

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное Государственное бюджетное образовательное
учреждение
высшего профессионального образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВПО «МГСУ»**

КАФЕДРА ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Дисциплина: Автоматизированные системы управления и связь.

Лекция для дистанционной формы обучения студентов-заочников

Тема: Основы АСУ и автоматизированные системы оперативного
управления пожарной охраны

Москва 2011

1.Задачи, выполняемые АСОУПО, и техническая реализация системы

При одновременном (или с незначительным смещением во времени) возникновении более двух пожаров в городе, быстром усложнении оперативной обстановки диспетчеры не в состоянии без наличия средств автоматизации рационально (тем более оптимально) управлять силами и средствами гарнизона пожарной охраны. Ощутимые издержки во времени образуются за счет его потерь на обоснованный выбор имеющейся в наличии гарнизона техники, установление связи, выдачу приказов и контроль за их исполнением. Неоправданно теряется время на текущую ручную регистрацию основных управленческих решений приказов по использованию сил и средств, текущему учету. В экстремальных условиях, создающихся при сложной оперативной обстановке в городе, резко возрастают ошибки как диспетчера, так и руководителей, организующих тушение пожаров.

Для управления силами и средствами тушения пожара создается автоматизированная система оперативного управления в пожарной охране (АСОУПО), структура которой определяется сложностью решаемых задач, а ее эффективность – степенью автоматизации решения этих задач. Поэтому в основе выбора структуры АССОУПО применительно к заданному гарнизону должны быть строго сформулированные задачи.

Основные задачи оперативного управления силами и средствами тушения пожаров в гарнизонах пожарной охраны, решаемые АСОУПО, следующие:

Хранение информации о состоянии всех видов пожарной техники в гарнизоне.

1. Хранение справочных данных об объектах.
2. Хранение типовых программ тушения пожаров различных рангов (номеров).
3. Хранение расписания выездов пожарных подразделений на тушение пожаров.
4. Прием и автоматическая регистрация всех видов информации.
5. Автоматизация диалога “диспетчерский пункт – заявитель”.
6. Автоматизация селекций полезной информации.
7. Автоматизация анализа поступающей информации и выработки оптимального управленческого решения.
8. Автоматизация передачи приказов пожарным частям.
9. Автоматизация контроля исполнения приказов.

10. Автоматизация восстановления сведений об изменении состава пожарной техники в пожарных частях, на пожарах.
11. Автоматизация выбора оптимального маршрута до места пожара.
12. Хранение и автоматизация поиска оперативных планов тушения пожаров конкретных объектов.
13. Автоматизация отображения оперативной обстановки в городе на электрифицированном светоплане.
14. Автоматизация отображения наличия пожарной техники в частях применительно к реальному масштабу времени.
15. Автоматизация отображения на световом плане города маршрута движения к месту пожара пожарной техники и реальной топографии и реальном масштабе времени.
16. Автоматизация контроля времени прибытия пожарной техники на пожар и в пожарную часть.
17. Автоматизация прогнозирования развития пожаров для наиболее важных объектов.
18. Автоматизация выработки упреждающих управленческих решений по тушению пожаров.
19. Обеспечение круглосуточной надежной оперативной связи.

Анализ состава и сложности перечисленных задач показывает, что решение их возможно только с помощью средств автоматизации, объединенных в общую систему оптимального управления силами и средствами тушения пожаров. Более детальное изучение задач применительно к конкретному гарнизону пожарной охраны должно осуществляться на этапе предпроектного изыскания.

В основу построения АСОУПО должны быть положены типовые решения, однако для каждого конкретного гарнизона пожарной охраны могут быть свои особенности. Одной из них является фактическая интенсивность вызовов, поступающих в сеть связи гарнизона, которую количественно необходимо определить на этапе предпроектных изысканий. Именно интенсивность вызовов является основой для оптимизации пропускной способности отдельных подсистем АСОУПО, системы в целом.

На этапе предпроектных изысканий следует детально проанализировать существующую структуру сети связи данного гарнизона, исследовать ее характеристики, определить степень ее пригодности для нормального функционирования АСОУПО. Если в результате предпроектных исследований будет установлено несоответствие сети связи требованиям, предъявляемым АСОУПО, то приобретение ее типового технического комплекса возможно лишь при условии конкретного плана решения этих задач.

с выдачей подтверждающего сигнала на диспетчерский пункт о времени прибытия каждой машины на место пожара.

Функционирование АСОУПО основано на взаимодействии основных ее подсистем и структурных подразделений в процессе решения функциональных задач. В соответствии с основными задачами АСОУПО центр АСОУПО выполняет следующие функции:

- обеспечивает круглосуточную непрерывную оперативно-диспетчерскую связь в гарнизоне пожарной охраны, в том числе во время отказа отдельных подсистем и элементов;
- осуществляет организационно-техническое обслуживание программных средств, обработку данных и выдачу результатов решения задач руководству, службам и подразделениям гарнизона и вышестоящим организациям.

Вся информация о наличии техники в пожарных частях гарнизона, об убытии ее отображается на световом табло с указанием текущего времени. С помощью подсистемы отображения наличия техники ПОНТ диспетчер в любое время имеет абсолютные сведения о наличии техники в боевой готовности в пожарных частях.

Следует отметить, что в настоящее время еще не все подсистемы АСОУПО, показанные на схеме (рис.1), полностью разработаны. К ним относятся, в частности, подсистемы прогнозирования и выработки управленческих решений и оптимизации маршрутов следования пожарной техники на пожары и т.п.

В процессе выполнения своих функций центр АСОУПО взаимодействует с УГПС, ОГПС, дежурной службой пожаротушения, ПСЧ, а также службами взаимодействия города. Схема технической реализации АСОУПО приведена на рис.2 и 2а..

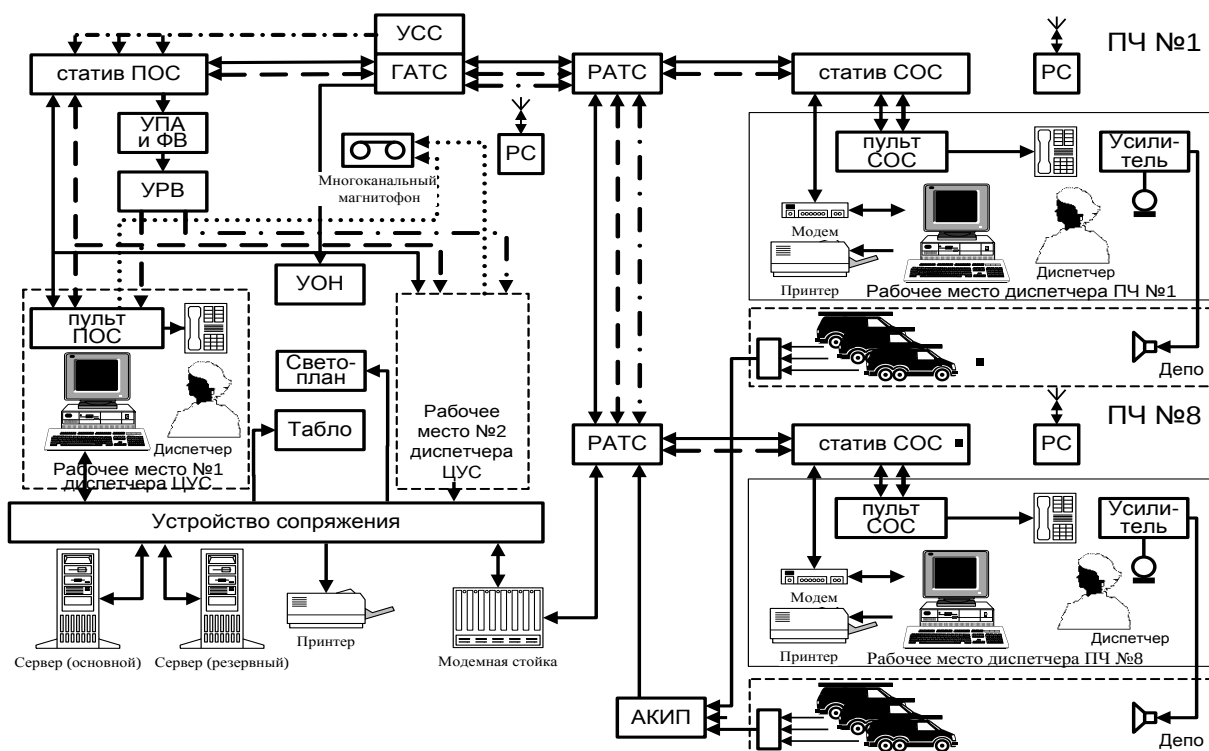


Рис. 2. Схема технической реализации АСОУПО

В случае возникновения пожара вызов по линиям связи «01» (узла специальной связи – УСС) или городской автоматической телефонной сети – ГАТС поступает на центр АСОУПО. Заявка о пожаре (вызов) через устройство предварительного анализа и фильтрации вызовов (УПА и ФВ) и устройство распределения вызовов (УРВ) между диспетчерами поступает на пульт оперативной связи ПОС к диспетчеру. Диспетчер центра АСОУПО (или диспетчер ЦУС, ПСЧ) принимает меры к его ликвидации в соответствии со своими должностными инструкциями. В частности, диспетчер ЦУС уточняет у заявителя адрес места пожара, уточняет, что горит и вводит в ЭВМ адрес, по которому произошел пожар.

Система в автоматизированном режиме вырабатывает управленческое решение, т.е. формирует приказ на высылку сил и средств в соответствии с расписанием выездов пожарных подразделений. Диспетчер имеет возможность откорректировать данное решение и передать приказ на высылку подразделений в конкретные пожарные части.

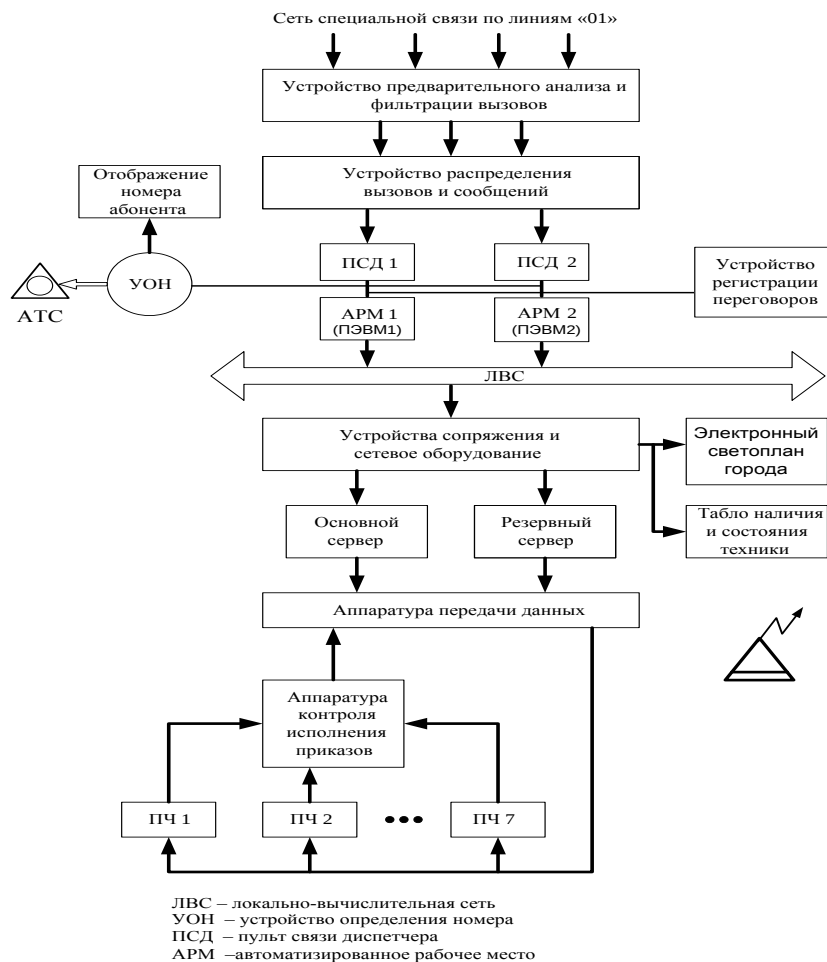


Рис. 2а. Схема технической реализации АСОУПО

В диспетчерском пункте ПЧ приказ автоматически распечатывается и одновременно осуществляется контроль выезда пожарной техники из депо ПЧ. На стоянке в депо установлены датчики, контролирующие наличие или отсутствие пожарной техники. Эта информация по линиям связи с помощью аппаратуры контроля исполнения приказов (АКИП) передается на табло наличия и состояния пожарной техники (табло) на ЦУС гарнизона.

Когда вся техника, перечисленная в приказе на выезд, уходит из депо ПЧ, на электрифицированном светоплане города отображается информация о месте пожара и всех ПЧ, задействованных на его тушении, а на табло наличия и состояния техники отображается техника, выехавшая на пожар.

Диспетчер ЦУС организует оперативную связь с подразделениями, работающими на пожаре, и передает необходимую информацию руководству ГПС гарнизона и службам взаимодействия города. Система проводной связи диспетчерского состава ЦУС с диспетчерами пожарных частей осуществляется с использованием аппаратуры системы оперативно-диспетчерской связи типа «Набат» или пультов и станций оперативной связи.

Для обеспечения оперативной радиосвязи и одновременного резервирования каналов проводной связи в ЦУС и в пожарных частях

устанавливаются стационарные радиостанции (РС). Для круглосуточной регистрации ведущихся служебных переговоров по каналам проводной и радиосвязи используется многоканальный магнитофон.

2. Устройства и подсистемы пожарной сигнализации, включаемые в АСОУПО

На центр управления силами и средствами пожарной охраны может поступать информация от подсистемы автоматической пожарной сигнализации объекта в виде закодированных сигналов, несущих в себе его адрес. Подсистема объекта представляет собой совокупность устройств пожарной сигнализации: извещателей, объектов приборов и концентраторов.

Структурная схема централизованной пожарной сигнализации, включенной с АСОУПО, показана на рис.7.9. Сигналы от пожарных извещателей i поступают на концентраторы (К), устанавливаемые на объектах, и далее через оконечные устройства (ОУ), транслятор ТР на пульт (П) ЦУС по выделенным или занятым (уплотненным) телефонным линиям связи. Для осуществления такой централизованной передачи извещений от охраняемых объектов на ЦУС необходимо иметь специальную аппаратуру. Принятые на ЦУС сигналы реализуются путем введения их в АСОУПО.

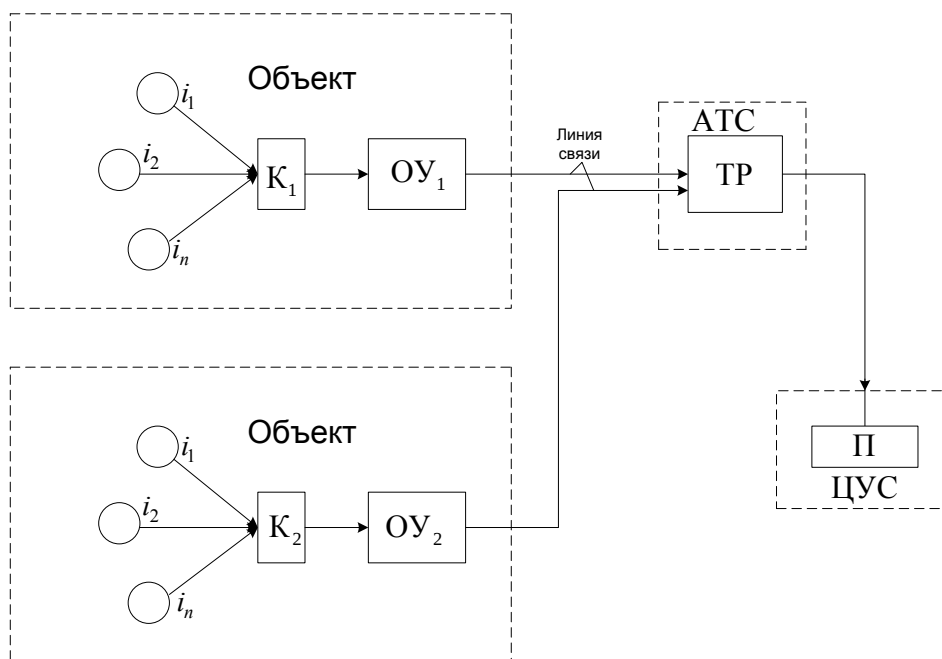


Рис.3. Структурная схема централизованной пожарной сигнализации, включенной с АСОУПО

К пожарным извещателям и другим устройствам пожарной сигнализации объекта, включаемой в АСОУПО, предъявляются

дополнительные требования по помехоустойчивости и достоверности передаваемой в каналы АСОУПО информации. В противном случае ложные сигналы от подсистемы пожарной сигнализации объекта будут проводить к дезорганизации АСОУПО, снижать эффективность ее функционирования.

Одним из способов уменьшения числа ложных сигналов является параллельное включение в цепь сигнализации двух нормально замкнутых контактов пожарных извещателей, установленных в одном помещении (рис.4,*а*). В этом случае концентратор регистрирует сигнал только при срабатывании (размыкании контактов) обоих извещателей.

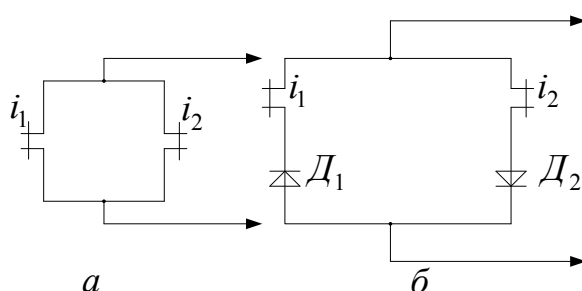


Рис. 4. Сигнальная цепь с двумя параллельно включенными пожарными извещателями (*а*) и двухполярным разделением сигналов от пожарных извещателей (*б*)

В настоящее время широко применяются концентраторы пожарной сигнализации, которые выдают сигнал “Внимание” при срабатывании двух извещателей, контакты которых включены соответствующим образом в общую линию связи через полупроводниковые диоды D_1 и D_2 (см. рис. 4,*б*). В линию связи подается ток двух полярностей. Пороговое устройство концентратора представляет собой двухполярный компаратор. При срабатывании только одного извещателя пороговый компаратор регистрирует попадание в линии тока только одной соответствующей полярности и выдает сигнал “Внимание”. При срабатывании двух извещателей в линии пропадает ток обеих полярностей и пороговый компаратор выдает сигнал “Пожар”. Наличие двухполярных признаков линии связи, регистрируемых селективным пороговым компаратором, обеспечивает идентификацию в концентраторе каждого извещателя, т.е. расшифровку – какой именно извещатель сработал.

В случае необходимости повышения достоверности обнаружения загорания на контролируемом объекте в линию связи включаются пожарные извещатели разных типов, например, один дымовой, а другой тепловой. При этом может быть использована приоритетность сигналов при срабатывании того или иного пожарного извещателя.

Современные концентраторы пожарной сигнализации рассчитаны на подключение к ним от 10 до 60 контролируемых сигнальных линий пожарных извещателей. Кроме того, в концентраторе обеспечивается

автоматический контроль исправностей сигнальных линий связи. В нем имеется общий контактный выход на размыкание внешней цепи.

Датчики контроля стоянки пожарных автомобилей в пожарных частях

В памяти АСОУПО должна храниться вся информация о состоянии пожарной техники в пожарных частях в течение реального времени суток. Всякое изменение в наличии пожарной техники должно регистрироваться АСОУПО. Постоянный контроль наличия пожарной техники в пожарных частях с автоматической передачей информации в память АСОУПО осуществляется с помощью специальных датчиков, устанавливаемых на местах стоянок пожарной техники.

Физической основой одного из типов датчика контроля наличия пожарных автомобилей на стоянках может быть преобразование давления, создаваемого автомобилем, на месте стоянки в депо. Техническая реализация такого датчика осуществляется простейшим замыканием и размыканием электрической цепи. Автомобиль за счет собственной массы замыкает электроконтактный датчик, в результате подается сигнал «Да». Уход автомобиля снимает давление с электроконтактного датчика, и последний, размыкая электрическую цепь, выдает сигнал «Нет». К недостаткам электроконтактных датчиков нажимного типа следует отнести, во-первых, неудобство практического размещения на площадке стоянки и некоторые трудности обеспечения фиксации автомобиля на площадке для сбалансированного нажатия на подвижный контакт, а во-вторых, низкий срок эксплуатации из-за наличия подвижных электромеханических конструктивных элементов.

Более перспективным является использование в качестве датчиков контроля наличия пожарных автомобилей на стоянках устройств, состоящих из передатчика и приемника электромагнитной, ультразвуковой или световой энергии. Так, если на автомобиле установить простейший электромагнитный излучатель (передатчик) определенной частоты, а на стоянке в депо пожарной части – приемник, настроенный на эту же частоту, то при наличии автомобиля на стоянке соответствующий приемник будет выдавать сигнал «Да», а при отсутствии автомобиля сигнал «Нет». Примерная структура системы радиоконтроля местоположения пожарных автомобилей приведена на рис.7.12.



Рис.7.12. Система радиоконтроля местоположения пожарных автомобилей

Конструктивно приемник может быть в виде одного блока с набором ряда частотных избирателей, настроенных на установленные частоты соответствующих передатчиков. Такой принцип контроля не требует строгого соблюдения места стоянки автомобиля на площадке депо, что весьма существенно в реальных условиях функционирования пожарных частей. Этот же принцип может быть использован для построения системы слежения автомобилей, следующих по маршруту.

3. ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АСОУПО

В качестве обобщенного показателя экономической эффективности функционирования АСОУПО принято отношение оценки результата ее применения в реальных условиях ($\mathcal{E}$) к приведенным затратам на построение и эксплуатацию системы ($C_{\text{общ}}$):

$$E = \frac{\mathcal{E}}{C_{\text{общ}}}.$$

Оценкой результата применения АСОУПО является экономический эффект $\mathcal{E}$, получаемый за счет предотвращенных с помощью АСОУПО убытков от пожаров.

Экономический эффект можно представить как разность между суммарными потерями от пожаров при базовом варианте (т.е. до внедрения системы) и суммарными потерями от пожаров при новом варианте, т.е. после внедрения системы:

$$\mathcal{E} = \alpha [(C_{\text{н.п1}} - C_{\text{н.п2}}) + (C_{\text{т.п1}} - C_{\text{т.п2}}) + (C_{\text{к.у1}} - C_{\text{к.у2}})], \text{ руб.}$$

где α – среднее число крупных пожаров за исследуемый промежуток времени; $C_{\text{н.п1}}$ и $C_{\text{н.п2}}$, руб. – средние значения материальных убытков, образующихся до начала тушения пожара, соответственно до внедрения АСОУПО и после внедрения ее; $C_{\text{т.п1}}$ и $C_{\text{т.п2}}$, руб. – средние значения материальных убытков, образующихся в период тушения пожара, до внедрения АСОУПО и после ее внедрения; $C_{\text{к.у1}}$ и $C_{\text{к.у2}}$, руб. – средние значения косвенных материальных убытков от пожаров, соответственно до внедрения АСОУПО и после ее внедрения.

Стоимость убытков $C_{\text{н.п}}$, образующихся на конкретном этапе тушения пожара зависит от условий возникновения и характера развития пожара, времени его обнаружения, времени выработки управленческого решения диспетчером (выбора состава техники и формирования приказа на выезд), транспортного времени, времени разведки пожара и ввода достаточного количества сил и средств на всех направлениях боевых действий, а также от удельной стоимости горючей нагрузки (горючих материалов) на

объекте пожара. В общем виде средний размер, руб., ущерба от пожара до начала его тушения вычисляется по формуле:

$$C_{\text{нп}} = S_{\text{н}} \gamma,$$

где $S_{\text{н}}$, м² – площадь горения (пожара) в момент начала тушения; γ , руб./м² – коэффициент удельной стоимости горючей нагрузки (материалов) на единицу площади горения.

Увеличение площади горения рассчитывается, исходя из формы пожара в зависимости от времени свободного развития пожара – $\tau_{\text{ср}}$.

Время свободного развития пожара рассчитывается по формуле:

$$\tau_{\text{ср}} = \tau_0 + \tau_{\text{в.ур}} + \tau_{\text{п.п}} + \tau_{\text{тр}} \text{ мин.}$$

где τ_0 , мин. – время от начала возникновения пожара до момента его обнаружения; $\tau_{\text{в.ур}}$, мин. – время обработки сообщения (заявки) с учетом времени переговоров диспетчера ЦУС с заявителем о пожаре и выработки диспетчером управленческого решения на высылку пожарных подразделений для тушения пожара; $\tau_{\text{п.п}}$, мин. – время передачи приказа в пожарные части (согласно расписания выезда); $\tau_{\text{тр}}$, мин. – время от момента выезда пожарных машин до начала тушения (транспортное время) с учетом времени боевого развертывания подразделений.

Применение АСОУПО позволит сократить значения $\tau_{\text{в.ур}}$ и $\tau_{\text{п.п}}$ за счет автоматизации приема и обработки заявки, выработки управленческого решения и передачи приказов пожарным частям.

Применение АСОУПО сокращает материальный ущерб от пожара за счет того, что пожарное подразделение прибывает на место пожара раньше и, следовательно, тушение начинается при меньшем размере пожара, а также за счет автоматизированного программно-обоснованного выбора соответствующих пожарных частей гарнизона, номенклатуры и количественного состава пожарной техники и средств тушения, обеспечивающих повышение эффективности тушения пожара.

Следует отметить, что размер предотвращенного ущерба в случае применения АСОУПО особенно ощутим при организации одновременного тушения нескольких пожаров, при сложной оперативной обстановке, когда для тушения пожаров требуются дополнительные средства и техника. В этой обстановке без АСОУПО даже опытный диспетчер допускает существенные ошибки в выборе нужной пожарной части и требуемого состава техники, в учете задействованной и имеющейся в боевом резерве гарнизона техники, что отрицательно сказывается на правильности выбора дополнительной пожарной техники при возрастании номера сложности пожара.

Кроме того, при наличии АСОУПО сокращается время, затрачиваемое диспетчером на управленческие операции, особенно в период сложившейся оперативной обстановки, когда несколько раз требуется

высылать дополнительные силы, средства и технику, что, в конечном счете, приводит к снижению материального ущерба.

В общем случае ущерб от пожаров включает непосредственный ущерб от пожара на объектах производственного и непроизводственного назначения и косвенный ущерб, вызванный простоем производственного предприятия вследствие пожара.

Косвенный ущерб составляют:

- заработная плата персоналу за время простоя;
- доплата персоналу, привлеченному для ликвидации последствий пожара;
- оплата работ по демонтажу, расчистке и уборке строительных конструкций;
- потери от снижения выпуска продукции за время простоя;
- оплата штрафов за недопоставку продукции;
- потери от капитальных вложений на восстановление основных фондов и др.

Величина косвенного ущерба может быть самой различной в зависимости от назначения объектов и размеров пожара. С учетом этих факторов величина косвенного ущерба может составить от 10 до 300 % от непосредственного ущерба от пожаров.

При проведении практических расчетов разница значений косвенного материального ущерба без АСОУПО и с применением АСОУПО (предотвращенный ущерб за счет применения АСОУПО) может быть установлена по среднестатистическим данным для соответствующих классов объектов. Расчет величины косвенного ущерба может быть проведен по методике, разработанной ФГУ ВНИИПО МЧС России.