

## 5.2. Потоки взвешенного вещества в прибрежной части шельфа в российском секторе Черного моря

*В.И. Денисов*

### Введение

Взвешенное вещество шельфа и в особенности прибрежной его части представляет собой сложную, полидисперсную, многокомпонентную систему из терригенного, биогенного и хемогенного материалов. Взвешенное вещество прибрежной зоны моря в сравнении с океанической взвесью имеет ряд особенностей. В береговую часть шельфа поступает значительное количество разнообразного материала, который уже непосредственно является взвесью:

- твердая фаза речного стока,
  - атмосферные аэрозоли,
  - взмученные донные осадки прибрежной зоны в результате воздействия волнения,
  - латеральные потоки вещества, приносимого течениями,
  - техногенный материал.
- Вещество «переработки»:
- измельченный галечный, гравийный и песчаный материал пляжей,
  - измельченные части растений, водорослей и макрофитов (биогенная составляющая взвеси).
- Вещество возникновения (материализации):
- биоматериал бентоса (отмерший материал бентоса, фекалии, псевдофекалии),
  - бактериопланктон,
  - фитопланктон,
  - зоопланктон.

Поступление и мобилизация речной, абразионной, эоловой, биогенной, хемотропной и антропогенной компонент взвешенного вещества в прибрежные и шельфовые воды водоема является начальной стадией седиментогенеза. Взвесь поступившая (например, речная или эоловая) или образованная (например, биогенная или хемотропная) может как осаждаться непосредственно в устьевой области, так и переноситься морскими течениями на значительное расстояние. Осажденная часть взвеси (новообразованный осадок) в зоне мелководья (гравий, песок или крупный алеврит) может надолго оставаться в области малых глубин (метры – десятки метров) до тех пор, пока в результате воздействия различных динамических факторов не начнется трансформация и перемещение этих донных отложений в более глубоководную часть шельфа, в каньоны или на подводный склон. Основные механизмы перемещения донных осадков – волновое взмучивание, истирание материала в зоне волновой переработки, сальтация (взвешивание–осаждение), перемещение волновыми течениями или течениями иной природы и др.

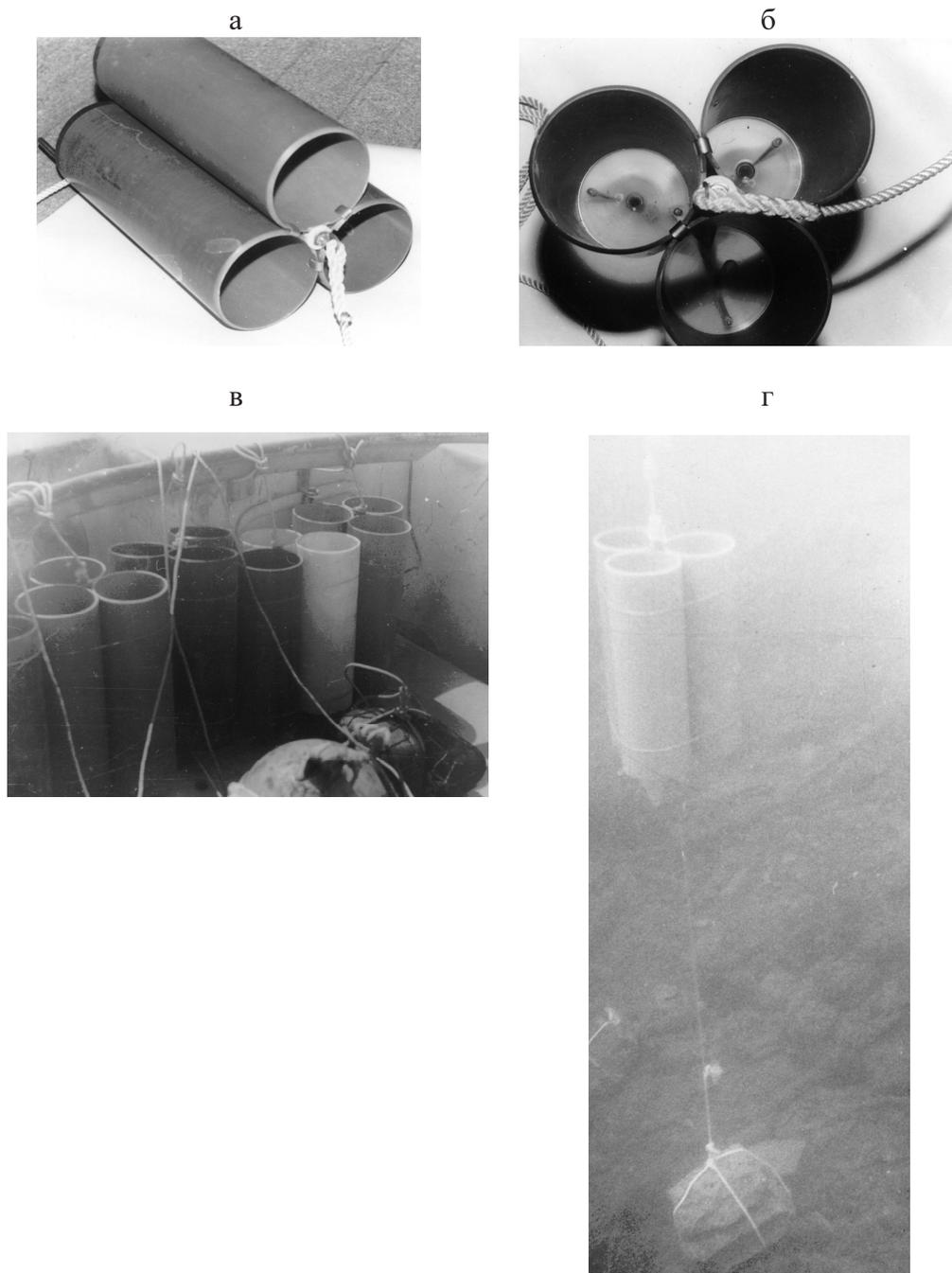
Применение метода седиментационных ловушек (СЛ), или взвесенакопителей длительного действия позволяет за сравнительно небольшой промежуток времени (сутки – десятки суток) собрать морскую или речную взвесь в количестве, достаточном для многих видов аналитических исследований, и в первую очередь для расчетов потоков осаждающегося на дно вещества.

Основной целью этой работы является изучение количественных характеристик потоков осаждающегося материала в области внутреннего (мелководного) участка причерноморского шельфа.

## Материалы и методы

Сбор вертикально оседающего вещества осуществлялся с помощью СЛ, имеющих цилиндрическую форму с отношением высоты к диаметру, равным 3 [Bloesch, Burns, 1980; Gardner, 1980a, в], и изготовленными из поливинилхлоридных труб диаметром 100 мм и высотой 300 мм. Пластмассовые трубы скреплялись в трехгранные упаковки с использованием антикоррозионных и химически нейтральных материалов: высоколегированной нержавеющей стали, титана и его сплавов, фторопласта, силикона и плексиглаза, образуя оригинальную конструкцию (рис. 5.2.1) [Денисов, 1998].

Подготовка оборудования производилась в соответствии с принятыми в ИОРАН правилами. Она включала в себя тщательное отмывание их раствором детергента с последующим многократным выполаскиванием дистиллированной водой и промывкой 70-процентным раствором этанола. В качестве консерванта применялся 5-процентный раствор формалина в растворе NaCl (марки ОСЧ) с соленостью в 100%. Время экспозиции СЛ составляло от 10 часов до 20 суток, ино-



**Рис. 5.2.1.** Седиментационная ловушки. а, б – цилиндрического типа: а – вид сбоку, б – вид сверху; в – ловушки на катере после снятия; г – положение седиментационной ловушки в подводном рабочем состоянии

гда до 3 месяцев. Предварительная обработка проб осуществлялась в судовой или береговой лаборатории непосредственно после отбора воды и взвеси. Осадочное вещество из ловушек выделялось общепринятым методом прямой вакуумной мембранной ультрафильтрации с использованием ядерных фильтров производства Объединенного Института ядерных исследований в г. Дубна (ОИЯИ) с диаметром пор 0,45 мкм. Полученная взвесь высушивалась до постоянного веса, взвешивалась, после этого рассчитывалась интенсивность вертикального потока в г/м<sup>2</sup>/сут. Было отобрано и проанализировано 192 пробы осадочного вещества из седиментационных ловушек.

Взвесь из СЛ анализировалась рентгено-флюоресцентным, атомно-абсорбционным, химическим, инструментальным нейтронно-активационным и спектрально-эмиссионным количественными методами. Кроме этого, применялись микроскопия в иммерсионных препаратах и электронно-микроскопические исследования.

«Поток осадочного материала», или «поток вещества» – термин свободного пользования, показывающий количество осадочного материала в целом или его составных частей (отдельные элементы, остатки организмов, фракции гранулометрического состава, минералы и др.), проходящие через единицу поверхности на определенной глубине океана. Чаще всего потоки измеряют миллиграммами (граммами) на квадратные метры в сутки, а для форменных остатков организмов (фораминиферы, радиолярии, пеллеты и др.) – штуками на квадратные метры в сутки. Для перехода от «поштучного» подсчета к весовым значениям необходимо знать средние размеры, объем и удельный вес частиц, что, в конечном счете, дает представление о весе отдельной частицы [Лисицын, 1978].

Абсолютная масса потока осадочного материала в целом или его составных частей – единица, аналогичная абсолютным массам донных осадков, – выражается в граммах на квадратные сантиметры в 1000 лет [Лисицын, 1978].

Для абсолютной массы потока обязательно указание горизонта водного столба, к которому относится определение [Лисицын, 1983].

Под потоком вещества (ПВ) мы понимаем перемещение массы седиментационного материала на единицу площади дна (через единицу площади вертикального разреза) в единицу времени. Процесс транспортировки вещества в море можно условно подразделить на два основных вида:

1. Вертикальный ПВ – [г/м<sup>2</sup>/сут] или [мг/м<sup>2</sup>/сут] или [мг/см<sup>2</sup>/сут] или [мкг/см<sup>2</sup>/сут], происходящий под результирующим влиянием силы тяжести на единицу площади дна.

2. Горизонтальный ПВ – [г/м<sup>2</sup>/сут] или [мг/м<sup>2</sup>/сут] или [мг/см<sup>2</sup>/сут] или [мкг/см<sup>2</sup>/сут], происходящий под результирующим влиянием несущей силы потока воды через единицу площади сечения, расположенного перпендикулярно горизонтальной поверхности уровня воды. Суммарный расход взвеси через сечение шельфа оценивается в т/сут [Айбулатов, Новикова, 1984; Айбулатов, 1990]. Данный тип ПВ имеет место при любых скоростях горизонтальных течений. Он

является основным в реках, устьевых зонах река–море, в проливах, при приливо-отливных явлениях, в струях морских течений, во вдольбереговых потоках и т.д.

Естественно, существуют и другие механизмы переноса вещества в воде, такие как вихревой и турбулентный (различных масштабов), сальтационный и т.д., которые остаются вне данного рассмотрения.

Использование седиментационных ловушек позволяет непосредственно измерить массу поступающего на дно осадочного материала. В литературе существуют оценки количества оседающего вещества, проведенные с использованием биологических методов (по продукции детрита), химических методов (по концентрации органического вещества), а также методом абсолютных масс [Страхов, 1954, 1962, 1993].

Прямые измерения потоков вещества с помощью автоматических больших седиментационных ловушек в течение трехлетнего турецко-американского эксперимента проведены в южной части Черного моря для глубин 250 и 1200 м на траверзе устья реки Сакарья в 1982–1984 гг. Изменчивость общего вертикального потока вещества находилась в пределах 2–500 мг/м<sup>2</sup>/сут в зависимости от сезона года и горизонта ловушек [Honjo et al., 1987; Izdar et al., 1987].

На восточном шельфе от Анапы до устья р. Псоу сотрудниками ЮО ИО РАН на малых глубинах от 8 до 40 м получены результаты прямых ловушечных измерений в различные сезоны 1989–1992 гг. По их данным, диапазон колебаний потоков взвесей находится в пределах 0,02–345,62 мг/см<sup>2</sup>/сут [Шимкус, 1994; Шимкус, Комаров, 1996].

Сотрудники Института Океанологии и Южного отделения ИО РАН провели работы по изучению потоков осаждающейся взвеси в сентябре–октябре 1999 г. с помощью 5 седиментационных ловушек, которые экспонировались на трех станциях в районе Бетта–Архипо–Осиповка в диапазоне глубин 50–1680 м. Станции располагались на шельфе, подводном склоне и подножье подводного склона. Суммарные потоки осадочного материала, по данным авторов, находятся в диапазоне 1,23 – 24,94 мг/м<sup>2</sup>/сут [Русаков и др., 2002].

На протяжении 1984–2010 гг. нами были выполнены более 233 ловушечных станций в области внутреннего (мелководного) шельфа от Дуная до Ингури. В данной работе приводятся сведения о потоках осадочного материала от 192 ловушек в диапазоне глубин установки от 2 до 50 м. По нашим данным, изменчивость потоков в области черноморского шельфа в зависимости от глубины моря, сезона и гидрометеорологических причин находится в пределах 0,09–450 мг/м<sup>2</sup>/сут [Денисов, 1998; Хрусталева, Денисов, 2002].

Как правило, мы использовали вариант одиночных СЛ, устанавливаемых в придонном слое воды на расстоянии 1–2 м от дна, однако проводились и установки вертикальных серий СЛ в районах Тендровской косы в северо-западной части моря, в Керченском предпроливье, в Южной Озереевке, на м. Утриш, в районе Широкой Балки (Новороссийск). В обоих вариантах применялись растяжная

система буюв (кухтылей) и груза, которые надежно удерживают СЛ на заданном горизонте в вертикальном положении, а на поверхности моря ловушечная станция маркируется сигнальным буюм [Денисов, 1998].

Расчет основных характеристик потоков взвеси, скоростей осадконакопления, абсолютных масс потока осадочного материала производился по следующим формулам:

$$V = M/S/T \quad [\text{г/м}^2/\text{сут}] \quad (5.2.1)$$

$$V' = V \times 365,25 \quad [\text{г/м}^2/\text{год}] \quad (5.2.2)$$

$$I = V'/\rho/1000 \quad [\text{мм/год}] \quad (5.2.3)$$

$$I' = I \times 1000 \quad [\text{мм}/1000 \text{ лет}] \quad (5.2.4)$$

$$A = V'/10 \quad [\text{г/см}^2/1000 \text{ лет}] \quad (5.2.5)$$

$$V'' = V/10 \quad [\text{мг/см}^2/\text{сут}] \quad (5.2.6)$$

$$\Psi = V \times C/10000 \quad [\text{мкг}(C)/\text{см}^2/\text{сут}], \quad (5.2.7)$$

где

$V$  – поток осаждающегося материала (вертикальный поток вещества)  $[\text{г/м}^2/\text{сут}]$ ;

$V'$  – поток осаждающегося материала (вертикальный поток вещества) за год  $[\text{г/м}^2/\text{год}]$ ;

$M$  – масса осевшей в ловушке взвеси, г;

$T$  – время экспонирования СЛ (сутки и доли суток);

$S$  – площадь рабочей поверхности СЛ ( $\text{м}^2$ );

$I$  – скорость осадконакопления (мм/год);

$I'$  – скорость осадконакопления (мм/1000 лет);

$\rho$  – плотность осадка ( $1,87 \text{ г/см}^3$ ) (средняя измеренная плотность ловушечной взвеси (200 измерений) в сухом весе);

365,25 – средняя продолжительность года (с учетом високосного года);

1000 – коэффициент;

$A$  – абсолютная масса потока осадочного материала  $[\text{г/см}^2/1000 \text{ лет}]$ ;

$V''$  – поток вещества в размерности  $[\text{мг/см}^2/\text{сут}]$ ;

$\Psi$  – поток химического элемента в составе осаждающегося материала  $[\text{мкг}(C)/\text{см}^2/\text{сут}]$ ;

$C$  – концентрация химического элемента во взвеси  $[\text{мкг/г}]$  (сухого веса).

## Обсуждение результатов

Максимальное поступление осаждающегося материала на шельфе связано с двумя глобальными поясами лавинной седиментации в этой части моря: 1 – граница река–море; 2 – у основания континентального склона. Для выделения областей лавинной седиментации А.П. Лисицыным предложены следующие кри-

терии: концентрация взвеси более 10 мг/л, скорости седиментации – более 100 Б, а абсолютные массы – более 5 г/см<sup>2</sup>/1000 лет [Лисицын, 1982]. В первом поясе лавинной седиментации скорость осадконакопления может достигать величин более 1000 Б. Величина 1 Б – это скорость накопления осадков, равная 1 мм/1000 лет (названа в честь Бубнова) [Лисицын, 1974]. Скорости осадконакопления в различных устьевых районах рек мира весьма велики. Так, в порту Нампхо (Корея) – 1,5 млн. Б, около 10 000 Б – в дельте Миссисипи и 5000–6000 Б в дельте Ориноко, в Сиамском заливе – 30 000 Б, близ устья Куры (Каспийское море) – 6000 Б на шельфе Каспийского моря обычные скорости осадконакопления 3000–4000 Б [Лисицын, 1982]. В Азовском море по определениям Д.Г. Панова и М.К. Спичака – 2400 Б [Панов, Спичак, 1961]. По данным Ю.А. Федорова с соавторами, полученными методами радиоактивных изотопов (Cs-137 и Pb-210) в Азовском море скорости осадконакопления составляют от 2000 до 4000 Б [Федоров и др., 2007]. По нашим данным, полученным в разные годы, скорости осадконакопления в устьевой области р. Дон достигают 240 000 Б в устье р. Днепр – более 30 000 Б, в устье Южного Буга – 37 000 Б, в дельте Дуная – около 880 000 Б, в устье Мзымты – 130 000 Б [Денисов, 1998].

Исследуемая зона шельфа Черного моря вместе с устьевыми участками рек составляет первый пояс лавинной седиментации. Устьевые участки рек как геохимически активные барьерные зоны достаточно подробно исследованы. Отметим наиболее важные характеристики этих участков. Как отмечал Б.А. Скопинцев, при попадании речного взвешенного материала в морскую воду происходит коагуляция глинистых и гумусовых частиц. В результате этого процесса осаждаются практически весь тонкопелитовый материал (<2 мкм). При этом максимальный коагулирующий эффект карбонатно-глинистых сгустков достигается при высокой мутности – 250–300 мг/л, и солености около 2‰ [Скопинцев, 1946, 1947]. На эффект коагуляции указывает уменьшение количества пелитовых частиц во взвеси предустьевых областей [Страхов, 1954]. Это происходит, как показали экспериментальные работы [Martin et al., 1970], перезарядкой или нейтрализацией глинистых частиц, когда они вступают в контакт с сильным электролитом, но по мере увеличения солености происходит уменьшение отрицательного заряда частиц и степень коагуляции также уменьшается. Методом ультрафильтрации показано, что наиболее быстро коагулируют органические и органо-минеральные коллоиды при перезарядке частиц (осаждается 60–80% растворенных гуминовых кислот, железа) [Sholkovitz, 1976]. При коагуляции и флокуляции на взвешенных частицах формируются пленки из аморфных гидроксидов, или вновь образуются коллоиды гидроокисного железа, являющиеся прекрасными сорбентами микроэлементов [Демина, 1982]. Работы Л.Л. Деминой с соавторами в устьях рек Азово-Черноморского бассейна показали, что содержание взвешенного материала в зоне смешения горных рек уменьшается в 30 раз, равнинных – в 6 раз по сравнению с мутностью речных вод. В среднем для изученных рек мутность на барьере река–

море изменяется от 720 до 30 мг/л, т.е. падает более чем в 20 раз. Из поверхностного слоя воды зоны смешения выводится 95,8% взвеси от ее исходного содержания в водах рек Черноморско-Азовского бассейна. При этом важно отметить, что взвешенная форма железа удаляется из воды (от 75 до 97%) в той же степени, что и само взвешенное вещество [Демина и др., 1978]. В устьевой области Дона при штилевой погоде осаждается до 73% пелитовых частиц [Демина и др., 1978]. Выявлено дифференцированное воздействие морской воды на терригенное агрегатообразование. В общем случае мутность воды в этой зоне уменьшается по экспоненциальной зависимости [Демина, 1982; Демина и др., 1978].

Основная часть (до 90%) твердого стока рек, абразионного материала клифов и бенчей, практически весь ракушечный материал осаждается и переотлагается в пределах первого пояса лавинной седиментации для широкого шельфа [Айбулатов, Новикова, 1984; Айбулатов, 1990; Айбулатов, Щербаков, 1989]. Ряд работ А.П. Лисицына убедительно показал, что в устьевых областях рек и у основания континентального склона осаждается огромное количество материала с исключительно высокими скоростями. Это доказывается методами изучения взвеси, скоростей осадконакопления, абсолютных масс и мощностей отложений. По его мнению, в пелагиаль океана поступает не более 8% речного материала [Лисицын, 1974, 1978, 1982, 1988].

Исследования данных авторов убедительно показывают, что барьер река–море или река–лиман–море является главным природным «фильтром» как для взвешенного, так и для многих форм растворенного вещества. Наши данные также подтверждают эти выводы и позволяют альтернативным методом СЛ количественно оценить степень оседания материала на дно по мере продвижения от мелководья (устьев рек) до глубины 50 м.

Седиментационные ловушки устанавливались не только для сбора фоновых, естественных (природных) потоков вещества, но и для сбора, например, потоков биогенного материала в районах свайных конструкций причалов (Лазаревское) прямо под пирсом, бетонные сваи которого полностью обросли мидиями. В данном месте можно считать, что поток вещества, поступающий на дно, состоит из биоотложений (фекалий и псевдофекалий мидий) + фоновая взвесь [Хрусталеv и др., 2001]. В районах размещения опытных мидийных плантаций (м. Утриш) на протяжении различных сезонов в течение года производились работы по наблюдению за количеством и химическим составом биоотложений мидий, которые собирались в СЛ, расположенных в углах квадратной мидийной плантации на трех и двух горизонтах [Денисов, 1998]. Методом седиментационных ловушек была решена задача разнеса взвеси и её размывания в толще воды при сбросе материала донных осадков при чистке портов и подходных каналов. Зона дампинга находилась в Керченском предпроливье [Денисов, 1998; Хрусталеv, Денисов, 2002]. Впоследствии метод СЛ применялся в Таганрогском заливе Азовского моря при мониторинге разнеса пятен взвеси в период работы земснарядов при дноуглублении судоходных каналов.

Работы с СЛ были начаты в 1984 г. в границах бывшего СССР, поэтому в базе данных есть сведения о потоках вещества в устье реки Дунай и собственно в реке, в устьевой зоне реки Днестр, в Днепровско-Бугском лимане, в реке Южный Буг, в зоне Тендровской косы, в некоторых точках Крымского шельфа и в шельфовой области республики Абхазия до устья р. Ингури.

Как показали проведенные нами исследования, максимальные количества осаждающегося седиментационного материала тяготеют к устьевым областям рек и прилегающим к ним акваториям. Все имеющиеся у нас данные инситуальных наблюдений (сборов осаждающегося вещества) с помощью СЛ приводятся в табл. 5.2.1. По интенсивности выноса осадочных веществ и условиям осадконакопления на взморьях реки Черного моря можно разделить на две группы.

К первой группе относятся крупные реки Дунай, Днепр, Южный Буг и Днестр, характеризующиеся выносом громадных количеств осадочного материала из гумидных областей [Денисов, 1998; Хрусталеv и др., 1990; Хрусталеv, Денисов, 2002]. Потоки осадочного материала и темпы его поступления на северо-западный шельф Черного моря остаются вне данной работы.

Реки северо-восточного и восточного побережья Черного моря следует отнести ко второй группе. Природные условия седиментогенеза переходных (устьевых) областей этих рек находятся под активным влиянием моря. Им свойственна быстрая смена речных условий на типично морские. В связи с незначительными размерами, а следовательно и малой инерционностью опресненные зоны отличаются существенной изменчивостью условий седиментогенеза как во времени, так и в пространстве. Предустьевое взморье этих рек обычно приглубое, со свалом глубин, открытое для воздействия морского волнения. Скорость стоковых течений в областях впадения рек резко уменьшается, что влечет за собой аккумуляцию терригенного материала близ морского края дельты. Волновой фактор является преобладающим в распределении осадочного материала на взморье, а также в формировании контура береговой линии [Денисов, 1998; Хрусталеv, Денисов, 2002]. Устьевые области прикавказских рек, а также восточный шельф Черного моря характеризуются чрезвычайно высокими темпами вертикального потока осадочного материала и относятся, по определению А.П. Лисицына, к первому глобальному поясу максимального накопления обломочного материала – к области лавинной седиментации [Лисицын, 1974, 1982]. Анализ интенсивности осаднения седиментационного материала всего Черного моря с использованием различных источников информации позволяет утверждать, что зона лавинной седиментации не ограничивается шельфом или даже подводным склоном. По крайней мере, по критерию скорости осадконакопления (более 100 Б) область лавинной седиментации заканчивается только в районе восточной халистазы. Практически вся акватория Черного моря относится к области лавинной седиментации.

По особенностям поведения потоков осаждающегося вещества можно выделить несколько географических провинций: Керченскую (Керченский пролив

Таблица 5.2.1  
Общие сведения о погодах вещества на шельфе Черного моря по данным 192 седиментационных ловушек  
(собственные данные)

№ СЛ	Долгота, в.д.	Широта, с.ш.	Глубина, м	Горизонт установки, м	T, экспозиция, сут.	Масса сухой взвеси, г	V, скорость вертикального потока, г/м <sup>2</sup> /сут	I, интенсивность поступления осадочного материала, мм/год	Район установки СЛ, дата	
									8	9
1	37,34	44,81	32	29	45	2,782	2,473	0,4831	мыс Утриш	28.06 - 12.08.1986
2	37,38	44,75	34	32	44	5,605	5,096	0,9953	мыс Утриш	28.06 - 12.08.1986
3	37,37	44,78	33	31	45	3,159	2,808	0,5485	мыс Утриш	28.06 - 12.08.1986
4	37,37	44,76	35	34	44	5,577	5,070	0,9904	мыс Утриш	28.06 - 12.08.1986
5	37,38	44,77	34	32	45	3,495	3,107	0,6068	мыс Утриш	28.06 - 12.08.1986
6	37,35	44,81	31	30	45	2,775	2,467	0,4819	мыс Утриш	28.06 - 12.08.1986
7	37,36	44,76	50	49	44	4,444	4,040	0,7892	мыс Утриш	28.06 - 12.08.1986
8	37,34	44,83	32	30	45	1,523	1,354	0,2645	мыс Утриш	28.06 - 12.08.1986
9	37,36	44,78	31	29	45	2,012	1,789	0,3494	мыс Утриш	28.06 - 12.08.1986
10	37,36	44,79	30	29	45	2,363	2,100	0,4102	мыс Утриш	28.06 - 12.08.1986
11	37,38	44,75	32	30	44	17,220	15,657	3,0581	мыс Утриш	28.06 - 12.08.1986
13	37,38	44,767	26	25	21	5,651	2,587	0,5054	мыс Утриш	07.08 - 27.08.1985
14	37,38	44,765	25	24	21	4,572	2,791	0,5452	мыс Утриш	07.08 - 27.08.1985
15	37,38	44,763	25	24	21	5,540	2,537	0,4954	мыс Утриш	07.08 - 27.08.1985
16	37,379	44,762	25	24	21	3,948	8,559	1,6717	мыс Утриш	07.08 - 27.08.1985
17	37,386	44,758	28	27	22	1,133	0,990	0,1934	мыс Утриш	07.08 - 28.08.1985
18	37,387	44,757	30	29	22	2,135	3,855	0,7530	мыс Утриш	07.08 - 28.08.1985

Таблица 5.2.1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
19	37,39	44,755	30	29	22	2,659	1,549	0,3026	мыс Утриш 07.08 - 28.08.1985
20	37,395	44,753	30	29	22	2,670	4,756	0,9289	мыс Утриш 07.08 - 28.08.1985
22	37,66	44,66	20	7	89	31,459	14,140	2,7619	Южная Озеревка 26.07 - 22.10.1987
23	37,66	44,66	20	10	52	2,220	2,585	0,5050	Южная Озеревка 01.09 - 22.10.1987
24	37,66	44,66	20	14	52	1,710	1,991	0,3890	Южная Озеревка 01.09 - 22.10.1987
25	37,66	44,66	20	19	52	1,400	1,630	0,3185	Южная Озеревка 01.09 - 22.10.1987
26	41,52	42,47	11	10	0,67	3,829	38,102	7,4421	мыс Анаклиа (устье р.Ингури) 31.07 - 01.08.1987
27	35,02	44,79	47	46	80	4,420	2,210	0,4317	Крым, Новый Свет 26.05-14.08.1987
28	31,69	46,03	20	10	0,21	0,070	6,667	1,3023	Тендровская коса 17.08.1987
29	31,69	46,03	20	14	0,21	0,130	12,382	2,4185	Тендровская коса 17.08.1987
30	31,69	46,03	20	18	0,21	0,050	3,175	0,6201	Тендровская коса 17.08.1987
31	31,93	46,59	6	5	0,33	1,130	34,247	6,6891	Днепровско-Бугский лиман 17 - 18.08.1987
32	30,74	45,79	30	29	0,38	0,200	10,528	2,0563	траверз Днестровского лимана, море, 20 - 21.08.1987
33	39,98	43,39	20	19	10,02	8,497	33,925	6,6263	Адлер, 23.06 - 02.07.1988
34	36,67	45,1	15	14	6,98	11,567	66,293	12,9485	Тамань, 16.06 - 21.06.1988
35	37,72	44,65	15	14	12,68	0,547	1,724	0,3368	мыс Колдун, 22.06 - 05.07.1988
36	37,72	44,64	30	28	12,69	0,757	2,386	0,4661	мыс Колдун, 22.06 - 05.07.1988
37	39,42	43,78	37	35	11	0,560	2,038	0,3981	Якорная шель, Головинка, 23.06 - 04.07.1988
38	41,5	42,47	14	13	0,42	0,158	6,466	1,2630	мыс Анаклиа (устье реки Ингури), 30.06.1988
39	29,58	45,41	4	3	1,32	157,860	4504,357	879,7949	р. Дунай, г.Вилково, 07 - 08.08.1987
40	31,97	47,0	8	7	1	5,022	189,153	36,9454	р. Ю.Буг, г.Николаев, 12 - 13.08.1987
41	32,6	46,61	8	7	0,68	0,750	41,542	8,1140	р. Днепр, г.Херсон, 10-11.08.1987
42	36,595	45,205	7	6	96,1	186,345	77,572	15,1515	Керченский пролив, 09.09 - 14.12.1987
43	36,598	45,21	6	5	96,1	268,333	111,703	21,8179	Керченский пролив, 09.09 - 14.12.1987

Таблица 5.2.1 (продолжение)

										10	
1	2	3	4	5	6	7	8	9			
44	36,61	45,208	6	5	96,1	215,437	89,683	17,5169	Керченский пролив, 09.09 - 14.12.1987		
45	31,43	46,65	5	4	0,68	1,278	75,156	14,6795	Березанский лиман, взморье, 14 - 15.08.1988		
46	31,97	47,0	10	9	1,04	0,823	29,806	5,8217	р. Ю.Буг, г. Николаев, 05 - 06.08.1988		
47	32,58	46,61	10	9	1,02	4,314	159,315	31,1175	р. Днепр, г. Херсон, 04 - 05.08.1988		
48	29,58	45,41	4	3	0,92	35,474	1452,289	283,6622	р. Дунай, г. Вилково, 02 - 03.08.1988		
49	37,388	44,753	25	10	75,1	75,000	60,478	11,8126	мыс Утриш, 19.07 - 3.10.1988, мид. плантация		
50	37,388	44,753	25	17	75,1	82,510	66,534	12,9954	мыс Утриш, 19.07 - 3.10.1988, мид. плантация		
51	37,388	44,753	25	24	75,1	90,900	73,299	14,3168	мыс Утриш, 19.07 - 3.10.1988, мид. плантация		
52	37,39	44,753	25	10	75	75,000	40,005	7,8138	мыс Утриш, 19.07 - 3.10.1988, мид. плантация		
53	37,39	44,753	25	17	75	45,045	24,027	4,6930	мыс Утриш, 19.07 - 3.10.1988, мид. плантация		
54	37,39	44,753	25	24	75	201,400	107,426	20,9826	мыс Утриш, 19.07 - 3.10.1988, мид. плантация		
55	37,389	44,754	25	10	75,14	79,480	42,315	8,2651	мыс Утриш, 19.07 - 3.10.1988, мид. плантация		
56	37,389	44,754	25	17	75,14	81,600	43,444	8,4855	мыс Утриш, 19.07 - 3.10.1988, мид. плантация		
57	37,389	44,754	25	24	75,14	128,140	68,222	13,3252	мыс Утриш, 19.07 - 3.10.1988, мид. плантация		
58	34,67	44,78	20	19	0,35	0,520	59,436	11,6090	Крым, Алушта, 28.09.88		
59	36,8	45,08	24	23	0,81	0,730	36,054	7,0420	мыс Железный Рог, 27.09.1988		
60	37,388	44,753	25	10	171,1	92,000	32,562	6,3600	мыс Утриш, 3.10.88 - 23.03.1989, мид. плантация		
61	37,388	44,753	25	17	171,1	316,000	111,844	21,8454	мыс Утриш, 3.10.88 - 23.03.1989, мид. плантация		
62	37,388	44,753	25	24	171,1	350,500	124,054	24,2304	мыс Утриш, 3.10.88 - 23.03.1989, мид. плантация		
63	37,39	44,753	25	10	171,3	436,500	101,939	19,9107	мыс Утриш, 3.10.88 - 23.03.1989, мид. плантация		
64	37,39	44,753	25	17	171,3	226,000	52,779	10,3089	мыс Утриш, 3.10.88 - 23.03.1989, мид. плантация		
65	37,39	44,753	25	24	171,3	301,000	70,294	13,7300	мыс Утриш, 3.10.88 - 23.03.1989, мид. плантация		
66	37,389	44,754	25	10	171,4	431,000	100,596	19,6484	мыс Утриш, 3.10.88 - 23.03.1989, мид. плантация		
67	37,389	44,754	25	17	171,4	357,000	83,324	16,2749	мыс Утриш, 3.10.88 - 23.03.1989, мид. плантация		
68	36,66	44,84	48	47	0,63	0,081	1,713	0,3345	Керченское предпроливье, район дампинга, 29 - 30.05.1989		

Таблица 5.2.1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
69	36,65	44,84	48	47	0,63	0,047	0,994	0,1942	Керченское предпроливье, район дампинга, 29 - 30.05.1989
70	36,61	44,80	50	23	0,304	0,039	2,592	0,5064	Керченское предпроливье, район дампинга, 01 - 02.06.1989
71	36,61	44,80	50	48	0,304	0,022	1,416	0,2766	Керченское предпроливье, район дампинга, 01 - 02.06.1989
72	39,16	44,03	5	4,5	0,524	2,945	224,836	43,9152	устье р. Шепси, 03 - 04.08.1989
73	39,95	43,39	15	14,5	3,04	2,672	35,165	6,8684	бухта Имеретинская, 05 - 08.08.1989, мид. плантация
74	39,955	43,397	15	14,5	3,02	2,053	27,197	5,3121	бухта Имеретинская, 05 - 08.08.1989, мид. плантация
75	39,963	43,395	15	14,5	2,96	2,370	32,024	6,2550	бухта Имеретинская, 05 - 08.08.1989, мид. плантация
76	39,93	43,42	1	0,6	0,97	18,437	760,392	148,5205	устье р. Мзымта, 09 - 10.08.1989
77	39,37	43,87	1	0,5	0,44	0,326	29,622	5,7857	устье р. Цусхвадж, пос. Солоники, 10 - 11.08.1989
78	39,37	43,87	1	0,5	0,476	0,168	14,136	2,7611	устье р. Цусхвадж, пос. Солоники, 10 - 11.08.1989
79	39,33	43,9	1	0,5	0,951	1,468	61,740	12,0592	устье р. Псеуапсе, 11 - 12.08.1989
80	39,26	43,96	2	1,5	0,472	3,667	310,825	60,7107	устье р. Апле, 12 - 13.08.1989
81	39,08	44,087	2,5	2	1,128	9,471	335,898	65,6080	устье р. Туапсе, 13 - 14.08.1989
82	39,03	44,13	1	0,5	0,368	0,209	22,731	4,4398	устье р. Агой, пос. Агой, 13 - 14.08.1989
83	38,75	44,3	2	1,5	0,441	3,837	348,042	67,9798	устье р. Шапсухо, пос. Лермонтово, 14 - 15.08.1989
84	38,53	44,362	1,5	1	0,517	1,226	94,882	18,5324	устье р. Вулан, пос. Архипо-Осиповка, 15-16.08.1989
85	38,33	44,392	2,5	2	1,663	1,423	34,227	6,6852	устье р. Пшада, 16 - 18.08.1989

Таблица 5.2.1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
86	38,325	44,388	3	2,5	0,413	1,530	148,202	28,9469	устье р. Ппада, 17 - 18.08.1989
87	37,384	44,765	10	9,5	1,938	0,201	4,155	0,8116	мыс Утриш, море, траверз озера Змеиного, 19 - 21.08.1989
88	37,31	44,92	2	1,5	2,139	0,322	6,026	1,1770	устье р. Анапка, 19 - 21.08.1989
89	36,583	45,173	9	8	10	2,791	6,434	1,2567	Керченский пролив, 18 - 28.04.1990
90	36,603	45,16	9	8	10	1,819	4,194	0,8192	Керченский пролив, 18 - 28.04.1990
91	36,585	45,162	10	9	10	2,545	10,182	1,9888	Керченский пролив, 18 - 28.04.1990
92	36,548	45,178	10	9	10	1,843	4,249	0,8298	Керченский пролив, 18 - 28.04.1990
93	36,468	45,125	10	9	10	0,749	1,727	0,3373	Керченский пролив, 18 - 28.04.1990
94	36,468	45,138	10	9	10	7,482	29,933	5,8466	Керченский пролив, 18 - 28.04.1990
95	36,45	45,143	9	8	10	9,067	36,270	7,0844	Керченский пролив, 18 - 28.04.1990
96	36,41	45,205	9	8	10	1,304	3,006	0,5872	Керченский пролив, 18 - 28.04.1990
97	36,423	45,188	9	8	10	12,842	51,374	10,0344	Керченский пролив, 18 - 28.04.1990
98	36,796	44,97	28	26,5	7,91	0,585	1,705	0,3330	Керченское предпроливье, буровая платформа, 23 - 31.05.1990
99	38,23	44,38	20	18	3,28	0,283	1,991	0,3888	Траверз устья р. Ппада, 24 - 27.05.1990
100	38,51	44,35	21	20	3,304	0,414	2,889	0,5643	Траверз устья р. Вулан, Архипо-Осиповка, 24-27.05.1990
101	38,74	44,29	20	19	3,18	0,185	1,338	0,2614	Траверз устья р. Шапсухо, Лермонтово, 24 - 27.05.1990
102	38,84	44,23	20	19	3,09	0,011	0,084	0,0164	мыс Бескровный, Новомихайловка, 24 - 27.05.1990
103	38,84	44,172	20	18	3,014	0,183	1,397	0,2729	мыс Широкий, 24 - 27.05.1990
104	39,235	43,96	20	19	2,79	0,282	2,328	0,4547	Траверз устья р. Апе, 24 - 27.05.1990
105	39,43	43,79	20	18	2,64	0,290	2,536	0,4954	Траверз устья р. Шахе, Головинка, 24 - 27.05.1990

Таблица 5.2.1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
106	39,85	43,48	20	19	2,35	0,438	4,293	0,8385	Траверз устья р. Хоста, пос. Хоста, 24 - 27.05.1990
107	40,58	43,078	20	19	1,34	0,992	17,069	3,3339	Полигон Гудаута, 25 - 26.05.1990
108	40,58	43,082	15	14	1,33	0,455	7,883	1,5398	Полигон Гудаута, 25 - 26.05.1990
109	40,642	43,082	13	12	1,23	1,162	21,786	4,2553	Полигон Гудаута, 25 - 26.05.1990
110	40,687	43,073	16	15	1,16	0,721	14,335	2,7999	Полигон Гудаута, 25 - 26.05.1990
111	40,687	40,072	21	20	1,17	0,738	14,547	2,8413	Полигон Гудаута, 25 - 26.05.1990
112	36,62	44,82	50	10	2,44	5,335	50,408	9,8457	Керченское предпроливье, район дампинга, 05 - 08.08.1990
113	36,62	44,82	50	20	2,44	3,315	31,325	6,1184	Керченское предпроливье, район дампинга, 05 - 08.08.1990
114	36,62	44,82	50	48	2,44	17,124	280,755	54,8373	Керченское предпроливье, район дампинга, 05 - 08.08.1990
115	36,64	44,84	50	5	1,88	3,088	37,874	7,3977	Керченское предпроливье, район дампинга, 06 - 08.08.1990
116	36,64	44,84	50	15	1,88	6,450	79,104	15,4507	Керченское предпроливье, район дампинга, 06 - 08.08.1990
117	36,64	44,84	50	20	1,88	5,082	62,324	12,1732	Керченское предпроливье, район дампинга, 06 - 08.08.1990
118	36,66	44,85	50	10	1,92	3,265	39,204	7,6573	Керченское предпроливье, район дампинга, 06 - 08.08.1990
119	36,66	44,85	50	20	1,92	2,338	28,079	5,4845	Керченское предпроливье, район дампинга, 06 - 08.08.1990
120	36,66	44,85	50	47	1,92	14,443	300,924	58,7767	Керченское предпроливье, район дампинга, 06 - 08.08.1990
121	37,378	44,765	27	16	55	58,104	24,356	4,7573	мыс Утриш, 26.04 - 20.06.1990, мидийная плантация

Таблица 5.2.1 (продолжение)

										10
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
122	37,378	44,765	27	26	55	27,808	11,657	2,2768	мыс Утриш, 26.04 - 20.06.1990, мидийная плантация	
123	37,379	44,766	25	14	54,01	121,672	51,938	10,1446	мыс Утриш, 26.04 - 20.06.1990, мидийная плантация	
124	37,379	44,766	25	24	54,01	32,292	13,784	2,6924	мыс Утриш, 26.04 - 20.06.1990, мидийная плантация	
125	37,379	44,768	25	14	54,04	173,938	74,208	14,4944	мыс Утриш, 26.04 - 20.06.1990, мидийная плантация	
126	37,379	44,768	25	24	54,04	84,065	35,865	7,0052	мыс Утриш, 26.04 - 20.06.1990, мидийная плантация	
127	37,381	44,767	20	9	54,07	166,463	70,979	13,8637	мыс Утриш, 26.04 - 20.06.1990, мидийная плантация	
128	37,381	44,767	20	19	54,07	51,905	22,132	4,3228	мыс Утриш, 26.04 - 20.06.1990, мидийная плантация	
129	37,381	44,766	20	9	54,06	200,443	85,484	16,6968	мыс Утриш, 26.04 - 20.06.1990, мидийная плантация	
130	37,381	44,766	20	19	54,06	163,992	69,939	13,6605	мыс Утриш, 26.04 - 20.06.1990, мидийная плантация	
131	37,388	44,754	20	19	53,92	31,455	13,450	2,6270	мыс Утриш, 27.04 - 20.06.1990, мидийная плантация	
132	37,378	44,765	27	16	23,19	19,646	19,532	3,8150	мыс Утриш, 21.06 - 14.07.1990, мидийная плантация	
133	37,378	44,765	27	26	23,19	7,445	7,402	1,4457	мыс Утриш, 21.06 - 14.07.1990, мидийная плантация	
134	37,379	44,766	25	14	22,88	44,876	45,219	8,8323	мыс Утриш, 19.06 - 12.07.1990, мидийная плантация	
135	37,379	44,768	25	14	22,88	41,153	41,468	8,0997	мыс Утриш, 19.06 - 12.07.1990, мидийная плантация	

Таблица 5.2.1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
136	37,379	44,768	25	24	22,88	30,917	31,153	6,0849	мыс Утриш, 19.06 - 12.07.1990, мидийная плантация
137	37,381	44,767	20	9	22,88	47,357	47,720	9,3207	мыс Утриш, 19.06 - 12.07.1990, мидийная плантация
138	37,381	44,767	20	19	22,88	19,439	19,588	3,8260	мыс Утриш, 19.06 - 12.07.1990, мидийная плантация
139	37,381	44,766	20	9	22,88	53,768	54,180	10,5825	мыс Утриш, 19.06 - 12.07.1990, мидийная плантация
140	37,381	44,766	20	19	22,88	17,888	18,025	3,5207	мыс Утриш, 19.06 - 12.07.1990, мидийная плантация
141	37,379	44,766	25	14	96	570,554	137,024	26,7636	мыс Утриш, 14.07 - 18.10.1990, мидийная плантация
142	37,379	44,766	25	24	96	100,478	24,131	4,7132	мыс Утриш, 14.07 - 18.10.1990, мидийная плантация
143	37,379	44,768	25	14	96	127,908	30,718	5,9999	мыс Утриш, 14.07 - 18.10.1990, мидийная плантация
144	37,379	44,768	25	24	96	115,441	27,724	5,4151	мыс Утриш, 14.07 - 18.10.1990, мидийная плантация
145	37,381	44,767	20	9	96	243,293	58,429	11,4124	мыс Утриш, 14.07 - 18.10.1990, мидийная плантация
146	37,381	44,767	20	19	96	60,003	14,410	2,8146	мыс Утриш, 14.07 - 18.10.1990, мидийная плантация
147	37,381	44,766	20	9	96	161,303	38,738	7,5664	мыс Утриш, 14.07 - 18.10.1990, мидийная плантация
148	37,381	44,766	20	19	96	55,744	13,387	2,6148	мыс Утриш, 14.07 - 18.10.1990, мидийная плантация
149	29,94	45,46	17	16	7	3,900	16,716	3,2651	Устье Дуная, 6 км от берега, 1984, лето

Таблица 5.2.1 (продолжение)

	10									
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
150	29,88	45,45	22	21	7	4,100	17,574	3,4325	устье Дуная, 10,5 км от берега, 1984, лето	
151	30,01	45,43	30	29	7	0,610	2,615	0,5107	устье Дуная, 15 км от берега, 1984, лето	
152	31,42	46,42	17	16	5	1,580	9,481	1,8519	гирло Днепроовско-Бугского лимана, 1984, лето	
153	31,42	46,58	9	8	5	1,964	11,786	2,3020	гирло Днепроовско-Бугского лимана, 1984, весна	
154	39,33722	43,89722	5	4,5	0,32	0,1121	14,014	2,7373	Лазаревское, 07 - 08.1999, устье р. Песзуапсе	
155	39,33332	43,89584	7	6,5	0,32	0,1762	22,028	4,3025	Лазаревское, 07 - 08.1999, устье р. Песзуапсе	
156	39,3275	43,8975	17	16	5,83	5,0893	34,922	6,8210	Лазаревское, 07 - 08.1999, траверз яхтклуба	
157	39,32389	43,89583	12	11	5,79	3,1473	21,746	4,2474	Лазаревское, 07 - 08.1999, траверз яхтклуба	
158	39,32472	43,90556	5	4,5	2,68	12,4575	266,746	52,1011	Лазаревское, 07 - 08.1999, биоотлож. мидий, пирс	
159	39,32444	43,90556	5,5	5	2,68	7,5892	162,504	31,7404	Лазаревское, 07 - 08.1999, биоотлож. мидий, пирс	
160	39,32417	43,90528	6	5,5	2,68	12,7924	273,917	53,5018	Лазаревское, 07 - 08.1999, биоотлож. мидий, пирс	
163	39,08944	44,06889	11	10	8	42,3025	211,538	41,3178	Туапсе, б.о. «Весна», 07 - 08.2000	
164	39,08278	44,06528	17	16	8	36,6993	183,519	35,8450	Туапсе, б.о. «Весна», 07 - 08.2000	
165	39,32472	43,89694	10	9	6,542	6,3839	39,040	7,6253	Лазаревское, 07 - 08.2001, траверз яхтклуба	
166	39,32222	43,89556	13	12	6,549	8,8954	54,341	10,6140	Лазаревское, 07 - 08.2001, траверз яхтклуба	
167	39,32	43,89472	17	16	6,556	19,6102	119,669	23,3739	Лазаревское, 07 - 08.2001, траверз яхтклуба	
168	39,31833	43,89333	22	21	7,691	43,2473	224,951	43,9377	Лазаревское, 07 - 08.2001, траверз яхтклуба	
169	39,33306	43,89333	11	7	5,076	2,4896	19,619	3,8321	Лазаревское, 07 - 08.2001, устье Песзуапсе	
170	39,33111	43,89194	13	10	5,076	5,7727	45,492	8,8855	Лазаревское, 07 - 08.2001, устье Песзуапсе	
171	39,32833	43,89	17	16	5,083	7,6463	60,175	11,7535	Лазаревское, 07 - 08.2001, устье Песзуапсе	
173	39,32139	43,89472	15	14	7,708	51,8941	269,322	52,6042	Лазаревское, 01 - 09.08.2002, траверз яхтклуба	
174	39,32056	43,89389	18	17	7,75	26,9147	138,931	27,1362	Лазаревское, 01 - 09.08.2002, траверз яхтклуба	
175	39,31833	43,89333	20	19	7,729	21,2574	110,024	21,4900	Лазаревское, 01 - 09.08.2002, траверз яхтклуба	
176	36,86944	45,10806	6	5	3	0,25	3,334	0,6511	Тамань (южнее м. Железный Рог), район Соленого озера, 08.2003	

Таблица 5.2.1 (окончание)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
177	36,86889	45,10722	8	7	3	0,3	4,000	0,7814	Тамань (южнее м. Железный Рог), район Соленого озера, 08.2003
178	36,86806	45,10639	10	9	3	0,45	6,001	1,1721	Тамань (южнее м. Железный Рог), район Соленого озера, 08.2003
179	39,1075	44,06139	14	13	6	18,46	123,081	24,0404	Гизель-Дере, 08.2004
180	39,92278	43,41	12	11	2,042	4,79	93,855	18,3318	Адлер, 08.2005, СЛ 1, море
181	39,92556	43,4125	2,5	2	0,264	2,35	356,238	69,5808	Адлер, 08.2005, СЛ 2, устье Мзымты
184	38,52333	44,35111	16	15	3,118	1,69	21,682	4,2350	Архипо-Осиповка, 08.2006, море, СЛ 1.
185	38,52306	44,34889	20	19	3,132	0,58	7,409	1,4470	Архипо-Осиповка, 08.2006, море, СЛ 2.
186	38,52333	44,34667	25	24	3,115	0,12	1,541	0,3011	Архипо-Осиповка, 08.2006, море, СЛ 3.
187	38,53167	44,37194	2,5	1,5	2,181	3,3	60,541	11,8249	Архипо-Осиповка, 08.2006, река Вулан, СЛ 4.
214	37,70182	44,64654	25	24	4,26	1,680	15,788	3,0837	Широкая Балка, 08.2008, СЛ2
215	37,70186	44,64521	35	34	4,26	1,120	10,508	2,0525	Широкая Балка, 08.2008, СЛ3
216	37,70207	44,64291	40	39	4,26	0,750	7,037	1,3744	Широкая Балка, 08.2008, СЛ4
226	37,70087	44,64892	11,5	10,5	4,93	18,570	150,734	29,4415	Широкая Балка, 08.2010, СЛ5
227	37,7007	44,64826	15	14	4,93	27,190	220,766	43,1202	Широкая Балка, 08.2010, СЛ4
228	37,70067	44,64703	20	19	4,93	27,180	220,685	43,1043	Широкая Балка, 08.2010, СЛ3
229	37,70128	44,64612	25	24	4,92	14,070	114,481	22,3606	Широкая Балка, 08.2010, СЛ2
230	37,7007	44,63916	32	7	4,92	0,160	1,302	0,2543	Широкая Балка, 08.2010, СЛ1 (7 м)
231	37,7007	44,63916	32	17	4,92	0,720	5,858	1,1443	Широкая Балка, 08.2010, СЛ1 (17 м)
232	37,7007	44,63916	32	22	4,92	1,000	8,137	1,5892	Широкая Балка, 08.2010, СЛ1 (22 м)
233	37,7007	44,63916	32	31	4,92	3,380	27,502	5,3716	Широкая Балка, 08.2010, СЛ1 (31 м)

– Анапа), Утришскую (Анапа – мыс Утришёнок), Новороссийско-Джубгинскую провинцию (Ю. Озереевка – р. Джубга), Туапсинскую (от пос. Лермонтово, р. Шапсухо до р. Шепси включительно), Сочинскую (от пос. Магри, р. Макопсе до г. Адлера, р. Мзымты) и Южную (от р. Псоу до р. Ингури, включая Гудауту) провинции (табл. 5.2.2).

Все данные инситуальных ловушечных сборов были сгруппированы по вышеназванным провинциям, а также распределены по глубинам.

Рассмотрим особенности осаждения седиментационного материала на разных участках акватории шельфа. Обобщенные характеристики потоков, скоростей осадконакопления и абсолютных масс потоков осадочного материала в функции глубины установки ловушек приведены в табл. 5.2.2–5.2.9 и на рис. 5.2.2–5.2.8, где сплошными линиями показаны графики потоков вещества, а пунктирными линиями – аппроксимации (тренды).

В табл. 5.2.3–5.2.9 приводятся сведения об осредненных вертикальных потоках и интенсивности поступления осадочного материала в пределах различных провинций восточного шельфа Черного моря также в функции глубины.

Сравнение наших данных с результатами турецко-американского эксперимента [Honjo et al., 1987; Izdar et al., 1987] позволяет утверждать, что в мелководной части шельфа происходят наиболее динамичные процессы образования, транспортировки и трансформации вещества. Вместе с тем, анализ величин потоков осаждающейся взвеси на исследуемом участке шельфа позволяет предполагать, что на глубинах, существенно меньших 30 м, наблюдаются очень низкие потоки осаждающегося вещества, которые несомненно могут классифицироваться как вертикальные от 0,09 до 450 мг/м<sup>2</sup>/сут, т.е. величины потоков, полученные нами, сопоставимы с глубоководными потоками вещества, и это безусловно говорит о репрезентативности выполненных нами работ.

По данным К.М. Шимкуса и А.В. Комарова, скорости осадконакопления на малых глубинах восточного шельфа в позднеголоценовое (современное в широком смысле) время составляли от 40 до 80 см/1000 лет [Шимкус, Комаров, 1996], что хорошо согласуется с нашими данными, полученными методом СЛ.

На рис. 5.2.2 для всего шельфа моря построена зависимость потоков осаждающегося вещества от глубины и эти же данные приведены в табл. 5.2.3. На большом массиве данных прослеживается степенная зависимость поток – глубина с коэффициентом корреляции 0,71.

Для Керченской провинции (см. табл. 5.2.4) в диапазоне глубин 2–26 м величина потоков осаждения взвеси изменяется от 15 до 52 г/м<sup>2</sup>/сут. Глубже 35 м – темпы осадконакопления становятся характерными для черноморских – от 5 до 1,7 г/м<sup>2</sup>/сут.

На мелководье ситуация в значительной степени определяется волнением, ветром и течениями. Диапазон изменений потоков осаждающегося материала на восточном шельфе составляет от 4,42 до 374,2 г/м<sup>2</sup>/сут. В единицах скорости осадконакопления это составит 0,016–52,6 мм/год. Необходимо отметить, что на глуби-

Таблица 5.2.2

**Осредненные вертикальные потоки и интенсивность осаднения  
седиментационного материала на восточном шельфе Черного моря, сухой вес  
(собственные данные, 192 СЛ, 1984 – 2010 гг.)**

№ п/п	Район, провинция	К-во, шт.	Средняя глубина установки СЛ, м	Вертикальный поток вещества V, г/м <sup>2</sup> /сут	Вертикальный поток вещества V'', мг/см <sup>2</sup> /сут	Скорость осаконакопления I, мм/год	Абсолютная масса потока осадочного вещества A, г/см <sup>2</sup> /1000 лет
1	Весь шельф Черного моря (+дампинг, биоотложения мидий)	192	19,7	91,093	9,11	17,792	3327,187
2	Весь шельф Черного моря (без лиманов и устьев рек, биоотложений и дампинга)	94	21,1	27,047	2,71	5,283	987,875
3	Восточный шельф с предпроливьем (без Керченского пролива, лиманов и устьев рек, биоотложений, дампинга)	74	22,2	30,303	3,03	5,919	1106,824
4	Керченская провинция (Керченский пролив, предпроливье, Анапа)	24	16,5	23,373	2,34	4,565	853,701
5	Утришская провинция (фоновые СЛ, без биоотложений мидий)	20	30,2	3,887	0,39	0,759	141,974
6	Утришская провинция (СЛ только с биоотложениями мидий)	45	23,7	51,240	5,12	10,008	1871,528
7	Новороссийско-Джубгинская провинция (Ю. Озереевка– Джубга, до р. Джубга)	15	15,8	26,521	2,65	5,180	968,696
8	Туапсинская провинция (от п. Лермонтово, р. Шапсухо до р. Шепси включительно)	11	10,4	134,537	13,45	26,278	4913,980
9	Сочинская провинция (от п. Магри, р. Макопсе до г. Адлера, р. Мзымта)	38	11,0	121,967	12,20	23,823	4454,828
10	Южная провинция (от р. Псоу до р. Ингури, включая Гудауту)	7	15,7	17,170	1,72	3,354	627,126

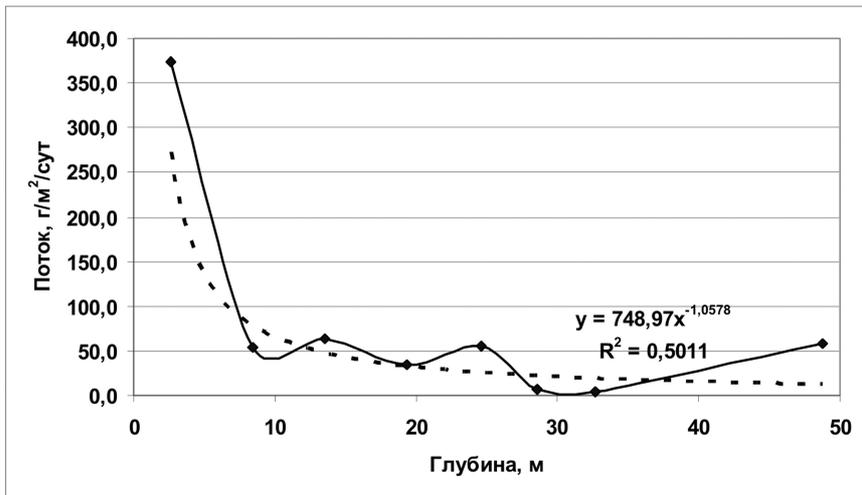


Рис. 5.2.2. Изменение потоков осаждающегося материала (г/м²/сут) на всем шельфе Чёрного моря по глубине (N = 188 СЛ).

Таблица 5.2.3

Осредненные вертикальные потоки вещества и интенсивность поступления осадочного материала на дно шельфа Чёрного моря (восточный шельф, Керченский пролив, предпроливье, Крым, северо-западная часть Чёрного моря, биоотложения мидий, дампинг), N = 188 СЛ, сухой вес (собственные данные)

Средняя глубина установки СЛ, м	К-во СЛ, шт	Вертикальный поток вещества V, г/м²/сут	Интенсивность поступления осадочного материала I, мм/год	Абсолютная масса потока осадочного материала A, г/см²/1000 лет
2,6	27	374,202	73,089	13667,724
8,4	27	53,612	10,472	1958,174
13,5	17	63,273	12,358	2311,033
19,3	41	34,397	6,719	1256,367
24,6	37	54,806	10,705	2001,785
28,6	14	6,858	1,340	250,506
32,7	9	4,424	0,864	161,604
48,8	16	57,813	11,292	2111,605

нах 13 и 25 м отмечаются локальные пики потоков, что может быть связано как с вдольбереговым потоком взвесей, так и с концентрирующей функцией термоклина.

Связано это с выносом значительного количества взвеси из Азовского моря через Керченский пролив, абразией Таманско-Анапского участка берега, аэро-

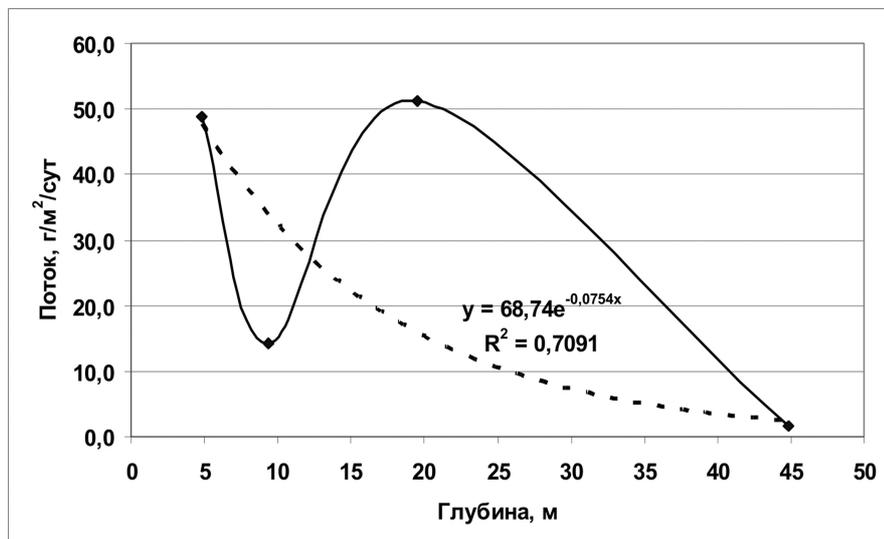
Таблица 5.2.4

**Осредненные вертикальные потоки вещества и интенсивность поступления осадочного материала на дно Керченской провинции шельфа Черного моря (Керченский пролив, предпроливье, Тамань, Железный Рог, Анапа) (N = 24 СЛ), сухой вес (собственные данные)**

Средняя глубина установки СЛ, м	К-во СЛ, шт.	Вертикальный поток вещества V, г/м <sup>2</sup> /сут	Интенсивность поступления осадочного материала I, мм/год	Абсолютная масса потока осадочного материала A, г/см <sup>2</sup> /1000 лет
4,8	6	48,803	9,532	1782,513
9,4	11	14,306	2,794	522,543
19,5	2	51,174	9,995	1869,113
44,8	5	1,684	0,329	61,512

зольными выносами. Общая тенденция уменьшения потоков с глубиной описывается экспоненциальной зависимостью с  $R = 0,84$ , что весьма близко к зависимости для всего восточного шельфа (см. рис. 5.2.3).

В районе провинции Утриш минимально влияние речного стока. В поставке седиментационного вещества играют роль абразия пород пляжного материала, аэрозольная и биогенная компоненты. В данном районе прозрачность воды всегда очень высока, так, в октябре прозрачность воды по диску Секки составляет 18–20 м. Вертикальные потоки вещества изменяются от 1 до 16 г/м<sup>2</sup>/сут, при осреднен-



**Рис. 5.2.3.** Изменение потоков осаждающегося материала (г/м<sup>2</sup>/сут) в Керченской провинции шельфа Черного моря по глубине (N = 24 СЛ).

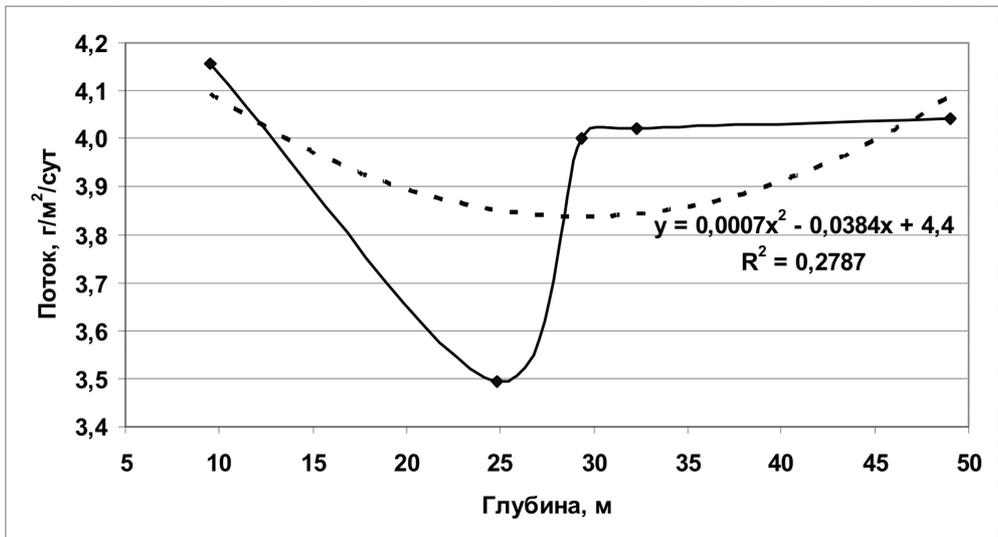
ных значениях, очень равномерно наблюдаемых практически во всем диапазоне глубин от 10 до 50 м, составляют 3,5–4,2 г/м<sup>2</sup>/сут (см. табл. 5.2.5).

Наблюдается незначительная тенденция уменьшения потоков с глубиной места. Коэффициент корреляции степени уменьшения вертикальных потоков осадения составляет 0,53 для варианта полиномиальной зависимости (см. рис. 5.2.4). Наиболее вероятной причиной такого типа распределения являются летние мощные бризы и периодические сильные норд-осты, приводящие к прибрежному ап-

Таблица 5.2.5

**Осредненные вертикальные потоки вещества и интенсивность поступления осадочного материала на дно Утришской провинции шельфа Черного моря (N = 20 СЛ), сухой вес (собственные данные)**

Средняя глубина установки СЛ, м	К-во СЛ, шт.	Вертикальный поток вещества V, г/м <sup>2</sup> /сут	Интенсивность поступления осадочного материала I, мм/год	Абсолютная масса потока осадочного материала A, г/см <sup>2</sup> /1000 лет
10,0	1	4,155	0,812	151,772
25,8	5	3,493	0,682	127,574
30,9	9	4,000	0,781	146,102
34,0	4	4,020	0,785	146,837
50,0	1	4,040	0,789	147,579



**Рис. 5.2.4.** Изменение потоков осаждающегося материала (г/м<sup>2</sup>/сут) на акватории Утришской провинции шельфа Черного моря по глубине (N = 20 СЛ).

веллингу [Ткаченко, 1998]. Возникающая вертикальная циркуляция воды в данном районе приводит к выносу поверхностной воды в море на 5 и более миль [Ткаченко, 1998; Сапожников и др., 2001].

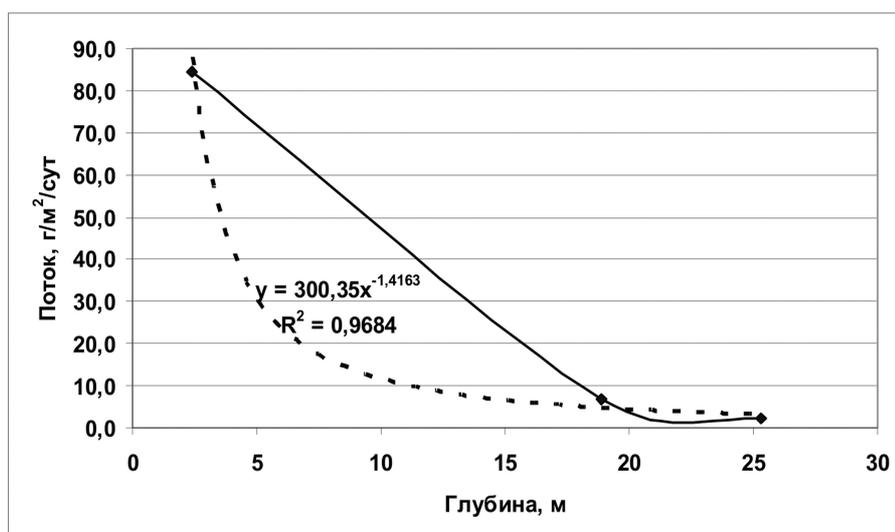
В Новороссийско-Джубгинской провинции (от Южной Озереевки до г. Джубга) потоки осаждающегося вещества с глубиной уменьшаются практически линейно (см. табл. 5.2.6). Степенная зависимость описывает уменьшение потоков с коэффициентом корреляции  $R = 0,98$ . На глубине 19 м величина потока составляет менее  $6 \text{ г/м}^2/\text{сут}$  (см. рис. 5.2.5).

В Туапсинской провинции уменьшение потока вещества существенно заметно с 15-метровой глубины. Диапазон средних значений составляет от 192 до  $0,9 \text{ г/м}^2/$

Таблица 5.2.6

**Осредненные вертикальные потоки вещества и интенсивность поступления осадочного материала на дно Новороссийско-Джубгинской провинции (Ю. Озереевка–Джубга, до р. Джубга) шельфа Черного моря (N = 15 СЛ), сухой вес (собственные данные)**

Средняя глубина установки СЛ, м	К-во СЛ, шт.	Вертикальный поток вещества V, $\text{г/м}^2/\text{сут}$	Интенсивность поступления осадочного материала I, мм/год	Абсолютная масса потока осадочного материала A, $\text{г/см}^2/1000 \text{ лет}$
2,4	4	84,463	16,497	3085,004
18,9	8	6,644	1,298	242,680
25,3	3	2,272	0,444	82,998



**Рис. 5.2.5.** Изменение потоков осаждающегося материала ( $\text{г/м}^2/\text{сут}$ ) на акватории Новороссийско-Джубгинской провинции шельфа Черного моря по глубине (N = 15 СЛ).

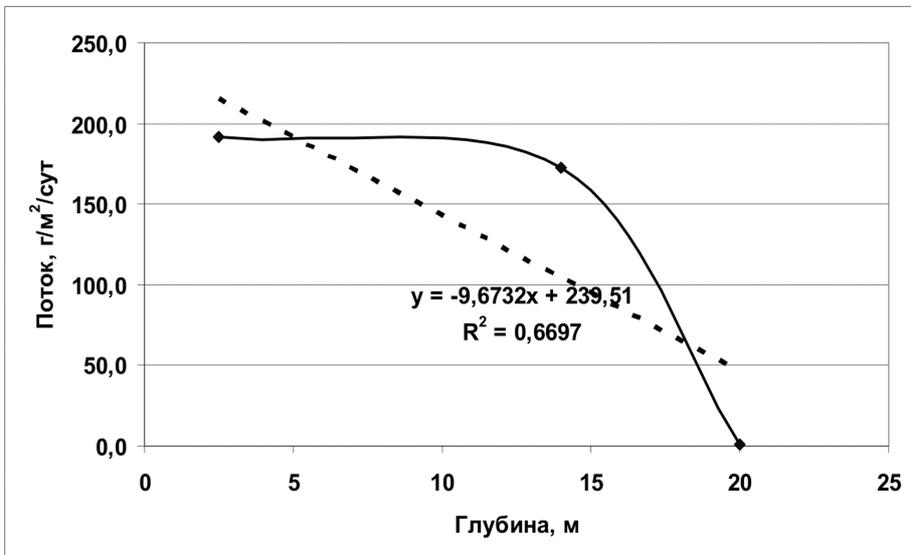
сут. С глубины 20 м в море черты седиментации становятся морскими – менее 0,9 г/м<sup>2</sup>/сут. Уменьшение потоков взвеси описывается практически линейной зависимостью с  $R = 0,82$  (см. табл. 5.2.7, рис. 5.2.6).

В акватории Сочинской провинции вертикальные потоки осаждения становятся характерными для глубоководья, начиная с глубин 25–30 м (см. табл. 5.2.8). Коэффициент корреляции экспоненциальной зависимости составляет 0,92 (см. рис. 5.2.7).

Таблица 5.2.7

**Осредненные вертикальные потоки вещества и интенсивность поступления осадочного материала на дно Туапсинской провинции (от пос. Лермонтово, р. Шапсухо до р. Шепси включительно) шельфа Черного моря (N = 11 СЛ), сухой вес (собственные данные)**

Средняя глубина установки СЛ, м	К-во СЛ, шт.	Вертикальный поток вещества V, г/м <sup>2</sup> /сут	Интенсивность поступления осадочного материала I, мм/год	Абсолютная масса потока осадочного материала A, г/см <sup>2</sup> /1000 лет
2,5	5	191,791	37,461	7005,164
14,0	3	172,713	33,734	6308,328
20,0	3	0,940	0,184	34,327



**Рис. 5.2.6.** Изменение потоков осаждающегося материала (г/м<sup>2</sup>/сут) в Туапсинской провинции шельфа Черного моря по глубине (N = 11 СЛ).

Таблица 5.2.8

Осредненные вертикальные потоки вещества и интенсивность поступления осадочного материала на дно акватории Сочинской провинции (от п. Магри, р. Макопсе до г. Адлера, р. Мзымта) шельфа Черного моря (N = 38 шт.), сухой вес, (собственные данные)

Средняя глубина установки СЛ, м	К-во СЛ, шт.	Вертикальный поток вещества V, г/м <sup>2</sup> /сут	Интенсивность поступления осадочного материала I, мм/год	Абсолютная масса потока осадочного материала A, г/см <sup>2</sup> /1000 лет
1,7	10	247,670	48,375	9046,145
5,1	5	144,808	28,284	5289,116
9,0	3	33,812	6,604	1234,970
13,4	9	66,529	12,994	2429,968
19,1	10	73,176	14,293	2672,737
37,0	1	2,038	0,398	74,440

Для сравнения мы приводим информацию о характере изменения седиментации в районе Южной провинции, начиная с устья р. Псоу до устья р. Ингури. Данные наблюдения были выполнены в период существования СССР. Абсолютные средние значения вертикальных потоков вещества изменяются от 38 до 7,8 г/м<sup>2</sup>/

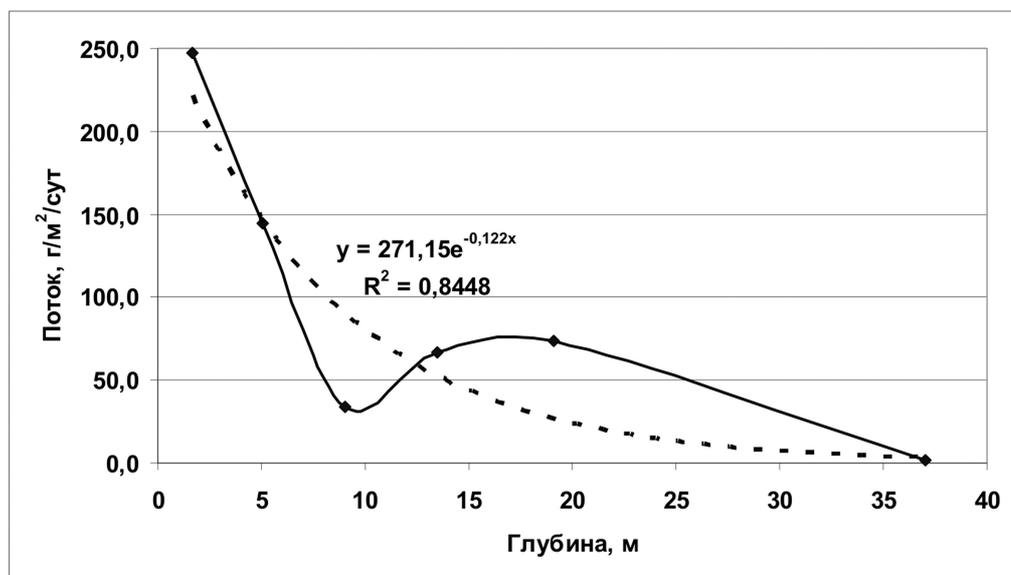


Рис. 5.2.7. Изменение потоков осаждающегося материала (г/м<sup>2</sup>/сут) в Сочинской провинции шельфа Черного моря по глубине (N = 38 СЛ).

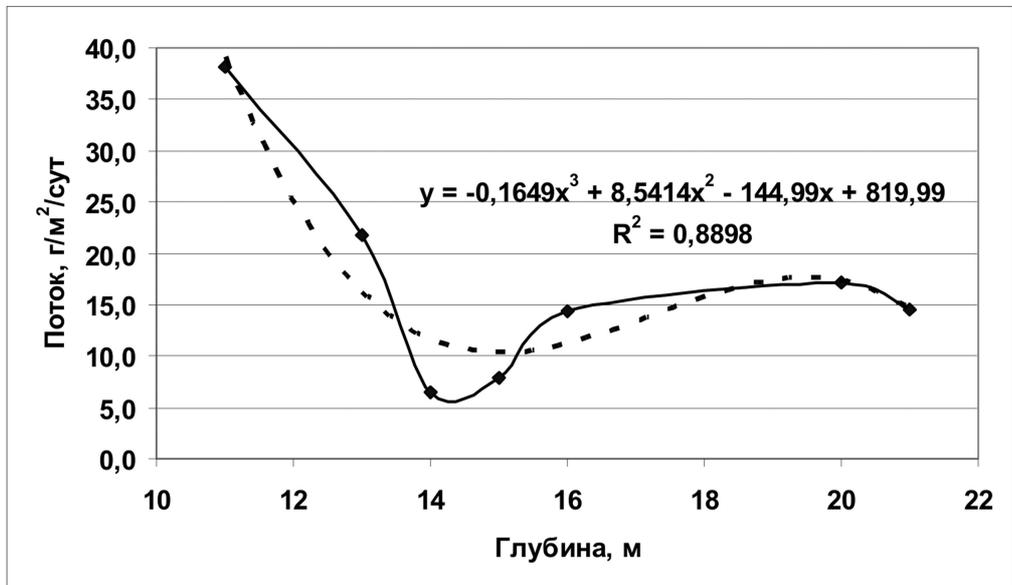
сут (см. табл. 5.2.9). Полиномиальная зависимость описывает это уменьшение с коэффициентом корреляции  $R=0,94$  (см. рис. 5.2.8).

Из приведенных данных следует, что разные районы шельфа имеют существенно различные седиментационные условия. При этом математическое описание

Таблица 5.2.9

**Осредненные вертикальные потоки вещества и интенсивность поступления осадочного материала на дно Южной провинции (от р. Псоу до р. Ингури) шельфа Черного моря (N = 7 шт.), сухой вес (собственные данные)**

Средняя глубина установки СЛ, м	К-во СЛ, шт.	Вертикальный поток вещества V, г/м <sup>2</sup> /сут	Интенсивность поступления осадочного материала I, мм/год	Абсолютная масса потока осадочного материала A, г/см <sup>2</sup> /1000 лет
11	1	38,102	7,442	1391,679
13	1	21,786	4,255	795,745
14	1	6,466	1,263	236,175
15	1	7,883	1,540	287,943
16	1	14,335	2,800	523,579
20	1	17,069	3,334	623,438
21	1	14,547	2,841	531,326



**Рис. 5.2.8.** Изменение потоков осаждающегося материала (г/м<sup>2</sup>/сут) в Южной провинции шельфа Черного моря по глубине (N = 7 СЛ).

зависимостей изменения потоков осаждающегося вещества с глубиной показывает изменения от слабых полиномиальных связей (в районе Утриша) ( $R=0,53$ ) до значимых степенных зависимостей (в Керченской провинции и на всем восточном шельфе), и практически функциональных связей (степенной – в Новороссийско-Джубгинской провинции и экспоненциальной в акватории Сочинской провинции).

Концентрация взвеси в морской воде восточного шельфа изменяется в очень широких пределах – от 0,01 до сотен миллиграммов на литр и более в зависимости от гидрометеорологических условий, стока рек, режима волнения и др. Режим изменения содержаний взвешенного материала в данном районе шельфа происходит весьма быстро, что, безусловно, приводит к пульсационному характеру седиментогенеза.

Исходя из полученных результатов можно сделать ряд обобщений и выводов.

– Практически для всех провинций восточного шельфа отчетливо прослеживаются нелинейные распределения потоков вещества и скоростей осадконакопления по глубине шельфа.

– Кривые, аппроксимирующие изменение потока осаждающейся взвеси и скорости накопления осадка на разных глубинах в пределах изученного диапазона глубин, описываются степенными, экспоненциальными и полиномиальными зависимостями с достаточно высокими коэффициентами корреляции –  $R = 0,53-0,98$ .

– СЛ устанавливались в различных погодных условиях летом, весной и осенью. Режим течений, твердого и жидкого стока рек, ветрового волнения и иных факторов, скорее всего, явились причинами, вызывающими существенные различия в условиях осадконакопления.

– Судя по количественным показателям потоков вещества и скоростям поступления вещества на дно, в диапазоне глубин 0–20 м происходит интенсивное взмучивание осадков, взвешивание вещества в толще воды и его абразионная переработка. Такие высокие значения потоков нельзя считать строго вертикальными. Это некий интегральный поток вещества.

– По результатам наших наблюдений процессы накопления осадка (с темпами менее 1 мм/год) начинаются с глубин более 20–25 м.

– Установка нескольких СЛ в незначительном удалении друг от друга на небольшом по площади полигоне на примере шельфа мыса Утриш позволила выявить существенные (на порядок) различия в количественных показателях величин потоков вещества, что говорит об изменчивости процессов осаждения взвеси.

– Нелинейная (степенная, экспоненциальная или полиномиальная) зависимость изменения величины потоков осаждающегося материала с глубиной установки СЛ, позволяет предполагать то, что процессы седиментации кроме механизма гравитационного осаждения осложняются также гидрологическими, гидрохимическими и биогеохимическими механизмами трансформации вещества.