

В.Ф.Удовик, Л.В.Харитонов

*Морской гидрофизический институт, г.Севастополь***УСЛОВИЯ ПОСТУПЛЕНИЯ И СТРУКТУРА ВДОЛЬБЕРЕГОВОГО
ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАНОСОВ В БЕРЕГОВОЙ ЗОНЕ О. ТУЗЛА
ПРИ РАЗЛИЧНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ ВЕТРА**

На основе ветроэнергетического метода получены оценки характеристик вдольбереговых потоков наносов, формирующихся в береговой зоне острова Тузла и на прилегающем участке черноморского побережья Таманского полуострова при различных направлениях штормового ветра. Проведены расчеты для двух возможных траекторий перемещения наносов через Тузлинскую промоину. Определены направления ветра, создающие условия для поступления материала к берегам острова. Описаны основные сценарии перераспределения объемов наносов, приводящие к размыву берегов о-ва Тузла.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *береговая зона, перемещение наносов, ветроэнергетический метод, остров Тузла, Керченский пролив, Черное море.*

Тенденция развития таких аккумулятивных форм как о.Тузла, не имеющих собственных источников питания, определяется исключительно возможностью поступления наносов и характером их дальнейшего перераспределения под воздействием различных гидрометеорологических факторов [1]. Наносы, слагающие тело острова, поступают со стороны Таманского п-ова и в основном с обширных бенчей, расположенных на его черноморском побережье. Донное питание путем перемещения к берегу наносов поперек подводного берегового склона отсутствует. Начало черноморской ветви питающего потока наносов расположено в районе м. Железный рог [2].

Основные представления о динамике наносов у берегов о.Тузла и Таманского п-ова базируются на схеме, приводимой в [2], где показано генеральное направление вдольбереговых потоков, образующихся при средне-статистическом распределении ветра в течение года в данном регионе. В свою очередь формирование средних потоков наносов за определенный интервал времени происходит в результате суммирования отдельных подвижек обломочного материала различного направления и различной интенсивности, определяющихся параметрами ветро-волнового воздействия за время прохождения отдельного шторма. Поэтому в реальных условиях структура вдольберегового перераспределения объемов наносов во многом зависит от преобладающего направления штормового ветра и может существенно отличаться от представляемой на генеральных схемах.

В связи с этим возрастает актуальность решения задач по оценке характера поступления и перераспределения наносов, формирующих тело о.Тузла, при различных направлениях штормового ветра. В представляемой статье приводятся результаты дополнительного совместного анализа опубликованных ранее материалов двух серий расчетов [3, 4]. Цель работы: выделить диапазоны направления ветро-волнового воздействия, определяю-

щие условия размыва либо наращивания тела о.Тузла, в результате формирования системы вдольбереговых потоков наносов на участке береговой зоны от м.Тузла на черноморском побережье Таманского п-ова до северо-западной оконечности о.Тузла.

Методика расчетов. Используемая в работе схема расчетов разработана на основе ветроэнергетического метода (ВЭМ), применяющегося для оценки относительной интенсивности вдольбереговых потоков наносов, формирующихся на отмелях песчаных и песчано-гравийных берегах бесприливных морей с любым профилем подводного берегового склона (ПБС), сложенного подвижными грунтами [5]. ВЭМ посредством эмпирической зависимости устанавливает связь непосредственно между энергией ветра, передаваемой водной среде, и интенсивностью перемещения наносов. Описание разработанной на основе ВЭМ расчетной схемы и используемой методики подготовки входных параметров приводится в [6].

В качестве региональных входных параметров, используются величины, характеризующие длины лучей разгона волнения (D) и соответствующие средние глубины по лучам разгона (H), рассчитанные для каждого прямолинейного отрезка ломаной линии, аппроксимирующей очертания береговой черты в исследуемом районе. В качестве вынуждающей силы используются значения направления и скорости ветра. При этом вводится предположение об однородности поля ветра на прилегающей акватории вдоль всей протяженности луча разгона волнения и не учитывается воздействие зыби.

Рассчитываемые по ВЭМ величины интенсивности вдольберегового потока наносов традиционно выражаются в условных единицах (у.е.) и в первую очередь позволяют качественно оценить структуру и параметры потока, а также получить количественные соотношения его интенсивности на смежных участках береговой зоны. В данной работе для более удобного представления и анализа расчетных значений, искомые величины выражены в процентном отношении к максимальному значению, полученному при проведении всей серии расчетов.

Преимуществом данного метода является возможность расчета относительной интенсивности потока наносов при минимальном количестве входных параметров. Это позволяет осуществлять оперативную оценку характера перераспределения морских прибрежных наносов под воздействием ветрового волнения на участках береговой зоны, имеющих значительную протяженность, и рассматривать применение ВЭМ как начальный этап моделирования в рамках комплексных исследований динамики наносов и переформирования рельефа береговой зоны.

Входные параметры. При подготовке входных параметров береговая черта исследуемого района аппроксимирована ломаной линией состоящей из 66 отрезков (рис.1). В качестве наиболее вероятных путей перемещения объемов наносов через Тузлинскую промоину выбраны прямолинейная и дугообразная траектории, соответствующие отрезкам 37, 38 и 39.

С учетом экспозиции, полученной для центров отрезков, рассчитаны значения D и H с использованием цифровых батиметрических карт восточной части Черного моря и Керченского пролива. В соответствии с разработанной и программно реализованной методикой подготовки входных данных, лучи

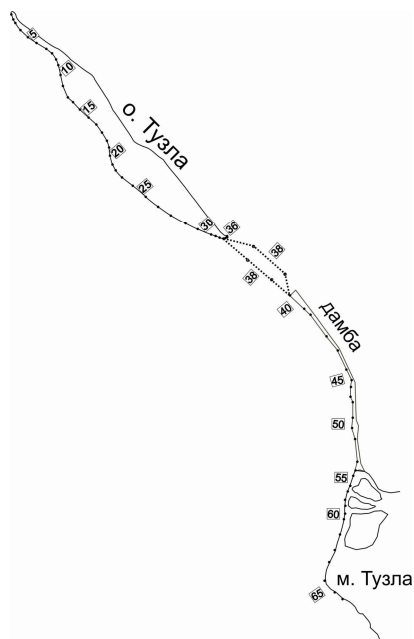


Рис. 1. Схема аппроксимации береговой линии и возможных траекторий перемещения наносов в промоине.

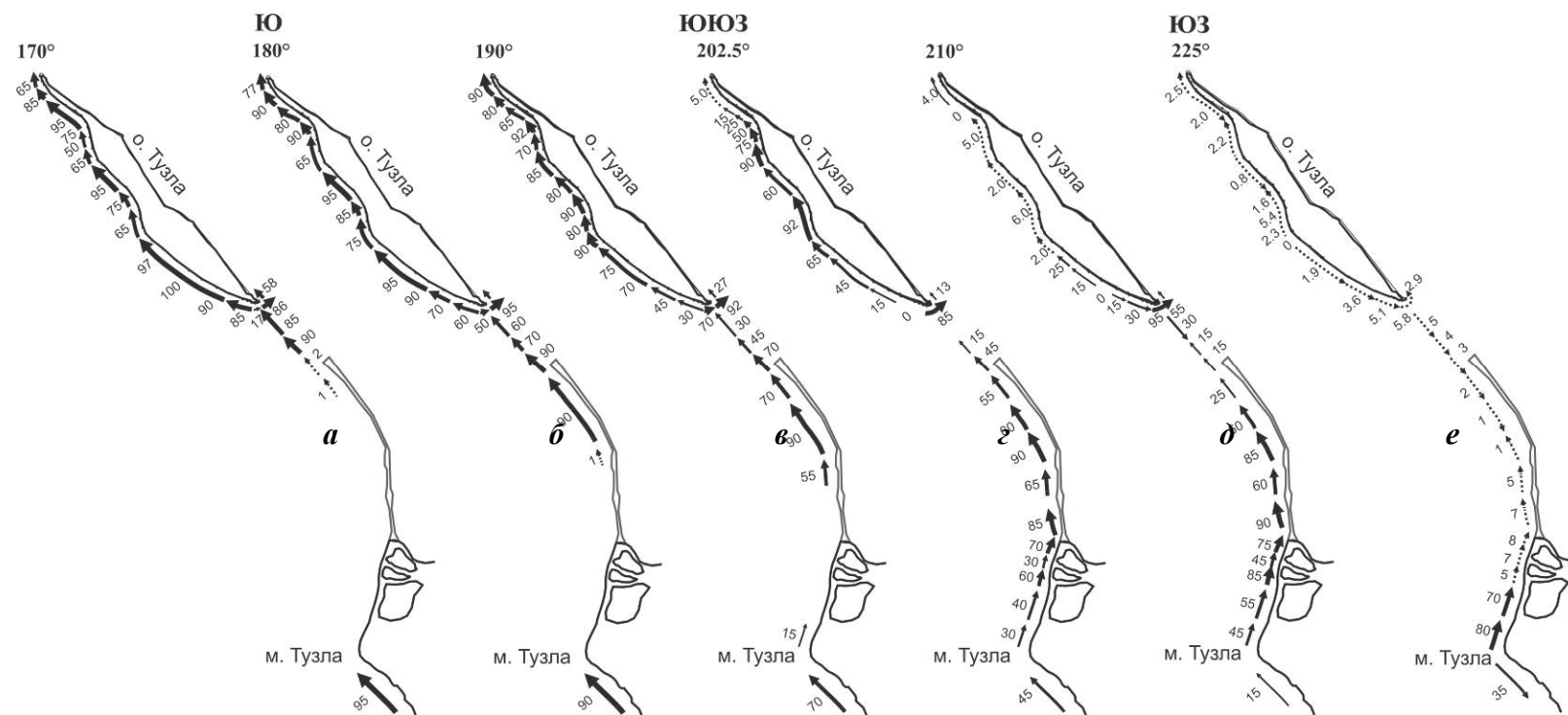
разгона волнения для каждого отрезка проводились в пределах 120° секторов в обе стороны от нормали с шагом 5° по угловой координате. Стыковка данных, полученных на картах разного масштаба, производилась с учетом конфигурации береговой линии.

В качестве вынуждающей силы во всех численных экспериментах задавался штормовой ветер с постоянной скоростью 10 м/с, воздействующий на водную поверхность в течение 24 часов. Использование фиксированной скорости и продолжительности ветра позволяет исследовать пространственную изменчивость характеристик потоков наносов непосредственно

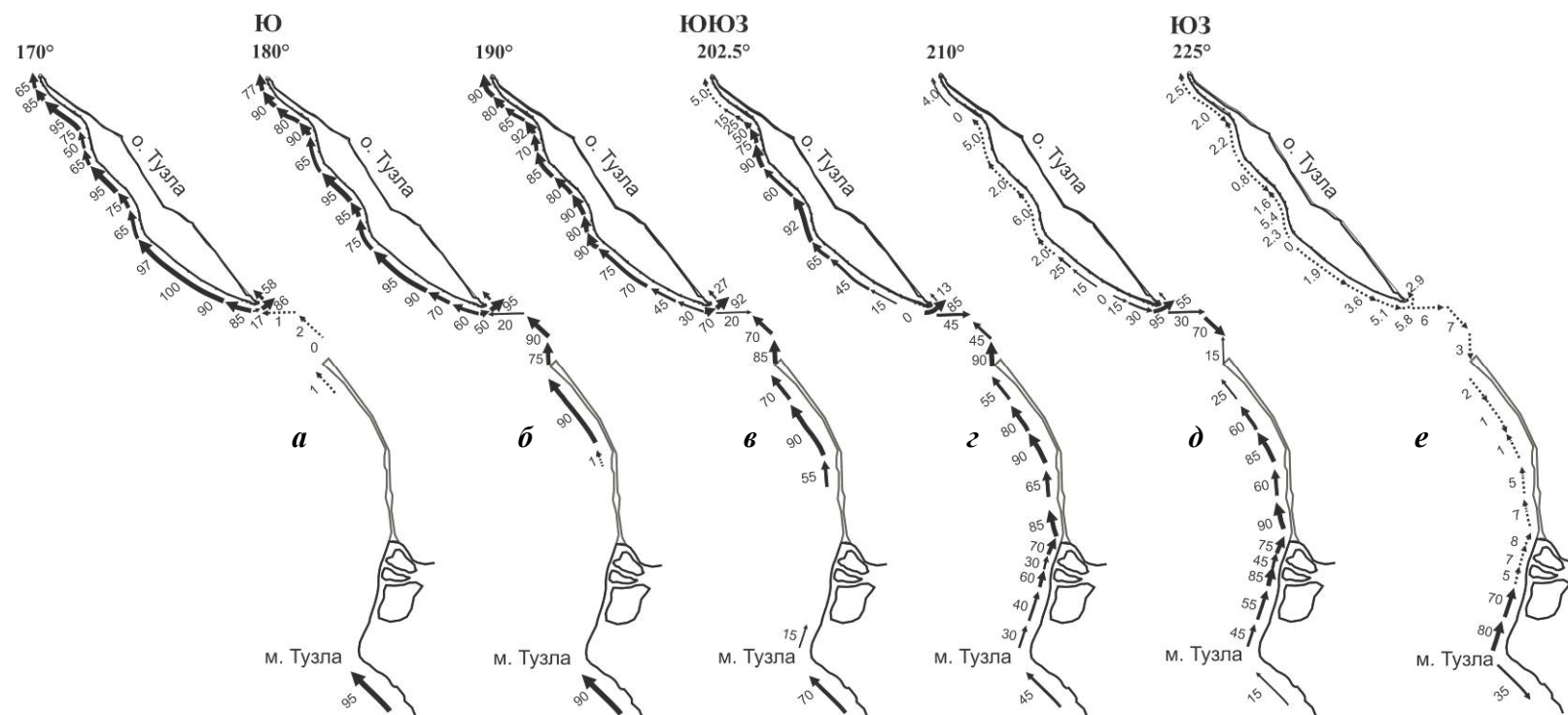
в зависимости от направления ветро-волнового воздействия. Расчеты проводились в пределах сектора наиболее активного волнового воздействия, заключенного в диапазоне $135^\circ - 225^\circ$.

Результаты и обсуждение. Начало формирования интенсивного потока наносов вдоль юго-западного берега о. Тузла, направленного к его северо-западной оконечности происходит при направлении ветра, близкого к 160° . Практически одновременно образуется зона дивергенции, в районе юго-восточной оконечности острова [3]. Однако, при данном направлении ветра, Тузлинская промоина, дамба и берег Таманского п-ова к северу от м. Тузла еще находятся в зоне волновой тени [4]. В результате поступление через промоину объемов наносов, необходимых для компенсации изъятого материала в юго-восточной части острова не представляется возможным, что создает предпосылки для ее интенсивного размыва с переброской части наносов на северо-восточный берег.

Наиболее благоприятные условия для транзита наносов через промоину по прямолинейной траектории создаются при ветрах диапазона $170^\circ - 190^\circ$ (рис. 2, а – в), Перемещение по дугообразной траектории может происходить в более узком диапазоне, при направлении ветра близком к 180° (рис. 3, а – в). При этом наибольшая интенсивность перемещения так же отмечается при прямолинейной траектории. Однако в данном диапазоне поступление наносов к промоине возможно только в результате размыва аккумулятивных тел, уже образовавшихся вдоль черноморской стороны дамбы, т.к. остальной участок до м. Тузла продолжает оставаться в зоне волновой тени. При этом у юго-западного берега острова формируется интенсивный поток с незначительными градиентами, предполагающий транзитное перемещение наносов к северо-западной оконечности, и сохраняется существование зоны дивергенции.



Р и с . 2 . Структура и относительная интенсивность вдольберегового перемещения наносов при различном направлении ветра для варианта транзита через Тузлинскую промоину по прямолинейной траектории.



Р и с. 3. Структура и относительная интенсивность вдольберегового перемещения наносов при различном направлении ветра для варианта транзита через Тузлинскую промоину по дугообразной траектории.

Существование однонаправленного питающего потока у берегов Таманского п-ова, обеспечивающего поступление наносов к оконечности дамбы, наблюдается преимущественно в диапазоне направления ветра $200^{\circ} - 210^{\circ}$ (рис.2, *з, д*; 3, *з, д*). При этом непрерывный транзит через промоину к берегам острова уже не возможен, т.к. в обоих случаях, как при прямолинейной (рис.2, *д*), так и при дугообразной (рис.3, *б – з*) траектории, отмечается образование короткой ветви потока противоположного направления на отрезке 37, что приводит к образованию зоны конвергенции потоков наносов в промоине, а соответственно предполагает возможность аккумуляции материала в данном районе. Потоки, образующие зону конвергенции при дугообразной траектории, имеют большую интенсивность, четко прослеживается ярко выраженная схема смещения зоны конвергенции в примыкающий к дамбе район промоины (рис.3, *д*).

При развороте ветра к 225° направленный к дамбе поток полностью охватывает всю промоину как при прямолинейной (рис.2, *е*), так и при дугообразной (рис.3, *е*) траектории. Однако интенсивность однонаправленного потока очень мала, что не позволяет говорить о возможности прямого транзита значительных объемов наносов от острова к дамбе. Наиболее вероятен вариант перемещения к дамбе материала, сформировавшего аккумулятивные тела в промоине.

При направлении 225° также отмечается резкое падение интенсивности потока и изменение его направления в районе дамбы, что полностью исключает возможность поступления наносов к ее оконечности. Изменяется на противоположное и направление перемещения наносов к югу от м. Тузла, что приводит к образованию зоны дивергенции в данном районе.

Основные выводы. Условия для размыва юго-восточной оконечности о. Тузла и примыкающего участка черноморского сектора береговой зоны формируются в достаточно широком диапазоне направления ветро-волнового воздействия, что обусловлено образованием зоны дивергенции потоков наносов с большой интенсивностью.

Существование устойчивой ветви потока, направленной в сторону Таманского залива, дополнительно обеспечивает возможность безвозвратного перемещения наносов на северо-восточный берег, в результате чего сохраняется тенденция постепенного смещения всего тела острова в северном направлении.

Прямой транзит наносов через промоину в виде однонаправленного потока возможен в пределах очень узкого сектора ветрового воздействия. При этом существует зависимость от траектории движения, которая в реальных условиях определяется рельефом дна в районе промоины и параметрами штормовых волн.

Поступление значительных объемов наносов в бюджет литодинамической системы о. Тузла может происходить только при определенном сценарии чередования штормов с близкими направлениями ветра, обеспечивающем поэтапное перемещение и накопление обломочного материала в районе дамбы с последующим транзитом через промоину.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Зенкович В.П.* Основы учения о развитии морских берегов.— М.: Наука, 1962.— 438 с.
2. *Зенкович В.П.* Берега Черного и Азовского морей.— М.: Географиздат, 1958.— 371 с.
3. *Удовик В.Ф., Харитонова Л.В.* Зависимость параметров потока наносов у юго-западного берега о.Коса Тузла от направления штормового ветра // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное исследование ресурсов шельфа.— Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009.— вып.19.— С.70-77.
4. *Удовик В.Ф., Харитонова Л.В.* Особенности поступления наносов к юго-восточной оконечности о.Коса Тузла в зависимости от направления штормового ветра // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное исследование ресурсов шельфа.— Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011.— вып.25.— С.96-103.
5. *Руководство по методам исследований и расчетов перемещения наносов и динамики берегов при инженерных изысканиях.*— М.: Гидрометеиздат, 1975.— 240 с.
6. *Иванов В.А., Удовик В.Ф.* Оценка баланса интенсивности потоков наносов и основных тенденций переформирования 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.

Материал поступил в редакцию 08.12.2014 г.

АНОТАЦІЯ На основі вітроенергетичного методу отримано оцінки характеристик уздовжберегових потоків наносів, що формуються в береговій зоні острова Тузла і на прилеглий ділянці чорноморського узбережжя Таманського півострова при різних напрямках штормового вітру. Проведено розрахунки для двох можливих траєкторій переміщення наносів через Тузлинську промоїну. Визначено напрямки вітру, що створюють умови для надходження об'ємів наносів до берегів острова. Описано основні сценарії перерозподілу об'ємів наносів, що призводять до розмиву берегів острова Тузла.

ABSTRACT Characteristics of the longshore sediment transport, formed in the coastal zone of Tuzla Island and neighboring areas of the Black Sea coast of the Taman Peninsula for different gale directions, was estimated using the wind energetic method. The calculations for the two possible trajectories of sediment transport through the Tuzla gully was carried out. The directions of the wind creating the conditions for admission volumes of sediment to the shores of the island was identified. The basic scenarios of sediment volumes redistribution, leading to erosion of Tuzla Island shores, are described.