

72

Ростовский государственный университет

В.И. Стефанович
На правах рукописи

Кутлигин Владимир Стефанович

Диатомовые танатосцены - индикаторы

природных компонентов и комплексов

Азовского моря

11.00.01 - физическая география, геофизика и

геохимия ландшафтов

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

кандидата географических наук

Ростов-на-Дону

1998

Подписано к печати 23.11.98 г. Формат бумаги 60 × 84 / 8.
Бумага офсетная. Печ. лист 1. Заказ № 21. Тираж 100 экз.
Издательско-полиграфический комплекс ВЮС РГУ
344091, г. Ростов-на-Дону, ул. Зорге 28/2, перекресток 3-4 этажей,
телефон: 22-38-45 (7 линий)

Работа выполнена на кафедре физической географии, экологии и охраны природы Ростовского государственного университета

Научный руководитель: доктор геолого-минералогических наук,

профессор Ю. П. Хрусталев

Официальные оппоненты: доктор географических наук,

профессор К. М. Петров

доктор геолого-минералогических наук,

профессор О. А. Бессонов

Ведущая организация: Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства

Защита состоится
Одного Совета К
ческих наук в Р
тов-на-Дону, ул.

С диссертаци
344006, Рос

Автореферат

Ученый секрет
Диссертации
К. Г. Н., доцент

Общая характеристика работы

Актуальность темы. Диатомовые водоросли играют ведущую роль в фитопланктоне Мирового океана, внутриконтинентальных водоемов, имеют широкий экологический диапазон обитания, чутко реагируют на природные особенности водоемов и могут служить универсальным комплексным индикатором их экологических условий. Это позволяет успешно использовать диатомовый анализ для решения не только стратиграфических, палеогеографических, но и географических задач. Остатки отмерших диатомовых растворяются, а часть их поступает в донные осадки, образуя танатоценозы. Состав и состояние последних зависит от всего комплекса природных компонентов среды обитания диатомовых и захоронения их остатков. В танатоценозах формируются комплексы различные по составу, экологическим особенностям и состоянию остатков, которые индифицируют субаэральные ландшафты, позволяют районировать акватории водоемов и могут быть использованы для палеогеографических реконструкций.

Объект исследования Азовское море - небольшой по площади сононоватый внутриконтинентальный водоем с богатой органической жизнью, что способствует формированию танатоценозов. Однако, мелководность, активная динамика водной толщи, приводящая к взмучиванию поверхностного слоя донных осадков на большей части его акватории, относительно высокая температура воды в летнее время и интенсивное осадконакопление осложняют захоронение остатков диатомовых в донные осадки. Зарегулирование речного стока, значительное его изъятие, загрязнение вод, привели к ухудшению состояния экосистемы водоема и существенному снижению его биопродуктивности. Рациональное использование природных ресурсов Азовского моря вызывает необходимость его комплексного изучения. При этом важное значение имеют диатомовые танатоценозы, отражающие природные компоненты и комплексы водоема.

Цель работы - выявить возможность использования диатомовых танатоценозов как индикаторов природных компонентов и комплексов Азовского моря.

В связи с этим поставлены задачи:

1. Изучить качественно и количественно состав, экологические особенности и состояние диатомовых танатоценозов, их пространственные изменения по акватории.
 2. Исследовать захороняемость остатков диатомовых и механизм формирования их танатоценозов.
 3. Выявить возможность использования диатомовых танатоценозов как индикаторов природных компонентов.
 4. Выделить и изучить комплексы доминант диатомовых танатоценозов, их группировки и пространственное распределение.
 5. По пространственным изменениям состава и количественных характеристик танатоценозов провести физико-географическое районирование моря.
- Материалы и методы.** В основу диссертации положены результаты исследования образцов донных осадков, отобранных на 78 станциях в экспедиционных рейсах института АзНИИРХ. Обработка образцов, изготовление препаратов, выявление определений диатомовых проведены автором в лаборатории Общего землеведения и палеогеографии кафедры физической географии, экологии и охраны природы. Исследования гранулометрического состава донных отложений, определение содержания аморфного кремнезема, карбоната кальция выполнены в центральной лаборатории ПГО "Ожгеология".
- Личный вклад автора.** Автор, обработка образцов, изготовление препаратов, выявление определений диатомовых, систематизация, обобщение и анализы результатов выполнены автором. Разработана методика количественной оценки содержания диатомовых танатоценозов и захороняемости остатков. Несмотря на хорошую изученность природных особенностей Азовского моря, сведения о его диа-

томовых танатоценозах в литературе практически отсутствовали до 70-х годов, в настоящее время они ограничиваются лишь статьями автора.

Научная новизна:

1. Разработана методика диатомового анализа для водоемов с низкой концентрацией и средней целостностью створок в донных осадках.
 2. Впервые изучен качественно и количественно состав, состояние и экологические особенности диатомовых танатоценозов и их пространственные изменения по водоему.
 3. Предложены количественные характеристики состояния диатомовых танатоценозов (концентрация, целостность, раздробленность, сохранность), формулы для их подсчета и единая пятиступенчатая классификация.
 4. Исследованы захороняемость остатков диатомовых и условия формирования их танатоценозов.
 5. Пространственные изменения состава и состояния диатомовых танатоценозов использованы как индикаторы природных компонентов (глубина, литологический состав осадков, динамика волной толщи, температура, соленость воды, pH).
 6. Выявлены комплексы доминант танатоценозов, их группировки и пространственное распределение.
 7. По изменениям состава и состояния диатомовых танатоценозов проведено комплексное физико-географическое районирование.
- Практическая значимость**
1. Разработанная методика исследований диатомовых танатоценозов с низкой концентрацией остатков и неблагоприятным их состоянием может быть использована в других внутриконтинентальных водоемах.
 2. Выявленные закономерности распределения основных видов и групп, их концентрации в водоеме позволяют повысить достоверность палеогеографических выводов и надежности стратиграфии донных осадков.

3. Особенности динамики вулканного кремнезема могут использоваться при изучении любого биогенного компонента в других интратектонических водоемах.

4. Выделенные комплексы доминант и их группы отражают субэвальные природные комплексы и могут служить основой для разработки их таксонов.

5. Составленная схема физико-географического районирования позволяет существенно сократить количество станций, и затраты на исследования.

Основные защитные положения:

1. Состав диатомовой флоры, гидрологические, гидрохимические, гидробиологические условия и особенности осадконакопления в Азовском море неблагоприятны для формирования танатоценозов.

2. Качественные и количественные характеристики диатомовых танатоценозов даже при неблагоприятном их состоянии служат надежным индикатором природных компонентов и субэвальных комплексов водоема.

3. Изменение состава и количественных показателей диатомовых танатоценозов послужили основой для физико-географического районирования.

Апробация работы. Основные положения и важнейшие результаты диссертации изложены в публикациях соискателя, а также докладывались и обсуждались на семинаре по микробиологической морской донной отложениям (Москва, 1971), I научной конференции молодых ученых и специалистов геолого-географического факультета РГУ "Проблема геологии и рационального использования природных ресурсов" (Ростов-на-Дону, 1979), научных сессиях Ростовского государственного университета (Ростов-на-Дону, 1979, 1982, 1983, 1989), Всесоюзном совещании по оптимизации окружающей среды (Москва, 1981), Всесоюзном совещании "Техника ландшафтов при поисках месторождений полезных ископаемых и охрана окружающей среды" (Еленджик, 1982), Всесоюзном совещании

"Биоседиментация в морях и океанах (Теберда, 1983), Первой межреспубликанской конференции по комплексному изучению, использованию и охране природных богатств бассейнов Черного и Азовского морей (Ростов-на-Дону, 1982), VIII Всесоюзном съезде ГО СССР (Киев, 1985), Всесоюзном совещании "Оптимизация, прогноз и охрана природной среды (Москва, 1986), заседании Ученого совета АЗНИ-ИРХа (Ростов-на-Дону, 1987), Ученом совете Геологического института АН УССР (Киев, 1989), Ученом совете НИИ биологии РГУ (Ростов-на-Дону, 1995).

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов и списка литературы. Общий объем работы 150 страниц, включает 37 рисунков и 13 таблиц. Список литературы включает 106 названий.

Содержание работы

1. Природные особенности Азовского моря, влияющие на формирование диатомовых танатоценозов.

1.1. Морфология водоема

Азовское море площадью 36 820 км² и объемом 324,3 км³ расположено на юге ЕТР и представляет мелководный водоем, максимальная глубина 14 м, средняя - 8,8 м. На дне моря выделены следующие типы равнин: прибрежные абразионно-аккумулятивные, аккумулятивно-абразионные и аккумулятивные центральной части моря.

1.2. Основные черты тектонического строения, особенности современного осадконакопления.

Акватория Азовского моря расположена в тектонически активной зоне сочленения Русской платформы и Скифской плиты и характеризуется блоковым строением фундамента. Большая часть водоема испытывает опускание со скоростью от 0 до 5 мм и более в год, наиболее активно проявляются в центральной и южной частях. Ежегодно в область аккумуляции поступает 55,2 млн. т седиментационного материала. При этом терригенная часть составляет 59%, биогенные продукты - 39% и хемогенные - 2%. Эти факторы определяют интенсивный характер

осадконакопления, скорость которого в среднем составляет 2,4 мм/год. Область аккумуляции занимает 79% площади водоема, а 21% приходится на зону подводного размыла. В прибрежной зоне до глубины 7 м распространены пески, в центре они сменяются алевритовыми илами. Линистые илы имеют максимальную площадь распространения и занимают центральную часть моря с глубинами более 9 м.

1.3. Основные черты гидрометеорологического режима.

В течение года над морем преобладают ветры восточных (40%) и западных (23%) румбов. Волнение развивается довольно быстро, захватывает всю толщу воды, вызывает взмучивание и разнос осадочного материала на большей части акватории. Максимальная высота волн достигает 3 м. Среднегодовая температура воды в центральной части моря 11,7°. Характерна циклоническая циркуляция вод.

1.4. Гидрохимические особенности.

Средняя соленость Азовского моря составляет 11,3 ‰ (1923-1997 гг.). Ее пространственное распределение характеризуется увеличением от устья Дона к центральной части моря и Керченскому проливу от 1 до 12,5 ‰ и более. Среднегодовое содержание биогенных веществ составляет 1,5 г/м³, в том числе кремнезема - 1,3 г/м³, фосфатов - 8,5 мг/м³, соединений азота - 103,6 мг/м³. Сезонный ход их характеризуется уменьшением от зимы (2,1 г/м³) к весне (0,9 г/м³) и увеличением летом (1,7 г/м³). Гидрологические и гидрохимические условия моря определяют состав, биомассу фитопланктона, их пространственные и сезонные изменения. При формировании диатомовых танатоценозов существенное значение приобретают и особенности современного осадконакопления.

2. Диатомовые фитопланктона.

2.1. Диатомовые - основной тип водорослей фитопланктона.

Гидрологические особенности и высокие концентрации биогенных веществ создают благоприятные условия для количественного развития фитопланктона во

всей толще воды. В течение года в развитии фитопланктона отмечаются два максимума (весенний и осенний) и два минимума (летний и зимний). Господствующее положение в фитопланктоне занимают диатомовые водоросли, которое сохраняется во все сезоны года, кроме летнего, когда оно сменяется преобладанием пирфитовых. Характерная особенность пространственного распределения диатомовых - уменьшение их биомассы от центральной части моря к побережью.

2.2. Состав диатомовых.

Диатомовая флора Азовского моря включает 86 автохтонных видов, разнообразней и форм, относящихся к 21 роду. Из них сильноузрелые эвгальбы представлены 35 таксонами, мезогальбы - 27, полигальбы - 13, олигогальбы - 7 и пресноводные - 4. Род *Siaecosetos* представлен 22 видами, *Soscinodiscus* - 8, *Thalassiosira* - 8. Присутствуют все термические группы. Характерной особенностью диатомовых планктона является постоянное присутствие 75 бентических таксонов 22 родов.

2.3. Сезонные и пространственные изменения диатомовых.

Азовское море характеризуется достаточно четко выраженной сезонной сменой диатомовых в фитопланктоне. Для весны характерно массовое развитие крупнофилов, которые летом замещаются умеренно-термофильными и термофильными видами. Осенний биологический сезон наступает медленно и отличается развитием разнообразных по термности диатомовых.

3. Состав и экологические особенности диатомовых танатоценозов.

3.1. Методические аспекты исследований.

Отбор проб производился из поверхностного слоя донных осадков днотчерпалем на 78 станциях, равномерно расположенных по акватории моря. Величина навески изменялась от 15 до 100 г в зависимости от литологического состава. Обработка образцов выполнялась с разделением в тяжелой жидкости. Определение

видов диатомовых и подсчет створок и спор осуществлялись под микроскопом МБР-3 с бинокулярной насадкой АУ-12. По каждому виду целые створки и обломки с учетом их величины в долях целой створки, фиксировались отдельно. Такой подсчет дает представление о количественном соотношении между видами и позволяет количественно оценить сохранность, определяемую целостностью и раздробленностью. Целостность - отношение количества целых створок к их общему числу, выраженное в процентах. Раздробленность - отношение доли раздробленных створок (%) к их величине в долях целой створки, умноженной на 5. Сохранность - сумма целостности и пятикратного произведения раздробленности на квадрат средней величины обломков. Эти характеристики вычислялись для вида, группы, типа, образца, всего водоема и его частей.

При формировании танатоценозов важное значение имеет захороняемость остатков диатомовых, существенно влияющая на состав и концентрацию. Захороняемость - способность диатомовых оставаться в танатоценозах остатки в виде панцирей, створок, их обломков и спор. Она охарактеризована качественно и количественно. Качественная захороняемость отражает обеднение видового состава танатоценозов по сравнению с фитопленозами. Следует различать наблюдаемому и расчетную качественную захороняемость. Наблюдаемая определяется отношением количества видов в танато- и фитопленозах, выраженному в процентах. Для сравнительной оценки различий родов и групп следует использовать расчетную качественную захороняемость, вычисленную при условии одинакового процентного содержания всех видов диатомовых в танатоценозах. Она оценивалась не только абсолютной, но и относительно наименьшего ее значения у рода или группы, что более показательно. Количественная захороняемость показывает отношение аморфного кремнезема, поступающего в танатоценозы и потребленного фитопленозами, выраженное в процентах. Расчет целостности, сохранности, захороняемости и раздробленности позволил предложить единую пятиступенчатую классификацию:

Целостность, сохранность, захороняемость, %	Раздробленность, %		
	Очень плохая	Плохая	Средняя
менее 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80
очень сильная	сильная	средняя	слабая
более 80	60 - 80	40 - 60	20 - 40
Очень плохая	Плохая	Средняя	Хорошая
менее 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80
очень сильная	сильная	средняя	слабая
более 80	60 - 80	40 - 60	20 - 40
Очень плохая	Плохая	Средняя	Хорошая
менее 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80
очень сильная	сильная	средняя	слабая
более 80	60 - 80	40 - 60	20 - 40

Общая концентрация остатков диатомовых в 1 г воздушно-сухого осадка вычислялась по формуле, предложенной автором, с использованием лабораторного коэффициента, который учитывает длину препарата (24 мм), количество капель пипетки в 1 мл (22) и диаметр поля зрения микроскопа. При настоящих исследованиях он составлял 3,77 и 5,28 для окуляров 7х, К10х с объективом 90х Ми. Концентрация любого вида или группы определялась как произведение ее общей величины на их содержание в долях единицы. Для концентрации остатков диатомовых в танатоценозах Азовского моря автором принята следующая количественная шкала: менее 1 тыс. - единично, 1-10 тыс. - очень редкая, 10-100 тыс. редкая, более 100 тыс. створок в 1 г воздушно-сухого осадка - нередкая.

3.2. Состав и экологические особенности.

В 78 образцах обнаружено 44 вида диатомовых, относившихся к 25 родам. Все они являются современными и обитают в фитопланктоне. Встречаемость диатомей в танатоценозах оценивалась по среднему содержанию каждого вида и числу станций, на которых он встречается, в процентах от их общего количества. По этому показателю выделены три основные группы: доминанты (более 10% и более 50% станций), широко распространенные (1-10% и более 40% станций), редкие (менее 1% и на одной или более станций). К доминантам (72%) относятся 3 вида *Rhizosolenia*

salcat-avis (30%, 78 станций), Chaetoceros holzschii (споры, 23%, 53 станции), Coscinodiscus jonesianus (19%, 72 станции). Широко распространенные (20%) представлены 9 видами, редкие (8%) - 32 видами.

В танатоценозах присутствуют все экологические группы по галобности и термности. Преобладают сильновзвешивающие эвгалобы (58%, 12 видов), полигалобы (25%, 7 видов), термофилы (61%, 15 видов), криофилы (23%, 1 вид). По обитанию господствуют планктонные виды (более 96%, 28 видов). Остатки диатомовых представлены целыми (34%), раздробленными (28%) створками и спорами (38%).

3.3. Количественные показатели состояния диатомовых танатоценозов.

Состояние диатомовых танатоценозов характеризуется наибольшей, целостностью, раздробленностью, сохранностью. Эти показатели вычислены для танатоценозов, основных 10 видов и 14 групп.

Концентрация остатков является одним из важнейших показателей. В исследованных образцах она в среднем равна 22,1 тыс. створок в 1 г воздушно-сухого осадка. У основных видов она изменяется от 0,1 до 9,8 тыс. створок, в том числе концентрация спор от 0,2 до 4,9 тыс., у групп - от 0,3 (полигалобы) до 28 тыс. створок (бентические). Целостность створок диатомовых танатоценозов средняя (54%), у видов она колеблется от очень плохой (менее 1%) до очень хорошей (96%), у групп - от очень плохой (18%, умеренные) до хорошей (79%, редкие).

Танатоценозы характеризуются хорошей общей целостностью остатков. У групп она изменяется от очень плохой (18% у олигогалобов) до очень хорошей (100% у полигалобов). Раздробленность створок танатоценозов слабая (23%), у видов она изменяется от очень слабой (1,6%) до сильной (80%). Сохранность остатков танатоценозов хорошая (72%), у видов она изменяется от плохой (25%) до очень хорошей (98%).

3.4. Условия формирования танатоценозов.

На формирование танатоценозов влияют различная захороняемость родов и групп диатомовых и особенности осадконакопления в водоеме. В Азовском море остатки диатомовых плохо захороняются в танатоценозах. Из 130 видов, постоянно встречающихся в фитопланктоне, в танатоценозах обнаружено лишь 34 вида. Планктонные диатомовые характеризуются средней (41%) наблюдаемой качественной захороняемостью, бентические - плохой (26%) из-за малого количественного развития в фитоценозах. У 24 родов она изменяется от очень плохой (8%) до очень хорошей (100%), у 14 групп - от плохой (24%, умеренные) до хорошей (55%, термофилы).

Относительная качественная захороняемость вычислена для 9 основных родов и 14 групп. Она показывает, что Navicula захороняется в 103 раза лучше, чем Rhizosolenia, редкие виды - в 103 раза лучше доминантов, бентические - в 86 раз лучше планктонных.

Общая захороняемость определялась как полусумма количественной и качественной захороняемости. В Азовском море она составляла $(34+3) \cdot 2 = 18\%$ (очень плохая).

Остатки отмерших клеток диатомовых после осаждения в поверхностный слой осадков под действием волнения вновь неоднократно попадают в водную толщу и раздробляются, особенно наиболее крупные. Бентические виды выносятся из мест своего обитания. Раздробление створок усиливает их растворение при выскожных значениях pH (8,4) и температуры воды (средняя температура июля более 24°). В водной толще и илах растворяются более 95 % остатков диатомовых, а поступающие в танатоценозы разбавляются другим седиментационным материалом более чем в 300 раз, что обуславливает их редкую встречаемость.

4. Закономерности пространственного распределения диатомовых танатоценозов.

4.1. Доминирующие и широкораспространенные виды.

Для выявления особенностей пространственного распределения диатомовых в танатоценозах составлены схемы изменения концентрации для 12 доминирующих и широкораспространенных видов. Их анализ показал ее снижение у всех видов от центральной части моря к мелководью. Для мезогалобных и пресноводных характерно увеличение концентрации в Таганрогском заливе. Сопоставление схем изменения концентрации различных видов в поверхностных осадках по акватории моря с ареалами их обитания свидетельствует, что они захороняются, главным образом, по месту своего обитания. Однако, некоторые изменения происходят под влиянием циркуляции вод и заканчиваются в принятое остатков эвгалобов в Таганрогский залив и выносе из него мезогалобов, олигогалобов и пресноводных.

Схемы целостности 10 основных видов отличаются сложностью и четко выраженной индивидуальностью, которые обусловлены влиянием не только гидрологических условий, но и морфологией створок. Крупные тонкие дисковидные створки почти полностью раздроблены.

4.2. Основные экологические группы.

На большей части господствуют эвгалобы и полигалобы (более 90%). При приближении к Таганрогскому заливу и заморью Кубани их содержание снижается до 80% и менее за счет вытеснения мезогалобами (14-20%). У устья Дона эвгалобы и полигалобы составляет 20% и менее, а господствующее значение приобретают олигогалобы и пресноводные. Эти изменения определяются распределением солёности и осложняются воздействием циркуляции вод.

Для термофилов характерно уменьшение процентного содержания от побережья (80%) к центральной части (50% и менее). Они замещаются криофилами, которые возрастают в этом направлении от 10 до 50%. У устья Дона роль термофилов снижается до 40-60%, и преобладает смена их умеренными. Изменения роли основных групп по термности определяются не только температурой вод, но и за-

конами механической дифференциации и осложняются циркуляцией вод. Криофилов, представленные спорами, концентрируются в более глубоководной части моря.

Планктонные диатомовые играют ведущую роль по всей акватории водоема, кроме восточной части Таганрогского залива, где они вытесняются бентическими видами (35-55%). Последние довольно закономерно распределяются по акватории водоема. Их процентное содержание уменьшается от побережья к центральной части моря от 14% до 1%.

4.3. Изменения концентрации и целостности остатков.

На карто-схемах отражено пространственное распределение общей концентрации остатков, целых, раздробленных створок и спор. Они отчетливо показывают увеличение от побережья к центральной части моря от 1 тыс. и менее до 50 тыс. и более (общая и спор), до 5-10 тыс. целых и до 10 и более тыс. раздробленных створок. Целостность створок снижается от хорошей (60-80%) в прибрежной части моря до средней (40-60%) и плохой (менее 40%) в центре. В Таганрогском заливе она изменяется от плохой (менее 40%) до средней (40-60%), а в восточной части до очень хорошей. Море характеризуется хорошей (60-80%) общей целостностью остатков, в заливе она не отгибается от целостности створок из-за отсутствия спор.

5. Диатомовые танатоценозы - индикаторы природных компонентов и комплексов.

5.1. Природные комплексы.

Качественные и количественные характеристики диатомовых танатоценозов отчетливо отражают все основные группы природных компонентов. В центральной части моря (средняя глубина 10,8 м) господствует *Chaetoceros holzschii*, в прибрежной (6,1 м) - *Rhizosolenia salicaria*, в Таганрогском заливе (6,2 м) - *Sociodiscus jonesianus*. С увеличением глубины возрастает средняя общая концентрация остатков в танатоценозах (менее 5м - 8, 5-10м - 11; более 10м - 40 тыс. створок в 1г воздушно-сухого осадка), при этом изменяется и соотношение различных остатков. На мелководье (менее 5м) господствуют целые (74%) и раздробленные (24%) створки, а споры составляют лишь 2%. На глубинах 5-10м со-

держание спор возрастает до 18% при сохранении ведущей роли целых (46%) и раздробленных (36%) створок. Для центральной части характерно преобладание спор (62%). С увеличением глубины снижается процентное содержание бентических видов (менее 5м - 10, 5-10м - 3, более 10м - 2%).

Общая концентрация, характер остатков хорошо согласуется с литологическим составом донных осадков, возрастая от песков (0,5 тыс. г) к алевроитовым (10 тыс. г) и глинистым (34 тыс. створок) илам. Аналогичная тенденция отмечается и для распределения аморфного кремнезема, концентрация которого определяется фазидными отложениями и увеличивается от песков (0,2%) к алевроитовым (0,3%) и глинистым (0,5%) осадкам. В песках встречаются лишь целые (89%) и раздробленные (11%) створки, в алевроитовых илах при преобладании целых (50%) и раздробленных (30%) створок, споры составляют 20%. В глинистых илах о доминируют споры (59%) над целыми (16%) и раздробленными (25%) створками. Целостность створок снижается от средней в песках (80%), алевроитовых илах (58%) до плохой в глинистых илах (28%).

Воление в Азовском море может охватывать всю водную толщу и вызывать взмучивание поверхностного слоя осадков и остатков диатомовых на большей части его акватории, что способствует раздроблению створок (46%), особенно крупных. Створки *Soscinodiscus jonesianus* (средний диаметр 124 мк) почти полностью раздроблены (более 99%). Пространственные изменения общей концентрации остатков отчетливо отражают потоки течений, которые выноса взмученные остатки диатомовых, существенно снижают ее величину. За их пределами и особенно внутри круговоротов количество остатков существенно возрастает. Эти изменения хорошо согласуются со схемой общей результирующей циркуляции вод в Азовском море. Внутри большого циклонического круговорота она составляет 47 тыс., а за его пределами снижается до 28 тыс. створок.

Относительно высокая среднегодовая температура воды отражается в преобладании термофилов (61%) в танатоценозах. Изменчивость термического режима в

течение года определяет существенную роль криофилов (23%). Снижение их содержания от центральной части (51%) к прибрежной (13%) свидетельствует о более медленном прогревании вод в центральной части моря весной.

На изменение солёности чутко реагируют мезогалобы. В открытом море они составляют 7%, при приближении к Таганрогскому заливу увеличиваются до 12%, а в заливе - до 25%. Они хорошо фиксируют понижение солёности от западной к восточной части залива, при этом их содержание возрастает от 26 до 34%. Аналогичные изменения претерпевают и пресноводные виды от 1% в море до 10% в заливе. С увеличением солёности повышается видовое разнообразие танатоценозов. В Таганрогском заливе обнаружено 28, а в открытом море - 41 вид.

Высокое значение рН (8,4) и содержание CaCO_3 способствуют растворению остатков диатомовых в водной толще и иловых растворах.

5.2. Субаквальные комплексы.

Доминирующие виды диатомовых танатоценозов на станциях встречаются как одиночно, так и формируют комплексы. По структуре среди них выделяются моно-, ди-, полидоминантные. *Rhizosolenia salsa-a-vis* образует - 4, *Sphaerosera holtsianus* - 5, *Soscinodiscus jonesianus* - 6 комплексов. Кроме доминантов, в формировании комплексов иногда участвуют широкораспространенные *Thalassiosira raita*, *Melosira granulata* и даже редкий вид - *Fragilaria constricta*. Они чаще всего образуют полидоминантные локальные комплексы. Всего выделено 19 комплексов, в том числе 3 моно-, 7 ди-, и 9 полидоминантных. Прибрежная часть моря занята комплексами *Rhizosolenia salsa-a-vis*, *Melosira granulata*, центральная часть - *Sphaerosera holtsianus*, Таганрогский залив - *Soscinodiscus jonesianus*, *Thalassiosira raita* и *Fragilaria constricta*. Выделенные комплексы характеризуются различными экологическими особенностями по термности (от термофильных до криофильных), галобности (от эвгалобных до пресноводных). В их пространственном распределении отмечается отчетливая приуроченность к равнинам дна: прибрежные абразионно-аккумулятивные равнины - два комплекса, аккумулятивные равнины цен-

центральной части моря -3, аккумулятивно-абразионные равнины, занимающие промежуточное положение между прибрежной и центральной частями моря, выделяются разнообразием комплексов - 14, среди которых преобладают полидоминантные (9), (табл. 1).

5.3. Физико-географическое районирование.

Пространственные изменения состава, количественных характеристик и экологических особенностей диатомовых танатоценозов позволили автору провести районирование акватории моря. По глубинам, солёности и особенностям циркуляции вод выделены 2 провинции: открытое море и Таганрогский залив. В основу выделения округов положены группировки комплексов с различными господствующими доминантами. Выделено 3 округа, в открытом море 2 - центральный и прибрежный, в Таганрогском заливе - один.

Центральный округ при глубине (средняя глубина 10,8м) характеризуется разлитием глинистых илов, высокой солёностью (средняя солёность 13,2‰, повышенная общей концентрацией остатков (47 тыс.). Для него свойственно преобладание спор (65%), полигалобов (54%), криптофитов (51%), средняя целостность створок (41%). Распространены комплексы с преобладанием *Chaetoceros holsaticus*. Выделено 3 района: Западный, Прикерченский и Восточный.

Прибрежный более мелководный (средняя глубина 6,4м) с алевритовыми илами и песками, менее осолоненный (10,2‰) с пониженной концентрацией (23 тыс.) выделяется преобладанием цельх створок (60%), эвгалобов (77%), термофитов (73%), хорошей целостностью (71%), развиты комплексы с *Rhizosolenia calcar-avis*, *Melosira granulata*. Выделено 8 районов: Приарабатский, Обиточный, Бердянский, Белосарайский, Притаганрогский, Ясенский, Темрюкский, Казантипский.

Таганрогский округ наиболее мелководный (средняя глубина 4,7м), отличается разнообразными литологическими типами осадков, значительно развит пресным (7,2‰), низкой концентрацией (17 тыс.). Среди остатков в танатоценозах преобладают раздробленные створки (55%), эвгалобы (61%), отмечается повышенное содержание мезогалбов (25%) и пресноводных (10%), термофитов (86%). Средняя целостность - 45%. Развиты комплексы *Coscinodiscus jonesianus*, *Thalassiosira parva* и *Fragilaria construens*. Включает 3 района: Приморский, Приейский, Придонской (табл. 2).

Таблица 1

Распределение комплексов доминант диатомовых танатоценозов по равнинам дна Азовского моря

РАВНИНЫ	Тм Г	Т		У-Т	Кр-Т	Т-У	Т-К	Т-Кр	Кр
		Э	М-Э	Э-О-М	П-Э	Э-М-О	Э-Пр	Э-П	П
Прибрежные абразионно-аккумулятивные		R 88					M + R 43 + 24		
Аккумулятивно-абразионные		R + C 40 + 18	C + Th 61 + 19	Th + Fr + C 38 + 34 + 12	R + Ch 55 + 26	Fr + Th + C 52 + 14 + 14		Ch + C + R 38 + 14 + 11	
		C + R 46 + 28	C + R + Th 45 + 22 + 15		R + Ch + C 38 + 24 + 14				
		C 71	C + Th + R 62 + 18 + 14		C + Ch + R 27 + 21 + 12				
			Th + C + R 33 + 25 + 12		Ch + R + C 28 + 22 + 19				
Аккумулятивные центральной части моря								Ch + R 50 + 19	Ch 58
								Ch + C 46 + 17	

Экология комплексов: Тм - термность, Т - термофильные, У-Т - умеренно-термофильный, Кр-Т - криофильно-термофильные, Т-У - термофильно-умеренный, Т-К - термофильно-космополитный, Т-Кр - термофильно-криофильные, Кр - криофильный; Г - галобность: Э - эвгалобные, М-Э мезогалобно-эвгалобные, Э-О-М - эвгалобно-олигогалобно-мезогалобный, П-Э - полигалобно-эвгалобные, Э-М-О - эвгалобно-мезогалобно-олигогалобный, Э-Пр - эвгалобно-пресноводный, Э-П - эвгалобно-полигалобные, П - полигалобный.

Доминанты: Ch - *Chaetoceros holsaticus*, R - *Rhizosolenia calcar-avis*, Th - *Coscinodiscus jonesianus*, Th - *Thalassiosira parva*, M - *Melosira granulata*, Fr - *Fragilaria construens* var. *subsalina*.

Характеристики единиц физико-географического районирования Азовского моря по диатомовым танатоценозам

Единицы районирования	Глубина, м	Соленость, %	Количество видов	Концентрация, тыс. ств./1г. в. с. осадка	% содержание			Галобность, %						Термность, %			Целостность створок, %	Количество станций
					Целые	Раздробленные	Споры	Эвгалобы	Полигалобы	Мезогалобы	Олигогалобы	Пресноводные	Термофилы	Умеренные	Криофилы	Космополиты		
I-1	10,2	11,1	32	44,7	15	21	64	37	55	6	0,3	1,2	32	7	52	9	42	11
I-2	12,0	11,8	29	34,8	16	30	54	47	46	5	<1	2	32	9	44	15	34	7
I-3	10,7	10,9	30	59,6	13	15	72	29	59	11	<1	<1	29	6	55	9	45	9
I-4	10,8	11,2	34	47,1	14	21	65	37	54	7	0,8	1,2	31	7	51	11	41	27
II-4	8,3	11,3	16	6,6	74	23	3	94	3	3		<1	89	5	3	3	76	4
II-5	5,2	10,6	27	7,2	56	25	19	79	15	5	0,4	0,6	75	5	14	6	69	9
II-6	5,0	10,6	28	9,5	52	25	23	73	19	6	0,8	1,2	74	6	17	4	67	4
II-7	1,2	10,0	7	0,4	88	12		96	2	1	<1	<1	98	2	<1	<1	88	2
II-8	6,9	9,2	33	0,9	64	22	14	64	13	12	1	9	65	7	13	15	74	8
II-9	6,1	9,2	17	1,4	74	24	2	87	3	8		2	81	7	9	3	76	3
II-10	8,8	10,2	26	7,4	43	32	25	67	22	8	<1	3	56	10	21	13	57	4
II-11	9,8	11,8	24	5,2	54	23	23	71	22	4	1	2	64	6	21	9	70	2
II	6,4	10,2	37	5,0	60	24	16	77	13	7	0,6	2,4	73	6	13	8	71	35
III-12	8,8	11,3	41	23,4	31	22	46	59	31	7	0,5	2,5	55	7	29	10	59	62
III-13	5,0	5,2	21	10,6	44	56	0,1	70	1	22	3	4	91	4	0,1	5	44	8
III-14	4,5	3,2	23	19,4	81	19	0,3	24	2	34	2	37	58	34	0,6	8	81	3
III	4,7	7,2	28	17,3	45	55	0,1	61	1	25	2	10	86	9	0,5	5	45	16
III-III	7,5	10,9	44	22,1	34	28	38	58	25	12	2	3	61	8	23	8	54	78

Единицы физико-географического районирования:

Страна: I-III - Азовское море;

Провинции: I-III - Открытое море,

III-Б - Таганрогский залив,

Округа:

I - Центральный,

II - Прибрежный,

III - Таганрогский,

Районы:

I-1 - Западный, II-8 - Притаганрогский,

I-2 - Причерномский, II-9 - Ясенский,

I-3 - Восточный, II-10 - Темрюкский,

II-4 - Приарабатский, II-11 - Казантлитский,

II-5 - Обиточный, II-12 - Приморский,

II-6 - Бердянский, III-13 - Приейский,

II-7 - Белогорский, III-14 - Придонской,

Таблица 2

Выводы

1. В танатоценозах обнаружено 44 вида современных диатомовых, из которых доминируют 3 (72%), широко распространены 9 (20%) и редко встречаются 32 (8%). По экологическим особенностям преобладают сильно эвригалинные эвгалобы и полигалобы (19 видов, 83%), термофилы (15 видов, 61%) и планктонные (28 видов, более 96%). Остатки диатомовых представлены спорами (38%), целыми (34%) и раздробленными (28%) створками.

2. Состояние диатомовых танатоценозов характеризуется низкой концентрацией (22 тыс. створок в 1г. воздушно-сухого осадка), средней целостностью (54%), слабой раздробленностью (23%) и хорошей (72%) сохранностью створок.

3. Состав, экологические особенности и состояние танатоценозов изменяются в открытом море от центральной части к побережью, а в Таганрогском заливе - с запада на восток.

4. Для моря характерна очень плохая (18%) забороняемость остатков диатомовых, при этом в танатоценозы поступает 34% видов и менее 5% кремнезема фитоненозов. Расчетная забороняемость различных видов и групп изменяется в значительных пределах, что в условиях одного водоема обусловлено различной морфологией остатков.

5. Сравнительно высокая биомасса и продукция диатомовых фитоненозов, способствует формированию танатоценозов. Однако, присутствие в фитоненозах плохо забороняемых видов (22 вида рода *Sphaerosetes*), ингибирующее растворение остатков (более 95%) диатомовых в водной толще и илах при относительно высоких значениях температуры и pH, сильное разбавление остатков другими седиментационным материалом определяет их низкую концентрацию в танатоценозах.

6. Количественные показатели диатомовых танатоценозов являются надежными индикаторами литогенных, гидроклиматогенных и гидрохимических комплексов водоема. Глубину и литологический состав индифицируют общия тенденции остатков, концентрация целых, раздробленных створок, спор и целостность

створок; волнение - общая концентрация остатков, целостность и раздробленность створок; циркуляция вод - пространственное изменение общей концентрации остатков на соседних станциях; температуру воды - общая концентрация остатков, процентное содержание термофилов и криофилов, растворение остатков; соленость - процентное содержание мезогалобов, олигогалобов и пресноводных, количество видов; pH - общая концентрация и растворение остатков; карбонат кальция - общая концентрация остатков. Характер связи меняется от прямой к сложной и обратной.

7. Три доминанта образуют 15 моно-, ди-, полидоминантных комплексов, два широко распространенных вида и один редкий формируют 4 локальных комплекса, из которых 1 - доминантный, и 3 поддоминантных. Всего выделено 19 комплексов, которые образуют 6 групп и закономерно распределяются по акватории моря, тяготея к основным типам равнин дна. 14 комплексов приурочены к аккумулятивно-абразионным равнинам, располагающимся между прибрежно-абразионными и аккумулятивными.

8. По пространственным изменениям состава, концентрации, характера остатков, целостности створок с учетом глубины, циркуляции вод, солености, литологического состава донных осадков проведено физико-географическое районирование моря. Всего использовано 17 количественных показателей. Выделено 2 провинции, 3 округа, 14 районов. Предложенная схема районирования позволяет оптимизировать сеть станций при комплексных исследованиях Азовского моря.

Работы, опубликованные по теме диссертации:

1. О видовом составе диатомей в поверхностном слое донных осадков Таганрогского залива// Географические проблемы изучения и освоения природных ресурсов Нижнего Дона и Северного Кавказа. - Ростов-на-Дону: Изд-во Рост. ун-та, 1971. - С. 100-102.
2. Новые данные о флоре голоценовых отложений Азовского моря// Географические проблемы изучения и освоения природных ресурсов Нижнего Дона и Северного Кавказа. Ростов-на-Дону: Изд-во Рост. ун-та, 1971. - С. 200-202. (соавтор Вронский В. А.)

3. Применение диатомового анализа для изучения современных осадков южных морей СССР// Вопросы геологии. Ростов-на-Дону: Изд-во Рост. ун-та, 1972. - С. 36-38.

4. Диатомы в поверхностном слое донных осадков Таганрогского залива// Океанология-1972. - Т. 12. - вып. 5. - С. 924-925.

5. О видовом составе диатомей в поверхностном слое донных осадков центральной части Азовского моря// Географические исследования на Северном Кавказе и Нижнем Дону. Ростов-на-Дону: Изд-во Рост. ун-та, 1973. - С. 41-45.

6. К палеогеографии Азовского моря в шлейфовом// Географические исследования на Северном Кавказе и Нижнем Дону. Ростов-на-Дону: Изд-во Рост. ун-та, 1973. - С. 9-14. (Соавторы Вронский В. А., Донская Л. В.)

7. Аутлитный кремнезем в донных осадках Азовского моря// Докл. АН СССР. 1974. - Т. 218. - №3. - С. 685-688. (соавтор Хрусталев Ю. П.)

8. Изменение фитопланктона Азовского моря после зарегулирования стока р. Дон// Оптимизация природной среды. - М. - 1981. - С. 287-289.

9. Современная динамика аутлитного кремнезема в субкакальных ландшафтах Азовского моря// Геохимия ландшафтов при поисках месторождений полезных ископаемых и охране окружающей среды. Тезисы докл. Ростов-на-Дону: Изд-во Рост. ун-та, 1982. - С. 184.

10. К методике количественной оценки раздробленности остатков диатомей в осадках на примере Азовского моря. Ростов-на-Дону, 1983. - 7с. Делоп. в ВИННИТИ 19.10.83 №5737-83 Дел.

11. К методике определения концентрации остатков диатомей в осадках на примере Азовского моря. Ростов-на-Дону, 1983. - 10с. Делоп. в ВИННИТИ 09.04.84 №2128-84 Дел.

12. Количественная оценка захороняемости органических остатков в поверхностных осадках водоемов и ее палеогеографическое значение (на примере донных осадков Азовского моря)// Биоседиментация в морях и океанах. Тезисы докл. Всесоюз. совещ. Теберда 26 сент. - 1 октября 1983 г. - М., 1983. - С. 144-145.

13. О естественных и антропогенных взаимосвязях наземных и подводных комплексов (на примере бассейна Азовского моря)// Географические аспекты изучения Мирного океана. - Д., 1985. - С. 53-54. (соавтор Смагина Т. А.)

14. Физико-географические особенности в системе экологической оценки природной среды региона// Изв. Сев.-Кавказского региона. Естеств. науки. - 1996. №3. - С. 10-14. (соавтор Смагина Т. А.)