БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ УРОВНЯ АЗОВСКОГО МОРЯ В СРЕДНЕМ И ПОЗДНЕМ ГОЛОЦЕНЕ

Ковалева Г.В., Золотарева А.Е.

Институт аридных зон Южного научного центра РАН, г. Ростов-на-Дону,
kovaleva@ssc-ras.ru, zolotareva.anna.evg@gmail.com

Усилиями нескольких поколений геологов и биостратиграфов, занимавшихся голоценовыми отложениями Азовского моря, накоплен достаточной большой объем информации. С начала 60-х годов XX в. и до настоящего времени подробно изучена литология, особенности осадконакопления, биостратиграфия, имеются многочисленные версии положения уровня Азовского моря в голоцене. Однако, целый ряд вопросов геологической истории Азовского моря в позднечетвертичном периоде остается нерешенным. В первую очередь, это касается числа, возраста и периодичности трансгрессивно-регрессивных фаз, а так же их связи с колебаниями климата.

За период своего существования в бассейне Азовского моря неоднократно происходили довольно значительные изменения климата (периоды аридизации и гумидизации) и, связанные с ними, изменения гидролого-гидрохимического режима (трансгрессивно-регрессивные фазы).

Как самостоятельный морской бассейн Азовское море сформировалось около 7-8 тыс. лет назад [1, 2]. Известно, что за последние несколько тысяч лет, уровень моря несколько раз изменялся [3; 4; 5 и др.], однако, единого мнения о количестве и временных рамках трансгрессивно-регрессивных фаз до сих пор не существует.

Существенный вклад в изучение вопроса изменения уровня Черного и Азовского морей на протяжении голоцена внесли российские и украинские ученые: Х.А. Арсланов, Ю.В. Артюхин, И.П. Балабанов, Н.И. Есин, Я.А. Измайлов, А.С. Ионин, П.А. Каплин, Л.А. Невеская, Е.Н. Невеский, А.Б. Островский, Ю.А. Павлидис, А.А. Свиточ, А.Л. Чепалыга, К.М. Шимкус, П.В. Фёдоров, В.В. Янко-Хомбах, и многие другие. Зачастую, результаты полученные разными исследователями противоречивы, или взаимоисключающие. Разница в подходах и методах исследований не позволяет получить единую картину хода уровня моря.

К настоящему времени сложились две крайние позиции по отношению к проблеме средне- и позднеголоценовых (последние 6 тыс. лет) изменений уровня в Азово-Черноморском бассейне. Одна из них заключается в утверждении наличия многочисленных и контрастных колебаний [6]. Другая [7] отрицает наличие подобных колебаний и сводится, в основном, к идее постепенного и весьма незначительного (первые метры) трансгрессивного подъема.

Нам представляется наиболее перспективным комплексный подход, с использованием обобщенных материалов по литологии, микропалеонтологии, палеонтологии и антропологии, который позволит проследить границы распространения четвертичных трансгрессий, оценить масштаб их влияния на локальные биогеоценозы в бассейнах внутренних морей, т.е. установить критические параметры изменений, которые ведут к кардинальной перестройке сообществ (предел устойчивости биоценоза).

Диатомовые водоросли – одна из наиболее информативных палеонтологических групп, которая успешно применяется в биостратиграфических и палеоокеанологических исследованиях. Диатомовые являются наиболее распространенными и хорошо сохраняющимися микроорганизмами, что позволяет на основе изменения их видового состава реконструировать глобальные и региональные океанологические и климатические события прошлого, колебания уровня и осадконакопления, изменения продуктивности поверхностных вод. До определенного времени, данных о распределении диатомовых водорослей в позднеголоценовых отложениях Азовского моря, за исключением упоминания о находках нескольких массовых видов [8] не было. Биостратиграфия морских четвертичных отложений Азовского моря основана, в основном, на материалах изучения ископаемых моллюсков [9; 10], и частично, спорово-пыльцевого анализа [11; 12].

Первые подробные исследования диатомовых водорослей Азовского моря были проведены А.И. Прошкиной-Лавренко [13]. Работа была посвящена современным планктонным диатомовым водорослям, но в ней затрагивались и вопросы происхождения и трансформации флоры диатомовых водорослей. В более поздних работах рассматривались только видовое разнообразие и продукционный потенциал диатомовых в фитопланктоне Азовского моря [14; 15 и др.].

В последние годы проводятся обширные исследования, постепенно наращивающие информационную базу о регрессивных этапах в течение средне- и, особенно, позднеголоценовой истории Азовского моря [5; 16; 17; 18; 19 и др.]. При этом по серии детально исследованных колонок и скважин установлена значительная сложность строения осадочных образований этого периода, неравномерность скоростей седиментации в вертикальном разрезе [17] с тенденцией к увеличению в трансгрессивные фазы, закономерности изменения комплекса доминирующих видов т.д. На наш взгляд, одним из наиболее результативных методов анализа трансгрессивно-регрессивных этапов развития моря является исследование ископаемых диатомовых водорослей [20; 21; 22].

Диатомовый анализ новоазовских отложений, образовавшихся в течение фанаторийской регрессии и нимфейской трансгрессии (от 3,1 тыс. лет до настоящего времени) из разных районов Азовского моря показал общие тенденции в смене видового состава микроводорослей. Во всех колонках отме-

чено характерное для новоазовских отложений чередование слоёв, в которых попеременно доминируют *Actinocyclus octonarius* Ehr., *Actinoptychus senarius* (Ehr.)Ehr., или представители рода *Chaetoceros* sp. [21; 22]. Противоположные экологические характеристики этих видов позволяют использовать их в качестве индикаторов изменения уровня моря. Преобладание в осадочной толще *A. octonarius* и *A. senarius* позволяет предположить, что в этот период уровень моря был невысоким и, напротив, увеличение в отложениях спор морского рода *Chaetoceros* – маркирует этапы существования водоёма, когда происходило увеличение солёности, высокая гидродинамическая активность и повышение уровня моря [22].

Не смотря на то, что в настоящее время видовой состав диатомовых водорослей из древне- и новоазовских отложений изучен достаточно подробно [21; 22; 19; 17; 16], до сих пор не было проведено обобщающего анализа накопленного материала, чему и посвящена данная работа.

В работе анализируются данные диатомового анализа 25 колонок (рис. 1), отобранные на акватории Азовского моря в период с 2006 по 2016 гг. при помощи прямоточной грунтовой трубки. Отбор колонок, литологические и биостратиграфические исследования проводились в Институте аридных зон ЮНЦ РАН. Определение абсолютного возраста радиоуглеродным методом (^{14}C) по образцам раковин моллюсков выполнено проф. Х.А. Арслановым в Лаборатории геоморфологических и палеогеографических исследований полярных регионов и Мирового океана им. В.П. Кёплена (СПбГУ) [17].

Рис. 1. Карта-схема расположения колонок донных отложений в Азовском море

Мощность отложений в изученных колонках от 1,5 до 2,8 м, отбор образцов для диатомового анализа производили с частотой 2-5 см. Максимальный возраст исследованного материала 6.5 тыс. лет, что позволяет отнести эти отложения к ново- и древнеазовским слоям (средний и поздний голоцен).

При выделении сворок диатомовых из грунта применяли традиционные методы диатомового анализа (отмучивание осадка и обогащения пробы с помощью тяжелой жидкости с удельным весом 2,6 г/см³) [23; 24]. Для видовой идентификации диатомовых водорослей в световом микроскопе изготавливали постоянные препараты с использованием анилин-формальдегидной смолы Эляшева [25]. Идентификацию диатомовых водорослей проводили с использованием светового микроскопа Микмед-5, Leica DME и видеокамеры Leica EC3, а также сканирующего электронного микроскопа Carl Zeiss EVO 40 XVP в Институте аридных зон Южного научного центра РАН.

Определение таксономической принадлежности микроводорослей проводилось по монографическим сводкам, отдельным работам и определителям [13; 26; 27; 28; 29; 30; 31; 32].

Рассмотрим закономерности изменения видового состава диатомовых водорослей в пяти колонках донных отложений (рис. 2), отобранных в разных районах моря и охватывающих временной интервал от 6 тыс. лет назад до 50-70-х годов XX века.

Анализ последовательной смены комплексов доминирующих видов (на определенных возрастных интервалах) позволяет выполнить корреляцию донных отложений, выделить экостратиграфические зоны (по диатомовым водорослям) и сопоставить их с колебаниями уровня Азовского моря на протяжении последних 6 тысяч лет.

Новочерноморская трансгрессивная стадия выявлена в только колонке донных отложений St-1 (рис. 2), наиболее «древней» из изученных нами. Мы определяем возраст этой стадии как период от 4700 до 3500 лет назад, что соотносится с древнеазовскими слоями Азовского моря.

Диатомовый анализ древнеазовских отложений показал, что эти слои характеризуются большим (по сравнению с новоазовскими отложениями) видовым разнообразием представителей диатомовых водорослей из морского рода *Thalassiosira*. К особенностям отложений этого возраста можно так же отнести: наличие слоев с высоким содержанием спор динофитовых водорослей (Dinophyta); горизонты с большой численностью спор диатомовых водорослей из рода *Chaetoceros*. Слои, в которых преобладают указанные выше представители микроводорослей – соотносятся нами с периодами трансгрессий.

Еще одной особенностью древнеазовских отложений является наличие слоев с высокой численностью цист (покоящихся стадий) Chrysophyta (золотистых водорослей). Современные представители отдела Chrysophyta обитают как в опресненных, так и в морских водоемах, поэтому ориентироваться на их экологию сложно. Учитывая, что в слоях с высоким содержанием цист Chrysophyta

так же обнаружено много створок *Actinocyclus octonarius* Ehr. – мы сопоставляем эти отложения с регрессивными стадиями существования водоема (а именно, с условиями опресненного мелководья).

Рис. 2. Корреляция результатов диатомового анализа колонок донных отложений Азовского моря

- 1 – обводненный глинистый ил, 2 – глинистый ил, 3 – заиленная ракуша,
4 – трансгрессивно-регрессивные фазы; 5 – or – ордынская трансгрессия,
6 – kr – корсуньская регрессия, 7 – nf – нимфейская трансгрессия,
8 – ph – фанагорийская регрессия, 9 – nch (dz) – новочерноморская
(джеметинская) трнсгрессия.

Фанагорийская регрессивная стадия развития морского бассейна была четко выделяется практически во всех исследованных нами кернах. По нашим данным, этот этап длился от 3 000 до 1900 лет назад. В отложениях этого периода зафиксировано увеличение численности сворок *Actinocyclus octonarius*, что указывает на существование мелководных условий в районе накопления осадков (рис. 2). Однако нельзя говорить о непрерывном падении уровня моря. В фанагорийскую стадию была выделена зона (Ha1б), зафиксировавшая увеличение количества спор рода *Chaetoceros*, а также уменьшение численности *Actinocyclus octonarius* Ehr., что по нашему мнению может указывать на незначительное повышения уровня Азовского моря.

Нимфейская трансгрессивная стадия (Ha2) была отмечена в осадках по заметному увеличению спор рода *Chaetoceros*, не наблюдавшемуся во время

фанагорийской стадии в таких количествах. Эта стадия так же не была непрерывной, поскольку около 1400 календарных лет назад наблюдается кратковременное снижение уровня моря (зона *Ha2b*) (рис. 2).

По отложениям в колонках К-97 и К-14 удалось отчетливо выявить кратковременное понижение уровня моря в период около 800 до 600 календарных лет назад, которое мы сопоставляем с этапом **корсуньской регрессии** (зона *Ha3*). В тех же колонках отмечены и этап (от 600 до 400 лет назад), сопоставимый с непродолжительной **ордынской трансгрессией** (зона *Ha4*) (рис. 2).

Обобщение литолого-геохимических, палеонтологических и археологических данных свидетельствует о том, что на протяжении всей четвертичной истории существования внутренних морей России их береговые границы и уровень постоянно изменялись под влиянием различных эндогенных и экзогенных факторов. Чередование нескольких циклов трансгрессий и регрессий приводило к существенным изменениям в биогеоценозах.

По результатам данного исследования можно отметить, что периодически менявшиеся на протяжении древне- и новоазовского времени климатические и, соответственно, гидрологические условия – нашли отражение в последовательной смене доминирующих видов диатомовых водорослей. В результате диатомового анализа древне- и новоазовских отложений были выделены виды, маркирующие смену палеоэкологических условий (повышение, или снижение уровня моря), что в сочетании с результатами радиоуглеродного датирования, позволило уточнить временные интервалы основных трансгрессивно-регрессивных циклов Азовского моря на протяжении последних 6 тыс. лет.

Исследования выполнялись при финансовой поддержке Российского научного фонда (РНФ) в рамках проекта № 16-17-10170 «Исследование динамики палеоэкологических изменений в Приазовье и Предкавказье в неоплейстоцен-голоцене на основе комплексных методов».

Список литературы

1. Вангенгейм Э.А., Ганешин С.А., Заррина Е.П., Краснов И.И., Никифорова К.В., Шанцер Е.В. (ред.). 1984. *Стратиграфия СССР. Четвертичная система* (полутом 2). М.: Недра. 556 с.
2. Матишов Г.Г. 2007. Сейсмопрофилирование и картирование новейших отложений дна Азовского моря. *Вестник Южного научного центра РАН*. 3(3). С. 32-40.
3. Федоров П.В. 1977. *Позднечетвертичная история Черного моря и развитие южных морей Европы* / в кн.: Палеогеография и отложения плейстоцена южных морей СССР. (отв. ред.) П.Каплин, Ф.А. Щербаков, М.: Наука, С. 25-32.
4. Измайлов Я.А. *Эволюционная география побережий Азовского и Чёрного морей. Книга 1. Анапская пересыпь*. Сочи, 2005, 174 с.

5. Зайцев А.В., Зеленщиков Г.В. 2009. *Голоцен дельты Дона* / в сб. Геология, география и экология океана (ред. Г.Г. Матишов): Мат. Межд. конф., посв. 100-летию со дня рождения Д.Г. Панова (8-11 июня 2009 г., г. Ростов-на-Дону). Ростов-наДону: Изд-во ЮНЦ РАН, С. 124-126
6. Балабанов И.П., Измайлов Я.А. 1988. Изменение уровня и гидрохимического режима Черного моря за последние 20 тыс. лет. *Водные ресурсы*. 6. С. 54-62.
7. Bruckner, H., Kelterbaum, D., Marunchak, O., Porotov, A., Vott, A. 2010. The Holocene sea level story since 7500 BP – Lessons from the Eastern Mediterranean, the Black and Azov Seas. *Quaternary International*. 225. P. 160-179.
8. Вронский В.А., Донская Л.В., Кутилин В.С. 1974. *Палеогеография Азовского моря в плейстоцене* / в сб. Географические исследования Северного Кавказа. (ред. В.М. Чупахин). Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского университета. Вып. 2. С. 38-42.
9. Невеская Л.А., Невеский Е.Н. 1960. О составе фауны и особенностях развития Азово-Черноморского бассейна в позднечетвертичное время. *Доклады АН СССР* 136 (5). С. 1193-1196.
10. Невеская Л.А. 1964. *Позднечетвертичные двустворчатые моллюски Черного моря, их систематика и экология*: Автореф. ... докт. биол.наук. М. 38 с.
11. Вронский В.А. 1976. *Маринопалинология южных морей*. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского университета. 200 с.
12. Исагулова Е.З. 1978. *Палинология Азовского моря* Киев: Наукова думка. 88 с.
13. Прошкина-Лавренко А.И. 1963. *Диатомовые водоросли планктона Азовского моря*. М.-Л.: АН СССР. 190 с.
14. Студеникина Е.И., Алдакимова А.Я., Губина Г.С. 1999. *Фитопланктон Азовского моря в условиях антропогенных воздействий*. Ростов-на-Дону: Эверест. 175 с.
15. Ковалева Г.В. 2008. *Фитопланктон Азовского моря и прилегающих водоемов* / в сб. Азовское море в конце XX – начале XXI веков: геоморфология, осадконакопление, пелагические сообщества (ред. Г.Г. Маитшов). Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, Т.Х. С. 134-223
16. Матишов Г.Г., Ковалева Г.В., Новенко Е.Ю. 2007. Результаты спорово-пыльцевого и диатомового анализа грунтовых колонок азовского шельфа. *Доклады РАН*. 416 (2). С. 250-255.
17. Матишов Г.Г., Ковалева Г.В., Польшин В.В. 2009. Новые данные о скорости седиментации в Азовском море в позднем голоцене. *Доклады РАН*. 428 (6). С. 820-823.
18. Маев Е.Г., Мысливец В.И., Зверев А.С. 2009. К палеогеографии Таганрогского залива. *Вестник Московского университета*. Сер.5. География. №5. С. 78-82.
19. Matishov, G.G., Kovaleva, G.V., Novenko, E.Yu., Krasnorutskaya, K.V., Pol'shin, V.V. 2013. Paleogeography of the Sea of Azov region in the Late Holocene (reconstruction by diatom and pollen data from marine sediments). *Quaternary International*. 284. P. 123–131.
20. Ковалева Г.В. 2006. *История формирования флоры диатомовых водорослей Азовского моря в позднечетвертичное время* / в сб. Позднекайнозойская геологическая история севера аридной зоны (ред. Г.Г. Матишоов): Мат. межд. симпозиума (г. Азов –г. Ростов-на-Дону, 26-29 сентября, 2006 г.). Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН. С. 209–214.

21. Ковалева Г.В. 2007. Обнаружение слоев с *Actinocyclus octonarius* Ehr. и *Actinopterychus senariius* (Ehr.) Ehr. в позднечетвертичных осадках Темрюкского залива (Азовское море). / в сб. Мат. ЛII сессии Палеонтолог. об-ва РАН: Палеонтология, палеобио-география и палеоэкология (2-6 апреля 2007, Санкт-Петербург). СПб.: ВСЕГЕИ. С. 68-70.
22. Ковалева Г.В., Золотарева А.Е. 2013. Трансгрессивно-регрессивные этапы развития Азовского моря (по результатам диатомового анализа новоазовских отложений) / в сб. Фундаментальные проблемы квартера, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований. (ред. Г.Г. Матишов). Ростов-на-Дону: ЮНЦ РАН. С. 280-283.
23. Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). 1974. (ред. А.И. Прошкина-Лавренко). Л.: Наука. Т.1. 403 с.
24. Жузе А.П. 1953. К методике технической обработки горных пород в целях диатомового анализа / в сб. Диатомовый сборник (ред. А.И. Прошкина-Лавренко, В.С. Шешукова). Л.: Изд-во ЛГУ. С.206- 220.
25. Эльяшев А.А. 1957. О простом способе приготовления высокопреломляющей среды для диатомового анализа / в сб. Тр. НИИ геологии Арктики. (4). С.74-76.
26. Krammer K., Lange-Bertalot H. 1991. *Bacillariophyceae. 4 Teil. Achnanthaceae. Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema Gesamtliteraturverzeichnis* / In.: Süßwasserflora von Mitteleuropa. Stuttgart: GFV. 437 p.
27. Гусляков Н. Е., Закордонец О. А., Герасимюк В. П. 1992. Атлас диатомовых водорослей бентоса северо-западной части Черного моря и прилегающих водоемов. Киев: Наук. Думка. 112 с.
28. Диатомовый анализ. 1949. (ред. Ред. А.И. Прошкиной-Лавренко) Л.: Госгеолитиздат. Т. 2. 238 с.
29. Диатомовый анализ. 1950. (ред. Ред. А.И. Прошкиной-Лавренко) Л.: Госгеолитиздат. Т. 3. 398 с.
30. Witkowski A., Lange-Bertalot H., Metzeltin D. 2000. *Diatom flora of marine coasts. Part I*. In.: Iconographia Diatomologica. Vol. 7. 925 p.
31. *Diatoms of Europe. Navicula sensu stricto, 10 genera separated from Navicula sensu lato Frustulia*. 2001. (Ed. H. Lange-Bertalot). GV, V. 2. 526 p.
32. Караева Н.И. 1972. Диатомовые водоросли бентоса Каспийского моря. Баку: Изд-во ЭЛМ. 258 с.
33. Лосева Э.И. 1992. Атлас морских плейстоценовых диатомей европейского северо-востока СССР. СПб.: Наука. 177с.
34. Cooper Sh. R. 1995. Diatoms in sediments cores from the mesohaline Chesapeake Bay. *Diatom Research*, Vol. 10 (1). P. 39-89/
35. Ольштынская А.П. 1999. Кайнозойский этап развития диатомовой флоры Украины / Автореф. дис. ... докт. геолог. наук. Киев. 35 с.
36. Sansetta C. 1982. Distribution of diatom species in surface sediment of the Bering and Okhotsk seas. *Micropaleontology*, V.28. P.221-257.
37. Suto I. 2003. Taxonomy of the Marine diatom resting spore genera *Dicladia* Ehr., *Monocladia* gen. nov. and *Syndendrium* Ehr. and their stratigraphic significance in miocen strata. *Diatom Research*. Vol. 18(2). P. 331-356.

38. Измайлов Я.А. 2010. Позднеголоценовые морские береговые линии в дельте реки Кубани / в сб. Черноморский регион в условиях глобальных изменений климата: закономерности развития природной среды за последние 20 тыс. лет и прогноз на текущее столетие. М. С. 71-78.
39. Izmailov, Ya.A., Arslanov, Kh.A., and Chernov, S.B. 2011. *Marine coastal bars of the Middle and Upper Holocene in the relief of the Kuban River Delta and their chronology.* (eds. In Gilbert, A.S., and Yanko-Hombach, V.) In.: Abstract Volume of the Seventh Plenary Meeting and Field Trip of INQUA 501 "Caspian-Black Sea-Mediterranean Corridor during the last 30 ky: Sea level change and human adaptive strategies" (August 21-28, 2011; Odessa, Ukraine), I.I. Mechnikov Odessa National University, Odessa, Ukraine, Astroprint, pp. 103–106.
40. Измайлов Я.А. 2013. Попытка количественной оценки темпов плейстоценовых вертикальных тектонических движений морских побережий (восточное Азово-Черноморье). / в сб. Фундаментальные проблемы квартера, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований. (ред. Г.Г. Матишов). Ростов-на-Дону: ЮНЦ РАН. С. 250-252.

BIOSTRATIGRAPHIC EVIDENCE OF AZOV SEA LEVEL CHANGES IN THE MIDDLE AND LATE HOLOCENE

Kovaleva G.V., Zolotareva, A.E.

Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Centre
of the Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don,
e-mail: kovaleva@ssc-ras.ru, zolotareva.anna.evg@gmail.com

Abstract. The diatoms analysis of the Ancient Azov and New Azov layers (Middle and Late Holocene sediments) resulted in the determination of species marking the shift of ecological conditions in the sea – sea-level increase and decrease. Based on the diatoms analysis data, enriched with the results of radiocarbon dating, several stages of the sea-level fluctuations were registered for the Sea of Azov during the last 6000 years.

The structural complexity of sediments of the indicated period and the regularities of changes in the diatom species composition have been determined based on the data obtained from the thoroughly studied cores of the bottom sediments (up to 2.8 m). The main feature of the New Azov sediments is a typical alternation of layers with dominating *Actinocyclus octonarius* Ehr., *Actinopterychus senarius* (Ehr.) Ehr. species and *Chaetoceros* sp. spores.

The correlation is observed during the maximum of the Nymphaean transgression with the formation of sediments with the dominance of the *Chaetoceros* spores, indicating the sea-level increase. Comparing the transgression-regression stages of the Sea of Azov development, determined on the bases of the diatoms analysis, with the sea-level fluctuation curve, good correlation of results, obtained with the help of alternative methods, was stated. Almost all zones, distinguished by the changes in the diatom species composition, correspond to the sea-level fluctuation curve.

Keywords: diatoms, Ancient Azov and New Azov layers, Middle and Late Holocene sediments, level oscillation of the sea, the Sea of Azov

References

1. Vangengejm Je.A., Ganeshin S.A., Zarrina E.P., Krasnov I.I., Nikiforova K.V., Shancer E.V. (red.). 1984. Stratigraphy of USSR [Stratigrafija SSSR. Chetvertichnaja Sistema]. (Quarter system) (vol 2) Moscow: Nedra, 556 p. (In Russian)
2. Matishov G.G. 2007. Profile shooting and mapping of the modern sediments of the Azov Sea bottom [Sejsmoprofilirovanie i kartirovanie novejsih otlozhenij dna Azovskogo morja. Vestnik Juzhnogo nauchnogo centra RAN] (Proceedings of the Southern Scientific center of RAS) 3(3) P. 32-40 (In Russian)
3. Fedorov P.V. 1977 Late Holocene history of the Black Sea and development of the European southern seas [Pozdnechetvertichnaja istorija Chernogo morja i razvitie juznyh morej Evropy v kn. Paleogeografija i otlozhenija plejstocena juznyh morej SSSR] (Pleistocene paleography and sediments in southern seas of the USSR), Moscow, Nauka P. 25-32(In Russian)
4. Izmajlov Ja.A. 2005 Evolution geography of the coastal zone of the Azov Sea and Black Sea [Jevoljucionnaja geografija poberezhij Azovskogo i Chjornogo morej. Kniga 1. Anapskaja peresyp'] Vol 1. Anapskajaperesyp' Sohi, 174p.(In Russian)

5. Zaitsev, A.V., and Zelenschikov, G.V., 2009. Holocene of the Don River delta [*Golotsen del'ty Dona. Geologija, geografija i ekologija okeana: materialy mezdunarodnoj nauchnoj konferencii, posvjascennoj 100-letiju so dnja rozdenija D. G. Panova*; 8–11 Ijunja 2009 g., g. Rostov-na-Donu] (Geology, Geography and ecology of the ocean: Proceedings of International conference in honor of 100-th birthday of D.G. Panov (June 8–11, 2009, Rostov-on-Don)). pp. 124–126. (In Russian)
6. Balabanov I.P., IzmajlovJa.A., 1988 Sea level and hydrochemical condition changes of the Black sea during last 20ka [*Izmenenie urovennogo i gidrohimicheskogo rezhima Chernogo morja za poslednie 20 tys. let. Vodnyeresursy*](Water resources) №6. P. 54-62(In Russian)
7. Bruckner, H., Kelterbaum, D., Marunchak, O., Porotov, A., Vott, A. 2010 The Holocene sea level story since 7500 BP – Lessons from the Eastern Mediterranean, the Black and Azov Seas. *Quaternary International*, 225: 160-179.
8. Vronskiy, V.A., Donskaya, L.V., Kutilin, V.S., 1974. By the paleogeography of the Azov Sea in the Pleistocene. [*Paleogeografija Azovskogo morja v plejstocene / v sb. Geograficheskie issledovaniya Severnogo Kavkaza*] (Geographical Research of the Northern Caucasus) 2, 38-42. (in Russian)
9. Nevesskaya, L.A., Nevessky, E.N. 1960, On the fauna and features of the Azov-Black Sea basin in the Late Quaternary time [*O sostave fauny i osobennostjah razvitija Azovo-Chernomorskogo bassejna v pozdnechetvertichnoe vremja // DAN SSSR*] (Doklady Earth Sciences) 136 (5), P. 1193-1196 (in Russian).
10. Nevesskaya, L.A., 1963 Determinant of Bivalva from Marine Sediments of Quaternary Black Sea Basin. [*Pozdnechetvertichnye dvustvorchatye molljuskii Chernogo morja, ih sistematika i jekologija: Avtoref. dokt. biol.nauk*] Moscow, 211 pp. (in Russian).
11. Vronskiy, V.A., 1976. *Marinopalinologija juzhnyh morej*. (Marine Pollen Analysis of the Southern Seas) Rostov State University, Rostov-on-Don, 200 pp. (in Russian).
12. Isagulova, E.Z., 1978. *Palinologija Azovskogo morja* (Palynology of the Asov Sea) NaukovaDumka, Kiev, 88 pp. (in Russian).
13. Proshkina-Lavrenko, A.I., 1963. *Diatomovye vodorosli plankton Azovskogo morja* (Diatoms of the Plankton of the Sea of Azov) Academia Nauk SSSR, Moscow, 190 pp. (in Russian).
14. Studenikina E.I., Aldakimova A.Ja., Gubina G.S. 1999 *Fitoplankton Azovskogo morja v uslovijah antropogennyh vozdeystvij* (Phytoplankton of the Azov Sea under the anthropogenic influence) Rostov-on-Don, Everest, 175p.(In Russian)
15. Kovaleva G.V. 2008. Phytoplankton of the Azov Sea and nearest basins [*Fitoplankton Azovskogo morja i privilegajushih vodoemov / Azovskoe more v konce XX – nachale XXI vekov: geomorfologija, osadkonakoplenie, pelagicheskie soobshhestva*] Apatity P. 134-223 (In Russian)
16. Matishov, G.G., Kovaleva, G.V., and Novenko, E.Yu., 2007. The results of pollen and diatom analysis of sediment cores on the Azov Sea shelf. *Doklady akademii nauk [Rezultaty sporovo-pyl'tseвого i diatomovogo analiza gruntovykh kolonok azovskogo shelfa]*. (Doklady Earth Sciences) 416(2): 250–255. (In Russian)
17. Matishov, G.G., Kovaleva, G.V., and Pol'shin, V.V., 2009. New data on sedimentation rate in the Azov Sea in Late Holocene [*Novye dannye o skorosti sedimentatsii v Azovskom more v pozdnem golotsene. Doklady akademii nauk*], (Doklady Earth Sciences) 428(6): 820–823. (In Russian)

18. Mays E.G., Myslivets V.I., Zverev A.S. 2009. For the paleogeography of the Taganrog Bay. [*Dlya paleogeografii Taganrogskogo zaliva. Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya.*] (Vestnik Moscow University). 5 (5): 78-82.
19. Matishov, G.G., Kovaleva, G.V., Novenko, E.Yu., Krasnorutskaya, K.V., and Pol'shin, V.V., 2013. Paleogeography of the Sea of Azov region in the Late Holocene (reconstruction by diatom and pollen data from marine sediments). *Quaternary International*. 284. P. 123–131.
20. Kovaleva, G.V., 2006. The history of diatom flora formation in the Azov Sea in the Upper Quaternary [Istoriya formirovaniya flory diatomovykh vodorosley Azovskogo morya v pozdnechetvertichnoe vremya. *Materialy mejdunarodnogo simpoziuma «Pozdnekaynozoyetskaya geologicheskaya istoriya severa aridnoy zony»*] (Proceedings of the International Symposium “Late Cenozoic Geology of North of the Arid Zone,” Azov-Rostov-on-Don, Sep. 26–29, 2006) Rostov-on-Don, pp. 209–214. (In Russian)
21. Kovaleva, G.V., 2007. Detection of layers with *Actinocyclus octonarius* Ehr. And *Actinopterychus senarius* (Ehr.) Ehr. in Late Quaternary sediments of the Gulf of Temryuk (Azov Sea) [Obnaruzhenie sloev s *Actinocyclus octonarius* Ehr. i *Actinopterychus senarius* (Ehr.) Ehr. v pozdnechetvertichnykh osadkakh Temryukskogo zaliva (Azovskoe More) *Materialy LII sessii Paleontolog. ob-va RAN: «Paleontologiya, paleobiogeografiya i paleoekologiya»*] (In Paleontology, Paleoecology and Paleobiogeografiya). St. Petersburg, pp. 68–70. (In Russian)
22. Kovaleva, G.V., Zolotareva, A.E., 2013. Transgressive and regressive stages of the Azov Sea development (based on the materials of Novo-Azov sediments diatom analysis) [Transgressivno-regressivnye etapy razvitiya Azovskogo moraya (po rezul'tatam diatomovogo analiza novoazovskikh otlozheniy) *Sbornik statey «Fundamental'nye problem kvartera, itogi izucheniya i osnovnye napravleniya dal'neyshih issledovaniy»*] (VII All-Russian Council on Quaternary Studies: “The Basic Problems of the Quaternary, Results and Main Future Topics to Study”. Collection of Papers) Rostov-on-Don, pp. 280–283. (In Russian)
23. Zhuze A.P. 1953. About the methods of the technical processing of the rocks in case of the diatom analysis. [K metodike tehnikeskoy obrabotki gornykh porod v cel'akh diatomovogo analiza / v sb. *Diatomovyy sbornik*] (Diatom digest) P. 206- 220 (In Russian)
24. Proshkina-Lavrenko A.I. (ed) (1974) *Diatomovye vodorosli SSSR*, (Diatom algae of the USSR) Nauka, Leningrad 403 p. (In Russian)
25. Jel'jashev A.A. 1957. On the easy method of highly-refracting medium preparation for diatom analysis [O prostom sposobe prigotovleniya vysokoprelomljajushhej sredy dlja diatomovogo analiza / v sb. Tr. NII geologii Arktiki] (Proceedings of the SRI geology of the Arctic), (4). P.74-76 (In Russian)
26. Krammer K., Lange-Bertalot H. 1991. *Bacillariophyceae. 4Teil. Achnanthaceae. Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema Gesamtliteraturverzeichnis* / In.: Süßwasserflora von Mitteleuropa. Stuttgart: GFV. 437 p.
27. Gusljakov N. E., Zakordonec O. A., Gerasimjuk V. P. 1992. Atlas diatomovykh vodoroslej bentosa severo-zapadnoj chaste Chernogo morja i prilagajushchih vodoemov. (Atlas of the benthic diatoms from the northern-west part of the Black Sea and the nearest basins) Kiev: Nauk. Dumka. 112 p. (In Russian)

28. *Diatomovyy analiz*. 1949 (Diatom analysis), Gosgeolizdat, Leningrad, vol. II. 238 p. (in Russian).
29. *Diatomovyy analiz*. 1950. (Diatom analysis) Gosgeolizdat, Leningrad, vol. III. 398 p. (in Russian).
30. Witkowski A., Lange-Bertalot H., Metzeltin D. 2000. *Diatom flora of marine coasts*. Part I. Iconographia Diatomologica. Vol. 7. 925 p.
31. *Diatoms of Europe* / Ed. H. Lange-Bertalot. 2001. Navicula sensu stricto, 10 genera separated from Navicula sensu lato Frustulia. GV, V. 2. 526 p.
32. Karaeva N.I. 1972. *Diatomovye vodorosli bentosa Kaspijsko gomorja* (Benthic diatoms of the Caspian Sea), Baku, ELM 258p. (In Russian)
33. Loseva Je.I. (1992) *Atlas morskikh plejstocenovykh diatomej evropejskogo severo-vostoka SSSR* (Atlas of the marine diatoms of the northern-east of the European part of the USSR), St. Petersburg, Nauka 177p. (In Russian)
34. Cooper Sh. R. Diatoms in sediments cores from the mesohaline Chesapeake Bay // *Diatom Research*, Vol. 10 (1), 1995. P. 39-89/
35. Ol'shtynskaja A.P. 1999. *Kajnozojskij etap razvitija diatomovoj flory Ukrainy* // Avtoref. dis. ... dokt. geolog. nauk. (Cenozoic stage of development of the Ukrainian diatom flora), Kiev, 35 p. (In Russian)
36. Sansetta C. Distribution of diatom species in surface sediment of the Bering and Okhotsk seas // *Micropaleontology*, 1982. V.28. P.221-257.
37. Suto I. Taxonomy of the Marine diatom resting spore genera *Dicladia* Ehr., *Monocladia* gen. nov. and *Syndendrium* Ehr. and their stratigraphic significance in miocen strata // *Diatom Research*, 2003, Vol.18(2), P. 331-356.
38. Izmailov, Ya.A., 2010. *Pozdnegolocenovye morskije beregovye linii v del'tereki Kubani*. In.: *Chernomorskiy region v usloviyah global'nykh izmeneniy klimata: zakonomernosti razvitiya prirodnoy sredy za poslednie 20 tys. let i prognoz na tekushee stoletie*. (Late Holocene marine coastal lines. Black sea region at the global climate change conditions: common factors of the nature development during last 20 thousand of years and forecast at future century). Moscow, pp. 71-78. (In Russian)
39. Izmailov, Ya.A., Arslanov, Kh.A., and Chernov, S.B. 2011. *Marine coastal bars of the Middle and Upper Holocene in the relief of the Kuban River Delta and their chronology*. (eds. In Gilbert, A.S., and Yanko-Hombach, V.). *Abstract Volume of the Seventh Plenary Meeting and Field Trip of INQUA 501 "Caspian-Black Sea-Mediterranean Corridor during the last 30 ky: Sea level change and human adaptive strategies"* (August 21-28, 2011; Odessa, Ukraine), I.I. Mechnikov Odessa National University, Odessa, Ukraine, Astroprint, pp. 103-106.
40. Izmailov, Ya.A., 2013. An attempt at quantitative assessment of Pleistocene vertical tectonic shifts of the sea coast (Eastern Black and Azov Seas) [Popytka kolichestvennoy otsenki tempov pleistotsenovykh vertikal'nykh tektonicheskikh dvizheniy morskikh poberejij (vostochnoe Azovo-Chernomor'e) VII Vserossiyskoe soveshanie po izucheniyu chetvertichnogo perioda: «Fundamental'nye problem kvartera, itogi izucheniya i osnovnye napravleniya dal'neyshikh issledovaniy»] (VII All-Russian Council on Quaternary Studies: "The Basic Problems of the Quaternary, Results and Main Future Topics to Study". Collection of Papers.) Rostov-on-Don, pp. 250-252. (In Russian)