СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ТЕХНИКИ

УДК 681.325:681.513.6

В. А. Алексеев, доктор технических наук, профессор
Ижевский государственный технический университет;
В. И. Заболотских, доктор технических наук, старший научный сотрудник
Физико-технический институт УрО РАН, Ижевск

МЕТОДОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ ИЗОМОРФНЫХ МОДЕЛЕЙ СИГНАЛОВ ДИНАМИЧЕСКОГО УДАРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА БАЗЕ СЖАТОГО ОТНОСИТЕЛЬНОГО ОПИСАНИЯ

Статья посвящена разработке методологии построения изоморфных моделей для экспериментальных сигналов ударно-волновой нагрузки с использованием аппарата относительного квантификационного описания формы сигнала с помощью матриц отношений между составляющими решетчатой функции сигнала. Анализируются сигналы усредненных ударно-волновых нагрузок на элементы прямоугольного сооружения, взятые из литературных источников. Для четырех выбранных типичных форм импульсов параметра «давление» разработана методика перехода от описания экстремальной решетчатой функции к относительному описанию. Представлен алгоритм создания изоморфных моделей для выбранных типов сигналов и показано, что полученные качественные логические модели описания сигналов параметра «давление» являются моделями четырех выделенных классов сигналов, которые могут использоваться в качестве эталонов при распознавании экспериментальных сигналов при их регистрации в реальном масштабе времени цифровыми регистраторами.

Актуальность. Основными явлениями и процессами, где мы встречаемся с динамическими ударными воздействиями, являются аварийные ситуации на потенциально опасных военных и промышленных объектах и эксперименты по испытанию средств вооружения и военной техники (ВВТ) и фортификационных сооружений на ударную нагрузку.

Аварийные ситуации ударного характера, как правило, инициируются взрывными процессами. Взрыв представляет собой кратковременный процесс быстрого превращения взрывчатого вещества (ВВ) с выделением большого количества энергии в небольшом объеме. К взрывным процессам, вызванным физическими причинами, можно отнести разрушения резервуаров со сжатым газом, паровых котлов, а также мощные электрические разряды [1]. При испытаниях средств ВВТ и фортсооружений ударно-волновая нагрузка заданной мощности при натурных экспериментах формируется на специальных полигонах, а при модельных – на специальных ударных стендах [1–5]. Общей характеристикой таких ударных процессов является возникновение однократной динамической нагрузки импульсного характера на длительном интервале наблюдения [6].

Таким образом, существует проблема регистрации на длительном интервале наблюдения параметров динамических ударных процессов, решение которой необходимо для построения моделей поведения конструкций и объектов при ударных воздействиях, определения запаса прочности и устойчивости объектов на воздействие ударной нагрузки, а также для оценки опасности возникновения чрезвычайной

© Алексеев В. А., Заболотских В. И., 2008

ситуации (ЧС) при различных аварийных ситуациях взрывного характера на потенциально опасных промышленных и военных объектах.

Особенности формирования различных типов ударно-волновой нагрузки. Для лучшего понимания процесса образования ударных волн рассмотрим физику этого процесса. С момента прихода фронта воздушной ударной волны в интересующую нас точку (например, точку установки датчика давления) давление резко повышается до максимального значения $P_ф$ (рис. 1), а затем убывает до атмосферного P_0 и ниже атмосферного [1; 7].

Период τ^+ повышенного избыточного (сверхатмосферного) давления $\Delta P = P - P_0 > 0$ называется фазой сжатия, а период τ^- пониженного давления $\Delta P < 0$ – фазой разрежения. Одновременно с давлением в ударной волне возникает движение воздушной среды (скоростной напор) от эпицентра (центра) взрыва.

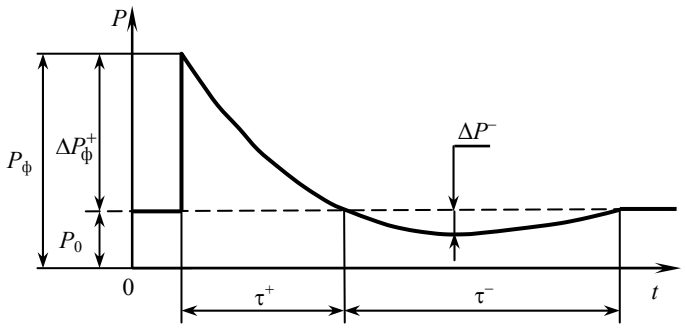

Рис. 1. Изменение давления в воздушной ударной волне со временем в фиксированной точке наблюдения

Законы изменения массовой скорости v и плотности ρ воздушной среды во времени качественно аналогичны изменению давления, однако вследствие инерционности воздушного потока период $ф_{ск}^+$ положительной фазы скоростного напора $\Delta P_{ск} = 1/2\rho v^2 > 0$ несколько больше, чем τ^+. Избыточное давление в волне и скоростной напор являются важнейшими характеристиками ударной волны, определяющими эффект ее воздействия на сооружения и объекты [1; 7].

По мере распространения ударной волны ее интенсивность убывает, скорость продвижения фронта волны уменьшается и на значительных расстояниях от эпицентра ударная волна вырождается в акустическую. Основными параметрами, определяющими интенсивность ударной волны, являются избыточное давление на фронте $\Delta P_ф$ и длительность фазы сжатия τ^+. Эти параметры зависят от массы C заряда ВВ определенного типа (т. е. энергии взрыва), высоты H, условий взрыва и расстояния R до эпицентра.

Как видно из графика сигнала давления (рис. 1), различные участки (крутой фронт нарастания, медленный спад избыточного давления) характеризуются различными мгновенными текущими спектрами, поэтому при выборе частоты дискретизации в соответствии с теоремой отсчетов (Котельникова), исходя из максимума частоты дискретизации, получим большую избыточность количественного цифрового описания, т. е. решетчатой функции (РФ) такого сигнала, который потребует большого объема памяти цифрового регистратора.

Объект, расположенный на некотором расстоянии от места наземного аварийного или промышленного взрыва, подвергается воздействию продуктов детонации или воздушной ударной волны. При этом возникает сложная дифракционная картина взаимодействия и объект подвергается воздействию нестационарных (изменяющихся со временем) давлений. Динамические давления зависят от параметров волны, характеристик объекта, размеров и ориентации его элементов относительно фронта волны.

Элементарные силы, распределенные непрерывным образом по поверхности объекта в процессе его обтекания, образуют пространственную систему сил, которая в общем случае может быть приведена к трем моментам и трем компонентам равнодействующей. Основой определения нагрузок на различные объекты является эксперимент, проводимый на их моделях при действии ударной волны с соблюдением правил подобия.

Характер ударно-волнового взаимодействия взрыва с объектами зависит от соотношения длины L области сжатия волны и размера l объекта. В процессе распространения волна растягивается, поскольку слегка убывающая со временем скорость фронта $D_ф$ больше скорости ее задней границы, которая равна примерно скорости звука v_0 в воздухе: $D_ф > v_0$. Под величиной L будем понимать характерную длину $L = D_ф\tau^+$, определяемую по скорости $D_ф$ в момент $t = 0$ соприкосновения фронта волны с объектом и по длительности τ^+ фазы сжатия волны, действующей на объект.

При крупных взрывах бризантных ВВ и ядерных взрывах [1; 7; 8], когда $L > l$, ударную волну считают длинной и при расчете нагрузок учитывают функцию изменения давления со временем $\Delta P(t)$. Таким же образом поступают при расчетах на действие взрывов газовоздушных смесей и пылевых облаков [1; 2; 9]. При взрывах небольших зарядов ВВ обычно $L < l$ (короткая волна), воздействие носит импульсивный характер, и достаточно иметь значение импульса взрыва I, равное:

$$I = \int_0^{\tau+} \Delta P(t)dt.$$

Результат воздействия взрыва на объект можно также оценить, используя два параметра ударной волны – давление на фронте волны $\Delta P_ф$ и импульс I [1; 7; 8].

Для длинной ударной волны различают две характерные фазы ее взаимодействия с неподвижным объектом (сооружением, транспортным средством): дифракция и установившееся (медленно изменяющееся) обтекание. В фазе дифракции весьма малой длительности в процессе охвата объекта волной нагрузки существенно нестационарны. В связи с эффектом отражения максимальные давления на некоторые элементы объекта значительно превышают избыточное давление $\Delta P_ф$ на фронте проходящей ударной волны, однако они быстро убывают, достигая величины так называемого застойного давления, соответствующего началу второй фазы. Максимальное давление на объект возникает в фазе дифракции на плоских фронтальных гранях при нормальном отражении (фронт волны параллелен грани). На этих элементах давление скачком достигает величины, практически равной давлению отражения от жесткой стенки. Затем в процессе обтекания давление на фронтальной стенке уменьшается, а к концу фазы дифракции ($t = \tau_s$) становится квазистационарным [1].

По мере продвижения фронта ударной волны вперед и погружения в нее объекта нагружается его остальная поверхность. На рис. 2 схематически показан процесс обтекания объекта прямоугольной формы. Длительность τ_s установления режима

обтекания передней (фронтальной) стенки замкнутого объекта определяется скоростью фронта волны $D_ф$ и величиной S, равной наименьшему из размеров H и $B/2$:

$$\tau_s = 3S/D_ф. \quad (1)$$

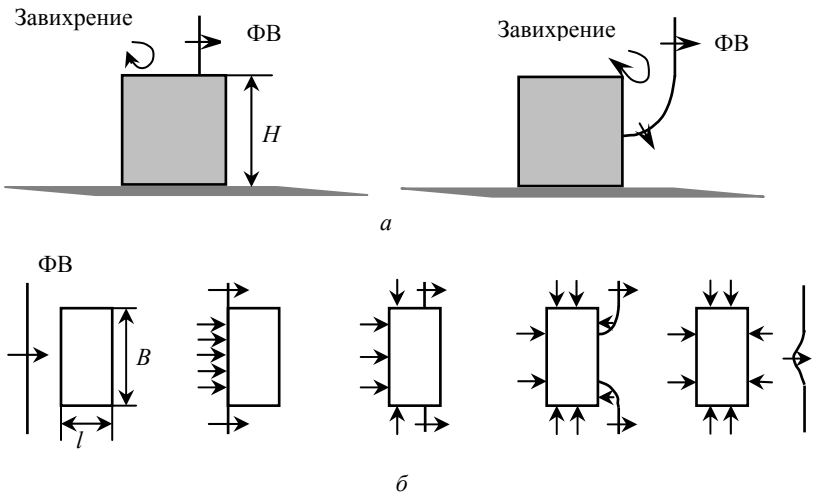

Рис. 2. Взаимодействие воздушной ударной волны с объектом прямоугольной формы [1]: *а* – вид сбоку; *б* – вид сверху (ФВ – фронт ударной волны)

Спад давления на передней стенке обусловлен волнами разряжения, распространяющимися от ее ребер [1].

Нагрузки в фазе дифракции, действующие на верхнюю и боковые горизонтальные поверхности объекта, развиваются в процессе набегания ударной волны. Поэтому максимальные значения нагрузок запаздывают во времени тем больше, чем дальше элемент расположен от фронтальной стенки объекта. Тыльная стенка нагружается в последнюю очередь затекающей ударной волной от периферии к центру стенки.

Длительность фазы дифракции τ для объекта в целом имеет вид

$$\tau = k_l l / D_ф;\ k_l \sim 3...5,$$

где l – размер объекта вдоль потока. Обычно $\tau_s < \tau$, т. е. дифракция на объекте заканчивается позже, чем на передней стенке [1].

Фаза установившегося обтекания имеет длительность порядка фазы сжатия, и нагрузки здесь убывают постепенно. Давление на внешние элементы объектов в этой фазе складываются из статистического давления в волне и динамического давления (от скоростного напора), возникающего вследствие торможения частиц потока. Роль указанных компонентов нагрузки при воздействии на объект различна. Так, движение закрытого незакрепленного объекта в основном определяется динамическим давлением, т. к. равнодействующая статических усилий на замкнутом контуре равна нулю. В то же время поведение отдельных внешних конструктивных элементов будет, в основном, зависеть от статического давления в волне, т. к. вклад динамического давления в полную нагрузку на элемент невелик.

Когда размер объекта l мал в сравнении с длиной волны L и средняя плотность объекта $\rho > 1$, эффект фазы дифракции носит импульсивный характер. Дальнейшее движение газа может рассматриваться как квазистационарное, т. к. скорость объек-

та намного меньше скорости частиц в волне и единственным существенным источником нестационарности является переменность параметров за фронтом набегающей волны. Таким образом, система сил в фазе дифракции не зависит от смещений объекта, а в фазе установившегося (квазистационарного) обтекания определяется соотношениями стационарной аэродинамики (время t является параметром). Поэтому во второй фазе динамическое давление в точке поверхности объекта приближенно можно определить как произведение скоростного напора $P_{с.н}(t)$ на экспериментальный аэродинамический коэффициент давления C_p; нагрузки в фазе установившегося обтекания играют решающую роль при длинных ударных волнах [1].

Напротив, при выполнении условия, обеспечивающего импульсивность эффекта воздействия всей (короткой) ударной волны, основные смещения объекта будут происходить после прекращения действия волны, т. е. весь процесс взаимодействия носит дифракционный характер.

На рис. 3 даны графики изменения средних давлений на элементы наземных сооружений прямоугольного очертания по схемам, представленным на рис. 2, *а*, *б*, вызванных ударной волной.

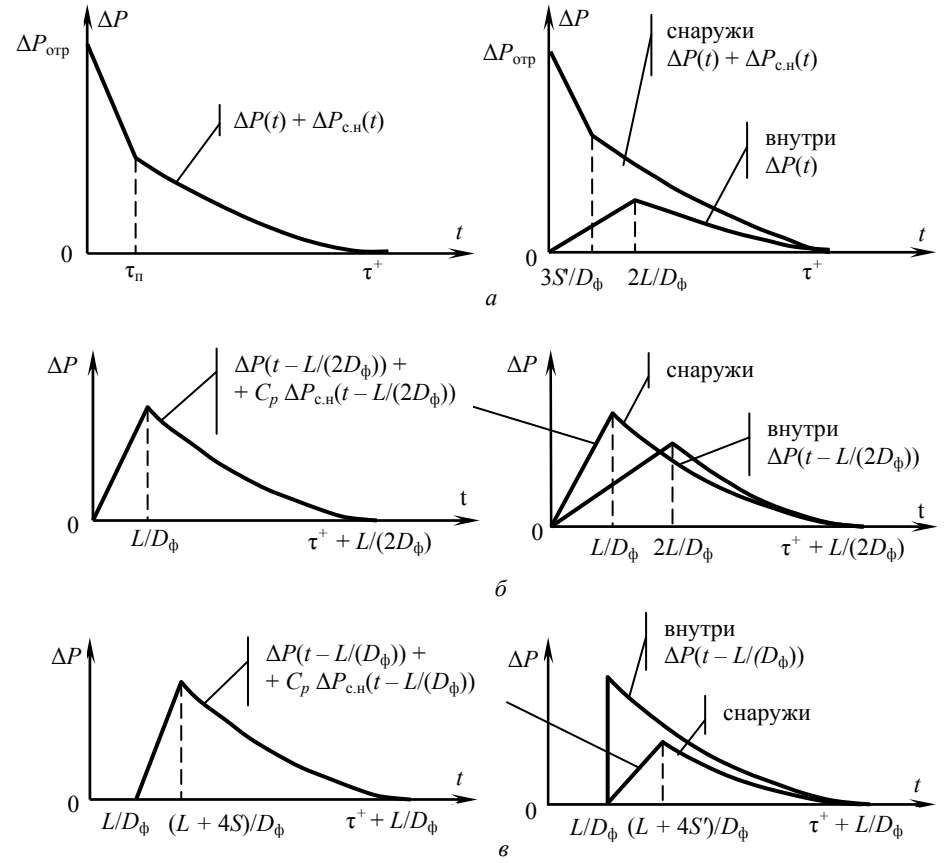

Рис. 3. Усредненные нагрузки на элементы прямоугольного закрытого (слева) и с проемами (справа) сооружения: *а* – фронтальная стена; *б* – боковые стены и крыша; *в* – тыльная стена [1]

Для фронтальной стены $C_p = 1$, а для остальных – среднее значение коэффициента $C_p < 0$, т. е. скоростной напор несколько снижает нагрузки на все элементы, кроме фронтального. При наличии проемов волна затекает внутрь сооружения, и расчетные давления на элементы сооружения равны разности внешнего и внутреннего давлений. При расчете нагрузок на сооружения с проемами (до 30 % площади в передней и задней стенках), но без внутренних перегородок, величина S в формуле (1) является средним расстоянием (для передней стены) от центра секции до края проема [1].

Данные о распределении давлений на цилиндр от ударной волны, которые используются при прочностных расчетах сооружений криволинейного очертания (колец, круговых арок), приведены на рис. 4. Изменение давлений во времени $P(t)$ на элементы наземных сооружений этого типа в начальной (дифракционной) фазе аппроксимировано тремя отрезками прямых, причем начало нагружения в точке с координатой X определяется временем прихода фронта ударной волны $t_x = X/D_ф$ [1].

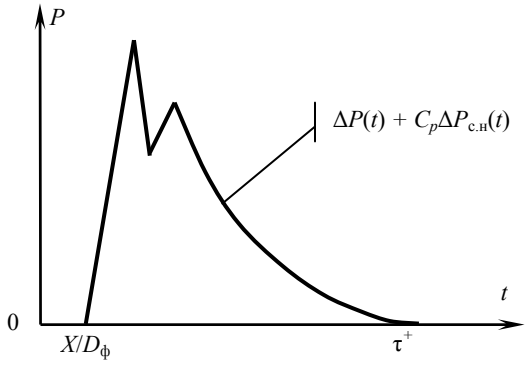

Рис. 4. Нагрузки на кольцевые и арочные сооружения [1]

Метод построения модельного описания различных типов ударно-волновой нагрузки. Для организации процедуры сжатия избыточной измерительной информации необходимо обеспечить задание априорных данных об исследуемых процессах типа взрыв–удар в соответствии со словарем базовых понятий [10]. Покажем формирование словаря базовых понятий на примере параметра «ударное воздействие».

Выделим 4 типа различной формы импульсов, описывающих во времени изменение давления воздушной ударной волны при воздействии на испытуемую конструкцию:

тип I – проходящая волна, генерированная взрывом (типовая ударная импульсная нагрузка, рис. 5, *а*);

тип II – нагрузка на фронтальную стену прямоугольного сооружения (рис. 5, *б*);

тип III – волны отражения в фазе сжатия (нагрузка с волнами отражения рис. 5, *в*);

тип IV – нагрузка на кольцевые и арочные сооружения (рис. 5, *г*).

Основные измеряемые параметры, а также характерные участки импульсных сигналов показаны там же. К ним относятся экстремальные параметры, участки пересечения с осью времени, а также отдельные характерные участки кривой, определяемые оператором перед опытом в графическом виде.

Для выбранных типов графиков и их производных можно построить экстремальные РФ порядков, соответствующих производным.

Для полученных экстремальных РФ были построены относительные описания [11], разделяющие данные классы кривых и описывающие положение основных измеряемых параметров. Результаты приведены в табл. 1.

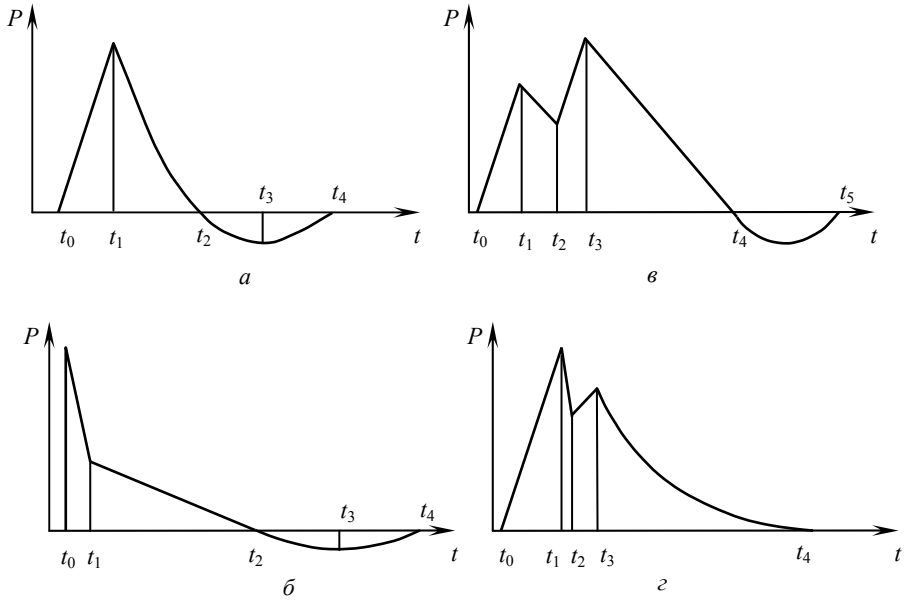

Рис. 5. Формы импульсов параметра «давление»: *а* – тип I; *б* – тип II; *в* – тип III; *г* – тип IV

Таблица 1. **Примеры построения относительного описания (r_{ij} = 1, если $P_i > P_j$)**

Тип сигнала	Вид экстремальной РФ	Относительное описание	Наличие признаков (базовых понятий)
I		**0 0 1 0** **1 1 1** **1 0** **0**	АБ–ЖЗИ
II		**1 1 1 1** **1 1 1** **1 0** **0**	АБ–ЖЕЗИ
III		**0 0 0 0 0 0** **1 0 1 1 1** **0 1 1 1** **1 1 1** **1 0** **0**	АВБ–ЖАВГЗИ
IV		**0 0 0 0** **1 1 1** **0 1** **1**	А–ЖЗИВ

Указанные типы кривых (импульсов) словесно описываются однозначно с помощью следующих базовых понятий: А – фаза сжатия, Б – фаза разрежения, В – волна отражения, Г – многократные волны, Д – плоская часть, Е – резкий выброс, Ж – фронт, З – вершина, И – спад. Сочетания указанных понятий определяют тип сигналов. Для каждого из сформированных базовых понятий можно определить характерные признаки его относительного описания.

В большинстве задач идентификации РФ не требуется использовать полный набор соотношений между составляющими (рис. 6, формула (3)).

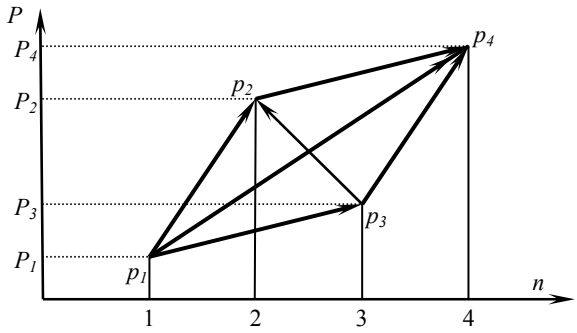

Рис. 6. Ориентированный граф, построенный на вершинах, составляющих РФ

Построим матрицу инциденций $[R]_и$ (матрицу изображающих чисел) для полного ориентированного графа решетчатой функции, изображенной на рис. 6, при следующих условиях:

$$r_{ij} = \begin{cases} 1, \text{ если } P(t_i) > P(t_j); \\ 0, \text{ если } P(t_i) \le P(t_j), \end{cases} \tag{2}$$

где $i, j \in \{1, 2, ..., n\}$;

$$[R]_и = \begin{vmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & r_{24} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & r_{34} \\ r_{41} & r_{42} & r_{43} & r_{44} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{vmatrix}. \tag{3}$$

С точки зрения описания свойств РФ сигнала отношения ниже главной диагонали избыточны. Поэтому достаточна следующая треугольная форма матрицы:

$$[R]_и = \begin{vmatrix} r_{12} & r_{13} & r_{14} \\ & r_{23} & r_{24} \\ & & r_{34} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 \\ & 1 & 0 \\ & & 0 \end{vmatrix}. \tag{4}$$

На практике достаточно выделить подграф исследуемого графа, который будет являться изоморфным эталоном (изоморфной моделью некоторого класса РФ) в процедуре идентификации РФ. Например, используя главную диагональ матрицы $[R]_и$ (4) для РФ, изображенной на рис. 6, 7, можно выделить подграф, вычислительная процедура идентификации которого значительно упрощается (рис. 7; формула (5)).

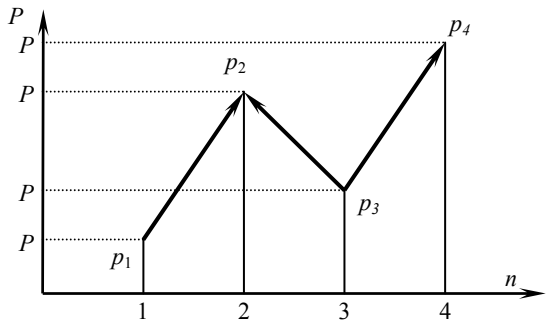

Рис. 7. Подграф, построенный на вершинах, составляющих РФ

$$[R]_{и} = \begin{vmatrix} r_{12} & & \\ & r_{23} & \\ & & r_{34} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 & & \\ & 1 & \\ & & 0 \end{vmatrix}. \qquad (5)$$

Использование изоморфного эталона позволяет также значительно сократить информационную избыточность относительного описания. Общую структуру алгоритма построения такой модели сигнала (эталона) можно представить в следующей последовательности:

- анализ главной диагонали $[R]$ в обучающей выборке сигналов;
- анализ логических связей $[R]$ в той же выборке;
- выбор элементов $[R]$ для построения изоморфной модели (эталона);
- анализ выбранных элементов логических связей;
- построение модели сигнала (эталона).

Подобного рода алгоритмы реализуются как программно, так и аппаратно. Изоморфный эталон предполагает, как и при оптимальном кодировании, независимость отдельных его составляющих. Например, одним из простых вариантов построения такого эталона является выбор в качестве эталона элементов диагонали матрицы $[R]_{и}$.

Примером построения изоморфного относительного описания может служить использование двух диагоналей матриц отношений $[R]_{и}$ и $[R]'_{и}$ для РФ, построенной для ударной волны, график которой приведен на рис. 8:

- главной диагонали для основной РФ (рис. 8);
- главной диагонали для РФ′ из абсолютного значения первых разностей основной РФ (рис. 9).

Цифры между ординатами составляющих РФ есть элементы главной диагонали матрицы $[R]_{и}$, вычисленные в соответствии с формулой (2).

Найдем значения элементов главной диагонали $[R]'_{и}$ для РФ′ из абсолютного значения первых разностей основной РФ (рис. 9) в соответствии со следующим соотношением:

$$r_{ij} = \begin{cases} 1, \text{ если } |P(t_j) - P(t_i)| > |P(t_j) - P(t_{j+1})|; \\ 0, \text{ если } |P(t_j) - P(t_i)| \le |P(t_j) - P(t_{j+1})|. \end{cases} \qquad (6)$$

$$[R]'_{\text{и}} = \begin{vmatrix} 0 & & & & & & & & & & & & & & & \\ & 0 & & & & & & & & & & & & & & \\ & & 1 & & & & & & & & & & & & & \\ & & & 0 & & & & & & & & & & & & \\ & & & & 0 & & & & & & & & & & & \\ & & & & & 0 & & & & & & & & & & \\ & & & & & & 0 & & & & & & & & & \\ & & & & & & & 0 & & & & & & & & \\ & & & & & & & & 0 & & & & & & & \\ & & & & & & & & & 0 & & & & & & \\ & & & & & & & & & & 1 & & & & & \\ & & & & & & & & & & & 0 & & & & \\ & & & & & & & & & & & & 0 & & & \\ & & & & & & & & & & & & & 0 & & \\ & & & & & & & & & & & & & & 0 & \\ & & & & & & & & & & & & & & & 0 \end{vmatrix}.$$

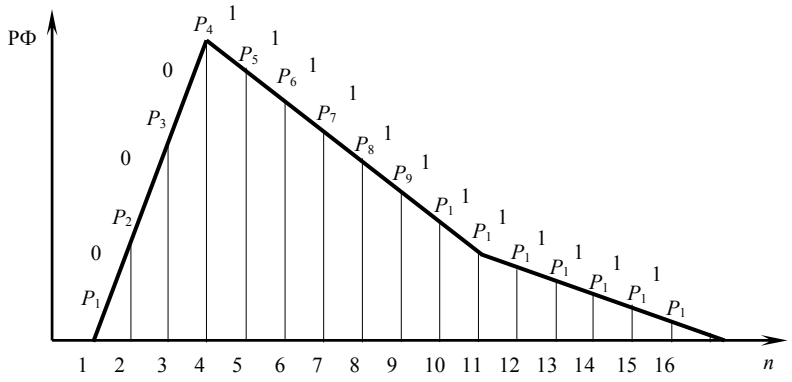

Рис. 8. График РФ для модельного сигнала «давление»

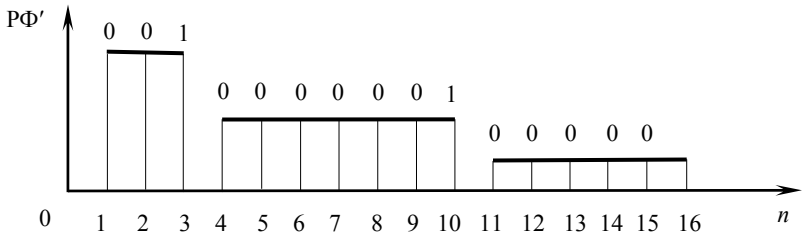

Рис. 9. Графическое изображение значений первой производной для РФ, представленной на рис. 8 (цифры над ординатами составляющих РФ′ есть элементы главной диагонали матрицы $[R]'_{\text{и}}$, вычисленные в соответствии с формулой (6)

Заключение. Разработанная методика перехода от экстремальной РФ к изоморфной модели с возможностью цифрового представления, описывающей некоторый выбранный класс сигналов, на наш взгляд, имеет широкие перспективы. Полученные изоморфные описания сигналов параметра «давление» (табл. 2) являются моделями четырех выделенных классов сигналов, которые могут использоваться в качестве эталонов при распознавании экспериментальных сигналов при их регистрации в реальном масштабе времени цифровыми регистраторами. Например, при

использовании автоматической помехоустойчивой синхронизации процесса регистрации измерительной информации микропроцессорными регистраторами, заключающейся в том, что поток входной экспериментальной информации в виде РФ преобразуется в относительное описание в реальном времени и сравнивается с априорно заданным эталоном класса регистрируемых сигналов в виде изоморфной модели, описываемой $[R]_и$ и $[R]'_и$, а также при опознавании входного сигнала происходит его регистрация.

Таблица 2. **Примеры изоморфных описаний модельных сигналов параметра «давление» (r_{ij} = 1, если $\Delta P_i > \Delta P_j$)**

Тип сигнала	Вид экстремальной РФ	Главная диагональ $[R]_и$	Главная диагональ $[R]'_и$
I		0 1 1 0	*0* 1 0
IV		1 1 1 0	*0* 0 0
V		0 1 0 1 1 0	1 0 0 1 0
VIII		0 1 0 1	1 1 0

Разработка качественных логических моделей такого типа очень актуальна, т. к. цифровое описание таких моделей позволяет также управлять программно-адаптивным способом сжатия избыточной экспериментальной информации при ее регистрации в ИИС, а также при регистрации параметров динамического ударного воздействия при экспериментальных исследованиях средств ВВТ и фортсооружений, различных аварийных ситуациях взрывного характера на потенциально опасных промышленных и военных объектах для оценки опасности возникновения чрезвычайной ситуации.

Список литературы

1. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий : учеб. пособие. Кн. 1 / В. А. Котляревский, К. Е. Кочетков, А. А. Носач, А. В Забегаев [и др.] ; под ред. К. Е. Кочеткова, В. А. Котляревского, А. В Забегаева. – М. : Изд-во АСВ, 1995. – 320 с.

2. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий : учеб. пособие. Кн. 2 / В. А. Котляревский, А. В. Виноградов, С. В. Еремин [и др.]. – М. : Изд-во АСВ, 1996. – 384 с.

3. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий : учеб. пособие. Кн. 5 / В. А. Котляревский, А. М. Аверченко, В. И. Заболотских [и др.] ; под ред. В. А. Котляревского и А. В.Забегаева – М.: Изд-во АСВ, 2001. – 416 с.

4. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий : учеб. пособие. Кн. 6 / В. А. Котляревский, В. А. Алексеев, Т. Г. Габричидзе [и др.]. – М. : Изд-во АСВ, 2003. – 406 с.

5. Нестационарные взаимодействия ударных и детонационных волн в газах. – М. : Наука, 1986. – 206 с.

6. *Вахрушев, В. И.* Микропроцессорные регистрирующие устройства ударных процессов с обработкой сигналов в реальном масштабе времени / В. И. Вахрушев, В. И. Заболотских ; Физико-технический институт УрО РАН. – Ижевск, 1999. – 29 с. – Деп. в ВИНИТИ 12.01.99. – № 16-В99.

7. Защита объектов народного хозяйства от оружия массового поражения : справочник / под ред. Г. П. Демиденко. – Киев : Выща шк., 1987. – 256 с.

8. Механическое действие ядерного взрыва. – М. : Физматлит, 2002. – 384 с.

9. *Цивелёв, М.* Размер зон разрушений при детонационных взрывах газо- и паровоздушных смесей углеводородных веществ // Гражданская защита. – 1995. – № 11. – С. 57–60.

10. *Уемов, А. И.* Логические основы метода моделирования. – М. : Мысль, 1971. – 311 с.

11. *Заболотских, В. И.* Методы представления и описания экспериментальной информации в ИИС автоматизации динамических ударных исследований // Вестн. ИжГТУ. – 2005. – № 3. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2005. – С. 27–33.

УДК 519.854.2

А. М. Андреев, кандидат технических наук, доцент;
И. М. Штуца, аспирант
Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана

ПОДХОД К МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

Рассматривается подход к решению многокритериальных задач оптимизации на основе генетического алгоритма и принципа справедливого компромисса. Приводится результат решения бикритериальной задачи, множество допустимых значений которой совпадает с множеством Парето. Результат подтверждает возможность реализации принципа справедливого компромисса на основе ГА.

Введение

Традиционный подход к оптимизации заключается в поиске оптимума скалярной целевой функции, отражающей качество того или иного решения [1].

При решении многих научно-технических задач требуется оптимизировать решение сразу по нескольким критериям; например, при проектировании конструкций требуется достичь максимальной прочности одновременно с минимальным расходом материалов, при проектировании вычислительных устройств – максимальной производительности при минимальной стоимости производства и т. п. Часто критерии являются полярными по отношению друг к другу; ситуацию усложняет то, что каждый из критериев имеет свою размерность – производительность можно измерить в количестве типовых операций (например, сложения) в секунду, стоимость – денежных единицах.

© Андреев А. М., Штуца И. М., 2008