

В.Ф.Удовик, Ю.Н.Горячкин

Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь

**ОЦЕНКИ МЕЖГОДОВОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ
ВДОЛЬБЕРЕГОВОГО ТРАНСПОРТА НАНОСОВ
НА УЧАСТКЕ БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ ОТ СЕВАСТОПОЛЯ ДО ЕВПАТОРИИ**

Получены оценки направления и интенсивности вдольберегового перемещения наносов на участке береговой зоны Западного Крыма от Севастополя до Евпатории. Использована схема расчетов, разработанная на базе ветроэнергетического метода. В качестве вынуждающей силы использованы данные о ветре реанализа *JRA* за период 1979 – 2008 гг. Обсуждается межгодовая изменчивость характеристик транспорта наносов для холодных и теплых сезонов года. Выделены типичные и аномальные ситуации.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *береговая зона, Западный Крым, перемещение наносов, межгодовая изменчивость, моделирование, ветроэнергетический метод.*

В условиях дефицита бюджета наносов изменение морфометрических характеристик пляжей и положения береговой линии на большинстве участков побережья Западного Крыма в значительной степени определяются вдольбереговым перемещением объемов прибрежно-морских наносов, представленных преимущественно песчаным и песчано-гравийным материалом [1, 2]. Основные представления о динамике наносов в данном регионе базируются на схемах, отображающих среднегодовое направление вдольбереговых потоков наносов [1, 3]. Данные схемы были построены на основе обобщения и анализа результатов исследований динамики береговой зоны (БЗ) и тенденций развития берегов Крыма, проводившихся преимущественно в XX в. [1, 3, 4]. Результаты современных исследований динамики берегов Крыма [5 – 8] свидетельствуют о значительной перестройке литодинамических процессов, что во многих случаях приводит к увеличению скорости отступления берегов и интенсификации разрушения объектов инфраструктуры на протяженных участках побережья.

Направление и интенсивность вдольберегового перемещения наносов в БЗ бесприливных морей определяются характеристиками ветро-волнового режима на прилегающей акватории. Происходящие в последние десятилетия изменения климатических характеристик ветра в западной части Черного моря [9, 10] в значительной степени обусловлены климатическим сдвигом 1976 – 1977 гг., определяющим начало нового климатического периода [11]. Согласно [12], это приводит к соответствующей перестройке пространственного распределения параметров вдольбереговых потоков наносов у берегов Западного Крыма, а, следовательно, к изменению основных тенденций их переформирования на различных временных масштабах.

В связи с этим возрастает актуальность проведения исследований, направленных на дополнение, обновление и детализацию информации о динамических процессах, происходящих в береговой зоне на современном этапе ее развития.

© В.Ф.Удовик, Ю.Н.Горячкин, 2015

Целью работы является исследование межгодовой и сезонной изменчивости характеристик направления и интенсивности вдольберегового перемещения наносов в береговой зоне Западного Крыма на современном этапе развития литодинамической системы региона. Данная статья дополняет и более полно представляет результаты, приводимые в [13].

Оценки направления и интенсивности вдольбереговых потоков наносов проведены с использованием схемы расчетов [14] и методики подготовки входных параметров, разработанных на базе ветроэнергетического метода (ВЭМ) [15, 16], который посредством эмпирической зависимости устанавливает связь непосредственно между энергией ветра, передаваемой водной среде, и интенсивностью перемещения наносов.

Преимуществом данного метода является возможность расчета направления и относительной интенсивности вдольбереговых потоков наносов при минимальном количестве входных параметров, что особенно актуально в условиях недостаточной обеспеченности данными натурных наблюдений, необходимыми для корректной региональной адаптации и валидации моделей более высокого уровня. Используемая методика позволяет осуществлять оперативную оценку характеристик движения и интегрального перемещения наносов при различных сценариях ветро-волнового воздействия для участков береговой зоны, имеющих значительную протяженность.

Применение ВЭМ может служить эффективным средством для оперативной оценки пространственной структуры потоков наносов в исследуемом районе и применяться в качестве начального этапа моделирования динамики песчаных наносов и переформирования рельефа БЗ с последующим использованием при необходимости более совершенных моделей. Результаты расчетов параметров потоков наносов у западного берега Бакальской косы во время прохождения сильных штормов в 2007 г., а также результаты анализа причин образования промоин в пересыпи озера и в узкой дистальной части тела косы [17] использовались в качестве предварительной информации при проведении моделирования морфодинамики Бакальской косы с использованием модели *XBeach* (*eXtreme Beach behavior*) [18]. Выводы, сделанные по результатам численного моделирования, качественно совпадают с результатами, полученными с использованием расчетной схемы, разработанной на базе ВЭМ.

Исследуемый район охватывает береговую зону Западного Крыма длиной около 75 км на участке побережья от Севастополя (пляж «Любимовка») до Евпатории (пляж «Золотые пески») (рис.1). При подготовке входных параметров была проведена аппроксимация береговой черты ломаной линией, состоящей из 114 отрезков. Длина отрезков задавалась преимущественно около 500 м с некоторыми отклонениями для учета локальных особенностей орографии берегов. Экспозиция отрезков корректировалась с учетом распределения глубин до изобаты 5 м.

В соответствии с разработанной и программно реализованной методикой подготовки входных данных [14], лучи разгона волнения для каждого отрезка проводились в пределах 120° секторов в обе стороны от нормали с шагом 5° по угловой координате. Вследствие того, что воздействующее на исследуемый участок береговой зоны волнение может формироваться как в глубоководной части акватории, так и в прибрежных мелководных районах,



Рис. 1. Схема расположения участков и положение точки (W).

исследование которых представляет собой отдельную задачу, решение которой выходит за рамки данной работы.

В качестве вынуждающей силы использованы данные реанализа направления и скорости приводного ветра *JRA* за период 1979 – 2008 гг. [19], зональная и меридиональная компоненты которого предварительно скорректированы путем умножения на поправочный коэффициент 1,3, полученный в результате валидации модели *SWAN* [20]. Сформирован непрерывный ряд значений направления и скорости ветра в точке W (рис.1) с координатами (44°54'с.ш., 33°24'в.д.), за период с 1 января 1979 г. по 31 декабря 2008 г., полученный в результате интерполяции данных из ближайших узлов регулярной сетки массива *JRA* с дискретностью по времени 6 часов. Из исходного массива данных выделены временные ряды, соответствующие холодному (1 октября – 31 марта) и теплomu (1 апреля – 30 сентября) сезонам для каждого года. При расчетах не использовались данные о ветре со скоростью менее 5 м/с, т.к. генерируемое им волнение не оказывает значимого воздействия на интенсивность вдольберегового перемещения наносов [12]. При анализе результатов расчетов холодные сезоны отнесены к номеру года, на начало которого приходится окончание данного сезона.

В **холодный период** года на участке «Север» четко выделяется существование двух суммарных потоков наносов, направленных навстречу друг другу (рис.2, а). При этом зона конвергенции изменяет свое пространственное

при подготовке входных параметров использовались оцифрованные батиметрические карты западной части Черного моря и Каламитского залива. Стыковка данных, полученных на картах разного масштаба, производилась с учетом конфигурации береговой линии.

В границах исследуемого района выделено три относительно прямолинейных участка (рис.1): северный («Север»), центральный («Центр») и южный («Юг»). При анализе результатов расчетов из рассмотрения исключены отрезки 18 – 32, аппроксимирующие район от м.Маргопуло до устья р.Альма, включающий мысы Лукулл, Тюбек и Керменчик, и отрезки 52 – 56, аппроксимирующие безымянный мыс, расположенный в северной части территории пгт.Николаевка. Обусловлено это тем, что в районах мысов процессы вдольберегового перемещения наносов имеют существенные особенности, исследование которых представляет собой отдельную задачу, решение которой выходит за рамки данной работы.

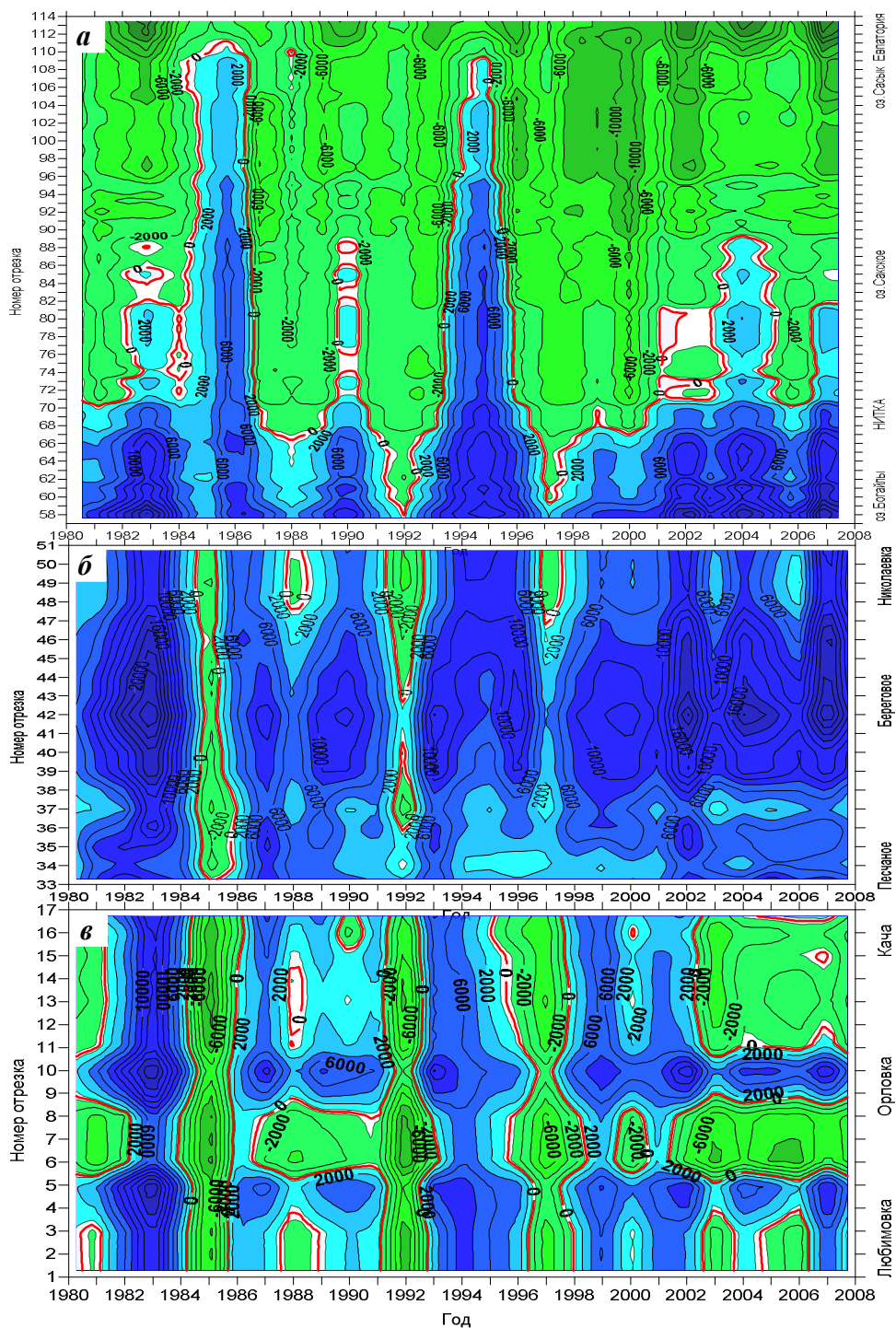


Рис. 2. Межгодовая изменчивость направления и относительной интенсивности вдольбереговых потоков наносов (усл. ед.) в холодные сезоны года на участках: «Север» (*a*), «Центр» (*b*) и «Юг» (*c*). Синий цвет – поток направлен на север, зеленый – поток направлен на юг.

положение в очень широких пределах, что приводит к значительным межгодовыми вариациям длины БЗ, охватываемой потоками различного направления. Наиболее вероятное положение зоны конвергенции отмечается на участке от пос.Новофедоровка до пересыпи оз.Сакское.

Наибольшая протяженность потока северного направления отмечается в 1986 и 1994 – 1995 гг. (рис.2). В указанные годы поток прослеживается фактически по всей длине участка от его южной границы до пляжа «Золотые пески». При этом практически на всем участке наблюдается картина, соответствующая достаточно интенсивному перемещению наносов с юга на север. Подобная структура сезонного перераспределения объемов наносов обусловлена тем, что в границах сектора активного ветро-волнового воздействия на БЗ участка «Север» отчетливо прослеживается преобладание ветров с направлениями в диапазоне юг – юго-запад – юго-запад (рис.3, *a – в*). Генерируемые при этом ветровые волны подходят к береговой линии участка «Север» под углами, близкими к оптимальным для формирования вдольберегового потока наносов наибольшей емкости. Дополнительная концентрация направления ветра в более узком секторе (195 – 215°) и увеличение максимальной скорости ветра, наблюдаемые в холодные периоды 1986, 1994 и 1995 гг. (рис.3, *a – в*) приводят к формированию потоков северного направления максимальной длины за весь исследуемый период времени.

В 1992 и 1997 гг. наблюдается обратная ситуация, когда преобладает поток южного направления, который охватывает практически весь участок «Север» (рис.2). Подобный характер сезонного перемещения наносов в основном определяется, особенно в южной части участка, повторяемостью

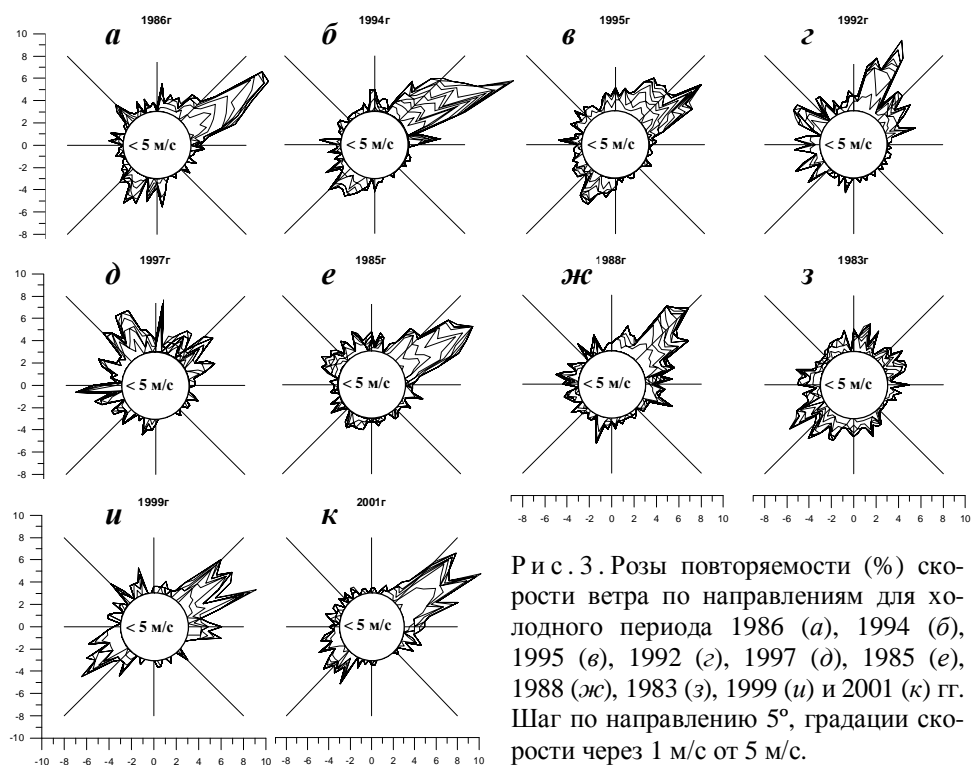


Рис. 3. Розы повторяемости (%) скорости ветра по направлениям для холодного периода 1986 (*a*), 1994 (*б*), 1995 (*в*), 1992 (*г*), 1997 (*д*), 1985 (*e*), 1988 (*ж*), 1983 (*з*), 1999 (*и*) и 2001 (*к*) гг. Шаг по направлению 5°, градации скорости через 1 м/с от 5 м/с.

ветров с направлением, близким к западному – северо-западному (рис.3, *з, д*), которые формируют волны, подходящие к берегу под оптимальными углами для вдольберегового перемещения наносов с севера на юг. При этом определенный вклад в смещение к югу точки конвергенции потоков могут вносить и ветра в диапазоне север – северо-запад – северо-запад. В данном случае, при определении наносодвижущей силы, малые длины разгона волнения частично компенсируются высокой повторяемостью сильных ветров, что и приводит к некоторому увеличению протяженности непрерывного потока южного направления.

Следует также отметить, что для рассматриваемых распределений повторяемости ветров по направлениям характерны минимумы в диапазоне юг – юго-запад – юго-запад, в наибольшей степени определяющем перемещение наносов с юга на север. В свою очередь в секторе юго-запад – запад повторяемости направления ветра распределены достаточно равномерно. С учетом того факта, что волнение данного сектора подходит к берегу на участке «Север» под углами, близкими к нормали, подобное распределение ветра предполагает незначительное суммарное за сезон перемещение наносов.

На участке «Центр» в течение всего исследуемого периода явно преобладает перенос в северном направлении (рис.2, *б*). Наблюдаемое пространственное и временное распределение параметров вдольберегового потока наносов позволяет классифицировать данный участок как зону транзита, обеспечивающую перемещение объемов материала с участка «Юг» на участок «Север».

На этом фоне аномальной выглядит ситуация, соответствующая холодному сезону 1985 г., когда поток меняет направление на противоположное по всей длине участка «Центр». Близкая по характеру резкая перестройка вдольберегового потока наносов отмечается также в 1992 г. Подобное изменение направления потока наносов приводит к временному прекращению вдольберегового транзита наносов на север и может активизировать процессы аккумуляции материала в южном секторе данного участка, соответствующего рекреационной зоне в с.Песчаное. Основным фактором, определяющим смену направления перемещения наносов в 1985 г., в первую очередь выступает суперпозиция сезонного увеличения повторяемости ветров в диапазоне запад – северо-запад – север – северо-запад и в направлении, близком к запад – юго-западу (рис.3, *е*), а также влияние оротографии берегов Западного Крыма. Влияние очертаний береговой линии, выражающееся в создании эффекта волновой тени от Гераклейского п-ова и м.Лукулл для ветров направления запад – юго-запад, в данном случае играет более значимую роль в аномальном изменении направления потока наносов. Данное утверждение подкрепляется тем, что на участке «Север», расположенном за границей указанной зоны волновой тени, в этом же году отмечается достаточно протяженный поток северного направления (рис.2, *а*). Перестройка потока, наблюдаемая в 1992 г., объясняется преобладанием ветров от направлений, близких к запад – северо-западу (рис.3, *з*), обуславливающих описанное выше сезонное перемещение наносов в южном направлении на участке «Север».

В холодные сезоны 1988 и 1997 гг. наблюдается формирование короткой ветви южного направления в районе пгт.Николаевка, что обусловлено совместным эффектом изменения экспозиции береговой линии и сезонного

возрастания повторяемости ветров в диапазоне запад – запад – северо-запад (рис.3, ж, д).

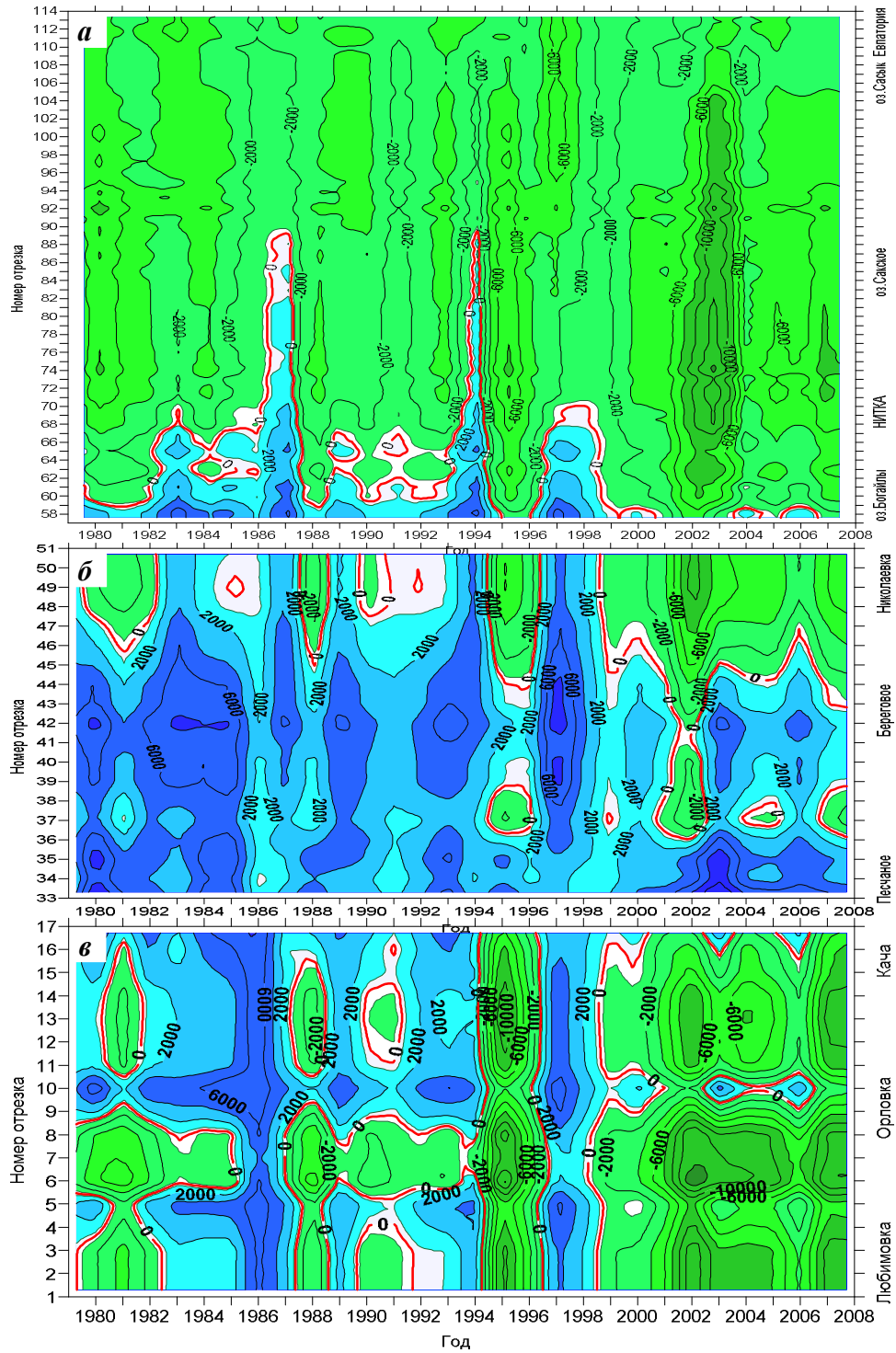
На участке «Юг» наиболее часто наблюдается устойчивое существование нескольких ветвей потока наносов противоположного направления (рис.2, в). В значительной степени это обусловлено изменениями направления береговой линии на данном участке, что наиболее отчетливо прослеживается в районе пляжа пос.Орловка. В целом до 2003 г. отмечается тенденция к интегральному перемещению наносов в северном направлении. В период 2003 – 2008 гг. наблюдается некоторая стабилизация во времени ячеистой структуры перемещения прибрежно-морских наносов с преобладанием ветвей потока южного направления.

В то же время можно выделить зимние сезоны, когда происходило формирование непрерывных однонаправленных потоков. В частности, в 1985, 1992 и 1997 гг. формировался непрерывный поток большой мощности, направленный на юг. Причины, определяющие направление потока наносов, аналогичны описанным выше применительно к участку «Центр». Ветровые условия для указанных сезонов приведены на рис.3, е, з, д. Распределение интенсивности определяется формированием волновой тени от Гераклеяского п-ова для ветров сектора юг – юго-запад – юго-запад. Однако может возникать ситуация, когда поток северного направления также охватывает весь участок, что может приводить к интенсивному перемещению материала на участок «Центр» в результате обхода м.Лукулл, а соответственно безвозвратному выводу значительных объемов наносов из бюджета участка «Юг». Подобная картина наиболее отчетливо прослеживается в 1983 и 1994 гг. Менее интенсивное однонаправленное перемещение наносов соответствует холодным сезонам 1995, 1999 и 2001 гг. В качестве примеров сезонных ветровых режимов, обуславливающих возникновение подобных ситуаций, приведем розы ветров для 1983, 1999 и 2001 гг. (рис.3, з – к), где отчетливо прослеживаются максимумы повторяемости в диапазоне юго-запад – запад – юго-запад.

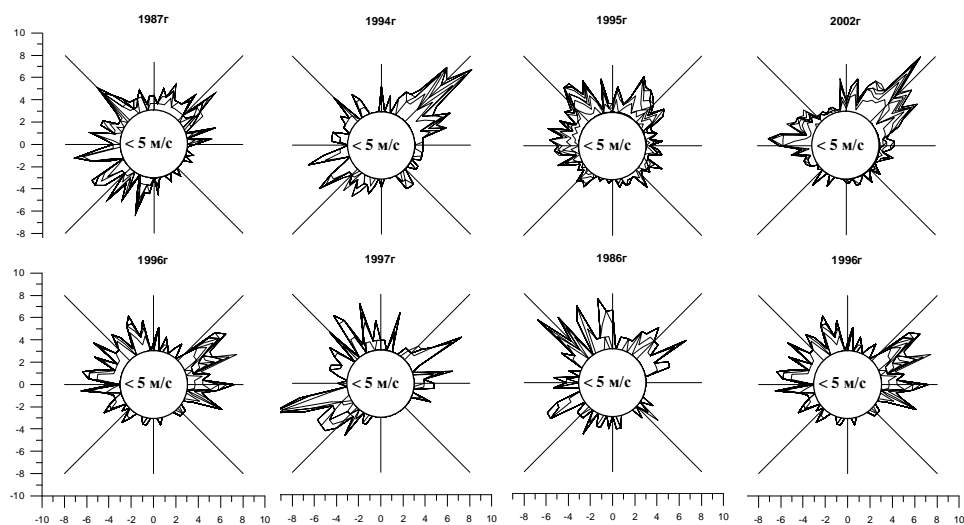
Наблюдаемая достаточно сложная структура потока наносов, выражающаяся в практически постоянном существовании нескольких ветвей различного направления и переменной длины, приводит в частности к неоднозначности при определении характеристик среднего многолетнего потока наносов на данном участке БЗ [1, 3, 13].

В **теплый период** года для участка «Север» так же характерно существование двух потоков встречного направления (рис.4, а). Однако поток южного направления охватывает еще большую часть длины БЗ по сравнению с холодным сезоном. Положение зоны конвергенции потоков сдвинуто южнее и в среднем соответствует участку от пос.Новофедоровка (объект НИТКА) до южной части пересыпи оз.Богайлы. Резкое ее смещение к северу отмечается крайне редко.

Наибольшие длины ветви северного направления, прослеживающиеся до северной части пересыпи оз.Сакское, отмечаются только в двух случаях за весь исследуемый период и соответствуют распределению повторяемости ветра в 1987 и 1994 гг. (рис.5, а, б), когда в границах сектора активного ветро-волнового воздействия прослеживается преобладание ветров с направлениями в диапазоне юг – юго-запад – запад – юго-запад.



Р и с . 4 . Межгодовая изменчивость направления и относительной интенсивности (усл. ед.) вдольбереговых потоков наносов в теплые сезоны года на участках: «Север» (*a*), «Центр» (*б*) и «Юг» (*в*).



Р и с . 5 . Розы повторяемости (%) скорости ветра по направлениям для теплого периода 1987 (а), 1994 (б), 1995 (в), 2002 (г), 2003 (д), 1997 (е), 1986 (ж), 1996 (з) гг.

В теплый период на участке «Север» более вероятно существование непрерывного потока южного направления, охватывающего весь участок. Наиболее отчетливо данный характер перемещения объемов наносов прослеживается в 1995, 2002 и 2003 гг., когда наблюдается значительная повторяемость ветров в секторе запад – северо-запад – север – северо-запад (рис.5, в – д).

На участке «Центр» (рис.4, б) в теплый период года формируется структура вдольберегового перемещения наносов, характеризующаяся тем, что в северной части участка наблюдается сначала периодическое (в 1981, 1988 и 1995 гг.), а в последствии достаточно устойчивое (в 2001 – 2007 гг.) существование ветви потока наносов южного направления, что приводит к образованию зоны конвергенции, которая располагается в пределах отрезка БЗ, включающего пляжи к югу от пгт. Николаевка и с.Береговое. Дополнительно к этому в 1995, 2002 и 2008 гг. существует возможность перемещения наносов в южном направлении и на коротком участке БЗ, расположенном к северу от с.Песчаное. Подобная структура потока в первую очередь обусловлена тем, что в распределении повторяемости ветра отмечаются максимумы в диапазоне запад – северо-запад – север – северо-запад (рис.5, в, г), формирующие ветровое волнение, обуславливающее интенсификацию перемещения наносов в южном направлении при данной конфигурации береговой линии.

Интенсивное транзитное перемещение наносов в северном направлении, аналогичное преобладающему в холодный период, в теплые сезоны наиболее ярко выражено практически только в 1997 г., когда волновое поле формировалось преимущественно под воздействием ветров в диапазоне юго-запад – запад – юго-запад (рис.5, е). В первую очередь это свидетельствует о том, что во время теплого сезона участок «Центр» в значительной степени теряет функцию прямого транзита наносов в северном направлении.

На участке «Юг» (рис.4, в) в теплые сезоны года, как и в холодные, преимущественно отмечается существование нескольких ветвей потока противоположного направления. Формирование непрерывного потока се-

верного направления получено только для теплых сезонов 1986 и 1997 гг. Развитие переноса в южном направлении наиболее отчетливо проявляется в 1995 и 1996 гг. Соответствующее данным годам распределение повторяемости ветра приведено на рис.5, ж, е, в, з.

Рассматривая результаты расчетов, описываемые в данной работе, следует учитывать, что в используемой расчетной методике отсутствует возможность учесть влияние волн зыби на вдольбереговое перемещение наносов. В свою очередь, конфигурация береговой линии Западного Крыма предполагает возможность подхода волн зыби значительной амплитуды, образовавшихся на глубоководной акватории в юго-западной части Черного моря при больших длинах разгона волнения. В связи с этим, при значительной повторяемости волн зыби в течение определенного промежутка времени, наиболее вероятно некоторое увеличение длины потоков, направленных на север и соответствующее смещение к северу описываемых зон конвергенции.

Выводы.

1. Направление и интенсивность вдольбереговых потоков наносов на исследуемых участках береговой зоны Западного Крыма характеризуются значительной межсезонной и межгодовой изменчивостью.

2. На северном участке наиболее вероятно существование двух потоков наносов, направленных навстречу друг другу с образованием зоны конвергенции. Поток южного направления в течение всего года имеет большую протяженность. В теплый сезон зона конвергенции в среднем располагается южнее, чем в холодный. В холодный период возможно формирование однонаправленного потока северного направления. Непрерывное перемещение наносов с севера на юг возможно во все сезоны года.

3. Центральный участок в холодный период года характеризуется преобладанием непрерывного потока, направленного на север, и преимущественно представляет собой зону транзита наносов с южного участка на северный. Тенденция к резкому возрастанию интенсивности потока и существование устойчивого максимума в его центральной части предполагает помимо транзита так же необходимость дополнительного вовлечения в движение значительных объемов наносов для насыщения потока, что может ускорять процессы разрушения берегов. В теплый период транзитная функция потока наносов существенно ослабевает, в первую очередь в связи с появлением в северной части центрального участка достаточно устойчивой ветви южного направления.

4. На южном участке наблюдается самая сложная картина перераспределения объемов наносов, выражающаяся в практически постоянном существовании нескольких ветвей различного направления и переменной длины, а также возможности существования однонаправленных потоков как северного, так и южного направлений.

Полученные результаты позволяют уточнить возможные схемы вдольберегового перераспределения объемов наносов в современном этапе развития литодинамической системы и могут быть использованы при планировании и реализации различных проектов берегоукрепления и берегозащиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Зенкович В.П.* Берега Черного и Азовского морей.– М.: Географиздат, 1958.– 371 с.
2. *Шуйский Ю.Д.* Механический состав пляжевых наносов на западных берегах Крымского полуострова // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2007.– вып.15.– С.370-385.
3. *Шуйский Ю.Д.* Основные закономерности морфологии и динамики Западного берега Крымского полуострова // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2005.– вып.13.– С.62-72.
4. *Игнатов Е.И., Орлова М.С., Санин А.Ю.* Береговые морфосистемы Крыма.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2014.– 266 с.
5. *Удовик В.Ф., Долотов В.В.* Современные тенденции динамики береговой зоны в районе пляжа пос.Любимовка // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009.– вып.20.– С.92-99.
6. *Горячкин Ю.Н., Харитонова Л.В., Долотов В.В.* Изменчивость береговой линии северо-западного Крыма // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009.– вып.20.– С.18-26.
7. *Горячкин Ю.Н., Долотов В.В.* Изменения береговой линии аккумулятивных берегов Западного Крыма // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011.– вып.25.– С.8-18.
8. *Современное состояние береговой зоны Крыма / Под ред. Ю.Н.Горячкина.*– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2015.– 252 с.
9. *Репетин Л.Н., Белокопытов В.Н.* Режим ветра северо-западной части Черного моря и его климатические изменения // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2008.– вып.17.– С.225-243.
10. *Горячкин Ю.Н., Репетин Л.Н.* Штормовой ветро-волновой режим у черноморского побережья Крыма // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009.– вып.19.– С.56-69.
11. *Полонский А.Б., Башарин Д.В.* Влияние климатического сдвига 1976 – 1977 гг. на крупномасштабную структуру приземных метеорологических полей Евразии // Метеорология и гидрология.– 2008.– № 5.– С.16-30.
12. *Зенкович В.П.* Основы учения о развитии морских берегов.– М.: Изд-во АН СССР, 1962.– 710 с.
13. *Удовик В.Ф., Горячкин Ю.Н.* Межгодовая изменчивость вдольберегового потока наносов в береговой зоне Западного Крыма // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2013.– вып.27, т.1.– С.363-368.
14. *Иванов В.А., Удовик В.Ф.* Оценка баланса интенсивности потоков наносов и основных тенденций перестроения береговой зоны на северо-восточном побережье о.Коса Тузла в 2004 г. // Экологическая безопасность прибрежной и

- шельфовой зон и комплексное исследование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2005.– вып.13.– С.159-178.
15. *Руководство по методам исследований и расчетов перемещения наносов и динамики берегов при инженерных изысканиях.*– М.: Гидрометеиздат, 1975.– 240 с.
 16. *Кнапс Р.Я.* Гидрометеорологический метод определения характеристик режима движения песчаных наносов. Технические условия по проектированию морских берегоукрепительных сооружений (ВСН 80 – 62).– М.: Оргтрансстрой, 1962.
 17. *Горячкин Ю.Н., Удовик В.Ф., Харитонова Л.В.* Оценки параметров потока наносов у западного берега Бакальской косы при прохождении сильных штормов в 2007 году // Морской гидрофизический журнал.– 2010.– № 5.– С.42-51.
 18. *Фомин В.В., Алексеев Д.В., Харитонова Л.В.* Моделирование морфодинамики Бакальской косы // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2013.– вып.27, т.1.– С.374-380.
 19. *Onogi K., Tsutsui J., Koide H. et al* The JRA-25 Reanalysis // J. Meteor. Soc. Japan.– 2007.– v.85.– P.369-432.
 20. *Полонский А.Б., Фомин В.В., Гармашов А.В.* Характеристики ветрового волнения Черного моря // Доп. НАН України.– 2011.– № 8.– С.108-112.

Материал поступил в редакцию 10.11.2015 г.

V.F.Udovik, Yu.N.Goryachkin

**ESTIMATIONS OF INTERANNUAL VARIABILITY
OF LONGSHORE SEDIMENT TRANSPORT
ON THE SECTOR OF COASTAL ZONE FROM SEVASTOPOL
TO YEVPATORIYA**

Estimations of the direction and intensity of longshore sediment transport on the sector of the coastal zone of the Western Crimea from Sevastopol to Yevpatoriya was obtained. It was used the scheme of calculation, designed on the base of the wind-energy method. As the driving force it was used the wind data from JRA reanalysis for the period of 1979 – 2008. Interannual variability of sediment transport characteristics for the cold and warm periods of year were discussed. Typical and abnormal situations were identified.