени *Spisula subtruncata triangulata*, *Cardium edule*, *Cardium exiguum*, *Cerithidium pusillum*, *Hydrobia ventrosa*, *Pitar rudis ochropicta*, *Cardium paucicostatum*, *Mytilus galloprovincialis* (Христова, Вълчева-Георгиева, 2015).

Седиментите, които се отнасят към новочерноморския регионален подетаж съдържат молюскова фауна, която е стенохалинна. Климатът е топъл и влажен. Солеността на басейна е повишена, близка до съвременната.

Афинитет на моллюсковите таксони към палеоекологичните параметри на геоложката среда						
Субфосилна моллюскова фауна	Субстрат, към който има максимално развитие	Дълбочина (m), към която има максимално развитие	Температура на морската вода	Наситеност на морската вода с кислород	Соленост (‰) на морската вода	Географско разпространение в Понто-Каспийската област
Клас Bivalvia						
<i>Didacna tschudaiae</i>	песъчливо-глинест и черупчест субстрат	еврибатен	евритермнен вид		стенохалинен вид	Черно море, Каспийско море
<i>Didacna crassa</i>	песъчлив, глинесто-песъчлив	30-40 m			3-4 ‰ до 14‰	Каспийско море
<i>Didacna pseudocrassa</i>		еврибатен			еврихалинен вид	Черноморска област
<i>Didacna baericrassa</i>	пясък и черупчест пясък	до 75 m			стенохалинен вид	Черноморска област
<i>Cardium exiguum</i>	пясък, глинест пясък, детрит, глинни, обрасли с водорасли и морски тревни, каменист грунт	50-75-80 m	евритермен вид	трудно понася кислороден дефицит	еврихалинен вид	Черно, Средиземно, Адриатическо море и Атлантически океан
<i>Cardium paucicostatum</i>	глинест и глинесто-песъчлив	15-20 m до 40 m	умерено топлолюбив вид	може да понесе известен недостиг на кислород	от 17-18‰ и по-висока	Средиземно, Адриатическо, Мраморно и Черно море
<i>Cardium edule</i>	глинест, глинесто-песъчлив	10-12 m	хладни, студени води	може да понесе известен недостиг на кислород		Средиземно, Адриатическо, Черно, Каспийско, Аралско море и др.
<i>Pitar rudis ochropicta</i>	детритусен пясък и с афинитет към глинест субстрат	до 200 m	7,5 до 22°c	трудно понася влошаване на кислородния режим	стенохалинен вид - 13-14 ‰	Черно, Средиземно, Мраморно, Егейско море
<i>Ostrea edulis</i>	образува черупчест кондензат, привързан към глинесто-песъчлив субстрат или към скалисто и каменисто дъно	25-30 m	хладни, студени води 15°-18° до 23°	не понасят недостиг на кислород	13-14‰	Черно, Средиземно, Адриатическо море и Атлантически океан
<i>Paphia discrepans</i>	тинести, тинесто-песъчливи, тинесто-черупчести, песъчливо-черупчести		умерено хладни		еврихалинен вид - 12-14 ‰	Черно и Азовско море
<i>Paphia senescans</i>	разнозърнести пясъци, песъчливи глинни, конгломерати		умерено хладни		умерено еврихалинен вид	Азовско море, Черно море
<i>Abra ovata</i>	глинест и глинесто-песъчлив	10-12m	умерено топли, хладни	понася недостиг на кислород	5 до 35‰	Азовско море, Черно море
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	каменист, черупчест, глинесто-песъчлив субстрат	0 до 80 m	евритермен вид - 4 до 23° c	понася кислороден дефицит	еврихалинен вид - соленост от 5-10‰ до 35-39‰	Черно, Средиземно, Азовско, Адриатическо море
<i>Mytilaster lineatus</i>	плътен, черупчест и тинесто-песъчлив субстрат; скалист и каменист субстрат	0 до 50 m	топлолюбив вид	известно време може да понася дефицит на кислород или наличност на сероводород	еврихалинен вид - от 5-7 до 22-30‰	Азовско море, Черно море

<i>Modiolus phaseolinus</i>	тиня, по-рядко в пясъчливо-тинест и тинест с примеси на раковини субстрат	50-60 m	стенотермен вид 7,5-8,5°	понася дефицит на кислород	умерено стенохалинен вид	Средиземно, Мраморно, Черно море
<i>Chlamys glabra</i>	плтно черупчест, глинеесто-песъчлив примесен с черупки, едропесъчливо-чакълест	до 40 m	топлолюбив вид	не понася недостиг на кислород	17‰ и повече	Черно море
<i>Monodacna caspia</i>	глинеест и глинеесто-песъчлив	до 40 m	евритермен вид, предпочита пресни води	не понася недостиг на кислород	в Черно море 0,2-1 ‰ и за Каспийско море 2-14 ‰	Черно море и в Каспийско море
<i>Spisula subtruncata triangulata</i>	песъчлив, тинесто-песъчлив и тинест субстрат		не понася колебания в температурата	трудно понася недостиг на кислород, min концентрация на кислород под 0.5 mg / l	до 14-12 ‰	Средиземно, Адриатическо, Мраморно и Черно море
<i>Dreissena rostriformis distincta</i>	глинеесто-песъчлив, глинеесто-черупчест, глинеест субстрат	до 200-250 m	евритермна форма	слаба зависимост към кислород	до 13 ‰	Черно и Каспийско море
<i>Dreissena polymorpha</i>	глинеесто-песъчлив, глинеесто-черупчест и каменист субстрат	до 3-4 m		чувствителност към кислородния дефицит	еврихалинен вид	Черно, Азовско и Каспийско море
<i>Hypanis plicatus</i>	глинеест и глинеесто-песъчлив	до 10-12 m	евритермен вид, предпочита пресноводни води	не понася недостиг на кислород	в Черно море от 0,1-5 ‰ и в Каспийско море 5-8 ‰	Каспийско и Черно море
клас Gastropoda						
<i>Cerithidium pusillum</i>	глинеест субстрат	еврибатен над 100 m	студенолюбив вид		стенохалинен вид, 15-16‰.	Средиземно, Черно и Мраморно море
<i>Hydrobia ventrosa</i>	сред водорасли и морски тревя; афинитет към скалист и глинеест субстрат	до 15-20 m	студенолюбив вид	понася недостиг на кислород	еврихалинен вид, обитават опреснени до хиперхалинни води	Черно, Средиземно, Азовско, Мраморно, Каспийско море
<i>Micromelania caspia lincta</i>	песъчлив, глинеесто-песъчлив и глинеест	40-50 m	евритермен вид		еврихалинен вид, 5-8 ‰	Черно и Каспийско море
<i>Theodoxus pallasi</i>		до 60 m	евритермен вид		стенохалинен вид, около 10‰	Каспийско и Черно море

Таблица 3. Афинитет на моллюсковите таксони към палеоекологичните параметри на геоложката среда

Изводи

При разработването на дисертационния труд е извършено комплексно биостратиграфско изследване и палеоекологичен анализ на горноплейстоценските и холоценски секвенции в Черноморския басейн. Смяната на палеоекологичните обстановки на обитание е интерпретирана чрез анализ на субфосилната молюскова фауна от точно маркирани стратиграфски нива в конкретни, представителни геоложки разрези.

- ✓ **В хода на изследването при анализа на кватернерните секвенции едновременно е приложен широк спектър от методи като:**
 - Палеонтологичен метод;
 - Биостратиграфски метод;
 - Литофациален и биофациален анализ;
 - Палеоекологичен синтез,**което осигурява комплексност на изследването и висока степен на достоверност на направените изводи**

- ✓ **В резултат на извършения литофациален и биостратиграфски анализ на крайбрежните и морски седименти и стратиграфската корелация са реконструирани основни моменти от плейстоцен-холоценското развитие на Паша дере (Христова, Вълчева-Георгиева, 2015). През плейстоцен-холоценското си геоложко развитие днешното суходолие на Паша дере преминава етап на морфоложки добре оформена речна долина на сушата, която има своето морско продължение в литоралната зона, най-вероятно и на шелфа, като морфоложки добре издържана палеоделта. Тази палеоделта, заложена по посткарангатски врез, *е формирана през първата половина на новоевксинския век*. Нейното геоложко развитие продължава *през втората половина на новоевксина*, когато в резултат на настъпилата слаба морска трансгресия на каспийски води в нея се отлагат горноноевксински, езерно-морски тип седименти, съдържащи бракична молюскова фауна. В резултат на холоценската последникова трансгресия устието на речната долина на Паша дере и нейната палеоделта се запълват отначало с алувиален тип утайки, а по-късно от типично морски тип седименти.**

- ✓ **В резултат на разчленяване на разрезите по техните литоложки и палеоекологични особености и очертаване на**

границите между отделните литофациеси са обособени фаунистични асоциации, които отразяват фациално-еколожката зоналност в изследваното басейново пространство. Анализирани са едновъзрастови седименти, които попадат в различен фациес в рамките на един басейн: крайбрежна зона, литорална зона и шелфова зона. Чрез изследването на палеоекологичните данни са установени два типа обстановки на обитаване в изследваната област, които се отличават със специфични хидрохимични, палеоекологични параметри и темп на седиментация:

- *1-ви тип: Крайбрежна сублиторална зона на обитаване;*
 - *2-ри тип: Шелфова обстановка на обитаване (централна област на шелфа).*
- ✓ В резултат на проведения биостратиграфски анализ и диференциацията на моллюсковите асоциации в седиментите е възстановена смяната на палеоекологичните обстановки на басейна по време на плейстоценската и холоценската епоха.
- *Палеоекологични параметри на Чаудинския басейн:* водите са студени, бракични; солеността е около 8 – 10 ‰, по-ниска от тази на съвременния басейн; фауната е каспийски тип – студенолюбива, бракична; климатът е сух, студен и прохладен.
 - *Палеоекологични параметри на Древноевксинския басейн:* солеността на басейна е около 10 – 12 ‰; моллюсковата фауна е бракичен каспийски тип; климатът е студен.
 - *Палеоекологични параметри на Узунларския басейн:* солеността се повишава до 19 ‰; смесен тип моллюскова фауна – каспийски и средиземноморски видове; климатът се омекотява.
 - *Палеоекологични параметри на Карангатския басейн:* водите са топли и солени; солеността е около 30 ‰; моллюскова фауна е средиземноморска – най-термофилната и халофилната.
 - *Палеоекологични параметри на Новоевксинския басейн:* водите са силно опреснени; солеността е между 3 – 7 ‰; моллюсковата фауна е каспийска – стенохалинна; климатът е студен.
 - *Палеоекологични параметри на Древночерноморския басейн:* солеността се повишава, но е по-ниска от съвременната; смесен тип моллюскова фауна – средиземноморски и каспийски видове.
 - *Палеоекологични параметри на Новочерноморския басейн:* повишена соленост, близка до съвременната; моллюсковата фауна е стенохалинна; климатът е топъл и влажен.

ПРИНОСИ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

В резултат на проведеното комплексно изследване могат да бъдат изведени следните приноси:

- ✓ В резултат на извършения литофациален и биостратиграфски анализ на крайбрежните и морски седименти и чрез стратиграфската корелация са реконструирани основни моменти от плейстоцен-холоценското геоложко развитие на региона на Паша дере.
- ✓ В резултат на анализ на фосилни палеоценози в едновъзрастови седименти, но в различни фации и очертаване на границите между отделните литофации, са обособени фаунистични асоциации, които отразяват фациално-екологичната зоналност в изследваното басейново пространство. Чрез приложения палеоекологичен анализ са възстановени два типа обстановки на обитаване в изследваната област, които се отличават със специфични хидрохимични, палеоекологични параметри, темп на седиментация и специфични моллюсков асоциации:
1-ви тип: Крайбрежна сублиторална зона на обитаване;
2-ри тип: Шелфова обстановка на обитаване (централна област на шелфа).
- ✓ В резултат на проведения биостратиграфски анализ е установена диференциация на моллюсковите асоциации в седиментите и е възстановена смяната на палеоекологичните обстановки на басейна, по време на плейстоценската и холоценската епоха. Проследявайки смяната на седиментните секвенции във вертикален мащаб, се налага изводът, че през кватернерното развитие на Черноморския басейн, са съществували басейни, които са отделени на биостратиграфска основа, с различни палеоекологични параметри, които са се сменяли през кватернерния период, подчинени на сложна трансгресивно-регресивна динамика: *Чаудински, Древноевксински, Узунларски, Карангатски, Новоевксински, Черноморски.*

Публикации по темата на дисертацията

Христова, Р., И. Вълчева-Георгиева, 2014. Биостратиграфски анализ на кватернерни седименти от структура Самотино-изток от Българския черноморски шелф. *Трета международна конференция “Географски науки и образование”*, Шуменски Университет, ISBN: 978-619-201-012-6, 16-21.

Христова, Р., И. Вълчева-Георгиева, 2015. Палеоекологични условия през горния плейстоцен и холоцена в района на Паша дере. *Четвърта международна конференция “Географски науки и образование”*, Шуменски Университет, ISBN: 978-619-201-105-5, 138-143.

Georgieva I., Sv., Stankova, 2016. Geomorphology, construction and development of the Batova. *Acta Scientifica Naturalis*, University of Shumen, volume 1, ISSN 2367-5144, SJIF – 2.723, (под печат)

