

МОДЕЛИРОВАНИЕ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ В ТРУБОПРОВОДАХ

Зуев Константин Иванович

К.т.н., доцент

Владимирского Государственного Университета имени А.Г. и Н.Г. Столетовых

Романова Любовь Владимировна

Ассистент

Владимирского Государственного Университета имени А.Г. и Н.Г. Столетовых

Zuev Konstantin Ivanovich

Ph. D., associate Professor,

Vladimir State University named after A. G. and N. G. Stoletovs

Romanova Lyubov Vladimirovna

Master Vladimir State University named after A. G. and N. G. Stoletovs

Аннотация. Анализ надежности труб в системах водоснабжения. Характеристика параметров, вызывающих возникновение аварий. Методы описания этих параметров. Решение задачи прогноза состояния труб и уменьшения вероятности аварий.

Abstract. Reliability analysis of pipe water supply system. Description of parameters that may cause accidents. Methods description of these parameters. The solution to the problem of prediction of the pipes and reduce the likelihood of accidents.

Ключевые слова: надежность системы водоснабжения, нечеткая логика, ГИС-технологии.

Keywords: reliability of the water supply system, fuzzy logic, GIS technology.

Утечки из трубопроводов приносят стране огромный экономический и экологический ущерб. Особенно большое количество аварий происходит в городах в результате утечек воды из изношенных коммуникаций - канализационных, тепловых и водопроводных сетей. Из разрушенных трубопроводов вода просачивается в грунт, повышается уровень грунтовых вод, возникают провалы и просадки грунта, что ведет к затоплению фундаментов, и в конечном счете грозит обрушением зданий.

Учитывая последствия возникновения подобных аварий в будущем, необходимо уделять первоочередное внимание разработке прогнозов возможных мест и последствий аварий для своевременного ремонта сетей водоснабжения.

В настоящее время вся деятельность компаний в сфере ЖКХ по отношению к авариям на трубопроводах сводится к мониторингу сетей, ремонту и устранению последствий уже произошедших чрезвычайных ситуаций. Прогнозирование еще не произошедших аварий не производится по причинам:

- отсутствие методов прогнозирования и определения возможных последствий аварий и соответствующего программного обеспечения;
- отсутствие полных данных о состоянии почв, грунтовых вод в области залегания трубопровода, отсутствие полной документации по самим трубопроводам;
- недостаточное финансирование сферы ЖКХ.

В последнее время были созданы программные комплексы для организации высокопроизводительного процесса ввода описательной информации по инженерным коммуникациям. Основными возможностями данных программных комплексов являются:

- оперативный доступ к описательной информации по выбранному объекту;
- критериальные запросы;
- моделирование переключений при плановых ремонтах и аварийных ситуациях;
- поверочные инженерные расчеты.

Однако даже эти программные комплексы не имеют возможности прогнозирования аварий. Таким образом, разработка математической модели аварии на подземном трубопроводе и создание методов прогнозирования аварийных участков сети становятся актуальной задачей.

Для визуализации полученных результатов расчетов функции давления использовался пакет для математического моделирования и вычислений MathCad 14. Данные из текстовых файлов загружались в массивы для дальнейшего отображения на графиках. Через 40 минут после начала аварии распределение давлений в рассматриваемой области примет вид (чем давление больше, тем светлее цвет зоны). Место нахождения источника загрязнения выделено жирным цветом. Аварийное место в виде свища в трубе.

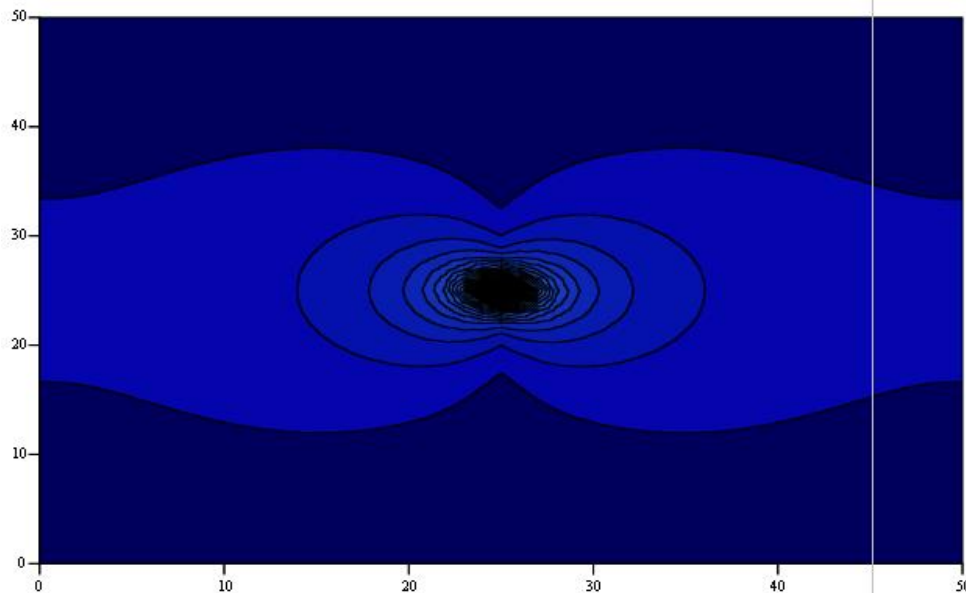


Рис.1. Моделирование истечения воды из трубы: диаметр трубы – 0,5 м., радиус отверстия – 0,02 м., давление воды, вытекающей из отверстия – 156960 Па, значение коэффициента фильтрации – 2,5 м/сут.

При моделировании последствий аварий в трубопроводах необходимо оценить зону разлива и глубину проникновения в почву. При определении глубины проникновения таких жидкостей как вода, нефть, бензин и др. важно оценить данный процесс в динамике. При этом необходимо определять скорость фильтрации жидкости через почву. Невозможно определить распределение истинных скоростей жидкости в порах грунта и приходится ограничиваться рассмотрением их осредненных характеристик. Скорость фильтрации тесно связана с объемной пористостью грунта, что позволяет

рассматривать протекание жидкости через грунт как бы заполняющее все пространство, включая объем самого грунта. Скорость фильтрации можно рассматривать как непрерывную функцию координат, определенную в каждой точке. При анализе места растечения нефти учитывались типы почв, расположенных в зоне затопления. Каждому типу почв соответствует свой коэффициент фильтрации. Вместо коэффициента фильтрации использовали коэффициент проницаемости, который используется при анализе фильтрации нефти и подземного газа.

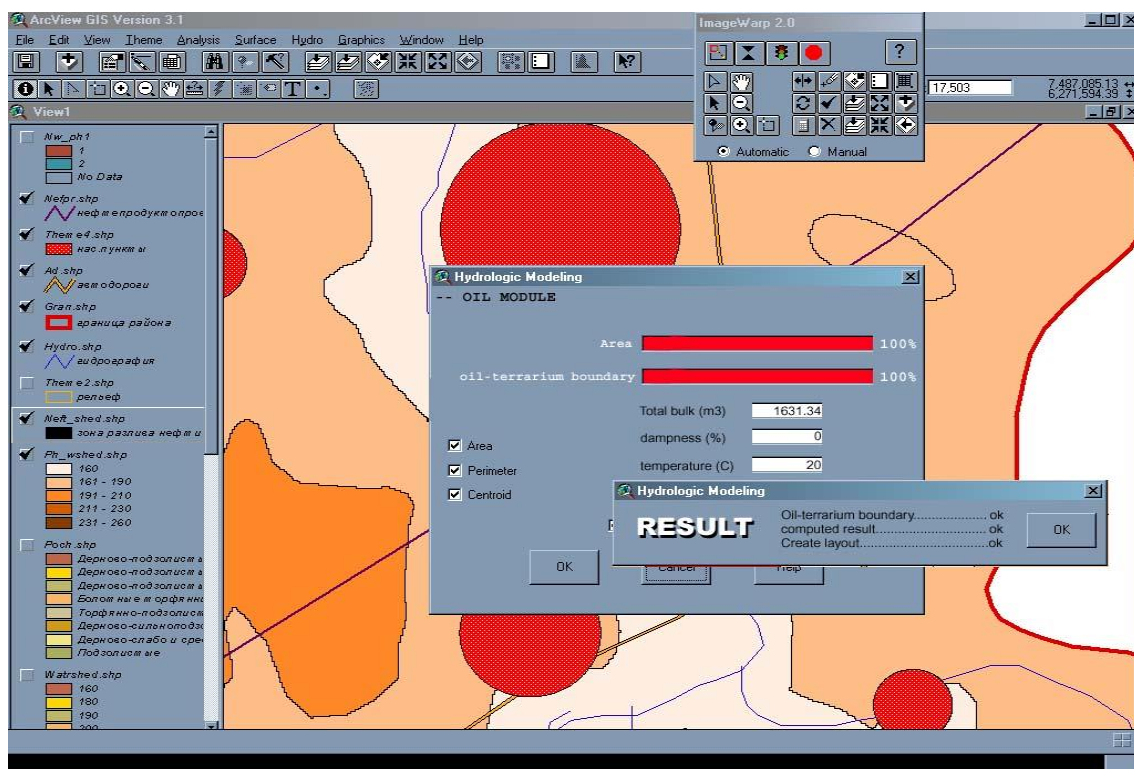


Рис.2. Моделирование растекания нефти.

По полученным ранее данным были созданы карты, в трехмерном пространстве с учетом рельефа и проницаемости почв. Для этого были взяты две карты: карта с рельефом и карта почв с преобладающим механическим составом почв, в базу данных которой были внесены рассчитанные ранее коэффициенты фильтрации. Моделирование осуществлялось в ArcView GIS. Написаны скрипты, позволяющий объединить две выбранные темы. Исходными данными для отображения разлива жидкостей являются: карта в трехмерном пространстве с учетом рельефа и проницаемости почв, общий объем вытекшей жидкости, влажность, температура воздуха, средняя глубина пропитки грунта, время истечения жидкости из поврежденного трубопровода.

Моделирование рассчитываемого объема с соответствующим расходом нефти по этапам проводилось с использованием скорректированного модуля hydro пространственного анализа (Spatial Analyst) ArcView GIS с учетом геофильтрации грунтов и рельефа местности. При заполнении пространства вокруг места аварии, и, соответственно, определение площади разлива, учитывается объем жидкости впитавшейся в грунт. Прделанная работа позволяет получить площадь загрязненных земель (для нефти, бензина др.), что позволит рассчитать степень загрязнения компонентов окружающей природной среды и величину ущерба, нанесенного окружающей природной среде в результате данной аварии.

В расчетах использовалась нечеткая логика. Применение такого рода систем для решения данной задачи обусловлено следующими причинами:

во-первых, большая часть величин, используемых при расчетах, в силу различного рода упрощений, допущенных при выводе формул, имеют неточный, приблизительный характер, погрешности величин, определяемых путем различного рода оперативных измерений, достаточно велики;

во-вторых, допущения о постоянстве отдельных коэффициентов в расчетных формулах не являются достаточно обоснованными; более корректным является предположение о возможных изменениях этих коэффициентов;

в-третьих, некоторые величины могут быть неизвестны, и в расчете в этом случае используются экспертные оценки, которые, естественно, находятся в некотором интервале и принципиально нечеткий характер.

Таким образом, следует говорить о расчетах в условиях, когда компоненты расчетных формул заданы не точечными значениями, а интервальными. Однако простое использование интервальных оценок недостаточно информативно. Более интересным является использование интервалов в совокупности с вероятностной оценкой – степени принадлежности параметров выбранному интервалу, то есть необходимо осуществить переход к использованию в расчетах нечетких чисел.

Применение аппарата нечетких чисел при расчетах, определяющих величину ущерба при авариях на нефтепродуктопроводах, целесообразно еще и потому, что они дают не только значения наиболее благоприятного, но и наиболее неблагоприятного развития событий. Последнее позволит хотя бы на стадии предварительной проработки подготовить мероприятия для предотвращения наихудшего варианта.

Литература

1. Зуев К.И. Использование ГИС-технологий при моделировании чрезвычайных ситуаций и промышленных задач водоснабжения, теплоснабжения. X МНПК «Фундаментальные и прикладные исследования, разработка и применение высоких технологий в промышленности». г. Санкт-Петербург, 2010.
2. Басниев К.С. Нефтегазовая гидродинамика. - М.: Издательство МГУ, 2005. – 479–480с.
3. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. М.: Наука, 1989. – 430с.

QUARTZ VARIOMETER

Vladimir V. Lyubimov

Senior researcher

*Pushkov institute of terrestrial magnetism, ionosphere and radio wave propagation (IZMIRAN) of RAS
Moscow, Troitsk, Russia*

Abstract. This paper considers a new version of the compact design of the quartz variometer based on quartz magnetic sensors and photoelectric converter, made on the basis of transistor optopara and based on them magneto-measuring converter. The proposed design of the two-component quartz magnetic sensors in the practice of quartz magnetometric instrumentation is carried out for the first time. The two-component sensor is designed for modern magnetic variation stations, which are used for work in field and expeditionary conditions, as well as for special research and work.

Keywords: magnetic observatory, quartz magnetic sensors, magnetic variation stations, magneto-measuring converter, magnetic field