

УДК 502.3

Магистрант А. В. Бурмакова
Науч. рук. канд. техн. наук, доцент В. В. Смелов
(кафедра информационных систем и технологий)

РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ПРОЛИВА НЕФТЕПРОДУКТОВ

Совместно с Республиканским унитарным предприятием «Научно-производственный центр по геологии» (НПЦ по геологии) и «Институтом природопользования Национальной академии наук Беларуси» (Институт природопользования) была разработана математическая модель прогнозирования (ММП) последствий аварийного пролива нефтепродуктов (НП). ММП является основой экологической экспертной системы, разработанной специалистами Белорусского государственного технологического университета в рамках договора с НПЦ по геологии.

В состав экспертной системы входят шесть модулей, четыре из которых являются реализацией математической модели, позволяющей рассчитать объем и скорость проникновения нефтепродуктов в различные типы грунта и грунтовые воды, а также два справочных модуля. Первый модуль «П» (модуль прогнозирования) получает исходные данные о количестве, типе и месте разлива нефтепродукта. В результате работы этого модуля формируется отчет, который помещается в базу данных. Модуль «Р» (модуль оценки прогнозируемого состояния) получает данные из предыдущего модуля и сравнивает значения результата прогноза с нормативами предельно-допустимых концентраций. Модуль «С» (модуль классификации прогнозируемого состояния) предназначен для классификации состояний геологической среды. Модуль «Т» (модуль выбора технологий реабилитаций) формирует финальный отчет, который содержит перечень технологий реабилитации.

Модули экспертной системы используют реляционную базу данных СУБД Microsoft SQL Server 2012. Для работы модулей используются справочники, хранящиеся в базе данных: «Природоохранные объекты», содержащие данные о различных природоохранных объектах, таких как реки, озера и заказники, «Техногенные объекты», содержащие данные об объектах, на которых возможны инциденты пролива нефтепродуктов, «Физико-химические свойства нефтепродуктов». Экспертная система реализована в виде web-сервера на основе технологии ASP.NET 4.5. MVC 5.0.

Модель носит комплексный характер и разделена на уровни, соответствующие слоям геологической среды: поверхностный, почвенный, грунтовый, грунтовые воды.

Для вычислений прогнозов в модели используются данные о географических координатах пролива, тип и объем пролитого нефтепродукта. Используются справочные данные о физико-химических свойствах нефтепродуктов, почвы и грунта. Так же применяются картографические данные.

ММП позволяет прогнозировать следующие параметры: площадь и форму наземного пятна загрязнения, массу испарение НП с поверхностного слоя, глубину и скорость проникновения НП в почву и грунт, адсорбированную массу НП в почве и грунте, максимальную концентрацию НП в почве и грунте, максимальную концентрацию нефтепродуктов в грунтовых водах, временной интервал для достижения максимальной концентрации в грунтовых водах, скорость распространения фронта загрязнения с грунтовыми водами в область окрестных природоохраненных объектов.

При тестировании модели были сопоставлены данные полученные на выходе из экспертной системы и данные с реальных объектов после аварии.

Модель показала, что при проливе 1000 м³ бензина, наземное пятно загрязнения приняло форму круга радиусом 40 м (нет информации о других точках, позволяющих предположить иную форму пятна), площадью 5000 м². При этом пятно имеет толщину 0.2 м.

Из общей массы (750 т) 50 т бензина испарится, а остальные 700т проникнут в почву и грунт. Почва адсорбирует 75 т, а грунт 138 т. При этом под пятном загрязнения в каждом килограмме почвы будет 100 г, а одном кубическом метре грунта 9.2 кг бензина.

Примерно через 12 суток под наземным пятном загрязнения вертикальный фронт бензинового загрязнения достигнет грунтовых вод. Остаток (562 т) нефтепродукта будет постепенно разноситься грунтовыми водами, вначале образуя высококонцентрированную (110 кг/м³) бензиновую пленку.

Природоохранный объект № 1 расположен на расстоянии 38 м от центра пролива, т.е. он попал в наземное пятно загрязнения. Поэтому предполагается, что процесс загрязнения будет протекать аналогично описанному выше.

Природоохранный объект № 2 расположен на расстоянии 55 м, т.е. за границами наземного пятна загрязнения. По перепаду высот центра пролива и географической точки, представляющей природоохранный объект, составляющем 0.007 градуса, можно предположить,

что течение грунтовых вод направленно в сторону этого природоохранного объекта. При таком угле, оценка скорости продвижения фронта загрязнения с грунтовыми водами составляет приблизительно 2 мм в сутки, что позволяет вычислить, что фронт загрязнения с грунтовыми водами достигнет природоохранный объект через 79 лет. При этом максимальный уровень концентрации поверхностной пленки загрязнения достигнет 110 кг/м³, в верхнем слое (до 1 м) водоносного слоя загрязнение не будет превышать 9.2 кг/ м³.

Данные, полученные в результате тестирования модели, не противоречат данным, которые были получены с реальных объектов после аварии.

УДК 339.138

Магистрант А.О. Казаченко
Науч. рук. доц., к.ф.-м.н. Н.И. Гурин
(кафедра информационных систем и технологий, БГТУ)

СИМУЛЯЦИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ 3D ГРАФИКИ В ТЕХНОЛОГИИ UNREAL

Цель исследования: сравнительный анализ технических характеристик и возможностей приложений трехмерной графики для разработки симуляторов динамических процессов.

Задачи исследования:

1. Разработать алгоритм функционирования сложного 3D-симулятора.
2. Разработать программные модули управления симулятором на платформах Unreal, Unity, CryEngine.
3. Собрать статистику по характеристикам функционирования и временным затратам на разработку симулятора на различных платформах реализации.

Аналогами технологии Unreal являются Unity и Cry Engine.

Unity 3D – кросс-платформенный игровой движок для разработки двухмерных и трехмерных приложений под различные платформы [1].

Главным достоинством Unity 3D является улучшенная возможность скриптинга, а именно в отличие от Unreal Engine, в Unity доступны два языка: JavaScript, C#;

Cry Engine – движок, предназначенный для разработки двухмерных и трехмерных приложений, разработанный немецкой компанией Crytek [2]. Cry Engine изначально является кроссплатформенным