

УДК 614. 8

А.А. ТЕСЛЕНКО, канд. ф.-м. наук, С.А. ДУДАК

Университет гражданской защиты Украины, г. Харьков

А.Б. КОСТЕНКО, канд. ф.-м. наук, Б.И. ПОГРЕБНЯК, канд. техн. наук

Харьковская национальная академия городского хозяйства

ОПЫТ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

На простейшем примере рассматривается методология оптимизации параметров (вместимость двух различных установок по отношению к двум различным веществам) технологического оборудования с целью снижения взрывобезопасности предприятия.

На простому прикладі розглядається методологія оптимізації параметрів (місткість двох різних установок по відношенню до двох різних речовин) технологічного устаткування з метою зниження вибухобезпечності підприємства.

Based on the simplest example is examined the methodology of the optimization of the parameters (capacity of two different installations with respect to two different substances) of technological equipment for the purpose of reduction in the explosion-proof character of enterprise.

Ключевые слова: модель, объект повышенной опасности, категория, взрывобезопасность.

Постановка проблемы. В последние несколько лет как в нашей стране, так и за рубежом значительно участились аварии на объектах повышенной опасности. Это требует безотлагательных мер по предотвращению подобных случаев и прежде всего – мер профилактических. Суще-

ственно уменьшить вероятность аварий может оптимизация устройства и регламента предприятий. Одним из регламентных документов, обеспечивающих безопасность предприятия, является документ «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» [1]. В нем содержится алгоритм, позволяющий определить, является ли рассматриваемый объект пожаровзрывоопасным. Изменяя технологические параметры, исходя из потребностей производственного процесса таким образом, чтобы при этом не увеличивалась пожаровзрывоопасность предприятия (согласно [1]) можно изменять технологический процесс, оставаясь в рамках заданных значений избыточного давления взрыва или удельной пожарной нагрузки. Применение алгоритма [1], по-своему смыслу, представляет собой прогнозирование. Сам результат применения алгоритма [1] оформляется в виде присвоения категорий (А, Б, В, Г, Д) помещению, зданию или внешней установке. Таким образом, получаем 5 значений градации пожаро- и взрывоопасности. Задаваясь значением категории можно проверять соответствие этой категории практически при любых технологических изменениях, включая любые количественные характеристики процесса, план размещения производственных мощностей, план самих зданий и даже изменения в самой физической сути технологического процесса. Другими словами, алгоритм документа [1] позволяет эффективно производить оптимизацию технологического процесса и прогнозирование аварий. Целевой функцией при этом будет выступать значение категории объекта исследования.

Анализ последних достижений и публикаций. Оптимизация может быть проведена «вручную», т.е. путем подбора с расчетом вручную или с помощью программного обеспечения. В [2,3] предлагается оптимизация «вручную», при которой может использоваться программное обеспечение для расчета отдельных величин. Специализированного программного сервиса, предназначенного для решения задач оптимизации в рассматривае-

мой постановке, авторами не обнаружено.

Постановка задачи и ее решение. С точки зрения принципиальной возможности прогнозирования техногенных аварий и рекомендуемых изменений объекта наличие программного обеспечения не является обязательным, т.е. не имеет принципиального значения. Однако, для оптимизации необходим большой объем вычислений. Трудно поверить в хорошее качество оптимизации «вручную» даже при минимальной сложности объекта и целей оптимизации. В настоящей работе представлен опыт оптимизации минимально сложного объекта. Определены объемы трудозатрат и качество оптимизации. Для решения задачи впервые использован проблемно-ориентированный язык программирования для моделирования задач в области чрезвычайных ситуаций, предложенный в работах [4,5]. В данной статье предлагается аналогичный язык, на данный момент, основанный на алгоритме, описанном в [1]. Его разработка (язык называется «Категория») начата в ноябре 2008 года. Он подробно описан в [6], где находится в свободном доступе интерпретатор этого языка (впервые интерпретатор был размещен на сайте 08.07.2009). На базе этого языка предлагается построение алгоритмов оптимизации. Используется тот факт, что при таком подходе существует возможность создания несложной программы, специально созданной для конкретной оптимизации. Эта возможность обеспечивается легкостью встраивания интерпретатора в модуль, который исследует и оптимизирует какие-либо параметры объекта, описанного на языке «Категория». Смысл такой архитектуры программы состоит в разделении программного обеспечения на две части: описание объекта (используется специализированный язык), и модуля, занимающегося оптимизацией. Это позволяет описывать на проблемно-ориентированном языке любые доступные в данной программной среде объекты. В свою очередь, к описанным таким образом объектам могут применяться различные модули, осуществляющие оптимизацию. Вышесказанное иллюстриру-

ется в настоящей работе. Авторы предлагают вниманию конкретную реализацию методов оптимизации, предназначенную для использования при проектировании или реконструкции промышленных объектов. Предполагается, что применение указанных методов оптимизации позволит получать решения близкие к оптимальным с точки зрения документа [1] и любых поставленных задач оптимизации.

Рассмотрим достаточно простой пример оптимизации, однако такой, чтобы он мог показать возможность решения сложных задач. Предположим, на некотором предприятии имеется два помещения (будем называть их помещение 1 и помещение 2), в которых находятся две разновидности оборудования: установки типа 1 и установки типа 2. Для простоты будем считать, что в технологическом процессе отсутствуют трубопроводы, вентиляции и т. п. Смысл данного примера такое упрощение не изменит, а текст, приводимой далее программы существенно сократит. В помещении 1 находятся 3 установки типа 1 и 2 установки типа 2. В помещении 2 находятся 2 установки типа 1 и 4 установки типа 2. Объем помещения 1 - 1000 м³, объем помещения 2 - 2000 м³. В установке 1 используется единственное вещество бутилен (0.3 кг), в установке 2 ацетон, (СН₃СОСН₃ – 1.3 кг). Помещения относятся к категории «Д». Предположим, принято решение заменить отработавшие свой ресурс установки типа 1 и 2 на установки, большей вместимости. В помещении 1 это по одной установке типа 1 и 2. В помещении 2 это одна установка типа 1 и две установки типа 2. Установки будут изготавливаться на опытном заводе этого же предприятия. Требуется определить вместимость этих установок в следующих условиях. Опытный завод будет изготавливать серию единичных установок (имеющих один объем) каждой разновидности. Требуется увеличить вместимость установок так, чтобы помещения не попали в категории «А» и «Б».

Полный текст программы для определения категорий помещений в данном случае многократно выполнялся модулем оптимизации Optim,

описанным и доступным в [6]. В каждом этапе выполнения программа модифицируется так, что переменным Маса_ГГ#1 и Маса_ГГ#2 присваивались случайные значения из диапазона 0.1 – 7кг, которые и определяют максимальную загрузку аппаратов после реконструкции (рис.1).

В результате решения данной задачи определено, что при заданных условиях оптимальная вместимость установки 1 - 1.46 кг, установки 2 - 1.32 кг (рис.2). Из рис.1 видно, что оптимизация происходит по двум переменным, которые меняются от 0.1 до 7кг. Объем статистики 8000 экспериментов, которые приблизительно равномерно разбросаны по площади $\approx 49\text{кг}^2$, соответственно изменениям двух переменных. Это означает, что 1 эксперимент приходится на площадь 6г^2 и ожидаемая точность нахождения оптимального решения $\approx 12\text{г}^2$.

Рассмотренный пример достаточно прост. Он взят исключительно для наглядности. Показанные в статье и [6] программные средства позволяют решать все задачи, соответствующие документу [1].

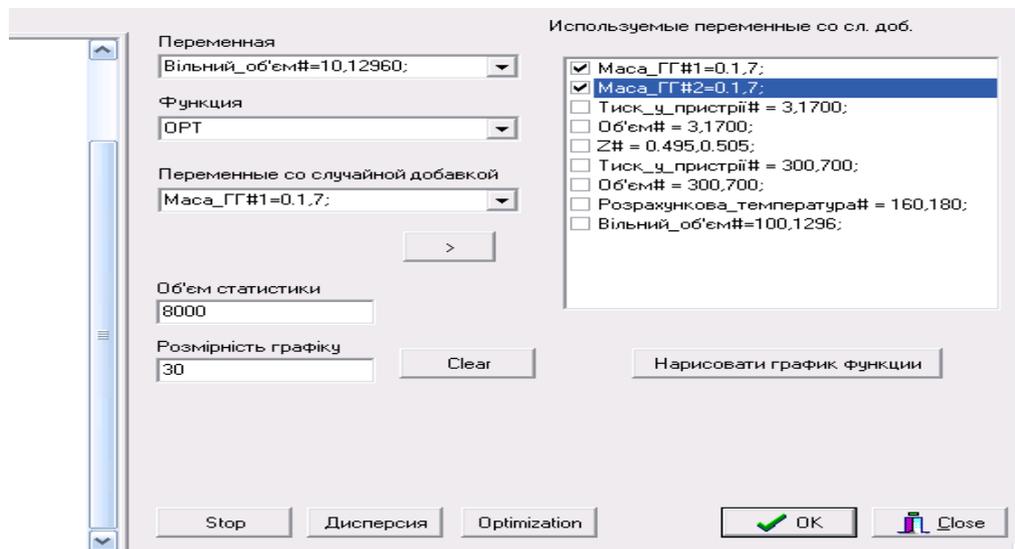


Рис. 1 – Вид окна программы Optim, в котором задаются диапазоны изменения случайных переменных.

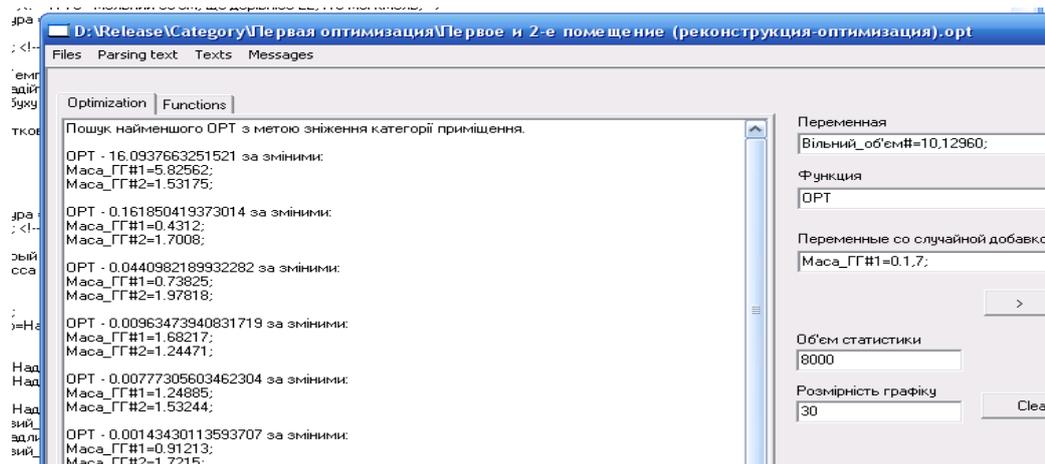


Рис. 2 – Вид окна программы Optim, в котором показаны этапы решения задачи.

Выводы. Предложенный подход с реализованными программными средствами, позволяет эффективно решать задачи оптимизации для некоторого класса объектов и ситуаций. Эти задачи хоть и относятся к относительно узкому кругу, заранее точно не определены и гибко могут изменяться в рамках предложенных языковых средств.

ЛИТЕРАТУРА

1. НАПБ Б.03.002.-2007 Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.
2. <http://rubin01.ru/faq/raschet-kategorii.html>
3. <http://www.stopfire.ru/content/343/2124>
4. Тесленко О.О., Михайлюк О.П., Олейник В.В. Досвід застосування імітаційного моделювання до ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки/ Зб. Наук. Пр. УЦЗ України «Проблеми надзвичайних ситуацій». Вип.. 7 – Харків: УЦЗУ, 2008, - С.139-14.
- 5 Тесленко А.А., Михайлюк А.П., Олейник В.В. К вопросу использования имитационного моделирования при прогнозировании последствий выброса опасных химических веществ при авариях на промышленных объектах./ Зб. Наук. Пр. УЦЗ України «Проблеми надзвичайних ситуацій». Вип.. 8, – Харків: УЦЗУ, 2008, - С.194-198.
6. <http://www.emergencemodeling.narod.ru/>

Обрзцы ссылок на сайты:

1. The use of Geographic Information Systems (GIS) in Canada's National Parks http://parkscanada.pch.gc.ca/natress/inf_pa1/GIS/GIS_E.HTM

2. Собрание электронных карт России
<http://map.obninsk.ru/mapsrus/Moscow/index.htm>