

## Изменения в накоплении тяжелых минералов в осадках береговой зоны болгарского побережья

Вендулка И. Цветкова-Голева

Геологический институт, БАН (София)

Значение тяжелых минералов при розыскания доказательств о развитии процессов аккумуляции, транспорта и питания осадков можно считать утвердившимся в мировой геологической практике.

Полученные результаты при изучении видового состава, минералогических ассоциаций и распределения тяжелых минералов в песках пляжевой зоны и шельфа Болгарии позволили ограничить некоторые пространства, отличающиеся значительным скоплением полезных компонентов в акватории Бургасского залива (Цветкова-Голева и др., 1979, Цветкова-Голева, Симеонова, 1980).

Выяснение их предполагаемого источника в среде пород прилегающей суши оказывается вопрос, решения которого имеет не только теоретическое значение. Изучение тяжелых минералов происходило в следующих основных направлениях:

- непосредственное изучение состава пород абрадируемых клиффов;
- корреляция минералогического состава пород дренируемой области и песков пляжа и шельфа в целом многообразии применяемых методов;
- наблюдения устьев рек, впадающих в море;
- изучение поведения тяжелых минералов на соответствующих различных типах береговых участков.

Первые ориентировочные опробования песков пляжа береговых участков после минералогической интерпретации результатов расширились и перешли в режимные

наблюдения самых характерных частей берега, которые проводились в течении десяти лет.

Собранный значительный материал предоставляет информацию о изменении накопления тяжелых минералов на различных типах берегов (Цветкова-Голева, Симеонова, 1980; Tsvetkova-Goleva, Simeonova, 1984). Эти изменения прослеживаются как во времени наблюдения в границах выбранного участка, так и на отдельных пунктах надводного профиля за весь период наблюдений.

**Методика.** Приложенный подход вкратце — это повторяемые наблюдения и опробования одних и тех же частей берегового профиля с клиффа через центральную часть пляжа до уреза, где место взятия пробы охватывает границу вода/суша и опробованный материал взят из ночного заплеска. Пробы отобраны из поверхностного слоя осадков из площади 1 м. Материал квартован на месте и навеска 100 г разрабатывалась в Лаборатории седиментологии Геологического института в Софии по воспринятой стандартной методике. Минералогическому анализу подвергались четыре фракции в объёме 0,50 — 0,063 мм. Все исследуемые пробы отобраны после наступления периода весенней стабилизации погоды, после затихания шормов. До сих пор мы имеем результаты из пяти наблюдений, проводимых с 1975 до 1984 гг.

На рис. 1 изображена общая схема опробований наблюдательных участков, охватывающих с севера к югу стик двух контрастных по составу и по геологическому строению областей — Старопланинскую тектоническую зону, составленной преимущественно из осадочных пород третичного и более молодого возраста, и Средногорскую зону — пеструю по своему составу, где имеют место магматические породы (от габбро до сиенитов), мощный комплекс пирокластитов и молодые породы приабонского и

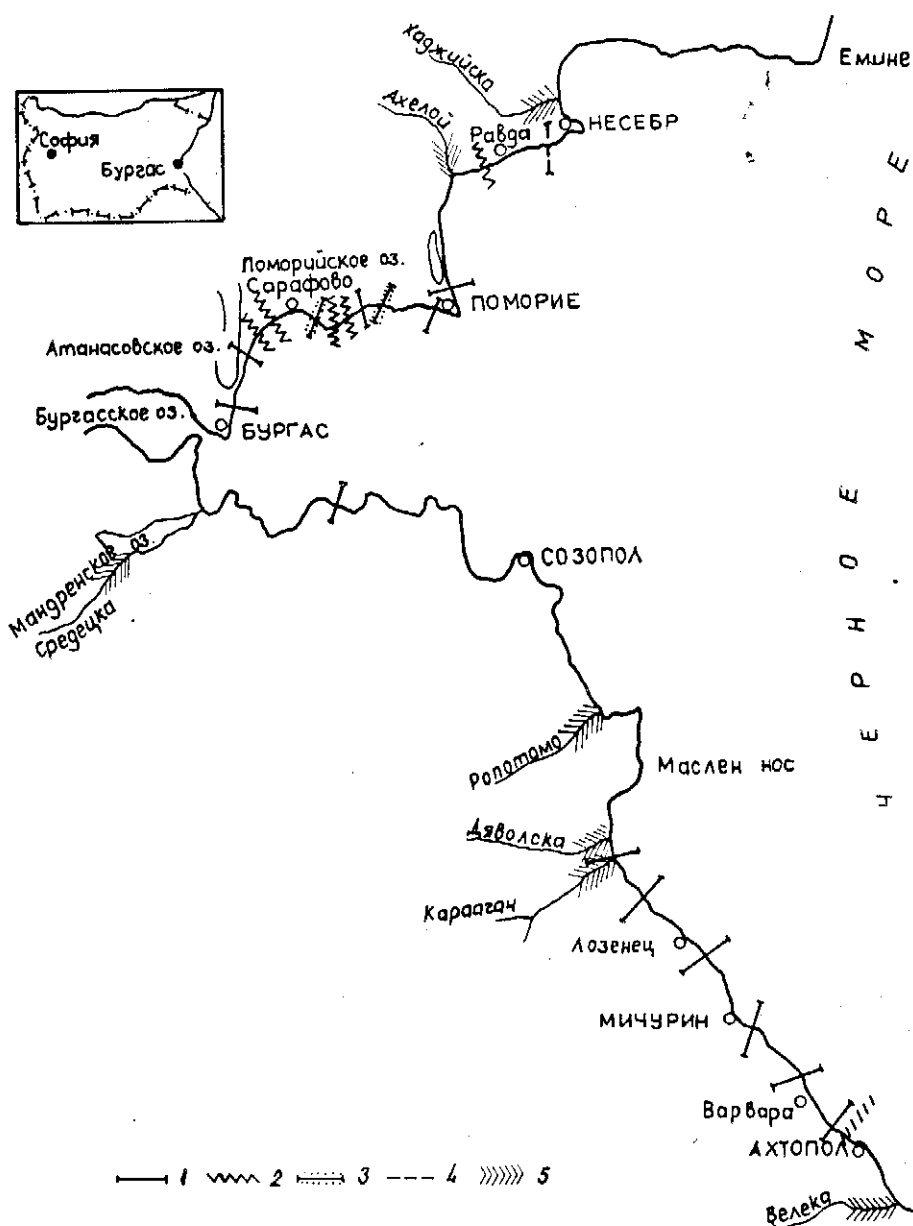


Рис. 1. Карта фактического материала — размещение типов наблюдательных береговых участков в исследуемом районе

1 — аккумулятивный; 2 — оползнево-аккумулятивный; 3 — смешанный-аккумулятивный; 4 — абразивный; 5 — устье реки

неогенского возраста. Это необычайное богатство составов пород, дренируемых реками различной длины, в сочетании с геоморфологическими особенностями береговой зоны отражается на пестрый минералогический состав песков береговой зоны и

шельфа. Таким образом изучены 220 пробы из аккумулятивных, абразивных, оползнево-аккумулятивных береговых участков и из таких с смешанной аккумуляцией и устьев рек.

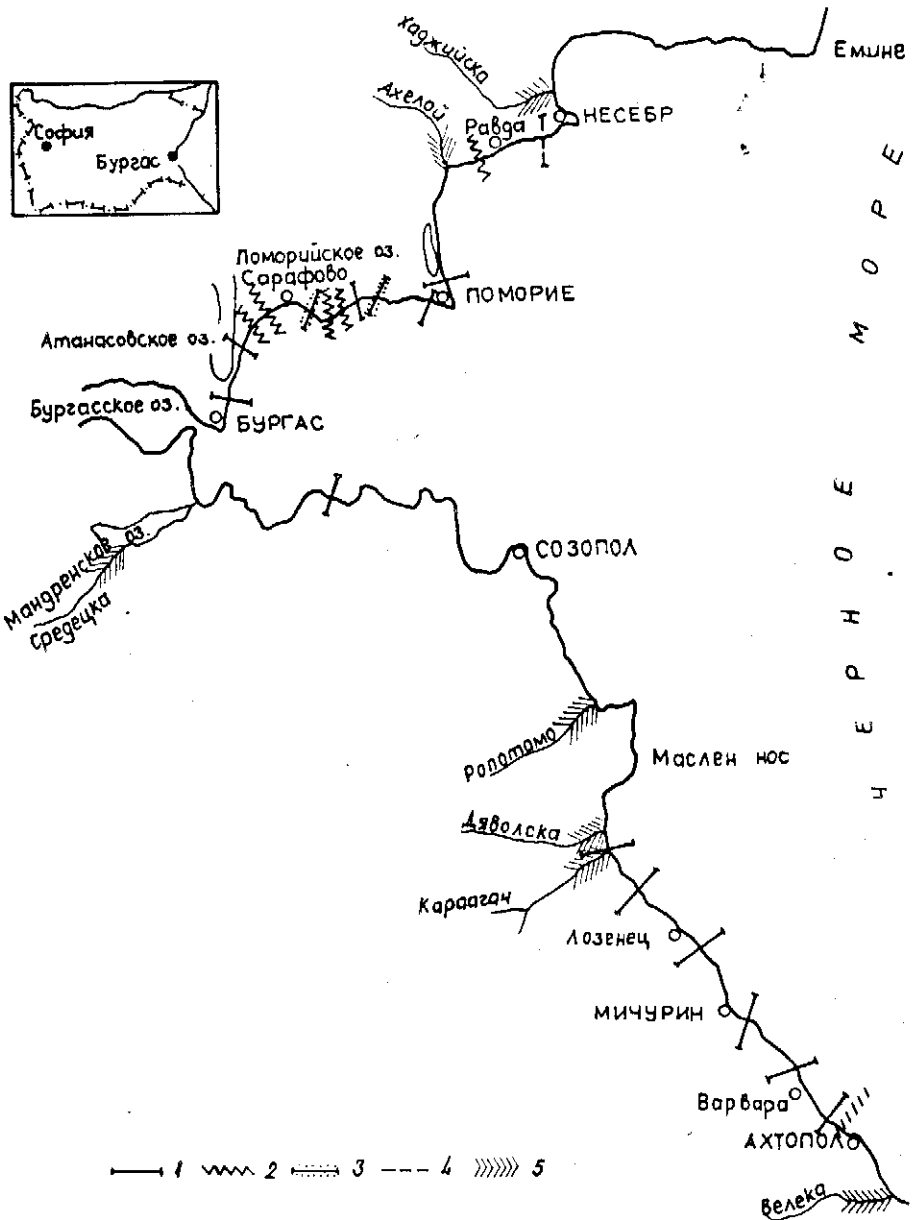


Рис. 1. Карта фактического материала — размещение типов наблюдательных береговых участков в исследуемом районе

1 — аккумулятивный; 2 — оползнево-аккумулятивный; 3 — смешанный-аккумулятивный; 4 — абразивный; 5 — устье реки

неогенского возраста. Это необычайно богатство составов пород, дренируемых реками различной длины, в сочетании с геоморфологическими особенностями береговой зоны отражается на пестрый минералогический состав песков береговой зоны и

шельфа.

Таким образом изучены 220 пробы из аккумулятивных, абразивных, оползнево-аккумулятивных береговых участков и из таких с смешанной аккумуляцией и устьев рек.

**Результаты.** Изменения в накоплении тяжелых минералов. Осмотр полочных данных свидетельствует об особенно высокой степени аккумуляции тяжелых минералов на участках оползнево-аккумулятивного и аккумулятивного берега, которые резко отличаются от установленных до сих пор содержания в песках побережья.

На табл. 1 показана тенденция уменьшения максимальных содержания фракций на различных береговых участках.

Чтобы выразить более просто изменение в накоплении тяжелых минералов, построены однообразные графики, где вариационные кривые выражают колебания содержания за период наблюдения. С целью раскрыть более полно ход этих изменений сделаны и более датальные построения, где изображены отдельные пункты надводного профиля. Это позволяет следить за накоплением на более чувствительных частях берегового профиля — на урезе или в тыльной части пляжа.

Т а б л и ц а 1. Максимальное содержание (%) тяжелой и магнитной фракции на берегах различного типа

Тип участка	Профиль	Фракция	
		тяжелая	магнитная
Оползнево-аккумулятивный	Сарафово XXI	89,40	60,76
Аккумулятивный	Бургасские солеварни	86,40	39,06
Смешанная аккумуляция	Сарафово-буны	78,82	25,08
Устья рек	Ахелой	40,49	2,89
Абразионные	Акротиря	2,79	0,10

На рис. 2 — а изображены аккумулятивные участки с севера к югу. Рост накопления тяжелого компонента для участков Бургасские солеварни и Поморие — положительный и это видно для целого периода наблюдений. В южном направлении на Странджанском берегу рост аккумуляции замедляется и невидны резкие изменения в ходе накопления тяжелого компонента (Нестинарка, Лозенец). На самом южном аккумулятивном участке — Ахтопол IV, рост показывает обратную тенденцию — уменьшение. Спад концентрации можно считать значительным — с

60 на 10%.

На рис. 2 — б изображены изменения магнитной фракции. В общем ход кривых аналогичен — снова на участке Бургасские солеварни тенденции нарастания накопления ясна, а на участках Поморие и Нестинарка ее тоже можно проследит. Снижение накопления на Ахтополском участке прослеживается и для магнитной фракции.

Сравнение кривых хода накопления на отдельных пунктах пляжевого профиля выявляет детализацию некоторых различий между аккумулятивными участками. Данные из рис. 2 — в — ж оформляют группы аккумулятивных берегов сходного типа накопления.

При восходящей тенденции роста накопления тяжелого компонента (Поморие, Бургасские солеварни — Нестинарка) тяжелая фракция как абсолютная стойность вискока и основное количество тяжелого компонента фиксируется на пункте тыла пляжа. Для первых двух участков, расположенных в северной части исследуемого района, максимумы накопления относятся к разным годам — Поморие — 1978, Бургасские солеварни — 1981. Те же особенности показывает и магнитная фракция.

Аккумуляция по участку Нестинарка показывает другую тенденцию при росте средних содержания — уменьшение тяжелого компонента в тыльной части пляжа и возрастание на урезе — при других тенденциях. Участок Лозенец можно считать переходным, так как нарастание тяжелого компонента в тыльной части слабое и после 1978 г. наблюдается убывание тяжелого компонента для этого пункта. Самый южный аккумулятивный участок берега Ахтопол IV характерен повсеместным уменьшением тяжелой составки во время целого периода наблюдений.

Участки с смешанной аккумуляцией. Таковы условия реализуются на участках Европа (южнее Помория) и оползневом берегу возле Сарафово, где естественный ход осадконакопления на пляже нарушен строительством берегоукрепительных сооружений — бун.

На фиг. 3 — а, б представлены вариационные кривые содержания фракций на участках смешанной аккумуляции за период 1975 — 1983 г. Здесь снова установлены восходящие тенденции накопле-

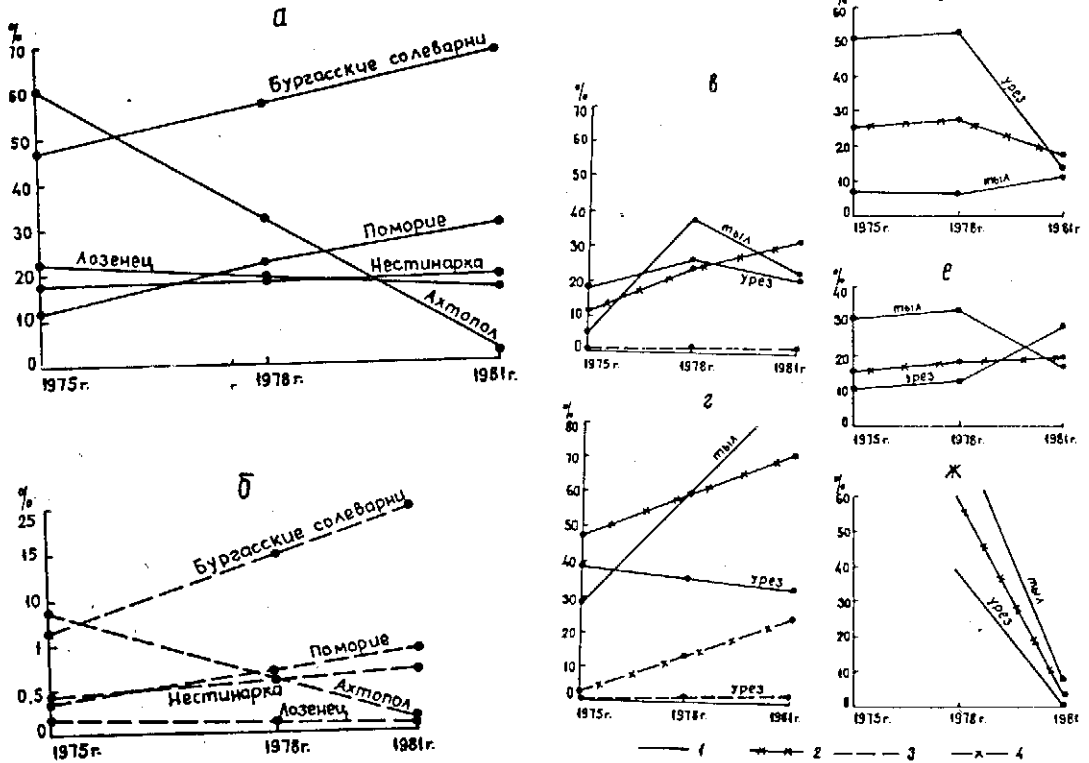


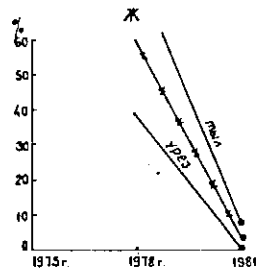
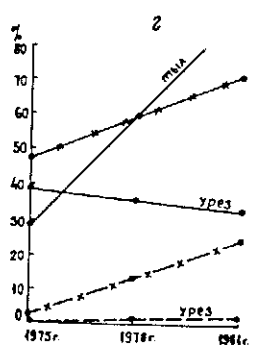
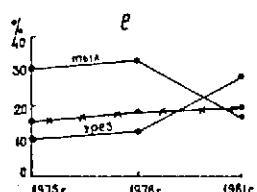
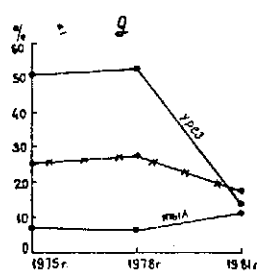
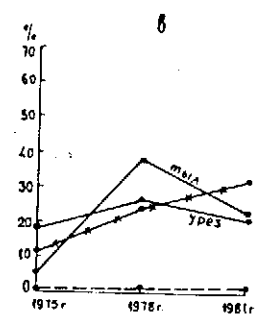
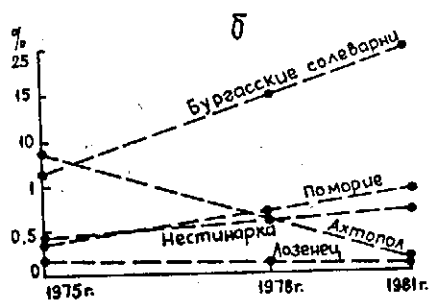
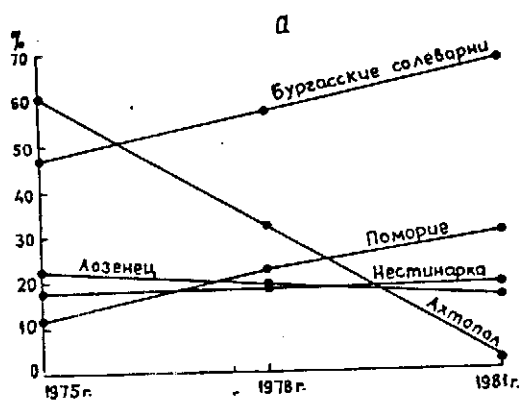
Рис. 2. Изменение содержаний тяжелых минералов на аккумулятивных берегах и на соответствующих пунктах пляжевого профиля

а — тяжелая фракция; б — магнитная фракция; в — Поморие; г — Бургасские солеварни; д — Лозенец; е — Нестинарка; ж — Ахтопол; 1 — тяжелая фракция; 2 — средние содержания тяжелой фракции; 3 — магнитная фракция; 4 — средние содержания магнитной фракции

ния. Резкое повышение количества тяжелых минералов после 1980 г. на участке Сарафова можно связывать с построением первых бун. Наблюдаемый максимум для Сарафова 1980 г. Резкое возрастание количества тяжелого компонента обуславливается описанными штормами в 1979 и последнее уменьшение проявляется более отчетливо в 1983 г. Для Европы, где берегоукрепительное строительство осуществляется до начала отбора проб, ход кривых аналогичен изменениям среднего содер-

жания. Осмотр колебаний содержаний фракций на отдельных частях пляжевого профиля показывает следующую особенность — уменьшение содержания на тыльной части профиля и повышение на урзе для двух участков. В этом видна и первая отчетливая разница с аккумулятивными участками.

А б р а з и о н н ы е б е р е г а. Они характеризуются поведением тяжелых минералов на абразионном участке возле мыса Акротиря. Здесь, на рис. 3 — в, 2



— 1 — \* \* \* 2 — — — 3 — x — 4

Рис. 2. Изменение содержаний тяжелых минералов на аккумулятивных берегах и на соответствующих пунктах пляжевого профиля

а — тяжелая фракция; б — магнитная фракция; в — Поморие; г — Бургасские солеварни; д — Лозенец; е — Нестинарка; ж — Ахтопол; 1 — тяжелая фракция; 2 — средние содержания тяжелой фракции; 3 — магнитная фракция; 4 — средние содержания магнитной фракции

ния. Резкое повышение количества тяжелых минералов после 1980 г. на участке Сарафова можно связывать с построением первых бун. Наблюдаемый максимум для Сарафова 1980 г. Резкое возрастание количества тяжелого компонента обусловляется описанными штормами в 1979 и последующее уменьшение проявляется более отчетливо в 1983 г. Для Европы, где берегоукрепительное строительство осуществляется до начала отбора проб, ход кривых аналогичен изменениям среднего содер-

жания. Осмотр колебаний содержаний фракций на отдельных частях пляжевого профиля показывает следующую особенность — уменьшение содержания на тыльной части профиля и повышение на урезе для двух участков. В этом видна и первая отчетливая разница с аккумулятивными участками.

А б р а з и о н н ы е б е р е г а. Они характеризуются поведением тяжелых минералов на абразионном участке возле мыса Акротирия. Здесь, на рис. 3 — в, г

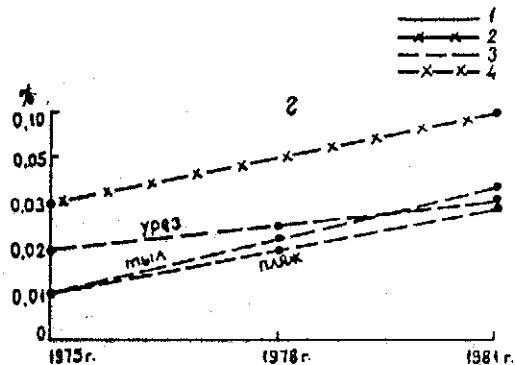
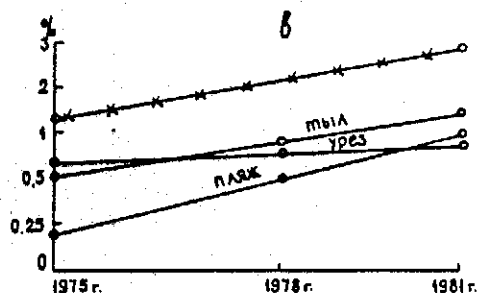
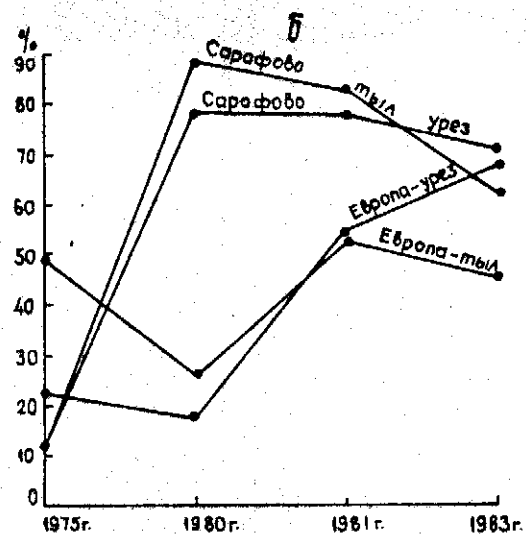
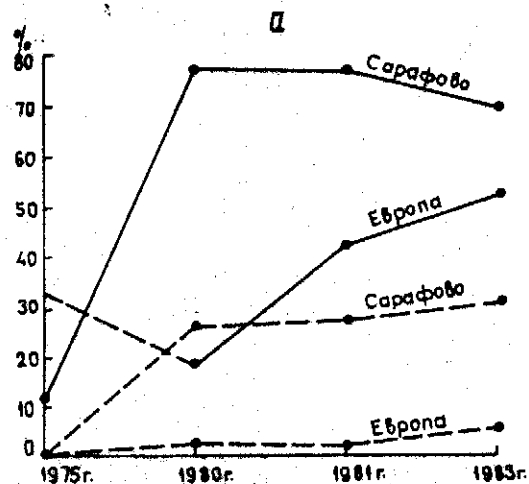


Рис. 3. Изменение содержаний тяжелых минералов на участках смешанной аккумуляции и на абразионных берегах

а и б — участки смешанной аккумуляции; в и г — участки абразионных берегах; остальные обозначения как на рис. 2

можно наблюдать тенденцию увеличения накопления тяжелого компонента для всех частей берегового профиля. Тенденция нарастания количества видна — несмотря на низкие количества — первые числа %.

Оползнево-аккумулятивные участки. Изучение накопления тяжелых минералов на берегах с разви-

тием оползневых процессов пользуется особым вниманием, потому что:

— оползни занимают значительные по площади части побережья и ареалы развития этих явлений расширяются. Во время исполнения этого задания мы начали наблюдать новые участки развивающихся оползней (Тsvetkova - Goleva, 1988).

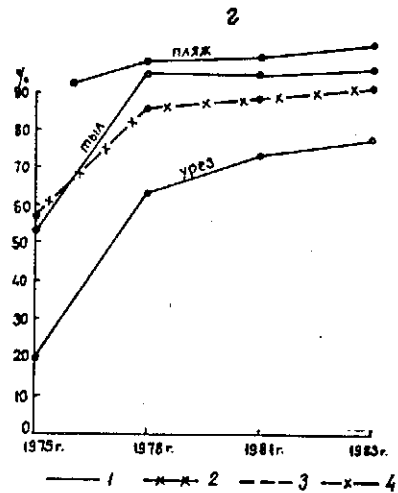
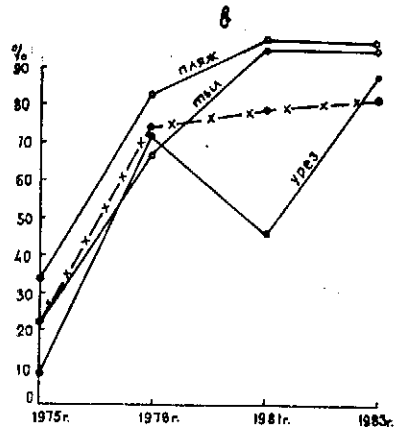
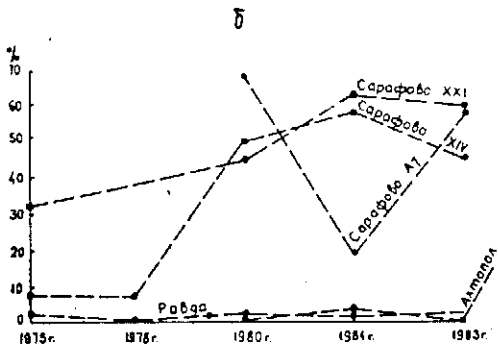
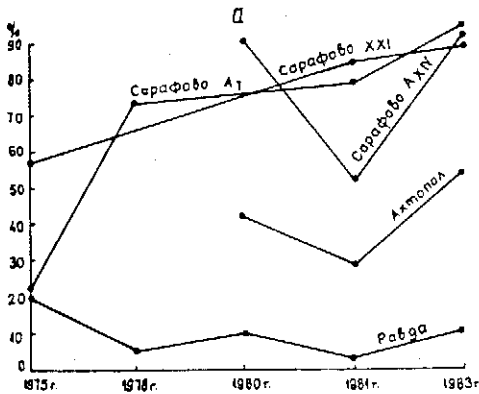


Рис. 4. Изменение содержаний тяжелых минералов на оползнево-аккумулятивных участках возле деревни Сарафово

а — тяжелая фракция; б — магнитная фракция; в и г — на основных пунктах пляжевого профиля; остальные обозначения как на рис. 2

— оползни обладают высокой степени абрадируемости и оказываются важным источником материала, поступающим в море; глинистые седименты оползней отличаются высоким содержанием тяжелых компонентов.

Кроме больших оползней в близости к деревне Сарафово севернее Бургасса наблюдения проводились и на оползневых

профилях возле деревни Равда (в самом северном районе побережья), возле мыса Лахна и возле Ахтополя — в южном районе.

На рис. 4 — а, б изображены вариационные кривые содержания тяжелых и магнитных минералов в седиментах главных наблюдаемых оползней. Наблюдаемые участки резко отличаются по коли-



чества тяжелого компонента в них. Видна тенденция нарастания накопления на всех профилях за исключением оползни в деревни Равда.

Рост накопления виден и в развернутом виде на рис. 4 — в, г, где показаны два профиля Сарафово А XIV и Сарафово ХХI. Некоторые различия (наличие максимума за 1981 для Сарафово А XIV на урезе) связано с разными этапами развития оползневого процесса. Профиль Сарафово ХХI относится к непрерывно разширяющейся и активизирующейся частью оползневого ареала и отсюда и одинаковой тренд накопления.

Количества тяжелых минералов в наносах устьев рек изображены двумя способами. На рис. 5 — а показано состояние накопления в начале лета 1983 г. Здесь проявляется одна особенность — значительное участие южных рек как носителей тяжелых компонентов в современных наносах.

На рис. 5 — б, в показано накопление тяжелых минералов в наносах устьев рек за весь период наблюдения. Здесь прослеживается преимущественно тяжелая фракция, так как количество магнитной не всегда достаточное для сравнения.

**Заключение.** Полученные данные из режимных наблюдений содержания тяжелых минералов в осадках пляжа, связанных с различными типами береговых участ-

тков, предлагают ценную информацию о ходе накопления тяжелых минералов в осадках береговой зоны. Этот подход позволяет выявить разные тенденции в накоплении тяжелого компонента и проведение отдельных частей надводного профиля как концентраторов тяжелых минералов за период десятилетних наблюдений.

Данные подтверждают значение намеченной раньше высокой информативности пункта уреза при изучении аккумуляции на оползневых берегах.

Для всего изучаемого района наблюдается увеличение содержания тяжелых минералов за исследуемый период. Интензивность этого накопления разная и зависит в южном направлении.

Установленные колебания в накоплении (как примерно отмеченный минимум в 1978 г.) позволяют связывать полученные данные с общим ходом литодинамических процессов в черноморском бассейне и их проявление на береговой зоне с различиями в интензивности процессов минералогической дифференциаций в отдельных частях надводного профиля. Все эти данные связаны с климатическими особенностями и могут служить при попытках восстановления и оценки баланса и распределения тяжелых минералов и наносов в различных стратиграфических комплексах в отложениях шельфа.

## Л и т е р а т у р а

Цветкова - Голева, В. и др. Состав и распределение тяжелых минералов в осадках пляжа и акватории Бургасского залива. — Палеонт. стратигр. и литол., 11, 77 — 92. Цветкова - Голева, В., Г. Симеонова. 1980. Изменение в условия на формиране на съвременни морски утайки в крайбрежната зона на Черноморския шелф в Бургаския залив. — Океанология (С.), 6, 57 — 68.

Tsvetkova-Goleva, V., G. Simeonova. 1984. Accumulation of heavy minerals in landslides in the Bourgas area of the Black sea coast. — Marine Geology, 54, 309-318. Tsvetkova - Goleva, V. 1988. The landslides on the Bulgarian Black sea coast as a source of heavy minerals. — In: V international symposium on landslides. Lausanne, Switzerland.

## Changes in the accumulation of heavy minerals on the South Black Sea coastal zone

Vendulka I. Tsvetkova - Goleva

(Summary)

Data presented characterizes the process

of accumulation of heavy minerals within the

limits of the shore profile. It is gathered from regime observation over different types of coastal zones as zones of accretion, slide-accretion, erosion, mixed, river mouths, etc.

Changes in accumulation of the heavy component for a 10 year period have been traced out. To obtain more detailed information of the process of accumulation different parts of the beach profile were sampled.

Data acquired of the process of changes and the presence of minimums and maximums respectively give evidence of the periods of decrease and increase of accumulation according to different types of zones. It is also connected connected with the distribution of sediments in the coastal zone. An almost permanent tendency of increasing the quantity of the heavy element is observed.

*Поступила 5.09. 1988 г.*