

УДК 556.581

Канд. техн. наук	М.И. Жанпеисов *
Канд. техн. наук	В.Н. Архипов *
	З.Н. Тынбаева **

**МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗЛИВА НЕФТИ В СТОКЕ РЕКИ С ПОМОЩЬЮ ЭКСПРЕСС МОДЕЛИ «ГИДРО/EXPRESS TEST»***ОДНОМЕРНАЯ СХЕМА РАСПРОСТРАНЕНИЯ, ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА, КОНЕЧНО-РАЗНОСТНАЯ АППРОКСИМАЦИЯ, ИНТЕГРИРОВАНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ*

*Представлены пробные расчеты разлива нефти для небольшого участка реки, в русле со сложной конфигурацией, с дискретностью в 15 минут.*

При принятии решений о ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС) очень часто нет возможности по привлечению традиционных моделей, так как они могут отсутствовать для конкретного водоема, иметь ограниченный доступ к использованию или не имеют возможность смоделировать сложившуюся ситуацию [1]. По этой причине возникла необходимость в создании гибкого инструмента по быстрому расчету основных параметров загрязнения гидрологических объектов. На базе экспресс модели, которая позволит в кратчайшие сроки произвести расчеты по прогностическому моделированию загрязнителей попавших в реку в результате аварий или стихийных бедствий. Это позволило бы более планомерно подходить к вопросу ликвидации последствий ЧС, перераспределять имеющиеся подвижные, человеческие и прочие ресурсы, что в конечном итоге должно сказаться как на сроках ликвидации аварии, так и на общей стоимости затраченных ресурсов.

При решении поставленной задачи стояло условие, что ввод исходных компонентов для расчетов должен быть минимален, при этом инструментальная часть должна либо измеряться на месте (при оценке события) или иметь табличные значения по типам объектов. Для расчета прогноза уровня загрязнения водного объекта в модели необходимы следующие параметры: расход реки, расход загрязнения, ширина реки, средняя

---

\* ТОО «Янтарь», г. Алматы,

\*\* КазНАУ, г. Алматы

глубина реки, концентрация загрязняющего вещества в месте попадания в воду. Также для расчета коэффициента турбулентной диффузии необходим уклон водной поверхности (или скорость потока) [1].

На сегодняшний день модель «ГИДРО/EXPRESS TEST» создается силами ТОО «Янтарь», многие компоненты модели еще находятся в стадии разработки, тем не менее, уже имеются возможности по предварительному тестированию отдельных модулей программы.

В частности, целью эксперимента по расчету загрязнения был опробован временной блок и блок расчета полей концентрации загрязнителей, который пока не имеет анимированный выход, но способен показать результат распределения поля с дискретностью от 15 минут до 1 часа.

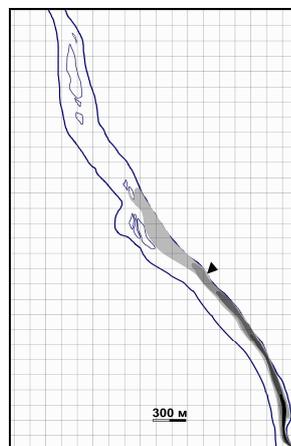
Идея теста состояла в получении прогностической динамики распространения загрязняющего вещества (в тестовом варианте нефти) на ограниченном участке русла реки. Для решения этой задачи использована одномерная схема распространения загрязняющих веществ вдоль реки. Для расчета выходных характеристик при тесте данного модуля программы на компьютере были испробованы методы: конечно-разностной аппроксимации и интегрирования дифференциальных уравнений [2, 3, 4].

Для тестового режима бы выбран участок реки, который имел острова, а ширина русла менялась. Выбранный участок реки длиной 9 км был отрисован в цифровой формат модели. Особо стоит отметить, что изначально предполагалось использовать ГИС компонент для расчетов, так как в этом случае имеется множество вспомогательной информации, которая может быть использована (уклоны, характеристика местности и прочее). К сожалению, существует несколько проблем при использовании такой информации, в частности не все базы в ГИСах имеют понятие о ширине реки, даже если принимать, что ширина реки остается постоянной, отсутствует также информация и о глубинах. По этой причине в модели присутствует свое поле для быстрой оцифровки объекта, с использованием общедоступных, бесплатных космических снимков среднего разрешения, без привязки к географическим координатам (рис. 1).

В качестве теста использования модели рассчитан залповый выброс нефти (100 т в течение получаса) при аварии возле русла в среднем течении. Распространение пятна по реке рассчитано для гидрологического режима, соответствующего расходу 50 %-ной обеспеченности [5-9].

В основу расчета модуля к описываемой задаче, положены закономерности переноса дискретной примеси движущейся жидкостью с из-

вестной гидродинамической структурой (в меню оператор выбирает вид загрязнителя или подбирает загрязнитель близкий по своим характеристикам к имеющимся). Перемещение частиц на каждом шаге по времени складывается из детерминированной и случайной составляющей. Искомое поле концентрации находится путем обработки пространственного распределения частиц [10, 11].



*Рис. 1. Оцифрованный участок реки и распространение загрязнителя.*

При модельных расчетах имитируется двумерная динамика взвешенных частиц. Горизонтальная структура поля загрязнения, выводимая в виде карты-схемы на экран монитора или принтер, рассчитывается путем осреднения по вертикали показателей концентрации взвеси в верхнем слое воды (модель не учитывает глубину) рис. 2.

Пример результатов расчетов динамики поля загрязнения воды с использованием описанной модели приведен на рис. 3.

Разработка экспресс модели, является полезным и конструктивным элементом успешного решения нестандартных задач, связанных с прогнозом последствий антропогенного воздействия на окружающую среду при ЧС. Применение методов информационного моделирования, оперирующих в рамках одной задачи сведениями различного типа, точности и достоверности, обеспечивает возможность сбалансировано использовать разнообразные данные, которые удастся собрать для построения модели, преодолеть информационный дефицит и получить достаточно детальные, приемлемо точные и практически значимые результаты моделирования [3, 4].

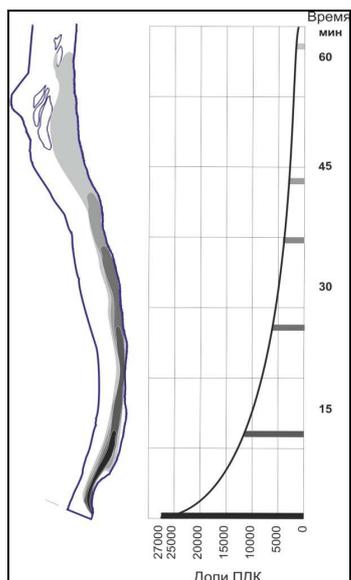


Рис. 2. Динамика распространения пятна и пространственная структура поля концентрации загрязнения вниз в средней части реки при расходе 50 %-ной обеспеченности и отсутствии задержки нефти на берегах и дне реки (внизу указано время, прошедшее с момента аварии, на участке в 3,5 км).

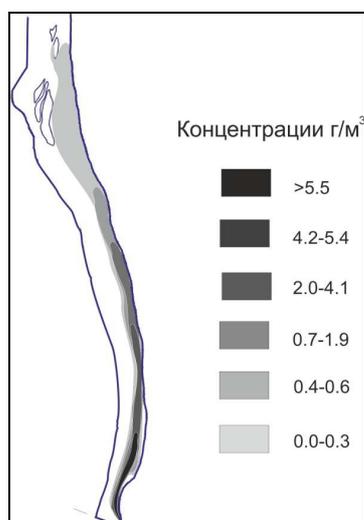


Рис. 3. Горизонтальная структура загрязнения верхнего слоя воды, поступающего от источника загрязнения мощностью 5 кг/с вещества.

Прогнозные расчеты предполагаемых последствий антропогенного воздействия на водные объекты, получаемые в результате имитационного моделирования, позволяют более полно оценить ожидаемые ущербы и сформулировать рекомендации по их минимизации [3, 4].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архипов В.Н., Тынбаева З.Н. Гидрологическая модель «ГИДРО/EXPRESS TEST». // Гидрометеорология и экология. – 2013. – № 4. – С. 146-149.
2. Галкин Л.М. Решение диффузионных задач методом Монте-Карло. – М.: Наука. 1975. – 94 с.
3. Игнатов А.В. Информационные модели в гидрологии: Автореф. дис. ... доктора геогр. наук – Иркутск, 2006. – 44 с.
4. Игнатов Л. В. Модели и оптимизационные задачи в проблемах природопользования в Байкальском регионе. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. – 207 с.
5. Максимович Н.Г. Безопасность плотин на растворимых породах (на примере Камской ГЭС). – Пермь: ООО ПС «Гармония», 2006. – 212 с.
6. Максимович Н.Г., Пьянков С.В. Малые водохранилища: экология и безопасность. – Пермь: Пермский ГУ, – 2012. – 256 с.
7. Максимович Н.Г., Хайрулина Е.А. Геохимические барьеры и охрана окружающей среды. – Пермь: Пермский ГУ, – 2011. – 248 с.
8. Методика расчета предельно-допустимых сбросов (ПДС) веществ в водные объекты со сточными водами. – М.: ОГРЭС, 1990. – 34 с.
9. Методические основы оценки и регламентирования антропогенного влияния на качество поверхностных вод. – Л: Гидрометеоиздат, 1987. – 286 с.
10. Нарвузов С.Т. Моделирование в управлении водными ресурсами. – Душанбе: «Эр-граф», 2013. – 280 с.
11. Самарский А.А. Теория разностных схем. – М.: Наука. 1983. – 616 с.

Поступила 5.11.2013

Техн. ғылымд. канд. М.И. Жанпеисов  
Техн. ғылымд. канд. В.Н. Архипов  
З.Н. Тынбаева

### **«ГИДРО/EXPRESS TEST» ЭКСПРЕСС МОДЕЛІНІҢ КӨМЕГІМЕН ӨЗЕН АҒЫНДЫСЫНДАҒЫ МҰНАЙ ТАСҚЫНДАРЫН МОДЕЛДЕУ**

*Арнасы күрделі пішінді, өзеннің кішігірім бөлігі үшін мұнай тасқындарын 15 минутты дискреттілікпен сынақ есептеулері келтірілді.*