

Таким образом, разработанная экспертная система существенно облегчает задачу оптимального выбора методов и средств измерений при проектировании геодезических работ, а также наделяет пользователя необходимыми знаниями для более эффективного применения выбранных средств измерений.

### ВОПРОСЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СТОЧНЫХ ВОД

Цариковский А.И.

*Нижегородский государственный технический университет  
Дзержинск, Россия*

В рамках международной конвенции по уничтожению химического оружия в г. Дзержинске Нижегородской области был разработан и введен в эксплуатацию комплекс по обеззараживанию строительных материалов и грунта и детоксикации образующихся при этом технологических сточных вод. Целесообразность этого мероприятия обосновывается тем, что после второй Мировой войны на предприятиях, производивших химическое оружие (иприт, люизит) и его компоненты, сохранились производственные корпуса, складские помещения, различные технологические конструкции, зараженные вышеназванными отравляющими веществами и требующие ликвидации и утилизации. В рамках сложившейся ситуации особого внимания требует постановка вопроса, а какими методами и в каких условиях должны проводиться ликвидация и утилизация? Очевидно, что вышеназванные операции должны проводиться прежде всего без урона для окружающей среды. Именно последнюю фразу стоит подчеркнуть при рассмотрении данной проблемы, как в локальных масштабах, так и в масштабах страны. Ни для кого не секрет, что проблема экологии в регионах и в России, в целом, стоит очень остро. Так как процессы ликвидации и утилизации практически всегда связаны с образованием водных растворов, содержащих вредные (отравляющие) вещества и подлежащих также утилизации, то внимание стоит обратить, прежде всего, на качество воды в бассейне реки Оки. Для этого приведу выкладку из официального отчета «Верхне-Волжского межрегионального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»: «Под влиянием сбросов г. Дзержинска прослеживается постепенное увеличение комплексного показателя загрязнения реки Оки от фоновому створу к замыкающему: ИЗВ (интегральный показатель качества воды) 1,3-1,7-1,9.» В связи с этим следует обратить особое внимание именно на качество технологических сточных вод.

Как уже говорилось ранее, процессы утилизации твердых мышьякосодержащих материа-

лов во многих случаях сопровождается образованием водных растворов, содержащих мышьяк. Одной из обязательных стадий таких процессов является деарсенизация этих растворов. Известные способы вывода мышьяка из растворов основаны на:

- химическом осаждении и соосаждении;
- электрохимическом осаждении;
- кристаллизационном осаждении;
- сорбционном извлечении;
- экстракционном извлечении;
- отгонке летучих соединений мышьяка.

В настоящее время наиболее распространенным в технологических процессах способом очистки растворов от мышьяка является химическое осаждение и соосаждение, который и нашел применение в комплексе, функционирующем на предприятии «Капролактама – Дзержинск». Так или иначе все приведенные выше способы не нашли своего применения на описываемой мною установке, поэтому перейдем к краткому изложению выбранного способа.

Процесс очистки сточных вод относится к периодическим. Для автоматического исполнения технологического регламента требуется обеспечивать очередность проведения отдельных технологических операций, а так же изменение величин параметров состояния объектов управления. При этом ставится задача программного, логического управления и задача стабилизации некоторых параметров. Процесс состоит из нескольких стадий:

- прием и подготовка сточных вод;
- подготовка (дозирование) растворов реагентов;
- детоксикация сточных вод;
- обезвреживание сточных вод;
- очистка абгазов;
- фильтрование.

Однако если быть объективным, то стоит отметить, что все основные процессы протекают на стадиях детоксикации, обезвреживания и фильтрования.

Как уже отмечалось выше данный процесс является периодическим и для его корректного функционирования должны быть выполнены ряд условий:

- наличие четкой логики
- высокое быстродействие
- высокая надежность и работоспособность всех модулей
- контроль параметров процесса с высокой точностью в связи с их взаимным влиянием друг на друга.

Следует отметить, что все вышеназванные требования выполняются на приемлемом уровне, хотя также требуют пересмотра с учетом современных тенденций в области автоматизации. Это может быть выражено, прежде всего, в применении новейших анализаторных систем непрерывного принципа действия и обладающих большей

точностью и чувствительностью, разработке в связи с этим более корректных алгоритмов управления, позволяющих в свою очередь полностью реализовывать все необходимые управляющие и информационные функции. Но при этом все вышеназванные действия должны осуществляться при полной «прозрачности» всех протекающих технологических процессов.

Однако в данной установке помимо всего прочего протекают процессы фильтрования, одни из самых сложных для моделирования и автоматизации. Напомним, что фильтрование является гидродинамическим процессом, скорость которого прямопропорциональна разности давлений, создаваемых по обеим сторонам фильтровальной перегородки и обратно пропорциональна сопротивлению, испытываемому жидкостью при ее движении через перегородку и слой образовавшегося осадка. Скорость фильтрования непре-

рывно уменьшается вследствие возрастания толщины осадка и увеличения его сопротивления.

Из условий фильтрования, влияющих на его течение, наибольшее влияние имеют разность давлений по обеим сторонам перегородки и температура суспензии. Температура суспензии влияет на вязкость жидкой фазы и, соответственно на ее способность проходить через поры осадка и фильтровальной перегородки.

Также стоит отметить, что на практике течение процессов фильтрования, а также процессов промывки и обезвоживания осадка часто отклоняется от закономерностей, выражаемых определенными математическими зависимостями.

Поэтому вопрос о моделировании процессов фильтрования и их автоматизации приобретает большое значение в условиях технологического процесса, связанного с вредными химическими веществами, с точки зрения его оптимизации.

### Физико-математические науки

#### ПРЯМАЯ И ОБРАТНАЯ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ ОБРАБОТКИ НАБЛЮДЕНИЙ

Тарушкин В.Т., Тарушкин П.В., Тарушкина Л.Т.  
Санкт - Петербургский государственный университет  
Санкт-Петербург, Россия

##### 1. Прямая задача обработки наблюдений

Дана несовместная система линейных уравнений  $y = Ax$  ( $y$  –  $n$ -мерный вектор наблюдаемых значений,  $A$  – известная матрица размерности  $n \times m$ ,  $x$  – неизвестный  $m$ -мерный вектор оцениваемых параметров). Решение задачи по методу наименьших квадратов дается  $m$ -мерным вектором  $x_r = (A^T A)^{-1} A^T y$ , где  $T$  – обозначает транспонирование.

##### 2. Обратная задача обработки наблюдений

По известному решению  $x_r$  вычисляем идеальную реализацию в виде  $n$ -мерного вектора  $y_r = A x_r$ . Определяем  $n$ -мерный вектор ошибок  $\Delta = y - y_r$ . Находим максимальную ошибку  $\epsilon = \max(|\Delta_1|, \dots, |\Delta_n|)$ . Строим множество реализаций в виде интервального вектора  $[y] = [y_1, y_2]$ , где  $y_1 = y - \epsilon I$ ,  $y_2 = y + \epsilon I$ ,  $I = (1, \dots, 1)^T$  – единичный  $n$ -мерный вектор.

##### 3. Интервальное, нечеткие и классические решения

Интервальное решение прямой задачи дается  $m$ -мерным вектором  $[x] = \{x \mid x = (A^T A)^{-1} A^T y, y \in [y]\}$ . Нечеткие решения являются подмножествами  $[x]$ , которое рассматривается как нечеткое множество. Этим методом решены задачи [1,2], при этом, если  $\epsilon$  в [1] выбирается по всем измерениям, то в [2] в виде двух чисел и по промежутку стабильности (последние 5 измерений). В классическом случае [3] система несо-

вместных уравнений заменяется на систему  $y = Ax + v$ , где  $v$  – ошибка, принадлежащая нормальному закону распределения с заданными статистическими характеристиками, что очень трудно проверяется. Решением является случайный вектор, математическое ожидание которого для случая [1] дает тот же закон растворимости  $\text{NaNO}_3$  в виде  $y = 67.5 + 0.87z$ , величина растворимости которого для температуры  $z=32^\circ$  будет [3] (стр. 32) доверительным интервалом при надежности 0.9 в виде [94.6, 96.0]. По рассмотренной методике интервалом для растворимости будет [93.67, 97.0] (при надежности 1), при этом, вычисления гораздо проще и нагляднее, чем в [3]. Применимость методов классической вероятности [3] для задачи [2], вообще, является сомнительным, поскольку из 18 лет обработки наблюдений первые 13 лет имеют место большие отклонения от прямой регрессии.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Тарушкин В.Т., Тарушкин П.В., Тарушкина Л.Т. Интервальное решение задачи Д.И. Менделеева – А.А. Маркова – Ю.В. Линника. Электронная конференция РАЕН “Современные проблемы науки и образования”, 15 – 20 ноября 2006.
2. Тарушкин В.Т., Тарушкин П.В., Тарушкина Л.Т. Интервальная и нечеткая линейная регрессия для ВВП России. Электронная конференция РАЕН “Прикладные исследования и разработки по приоритетным направлениям науки и техники”, 15 – 20 января 2007.
3. Линник Ю.В. Метод наименьших квадратов. М.: ГИФМЛ, 1958.