

УДК 551.506.2:551.506.51(574)

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ШТОРМОВОЙ МОДЕЛИ КАСПИЙСКОГО
МОРЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ВЕТРОВЫХ ТЕЧЕНИЙ В РАЙОНЕ
КАТАСТРОФЫ ПАРОМА «МЕРКУРИЙ»**Канд. геогр. наук Н.И. Ивкина
Т.П. Строева

В статье рассмотрены вопросы, связанные с оперативным моделированием ветровых течений в районе катастрофы парома «Меркурий» в октябре 2002 г. Описан способ, который был применен, и приведены примеры расчетов.

Ветровые течения занимают особое место в динамике вод Каспийского моря, так как основным видом колебаний уровня воды являются колебания анемобарического происхождения. Они отличаются большой изменчивостью, учет которой вследствие быстрых и разнообразных изменений крайне сложен. Развиваясь в верхних слоях в результате воздействия ветра на водную поверхность, эти течения служат одной из главных причин перемещения водных масс на большие расстояния и тем самым являются определяющими в распространении поступающих в море загрязнений. Из-за неоднородности поля ветра и изменчивости его скорости во времени ветровые течения имеют сложную пространственную структуру.

Необходимо отметить, что натуральных наблюдений за ветровыми течениями крайне мало, но тем не менее, исследование течений представляет большой практический и научный интерес. Согласно теории Экмана «влекущее» действие ветра создает дрейфовые течения, а неравномерное перемещение масс воды в пространстве приводит к наклону поверхности моря и возникновению градиентных течений. Из литературных источников известно, что исследователи, как правило, используют простейшие теоретические соотношения, связывающие скорость течения со скоростью ветра через ветровой коэффициент. Связь скоростей течений с ветром определяется по измеренным параметрам этих процессов в естественных условиях [5]. Но для получения таких зависимостей необходимо достаточное количество прямых наблюдений за течениями. Кроме того ветровой коэффициент принимается, как правило, постоянным для всего моря. Поэтому, представляется целесообразным для исследования ветровых течений применять математическое

моделирование. Этот способ был выбран для расчета ветровых течений в районе катастрофы парома «Меркурий» в октябре-ноябре 2002 г., которая произошла 22 октября. По данным Агентства по чрезвычайным ситуациям Казахстана паром «Меркурий 2» затонул в 100 км от г. Баку. На пароме находились цистерны с сырой нефтью общей массой 2000 т. В результате аварии они попали в море и сейчас находятся на глубине 300 м. Емкости были закупорены, но Государственная комиссия по ликвидации последствий аварии отметила, что на месте катастрофы наблюдалось нефтяное пятно длиной 15 км и шириной 8 км. Точное количество разлившейся нефти до сих пор не установлено. Из тех же источников стало известно, что на место катастрофы было направлено специализированное судно «Краб-2» для сбора разлившейся нефти. Однако, Министерство охраны окружающей среды Республики Казахстан выражало серьезную озабоченность тем, что нефтяное пятно может переместиться к казахстанскому берегу. Поэтому РГП «Казгидромет» было дано задание составить прогноз направления и скорости течений для данного района.

Для этой цели была использована гидродинамическая модель Каспийского моря, в основу которой положен гидродинамический модуль MIKE 21, разработанный в Датском гидравлическом институте и адаптированный к мелководным условиям Северного Каспия [2, 3, 6-8]. Алгоритм расчета по этой модели представлен на рис. 1.

Необходимо отметить, что гидродинамический модуль MIKE 21 является основным модулем модели и обеспечивает гидродинамический базис для вычислений. Он моделирует изменения уровня воды и потоков в ответ на явления, происходящие в водоеме. Уровни воды и потоки разлагаются в прямоугольной координатной сетке, охватывающей интересующее пространство, при условии наличия батиметрических данных, коэффициентов шероховатости дна, поля ветра, гидрографических граничных условий и т.д. Гидродинамический модуль модели решает систему вертикально интегрированных уравнений неразрывности и сохранения количества движения в двух горизонтальных измерениях, добиваясь хорошего пространственного и временного разрешения, и исследует влияние быстро изменяющихся под действием атмосферных процессов возмущений в метровом слое на динамику нижележащего слоя.

Как отмечалось выше, существует четкая зависимость скорости ветрового течения от скорости ветра. Поэтому первой задачей моделирование стал расчет ветровых характеристик, как по всему морю, так и кон-

кретно в районе аварии. Как показали результаты моделирования, преобладающими ветрами в этот период будут ветры северных и южных направлений (рис. 2), довольно частые на Каспийском море.

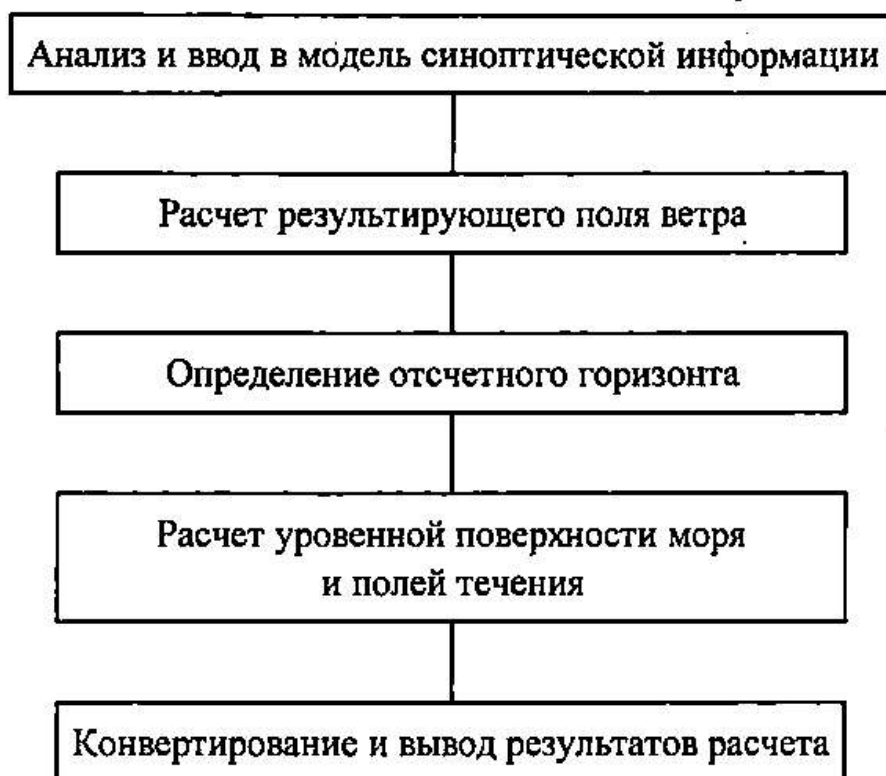


Рис. 1. Алгоритм расчета по гидродинамической модели Каспийского моря.



Рис. 2. Преобладающие направления ветра в районе аварии парома в период с 25 октября по 3 ноября 2002 г.

По данным натурных наблюдений сильные ветры этих направлений способны вызвать кратковременные (в течение нескольких часов) усиления скоростей течения до 50...60 см/с [4]. Однако расчеты показали, что скорость ветра в данный период будет невелика (рис. 3).

Необходимо отметить, что скорость перемещения пятна и его направление определить было довольно трудно. Для этой цели средствами

гидродинамической модели был выявлен и смоделирован ход уровня Каспийского моря в данном районе, на основе которого подготовлены прогностические карты направления и скорости течения морской воды. В качестве основы при расчете уровенной поверхности и ветровых течений использовался прогноз ветра заблаговременностью 120 ч, получаемый по каналам связи из Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды. Акватория Каспийского моря аппроксимировалась квадратной сеткой 10×10 км.

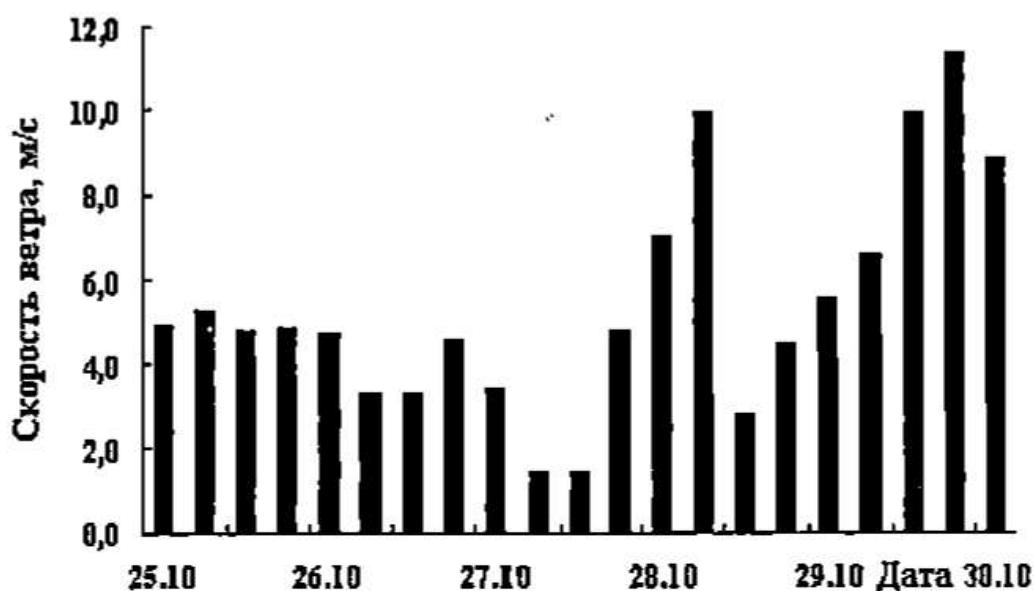


Рис. 3. Расчетная скорость ветра в районе катастрофы в период с 25.10 по 3.11.2003 г.

Из-за отсутствия данных по азербайджанской гидрометстанции Баку для расчета фоновый (начальный) положения уровня моря использован измеренный уровень воды, полученный с казахстанской станции Актау и туркменских станций Кара-Богаз-Гол и Туркменбаши. В итоге, в среднем за весь период расчетов он варьировал около отметки минус 27,0м. Результаты моделирования показали, что в исследуемом районе не прогнозируется значительных колебаний уровенной поверхности и они будут происходить около фоновой отметки. Соответственно не будут наблюдаться и сильные ветровые течения (рис. 4). Максимальная скорость течения может достигнуть 5 см/с, а в среднем составит 3 см/с, что согласуется с наблюдаемыми значениями. Проверка результатов расчета осуществлялась с помощью ветрового коэффициента, который для Каспийского моря принимался равным 0,003 [1]. Анализ полученных результатов позволил заключить, что в расчетный период нефтяное пятно не должно перемещаться в северо-восточном направлении, т.е. в казахстанскую часть

Каспийского моря, а будет дрейфовать в районе катастрофы. Эти выводы были подтверждены авиационными обследованиями.

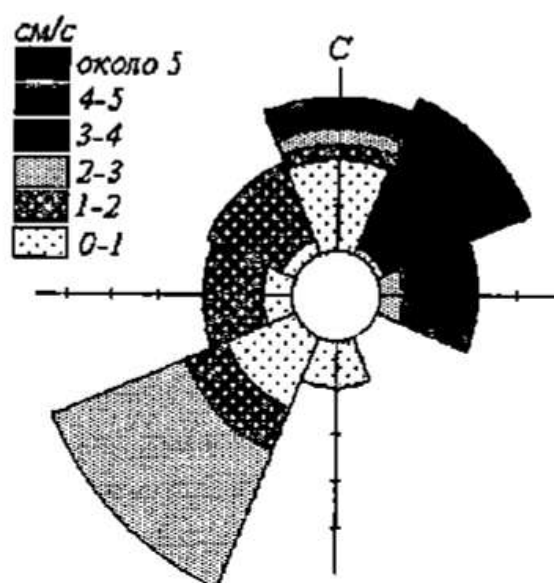


Рис. 4. Распределение скоростей и направления течений в районе катастрофы в период с 25 октября по 3 ноября 2002 г.

В заключении можно сделать вывод, что застраховаться от стихийных бедствий невозможно. Но хотя наступление стихийных природных бедствий нельзя избежать, воздействие большинства из них можно смягчить, а последствия экстремальных явлений уменьшить. Оперативно предсказав на основе численного моделирования возможные пути распространения загрязнения, можно значительно сократить время по его обнаружению и тем самым поддержать усилия по подготовке к нему и смягчению негативных воздействий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бондаренко А.Л. О ветровых течениях в морях / Водные ресурсы.- Т. 28.- N 1.- 2001.- С. 110-113.
2. Ивкина Н.И. Опыт применения гидродинамической модели MIKE 21 для прогнозирования сгонно-нагонных явлений на Каспийском море // Гидрометеорология и экология.- 1998.- № 1-2.- С. 105-112.
3. Йенсен Х.Р., Ивкина Н.И., Строева Т.П. Некоторые результаты тестирования системы предупреждения штормовых нагонов на Каспийском море// Гидрометеорология и экология.- 2002.- N 1.- С. 93-100.

4. Косарев А.Н., Тужилкин В.С., Красножен Г.Ф. Гидрология и циркуляция вод Каспийского моря / Экологические проблемы Каспия.-М., Киров: «Вятка».- 2000.- С. 165-175.
5. Ю.В. Суставов, Е.С. Чернышева, И.Е. Цупрова Исследования ветровых течений Балтийского моря на основе математической модели взаимодействия пограничных слоев / Труды ГОИИ.- Л: Гидрометеониздат.- Вып. 157.- 1982.- С. 29-43.
6. Skill assessment of an operation hydrodynamic forecast system for North Sea and Danish Belts // Vested, H.J., Woge, Nielsen J., Jensen, H.R. and Bolding, Kristensen K. // Quantitative skill assessment for coastal ocean models.- 1995.- Vol. 47.- P. 373-396.
7. Vieira, J., Fons, J., Kofoed-Hansen, H. Statistical and hydrodynamic models for the operational forecasting of floods in the Venice Lagoon // Coastal engineering. -1993.- Vol. 21, № 4.-P. 301-331.
8. Warren, I.R., Bach, H.K. MIKE 21- a modeling system for estuaries, coastal waters and seas // Environmental software. – 1992. - Vol. 7.- № 4.- P. 229-240.

Научно-производственный Гидрометцентр РГП «Казгидромет»

«МЕРКУРИЙ» ПАРОМЫНЫҢ АПАТЫ АЙМАҒЫНДАҒЫ ЖЕЛ АҒЫСТАРЫН ЕСЕПТЕУ ҮШІН КАСПИЙ ТЕНІЗІНІҢ ДАУЫЛЫН ПАЙДАЛАНУ

Геогр. ғылымд. канд. Н.И. Ивкина
Т.П. Строева

Мақалада 2002 жылдың қазан айында болған «Меркурий» паромының апаты аймағындағы жел ағыстарын жедел үлгілеумен байланысты мәселелер қарастырылған. Қолданылған тәсіл суреттеліп, есептеу үлгілері келтірілген.