

*В.А. Седнев*

(Академия ГПС МЧС России; e-mail: sednev70@yandex.ru)

## **МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ ПЛАТФОРМ В ОРГАНИЗАЦИЯХ И СИСТЕМАХ**

*Предлагается методика оценки эффективности программно-аппаратных платформ в организациях и системах, в том числе РСЧС.*

*Ключевые слова: организации, программно-аппаратная платформа.*

*V.A. Sednev*

## **THE METHODOLOGY FOR EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF SOFTWARE AND HARDWARE PLATFORMS IN ORGANIZATIONS AND SYSTEMS**

*Proposed a methodology of evaluating the effectiveness of hardware and software platforms in organizations and systems, including the Unified state system of prevention and liquidation of emergency situations.*

*Key words: organization, software and hardware platform.*

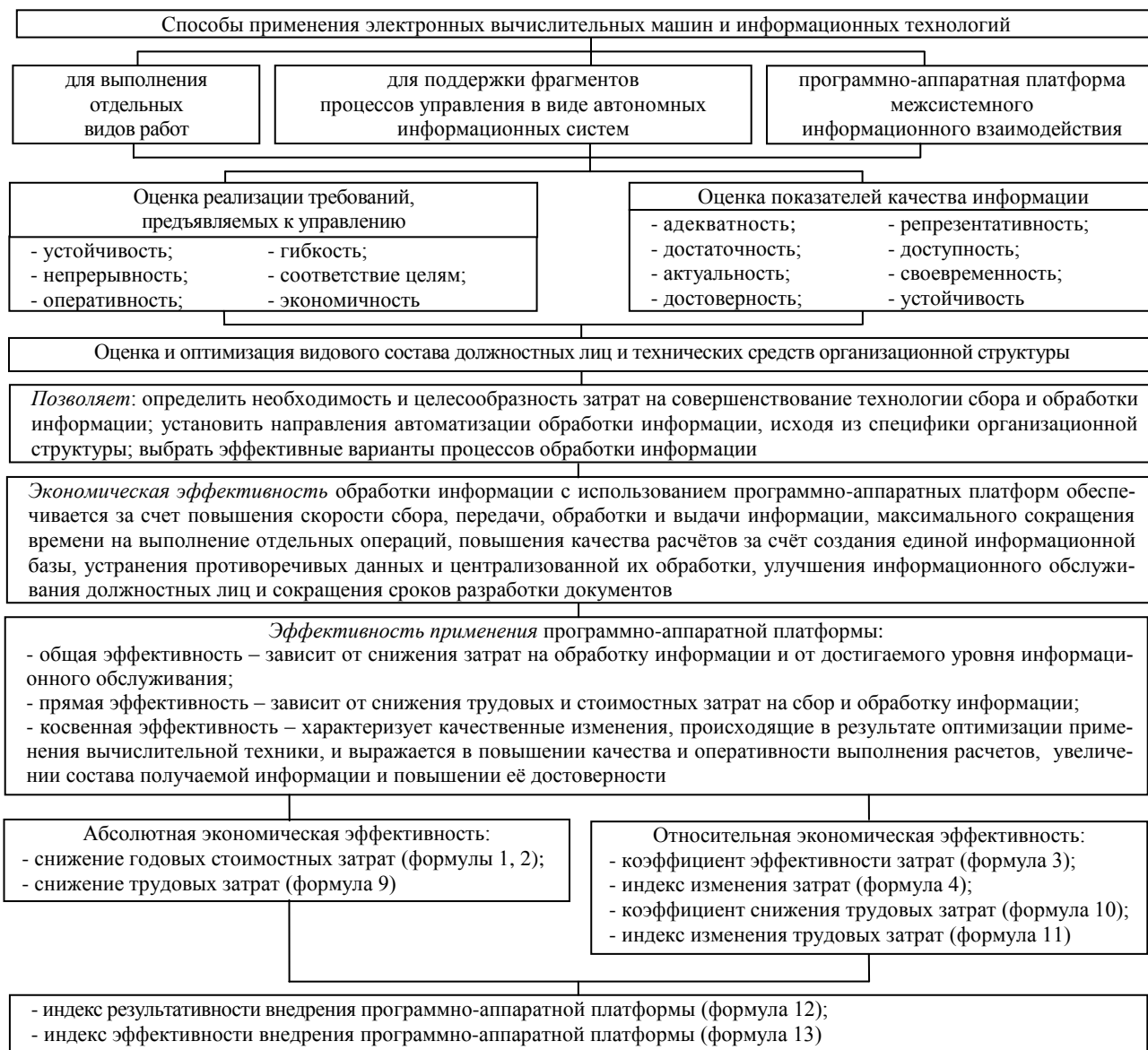
Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 9 ноября 2015 г.

В целях повышения эффективности функционирования **Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС)** в её подсистемах, различных организациях и органах управления устанавливаются программно-аппаратные платформы, использующие разные подходы к автоматизации деятельности должностных лиц, стремясь объединить информационные ресурсы и системы. Однако при этом фактически не производится оценка принимаемых решений по составу программно-аппаратных платформ, эффективность которых можно оценить только через сравнительно длительный срок.

В настоящее время выделяют три способа автоматизации деятельности должностных лиц и, соответственно, повышения оперативности принятия ими решений [1, 2]: при первом **электронные вычислительные машины (ЭВМ)** применяются для выполнения отдельных видов работ, используя программные средства общего применения и прикладные программы; второй способ связан с внедрением автономных информационных систем, обеспечивающих более эффективную поддержку процесса управления за счёт сокращения трудозатрат на поиск информации и повышения качества выполнения отдельных функций управления. Однако эти способы сохраняют прежние информационные потоки и не позволяют преодолеть второй информационный барьер, при котором орган управления не в состоянии эффективно управлять системой. Поэтому третий способ связан с автоматизацией процессов сбора, хранения, обработки и передачи данных на основе внедрения программно-аппаратных платформ, обеспечивающих эффективное выполнение управленческих функций.

Оценка эффективности применения программно-аппаратных платформ включает (рис. 1) [1, 3]:

- оценку реализации требований, предъявляемых к управлению;
- оценку показателей качества информации;
- оценку и оптимизацию видового состава должностных лиц и технических средств организационной структуры.



**Рис. 1.** Блок-схема оценки эффективности применения программно-аппаратных платформ

К управлению предъявляются [1, 3] требования устойчивости, непрерывности, оперативности, гибкости, соответствия и экономичности (табл. 1). К характеристикам функционирования организационных систем относятся также: цикличность управления, определяемая как сумма продолжительностей его этапов, – сбора информации, принятия и доведения решения до исполнителей; отношение затрат к результату (и наоборот) и др.

Оценка эффективности решаемых задач включает:

- оценку эффективности выполнения задачи, под которой понимается степень соответствия объёма выполняемой задачи за заданное время к требуемому объёму в условиях организационной структуры;
- оценку эффективности задач, под которой понимается степень влияния рассматриваемой задачи на общий комплекс задач.

Таблица 1

### Требования к управлению

Наименование показателя	Характеристика
Устойчивость (техническая и функциональная) (достаточное условие)	Способность противостоять воздействиям технического характера, реализуемая в комплексе соответствующих мероприятий, и способность противостоять нетехническим воздействиям с использованием средств интеллектуального характера (организации труда, методов создания и введения информации и др.)
Непрерывность (необходимое условие)	Постоянное наблюдение за обстановкой, своевременное принятие решений за отведённый временной интервал и доведение их до должностных лиц, контроль исполнения и анализ причин невыполнения решений
Оперативность	Требование быстрого действия
Гибкость (необходимое, но недостаточное условие)	Способность изменения форм и методов управления в зависимости от обстановки, алгоритмов действий, что реализуется иерархической структурой системы управления
Соответствие целям системы	Увеличение степени достижения целей или соответствия назначению системы
Экономичность (необходимое условие)	Уменьшение затрат на проектирование, разработку, внедрение, эксплуатацию и модернизацию системы управления

Обоснование эффективности применения программно-аппаратных платформ позволяет определить необходимость и целесообразность затрат на внедрение предлагаемого подхода совершенствования технологии сбора информации и повышения устойчивости, непрерывности и оперативности управления.

Для должностных лиц важной характеристикой является адекватность (точность) информации (табл. 2) – соответствие создаваемого с использованием полученной информации образа реальному объекту или явлению.

Эффективность использования информации может выражаться в синтаксической, прагматической и семантической формах [1, 3]:

- на синтаксическом уровне количество информации измеряется изменением (уменьшением) неопределённости состояния системы (энтропии), которая рассматривается как мера недостающей информации;
- прагматическая мера определяет полезность информации для должностных лиц;
- семантическая пропускная способность информационных систем растёт с увеличением содержательности информации, так как для получения одних и тех же сведений требуется преобразовать меньший объём данных.

**Требования к показателям качества информации**

Наименование показателя	Характеристика
Адекватность (точность) информации	Соответствие создаваемого с использованием полученной информации образа реальному объекту или явлению
Репрезентативность	Правильность отбора и формирования информации в целях адекватного отражения свойств объекта, реализуемая через данные
Достаточность	Минимальный, для принятия решения, состав показателей
Доступность	Реализация процедур получения и преобразования информации к доступной и удобной для восприятия должностных лиц форме
Актуальность	Сохранение ценности информации в момент её использования
Своевременность	Поступление информации не позже назначенного времени, согласованного с временем решения поставленной задачи
Достоверность	Отображаемое значение параметра должно отличаться от истинного его значения в пределах необходимой точности
Устойчивость	Способность реагировать на изменения исходных данных без нарушения необходимой точности

Эффективность использования информации обуславливается также такими показателями качества, как репрезентативность, достаточность, доступность, актуальность, своевременность, достоверность, устойчивость (табл. 2), при этом на актуальность, своевременность, точность и достоверность влияет надёжность функционирования автоматизированных систем, а параметры актуальности и точности связаны с параметрами своевременности и достоверности.

При этом эффект для организационной структуры можно оценить с использованием следующих показателей: годовой экономии с учётом количества задач, выполненных с использованием программно-аппаратной платформы, требуемого объёма программного обеспечения и стоимости его разработки; годового экономического эффекта, определяемого как разность между годовой экономией и стоимостью создания системы; срока окупаемости.

Общая эффективность применения программно-аппаратной платформы (рис. 1) находится в зависимости от снижения затрат на обработку информации и от уровня информационного обеспечения (косвенная эффективность).

Прямая эффективность выражается в снижении трудовых и стоимостных затрат на сбор и обработку информации до и после применения программно-аппаратной платформы и влияет на показатели деятельности должностных лиц.

Сопоставив стоимость обработки информации при базовом варианте и в случае использования программно-аппаратной платформы, можно получить оценку экономического эффекта от её внедрения.

Косвенная эффективность характеризует качественные изменения в результате оптимизации применения ЭВМ и выражается в повышении качества и оперативности выполнения расчётов, в увеличении состава получаемой информации и в повышении её достоверности.

Абсолютная экономическая эффективность программно-аппаратной платформы – это снижение годовых стоимостных и трудовых затрат на обработку информации, по сравнению с базовым вариантом, то есть разность между полученными результатами (оценкой результатов в будущем) и затратами на автоматизацию. Если годовая стоимость обработки информации состоит из стоимости работы должностных лиц, материалов, амортизационных отчислений, накладных расходов и времени работы на ЭВМ и при базисном варианте равна  $C_0$ , а при проектируемом  $C_1$ , то величина снижения затрат на обработку информации равна:

$$\Delta C = C_0 - C_1. \quad (1)$$

Для комплекса связанных задач затраты определяются как [1, 3]:

$$C = \sum_{k=1}^m a_k C p_k, \quad (2)$$

где  $a_k$  – количество решений  $k$ -й задачи в течение года;  
 $C p_k$  – затраты на одно решение  $k$ -й задачи;  
 $m$  – число задач в комплексе.

Относительными показателями экономической эффективности программно-аппаратной платформы являются коэффициент эффективности затрат, показывающий, какая их часть будет сэкономлена при проектируемом варианте:

$$K_c = \frac{\Delta C}{C_0} \quad \text{или} \quad K_c = \frac{\Delta C}{C_0} \cdot 100\%, \quad (3)$$

и индекс изменения затрат, показывающий, во сколько раз снизятся затраты при проектируемом варианте:

$$Y_c = \frac{\Delta C}{C_1}. \quad (4)$$

Внедрение программно-аппаратной платформы может предполагать капитальные затраты [1]:

$$K_d = K_1 - K_0, \quad (5)$$

где  $K_1$  и  $K_0$  – капитальные затраты проектируемой и существующей системы сбора и обработки информации.

Эффективность капитальных затрат определяется сроком окупаемости:

$$t = \frac{K_d}{\Delta C} = \frac{K_1 - K_0}{C_0 - C_1}, \quad (6)$$

при этом капитальные затраты целесообразны, если окупаются экономией текущих затрат в пределах нормативного срока окупаемости:

$$T_{ок} = \frac{(Z_0 + П_0) \cdot E_p}{C_0 - C_1}, \quad (7)$$

где  $Z_0$  и  $П_0$  – затраты, соответственно, на техническое и программное обеспечение;

$E_p$  – коэффициент экономической эффективности капитальных затрат:

$$E_p = \frac{\Delta C}{K_d} = \frac{1}{t}, \quad (8)$$

определяющий долю окупаемости капитальных затрат за год.

Абсолютным показателем снижения трудовых затрат является разность между годовыми трудовыми затратами (включает трудоёмкость ручных операций, ввода данных и автоматических операций на ЭВМ) базового  $T_0$  и проектируемого  $T_1$  вариантов обработки информации:

$$\Delta T = T_0 - T_1. \quad (9)$$

Относительными показателями снижения трудовых затрат являются [3]:

- коэффициент снижения трудовых затрат

$$K_T = \frac{\Delta T}{T_0} \quad \text{или} \quad K_T = \frac{\Delta T}{T_0} \cdot 100\%, \quad (10)$$

- индекс изменения трудовых затрат

$$Y_T = \frac{T_0}{T_1}. \quad (11)$$

Эти показатели характеризуют рост производительности деятельности должностных лиц.

Результативность внедрения программно-аппаратной платформы может также оцениваться степенью достижения запланированных результатов, определяемой отношением фактического результата  $P_{\text{факт}}$  к запланированному  $P_{\text{план}}$ , и оценивается по нефинансовым и финансовым показателям.

Индекс результативности может определяться по формуле [1, 3]:

$$I_{\text{рез}} = \frac{P_{\text{факт}}}{P_{\text{план}}}. \quad (12)$$

Эффективность программно-аппаратной платформы, как отношение достигнутых нефинансовых результатов от её внедрения к основным финансовым затратам, может быть также определена по индексу эффективности [1, 3]:

$$I_{\text{эфф}} = \frac{I_{\text{нрез}}}{I_{\text{финрез}}}. \quad (13)$$

Обобщённым критерием экономической эффективности программно-аппаратной платформы является минимум затрат труда.

Оценка эффекта от внедрения может быть определена также по формуле

$$T = (t [\text{ДО}] - t [\text{После}]) \cdot k, \quad (14)$$

где  $t [\text{ДО}]$  – время на согласование документа до внедрения программно-аппаратной платформы;

$t [\text{После}]$  – то же после её внедрения;

$k$  – количество документов, согласуемых в месяц.

Эффективность внедрения программно-аппаратной платформы обуславливается действием ряда факторов организационного, информационного и экономического характера:

- организационный фактор проявляется в освобождении должностных лиц от необходимости сбора данных и их систематизации по автоматизируемым задачам, и, как следствие, уменьшается цикличность управления;

- информационный фактор выражается в повышении уровня информированности должностных лиц за счёт владения актуальной и непротиворечивой информацией, обеспечивая снижение рисков принятия некорректных решений;

- экономический фактор проявляется в рациональном использовании технических средств обработки и передачи данных и выделяемых на их закупку финансовых средств.

Это позволяет реализовывать принципы и требования по преодолению информационных барьеров управления, одновременно оптимизируя организационную структуру. Техничко-экономические результаты от использования программно-аппаратной платформы можно разделить на две группы:

- сокращение финансовых затрат на организационную структуру за счёт уменьшения трудозатрат на её обслуживание;

- улучшение потребительских качеств организационной структуры, что заключается в повышении оперативности и достоверности информации, повышении качества принимаемых решений и сокращении затрат на управление.

При рассмотрении распределения информации по срочности обработки и доведения до должностных лиц определена закономерность [1, 4]: 25 % составляет информация чрезвычайной важности, 25 % – срочная, 45 % – текущая, приходящая на низшие уровни системы управления, и 5 % – дополнительная.

Учитывая, что необходимое и достаточное количество информации для принятия решения складывается из перечисленных видов информации, определены состояния эффективности функционирования системы управления организационной структуры:

- устойчивое управление – обеспечивается сбор и обработка всего объёма информации:  $0,8 \leq W < 1$ ;

- нормальное управление, – система способна переработать не менее 60 % общей информации:  $0,6 \leq W < 0,8$ ;

- нарушено управление – определяется способность к обмену информации:  $0,4 \leq W < 0,6$ ;

- сорвано управление, – определяется возможность органа управления обработать информацию:  $W < 0,4$ .

Предлагаемый подход даёт возможность оценить эффективность работы руководителей и иных должностных лиц, решить задачу обоснования организационной структуры и её технической оснащённости.

Для оценки и рациональной организации работы и структуры должностных лиц предлагается использовать техноценологический подход [1, 3, 5], инвариантность которого позволяет говорить о нём, как об одном из законов, определяющих построение, функционирование и развитие любой системы.

Исследование осуществляется в следующем порядке:

- в качестве объекта исследования выделяется некоторая организационная система, которая, одновременно, является ценозом, – сообществом слабосвязанных и слабовзаимодействующих элементов;
- из ценоза выделяется семейство элементарных объектов, далее неделимых, и вводится понятие вида: вид – основная структурная единица в систематике техноценоза (пример вида – наименование должности);
- строятся математические модели (табл. 3): ранговое видовое распределение – распределение исследуемого параметра по мере убывания и видовое распределение – распределение видов по повторяемости;
- проводится обработка результатов и определяются параметры моделирующих функций.

Таблица 3

### Виды $H$ -распределений

Распределение	Ось абсцисс	Ось ординат	Форма записи
Видовое	Численность группы одного вида. Дискретно.	Количество видов в группе (количество видов с одинаковым количеством представителей). Дискретно.	$W_i = W_0/X_i^{1+\alpha}$ , где $X_i [1, \infty)$ – непрерывный аналог численности $i$ ; $\alpha > 0, W_0 > 0$ – постоянные распределения
Ранговое видовое	Ранг (первый ранг имеет вид с максимальной численностью). Дискретно.	Количество представителей в виде. Дискретно.	$\Omega(r) = B/r^\beta$ , где $B$ и $\beta > 0$ – константы рангового видового распределения

Устойчивость структуры проявляется изменениями  $H$ -распределения в пределах характеристического показателя  $0 < \alpha < 2$ , отражающего внутренние процессы в организационной структуре и являющегося основным параметром устойчивых  $H$ -распределений. При  $\alpha = 2$  в качестве предельного выступает нормальное распределение (дисперсия конечна), при  $1 < \alpha < 2$  – устойчивые распределения негауссова типа (дисперсия бесконечна), при  $0 < \alpha \leq 1$  – устойчивые распределения не имеют дисперсий и математического ожидания.

В каждой системе существует одна редкая группа, где каждый вид представлен одним наименованием, например, одной должностью, одним техническим средством (число видов  $W_1$ ), и часто встречающиеся группы, каждая из которых содержит по одному наименованию, численность которых достаточно велика. Существует на  $H$ -распределении также поинтер-точка  $R$  – такое значение аргумента  $X = R$ , при котором значение функции  $H$ -распределения равно 1. Слева от неё группы непустые и неоднородные, справа – появляются пустые группы, а те, которые существуют, – однородные.

Кривая  $H$ -распределения характеризуется [5] тем, что от 40 % до 60 % видов элементов системы уникальны и 40-60 % общего количества наименований являются часто встречающимися (5-10 % числа видов). Структура элементов системы-техноценоза по повторяемости видов устойчива и определяется



параметрами  $H$ -распределения. Ценологические свойства систем, проявляющиеся в устойчивости  $H$ -распределения, обнаруживаются с десятков элементов. Для исследованных ценозов не известны отклонения от  $H$ -распределения при 100-200 элементах, идеальная кривая реализуется при 1000-1200 элементов.

Результаты исследования позволили сделать следующие выводы: не существует единственной кривой  $H$ -распределения для заданного количества видов и отсутствует теоретически идеальная кривая для фиксированного количества элементов; для всех ценозов видовое распределение существует, закон его одинаков и соответствует математическому аппарату устойчивых законов безгранично делимых распределений.

С точки зрения оптимизации структуры, устойчивость и эффективность системы тем выше, чем большим разнообразием элементов она характеризуется; с точки зрения унификации и ремонта, необходимо поднять показатель повторяемости вида, а группу редко встречающихся видов – уменьшить.

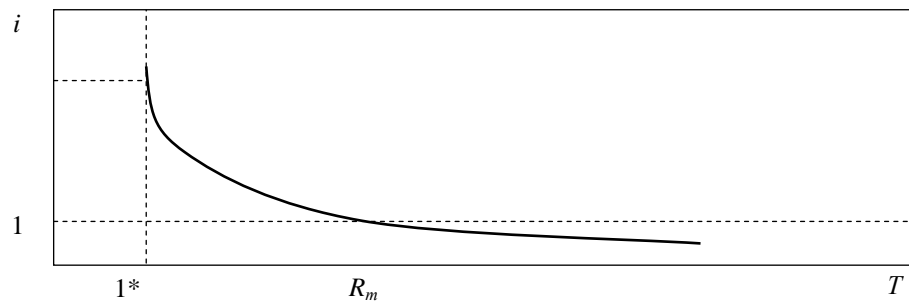
Часто встречающиеся виды не являются видами, характеризующими ценоз; качественное сравнение двух ценозов основано на сравнении видов возле точки  $R$ , количество сравниваемых видов определяется размерами ценоза и медленно возрастает с увеличением каст (совокупность видов, каждый из которых представлен равным количеством), поэтому выбирать нужно именно эти виды, определяющие эффективность системы: сравнение систем количественно производится по системе показателей, качественно – по видам-представителям.

Группа редко встречающихся видов не подлежит уничтожению, она превращает систему в законченное целое, поэтому общесистемные позиции требуют увеличения разнообразия и освоения новых видов.

Для повышения эффективности работ определяют связь затрат на обслуживание с количеством обслуживаемых объектов (структурных подразделений) и применяемых для этих целей средств.

Существующие методы определения численности элементов системы (должностных лиц, технических средств) основываются на перечне работ, каждая из которых имеет (или должна иметь) нормативы трудоёмкости, соответствующие виду работы, при этом на снижение трудоёмкости влияет, в числе других, фактор освоения персоналом эффективных приёмов работы.

Условная единица трудоёмкости определяется величиной однотипной выборки работ, увеличивая которую снижения удельной трудоёмкости не достичь ( $1^*$  на рис. 2, особенность зависимости – незначительное изменение  $1^*$  приводит к значительным изменениям численности потока  $i$ ). Максимальная величина потока и условная единица трудоёмкости характерны для конкретных видов работ, в ходе выполнения которых на их структуру может быть наложено ограничение в виде устойчивости распределения видов работ по повторяемости: качественная характеристика вида – наименование работы, количественная – удельная трудоёмкость (единицы) этой работы.



**Рис. 2.** Зависимость численности потока от удельной трудоёмкости

Таким образом, рост количества однотипных работ позволяет снизить удельную трудоёмкость работ, величину снижения которого можно выразить через показатель интенсивности  $\beta$ , а на зависимость между суммарной трудоёмкостью работ и численностью должностных лиц влияет процесс образования различных по величине групп работ одного вида, повышающий производительность труда.

Оптимизация структуры организации по критерию минимизации затрат на обслуживание заключается в минимизации разнообразия видов работ в границах параметров структуры видового распределения. Эффективность изменения структуры, выражаемая в изменении затрат на выполнение видов работ, определяется величиной виртуальной группы (нижняя часть  $H$ -распределения), а модель управления структурой работ позволяет определить влияние изменения структуры в направлении унификации на трудоёмкость работ.

Анализ видовых  $H$ -распределений позволяет добиться оптимальной организации выполнения видов работ, функциональных задач и штатной структуры организаций и целенаправленно воздействовать на процесс их качественного комплектования, основываясь на минимальном и достаточном количестве элементов системы. Соответственно, при расчёте потребностей, например, в должностных лицах или технических средствах, следует основываться также на закономерностях распределения структуры выполняемых работ.

Рассмотренный подход даёт количественную оценку снижения трудоёмкости работы в зависимости от их типа и выполняемых работ, – это величина резерва эффективности, определяемая показателем  $\beta$  для видов работ, который определяет возможное снижение их трудоёмкости при имеющейся структуре: 40-60 % общего количества видов работ уникальные, требующие квалификации; и около 10 % содержит до 60 % всех работ (массовые), устойчивость этой группы позволяет реализовать резерв повышения эффективности деятельности организации, оптимизировать работу и повысить производительность труда.

Применение данного подхода позволит также повысить эффективность функционирования организационных структур и оперативность принятия решений её должностными лицами.

Специфика деятельности организаций и органов управления РСЧС обуславливает разнородность решаемых задач, выполняемых функций и сложность обрабатываемой информации, которые диктуют необходимость формирования аналитических и прогнозных показателей для принятия оперативных решений по задачам предупреждения или ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

При этом конечной целью создания программно-аппаратных платформ является повышение эффективности деятельности должностных лиц РСЧС и качества принимаемых ими управленческих решений, предотвращение и устранение кризисных и чрезвычайных ситуаций. На её основе обеспечивается информационно-аналитическая поддержка процессов анализа, моделирования и прогнозирования развития ситуации и выработки эффективных решений по различным направлениям деятельности.

### **Литература**

1. *Седнев В.А., Клецов В.М.* Методика и результаты оценки эффективности программно-аппаратных платформ территориальных органов исполнительной власти // Технологии техносферной безопасности. Вып. 1 (47). 2013. С. 146-159. <http://ipb.mos.ru/ttb>.

2. *Седнев В.А., Клецов В.М.* Пути повышения эффективности поддержки принятия решений должностных лиц территориальных органов исполнительной власти // Технологии техносферной безопасности. 2012. Вып. 6 (45). 13 с. <http://ipb.mos.ru/ttb>.

3. *Седнев В.А., Клецов В.М.* Программно-аппаратная платформа для повышения эффективности деятельности территориального звена Московской городской территориальной подсистемы РСЧС // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2013. № 1. С. 97-119.

4. *Седнев В.А., Клецов В.М., Хаустов С.Н., Шимон Н.С.* Предложения по обеспечению непрерывности предоставления информационных услуг в территориальных органах исполнительной власти // Экономика и менеджмент систем управления. 2013. Т. 8. № 2. С. 56-62.

5. *Седнев В.А.* Техноценологическая теория и её значение для устойчивого и эффективного развития Российской Федерации // Промышленная энергетика. 2015. № 9. С. 32-37.