

Трубкин И.П.¹, Шипилова Л.М.²

¹ Всесоюзный научно-исследовательский институт охраны природы МПР

² МГУ им М.В.Ломоносова, географический факультет

E-mail: Trubkin.Ivan@bk.ru; lm-shipilova@rambler.ru

Согласно известным представлениям [1] исследование интенсивности движения обломочного материала (наносов) является ключевым вопросом в изучении абразионно-аккумулятивных процессов в море. Изменчивость гидродинамических параметров, обусловленная рефракцией, дифракцией, отражением и разрушением ветровых волн, формированием инфрагравитационных колебаний, разрывных, компенсационных и вдольбереговых течений, процессами вихреобразования и отражает, как правило, сложное морфологическое строение морского дна [2, 3].

Наиболее характерной чертой северной части Каспийского моря являются очень пологое дно, малые глубины по всей акватории, наличие стоковых течений Волги, обилие аккумулятивных форм (банок и мелких островов), широкое развитие водной растительности и, как следствие влияния этих факторов, отсутствие больших волн даже при высоких скоростях ветра.

В рассматриваемой работе представлены некоторые материалы численного моделирования транспорта наносов в Северном Каспии с учетом данных натурного эксперимента. Измерения производились в районе Малого и Большого Жемчужных островов с борта НИС “Акватория”. Для регистрации волнения использовались трехкомпонентные датчики, устанавливаемые на отдельной вехе вблизи судна. Регистрация велась непрерывно в течение нескольких часов. Были зарегистрированы все фазы шторма. После соответствующей обработки были получены характеристики гравитационных и инфрагравитационных волн (ИГ-волн).

По измерениям вклад низкочастотных волновых движений составляет от 14% в зоне трансформации ветровых волн и до 72% и даже 84% (при ветрах > 15 м/с) в зоне их обрушения.

Высоты ИГ-волн обычно невелики (от нескольких сантиметров до нескольких десятков сантиметров), но, поскольку в эти колебания вовлечены значительные массы воды в водоеме, энергия, а значит и эффект производимый ими, могут быть весьма существенными.

Согласно [4, 5] энергетический спектр ИГ-волн можно представить так

$$S_{изв}(\omega) \approx \gamma^2 \int_0^{\infty} S_0(\tilde{\omega}) S_0(\omega + \tilde{\omega}) d\tilde{\omega}, \quad \gamma = k \cdot \text{cth}(kH), \quad \text{где } S_0(\omega) - \text{энергетический спектр}$$

возвышений взволнованной поверхности, а высоты ИГ-волн в виде

$$\bar{h}_{изв} \approx \frac{\bar{\gamma}^2}{q^2 \sqrt{2\pi}}, \quad \text{где } \gamma = \bar{k} \cdot \text{cth}(\bar{k}H), \quad \bar{k} = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{4\pi^2}{g\bar{\tau}^2}, \quad q = 1,185, \quad \bar{\tau} - \text{средний период, } H -$$

глубина.

С учетом зависимости изменения высоты ИГ-волн с изменением глубины (рис.1) получены результаты расчета полей относительных деформаций дна (рис.2–4). На рис.2–4 отражены деформация дна (мм) с учетом течений, гравитационных и ИГ-волн при

различном распределении длительностей действия ветра для трехсуточного шторма со средней скоростью ветра 20 м/с (отрицательные значения относительных деформаций характеризуют размыв, а положительные – аккумуляцию наносов).

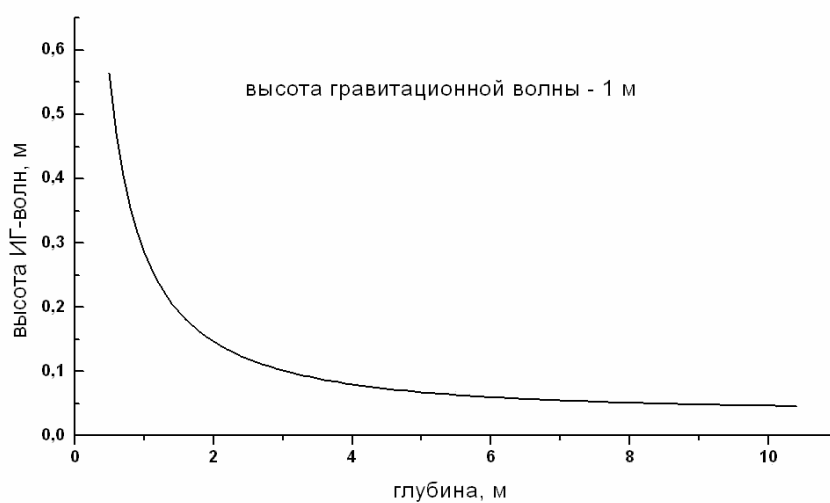


Рис.1. Зависимость высоты ИГ-волн с изменением глубины.

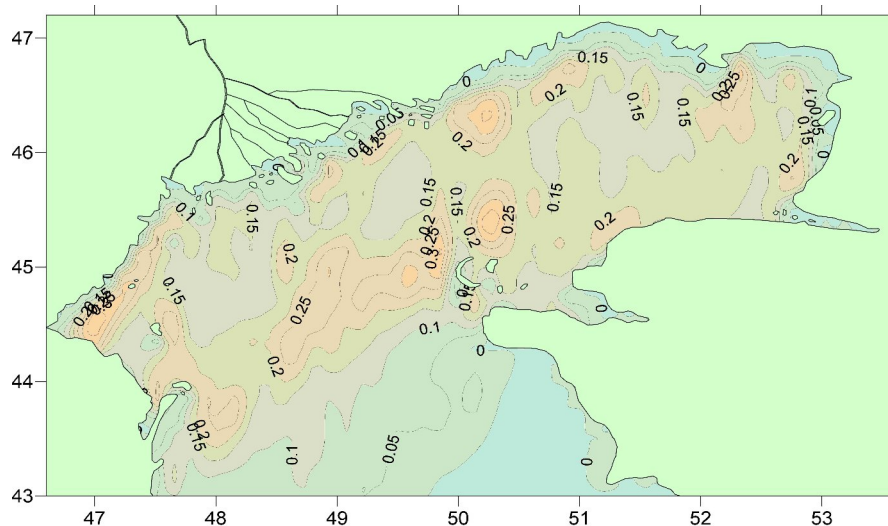


Рис.2. Деформация дна (мм) при юго-западном ветре

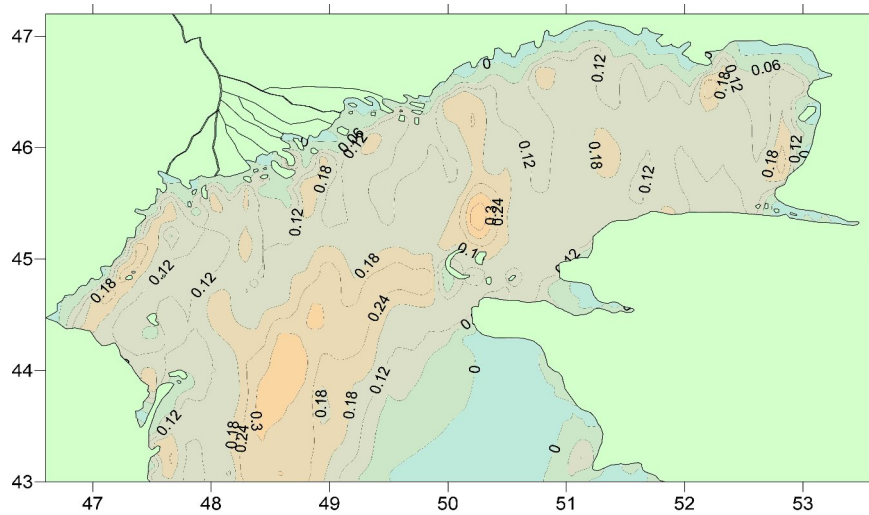


Рис.3. Деформация дна (мм) при южном ветре

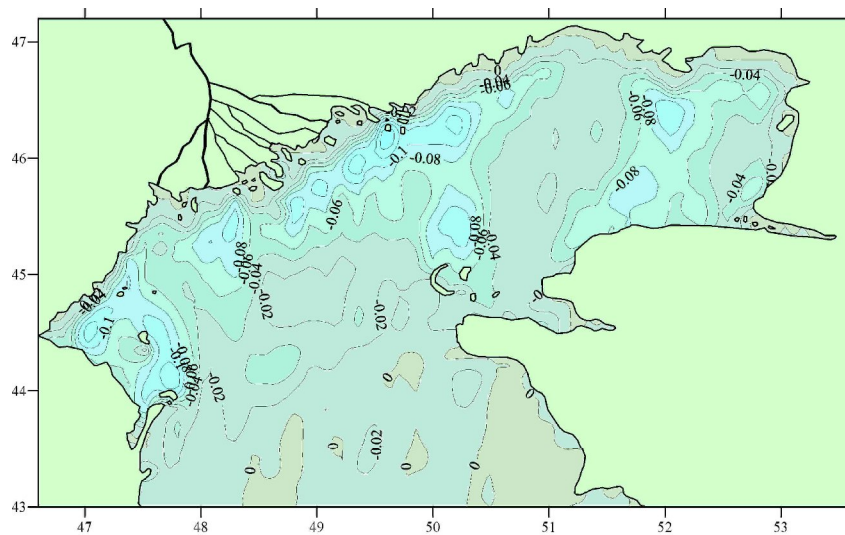


Рис.4. Деформация дна (мм) при действии ветра, характерном для Северного Каспия

Из полученных материалов следует, что деформация рельефа дна Северного Каспия различна в зависимости от скорости и направления ветра. С возрастанием скорости ветра увеличиваются амплитуды деформаций дна, и изменяется пространственное положение зон размыва и аккумуляции.

Полученные материалы показывают, что чем больше интервал времени устойчивого ветра (иначе, чем больше длительность шторма с сохранением среднего направления ветра), тем больше относительные деформации дна. Законы трансформации ИГ-волн идентичны законам трансформации ветровых волн с той лишь разницей, что диссипация ИГ-волн на порядок меньше. Поэтому велика роль ИГ-волн в транспорте наносов в прибрежной зоне. Рассчитаны поля ИГ-волн при различных скоростях и направлениях ветра и поля орбитальных скоростей с учетом ИГ-волн, важные для динамики наносов.

Результаты расчетов показывают, что усиление роли ИГ-волн связано с возрастанием нелинейных эффектов на мелководье и эффектом суммирования составляющих ИГ-волн при их распространении из других зон моря. Наблюдаемые активные процессы переформирования берегов и дна, можно объяснить совместным влиянием ИГ-волн и гравитационных ветровых волн.

Литература

1. Михинов А.Е., Динамика наносов в морской береговой зоне. – Гидрология и гидродинамика шельфовой зоны Черного моря - Киев: Наук. Думка, 1991, с. 158-176
2. Трубкин И.П., Филиппов Ю.Г., Шипилова Л.М., Моделирование динамики наносов в береговой зоне моря. – Новые и традиционные идеи в геоморфологии. V Щукинские чтения. Труды, - М.: Географический факультет МГУ, 2005, с. 558-565.
3. Трубкин И.П., Филиппов Ю.Г., Шипилова Л.М., Моделирование динамики наносов в береговой зоне северной части Азовского моря. 2005, № 12, с. 32-36.
4. Трубкин И.П., О высотах инфрагравитационных волн в мелком море. Экологические системы и приборы, 2005, № 8, 23-28.
5. Трубкин И.П. Ветровое волнение (взаимосвязи и расчет вероятностных характеристик) //М.: Научный мир, 2007. – 264 с.