

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
КОЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР  
МУРМАНСКИЙ МОРСКОЙ БИОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

ПОЛЬШИН Владимир Владимирович

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ  
СОВРЕМЕННЫХ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ АЗОВСКОГО  
МОРЯ**

Специальность 25.00.28 - Океанология

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата географических наук

Мурманск  
2010

Работа выполнена в отделе литологии, палеогеографии и бентоса  
Института Аридных зон Южного научного центра РАН

**Научный руководитель:** заслуженный деятель науки РФ,  
доктор геолого-минералогических наук,  
профессор  
Тарасов Геннадий Антипович

**Официальные  
оппоненты:** доктор географических наук,  
ведущий научный сотрудник  
Павлова Любовь Григорьевна

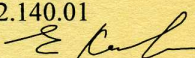
кандидат географических наук, доцент  
Захаренко Валентина Степановна

**Ведущая организация:** Географический факультет МГУ  
им. М.В.Ломоносова

Защита состоится 17 декабря 2010 года в 15.00 часов на  
заседании диссертационного совета Д 002.140.01 при Мурманском  
морском биологическом институте Кольского научного центра РАН  
по адресу: 183010, г. Мурманск, ул. Владимирская, д. 17.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ММБИ КНЦ РАН

Автореферат разослан 17 ноября 2010 года.

Ученый секретарь специализированного  
диссертационного совета Д 002.140.01  
кандидат географических наук  Е.Э.Кириллова

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность работы.

Современные донные отложения Азовского моря являются результатом сложного взаимодействия экзогенных и эндогенных процессов, происходящих на фоне активной гидродинамики, изменения климата и проявлений неотектонических движений различной степени интенсивности. Следует отметить, что Азовское море - уникальный водный бассейн юга России по его значению для экономики страны с его минеральными и биологическими ресурсами, транспортной коммуникацией и особенностями природной среды. Поэтому наиболее актуальны исследования комплекса опасных океанологических факторов, а также изучение подводных природных явлений, в особенности познание современных процессов осадкообразования. Несмотря на то, что в течение последнего полувека шельф Азовского моря океанологами активно исследуется, все же он остается слабо изученным, прежде всего, в виду изменчивости природной обстановки и непостоянства климатических составляющих. Понимание географической сущности водного бассейна в настоящее время вызывает большой интерес также с точки зрения принятия неотложных управленческих решений по бережному отношению к водной среде. В силу природных обстоятельств в бассейне Азовского моря осадкообразование протекает в ином спектре, чем в других внутриконтинентальных водоемах. Соответственно, для современного этапа развития бассейна исследование закономерностей осадкообразования на шельфе Азовского моря, как и решение актуальных задач гидротехнического характера, не могут считаться достаточно полными без учета результатов полномасштабного изучения рельефа дна и особенностей экзогенных процессов.

Актуальность работы определяется также недостаточной освещенностью ряда проблем, касающихся как собственно образования осадков, так и необходимости использования полученных результатов для практических целей при освоении акватории моря и более объективного понимания условий изменения современной природной среды. До сих пор не представлена реальная мозаика распределения на шельфе новейших отложений в зависимости от рельефа дна и локальной гидродинамики вод. Возможно, это объясняется мелководностью водоема и общепринятым представлением о плоском, выровненном характере его дна. В действительности даже мелкомасштабные батиметрические карты указывают на определенную дифференциацию рельефа дна, влияющую на распределение современных донных отложений и донных организмов в Азовском море.

### **Объект исследования:**

Рельеф и современные донные отложения Азовского моря.

### **Цель и задачи работы.**

Целью работы является выявление закономерностей и особенностей, условий формирования и пространственной изменчивости состава и свойств современных донных отложений Азовского моря.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Изучение вещественного состава поверхностного слоя донных отложений и определение закономерностей его пространственно-временного изменения.
2. Выделение литологических типов современных донных отложений и характера их распределения по площади дна Азовского моря.
3. Определение скорости осадконакопления в различных районах Азовского моря.
4. Анализ особенностей рельефа дна Азовского моря и его влияния на распределение типов донных отложений и бентосных организмов.

### **Защищаемые положения.**

1. Пространственное распределение донных отложений в Азовском море контролируется морфоструктурным планом и океанологическими факторами.
2. Методами абсолютной геохронологии, био- и сейсмостратиграфии установлено, что современный геоморфологический и литологический облик Азовского моря оформился в течение последних 2 тыс. лет в условиях интенсивного гидродинамического режима и абразионно-аккумулятивных процессов. В этот период сформировалось большинство аккумулятивных форм рельефа, а осадконакопление приобрело современные черты.
3. Вещественный состав современных донных отложений Азовского моря определяется условиями поступления осадочного вещества. В питании осадков береговой зоны ведущую роль играет терригенный материал, поступающий в результате разрушения берегов и речного стока. Биогенное осадконакопление в современный период носит локальный характер.
4. Геолого-геоморфологическое строение, неотектонические движения и гидродинамический режим Азовского моря предопределили высокую скорость аккумуляции осадочного вещества, поступающего в морской бассейн.

### **Научная новизна работы:**

- В диссертационной работе представлены новые данные полученные автором, дополняющие современные представления о характере осадконакопления в Азовском море. Исследования современных процессов осадконакопления проводились с использованием подробной картографической основы - батиметрической карты Азовского моря и карты донных отложений Азовского моря, составленных академиком Г.Г. Матишовым (2006) при участии автора.

- Проведенные исследования позволили охарактеризовать геоморфологические особенности Азовского моря, а также установить дифференцирующую роль рельефа дна в процессе осадконакопления.

- В процессе совместного использования методов абсолютной геохронологии (OSL-датирование и радиоуглеродное датирование), биостратиграфии и сейсмоакустического зондирования получены новые данные о скорости осадконакопления в различных районах Азовского моря.

**Практическая значимость и рекомендации к применению.** Результаты работы могут быть использованы:

- при проведении инженерно-геологических и экологических изысканий в морской акватории, в частности при возведении нефте- и газодобывающих платформ, проектировании и прокладке подводных коммуникаций и судоходных каналов;

- для организации комплексного геосистемного мониторинга в Азовском море и разработки природоохранных мероприятий;

- при проведении региональных геолого-съёмочных работ и добыче полезных ископаемых.

### **Фактический материал и личный вклад автора.**

Исходным материалом для данной работы послужили образцы донных отложений, отобранные автором в акватории Азовского моря в период с 2003 по 2009 гг. в ходе проведения комплексных экспедиций ММБИ КНЦ РАН и ЮНЦ РАН на НИС "Приморец" (2004-2005 гг.), НИС "Денеб" (2007-2009 гг.), а также НИС "Профессор Панов" (2003-2007 гг.). Полученные результаты грунтовых съёмок дополнены данными по эхолотному и сейсмопрофилированию дна Азовского моря. Работы по сейсмопрофилированию проводились совместно с сотрудниками географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова и охватывали площадь Таганрогского залива.

На всех стадиях исследования автор принимал активное и непосредственное участие. Им осуществлялся отбор проб как с поверхностных, так и колонковых разрезов донных осадков. Производилось их литологическое описание и консервация для различных лабораторных исследований. В последующем при лабораторном изучении автором лично проводилась обработка проб, определение гранулометрического состава, влажности и карбонатности донных отложений. Диссертант также участвовал в работах по сейсмо- и эхолотному профилированию, проводимых в акватории Азовского моря.

### **Публикации и апробация работы.**

По теме диссертации лично и в соавторстве опубликована 21 работа, из них 4 в рецензируемых журналах из списка ВАК. Основные результаты исследований были изложены в 3 коллективных монографиях и докладывались на конференциях: международная конференции "Проблемы палеонтологии и археологии юга России и сопредельных территорий" (Ростов-на-Дону, 18-20 мая 2005 г.); международная конференции "Проблемы геологии и освоения недр юга России" (Ростов-на-Дону, 5-8 сентября 2006 г.); международная конференции посвященная 100-летию со дня рождения Д.Г. Панова "Геология, география, экология океана" (Ростов-на-Дону, 9-10 июня 2009 г.) и др. Результаты научной деятельности оформлены в виде глав многочисленных отчетов по темам ЮНЦ РАН и ММБИ КНЦ РАН.

### **Структура и объем работы.**

Диссертационная работа состоит из введения, 5-ти глав и заключения, содержащего основные выводы. Общий объем работы- 151 страница, в том числе 3 таблицы и 34 рисунка. Список использованной литературы включает 129 наименований.

### **Благодарности.**

Автор выражает глубокую благодарность научному руководителю д.г.-м.н., профессору Г.А. Тарасову за руководство в подготовке данной работы, советы и консультации.

Автор искренне благодарен академику Г.Г. Матишову за предоставленную возможность работать над диссертацией, всестороннюю поддержку и помощь, оказанную на всех этапах работы. Считаю своим долгом выразить свою благодарность за советы и критические замечания С.И. Бердникову, А.А. Величко, Ю.М. Гаргопе, О.В. Ивлиевой, Г.В. Ильину, Г.В. Ковалевой, К.В.

Красноруцкой, Д.Г. Матишову, Д.В. Моисееву, В.Н. Мысливцу, М.В. Набоженко, Е.Ю. Новенко, О.В. Степаньяну, И.В. Шохину.

Хочу также поблагодарить членов команды НИС "Приморец", НИС "Денеб", НИС "Профессор Панов" за оказанную помощь в сборе фактического материала в экспедициях в Азовском море.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Глава 1. История исследования осадконакопления Азовского моря.**

В главе дается краткий исторический анализ работ, выполненных за последние сто лет предыдущими исследователями. Ощутимо заметный след в исследовании природы Азовского моря оставили известные отечественные ученые Н.И. Андрусов, В.И. Вернадский, В.П. Зенкович, Н.М. Книпович, Д.Г. Панов, Н.М. Страхов, В.П. Хрусталеv и др. В диссертации в краткой фоме освещается сущность проведенных исследований и приводятся основные работы вышеуказанных ученых. Дан обзор исследований, выполненных в 70-е годы прошлого века под руководством акад. НАН Украины Е.Ф. Шнюкова. Также отмечены работы современных исследователей-океанологов, среди которых особо выделяются представители науки и образования Ростовской области (акад. Г.Г.Матишов, Ю.А. Федоров, Ю.А. Артюхин, С.В. Бердников, Д.Г. Матишов, В.А. Мамыкина, О.В. Ивлева, В.В. Сорокина и др.).

### **Глава 2. Материалы и методы исследований.**

Исходным материалом для данной работы послужили образцы донных отложений, которые были отобраны автором в акватории Азовского моря в период с 2003 по 2009 гг. в ходе выполнения комплексных экспедиций на НИС "Приморец" - 2004-2005 гг., НИС "Денеб" - 2007-2009 гг., а также НИС "Профессор Панов" с 2005 по 2007 гг.

Отбор проб производился с поверхностного горизонта дночерпателями Петерсена и Ван-Винна, а с подстилающих горизонтов - прямой ударной грунтовой трубкой. В работе также использованы материалы сейсмоакустических (совместно с сотрудниками географического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова) и эхолотных профилирований дна Азовского моря. Сейсмоакустическое профилирование проводилось в акватории Таганрогского залива, эхолотное профилирование - в северной и юго-восточной частях Азовского моря.

Все данные по отбору проб с координатами станций, программами глубин и литологической характеристикой отобранных проб донных осадков заносились в полевой дневник и экспедиционный журнал.

Аналитические исследования проводились в Южном научном центре РАН, Мурманском морском биологическом институте Кольского научного центра РАН, ФГУП "Южгеология" (г. Ростов-на-Дону), ИГ РАН (г. Москва), в Институте океанографии Греческого центра морских исследований (NSMR), НИИ Географии СПбГУ (г. Санкт-Петербург) и Лаборатории люминесцентного анализа Висконсинского университета (г. Чикаго).

Комплекс лабораторных исследований состоял из изучения химического, гранулометрического и минералогического состава донных отложений. Также проводилось определение абсолютного возраста донных отложений радиоуглеродным и оптико-люминесцентным методом. Большое внимание в процессе исследований было уделено биостратиграфическому исследованию отобранных образцов грунта. Комплекс биостратиграфических исследований состоял из проведения палинологического, диатомового и малакологического анализов раковинного материала. В работе приведены результаты палинологических исследований полученных Е.Ю. Новенко (ИГ РАН) и К.В. Красноруцкой (ЮНЦ РАН). Диатомовый анализ донных осадков и малакологическое изучение раковинного материала проведено в ЮНЦ РАН (диатомовый анализ - Г.В. Ковалева, малакологический анализ моллюсков - М.В. Набоженко, И.В. Шохин).

Типизация осадков по гранулометрическому составу проводилась по преобладающей фракции по классификации Института океанологии РАН (Безруков, Лисицын, 1960). Впоследствии данная классификация морских осадков по гранулометрическому составу была доработана и видоизменена с учетом условий седиментогенеза Азовского моря (Матишов, 2006, 2007).

При анализе данных, полученных в ходе проведенных многочисленных грунтовых съемок, а также эхолотных и сейсмоакустических исследований, широко применялся метод литогеоморфологической интерполяции материалов и использовалась номенклатура географических названий дна Азовского моря, предложенная Г.Г. Матишовым (2006, 2006а, 2007).



### Глава 3. Краткий физико-географический очерк Азовского моря.

В главе с использованием литературных данных приведены основные природные особенности Азовского моря.

Наибольшая длина Азовского моря (от косы Арабатская стрелка до устья р.Дон) 360 км, наибольшая ширина (между вершинами Темрюкского и Белосарайского заливов) 180 км. Площадь моря составляет 39 тыс.км<sup>2</sup>, объем при среднем многолетнем уровне - 290 км<sup>3</sup>, а средняя глубина около 7 м, а максимальная - 14 м (Гидрометеорология..., 1991).

Климат моря относится к умеренно - континентальному, характеризуется относительно холодной зимой и сухим (жарким) летом.

Благодаря большому количеству поступающей солнечной радиации море имеет довольно высокую среднегодовую температуру воды (11,4-11,7 °С). Наиболее низкая температура воды наблюдается в январе-феврале (около 0 °С). Летом температура воды колеблется от 23 до 27 °С, а в прибрежных мелководных районах от 26 до 31 °С.

Лед на море появляется ежегодно. Вскрытие и очищение ото льда, как правило, наблюдается в конце марта-апреле. Продолжительность ледового периода колеблется в северном побережье от 100 до 140, а в южном - от 5 до 90 дней. (Гидрометеорология ..., 1991).

Режим ветра определяется распределением атмосферного давления и его сезонными изменениями. В холодную половину года преобладают ветра восточной четверти. В теплый период ослабление Азиатского максимума создает благоприятные условия для западного переноса (Есин и др., 1980).

Среднегодовая скорость ветра составляет 4,5-5,5 м/сек на побережье и 7,5 м/сек в центральной части моря. На долю умеренных ветров приходится немногим меньше 20%, на долю сильных - 7-10%. Ветер со скоростью 20-24 м/сек может отмечаться в любое время года, а больше 24 м/сек - только в период с октября по апрель.

По существу Азовское море представляет собой зону смешения речных и черноморских вод, для которой характерна большая пространственная изменчивость солености, солевого состава и концентрации биогенных веществ. Отмечается высокая степень неравномерного питания речными водами. Основными водными артериями бассейна, обеспечивающими 95% речного стока, являются две крупные реки региона - Дон и Кубань.

Общий объем прихода и расхода воды оценивается в 82 км<sup>3</sup> в год. Основную долю приходной части составляет материковый

сток (43,8%), черноморские воды 39,2% и атмосферные осадки - 16,6%. В расходной части первое место занимает сток азовских вод в Черное море (55,3%), второе - потери на испарение (43,0%), а сток в Сиваш всего лишь 1,7% (Яновский, 2001). Относительно большой приток речных вод обуславливает пониженную соленость. Воды бассейна имеют соленость в интервале 10-11‰, а после зарегулирования от 11-11,5 до 12-12,5‰. Изменения солености от поверхности до дна обычно не превышает 0,02-0,03‰ (Гидрометеорология..., 1991; Бронфман, Хлебников, 1985; Хрусталев, 2001).

Для моря характерен циклонический характер течений (Книпович, 1938). Вдольбереговые течения могут достигать скорости до 2 м/сек. Волны в акватории, как правило, короткие и крутые. Их высота - 1-2 м. (Гидрометеорология ..., 1991).

Развитие ветрового перемешивания разрушает температурную и солевую стратификацию водной толщи и приводит к повышению концентрации кислорода у дна (Гидрометеорология..., 1962; Матишов, Гаргопа, 2003; Матишов, Гаргопа, 2003а). Воды моря обычно насыщены растворенным кислородом. Однако в летний период при маловетренной и безветренной погоде может образоваться сравнительно кратковременный слой скачка температуры и плотности.

## **Глава 4. Геолого-геоморфологические особенности Азовского моря.**

### **4.1. Геологическое строение и характер неотектонических движений.**

Акватория моря расположена в Причерноморской впадине, сформировавшейся в конце мезозоя - начале кайнозоя на разнородном и разновозрастном платформенном основании в тектонически-активной зоне сочленения докембрийской Восточно-Европейской платформы с эпигерцинской Скифской плитой (Геология Азовского моря, 1974). Основными характерными чертами геологического строения района, являются блоковое строение фундамента и нижних горизонтов осадочного чехла и широкое развитие субмеридианальной и субширотной системы разломов. Для южной части акватории моря, граничащей с молодой (альпийской) структурой Кавказа, характерны активные проявления вулканической деятельности и неотектонических движений.

Неотектонические движения имеют дифференцированный характер и различную интенсивность. Они нашли своё отражение в современном рельефе, создавая условия для аккумуляции морских наносов или размыва участков морского дна.

Одной из особенностей бассейна и его побережий, характеризующей интенсивность геологических процессов,

является наличие грязевых вулканов в южной части морской акватории, а также на Керченском и Таманском полуостровах. В тектоническом плане грязевые вулканы приурочены к области Индоло-Кубанского прогиба. В районах вулканических построек вещественный состав современных донных отложений может существенно отличаться от состава осадков соседних участков дна.

Дифференцированный характер голоценовых тектонических движений и эвстатический подъём уровня моря определили условия и темпы седиментогенеза, а так же морфологию и развитие рельефа (Панов, Хрусталеv, 1966; Хрусталеv, Щербаков, 1974; Геология Азовского моря, 1974; Мамыкина, Хрусталеv, 1980; Матишов, 2006, 2007). Периодически меняющийся уровень моря приводил к изменению границ морского водоема. В результате на дне Азовского моря широкое распространение получили древние формы рельефа.

#### **4.2. Морфология береговой зоны Азовского моря.**

По характеру береговых экзогенных процессов выделяются Северная, Арабатская, Керченско-Таманская, Кубанская и Северо-восточная области, которые в свою очередь дробятся на более мелкие районы (Мамыкина, Хрусталеv, 1980).

Особенностью современной динамики берегов является преобладание абразии и локальный характер аккумуляции. Участки размыва берега чередуются с участками аккумуляции осадочного материала. Аккумулятивный тип берега северного побережья представлен многочисленными косами так называемого "азовского типа", пляжами и пересыпями лиманов (Зенкович, 1958, 1962). Протяженность кос и объемы поступающего на них осадочного материала увеличиваются с востока на запад.

На участках северного побережья, сложенных лессовидными суглинками, широкое распространение получили абразионный и абразионно-оползневой типы берега. Выходящие здесь на поверхность породы неогенового возраста способствуют широкому образованию оползней в береговой зоне.

На западном берегу моря прослеживается крупная аккумулятивная форма - Арабатская стрелка, которая протягивается с севера на юг на 110 км. С юга море ограничивают разделенные Керченским проливом Керченский и Таманский полуострова. Строение рельефа в этой полосе берега обусловлено складчатым залеганием пород, выходящих на дневную поверхность. Антиклиналы, выраженные в рельефе возвышенностями, образуют мысы в береговой зоне. На пониженных участках развиты заливы и лиманы. В западной части полуострова высота абразионно-обвального берега достигает 15-20 м, понижаясь к востоку до 5-10 м.

Северо-восточное побережье сложено преимущественно лёссовидными суглинками и характеризуется повсеместным распространением абразионного типа берега. Аккумулятивный тип берега прослеживается локально. Высота береговых обрывов в основном составляет 7-11 м, а максимальная - 14-18 м (у г. Ейск).

На южном берегу Таганрогского залива максимальное развитие получили участки абразионного берега, чередующиеся с аккумулятивными формами. Аккумулятивный тип берега представлен здесь косами: Ейская, Глафировская, Сазальницкая, Чумбурская и Очаковская.

Таким образом, из приведенного выше описания береговой зоны Азовского моря, можно сделать вывод, что на большем своем протяжении она подвержена процессам разрушения с образованием абразионного типа берега. Участки аккумуляции осадочного материала в пределах береговой зоны развиты локально и в основном представлены косами и пляжами.

### 4.3. Морфология дна Азовского моря.

Азовское море представляет собой внутриконтинентальный мелководный бассейн эстуарного типа с отмельными берегами и глубинами, не превышающими 14 м.

Проведенный анализ батиметрических данных дает возможность выделить в пределах акватории моря участки дна с различным строением рельефа (рис. 1). Наиболее мелководной является

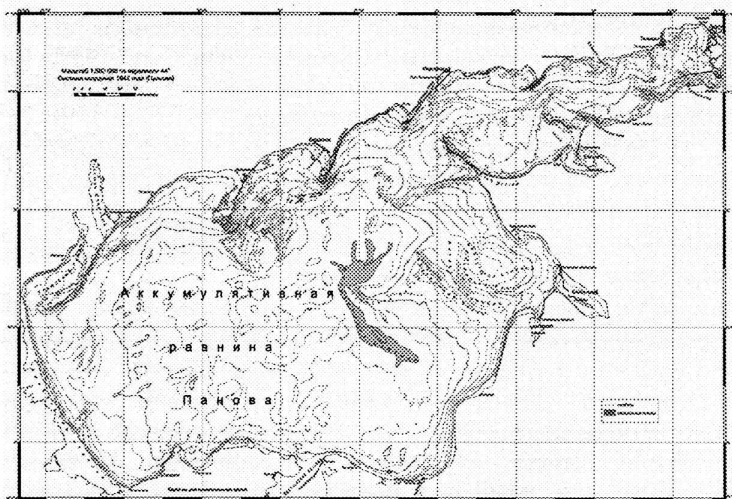


Рис. 1. Батиметрическая карта Азовского моря (Магишов, 2006).

северная часть моря, в пределах которой широкое развитие получили аккумулятивные формы со своими подводными продолжениями, разделяемые системой заливов. Изобата, ограничивающая глубины в 5 м, располагается на расстоянии от 0,5 до 10 км (в среднем 2 км). Изобата, огибающая 10-метровую глубину удалена вглубь моря от северного берега на 30–40 км.

По данным эхолотного профилирования от Обиточной косы в сторону моря просматривается до десяти субпараллельных положительных форм рельефа имеющих волновую природу образования (рис. 2). Высота некоторых гряд в этом районе (по отношению к днищам соседних ложбин) может достигать 4-6 м. На западе моря расположены банки Морские и Арабатская. Эти положительные формы рельефа возвышаются над соседними участками дна на 3-5 м.

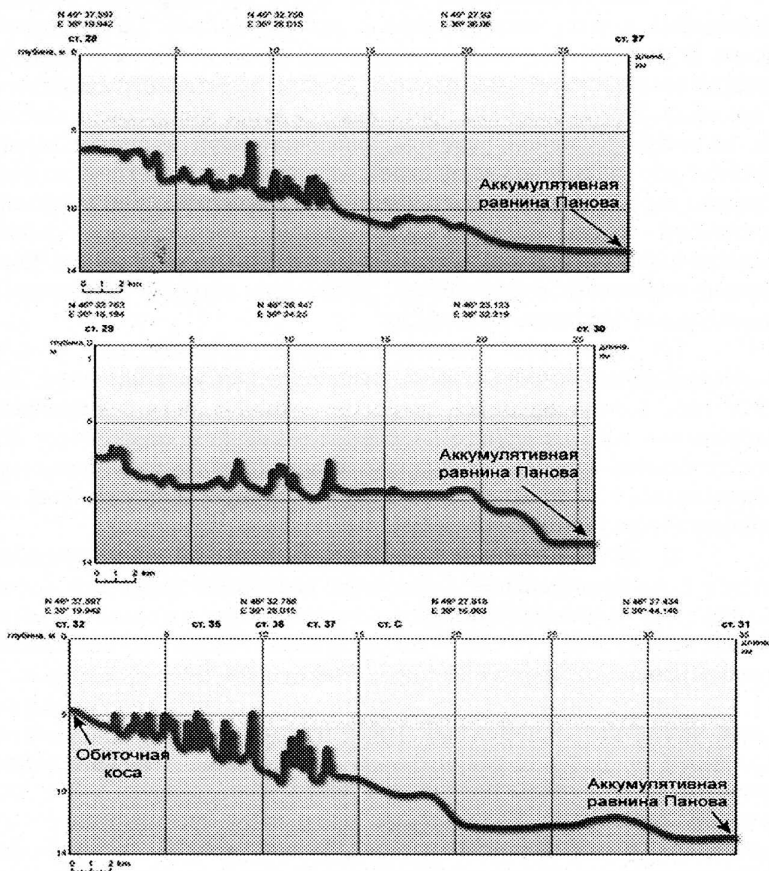


Рис. 2. Рельеф дна Азовского моря южнее Обиточной косы

Центральную область моря занимает обширная аккумулятивная равнина, занимающая 45% площади всего моря. В структурном плане она приурочена к зоне Индоло-Кубанского прогиба. Глубины в пределах равнины изменяются от 10 до 13 метров и более. Уклоны дна минимальны для Азовского моря и составляют менее 0,0001 (Мамыкина, 1977).

Морфология равнины осложняется "озероидными" понижениями и системой древних долин палеорек, самой крупной из которых является долина Палео-Дона (Геология Азовского моря, 1974; Матишов, 2006). В центральной части равнины выделяется до 15 пологих, изометричных в плане поднятий, расположенных на глубине менее 12 м. Их размеры варьируются от 5 до 20 км, а высота составляет около 0,5 м.

В северо-восточной части моря простирается далеко вдающийся в сушу мелководный и распресненный Таганрогский залив. В рельефе дна залива выделяется узкая ложбина (тальвег), которая соответствует палеодолине Дона и практически совпадает с его осью. Данная ложбина протягивается вдоль всего залива на 150 км до аккумулятивной равнины, расположенной в центре моря. Глубина дна в ложбине увеличивается с востока на запад от 5 до 9 м. Средняя глубина в заливе составляет 4,9 м (Яновский, 2001). Рельеф восточной части Таганрогского залива представляет собой пологоволнистую равнину со средними глубинами от 2 до 3 м. Она плавно переходит в авандельту Дона, для которой характерны многочисленные подводные русла.

На акватории Азовского моря существуют группа аккумулятивных островов, возвышающихся над уровнем моря. До 1929 года самым крупным островом считался остров Бирючий, расположенный у северного побережья в западной части моря. Из искусственных островов самым крупным является остров Черепак, находящийся в 2 км южнее входа в порт г. Таганрог и насыпанный по приказу Петра I (Яновский, 2001).

К антропогенным элементам рельефа, получившим широкое распространение в пределах акватории Азовского моря, можно отнести многочисленные судоходные каналы и свалки грунта. Самые протяженные (до 20-30 км) и глубокие (более 5 м) подходные каналы прорыты к портам Таганрог, Мариуполь, Ейск и Бердянск.

Таким образом, основными типами рельефа дна Азовского моря являются: прибрежные косы, гряды и валы, сложенные песчаным и песчано-ракушечным материалом. Максимальное развитие косы и гряды получили в прибрежной области моря, для которой характерны интенсивные проявления литодинамических процессов и чередования площадей аккумуляции и размыва. Абразионные и абразионно-аккумулятивные террасы занимают область морского склона. Для них также характерны проявления

процессов осадконакопления и абразии. Основное влияние на их формирование оказал часто меняющийся уровень моря.

## **Глава 5. Закономерности формирования современных донных отложений Азовского моря.**

### **5.1. Источники поступления осадочного вещества на акваторию Азовского моря.**

Основная роль в поступлении осадочного вещества в морской бассейн принадлежит абразии берегов. Разрушению подвержено 70% берега. Интенсивность его разрушения зависит от вещественного состава пород и гидродинамики бассейна. Средняя скорость абразии составляет 0,4-1 м/год, максимальные значения зафиксированы в районе Приморско-Ахтарска - 4-8 м/год (Хрусталева, Мамыкина, 1980). По подсчетам Ю.П. Хрусталева и Ф.А. Щербакова, ежегодно на дно Азовского моря за счет разрушения берегов поступает 16,46 млн. тонн терригенного материала (1974).

Следует отметить еще один источник пополнения осадочного вещества бассейна - это продукты абразии дна. Среднегодовая скорость абразии дна составляет 1,87 мм/год, при этом масса поступления осадочного материала составляет по разным источникам от 11,16 млн. т/год (Хрусталева, 1989) до 15,38 млн. т/год (Хрусталева, Щербаков, 1974).

Поступление осадочного материала в море с речным стоком не велико. До зарегулирования твердый сток р. Кубань составлял от 5,6 до 8,2 млн. т/год. После создания Краснодарского водохранилища сток наносов существенно сократился и в период с 1987 по 1999 гг. составлял 1,14 млн. т/год. Кроме Дона и Кубани в Азовское море впадает много небольших рек, которые характеризуются нестабильным гидрологическим режимом и незначительным стоком.

Для Азовского моря характерно интенсивное развитие органической жизни, в результате которого на морском дне накапливается значительное количество скелетных останков донных организмов, представленных створками раковин и их обломками. Для моря характерно концентрическое распределение зон нарастающей биомассы бентоса от центра к периферии, а затем ее уменьшение к берегу (Хрусталева, 1989).

При сопоставлении современной батиметрической карты и карты донных отложений Азовского моря со схемой распределения сообществ макрозообентоса можно видеть четкую взаимосвязь, существующую между определенным типом отложений, батиметрическими параметрами водоема и видовым составом бентосных организмов. (Матишов, 2006; Матишов и др., 2007).

Зоны массового развития бентосных организмов, одновременно, являются зонами первичной аккумуляции скелетных останков. Ежегодно в осадок поступает около 24,5 млн. тонн скелетных останков. На долю моллюсков приходится около 13 млн. тонн (Панов, Спичак, 1961). Они формируют большинство аккумулятивных форм. Материал биогенного происхождения в том или ином количестве постоянно присутствует практически во всех литологических типах донных отложений.

Осадочный материал переносится также воздушным путем (эоловый перенос) и преимущественно связан с ветрами восточных румбов. Повторяемость сильных пыльных бурь зависит от аридности климата и в среднем составляет 2-5 лет. Пыльные бури могут длиться 12-15 дней и возобновляться после коротких перерывов (Климат..., 2002).

Эпизодически в морской бассейн поступают продукты подводного грязевого вулканизма. Так, только из недр Керченского полуострова с майкопского времени одной только сопочной брекчия было вынесено 35 млрд. т., а за одно извержение на морское дно может поступить 14 млн. т глинистого материала (Геология Азовского моря, 1974). Как правило, после извержения сопочная брекчия размывается морем, а грубообломочный материал остается на месте.

## **5.2. Современные донные отложения Азовского моря.**

Источники питания моря аллохтонным и автохтонным седиментационным материалом предопределили развитие на площади морского дна главным образом терригенных осадков - от глинистых илов до песков. Биогенные осадки, несмотря на высокую продуктивность организмов (в первую очередь бентосных моллюсков), имеют ограниченное распространение.

Под слоем новоазовских отложений сейсмоакустическим методом удалось зафиксировать погребенную поверхность (А) (рис. 3) (Матишов, 2007; Матишов и др., 2008; Маев, Мысливец, 2007). Данная поверхность характеризуется в ряде мест расчлененным микрорельефом. Относительная высота микрорельефа составляет 0.1-0.5 м.

На отдельных участках дна, там, где мощность перекрывающего слоя осадков новоазовского возраста сокращается, отмечены случаи ее выхода на поверхность дна. Очевидно, накопление осадочной толщи (А1), перекрывающей эрозионную поверхность (А), происходило во время нимфейской трансгрессии. Вероятно, этими осадками сложены все многочисленные банки (песчаные косы) Таганрогского залива. Аккумулятивные тела этих наносных образований достигают мощности 1.5-2.5 м и не имеют признаков унаследованности.



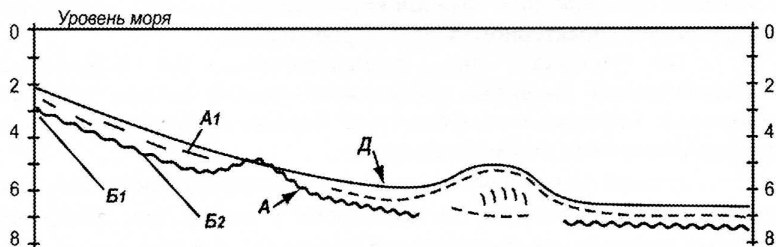


Рис. 3. Сводный сейсмолитологический профиль строения дна Таганрогского залива (Магишов, 2007)

Отражающие поверхности:

D - поверхность дна моря; A - поверхность размыта эпохи фанагорийской регрессии; A1 - поверхности наслоения в толще морских осадков послефанагорийского времени;

B1 - поверхности наслоения пород коренного ложа долины залива;

B2 - элементы денудационной поверхности подводного берегового склона древнего залива (предположительно).

### 5.2.1. Гранулометрический состав.

Наиболее характерны для современных (новоазовских) осадков Азовского моря илы (глинистые илы), пески различного генезиса и переходные между ними разности осадков, в которых преобладающая фракция не выделяется - смешанный тип осадков. Глинистые илы в пределах акватории Азовского моря занимают максимальные площади дна в центральной части морского водоема и приурочены к областям максимальных глубин.

Илы Азовского моря - это тонкодисперсные осадки (рис. 4), как правило, имеющие темный цвет - от черного до серого. В глинистых илах содержание ракушечного материала обычно не превышает 10% и минимально в морских осадках черного цвета с включениями гидротроилита, образовавшихся при восстановительных условиях среды. Консистенция данного типа осадков - от желеобразного текучего, до вязкого пластичного. Илистые

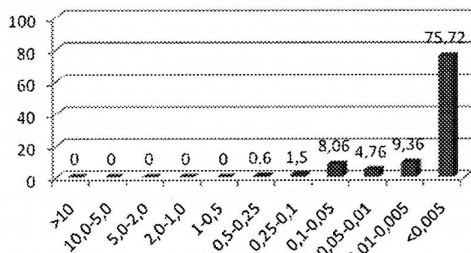


Рис. 4. Гистограмма процентного распределения гранулометрических фракций Таганрогского залива (глинистый ил).

отложения при реакции с соляной кислотой, как правило, реагируют с выделением характерного запаха сероводорода.

На участках дна расположенных по периферии аккумулятивной равнины гранулометрический состав илистых отложений определяется близостью берега, глубинами моря и морфологическими особенностями дна.

Алевриты в Азовском море распространены локально, и в чистом виде встречаются на нескольких участках дна. Наиболее крупные площади распространения этого типа осадков характерны для Таганрогского залива. Это тонкозернистые отложения (рис. 5), связанные постепенными латеральными переходами, как с тонкодисперсными илами, так и с более крупнозернистыми песчаными отложениями. Чаще всего это вязкие и мягкие отложения, обладающие илистой консистенцией. Довольно часто в них отмечается присутствие ракушечного материала. Площадь распространения алевритов контролируется глубинами, которые редко превышают 4 метра и твердым стоком реки Дон, являющимся основным поставщиком этого материала. Другим фактором, определяющим присутствие этого типа осадка, является близость берегов, сложенных лессовидными суглинками (Геология Азовского моря, 1974).

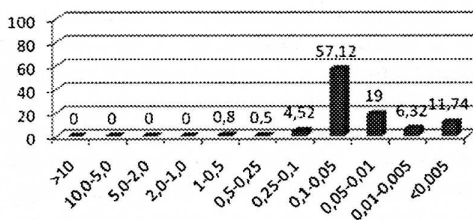


Рис.5. Гистограмма процентного распределения фракций в алевритах (восточная часть Таганрогского залива).

Зона песков (фракция 1.0-0.1 мм - более 50%) простирается в Азовском море узким шлейфом в прибрежных районах до глубин 2-6 м, а также на подводном береговом склоне многочисленных аккумулятивных кос. В вещественном составе отложений преобладает кварцевый песок с примесью ракушечного материала, либо почти полностью ракушечный материал.

Гравийная фракция песков Таганрогского залива, как правило, сложена целыми створками раковин и их детритом. В составе песчано-алевритовой фракции совместно встречается как ракушечный, так и терригенный материал.

Смешанный тип донных отложений - смесь в близких пропорциях (от 20 до 40%) фракции ила, алеврита и песка, включая обломочный материал раковин (рис. 6). Ареалы смешанных осадков тяготеют к прибрежным участкам акватории, к подножию многих банок открытого моря, а также к локальным участкам дна в крупных заливах. В качестве примера распространения такого типа осадков следует отметить восточную часть Таганрогского залива, кутовые части Бердянского, Темрюкского и Ясенского заливов, а так же районы расположенные вокруг подводных гряд и валов.

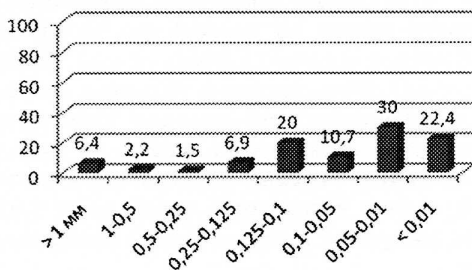


Рис. 6. Гистограммы процентного распределения фракций осадков смешанного типа (восточной части Таганрогского залива).

В целом в распределении гранулометрических фракций в донных осадках Азовского моря характерна следующая картина - с увеличением глубины моря и удаления от источников поступления обломочного материала происходит закономерное уменьшение размерности частиц осадков. Зона развития песков к центру моря сменяется зоной распространения алевритов и смешанных осадков. Алевриты и осадки смешанного типа вглубь морского бассейна фациально замещаются илистыми отложениями.

### 5.2.2. Минералогический состав.

В основном, терригенный материал, формирующий минеральный спектр донных отложений Азовского моря, поступает с южных участков Восточно-Европейской платформы и альпийского складчатого сооружения Кавказа.

По характеру минеральных ассоциаций в донных отложениях Азовское море разделяется на терригенно - минералогические провинции, которые имеют генетическую связь с источниками поступления осадочного материала. В бассейне моря выделяются пять провинций: Таганрогская (амфибол-эпидот-цирконовая), Северо-Азовская (эпидот-гранат-амфиболовая), Генечинская (гранат-рутил-цирконовая), Керченско-Кубанская

(эпидот-амфиболовая) и Центрально-Азовская (Логвиненко и др., 1964; Геология Азовского моря, 1974; Хрусталеv, 1989.).

Минералогический состав Таганрогской провинции, в основном, формируется за счет наносов реки Дон и продуктов абразии берегов, сложенных лёссовидными суглинками. Преобладают минералы лёгкой фракции, а именно - кварц, кальцит и полевые шпаты. Максимальное содержание кварца и полевых шпатов отмечается в песчано-алевритовых отложениях восточной части залива. Вторая область повышенного содержания кварца и полевых шпатов - северная часть залива, которую с берега оконтуривают структуры Восточно-Европейской платформы. В западной части залива на участке дна между Должанской и Белосарайской косами залегают глинистые илы. Здесь преобладает смектит с примесью пелитаморфного кальцита, кварца, кремнистых включений и углефицированной органики. Отмечается увеличение процентного содержания смектита с востока на запад залива от 50% до 69%. Содержание тяжёлых минералов в мелкопесчаной и алевритовой фракциях находится в пределах от 1,07% до 0,1% и сокращается от побережий и дельты Дона к центральной и западной частям залива.

Северо-Азовская терригенно - минералогическая провинция протягивается вдоль северного побережья моря от Бердянской косы на востоке до Обиточного залива на западе. Наибольшее распространение из минералов легкой фракции получили кальцит (арагонит), кварц, полевые шпаты и обломки осадочных горных пород. Из минералов тяжёлой фракции в осадках в основном присутствуют эпидот, амфиболы, ильменит, рутил, циркон, силлиманит, гранат, гематит, кианит, лейкоксен и пирит (марказит) и сидерит.

Генечинская терригенно - минералогическая провинция занимает северо-западный участок акватории Азовского моря и протягивается практически вдоль всего западного берега. Основным источником терригенного материала этой провинции являются лёссовидные суглинки четвертичного возраста, которые слагают коренной берег на северо-западе моря.

Керченско-Кубанская терригенно - минералогическая провинция протягивается от южной оконечности Арабатской стрелки на юге до Ейского полуострова на востоке моря. Основная масса обломочного материала, формирующего минеральный состав донных осадков, поступает за счет абразии берегов и речных наносов реки Кубань и генетически связана с областью альпийской складчатости. Характерной особенностью района является периодическое проявление вулканической активности, наличие большого количества заливов и лиманов, а также наличие крупных аккумулятивных структур.

Центральную часть моря занимает Центрально-Азовская терригенно - минералогическая провинция. Здесь значительного изменения минерального состава не происходит. В минеральном составе песчаной и алевритовой фракции осадков резко преобладает материал автохтонного происхождения - биогенный кальцит. Содержание кварца крайне незначительно - от единичных знаков до 5% от фракции. Содержание карбонатно-глинистых сгустков в морских осадках на отдельных участках дна может достигать 50% и более. Содержание тяжёлых минералов - от полного отсутствия до 0,03%. Среди них преобладают аутигенные карбонаты, пирит (марказит), ильменит и гидроокислы железа. Изредка в осадках отмечен магнетит. В глинистой фракции осадков преобладает смектит с примесью кальцита. Следует отметить, что седиментогенез здесь довольно часто протекает в условиях восстановительной среды с интенсивным образованием аутигенных минералов.

Таким образом, в минеральном составе осадков Азовского моря преобладают минералы легких фракций - биогенный кальцит (арагонит), кварц и в меньшей степени полевые шпаты. Увеличение терригенной составляющей, включая акцессорные минералы, в прибрежных осадках происходит в северной части моря, в восточной части Таганрогского залива и Темрюкском заливе.

### 5.2.3. Химический состав.

В зависимости от приуроченности к гранулометрическим типам донных осадков и особенностям распределения их по площади водоема, химические элементы, поступающие в морской бассейн, можно подразделить на две геохимические группы.

Первая группа элементов (Sr, Zr, Ba) в основном ассоциируется с прибрежно-морскими осадками, представленными песками и алевритами. Максимальное содержание циркония отмечено в песчаных и алевритовых отложениях северной части Азовского моря, куда поступают продукты абразии пород береговой зоны (Хрусталеv, 1999). В Таганрогском заливе максимумы концентрации циркония приурочены к осадкам песчано-алевритового состава терригенного генезиса. Его содержание в донных отложениях здесь составляет более 200 мкг/г и постепенно понижается с запада на восток.

Стронций осаждается в основном биогенно, и максимумы его концентрации приурочены к районам распространения раковинного материала, с которым он генетически связан (Геология Азовского моря, 1974; Хрусталеv, 1999; Матишов и др., 2007). Основная его часть поступает в Азовское море в растворенном состоянии и концентрируется в ракушечниках и песано-илистых отложениях, обогащенных раковинным материалом. Содержание

стронция в восточной части залива и в пределах абразионно-аккумулятивной равнины находится в пределах 300 мкг/г, понижаясь к тальвегу до 210 мкг/г. В юго-восточной части Азовского моря на северной оконечности Железинской банки его содержание находится на уровне 2074 мкг/г.

Барий образует значительные концентрации в отложениях смешанного типа. В восточной и северной частях Таганрогского залива, в районах впадения рек Дон и Миус, концентрация бария в песчаных осадках достигает 400 мкг/г. В центральной части моря барий распределяется относительно равномерно (на уровне 300 - 400 мкг/г). Минимальное содержание этого химического элемента (до 88 мкг/г) приурочено к органогенно-детритусовым пескам.

Из химических соединений в песках, алевритах и осадках смешанного типа преобладают  $\text{SiO}_2$  и  $\text{CaO}$ . При этом основная масса кремнезема, как и циркония, имеет терригенное происхождение и поступает в морской бассейн в результате осаждения аллохтонного компонента осадков (Геология Азовского моря, 1974).

В отличие от кремнезема,  $\text{CaO}$  в основном ассоциируется с осадками песчаной размерности автохтонного происхождения. Максимумы содержания  $\text{CaO}$  отмечаются в районах Железинской банки и на севере моря южнее Обиточной косы. Концентрация  $\text{CaO}$  в осадках снижается в сторону центральной части моря, среди осадков которой преобладают глинистые илы.

Общая карбонатность морских осадков также повышается от центральных районов моря к участкам берега, сложенным ракушечным материалом. Содержание биогенного кальцита ( $\text{CaCO}_3$ ) в поверхностном слое донных отложений в центральной части моря находится в пределах 10%. В районе расположения крупных банок, гряд и на дистальных окончаниях кос значения карбонатности отложений достигают максимальных значений. Так, в районе северной оконечности Железинской банки, содержание  $\text{CaCO}_3$  достигает 90%, а на подводных валах расположенных южнее Обиточной косы почти 100%.

Содержание  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$  увеличивается по мере уменьшения размера частиц осадка и увеличения примеси пелитового материала, а при усиленном влиянии материкового стока увеличивается содержание  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{Zr}$  и снижается  $\text{CaO}$ ,  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{Sr}$ .

Элементы второй группы (S, Cl, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Br, Rb, Mo, Pb) концентрируются в донных отложениях за пределами прибрежной зоны. Резко выраженные максимумы элементов связаны с пелитовой частью осадков, обогащенных  $\text{Corg}$ .

В целом, для химических элементов первой группы, в которую включены цирконий (Zr), стронций (Sr), барий (Br) характерна приуроченность к прибрежно-морским отложениям

(пескам и крупным алевритам). Ко второй группе относятся элементы, ассоциирующие с алевритово-глинистыми и глинистыми илами. Накопление S, Cl, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Br, Rb, Mo, Pb в тонкодисперсных осадках (фракция < 0,01 мм более 70%) обусловлено их выносом в направлении аккумулятивной равнины и к тальвегу осевой ложбины Таганрогского залива. Вероятно, миграция указанных элементов происходит в виде коллоидов вместе с глинистыми частицами. При этом значительную роль в этом процессе играет органическое вещество (Геология Азовского моря, 1974; Хрусталеv, 1999, Матишов и др., 2007, Федоров и др., 2009).

### 5.3. Скорость накопления и особенности пространственного распределения типов донных отложений.

Одной из особенностей седиментации в Азовском море являются чрезвычайно высокие темпы накопления осадочного материала. Так, по некоторым опубликованным данным, скорость современного осадконакопления в Азовском море составляет 2,4 мм/год. По данным Е.Ф. Шнюкова (Геология Азовского моря, 1974) для осадков четвертичного возраста скорость колеблется от 0,18 до 1,33 мм/год.

Рассчитанные с помощью метода математического моделирования результаты показывают, что во второй половине 20 века скорость осадконакопления в Азовском море не превышает 0,3-0,4 мм/год - максимумы отмечаются в центральной части Таганрогского залива и Темрюкском заливе, где в среднем аккумулируется от 500 до 1000 г/м<sup>2</sup>. На всей остальной акватории моря осажается примерно 250-500 г/м<sup>2</sup> (Сорокина, 2008). Данные, полученные в результате измерения активности цезия-137 и избыточного свинца, показали схожие значения. С помощью данного исследования удалось выделить два периода современного осадконакопления (до и после 1986 г.). Так, для центральных районов моря скорость осадконакопления за последние двадцать лет составила 0,3-0,5 см/год, в западной части Таганрогского залива - 0,2-0,3 см/год, а в центре залива не превышала 0,2 см/год (Федоров и др., 2008).

По результатам абсолютных датировок колонок донных осадков (мощностью до 2 м) нами установлено, что средняя скорость осадконакопления в позднем голоцене (новоазовское время) находилась в диапазоне от 0,4 до 1,9 мм/год (рис. 7). Датировки абсолютного возраста донных отложений и выводы, полученные в процессе проведения биостратиграфических исследований косвенно подтверждаются результатами геоакустической съёмки, проведённой в акватории Таганрогского залива. Исходя из глубины залегания эрозионной поверхности, сформировавшейся в субаэральной обстановке в фазу фаногорийской регрессии, и мощности вышележащей толщи осадков новоазовского возраста можно предположить, что средняя скорость осадконакопления в этом районе моря за последние 2000 лет составляла 0,25-0,5 мм/год.

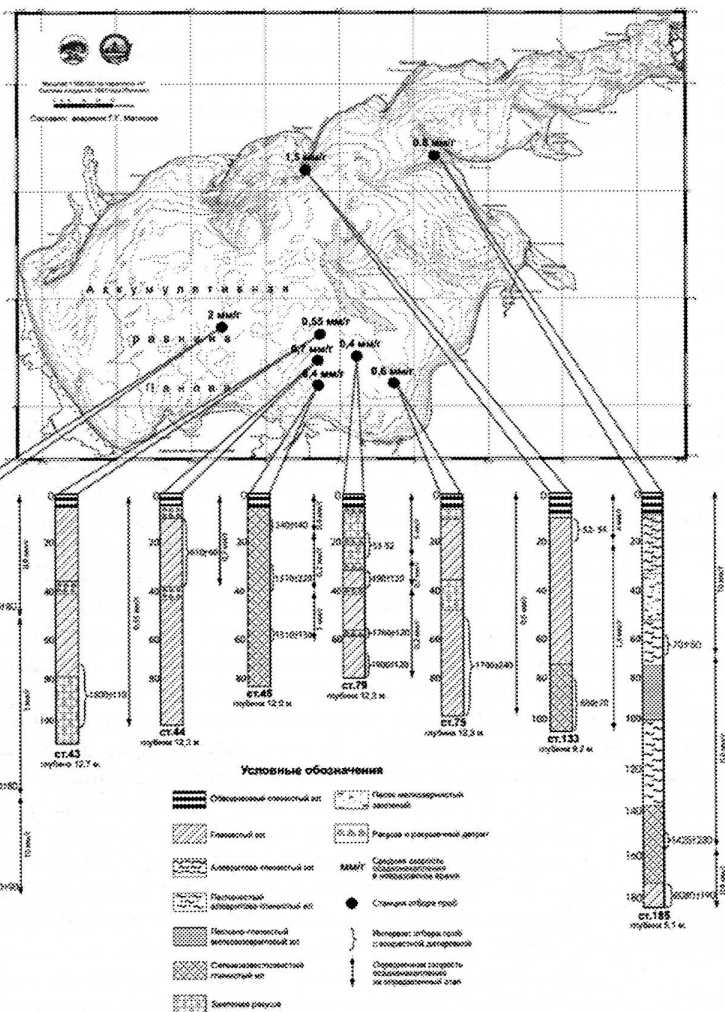


Рис. 7. Карта скоростей осадконакопления в Азовском море за новоазовское время (колонки 110 и 185 - ОСЛ - датирование; колонки 43, 44, 45, 79, 75, 133 - радиоуглеродное датирование ( $^{14}\text{C}$ )). (Магишов и др., 2009)

Как показано на новой карте донных отложений Азовского моря, глинисто-илистые осадки (фракция  $< 0.01$  мм составляет более 70%) распространены примерно на трех четвертях площади морского дна, и в основном приурочены к площади аккумулятивной равнины (рис. 8).



На площади дна четко выделяются устойчивые области распространения различных типов донных отложений. Если всю поверхность дна разбить на условные сектора, то можно выделить несколько районов моря с различными условиями осадконакопления. В центре моря располагается обширная равнина морского дна с глубинами, превышающими 10 м. Это обширная аккумулятивная площадь приурочена к Индоло-Кубанскому прогибу. Практически вся площадь дна этой области представлена обводненными глинистыми и алевритово-глинистыми илами тёмно-серого и чёрного цветов, часто с сильным запахом сероводорода. Включения песчаного материала в осадках данного района крайне незначительны и в основном представлены детритом

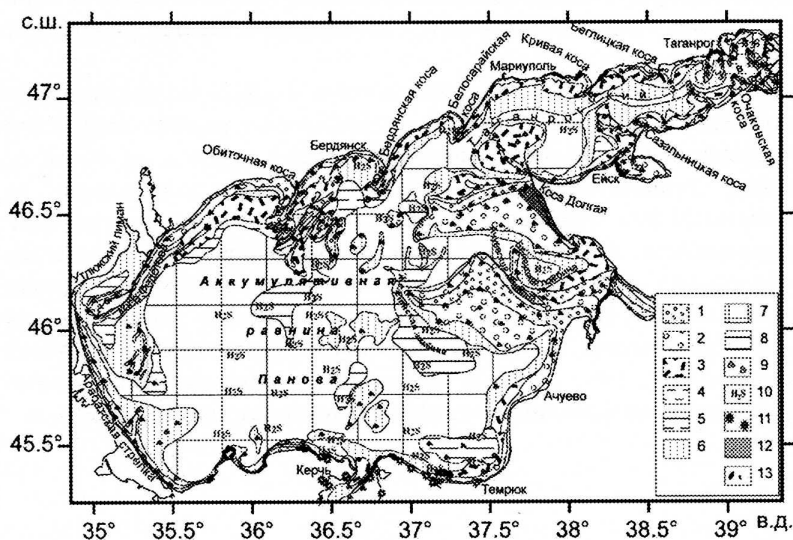


Рис. 8. Карта донных отложений Азовского моря.

- 1 - песок средне-мелкозернистый с ракушей (фракция 1- 0,1 мм > 70%);
- 2 - песок алевритово-илистый (фракция 1- 0,1 мм - 50-70%);
- 3 - смешанный тип осадка (алевритово-илисто-песчаный, содержание каждой фракции в пределах 30-40 %);
- 4 - алеврит (фракция 0,1- 0,01 мм > 70 %);
- 5 - илистый алеврит (фракция 0,1- 0,01 мм - 50-70%);
- 6 - илы с примесью песчано-алевритовой фракции (фракции <0,01> 50-70%); 7 - глинистый ил (фракция менее 0,01> 70 %);
- 8 - глинистый ил (фракция менее 0,01> 85 %);
- 9 - ракуша и ракушечный детрит; 10 - сероводородное заражение;
- 11 - грязевые вулканы; 12 - бенч; 13 - галька, гравий.

биогенного происхождения (обломки створок раковин бентосных моллюсков).

На юго-западе и западе с аккумулятивной равниной граничит область, на которой распространены глинистые и алевритово-глинистые илы. Содержание биогенного материала в осадках в этой части моря значительно больше, чем в центральном районе и может достигать 50%. К западному и юго-западному берегу Азовского моря происходит постепенное фациальное замещение глинистых и алевритово-глинистых илов илистыми алевритами и далее к прибрежной зоне - песчано-ракушечными отложениями.

Почти повсеместно дно Таганрогского залива покрыто современными осадками мощностью 0,5 - 2,5 м, отложившимися в новоазовскую стадию развития Азовского моря. Мощность этой осадочной толщи увеличивается от берегов к центру залива и с востока на запад.

В целом, распределение донных осадков по площади дна выглядит следующим образом: от центральных районов моря к его периферийным участкам наблюдается последовательная смена от более тонких осадков - глинистых илов, залегающих на максимальных глубинах, к осадкам алевритовой и песчаной размерности. В зонах, где сказывается существенное влияние нескольких источников питания бассейна седиментационным материалом, и где замедляются процессы механической дифференциации вещества, большим развитием пользуется смешанный тип осадков с неярко выраженными пиками распределения фракций на графике гранулометрического состава.

## ВЫВОДЫ

1. Современный рельеф Азовского моря был сформирован в голоцене в результате сложного взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов. В результате формировались линейные аккумулятивные формы рельефа (косы) и многочисленные подводные песчано-ракушечные гряды.

2. На локальных формах рельефа дна Азовского моря выполнены детальные исследования литологического состава донных отложений и структур дна. Выявлена связь донных отложений с бентосными организмами и путями их миграции.

3. Установлено, что в общем седиментационном балансе в центральной части моря преобладает алеврито-глинистый материал. Средняя скорость осадконакопления в новоазовское время здесь составляла 2 мм/год, достигая максимума во время нимфейской трансгрессии (до 10 мм/год). На прилегающей к Темрюкскому заливу части в пределах аккумулятивной равнины накопление осадков происходило со скоростью 0,2-6 мм/год.

4. Подтверждается, что литологический облик современных осадков Азовского моря определяется составом (вещественным, гранулометрическим, химическим) поступающего терригенного материала и его механической сортировкой в водной толще. В процессе осадконакопления активное участие принимают морские организмы как в продуцировании биогенного компонента отложений, так и во фракционировании взвеси различной природы.

5. Выявлены закономерности изменения химического состава донных отложений, зависящие главным образом от их гранулометрического состава. В зависимости от приуроченности к конкретным гранулометрическим типам осадков и особенностям распределения по площади дна моря, химические элементы отнесены к различным геохимическим группам.

6. Установлено, что поверхностный слой донных отложений (мощностью до двух метров) и современный рельеф дна Азовского моря были сформированы в последние 2000 лет в условиях очередного этапа трансгрессии и интенсивного денудационно-аккумулятивного режима. Такая картина развития бассейна подтверждена данными биостратиграфических исследований, результатами сейсмоакустической съёмки и определениями абсолютного возраста донных отложений.

## Список публикаций по теме диссертации

### Публикации в журналах, рекомендуемых ВАК:

1. Матишов Г.Г., Польшин В.В., Ильин Г.В., Новенко Е.Ю., А. Карагеоргис. Закономерности литохимии и палинологии современных донных отложений Азовского моря. Вестник ЮНЦ РАН. Т. 2, № 4, 2006. С. 38-51

2. Матишов Г.Г., Шохин И.В., Набоженко М.В., Польшин В.В. Многолетние изменения донных сообществ Азовского моря в связи с характером осадконакопления и гидрологическим режимом // Океанология. Т. 48, № 3. 2008. С. 425-435.

3. Матишов Г.Г., Ковалева Г.В., Польшин В.В. Новые данные о скорости седиментации в Азовском море в позднем голоцене // Докл. РАН, Т. 428, № 6, 2009. С. 820 -823.

4. Матишов Г.Г., Польшин В.В., Шохин И.В. Влияние геоморфологических особенностей дна Азовского моря на распределение бентоса. Вестник ЮНЦ РАН. Т. 6, № 2, 2010. С. 14-20.

### Публикации в других изданиях:

5. Польшин В.В. Донные осадки Таганрогского залива //Материалы XXII конференции молодых ученых. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2004. С. 102-103.

6. Моисеев Д.В., Ильин Г.В., Касаткина Н.Е., Набоженко М.В., Кренева К.В., Польшин В.В., Сарвилина С.В., Скурихин В.А. Комплексные исследования экосистемы Азовского моря летом 2004 г. // Эволюция морских и наземных экосистем в перигляциальных зонах. Тез. докл. междун. научной конференции 6-8 сентября 2004 г. Ростов-на-Дону: 2004. С. 96-101.

7. Польшин В.В., Поветкина Е.Г. Основные источники поступления осадочного материала на акватории Азовского моря // Тез. докл. межд. научно-практической конференции г. Мурманск, 15-17 марта 2005 г. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН. 2005. С. 126-127.

8. Польшин В.В., Поветкина Е.Г. Характеристики осадконакопления в системе Манычских водохранилищ // Материалы XXIII конф. молодых ученых, посвященной 70-летию МБС-ММБИ, г. Мурманск, май 2005 г. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН. С. 92-94.

9. Матишов Г.Г., Величко А.А., Польшин В.В. Геоморфологические особенности палеопочв в лессовых

отложениях Таганрогского залива (разрез Семибалки) //Проблемы палеонтологии и археологии юга России и сопредельных территорий. Материалы международной конференции 18-20 мая 2005, г. Ростов-на-Дону, 2005. С. 5-6.

10. *Польшин В.В.* Донные осадки Азовского моря. //Океанологические и биологические исследования арктических и южных морей России. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2006. С. 146-153.

11. *Польшин В.В.* Распределение современных донных отложений в открытой части Азовского моря // Экосистемные исследования Азовского, Черного, Каспийского морей. Том VIII. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2006. С. 42-49.

12. *Матишов Г.Г., Польшин В.В., Ковалёва Г.В., Новенко Е.Ю., Уланова А.А.* Перспективы использования диатомового и палинологического анализов при изучении донных осадков Азовского моря //Позднекайнозойская геологическая история севера аридной зоны (Кайнозойский мониторинг природных событий аридной зоны юга России). Ростов -на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2006. С. 119-123.

13. *Ковалёва Г.В., Польшин В.В.* Особенности осадконакопления в юго-восточной части Азовского моря по результатам диатомового анализа // Проблемы геологии и освоения недр юга России. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2006. С. 19-22.

14. *Матишов Г.Г., Польшин В.В., Болдырев М.А., Мысливец В.И., Маев Е.Г., Зверев А.С.* Новые представления о голоценовых отложениях шельфа Азовского моря (по данным картирования и сейсмопрофилирования дна) // Экосистемные исследования Азовского, Черного, Каспийского морей и их побережий. Том IX. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2007. С. 42-50.

15. *Матишов Г.Г., Польшин В.В., Ильин Г.В., А. Карагеоргис.* Особенности геохимического состава современных донных отложений Азовского моря // Экосистемные исследования Азовского, Черного, Каспийского морей и их побережий. Том IX. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2007. С. 68-81.

16. *Польшин В.В.* Влияние инвазийных видов на процессы осадконакопления в Азовском море // Тез. докл. межд. научной конференции , 5-8 июня 2007, г. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН. 2007. С. 248-249.

17. *Матишов Г.Г., Бердников С.В., Степаньян О.В., Беспалова Л.А., Ковалева Г.В., Поважный В.В., Семин В.Л., Кренёва К.В., Польшин В.В., Дашкевич Л.В., Коваленко Е.П., Шохин И.В., Набоженко М.В., Лужняк В.А.* Комплексный экосистемный

подход с использованием современных информационных технологий при проведении экологического картирования акватории и береговой зоны Азовского моря // Наука Кубани, №3. 2008. С. 57-63.

18. *Матишов Г.Г., Ковалева Г.В., Польшин В.В., Красноуцкая К.В.* Результаты комплексных стратиграфических исследований для реконструкции экологических условий Азовского моря в позднем голоцене // Актуальные проблемы экологической геологии. Наука и образование (Экогеология - 2008) . СПб, 2008.

19. *Польшин В.В.* Донные отложения позднего голоцена Азовского моря // Геология, география и экология океана. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2009. С. 269-272.

20. *Матишов Г.Г., Польшин В.В., Ковалева Г.В.* Развитие рельефообразующих и экосистемных явлений в голоцене на шельфе южных морей // Геоморфологические процессы и их прикладные аспекты. М., географический факультет МГУ, 2010. С. 319-321.

21. *Matishov G.G., Polshin V.V., Kovaleva G.V.* The specific features of sedimentation on the shelf of the southern seas (the sea of Azov being exemplified) // Quaternary stratigraphy and paleontology of the southern Russia: connections between Europe, Africa and Asia. Rostov-on-Don, 2010. P. 98-100.

Отпечатано в издательском центре ММБИ КНЦ РАН  
Заказ № 04-2010. Тираж 100 экз. Тел. 25-39-81