

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ СЛАБЫХ ПРЕДКРИЗИСНЫХ СИГНАЛОВ И ИХ АНАЛИЗ

Е.А. Бурлаков

WEAK SIGNALS VISUALISATION AND ANALYSIS

E.A. Burlakov

Рассмотрена проблема передачи слабых сигналов по уровням управления и доведения информации, извлеченной из этих сигналов, до лица, принимающего решения. Предложен возможный подход к подсчету важности слабых сигналов и описан метод их визуализации.

Ключевые слова: кризис, антикризисное управление, слабые сигналы, визуализация.

A problem of weak signals transfer between levels of management and informing persons taking decisions about information retrieving from the signals is considered. A possible approach to counting the importance of weak signals is suggested and the method of its visualization is described.

Keywords: crisis, crisis management, weak signals, visualisation.

Введение

Словари определяют понятие «кризис» как «резкий, крутой перелом в чем-нибудь» [1] или как «время принятия важного и сложного решения»¹ [2]. При этом важно понимать, что кризис может приводить как к отрицательным, так и к положительным последствиям. В работе для определенности будем рассматривать кризисные ситуации первого типа, однако все полученные результаты можно легко перенести и на второй случай.

С управленческой точки зрения кризис — это явление, развивающееся во времени и тем самым разделяющееся на три стадии: предкризисную, посткризисную и соединяющую их середину, которую обычно и понимают под кризисом. В англоязычной литературе эти стадии называются *before*, *after* и *during* соответственно.

Мы сосредоточим свое внимание на предкризисной стадии, то есть на стадии, когда за счет правильно выбранных действий кризис еще можно предотвратить или хотя бы уменьшить его последствия.

Накопленный опыт показывает, что кризисы не возникают внезапно. Практически всегда им предшествуют сигналы раннего предупреждения, своевременное обнаружение и правильное истолкование которых может указать на надвигающуюся угрозу. Особое место здесь занимают так называемые *слабые сигналы*. Первоначально термин «слабый сигнал» возник в радиотехнике при рассмотрении проблем выделения слабых радиолокационных сигналов на фоне шумов и помех. Позднее выяснилось, что область естественного распространения этого понятия значительно шире. В частности, этот термин оказался удобным к использованию в науке управления.

Впервые понятие слабого сигнала в управлении было введено И. Ансоффом [3], который понимал под слабым сигналом ранний сигнал, трудно отличимый от естественных или

¹«A time when a difficult or important decision must be made».

навязанных шумов, возможно несущий в себе признаки наступления важных событий, а возможно и нет. Это подразумевает, что работа со слабыми сигналами — работа с неопределенностями.

Несмотря на то, что многие сигналы раннего предупреждения слишком слабы и сопровождаются неизбежными шумами, в любой организации обычно есть хотя бы один сотрудник, который их улавливает. Проблема заключается в том, что такой сотрудник, как правило, находится на нижних этажах иерархической структуры организации и, как следствие, обладает весьма скромными полномочиями [4].

Для того чтобы предотвратить развитие кризиса на ранней стадии или, по крайней мере, смягчить его последствия, необходимо: отделить слабые сигналы от шумов, правильно истолковать полученную информацию об отклонениях от нормы и в убедительной форме довести информацию, извлеченную из слабых сигналов, до лица, принимающего решения.

В работе предложен подход к оценке важности слабых сигналов и описан способ, позволяющий доводить информацию, извлеченную из слабых сигналов, до руководства организации.

1. Визуализация слабых сигналов

Лицу, принимающему решения, необходимо предоставлять информацию о слабых сигналах в максимально доступной и убедительной форме с тем, чтобы способствовать принятию ответственного решения в сжатые сроки, диктуемые особенностями развития кризиса [5]. Визуализация является здесь эффективным инструментом: наглядная картина, динамически изменяющаяся с появлением новых сигналов, в немалой степени способствует созданию целостного восприятия получаемой информации. Естественно, что такая картина должна быть достаточно простой и понятной.

Предположим, что в организации оборудована специальная ситуационная комната, оснащенная мониторами. Визуализированные слабые сигналы и их параметры будут появляться на них в режиме реального времени.

У каждого сигнала есть источник и приёмник, которые могут находиться как внутри организации, так и за ее пределами. После того как сигнал уловлен, из него извлекается информация, которая говорит либо об изменениях внутри организации, либо об изменениях среды, в которую эта организация погружена². В зависимости от этого слабые сигналы можно разделить на два класса: внутренние слабые сигналы и внешние слабые сигналы соответственно. В работе рассматриваются внутренние слабые сигналы.

Источник сигнала, его приемник (детектор) и извлеченная информация, которую будем называть *информацией сигнала*, являются *базовыми* характеристиками сигнала. Существует и ряд дополнительных характеристик: время, когда был уловлен сигнал, значения его важности на тех уровнях управления, до которых он дошел, и др.

Будем рассматривать организации с иерархической структурой управления. Графически такую структуру удобно представить в виде круга, разбитого на секторы, каждый из которых соответствует подразделению организации. Впишем в каждый сектор столько концентрических секторов, сколько в этом подразделении уровней управления (рис. 1а). Чем меньше радиус сектора, тем более высокому уровню управления он соответствует. Круг наименьшего радиуса, пересекающий все секторы — это уровень топ-менеджера.

Построенный описанным образом круг назовем *кругом организации*. Будем считать, что он расположен в плоскости *Oxy* и его центр совпадает с началом координат. Для большей наглядности круг организации удобно отделять от внешней среды при помощи внешнего

²Не исключено, что извлеченная из сигнала информация может оказаться бесполезной (например, шумом, естественным или навязанным).

заштрихованного кольца (рис. 1а). В случае необходимости изображать структуру органи-

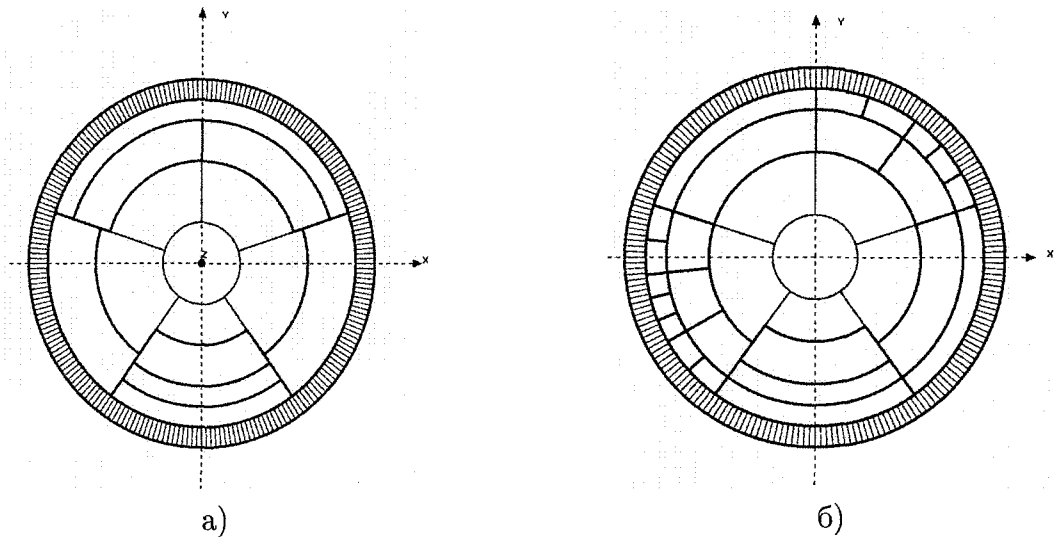


Рис. 1. Круг организации

зации можно и более подробно. Например, можно указывать отделы одного уровня управления внутри подразделения (рис. 1б).

Каждую из базовых характеристик следует визуализировать на отдельном мониторе с заготовленным на нем кругом организации. Рассмотрим, как графически отображать информацию сигналов (визуализировать источник и приемник сигнала следует аналогично). Если уловленный сигнал несет информацию об определенном уровне управления некоторого подразделения организации, то на экране соответствующая часть круга заливается тем или иным цветом. В зависимости от важности (информации) сигнала цветная заливка возвышается вдоль оси z на некоторую высоту.

Замечание. Важность сигнала можно определять на основе подхода, изложенного в следующем пункте.

Новые сигналы изображаются на том же круге организации, причем старые сигналы не исчезают. Тем самым в круге организации происходит накопление сигналов. Если об изменениях в одной и той же части организации пришло несколько сигналов, то каждый новый сигнал изображается поверх предыдущего (рис. 2). Время появления сигналов можно показывать при помощи цвета. Для этого следует воспользоваться заранее подготовленной и упорядоченной по времени цветовой гаммой.

Однако время поступления слабых сигналов при их анализе не всегда является значимым. В этом случае цветовое кодирование полезнее применять для описания важности сигналов, используя для самых важных сигналов красный цвет, для менее важных — более желтые цвета. Это сделает картину более выразительной и поможет сконцентрировать внимание на самых опасных сигналах. На рисунках 2 – 4 такие сигналы отображены более темными цветами.

Визуализация движения сигналов по уровням управления, а также значений их важности на каждом из этих уровней, выполняется также в круге организации на отдельном экране. Вначале возвышается та часть организации, где сигнал был уловлен, на высоту, равную его важности для этого уровня управления. Передача сигнала с одного уровня управления на другой происходит за некоторый промежуток времени. Как только сигнал достигнет k -го уровня управления, следует возвысить в круге организации часть, соответствующую этому уровню в соответствующем подразделении. Получаемая описанным способом картина

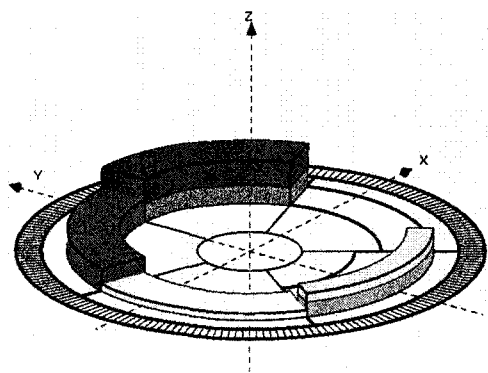


Рис. 2. Накопленные сигналы

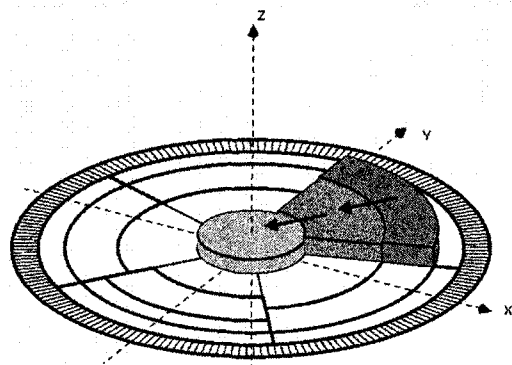


Рис. 3. Передача сигнала по уровням управления

будет динамически изменяться. Процесс передачи сигнала с одного уровня управления на другой можно показывать стрелками (рис. 3).

Будем считать, что экран, на котором происходит отображение процесса накапливания сигналов, является основным, а экраны, отображающие остальные параметры сигналов, — дополнительными. Тогда для более эффективного использования программы, визуализирующей сигналы, к ней следует добавить функциональность, которая свяжет дополнительные экраны с основным. Для этого достаточно, чтобы при нажатии кнопки мыши на какой-либо сигнал на основном экране, на дополнительных экранах появлялись отображения мест, где находятся детектор и источник этого сигнала, а также важности этого сигнала на уровнях управления, до которых он дошел (рис. 4).

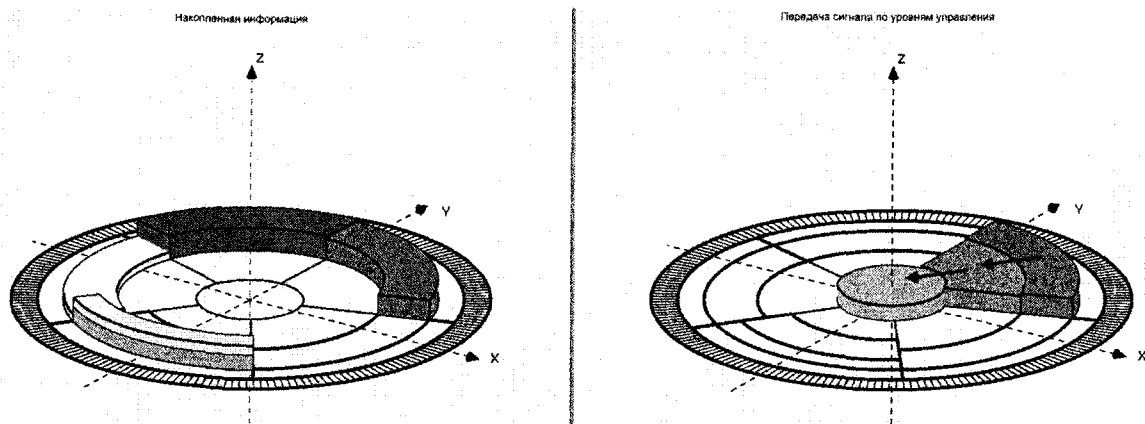


Рис. 4. Симуляция мультиэкрана. При нажатии на сигнал на основном (левом) экране на дополнительном (правом) экране отображается его перемещение в организации по уровням управления

2. Подсчет важности слабых сигналов

Передача слабых сигналов по уровням управления в организации является особенно существенной. Принципиально важно, чтобы нужные сигналы вовремя доходили до управляющих и были ими правильно восприняты. Именно с этой целью и нужно проводить оценку

важности таких сигналов. Ярким примером ситуации, когда передача внутренних сигналов не была выполнена должным образом из-за недооценки их важности, являются события в НАСА 1986 года, приведшие к крушению шаттла «Челленджер» [6].

Рассмотрим типичную ситуацию появления внутренних слабых сигналов [5]:

«Первые, еще совсем незначительные отклонения от нормы замечает какой-нибудь работник низшего звена. Заинтересованное осмысление ситуации, складывающейся у него на глазах, вынуждает его через некоторое время оформить свои впечатления от наблюдаемых явлений в виде рапорта или служебной записки, которую он передает своему непосредственному начальнику. У последнего есть выбор: положить полученную бумагу в стол (не дать ей хода), либо переслать дальше в надежде, что там, в одном из звеньев управляющей цепочки, разберутся и будет принято содержательное решение по выходу из сложившейся ситуации».

Опишем способ подсчета важности таких сигналов. Будем считать, что в организации есть центр сбора и обработки слабых сигналов (далее — *центр*), в который должны стекаться все сигналы, уловленные сотрудниками, а также сигналы, уловленные вне организации, но дошедшие до сотрудников организации. По нашему мнению, именно центр, куда стекается вся поступающая информация о слабых сигналах, должен проводить оценку их важности. Центр также должен осуществлять взаимодействие между разными уровнями управления, передавая информацию с одного уровня на другой.

Центр может быть либо отдельным подразделением организации, либо специально разработанным программным обеспечением, способным выполнять описанные ниже действия автоматически. Выбор того, каким именно должен быть центр, делают руководитель организации и антикризисный управляющий.

Итак, предположим, что в некотором подразделении на первом (нижнем) уровне управления сотрудник уловил информацию, которая, по его мнению, может быть потенциально опасной для организации. Он передает ее в центр, сопровождая субъективной оценкой важности, выражаемой числом из промежутка $[0, 1]$ («0» означает, что сигнал не несет важной информации для организации, «1» — что он является критическим). Обозначим эту оценку через $I_1 \in [0, 1]$.

Сигнал должен быть передан на следующий уровень управления в случае, если значение I_1 больше некоторого наперед заданного порогового значения σ_1 из отрезка $[0, 1]$. Значение σ_1 поступает в центр заранее после консультации с управляющим 2-го уровня.

В принципе, слабый сигнал может быть уловлен на любом уровне управления любого подразделения. Поэтому сразу же после начала своего функционирования центр должен выяснить пороговые значения $\sigma_{jk} \in [0, 1]$ для всех j, k , где j — номер подразделения организации, а k — номер уровня управления. Для получения значения σ_{jk} следует проконсультироваться с управляющими $(k+1)$ -го уровня в j -м подразделении.

Как правило, в качестве σ_{jk} берутся числа от 0,33 до 0,5.

О выбранном значении σ_{jk} следует информировать каждого работника j -го подразделения k -го уровня управления, передающего в центр слабый сигнал, перед тем, как он будет субъективно оценивать его важность: работник, знающий пороговое значение, при котором уловленный им сигнал будет передан на следующий уровень управления, скорее всего, более ответственно отнесется к оценке важности информации и постарается оценить ее более точно.

Итак, при $I_1 \geq \sigma_1$ ³ сигнал должен быть передан на второй уровень управления руководителю сотрудника, уловившего сигнал. Передачу должен осуществлять не сам работник, уловивший сигнал, а центр обработки слабых сигналов. Это формализует процесс обмена

³В данном случае для сокращения записей будем опускать номер подразделения для значений σ .

информацией между уровнями управления, делая его более надежным, но вместе с тем и более сложным, так как каждый работник должен иметь оперативный выход на центр.

Рассмотрим, как будет оцениваться важность сигнала на m -м уровне управления, $m \geq 2$. Важность сигнала на более высоком уровне управления может отличаться от важности, полученной на предыдущем уровне. Это происходит из-за того, что на более высоком уровне управления доступно больше информации (доступна вся информация, как о предыдущих уровнях, так и об этом) и, значит, возможно более полное осмысление сложившейся ситуации.

Важность сигнала на m -м уровне будем обозначать через I_m . Для оценки I_m центр должен послать запрос управляющему m -го уровня, которому был передан сигнал, для того, чтобы тот выбрал n_m любых сотрудников $(m-1)$ -го звена, руководителем которых он является и чьи мнения по информации, извлеченной из уловленного сигнала, его интересуют.

Далее этот управляющий должен сопоставить каждому выбранному им сотруднику вес важности его мнения по информации сигнала. Иными словами, он должен упорядочить выбранных сотрудников в соответствии с компетентностью в вопросах, связанных с информацией, извлеченной из уловленного сигнала. Для этого управляющему достаточно передать в центр численный набор значений $\{\nu_{mj}\}$, $\nu_{mj} > 0$, $j = 1, \dots, n_m$, где каждое ν_{mj} соответствует весу мнения j -го выбранного работника $(m-1)$ -го уровня, $j = 1, \dots, n_m$. Будем считать, что такой набор нормирован (это всегда можно сделать),

$$\sum_{j=1}^{n_m} \nu_{mj} = 1. \quad (1)$$

Получив указанные данные, центр обращается к каждому j -му работнику $(m-1)$ -го звена управления, $j = 1, \dots, n_m$, чтобы тот субъективно оценил важность информации сигнала значением $I_{m-1,j} \in [0, 1]$. Тогда I_m следует подсчитывать так:

$$I_m = \sum_{j=1}^{n_m} \nu_{mj} \cdot I_{m-1,j}. \quad (2)$$

Ясно, что значение I_m также принадлежит отрезку $[0, 1]$.

В центре полученное значение I_m сравнивают с пороговым значением σ_m . Если $I_m \geq \sigma_m$, то сигнал передается центром на следующий, $(m+1)$ -й уровень управления (руководителю управляющего m -го звена).

Схематически работу центра при подсчете важности на m -м уровне управления можно изобразить так, как показано на рис 5.

Необходимые пояснения к рис. 5: «1» — получение от управляющего m -го уровня значений n_m и ν_{mj} , $j = 1, \dots, n_m$; «2» — запрос у выбранных сотрудников $(m-1)$ -го уровня значений $I_{m-1,j}$; «3» — получение от сотрудников $(m-1)$ -го уровня значений $I_{m-1,j}$; «4» — если $I_m \geq \sigma_m$, передача информации на $(m+1)$ -й уровень управления и запрос значений n_{m+1} и $\nu_{m+1,j}$, $j = 1, \dots, n_{m+1}$.

Следует отметить, что при анализе и обработке слабых сигналов важность уловленных сигналов может меняться во времени с появлением новых сигналов, так как уровень неопределенности будет также изменяться. В связи с этим необходимо визуализировать все накопленные сигналы, а также использовать базу данных для хранения всех уловленных сигналов. Поэтому даже если важность сигнала на m -м уровне управления меньше, чем σ_m , сигнал следует занести в базу данных слабых сигналов и визуализировать.

При использовании предложенного подхода к подсчету важности сигналов центр может выступать в роли той ситуационной комнаты, в которой происходит визуализация слабых сигналов.

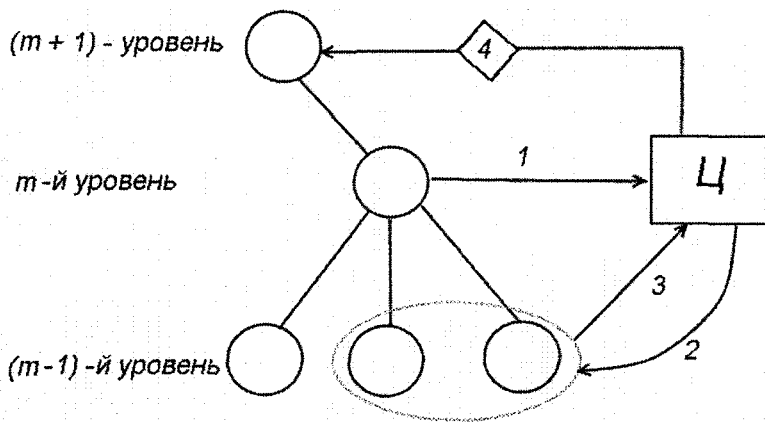


Рис. 5. Схема работы центра при подсчете важности сигнала на m -м уровне управления

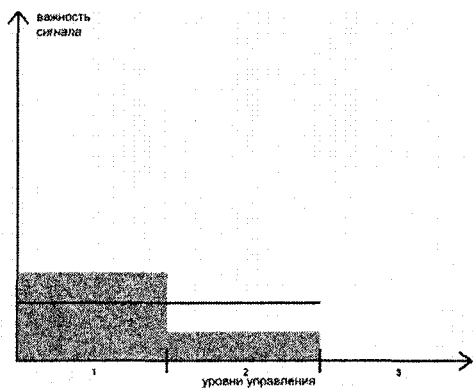


Рис. 6. Двумерное отображение важности сигнала на уровнях управления, до которых он дошел

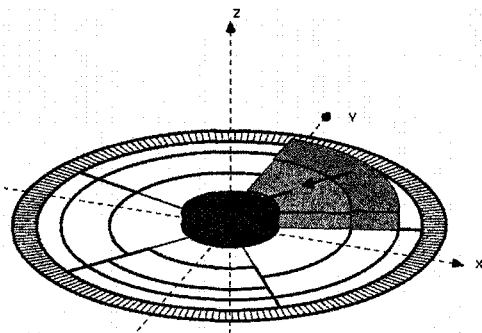


Рис. 7. Принятие решения, связанного с информацией сигнала (ср. с рис. 3)

В этом случае для большей наглядности значения I_m можно показывать на двумерной плоскости, откладывая по горизонтальной оси номера уровней управлений, а по вертикальной оси — значения I_m . При этом также можно отображать пороговые значения σ_m для каждого из уровней управления, до которого дошел сигнал. Это можно делать при помощи черной планки, установленной на высоте σ_m . При важности сигнала большей σ_m , происходит либо его передача на следующий уровень управления, либо принятие решения, связанного с информацией этого сигнала (рис. 6).

Если для отображения важности сигналов используется цвет, то посредством его изменения можно показать факт принятия такого решения. Для этого достаточно уровень управления, где решение было принято, закрасить в цвет, лежащий в другой части спектра (т.е. в «холодный» цвет, рис. 7).

3. Пример

По очевидным причинам мы не можем привести пример того, как работает предложенный подход к визуализации слабых сигналов в режиме реального времени для конкретной кризисной ситуации. Поэтому рассмотрим уже произошедший кризис и постараемся смо-

делировать, как проходила бы визуализация предшествовавших ему слабых сигналов, если бы использовался предложенный в пункте 1 способ.

28 января 1986 года с мыса Канаверал стартовал космический челнок «Челленджер» с семью астронавтами на борту. Инженеры компании «Мортон Тиокол», поставщика ракет-носителей на твердом топливе, и должностные лица НАСА обсуждали потенциальные проблемы полета. Инженеры единодушно просили отложить запуск «Челленджера», опасаясь, что кольца от холода потеряют эластичность и плотность в пазах вокруг ракет будет нарушена. Тем не менее старт состоялся. Через 73 секунды после старта «Челленджер» взорвался.

Президентская комиссия по расследованию установила, что причиной катастрофы стал прорыв раскаленными газами кольцевого уплотнителя одного из твердотопливных ускорителей [6]. Многие эксперты отмечали, что катастрофу можно было избежать [6, 7].

Для использования визуализации следует знать структуру организации НАСА и выделить ряд слабых сигналов, которые были уловлены работниками разных звеньев этой организации и информация которых могла бы повлиять на решение руководства о запуске шаттла (подробности см. в [6]). Структуру НАСА будем рассматривать в упрощенном виде, достаточном для примера.

Шаттлы собирают из частей, которые производят на разных заводах в разных частях страны. Нас будут интересовать пять подразделений:

- 1) Завод «Мортон Тиокол» в Юте, где производят постоянные соединения для скрепления секций, из которых состоят твердотопливные ракетносители;
- 2) Космический Центр (далее — КЦ) им. Кеннеди во Флориде, где происходит сборка и разборка ракетносителей;
- 3) КЦ им. Маршалла в Алабаме, где собирают основные двигатели;
- 4) КЦ им. Джонсона в Хьюстоне, где пишут программное обеспечение для шаттлов;
- 5) Стартовая площадка (Мыс Канаверал), откуда осуществляется запуск шаттлов и где происходит видеосъемка их стартов.

Работниками этих подразделений были уловлены следующие сигналы:

1. «Мортон Тиокол»:

а) Инженерам «Мортон Тиокол» задолго до запуска шаттла было известно, что соединения работают не всегда должным образом: уплотнения, использовавшиеся в соединениях, давали утечки газа (топлива). Но руководство посчитало, что если утечки незначительны и полеты проходили успешно, то «проблема не так серьезна». Можно считать, что этот сигнал несет информацию о неполадках на производстве, т.е. на нулевом уровне управления.

б) За день до старта инженеры, пришедшие к выводу, что низкие температуры связаны с проблемами уплотнений, сообщили НАСА, что при температурах, ниже определенной, шаттл запускать не следует. Этот сигнал несет информацию о тех же проблемах на производстве, что и сигнал *1.а*. Детекторами обоих сигналов были инженеры «Мортон Тиокол», т.е. сотрудники первого уровня управления.

2. КЦ им. Кеннеди во Флориде:

а) Рабочие центра беспокоились о том, что если две секции ракеты будут «царапаться» одна о другую, как это происходило при сборке, то металлические опилки попадут в уплотнения и повредят ракету. Они предложили внести изменения в конструкцию, что было проигнорировано руководством. Этот сигнал описывает неполадки на производстве, которые были замечены сотрудниками первого звена управления.

б) В это же время управляющий высшего звена получил сигнал, что рабочие не правильно проводят некоторые операции во время сборки ракеты, и расценил это как «отсутствие дисциплины среди рабочих». Этот сигнал говорит о неправильной деятельности рабочих, т.е. о негативных изменениях на первом уровне управления в этом подразделении.

с) Также рабочие центра столкнулись с проблемами при разборке ракеты и написали

докладную с предложениями о решении этих вопросов, которые были отвергнуты вышестоящими лицами. Сигнал аналогичен сигналу 2.a.

д) После этого управляющий высшего звена получил сигнал о нарушении процесса при разборке ракеты и вновь не сделал нужного вывода. Сигнал аналогичен сигналу 2.b.

е) В связи с поступлениями сигналов 2.b и 2.d управляющий высшего звена направил предупреждение рабочим, которое спускалось вниз по уровням управления, пока кто-то из управляющих среднего звена не обнаружил, что технологический процесс содержит ошибку. Однако вместо того, чтобы рассказать об этой ошибке управляющему более высокого звена, «он просто выбросил предупреждение и не стал усложнять себе жизнь». Этот сигнал (был уловлен сотрудником второго уровня управления) говорит о неполадках на производстве. Он был проигнорирован детектором.

Таким образом, в улавливании сигналов в Космическом Центре им. Кеннеди задействованы как минимум четыре звена управления: нулевой уровень, рабочие, управляющие среднего звена, управляющие высшего звена.

3. КЦ им. Маршалла: инженеры центра нашли «около дюжины» проблем, связанных с двигателем, только половину из которых они исправили. Таким образом, здесь был ряд сигналов технического характера, описывающих неполадки на нулевом уровне управления, которые были обнаружены сотрудниками первого уровня управления. Далее эти сигналы были переданы на второй уровень управления, и некоторые из них были там проигнорированы.

4. КЦ им. Джонсона: из этого центра важных сигналов не поступало, за исключением нескольких жалоб от программистов об устаревшем оборудовании в центре. Оценки важностей этих сигналов были низкими. При посткризисном анализе правильность таких оценок подтвердилась.

5. Стартовая площадка (Мыс Канаверал):

а) В день полета так называемая «ледовая команда» НАСА приступила к работе, проверяя космический челнок на возможность потенциально опасного обледенения. Отделяясь во время взлета, лед может повредить огнеупорное покрытие «Челленджера». Позже выяснится, что один инженер из компании Rockwell (Калифорнии), наблюдавший за действиями «ледовой команды» с помощью специальной телевизионной установки, позвонил в контрольную комиссию и настоятельно потребовал отложить старт корабля из-за опасной степени обледенения [8]. Этот сигнал говорит о неполадках на нулевом уровне управления, но уловлен он был вне организации и передан в контрольную комиссию, которую можно считать первым уровнем управления в данном подразделении.

б) Сразу после зажигания, но еще до того, как шаттл успел подняться в воздух, были сделаны фотографии клубов дыма, появившихся из мест соединений секций ракет. Этот сигнал можно расценивать как последний перед катастрофой.

С учетом сделанных замечаний круг организации НАСА в данном примере будет выглядеть, как показано на рис. 1а. По мере поступления сигналы должны визуализироваться на круге организации. Рассмотренные сигналы появлялись в следующем порядке: 1a, 2a, 2b, 3, 2c, 2d, 2e, 1b, 5a, 5b. Общая картина информации, полученной от всех слабых сигналов, представлена на рис. 8. В данном случае для наглядности (так как проводится, по сути, посткризисный анализ) цвет будет использоваться для отображения времени поступления сигналов.

Подчеркнем, что сигнал на рисунке появляется в части круга организации, соответствующей месту в организации, об изменениях в котором говорит его информация. Чем «темнее» цвет сигнала, тем позже он пришел: время кодируется в соответствии с палитрой, расположенной в левом верхнем углу («Time-colour correlation»). Высота сигналов соответствует его важности, подсчитанной методом, описанным в предыдущем пункте. Так, видно,

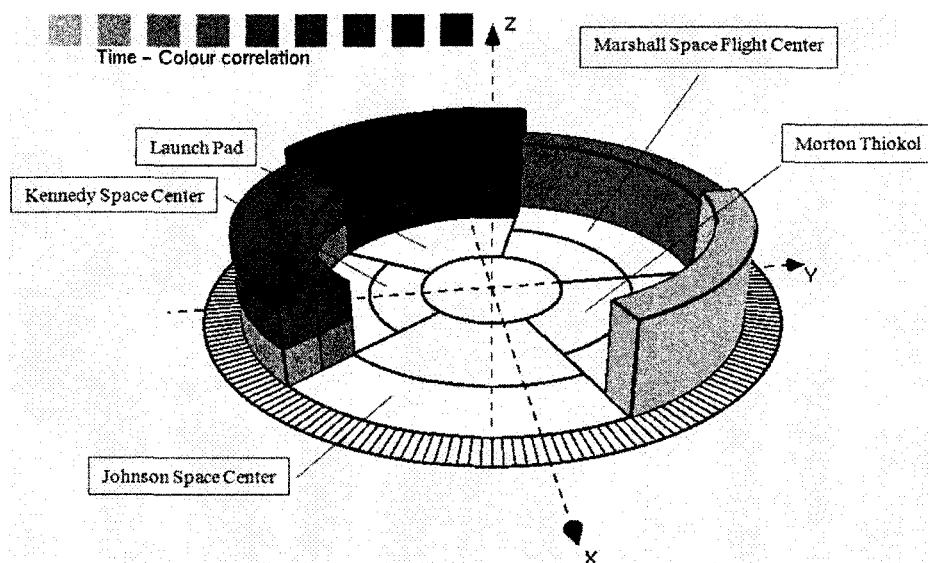


Рис. 8. Сигналы, предшествовавшие катастрофе шаттла «Челленджер»

что работники «Мортон Тиokol» считали уловленные ими сигналы крайне важными для всей организации. Однако руководство НАСА так не считало.

Заключение

Подведем итог. Была рассмотрена стадия *before* кризисной ситуации, которая может повлечь негативные последствия для организации с иерархической структурой управления. В этой стадии чрезвычайно важно улавливать и правильно расшифровывать слабые сигналы раннего предупреждения, а также доводить важную информацию, извлеченную из них, в убедительной форме до лиц, способных принять нужные решения. В работе описан механизм, позволяющий упростить решение этих задач для *внутренних* слабых сигналов, то есть сигналов, информация которых говорит об изменениях внутри организации.

Предполагается наличие в организации центра сбора и обработки слабых сигналов, куда стекаются все уловленные сигналы и где происходит подсчет их важности. Такой центр должен быть оборудован несколькими мониторами для визуализации уловленных сигналов. Среди мониторов следует выделить основной экран, на котором будет отображаться процесс накопления всей информации, извлеченной из уловленных слабых сигналов, и дополнительные экраны, на которых будут визуализироваться при специальном запросе источник и приемник конкретного сигнала, а также его перемещение по уровням управления в организации.

Перед началом функционирования центру необходимо проконсультироваться с управляющими каждого m -го звена каждого j -го подразделения и задать пороговые значения $\sigma_{jm} \in [0, 1]$.

Сформулируем в завершении полный алгоритм, следуя которому центр должен обрабатывать поступивший внутренний слабый сигналы с m -го уровня управления j -го подразделения:

1. Записать сигнал в общую базу данных слабых сигналов.
2. Узнать, как оценивает важность этого сигнала уловивший его сотрудник, и найти значение $I_{j,m} \in [0, 1]$.
3. Изобразить сигнал на основном экране на круге организации, описанным в пункте 1

