

УДК 614.8.084: 614.86:  
656.089

## Определение критерия выбора аварийно-спасательного инструмента для проведения аварийно-спасательных работ при дорожно-транспортных происшествиях

### The definition of the criterion for selecting a rescue tool for emergency rescue operations in road traffic accidents

**Масаев В.Н.**

*канд. пед. наук*

**Бушув Р.С.**

*ФГБОУ ВО Сибирская  
пожарно-спасательная  
академия ГПС МЧС России*

*masaev.ru@mail.ru*

**Masaev V.N.**

*candidate of pedagogic sciences*

**Bushuev R.S.**

*FSBEE HE Siberian Fire  
and Rescue Academy  
EMERCOM of Russia*

**Рецензент:**

**Антонов А.В.**

*канд. тех. наук*

#### **Аннотация:**

В статье рассматривается возможность определения критериев выбора аварийно-спасательного инструмента, для улучшения оперативно-служебных показателей реагирования подразделения МЧС России на дорожно-транспортные происшествия. Проведено сравнение возможного применения разных подходов с использованием различных методов. Анализ технической документации АСИ, позволил выделить основные показатели, по которым можно будет провести исследование и определить критерий выбора АСИ. Выбор лучшего образца АСИ по установленным показателям технических и экономических критериев производится применением методов анализа размерностей и многокритериального выбора.

**Ключевые слова:** реагирование подразделений МЧС России, аварийно-спасательный инструмент, дорожно-транспортные происшествия, единые критерии выбора АСИ, метод анализа размерностей, метод-диаграмм Эджворта-Парето, метод многокритериального выбора.

#### **Abstract:**

The article considers the possibility of determining the criteria for selecting a rescue tool to improve the operational and service indicators of the reaction of the EMERCOM of Russia on traffic accidents. A comparison of the possible application of different approaches using different methods was performed. The analysis of the technical documentation of the ASI made it possible to identify the main indicators by which it would be possible to conduct a study and determine the criterion for choosing the ASI. The selection of the best ASI sample according to the established indicators of technical and economic criteria is being performed by using methods of dimensional analysis and multicriteria selection.

**Key words:** reacting units of EMERCOM of Russia, emergency rescue tool, traffic accidents, common criteria for selecting ASI, dimensional analysis method, Edgeworth-Pareto method-diagrams, multi-criteria choice method.

Важнейшими показателями эффективности реагирования спасательных подразделений МЧС России на дорожно-транспортные происшествия являются сокращение количества лиц, погибших в результате дорожно-транспортных происшествий (далее – ДТП), за счёт своевременного деблокирование повреждённых транспортных средств для оказание первой помощи пострадавшим.

Актуальность и необходимость исследования обусловлена количеством ДТП произошедших в РФ за последние годы и за 2016 год (Табл. 1).

**Табл. 1. Статистические данные ДТП по РФ за 2016 г.**

Место ДТП	Число ДТП	Пострадавшие
Города федерального значения	12286	14123
В столицах субъектов РФ	41167	50731
В городских округах	19414	23919
В административных центрах муниципальных районов	12492	14958
В административных центрах сельских поселений	3129	3796
В иных сельских поселениях	9873	11790
В иных городских поселениях	7352	8824
ДТП с тяжкими последствиями (с привлечением пожарно-спасательных подразделений)	158	1415
<b>Всего:</b>	105871	129556

Количество ДТП и пострадавших людей в результате данного происшествия, отражается на работе пожарно-спасательных подразделений МЧС России, которые выполняют задачи по спасению пострадавших, с использованием аварийно-спасательного инструмента (далее – АСИ). Технология выполнения работ зависит от различной сложности вида повреждений и требует применения разнообразных видов АСИ с выполнением определенного алгоритма функциональных действий по деблокированию пострадавших. В этом случае возникает вопрос о выборе наиболее эффективного АСИ, при этом обладающего надёжностью, устойчивостью к внешним воздействиям и с большим сроком службы.

Существует проблема выбора наилучшего АСИ соответствующего существующим требованиям и техническим условиям эксплуатации, при одинаковой его функциональной направленности и назначению. Необходимо обоснованно отдать конкретное предпочтение какому-либо АСИ из существующей линейки образцов предлагаемых различными производителями. Необходим определённый критерий, по которому можно было бы выбрать образец АСИ лучший из нескольких образцов, по таким характеристикам, например, как высокие технические показатели и качество при невысокой цене.

Для того, чтобы отдать однозначное предпочтение определённому АСИ для проведения аварийно-спасательных работ при ДТП, необходимо одновременно учитывать его основные тактико-технические характеристики. Выбор АСИ должен быть унифицированным и простым для понимания и практического применения.

Структурная схема исследования, согласно которой проводилось определение критериев (Рис. 1).

Анализ технической документации по аварийно-спасательному инструменту, позволил выделить основные показатели, по которым можно будет провести исследование и определить критерий выбора АСИ. Основные параметры сведены в таблице 2.

**Табл. 2. Основные параметры, для определения единого критерия выбора АСИ**

№ п/п	Обозначение, наименование, единицы измерения
<b>Общие технические параметры</b>	
1	d – диаметр перекусываемых, перерезаемых прутков, [d]=м.
2	δ – толщина перерезаемого материала, [δ]= м.
3	P – рабочее давление для работы АСИ, [P]=кг/м·с <sup>2</sup> .
4	F – максимальное разжимающее усилие, [F]=кг·м/с <sup>2</sup> .
<b>Конструкционные параметры</b>	
5	m <sub>1</sub> - масса инструмента, [m <sub>1</sub> ]=кг.
6	m <sub>2</sub> - вес оборудования, [m <sub>2</sub> ]=кг.
7	a – длина инструмента, [a]=м.
8	b – ширина инструмента, [b]=м.
9	h – высота инструмента, [h]=м.
<b>Эксплуатационные параметры</b>	
10	t <sub>вып.опер.</sub> – время выполнения операции, [t <sub>общ.</sub> ]= сек.
11	t <sub>подготов.</sub> - время подготовки к работе, [t <sub>подготов.</sub> ]= сек.
<b>Стоимостные параметры</b>	
12	C <sub>и</sub> - стоимость рабочего инструмента, [C <sub>и</sub> ]=руб.
13	C <sub>о</sub> – стоимость рабочего оборудования, [C <sub>о</sub> ]=руб.

Исходя из выбранных величин, путём физического анализа образован обобщённый комплекс – технико-эксплуатационный показатель эффективности АСИ и обобщённый комплекс зависимости времени подготовки от размеров инструмента.

Для определения наиболее качественного, эффективного и сравнительно недорогого инструмента выбраны комплекты АСИ, такие как: ГАСИ «Агрегат серии 2», ГАСИ «Медведь», ГАСИ «Простор» и АСИ работающий на аккумуляторах «Спрут». Результаты расчётов (Табл. 4)

**Таблица 3. Физическая сущность технического и эксплуатационного комплексов**

№ п/п	Обобщённые комплексы аварийно-спасательного инструмента	Соотношение размерностей обобщённых комплексов	Физическая сущность комплексов
1	$\pi_{\text{тех-экспл1}} = \frac{\pi_3 \cdot \pi_1 \cdot \pi_2}{\pi_4 \cdot \pi_5 \cdot \pi_9}$ $= \frac{d \cdot \delta \cdot P \cdot t^2 \cdot m \cdot t}{L \cdot m_{\text{инстр}} \cdot m_{\text{оборуд}} \cdot t_{\text{вып.опер}}}$	$\left[ \frac{\pi_{\text{тех-экспл1}}}{\frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^5 \cdot \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2}}{\text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{кг}}} \right] = 1$	Относительный технико-эксплуатационный параметр
2	$\pi_{\text{тех-экспл2}} = \frac{\pi_3 \cdot \pi_1 \cdot \pi_2 \cdot \pi_4}{\pi_5 \cdot \pi_6 \cdot \pi_{10}}$ $= \frac{P \cdot F \cdot t^5}{m_{\text{инстр}} \cdot m_{\text{оборуд}} \cdot t_{\text{вып.опер}}}$	$\left[ \frac{\pi_{\text{тех-экспл2}}}{\frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^5 \cdot \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2}}{\text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{кг}}} \right] = 1$	Относительный технико-эксплуатационный параметр
3	$\pi_{\text{завис.}} = \frac{\pi_{10}}{\pi_6 \cdot \pi_7 \cdot \pi_8} = \frac{t_{\text{подготов}} \cdot L^3}{t \cdot a \cdot b \cdot h}$	$\left[ \frac{\pi_{\text{завис.}}}{\frac{\text{с} \cdot \text{м}^3}{\text{с} \cdot \text{м}^3}} \right] = 1$	Относительный параметр зависимости времени от габаритных размеров

**Таблица 4. Результаты расчётов по определению критериев выбора**

№ п/п	Наименование инструмента	$\pi_{\text{тех-эксп.}}$	$\pi_{\text{завис.}}$	$\pi_{\text{тех-эксп.общ}}$	$\pi_{\text{завис.общ}}$
<b>Агрегат серии 2</b>					
1	МНГК-80	711111	2929,7	1946597643	7000,7
	МГК-80	8,48	2929,7		
	МРСТ-80	175886524	414,7		
	ЦГ-1	1770000000	726,6		
<b>Медведь</b>					
2	НК2080М	92081	4749	139010604	2207,8
	РУ2080М	5,02	585		
	КС2080М	518518,5	421,3		
	СЦ2080М	1390000000	726,6		
<b>Простор</b>					
3	РГ-25	104982	217,4	290199751	1279,7
	КГ-25	9,3	305,5		
	РГК-25	88759,7	303,2		
	ДГ-25	290000000	453,6		
<b>Спрут</b>					
4	РСГС80МА28	37000000	203,4	37068255,6	1112,6
	НКГС80А28	40435,8	203,4		
	КГС80А28	5,4	176,1		
	НКГС80МА28	27814,4	259,7		

**Таблица 5. Данные для проведения расчёт экономической эффективности АСИ**

№ п/п	Наименование инструмента	Общая стоимость	$\pi_{\text{тех-эксп.общ}}$	$\pi_{\text{завис.общ}}$
1	Агрегат серии 2	730566	1946597643	7000,7
2	Медведь	592854	139010604	2207,8
3	Простор	559040	290199751	1279,7
4	Спрут	584890	37068255,6	1112,6

Определение экономической эффективности по метод-диаграмме Парето (Рис. 3).

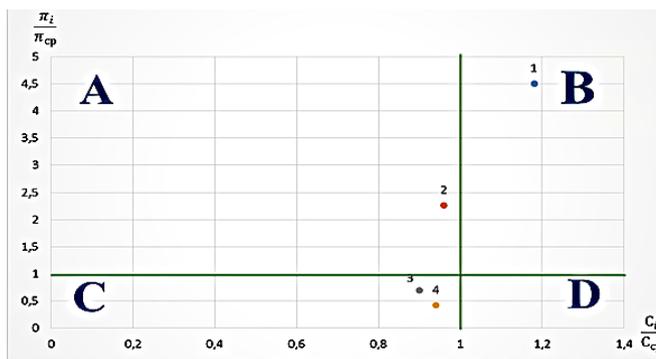


Рис. 3. Сравнение комплектов АСИ по общему показателю эффективности где  $\pi_i$  – общий показатель эффективности  $i$ -го комплекта инструмента;  $\pi_{cp}$  – среднее значение общего показателя эффективности АСИ;  $C_i$  – стоимость  $i$ -го комплекта АСИ;  $C_{cp}$  – средняя стоимость выбранных комплектов АСИ; 1,2,3,4 – номер комплекта АСИ соответствующий порядковому номеру из таблицы 4.

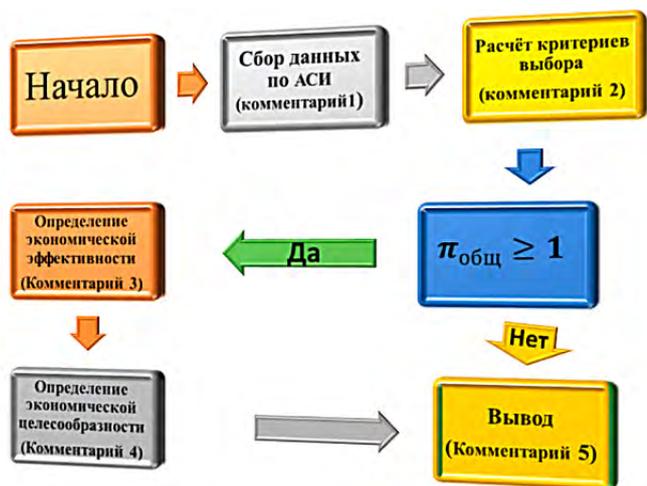


Рис. 4. Схема расчёта критериев выбора и экономических составляющих Комментарий 1.

Из рисунке 3 видно, что инструмент с номером 2, находящийся в квадранте А. является наиболее эффективным по сравнению с остальными. Соотношение цены и качества инструмента «Медведь» является оптимальным. Инструмент под номером 1, фирмы «Агрегат», является высококачественным, но его стоимость слишком высока, по сравнению с оптимальными значениями стоимости. Инструмент фирмы «Спрут» и «Простор», показали низкие значения качественного и стоимостного характера.

Вывод: наиболее качественный, эффективный и сравнительно недорогой инструмент – ГАСИ «Медведь».

Для формирования методики определения критериев выбора АСИ, применяются метод расчета критериев выбора. Выбор метода расчёт критериев выбора, определяется выбранными величинами, характеризующие эксплуатационные и технические показатели.

В качестве критериев используются безразмерные комплексы, характеризующий эффективность и качество образцов АСИ. Для оценки экономической эффективности, использована метод-диаграмма Парето.

### Комментарий 1.

Сбор данных по АСИ включает в себя анализ технической документации прилагаемой к АСИ, а так же выборка технических показателей для расчёта, таких как:

$d$  – диаметр перекусываемых, перерезаемых прутков;  $\delta$  – толщина перерезаемого материала;  $P$  – рабочее давление для работы АСИ;  $F$  – максимальное разжимающее усилие;  $m_1$  – масса инструмента;  $m_2$  – вес оборудования;  $a$  – длина инструмента;  $b$  – ширина инструмента;  $h$  – высота инструмента;  $t_{\text{вып.опер.}}$  – время выполнения операции;  $t_{\text{подготов.}}$  – время подготовки к работе;  $C_{\text{и}}$  – стоимость рабочего инструмента;  $C_{\text{о}}$  – стоимость рабочего оборудования.

Для дисковых и цепных пил параметры такие же, за исключением:  $d$  – диаметр диска;  $\delta$  – глубина резания материала;  $N$  – мощность двигателя;  $l$  – длины шины(цепи).

### Комментарий 2.

Расчёт критериев выбора. Для комплектов АСИ:

$$\pi_{\text{тех-экспл1}} = \frac{\pi_3 \cdot \pi_1 \cdot \pi_2}{\pi_4 \cdot \pi_5 \cdot \pi_9} = \frac{d \cdot \delta \cdot P \cdot t^2 \cdot m \cdot t}{L \cdot m_{\text{инстр}} \cdot m_{\text{оборуд}} \cdot t_{\text{вып.опер}}}$$

$$\pi_{\text{тех-экспл2}} = \frac{\pi_3 \cdot \pi_1 \cdot \pi_2 \cdot \pi_4}{\pi_5 \cdot \pi_6 \cdot \pi_{10}} = \frac{P \cdot F \cdot t^5}{m_{\text{инстр}} \cdot m_{\text{оборуд}} \cdot t_{\text{вып.опер}}}$$

$$\pi_{\text{завис.}} = \frac{\pi_{10}}{\pi_6 \cdot \pi_7 \cdot \pi_8} = \frac{t_{\text{подготов.}} \cdot L^3}{t \cdot a \cdot b \cdot h}$$

### Комментарий 3.

Экономическая эффективность определяется при помощи метод-диаграмм Парето. Построение графиков для определения экономической эффективности происходило с помощью программы Microsoft Excel 2013.

### Комментарий 4.

Расчёт экономической целесообразности закупок АСИ, производится по формулам из методики Давыдян Д.Е. [8], а именно:

1. Выбирается с целью последующей закупки инструмент;

2. Определение «фокусных», доминирующих, комплексных, наиболее значимых, обобщающих параметров конкретного инструмента;
3. Выбор экономических характеристик для выявления экономической целесообразности конкретного инструмента;
4. Определение параметрического индекса ( $I_{\Pi}$ ):

$$I_{\Pi} = \frac{\sum b_i}{\sum B_i}$$

5. Определение экономического индекса ( $I_{\text{Э}}$ ), как индекса цены:

$$I_{\text{Э}} = I_{\text{р}} = \frac{p_{\text{ЭЦ}}}{p_{\text{ВЫБ}}} = \frac{x}{p_{\text{ВЫБ}}}$$

где  $p_{\text{ЭЦ}}$ ,  $p_{\text{ВЫБ}}$  - соответственно экономически целесообразная цена заменяемого товара и выбранного инструмента.

6. Показатель экономической целесообразности инструмента:

$$\text{ЭЦ}_{\text{Т}} = \frac{I_{\Pi}}{I_{\text{р}}} = \frac{I_{\Pi}}{p_{\text{ЭК}}/p_{\text{ВЫБ}}}$$

7. Условие экономической целесообразности инструмента:

$$\text{ЭЦ}_{\text{Т}} = \frac{I_{\Pi}}{I_{\text{р}}} = \frac{I_{\Pi}}{p_{\text{ЭК}}/p_{\text{ВЫБ}}} \geq 1$$

8. Верхний предел цены покупки выбранного товара, обеспечивающий экономическую целесообразность приобретения:

$$x = p_{\text{ЭЦ}} \leq I_{\Pi} \cdot p_{\text{ВЫБ}}$$

9. Если выбирается не один, а несколько однородных товаров, то можно рассчитать экономически целесообразное количество таких инструментов ( $q_{\text{ЭЦ}}$ ), которые можно приобрести в случае наличия для покупки суммы в размере  $S$  стоимостных единиц:

$$q_{\text{ЭЦ}} = \frac{S}{p_{\text{ЭЦ}}}$$

### Комментарий 5.

После проведения всех расчётов подводятся итоги и делается вывод, о выборе конкретного вида АСИ, который при расчётах показал наиболее оптимальные значения критериев выбора, оптимальное соотношение цены и качества.

Если при определении критериев выбора, они получались меньше единицы, то дальнейшее решение производить не имеет смысла.

Практическая значимость в определении выбора АСИ заключается:

- В повышении временного и качественного показателей реагирования на ЧС, связанных с ДТП, тем самым снизить смертность пострадавших;
- В возможности предложения централизованных закупок и поставок АСИ по территориям, с возможностью экономии финансовых затрат или бюджетных средств;
- Возможности проведения единого обучения личного состава в системе профессиональную подготовки и переподготовки по работе с конкретными образцами АСИ, когда показателем будет являться повышение квалификации и качество проведения аварийно-спасательных работ;
- Выработать единый подход к обеспечению вопросов охраны труда при работе с АСИ, показателем чего будет являться снижение травматизма сотрудников.

При оптимизации конкретного вида аварийно-спасательного инструмента, количество ДТП не изменится, но изменится скорость и качество проводимых с этим инструментом работ, от чего зависит своевременность и качество оказания помощи пострадавшим. Новизна проведенного исследования заключается в определении и обосновании критериев, по которым необходимо выбрать определённый образец АСИ, для улучшения оперативно-служебных показатели реагирования подразделения МЧС России на дорожно-транспортные происшествия.

### Литература:

1. Официальный сайт ГИБДД МВД России. Автоинспекция. URL: <http://www.gibdd.ru/stat/>
2. Штовба С.Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику. II Всероссийская конференция пользователей MATLAB, 25–26 мая 2004 года.
3. Ягера Р.Р. Нечеткие множества и теория возможностей: Последние достижения. - М.: Радио и связь, 1986.
4. Бриджмен П. Анализ размерностей. – Ижевск: НИЦ Регулярная и хаотическая динамика. 2001.
5. Математическая энциклопедия. – М.: Советская энциклопедия. И.М. Виноградов. 1977–1985.
6. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике. – М.: Наука, 1967.
7. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето – оптимальные решения многокритериальных задач. М., Наука, 1982.

8. Давыдян Д.Е., Зубова Л.В. Экономическая целесообразность выбора принятия решения покупки товара в условиях неопределенности// Фундаментальные исследования. – 2015. – №12-1. – С.132-136.
9. Филановский А.М. Оценка параметров гидравлического аварийно-спасательного инструмента на основе метода анализа размерностей / А.М. Филановский, А.С. Поляков // Проблемы управления рисками в техносфере. – Санкт-Петербург: СПб УГПС МЧС России. – 2012. – №2 (22). – С. 8 – 12.
10. Масаев В.Н., Носенков А.А., Муховиков Д.В. Проблематика выбора аварийно-спасательной техники, снаряжения и инструмента специального назначения для территорий Арктической зоны Сборник XXVI Международной научно-практической конференции «Предупреждение. Спасение. Помощь» Секция № 6 «Современные проблемы создания и эксплуатации транспортно-технологических аварийно-спасательных машин в системе МЧС России», 17 марта 2016г. Химки 2016 – с.62– 65.