

В.Н. Наконечный, И.В. Лебедева, В.А. Фирсов
(Ростовский государственный университет путей сообщения;
e-mail: inwas@mail.ru)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА ДОЛЖНОСТНЫХ ЛИЦ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ МОНИТОРИНГА ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Анализируется мониторинг безопасности в техносфере. Сформулирована типовая задача о назначении должностных лиц в комиссию мониторинга безопасности, предлагается алгоритм решения данной задачи.

Ключевые слова: мониторинг, управление, оптимальный, техносфера, безопасность.

V.N. Nakonechny, I.V. Lebedeva, V.A. Firsov

DETERMINATION OF THE OPTIMAL COMPOSITION OF OFFICERS DURING MONITORING THE TECHNOSPHERE SAFETY

Safety monitoring in technosphere are analyzed. A typical problem of appointment of officials in Commission safety monitoring was formulated. The model formulates the problem of appointment of officials in Commission monitoring. We propose an algorithm to solve this problem.

Key words: monitoring, management, optimal, technosphere, safety.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 14 октября 2016 г.

Мониторинг безопасности – одна из основных функций обеспечения безопасности в техносфере. Результат мониторинга позволяет дать оценку, прогноз и получить информацию о состоянии процессов, явлений окружающей среды и объектов экономики, необходимую для принятия обоснованных и своевременных решений и осуществлению мероприятий по снижению рисков и обеспечению безопасности жизнедеятельности человека в техносфере.

Актуальность этой проблемы в современных условиях связана с тем, что в результате антропогенного воздействия на окружающую среду, ухудшения экологической обстановки и недостаточных темпов внедрения безопасных технологий возрастают масштабы последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного и техногенного характера [3-5].

Основными задачами и направлениями деятельности в части снижения рисков возникновения чрезвычайных ситуаций различного характера, а также сохранения здоровья людей, предотвращения ущерба материальных потерь за своевременного проведения предупредительных мер являются:

- сбор, анализ представленные в соответствующие органы государственной власти информации о потенциальных источниках чрезвычайных ситуаций и причинах их возникновения в регионе и на конкретной территории;
- прогнозирование ЧС и их масштабов;

- организация и проведение контрольных лабораторных анализов химико-радиологического и микробиологического состояния объектов окружающей среды, продуктов питания, пищевого, фуражного сырья и воды;
- создание и развитие банка данных о чрезвычайных ситуациях;
- организация информационного банка, координация деятельности и контроль функционирования территориальных центров мониторинга;
- представление населению достоверной информации об опасностях и угрозах с выдачей краткосрочных прогнозов развития опасных явлений в природе и техносфере;

Техническую основу мониторинга составляют наземные и авиационно-космические средства соответствующих федеральных органов исполнительной власти, территориальных органов власти и организаций в соответствии со сферами их ответственности.

Основными видами мониторинга безопасности являются: мониторинг социально-трудовой сферы; социально-гигиенический мониторинг; мониторинг окружающей среды; мониторинг безопасности опасных производственных объектов; мониторинг безопасности гидротехнических сооружений; мониторинг чрезвычайных ситуаций [4].

Мониторинг социально-трудовой сферы представляет собой государственную систему непрерывного наблюдения за фактическим положением дел в данной области для оперативного выявления и системного анализа происходящих в ней изменений, предупреждение негативных тенденций, ведущих к формированию и развития очагов социальной напряжённости.

Социально-гигиенический мониторинг представляет собой единую систему наблюдений, анализа, оценка и прогноза состояния здоровья работников и производственной среды, а также определения причинно-следственных связей между состоянием здоровья работников и воздействием на них опасных и вредных производственных факторов для принятия своевременных мер по устранению или снижению их воздействия.

Мониторинг окружающей среды осуществляется в рамках единой системы наблюдения за окружающей средой посредством создания и обеспечения функционирования наблюдаемых сетей и информационных ресурсов её подсистем, а также создания и пользования государственным фондом данных.

Мониторинг состояния безопасности опасных производственных объектов проводится для предупреждения аварий и инцидентов на опасных производственных объектах посредством установления режима постоянного государственного надзора. Режим постоянного государственного надзора предусматривает проведение уполномоченными должностными лицами (комиссиями) Ростехнадзора и его органов мероприятий по контролю за соблюдением юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем обязательных требований при эксплуатации, ведении технологических процессов и работ на объекте повышенной опасности.

Основной задачей мониторинга безопасности гидротехнических сооружений является обеспечение управления в области рациональной и безопасной эксплуатации гидротехнических сооружений и ведения работ.

Цели и задачи данного мониторинга достигаются посредством организации системы непрерывных визуальных и инструментальных наблюдений, обеспечивающих получение оперативной и достоверной информации в необходимых объёмах.

Положение о функциональной подсистеме мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС утверждено приказом МЧС России от 4 марта 2011 г. № 94 [9].

К основным функциям указанной подсистемы относятся:

- организация и ведение работ по мониторингу источников ЧС;
- сбор, обработка и анализ информации об источниках ЧС и показателей риска их возникновения;
- проведение оперативного контроля с целью обнаружения радиоактивного, химического, биологического заражения (загрязнения) объектов окружающей среды, продовольствия, воды, фуража;
- создание банка данных по источникам ЧС и оценки риска их возникновения и др.

В целом результаты мониторинга и прогнозирования являются исходной основой для реализации такой функции как разработка долгосрочных, среднесрочных и краткосрочных целевых программ, планов, а также обоснования соответствующих решений, составляющих основу управления, по предупреждению чрезвычайных ситуаций.

Основная цель любого управления состоит в том, чтобы обеспечить максимальную эффективность функционирования подчинённых при выполнении ими задач по предназначению. Среди задач управления одной из основных является организация мониторинга за выполнением подчинёнными поставленных задач, посредством которой осуществляется обратная связь управления.

Ежегодно мониторинг безопасности в подчинённых организациях проводится по специально разработанному плану, в котором отражаются задачи, методы (способы) и сроки мониторинга, проверяемые организации (объекты), состав комиссий (должностных лиц) мониторинга и порядок представления результатов руководителю.

Многолетней практикой установлено, что личное изучение руководителем и должностными лицами (комиссиями) состояние дел и деятельности подчинённых на месте является наиболее эффективным способом мониторинга. Этот способ позволяет убедиться в правильности выполнения мероприятий по безопасности. Достоинством этого метода является то, что должностные лица комиссий имеют возможность получить достаточно полную и объективную информацию о состоянии безопасности, не только выявив недостатки, но и вскрыть причины и принять меры к их устранению.

Рассмотрим типовую задачу о назначении должностных лиц в комиссию мониторинга безопасности в какой-либо организации. Как правило, при решении этой задачи руководитель полагается на свой личный опыт, учитывая такие факторы как деловые качества кандидатов в члены комиссии, количество вопросов, подлежащих мониторингу и т.п.

В настоящей статье предлагается алгоритм решения данной задачи, построенный с использованием метода ветвей и границ [7].

Пусть имеется множество M вопросов, подлежащих мониторингу, и множество N должностных лиц, каждый из которых может проверять и оценивать состояние безопасности в организации по некоторым вопросам. Каждому кандидату поставлен в соответствие коэффициент занятости b_j , $0 < b_j \leq 1$; $j \in N$, характеризующий степень потерь при отвлечении его от выполнения должностных обязанностей в период мониторинга и затраты во время работы в комиссии. На проверку каждого вопроса требуется время t_i , где $i \in M$. Время t_i одинаково для всех кандидатов, которые в состоянии проверить и оценить i -й вопрос.

Требуется из множества N кандидатов определить такой состав комиссии, который проверил бы и оценил состояние дел по безопасности в организации за установленное руководящими документами время работы T . При этом, с одной стороны, желательно ограничиться небольшим числом проверяющих, с другой – не включать в её состав должностных лиц, наиболее занятых исполнением своих функциональных обязанностей, поэтому целесообразно назначать должностных лиц, минимизирую функцию:

$$F = \sum_{j \in N} b_j x_j, \quad (1)$$

где $x_j = 1$, если j -й кандидат включается в состав комиссии, равен нулю в противном случае.

Запишем в аналитической форме условия задачи. Имеются наборы затрат времени на проверку вопросов и коэффициентов занятости кандидатов в члены комиссии:

$$(t_1, t_2, \dots, t_i, \dots, t_m), \quad (2)$$

$$(b_1, b_2, \dots, b_j, \dots, b_n), \quad (3)$$

где $m = |M|$, $n = |N|$ – численности множеств M и N .

Пусть

$$A = \|a_{ij}\|, \quad i \in M, \quad j \in N \quad (4)$$

матрица, в которой $a_{ij} = 1$, если i -й вопрос в состоянии проверить j -й кандидат и $a_{ij} = 0$ в противном случае.

При создании комиссии в соответствии с содержанием задачи должны выполняться два условия:

1. На проверку каждого вопроса выделяется один проверяющий. При этом на него возлагается персональная ответственность за состоятельность достоверность результатов мониторинга. Поэтому для некоторого фиксированного номера

$$k \in N, \text{ если } a_{ik} = 1, \text{ то } a_{ij} = 0; j \neq k, j \in N. \quad (5)$$

2. Продолжительность работы j -го проверяющего составляет $\sum_{i=1}^m t_i \cdot a_{ij} \cdot x_j$, которая для всех проверяющих не должна превышать времени T , то есть:

$$\sum_{i=1}^m t_i \cdot a_{ij} \cdot x_j \leq T, \quad j \in N. \quad (6)$$

Математическая формулировка задачи состоит в следующем: определить минимум целевой функции (1) при условиях (5), (6) по исходным данным, представленными наборами (2), (3) и матрицей (4).

Решение задачи можно получить, построив **алгоритм ветвей и границ (АВГ)** [7, 8].

Введём матрицу A :

$$A = \begin{array}{c|ccccc} & \multicolumn{5}{j} \\ & 1 & 2 & 3 & \dots & n \\ \hline i & & & & & \\ \hline 1 & t_1 & \infty & t_1 & \dots & \infty \\ 2 & \infty & \infty & t_2 & \dots & t_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ m & \infty & t_m & \infty & \dots & t_m \end{array}$$

В клетке (i, j) указана продолжительность проверки i -го вопроса, если j -й кандидат в состоянии его проверить, и символ ∞ в противном случае.

Пусть Q – множество решений всех допустимых назначений кандидатов, а Q_0 – та их часть, когда отдельным кандидатам ставится задача на проверку и оценку максимально возможного числа вопросов, $Q_0 \in Q$.

Множество 1-го уровня определим, полагая, что 1-й вопрос проверяет j -й кандидат, если он компетентен в этой области. Опишем процедуру определения нижней границы (НГ) целевой функции на множестве решений произвольного уровня $Q_{j_1, j_2, \dots, j_{\Delta m}}$, где $j_1, j_2, j_{\Delta m}$ – порядковые номера проверяющих, контролируемых вопросы с номерами 1, 2, ..., Δm , $\Delta m = \lfloor \Delta M \rfloor$, ΔM – множество вопросов, для мониторинга которых кандидаты назначены.

Пусть ΔN – множество всех различных номеров из совокупности $j_1, j_2, \dots, j_{\Delta m}$. Тогда при любом способе проверка остальных $(m - \Delta m)$ вопросов, целевая функция и её НГ на рассматриваемом уровне будут включать постоянное слагаемое

$$\Delta f = \sum_{j \in \Delta N} b_j. \quad (7)$$

Вычтем из времени проверки T затраты времени каждого из обязательно участвующих в работе комиссии проверяющих. Получим набор

$$(\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_i), \quad (8)$$

в котором $\tau_j = T$, если j -й кандидат не привлекается к работе в комиссии. Исключим из рассмотрения первые Δm строк матрицы A . Полученную матрицу обозначим через ΔA . Если j -й кандидат в состоянии проконтролировать $(\Delta m + 1)$ -й и следующие за ним вопросы, то будем значащие элементы j -го

столбца матрицы ΔA складывать поочередно до тех пор, пока образующаяся сумма не превысит значения τ_j , и подсчитаем число операций сложения. Оно будет равно наибольшему количеству вопросов, которые может проверить j -й кандидат. Аналогичные действия проведём и по остальным столбцам, но при этом значащие элементы $(\Delta m + 1)$ строки учитывать не будем. Набор полученных чисел сложения обозначим через

$$(l_1, l_2, \dots, l_j, \dots, l_n) \quad (9)$$

и будем складывать их поочередно по правилу: первым слагаемым будет l_i , последующими будут все l_j , где $j \in \Delta N$, а затем суммируются все остальные l_j , $j \in N / \Delta N$, расположенные в порядке возрастания до тех пор, пока сумма не станет равной или впервые не превзойдет $\delta_m = |\delta M| = m - \Delta m$. Подсчитаем количество используемых слагаемых r и найдем разность $S = r - \delta n$, где $\delta n = |\delta N|$ – количество уже включённых в состав комиссии кандидатов.

Затем найдём сумму из S меньших коэффициентов занятости из набора (3), в котором коэффициенты исключены и подсчитаем значение

$$\delta g = \sum_{j=1}^S b_j *, \quad (10)$$

которое не превзойдёт значения $\delta f = f - \Delta f$ для любого варианта, входящего в рассматриваемое множество $Q_{i1,i2,\dots,i\Delta m}$.

Можно привести примеры, когда сумма совпадает со значением разности и показать, что сумма будет равна значению целевой функции на множествах последнего уравнения (2). В связи с этим в качестве НГ целевой функции на множестве произвольного уровня $Q_{i1,i2,\dots,i\Delta m}$ можно использовать сумму правых частей (7) и (10):

$$g = \sum_{j \in \Delta N} b_j + \sum_{j=1}^S b_j *. \quad (12)$$

После определения НГ целевой функции на множествах решений 1-го уровня для дальнейшего рассмотрения выбираем то значение НГ, которое будет минимальным на данном уровне. Далее множество решений 1-го уровня с меньшей НГ разбивается на множество решений 2-го уровня и так далее до последнего уровня. На последнем уровне полученное значение меньшей НГ целевой функции обозначается буквой R и записывается первый вариант численного состава создаваемой комиссии.

Затем на уровне $(m - 1)$ отыскивается $\min_{j_{m-1}} g(m-1, j)$. Если окажется, что $R \leq \min_{j_{m-1}} g(m-1, j)$, то это значит, что на данном уровне нет множеств решений, которые могли бы дать при дальнейшем ветвлении решение лучше, чем найденное R . Далее производится переход на уровень $(m - 2)$.

Если в процессе дополнительного ветвления будет определено новое значение R , которое окажется меньше прежнего, то рассмотренные выше действия повторяются для нового значения R .

Вычисления заканчиваются, если последнее значение R окажется меньше, чем значение НГ целевой функции на всех неразветвленных подмножествах всех уровней. Вариант состава комиссии, соответствующий последнему найденному значению R , будет оптимальным.

Предлагаемый АВГ реализован на ПЭВМ, что значительно упрощает проведение расчётов.

Исследованиями установлено, что использование предлагаемого алгоритма позволит существенно снизить экономические затраты за счёт включения в состав комиссии меньшего количества должностных лиц.

В современных условиях все большую актуальность приобретает решение задачи научно обоснованного и эффективного управления системами техносферной безопасности. Пути её решения многообразны: развитие и внедрение высокоэффективных технических средств управления; совершенствование организационных форм и методов работы руководителей и должностных лиц органов управления, оперативный и достоверный мониторинг систем безопасности, не требующий больших материальных затрат и т.д.

Литература

1. **Рыкунов В.Д.** Охранные системы и технические средства физической защиты объектов. М.: Security Focus, 2011.
2. **Коновалов А.В., Лобанова М.К., Наконечный В.Н. и др.** Защита в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие. Ростов-на-Дону: РГУПС, 2014. 227 с.
3. **Тимофеева С.С., Шешуков Ю.В.** Производственная безопасность: учебное пособие. М.: Форум: ИНФРА М, 2014. 336 с.
4. **Фролов А.В., Шевченко А.С.** Управление техносферной безопасностью: учебное пособие. Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2014. 300 с.
5. **Чура Н.Н.** Техногенный риск: учебное пособие. М.: КНОРУС, 2011. 280 с.
6. **Смирнов Э.А.** Управленческие решения. М.: ИНФРА-М, 2001. 264 с.
7. **Кристофидес Н.** Теория графов. Алгоритмический подход. М.: Мир, 1978. 432 с.
8. **Воробьев С.Н., Уткин В.Б.** Теория обоснования военно-технических решений. М.: ВА РВСН, 2003. 468 с.
9. Приказ МЧС России от 4 марта 2011 г. № 94 "Об утверждении Положения о функциональной подсистеме мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций".