

**О.И. Степанов**

(ЦУКС ГУ МЧС России по Ханты-Мансийскому автономному округу – Югре;  
e-mail: oleg01911@yandex.ru)

## **О ФОРМАЛИЗАЦИИ МЕТОДА ПОЭТАПНОГО ВВОДА СИЛ И СРЕДСТВ ПОЖАРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ПРИ ТУШЕНИИ ПОЖАРОВ В ЗДАНИЯХ НИЗКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ**

*Изложены результаты проведённых автором испытаний пожарного ствола для создания водяной завесы. Разработаны алгоритмы реализации метода поэтапного ввода сил и средств пожарных подразделений при тушении пожаров.*

*Ключевые слова: управление, формализация, алгоритм, интенсивность, метод.*

**O.I. Stepanov**

## **ABOUT FORMALIZATION OF A METHOD OF STAGE-BY-STAGE INPUT OF FORCES AND MEANS OF FIREFIGHTERS DIVISIONS AT FIRE EXTINGUISHING IN BUILDINGS OF LOW STABILITY**

*Results of the tests of the fire trunk for creation of a water veil carried out by the author. Developed algorithms of realization of a method of stage-by-stage input of forces and means of firefighters divisions at fire extinguishing.*

*Key words: management, formalization, algorithm, intensity, method.*

При тушении пожаров в зданиях ключевыми характеристиками приборов подачи огнетушащих веществ являются расход и интенсивность подачи огнетушащих веществ. Поскольку общая интенсивность подачи огнетушащих веществ состоит из суммы интенсивности огнетушащего вещества, идущего на прекращение горения ( $I_{пр}$ ), и интенсивности потерь ( $I_{п}$ ) [1], то целесообразным будет стремление свести вторую составляющую общей интенсивности к минимальному значению. Это достигается целым набором методов. В статье представлен один из них, являющийся наиболее существенным, – порядок применения средств подачи огнетушащих веществ, достигаемый путем поэтапного ввода сил и средств на тушение, обеспечивающего наибольшую их концентрацию для выполнения основной задачи.

Учитывая особенности распространения пожара в зданиях низкой устойчивости (увеличение площади пожара при переходе на вышерасположенные этажи, высокую скорость распространения по внутренним лестницам и в чердачном помещении), ввод средств подачи огнетушащих веществ следует осуществлять с уровня нахождения очага пожара и вышерасположенных этажей для пресечения его распространения (в том числе с применением **газодымозащитной службы (ГДЗС)**). В этой ситуации, как показывает практика, особую роль играет организация вскрытия и разборки конструкций объекта пожара

(её подготовленность, последовательность и обеспеченность средствами подачи огнетушащих веществ).

Согласно данным [1-3], для тушения пожаров в зданиях низкой устойчивости требуется обеспечить среднее значение интенсивности подачи огнетушащих веществ на уровне  $0,15 \text{ л}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ , а при условии перехода пожара в открытый и выхода в чердачное помещение – до  $0,2-0,3 \text{ л}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ . В расчёт принимаются огнетушащие вещества, непосредственно идущие на прекращение горения, поэтому порядок ввода средств их подачи играет ключевую роль. В качестве примера выбрано тушение развившегося пожара как наиболее сложного и трудоёмкого с точки зрения управления силами и средствами на месте пожара.

Представляется целесообразным разбиение процесса распространения пожара на условные этапы. Каждому из них соответствуют определённые метод, система построения руководства тушением пожара, пути ввода сил и средств (табл. 1).

Таблица 1

**Разбиение процесса распространения пожара на этапы в условиях его развития в зданиях низкой устойчивости при пожаре**

Этап развития пожара	Вид пожара	Характеристика по внешнему признаку	Метод ввода сил и средств (подачи огнетушащих веществ)
1	Внутренний, распространяющийся	Пожар развивается в пределах 1-го помещения этажа	Звеньями ГДЗС с применением перекрывных (автоматических) стволов на тушение пожара и защиту смежных помещений через дверные (оконные) проёмы помещений
2	Внутренний, распространяющийся	Пожар развивается в пределах нескольких помещений этажа	Звеньями ГДЗС с применением перекрывных (автоматических) стволов на тушение пожара и защиту смежных помещений через дверные (оконные) проёмы помещений
3	Внутренний, распространяющийся (с переходом в открытый)	Пожар развивается в пределах нескольких помещений одного этажа с выходом в коридор (на внутреннюю лестницу)	Звеньями ГДЗС с применением перекрывных (автоматических), лафетных (комбинированных) стволов на тушение пожара и защиту смежных помещений через лестницу, торцевые (запасные) выходы из здания и оконные проёмы
4	Открытый, распространяющийся	Пожар развивается в пределах одного этажа (подъезда) с выходом на внутреннюю лестницу (чердачное помещение)	Подача огнетушащих веществ снаружи для обеспечения проникновения звеньев ГДЗС внутрь здания. Тушение вскрывшегося чердачного помещения с применением перекрывных (автоматических), лафетных (комбинированных) стволов с введением через слуховые окна и (или) вскрытые участки кровли
5	Открытый, нераспространяющийся	Пожар развивается в пределах нескольких этажей (подъездов) и чердачного помещения	Подача огнетушащих веществ снаружи для обеспечения проникновения звеньев ГДЗС внутрь здания. Тушение вскрывшегося чердачного помещения с применением перекрывных (автоматических), лафетных (комбинированных) стволов с введением через вскрытые участки кровли

Полный охват пламенем жилого помещения происходит при достижении температуры в области потолка 500-600 °С, что по времени соответствует 12 минуте с момента начала горения (при площади помещения 25 м<sup>2</sup> и массе горючей нагрузки 500 кг) [4].

Среднее время прибытия первого пожарного подразделения в России составляет 10,22 мин. (по данным за 2010 г.) [5]. С учётом среднего времени сообщения о пожаре (4,61 мин.) [5] и проведения развёртывания сил и средств прибывшего подразделения, **руководитель тушением пожара (РТП)**, вероятнее всего, приступает к руководству уже на 2-м и последующих этапах развития пожара. Вышеуказанное подтверждает достаточно высокую вероятность перехода пожара, развивающегося в здании низкой устойчивости, в стадию открытого пожара еще до прибытия первого подразделения пожарной охраны.

Поскольку непосредственное тушение пожара на начальном этапе действий подразделений пожарной охраны может носить второстепенный характер (ввиду учёта принципов определения решающего направления действий [6]), могут создаваться условия его беспрепятственного распространения и перерастания в угрожающие размеры.

Характерным показателем такого перехода служит невозможность проникновения личного состава пожарных подразделений достаточно глубоко внутрь помещений здания ввиду высокой температуры. Следовательно,  $I_p$  возрастает на фоне падения  $I_{пг}$ , что ведёт к излишним потерям (проливу) огнетушащих веществ, выходу из строя пожарной техники и средств подачи огнетушащих веществ из-за продолжительного использования и (или) замерзания (в условиях низких температур). В этой ситуации может наступить момент, когда, несмотря на достаточное количество личного состава подразделений, пожарной техники и средств подачи огнетушащих веществ, достижение требуемой интенсивности подачи огнетушащих веществ невозможно ввиду неверного расположения позиций ствольщиков либо невозможности занятия таковых.

Предлагаемый к рассмотрению метод поэтапного ввода сил и средств подразделений пожарной охраны способен обеспечить целенаправленную деятельность участников тушения пожара на достижение ликвидации горения.

Метод основан на комплексном применении стационарных и мобильных средств подачи огнетушащих веществ, в том числе работающих без участия личного состава подразделений в непосредственной близости к очагу пожара. В основе метода лежит применение специальной пожарной техники, оборудованной стационарной поворотной выдвижной лестницей, либо коленчатой и (или) телескопической подъёмной стрелой [7] в качестве платформы для размещения средств подачи огнетушащих веществ.

Возможность подачи огнетушащих веществ, при этом, реализуется одним из следующих способов:

- 1) работа ствольщика с ручным пожарным стволом в люльке (лифте) пожарного автомобиля (на подъёмной стреле);

2) работа ствольщика со стационарным пожарным стволом в люльке пожарного автомобиля;

3) работа стационарного пожарного ствола, дистанционно управляемого оператором с пульта пожарного автомобиля;

4) работа стационарного пожарного ствола, управляемого личным составом с применением тяговых устройств;

5) работа стационарного пожарного ствола, управляемого путем перемещения лестницы, коленчатой и (или) телескопической подъемной стрелы.

Пункты 1, 2, 3 нереализуемы на пожарной технике, необорудованной изначально соответствующими системами (комплексами), либо связаны с работой личного состава на высоте. Тем не менее, все указанные способы приемлемы при реализации метода поэтапного ввода сил и средств пожарных подразделений.

Остановимся подробно на устройстве, изначально разработанном для тушения развившихся пожаров в зданиях низкой устойчивости при пожаре, применение которого в комплексе всего рассматриваемого метода позволяет установить степень его эффективности.

Взяв за основу требуемую интенсивность подачи огнетушащих веществ, параметры развития пожара в зданиях низкой устойчивости и их конструктивно-планировочных решений, было предложено разработать средство подачи жидкого огнетушащего вещества, основанного на разделении потока рабочей жидкости и особенностей её истечения из наружных цилиндрических насадков.

В ходе проведения расчётов параметров работы устройства – **"Ствол пожарный для создания водяной завесы"** (СПВЗ) по общеизвестным законам гидродинамики получены следующие значения (табл. 2).

Таблица 2

**Расход СПВЗ при различных напорах**

Напор у ствола, м вод. ст.	Расход 1-го СПВЗ (расчётный), л/с	Интенсивность (расчётная), л/(с·м <sup>2</sup> )
70	10,75	0,33
80	11,55	0,36

При проведении практических испытаний системы из двух СПВЗ (рис. 1) определены фактические характеристики устройства (табл. 3).

На рис. 2 показан характер орошения при помощи системы из двух СПВЗ. Результаты испытания показали, что ширина пятна орошения СПВЗ составляет 5,5-6 м (при подъёме стволов на высоту 7 м над уровнем объекта пожара), что соответствует половине ширины площади вскрытого чердачного помещения, которая составляет 10,5-15 м.

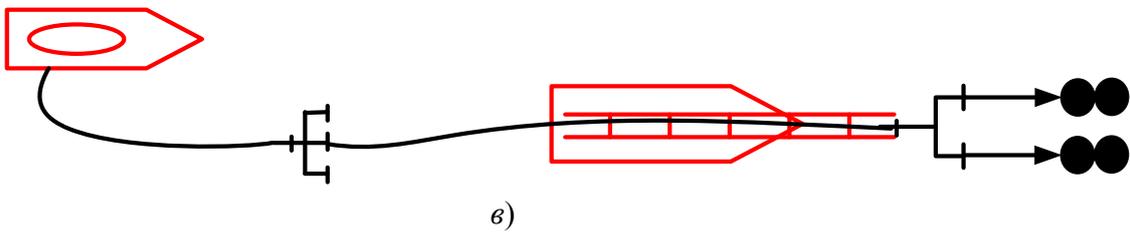
При этом интенсивность подачи огнетушащих веществ, несмотря на неравномерность по орошаемой площади, является достаточной (рис. 3).



а)



б)



в)

Рис. 1. Работа (а, б) и схема (в) установки подачи воды из СПВЗ

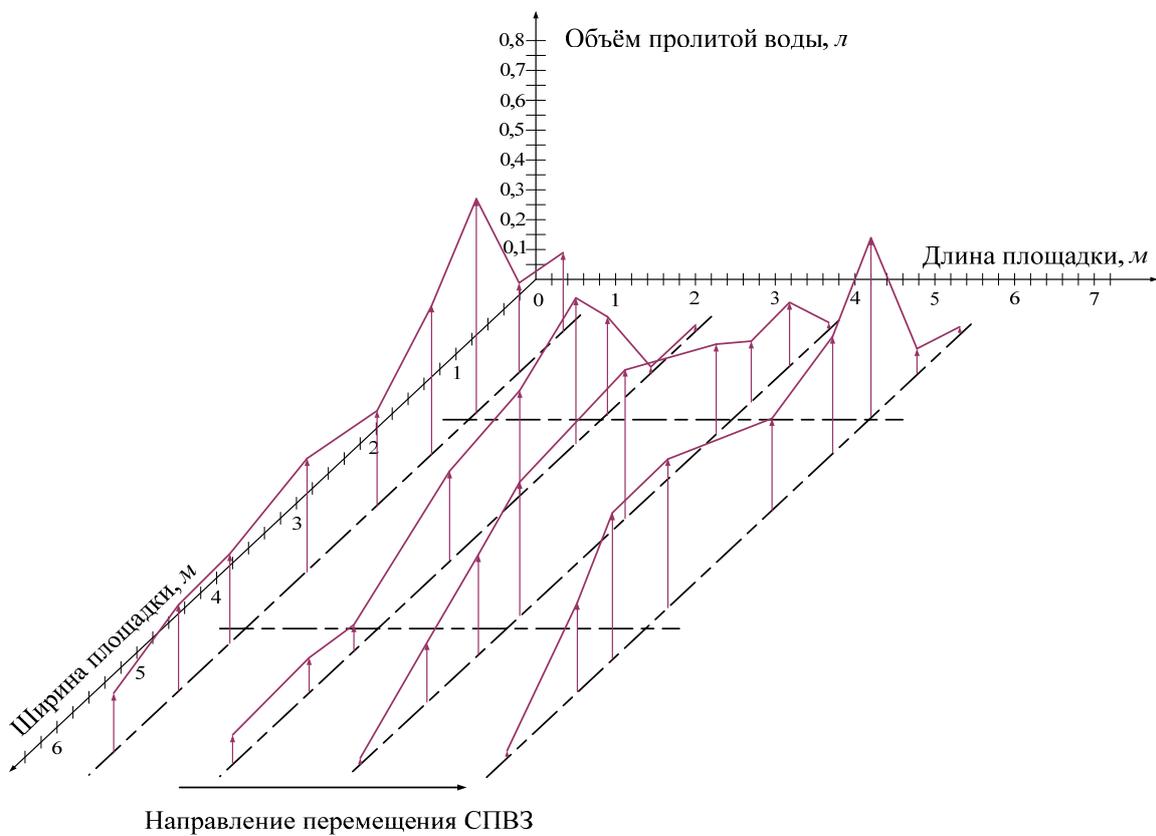


Рис. 2. Распределения пролитой воды по орошаемой площади

## Характеристики СПВЗ по результатам практических испытаний

Наименования характеристик	Значение			Единицы измерений
	Опыт № 1	Опыт № 2	Опыт № 3	
Площадь орошения	38,2	41,1	41,1	$m^2$
Давление у ствола	8	9	9	$кгс/см^2$
Угол распыленной струи одного СПВЗ	40	40	40	град.
Расход системы из двух СПВЗ	25,1	25,1	26,4	л/с
Интенсивность подачи из двух СПВЗ	0,66	0,61	0,64	$л/с \cdot м^2$

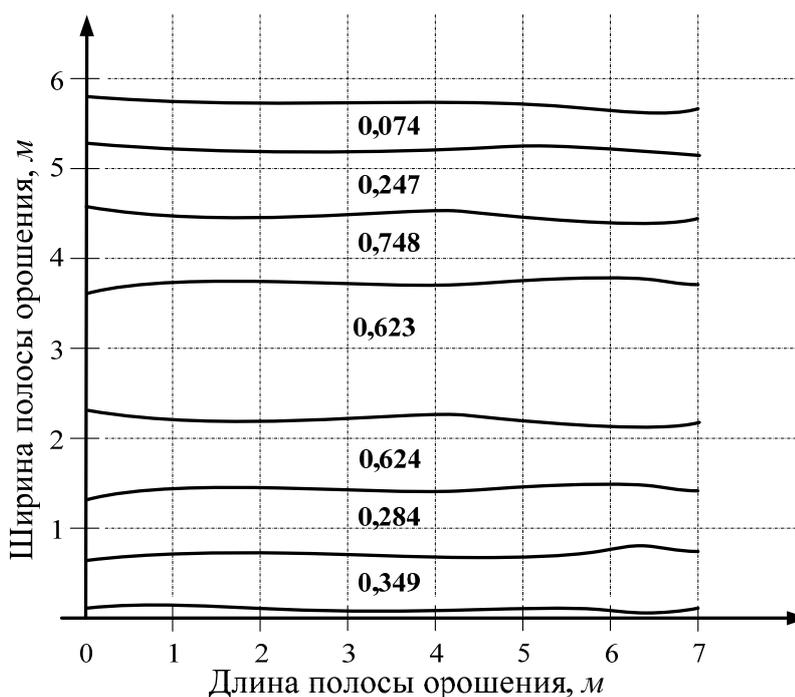


Рис. 3. Эпюры интенсивности подачи огнетушащего вещества из СПВЗ, полученные в ходе испытаний

Тепловое излучение пожара в жилом помещении составляет порядка  $20-25 \text{ кВт}/\text{м}^2$  [8]. По-другому можно сказать, что за 1 секунду с  $1 \text{ м}^2$  помещения выделяется количество теплоты, равное  $20-25 \text{ кДж}$ . При этом количество теплоты, необходимое для нагревания  $1 \text{ кг}$  воды до  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ , составляет  $420 \text{ кДж}$  [9].

Из этого следует, что количества теплоты, выделяемого со всей площади горения, подвергаемой орошению водой из СПВЗ (за время воздействия), недостаточно для полного испарения последней. А значит, она остаётся на горючем материале, тем самым снижая его способность к термическому разложению и тепловыделению.

С учётом вышеуказанных особенностей и параметров работы СПВЗ разработана блок-схема алгоритма реализации метода поэтапного ввода сил и средств пожарных подразделений (рис. 4).

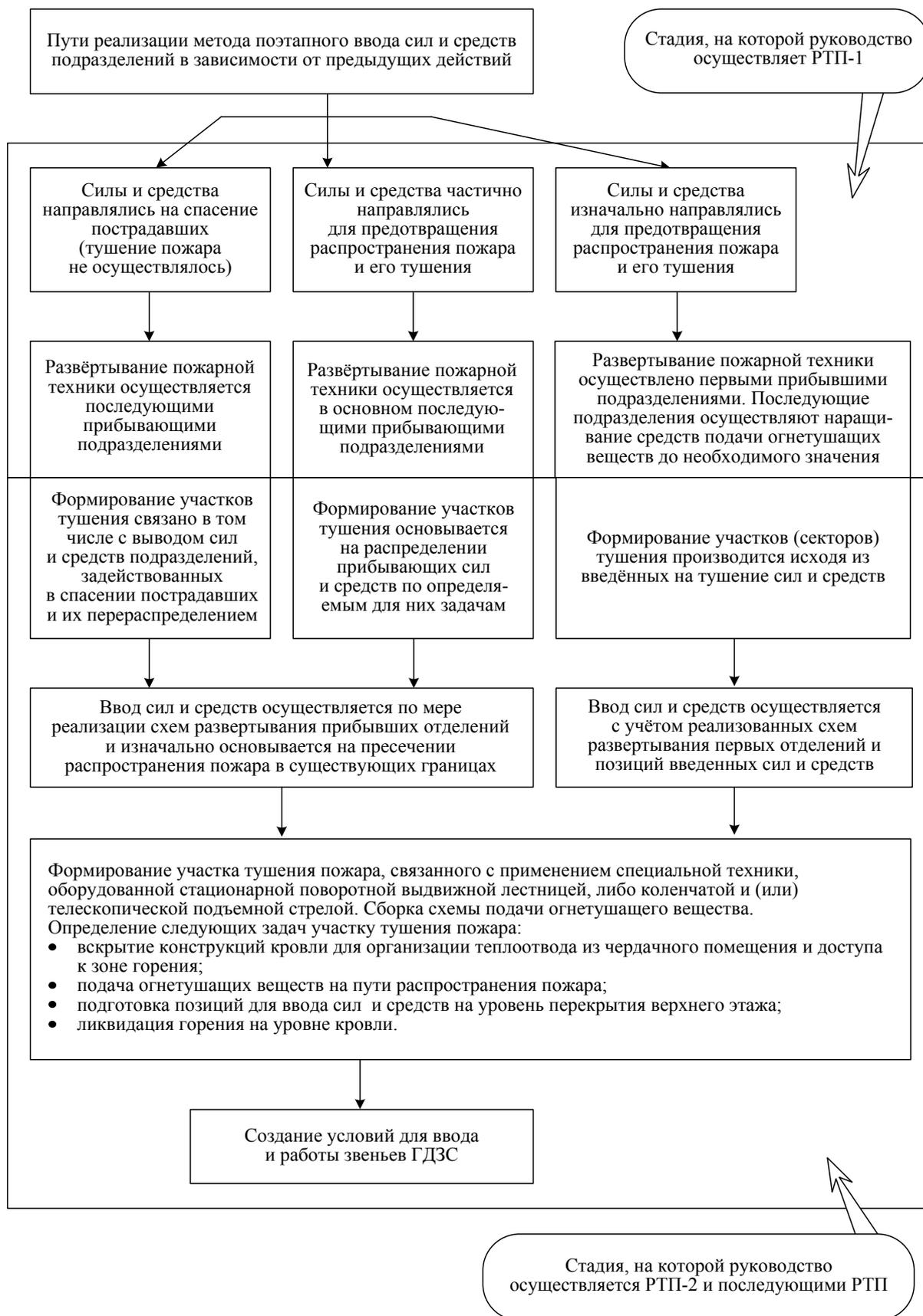


Рис. 4. Блок-схема алгоритма реализации метода поэтапного ввода сил и средств

Дальнейшему изучению подлежат временные показатели реализации указанного метода, включающие в себя следующие этапы:

- 1) проведение развёртывания отделений на основных и специальных пожарных автомобилях;
- 2) проведение вскрытия конструкций объекта пожара;
- 3) воздействие на зону открытого горения для обеспечения прекращения его распространения и ликвидации (на заданном участке);
- 4) продвижение личного состава, задействованного в подаче огнетушащих веществ;
- 5) отыскание и тушение скрытых очагов горения.

Работы по определению показателей, указанных в пунктах 1, 3, достаточно широко представлены в учебных пособиях и отличаются завершённостью [1, 10]. Но при этом многообразие конструктивных особенностей зданий и строительных материалов исключает возможность точного установления показателей по пунктам 2, 4, 5. Исходя из исследований тушения произошедших пожаров, имеется возможность установления достаточно субъективных значений указанных показателей.

Основываясь на таком подходе, представим процесс тушения развившегося пожара с учётом применения метода поэтапного ввода сил и средств подразделений пожарной охраны (рис. 5), где  $\tau_0^{\text{решения}}$  – время принятия решения о реализации метода;  $\tau_{\text{н.дейст.}}^{\text{метода}}$  – время начала подачи огнетушащих веществ на тушение;  $\tau_{\text{пожара}}^{\text{ликв.}}$  – время ликвидации пожара.

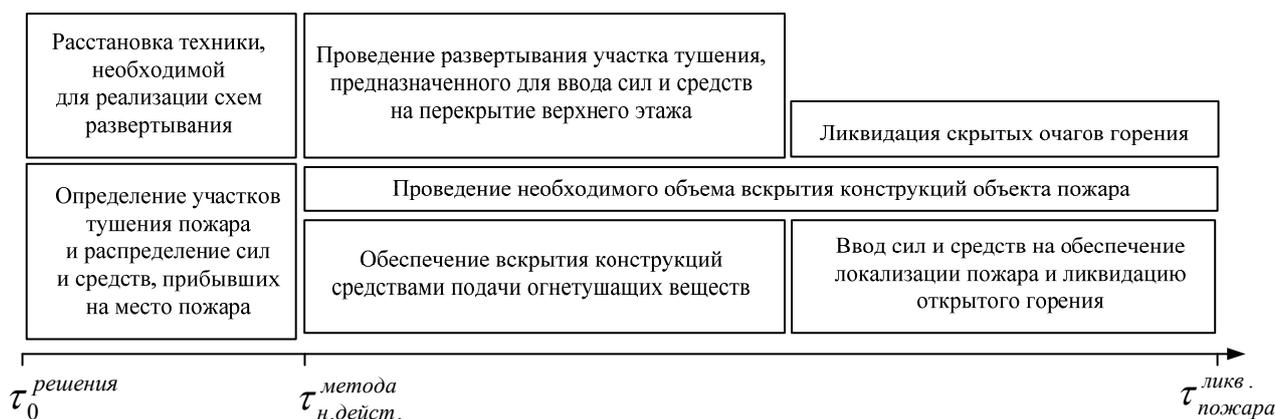


Рис. 5. Формализация метода поэтапного ввода сил и средств

## Выводы

1. Организация привлечения сил и средств пожарной охраны, построенная по принципу ранжирования пожаров (то есть определение состава необходимых для тушения сил и средств, исходя из сложности пожара), ведет к необходимости исследования методов работы подразделений в условиях недостаточности сил и средств и высокой динамики изменения обстановки на месте вызова.

2. Применение специальной техники для подачи огнетушащих веществ в зону горения является ключевой особенностью метода поэтапного ввода сил и средств и позволяет оптимально использовать личный состав подразделений на участках тушения пожара.

3. Создание специализированного участка с задачей вскрытия конструкций объекта пожара и тушения открытого горения с помощью специальной техники является основополагающим управленческим решением, позволяющим реализовать метод поэтапного ввода сил и средств.

4. Требуется дальнейшее исследование рассмотренного метода с целью установления параметров процесса пожаротушения в связи с реализацией метода. Необходимо также выработать адекватную данному методу систему управления на месте пожара, соответствующую требованиям нормативных актов МЧС России.

## Литература

1. **Иванников В.П., Ключ П.П.** Справочник руководителя тушения пожара. М.: Стройиздат 1987, 288 с.
2. **Таблицы** интенсивности подачи огнетушащих веществ при тушении пожаров передвижной пожарной техникой // Указание ГУПО МВД СССР от 28.12.1981 г. № 7/2/3993.
3. **Оперативно-тактические** действия пожарных подразделений по тушению пожаров в зданиях низкой устойчивости (IV, V степени) при пожаре: Учебно-методическое пособие / Степанов О.И., Денисов А.Н., Надев Р.В., Атанасов С.Н. М.: Академия ГПС МЧС России, 2012, 58 с.
4. **Kunkelmann J., Brein D.** Feuerwehreinsatztaktische Problemstellungen bei der Brandbekämpfung in Gebäuden moderner Bauweise, 2010. 103 p.
5. **Пожары** и пожарная безопасность в 2010 году: Статистический сборник / Под общей редакцией Климкина В.И. М.: ВНИИПО МЧС России, 2011, 140 с.
6. **Приказ** МЧС России от 31.03.2011 г. № 156 "Об утверждении Порядка тушения пожаров подразделениями пожарной охраны" (опубликовано в "Российской газете" 10.06.2011 г., зарегистрировано в Минюсте России 9 июня 2011 г. № 20970).
7. **ГОСТ Р 53247-2009.** Техника пожарная. Пожарные автомобили. Классификация, типы и обозначения.
8. **Liang F.M., Chow W.K., Liu S.D.** Preliminary Studies on Flashover Mechanism in Compartment Fires // Journal of Fire Sciences, March 2002, 20. Pp. 87-112.
9. **Варламов С.** Тепловые свойства воды // Научно-популярный физико-математический журнал "Квант", 2002, №3. С. 10-12.
10. **Теребнев В.В., Подгрушный А.В.** Пожарная тактика. Основы тушения пожара. Екатеринбург: Изд-во "Калан", 2008. 512 с.