

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИВАНОВСКАЯ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ
ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И
ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ»**

**ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЖАРОТУШЕНИЯ И ПРОВЕДЕНИЯ
АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ**

практикум

Иваново 2020

УДК 614.82.8

Организация пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ: практикум / А.О. Семенов [и др.]. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2020. – 105 с.

В практикуме «Организация пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ» изложены методики по определению: основных геометрических параметров пожара; необходимого количества огнетушащих средств для тушения пожара; тактических возможностей подразделений пожарной охраны на пожарных автомобилях основного назначения; сил и средств для тушения пожаров и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций на предприятиях, в учреждениях, резервуарах и резервуарных парках; приведены примеры решения задач, а также предложены варианты заданий для самостоятельной подготовки.

Практикум «Организация пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ» предназначен для слушателей и студентов образовательных организаций по специальности 40.05.03 «Судебная экспертиза» специализация «Инженерно-технические экспертизы» (уровень специалитет), а также для практических работников пожарной охраны министерств и ведомств.

*Издается по решению Редакционно-издательского совета
Ивановской пожарно-спасательной академии
(Протокол № 3 от 27.05.2020)*

Рецензенты:

Моисеев Ю.Н. – начальник кафедры эксплуатации пожарной техники, средств связи и малой механизации (в составе УНК «Пожаротушение») ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России полковник внутренней службы

Бубнов А.Г. – профессор кафедры промышленной экологии ФГБОУ ВО Ивановский Государственный химико-технологический университет, доктор техн. наук, доцент

© ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия
ГПС МЧС России, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. ОСНОВЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ПОЖАРОВ НА ОБЪЕКТАХ ЗАЩИТЫ.....	6
1.1. Особенности развития пожаров на объектах защиты	6
1.2. Определение основных геометрических параметров пожара в здании	9
1.3. Варианты заданий для определения основных геометрических параметров пожара в здании	13
1.4. Пример решения задачи по определению основных геометрических параметров пожара в здании	17
1.5. Определение необходимого количества огнетушащих средств для тушения пожара в здании	21
1.6. Варианты заданий для определения необходимого количества огнетушащих средств на тушение пожара в здании.....	26
1.7. Пример решения задачи по расчету требуемого количества огнетушащих средств на тушение пожара в здании.....	32
ГЛАВА 2. ТАКТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЖАРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ НА ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЯХ ОСНОВНОГО НАЗНАЧЕНИЯ	36
2.1. Понятия о тактических возможностях пожарных подразделений.....	36
2.2. Расчет тактических возможностей подразделений на пожарных автомобилях основного назначения	37
2.2.1. Определение тактических возможностей подразделений без установки пожарных автомобилей на водосточник.....	38
2.2.2. Определение тактических возможностей подразделений с установкой пожарных автомобилей на водосточники	40
2.3. Варианты заданий для определения показателей, характеризующих тактические возможности подразделений на пожарных автомобилях основного назначения	41
2.4. Примеры решения пожарно-тактических задач по определению тактических возможностей подразделений на пожарных автомобилях основного назначения	43
ГЛАВА 3. РАСЧЕТ СИЛ И СРЕДСТВ НА ТУШЕНИЕ ПОЖАРА.....	46
3.1. Методика расчета сил и средств на тушение пожара.....	46
3.2. Особенности определения формы площади пожара при переходе огня из одного помещения в другое.....	50
3.3. Варианты заданий для расчета необходимого количества сил и средств на тушение пожаров в зданиях различного назначения.....	66
3.4. Пример решения задачи по тушению пожара.....	79
ГЛАВА 4. ТУШЕНИЕ ПОЖАРОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ В РЕЗЕРВУАРАХ И РЕЗЕРВУАРНЫХ ПАРКАХ	84
4.1. Расчет сил и средств на тушение пожаров в вертикальных стальных резервуарах.....	84

4.2. Варианты заданий для решения задач по тушению пожаров нефти и нефтепродуктов в резервуарах и резервуарных парках	88
4.3. Пример решения задачи по тушению пожара в резервуаре с нефтепродуктом.....	90
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	94
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	103

ВВЕДЕНИЕ

Цель изучения дисциплины «Организация пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ» состоит в подготовке высококвалифицированных специалистов для МЧС России, обладающих глубокими теоретическими знаниями, практическими умениями и навыками, необходимыми для планирования, организации и тушения пожаров, аварийно-спасательных и поисково-спасательных работ, ликвидации последствий ЧС природного и техногенного характера, руководства действиями подразделений в городах, административно-территориальных образованиях, населенных пунктах, на предприятиях и учреждениях экономики, транспорта, на открытой местности.

Объектами профессиональной деятельности обучающихся, освоивших дисциплину «Организация пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ», являются свойства и признаки материальных носителей розыскной и доказательственной информации, основой которой являются умения по определению: основных геометрических параметров пожара; необходимого количества огнетушащих средств для тушения пожара; тактических возможностей подразделений пожарной охраны на пожарных автомобилях основного назначения; сил и средств для тушения пожаров и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций на предприятиях, в учреждениях, резервуарах и резервуарных парках. Данные умения необходимы для формирования следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данной специальности:

- ОК-8 - способность принимать оптимальные управленческие решения;
- ПК-14 - способность выполнять профессиональные задачи в особых условиях, чрезвычайных обстоятельствах, чрезвычайных ситуациях, в условиях режима чрезвычайного положения и в военное время, оказывать первую медицинскую помощь, обеспечивать личную безопасность и безопасность граждан в процессе решения служебных задач;
- ПСК-2 - способность понимать основные закономерности процессов возникновения горения и взрыва, распространения и прекращения горения на пожарах, особенностей динамики пожаров, механизмов действия, номенклатуры и способов применения огнетушащих составов.

Методики расчета сил и средств по тушению пожаров, представленные в данном учебном пособии используются при изучении всех тем дисциплины «Организация пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ».

ГЛАВА 1. ОСНОВЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ПОЖАРОВ НА ОБЪЕКТАХ ЗАЩИТЫ

1.1. Особенности развития пожаров на объектах защиты

Для оценки оперативной обстановки на месте пожара и выполнения необходимых расчетов по определению требуемых сил и средств на тушение пожара необходимо знать оперативно-тактическую характеристику объектов защиты и особенности развития пожаров на них.

В оперативно-тактической характеристике объекта излагаются:

1) Конструктивно-планировочные решения здания: размеры здания в плане (высота; этажность); материал стен, перегородок, покрытий, перекрытий и др. частей здания; наличие противопожарных преград, дверных и иных проемов (куда они ведут, их размеры); характеристика путей эвакуации, противодымной защиты; систем отопления, освещения и вентиляции; места отключения вентиляционных установок и электрического напряжения; степень огнестойкости здания в целом.

2) Технология производства: сущность технологического процесса производства; пожарная опасность веществ и материалов, применяемых в производстве; величина пожарной нагрузки.

3) Характеристика пожарного водоснабжения: диаметр внутреннего противопожарного водопровода, количество внутренних пожарных кранов в здании, места их размещения. Необходимо указать, откуда снабжается объект водой (городской водопровод или артезианские скважины), тип и диаметр наружной водопроводной сети, напор в сети, количество пожарных гидрантов, которые будут использованы для целей пожаротушения.

4) Общие сведения: характеристика дорог, подъездов, въездов, средства связи и сигнализации, наличие стационарных средств тушения.

5) Графическая часть: планы, разрезы объекта.

Особенности развития пожаров на объектах.

1) При пожаре в административных зданиях возможны:

- угроза людям, находящимся на этажах, наличие среди них не способных к самостоятельному передвижению и эвакуации;
- наличие значительных культурно-материальных ценностей;
- быстрое распространение горения по сгораемым конструкциям и материалам на большие площади;
- задымление лестничных клеток, холлов и других путей эвакуации;
- высокая температура внутри помещений подвала и помещений, не имеющих оконных проемов, наличие в них складов различных материалов и веществ, электрических, газовых и других коммуникаций;
- распространение огня в вышерасположенные этажи через неплотности и отверстия в перекрытиях, вентиляционные каналы, шахты, люки, другие коммуникации, а также путем выброса огня через окна и проемы;
- деформация, обрушение строительных конструкций;

- образование и взрывы (вспышки) горючих смесей с воздухом продуктов пиролиза и неполного сгорания;
- взрывы транспортных и бытовых баллонов с горючими газами, а также емкостей с легковоспламеняющимися жидкостями и горючими жидкостями;
- сложность и трудоемкость подачи средств тушения в верхние этажи здания;
- сложность установки автолестниц и автоподъемников для проведения работ по спасению людей и тушению пожара;
- сложность ликвидации очагов горения в завалах, из-за наличия воздушных карманов, образовавшихся в результате обвалов.

2) При пожаре в школах, домах-интернатах и детских дошкольных учреждениях возможны:

- панический испуг детей, неуправляемость или укрытие их в труднодоступных местах;
- наличие большого количества детей, неспособных самостоятельно передвигаться (дети ясельного возраста, дети в лечебных изоляторах);
- сложность планировки здания.

3) При пожаре в складских помещениях возможны:

- сложные условия ведения действий по тушению пожаров, связанные с планировкой, малым количеством входов и проемов, наличие большого количества людей и материальных ценностей;
- взрывы, обильное выделение токсичных продуктов и дыма при воздействии огня на складированные продукты;
- растекание горящего расплава полимерных материалов, способствующее распространению пожара на горящем этаже и вниз;
- обрушение металлоконструкций, стеллажей и образование завалов в проходах;
- возникновение мощных вертикальных конвективных потоков высокотемпературных продуктов горения;
- высокая скорость распространения пожара.

Исходя из особенностей развития пожара РТП должен знать, какие действия необходимо выполнить при тушении пожара на рассматриваемом объекте.

1) При ведении действий по тушению пожаров в административных зданиях необходимо:

- выяснить места нахождения людей, выбрать кратчайшие, безопасные пути и способы их эвакуации, принять меры к предотвращению паники;
- определить пути продвижения к очагу пожара, его размеры и вероятные направления распространения;
- определить возможность использования лоджий, балконов, наружных пожарных лестниц, автоподъемников, автолестниц и других средств, для спасения людей;
- выяснить у администрации места расположения уникального и наиболее ценного оборудования, степень угрозы ему от огня и дыма, необходимость, порядок, очередность и выполнение мероприятий по его эвакуации;

- установить возможность использования стационарных систем тушения и удаления дыма;

- определить необходимое количество сил и средств, для ликвидации горения, спасения людей и эвакуации имущества;

- соблюдать правила охраны труда и техники безопасности при выполнении поставленных задач.

2) При ведении действий по тушению пожаров в школах, домах-интернатах и детских дошкольных учреждениях необходимо:

- уточнить количество и возраст детей, места их вероятного нахождения;

- организовать совместно с педагогами, обслуживающим персоналом эвакуацию детей, в первую очередь младшего возраста, обеспечив защиту путей эвакуации;

- выяснить меры, принятые персоналом по эвакуации детей из опасных помещений;

- определить места сбора эвакуированных детей;

- установить связь с обслуживающим персоналом учреждения;

- назначить конкретное лицо из обслуживающего персонала учреждения, ответственное за учет эвакуируемых детей;

- тщательно проверить наличие детей в: игровых и спальнях комнатах, подсобных помещениях, в шкафах, на кроватях и под ними, за занавесками и различной мебелью;

- потребовать от руководителей учреждения проведения проверки наличия детей после эвакуации;

- соблюдать правила охраны труда и техники безопасности при выполнении поставленных задач.

3) При ведении действий по тушению пожаров в складских помещениях необходимо:

- уточнить место размещения материальных ценностей и принять меры к их эвакуации или защите, используя погрузочно-разгрузочные средства;

- подавать стволы при пожаре в торговом зале через основные входы и окна фасада, а также с других сторон для защиты прилегающих помещений и кладовых;

- подавать перекрывные стволы для тушения, распыленную воду, пену, огнетушащие порошки и инертные газы;

- использовать при необходимости водяные стволы с большим расходом;

- проверить верхние этажи при размещении объекта на первых этажах или в подвале и при необходимости подать стволы для предотвращения развития пожара;

- обеспечить защиту соседних сооружений;

- использовать дымовые люки и автомобили дымоудаления для удаления дыма и управления газовыми потоками;

- принять меры к установлению причины пожара и обеспечить сохранность вещественных доказательств до прибытия следственно-оперативной группы;

- соблюдать правила охраны труда и техники безопасности при выполнении поставленных задач.

1.2. Определение основных геометрических параметров пожара в здании

При прогнозировании возможной оперативно – тактической обстановки на пожаре необходимо предусматривать всестороннее изучение и анализ факторов способствующих или препятствующих распространению пожара, осуществлению действий по его тушению.

Для оценки возможной обстановки на пожаре существует множество показателей. Особое значение среди них представляют площадь, периметр, фронт пожара. Значения этих параметров определяются величиной линейной скорости распространения горения – $V_{л}$ (таблица 1) и временем развития пожара – t_p .

Таблица 1. Линейная скорость распространения горения при пожарах на различных предприятиях и в учреждениях

№ п/п	Наименование предприятия (учреждения)	$V_{л}$ м/мин.
1	2	3
1.	Административные здания	1,0...1,5
2.	Школы, лечебные учреждения: – здания I и II степени огнестойкости – здания III и IV степени огнестойкости	0,6...1,0 2,0...3,0
3.	Библиотеки, книгохранилища, архивохранилища	0,5...1,0
4.	Музеи и выставки	1,0...1,5
5.	Коридоры и галереи	4,0...5,0
6.	Театры и Дворцы культуры (сцены)	1,0...3,0
7.	Типографии	0,5...0,8
8.	Жилые дома	0,5...0,8
9.	Конструкции крыш и чердаков	1,5...2,0
10.	Сельские населенные пункты: – жилая зона при плотной застройке зданиями V степени огнестойкости, сухой погоде и сильном ветре – соломенные крыши зданий – подстилка в животноводческих помещениях	2,0...2,5 2,0...4,0 1,5...4,0
11.	Холодильники	0,5...0,7
12.	Торговые предприятия, склады и базы товароматериальных ценностей	0,5...1,2
13.	Деревообрабатывающие предприятия: – лесопильные цехи (здания I, II, III степени огнестойкости) – то же, здания IV и V степени огнестойкости – сушилки	1,0...3,0 2,0...5,0 2,0...2,5

Продолжение таблицы 1.

1	2	3
	– заготовительные цехи – производства фанеры – помещения других цехов	1,0...1,5 0,8...1,5 0,8...1,0
14.	Предприятия текстильной промышленности: – помещения текстильного производства – то же, при наличии на конструкциях слоя пыли – волокнистые материалы во взрыхленном состоянии	0,5...1,0 1,0...2,0 7,0...8,0
15.	Объекты транспорта: – гаражи, трамвайные и троллейбусные депо – ремонтные залы ангаров	0,5...1,0 1,0...1,5
16.	Покрытия цехов большой площади	1,7...3,2
17.	Склады: – льноволокна – текстильных изделий – бумаги в рулонах – резинотехнических изделий в зданиях – резинотехнических изделий (штабеля на открытой площадке) – каучука	3,0...5,6 0,3...0,4 0,2...0,3 0,4...1,0 1,0...1,2 0,6...1,0
18.	Склады лесопиломатериалов: – круглого леса в штабелях – пиломатериалов (досок) в штабелях при влажности: – до 16 % – 16...18 % – 18...20 % – 20...30 % – более 30 % – куча балансовой древесины при влажности: – до 40 % – более 40 %	0,4...1,0 4,0 2,3 1,6 1,2 1,0 0,6...1,0 0,15...0,2
19.	Кабельные сооружения (горение кабелей)	0,8...1,1
20.	Пенополиуретан	0,7...0,9

На значение $V_{д}$ оказывает влияние вид и состояние горючего материала, равномерность его размещения по площади, однородность, степень огнестойкости здания (С.О.) и др. специфические особенности. Чем больше линейная скорость распространения горения, тем выше скорость роста геометрических параметров пожара.

При разнородной пожарной нагрузке и неравномерном ее размещении горение будет распространяться с разной интенсивностью и по направлению и по скорости, задача по прогнозированию будет усложнена.

Основным параметром пожара, при моделировании возможной обстановки, является площадь пожара, значение которой зависит от ее формы.

В инженерных расчетах при прогнозировании обстановки на пожаре площадь пожара определяется, как совокупность простейших геометрических фигур (см. рис. 1), делается допущение, что пожарная нагрузка однородная и

равномерно размещена по помещениям, значение линейной скорости одинаковое во всех направлениях развития пожара.

Форма площади пожара зависит от места его возникновения, линейной скорости распространения горения и времени развития.

Основные геометрические формы площади пожара представлены на (см. рис. 1).

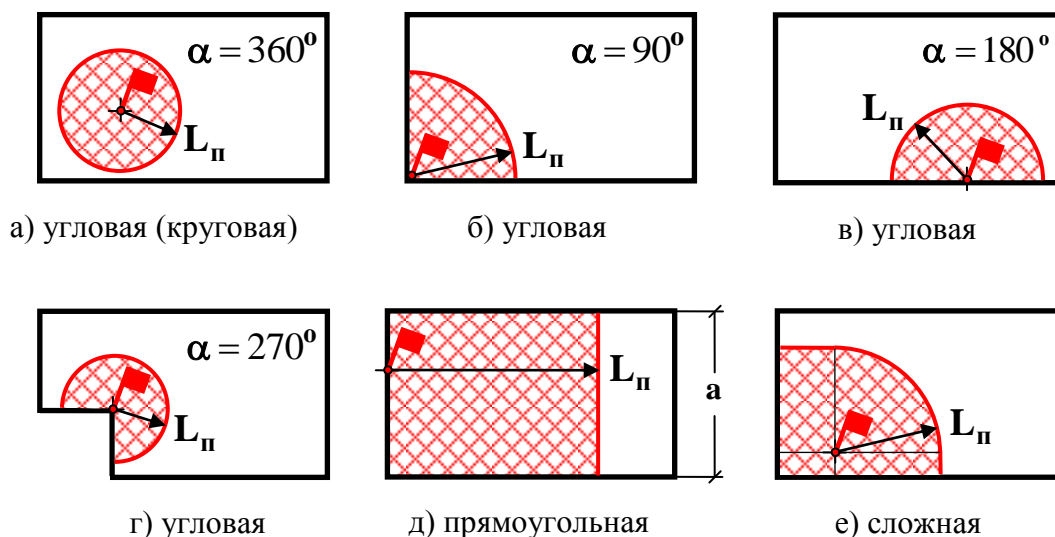


Рис. 1. Основные геометрические формы площади пожара: $L_{п}$ – путь, пройденный огнем (радиус), за время развития

Исходными данными для расчета по определению основных геометрических параметров пожара в здании являются:

- характеристика здания (степень огнестойкости, размеры, этажность, горючая загрузка и т.п.);
- место возникновения пожара;
- время развития пожара;
- линейная скорость распространения горения.

Порядок определения основных геометрических параметров пожара:

1. Определяем путь, пройденный огнем – $L_{п}$ ($R_{п}$ – радиус), за время развития пожара – $t_{п}$, мин.

В расчетах:

– в первые 10 мин. ($t_{п} \leq 10$ мин.) $V_{л}$ принимается равной половине ее табличного значения (таблица 1)

$$L_{п} = 0,5 \cdot V_{л}^{табл} \cdot t_{п}, \quad (1)$$

– при значении $t_{п} > 10$ мин. и до введения первых средств на тушение пожара (время свободного развития пожара – $t_{ср}$) $V_{л}$ принимается равной ее табличной величине (таблица 1).

$$L_n = 0,5 \cdot V_l^{табл} \cdot 10 + V_l^{табл} \cdot (t_{CP} - 10), \quad (2)$$

– после введения стволов на тушение и до локализации пожара V_l принимается равной половине ее табличного значения (таблица 1).

При значении $t_p \leq 10$ мин. \Rightarrow

$$L_n = 0,5 \cdot V_l^{табл} \cdot t_p + 0,5 \cdot V_l^{табл} \cdot t_{лок}, \quad (3)$$

где $t_{лок}$ – время локализации пожара, мин.

При значении $t_p > 10$ мин. \Rightarrow

$$L_n = 0,5 \cdot V_l^{табл} \cdot 10 + V_l^{табл} \cdot (t_{CP} - 10) + 0,5 \cdot V_l^{табл} \cdot t_{лок}, \quad (4)$$

2. Определяем путь, пройденный огнем через открытые дверные проемы – $L_n^{\partialс}$, м:

– если при переходе формы площади пожара из угловой в прямоугольную дверной проем находится в пределах фактической площади пожара – S^{Φ} (см. рис. 2 «а»)

$$L_n^{\partialс} = L_n - L_{\partialс}^{np}, \quad (5)$$

где $L_{\partialс}^{np}$ – проекция расстояния от очага пожара до центра дверного проема на вертикальную ось, м;

– если при переходе формы площади пожара из угловой в прямоугольную дверной проем находится в пределах приращенной площади пожара – S^{np} (см. рис. 2 «б»)

$$L_n^{\partialс} = L_n - L_{пер}, \quad (6)$$

где $L_{пер}$ – расстояние от очага пожара до стены помещения, при котором происходит изменение формы площади пожара.

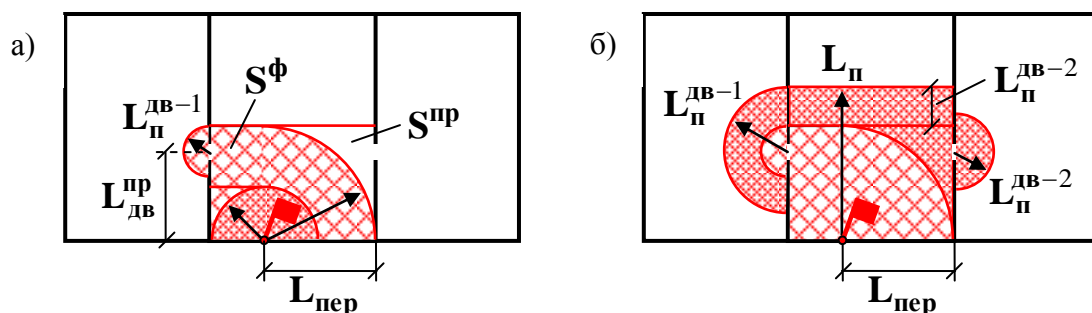


Рис. 2. Определение пути, пройденного огнем через открытый дверной проем

3. Определяем форму площади пожара.

На план, выполненный в масштабе, наносим полученные значения L_n , $L_{об}$, принимая, что: огонь распространяется во всех направлениях равномерно, с одинаковой скоростью; при достижении фронтом пожара стен помещения геометрическая форма площади пожара изменяется с угловой на прямоугольную.

4. В зависимости от формы площади пожара, по известным математическим формулам (Приложение 2) рассчитываем основные геометрические параметры пожара (площадь, периметр, фронт пожара).

1.3. Варианты заданий для определения основных геометрических параметров пожара в здании

По данным таблицы 2 на заданные промежутки времени необходимо определить:

– основные геометрические параметры пожара (площадь пожара – S_n , периметр пожара – P_n , фронт пожара – Φ_n ;

– выполнить, используя условные обозначения (Приложение 1) схему развития пожара во времени.

При определении формы развития площади пожара во времени принимаются следующие допущения:

– линейная скорость распространения горения берется из таблицы 1 по ее максимальному значению;

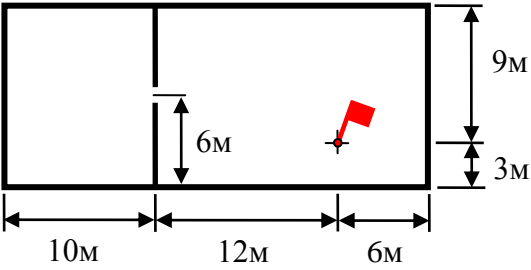
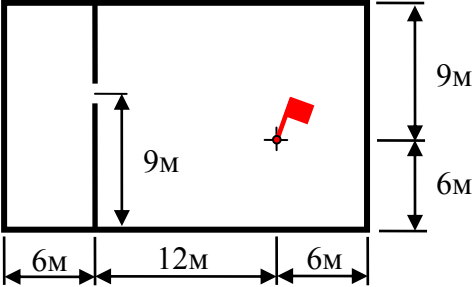
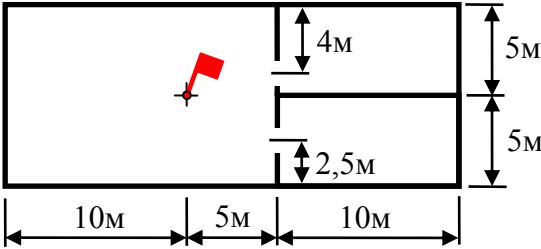
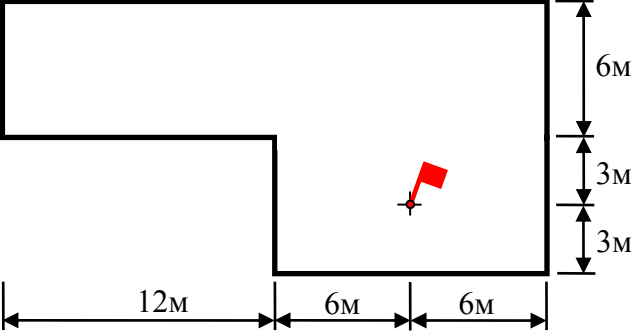
– дверные проемы открыты, ширина дверных проемов не учитывается;

– развитие пожара в смежные помещения происходит от центра дверных проемов.

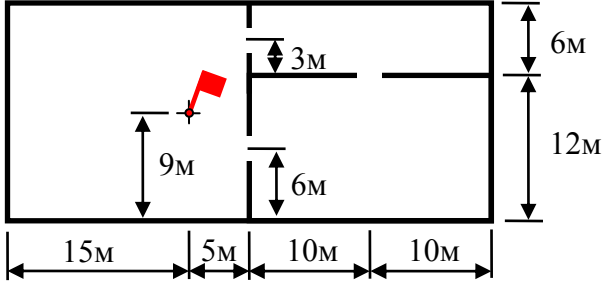
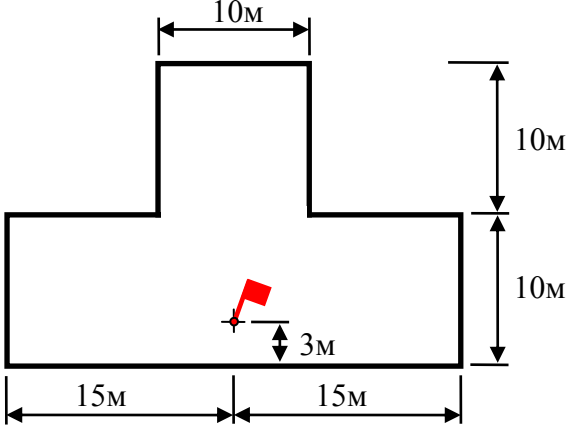
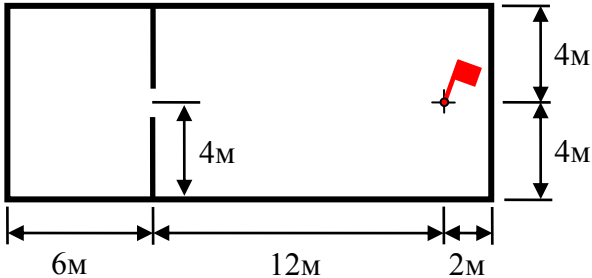
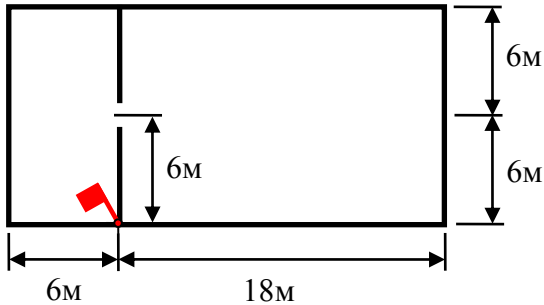
Таблица 2. Исходные данные для решения задач по определению основных геометрических параметров пожара

№ вар.	Наименование предприятия	План помещения с обозначением места возникновения пожара
1	2	3
1.	<p>Деревообрабатывающее предприятие V степени огнестойкости.</p> <p>Временные параметры: $t_1 = 4$ мин; $t_2 = 12$ мин; Линейная скорость распространения горения: $V_l = 2$ м/мин.</p>	<p>The diagram shows a rectangular room with a total width of 25m and a total height of 15m. A fire source is located in the top-right corner, specifically 5m from the right wall and 3m from the top wall. The fire source is represented by a red square with a black crosshair inside.</p>

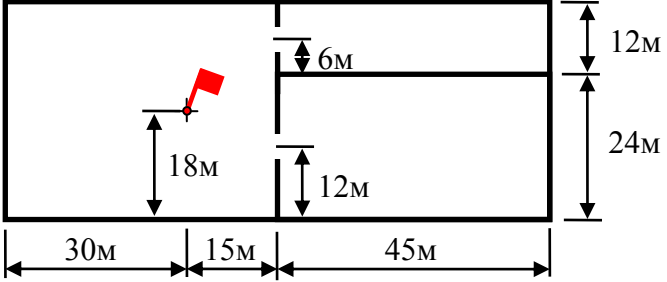
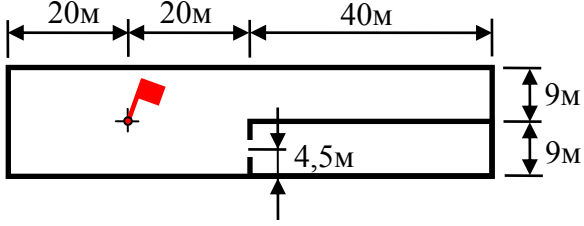
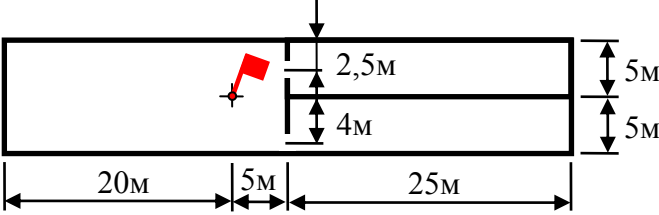
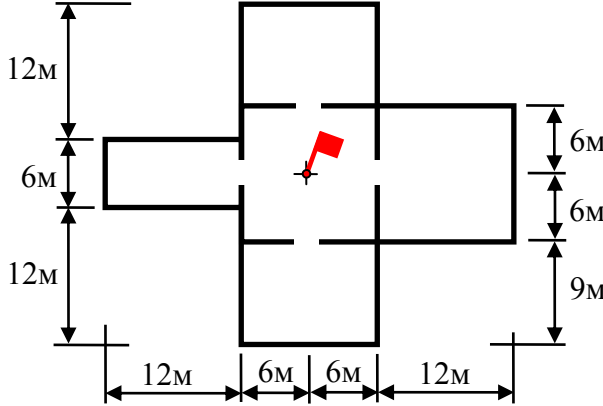
Продолжение таблицы 2

1	2	3
2.	Административное здание II степени огнестойкости. Временные параметры: $t_1 = 10$ мин; $t_2 = 16$ мин; Линейная скорость распространения пожара: $V_{л} = 1,5$ м/мин.	
3.	Здание книгохранилища II степени огнестойкости. Временные параметры: $t_1 = 8$ мин; $t_2 = 22$ мин; Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 1$ м/мин.	
4.	Здание архивохранилища I степени огнестойкости. Временные параметры: $t_1 = 14$ мин; $t_2 = 18$ мин; Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 0,5$ м/мин.	
5.	Лесопильный цех IV степени огнестойкости. Временные параметры: $t_1 = 5$ мин; $t_2 = 12$ мин; Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 2$ м/мин.	

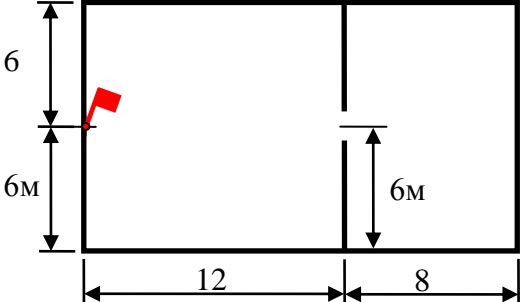
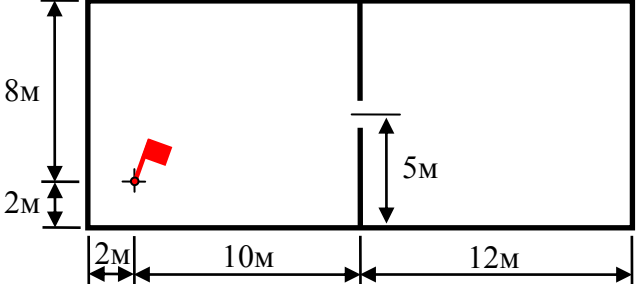
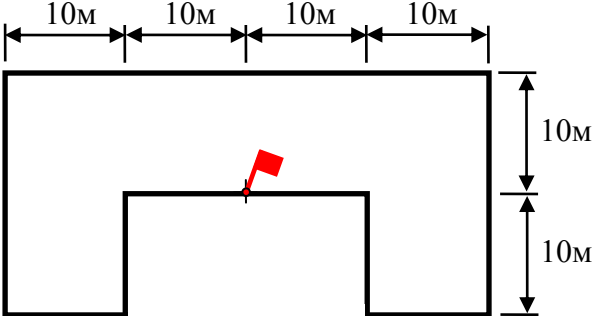
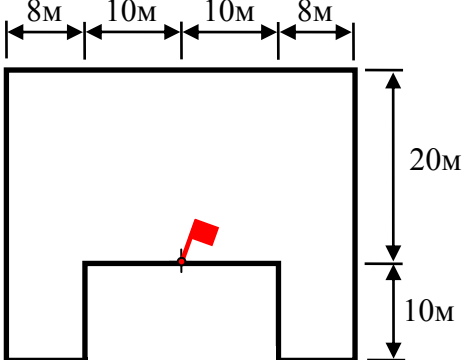
Продолжение таблицы 2

1	2	3
6.	Здание музея II степени огнестойкости. Временные параметры: $t_1 = 9$ мин; $t_2 = 15$ мин; Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 1$ м/мин.	
7.	Гараж троллейбусного депо II степени огнестойкости. Временные параметры: $t_1 = 10$ мин; $t_2 = 20$ мин; Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 0,7$ м/мин.	
8.	Заготовительный цех II степени огнестойкости. Временные параметры: $t_1 = 6$ мин; $t_2 = 18$ мин; Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 1$ м/мин.	
9.	Цех по производству фанеры II степени огнестойкости. Временные параметры: $t_1 = 10$ мин; $t_2 = 25$ мин; Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 0,8$ м/мин.	

Продолжение таблицы 2

1	2	3
10.	<p>Здание сушилки II степени огнестойкости. Временные параметры: $t_1 = 10$ мин; $t_2 = 15$ мин; Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 2$ м/мин.</p>	
11.	<p>Лесопильный цех I степени огнестойкости. Временные параметры: $t_1 = 12$ мин; $t_2 = 30$ мин; Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 1$ м/мин.</p>	
12.	<p>Школа IV степени огнестойкости. Временные параметры: $t_1 = 1$ мин; $t_2 = 10$ мин; Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 3$ м/мин.</p>	
13.	<p>Дворец культуры II степени огнестойкости. Временные параметры: $t_1 = 8$ мин; $t_2 = 15$ мин; Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 1$ м/мин.</p>	

Продолжение таблицы 2

1	2	3
14.	Помещение поликлиники I степени огнестойкости. Временные параметры: $t_1 = 10$ мин; $t_2 = 26$ мин; Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 0,8$ м/мин.	
15.	Помещение выставки II степени огнестойкости. Временные параметры: $t_1 = 8$ мин; $t_2 = 14$ мин; Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 1,5$ м/мин.	
16.	Жилой дом II степени огнестойкости. Временные параметры: $t_1 = 11$ мин; $t_2 = 20$ мин; Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 0,8$ м/мин.	
17.	Административное здание II степени огнестойкости. Временные параметры: $t_1 = 8$ мин; $t_2 = 24$ мин; Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 1$ м/мин.	

1.4. Пример решения задачи по определению основных геометрических параметров пожара в здании

Задача. Пожар произошел в помещении торгового центра размером в плане 20×40 м (см. рис. 3). Пожарная нагрузка однородная и размещена равномерно по площади помещения.

Линейная скорость распространения пожара – $V_{л} = 1$ м/мин.

Требуется:

- определить геометрические параметры пожара (площадь – $S_{п}$, периметр – $P_{п}$ и фронт пожара – $\Phi_{п}$) на 12-й – (t_1) и 20-ой – (t_2) минутах;
- выполнить, используя условные обозначения (Приложение 1) схему развития пожара во времени.

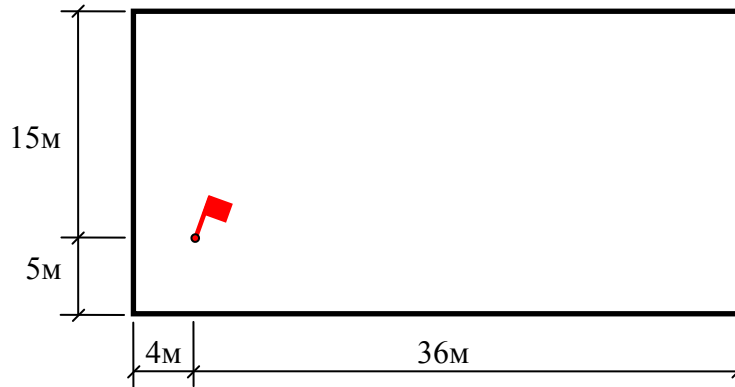


Рис. 3. План помещения с местом возникновения пожара

Решение:

1. Определяем основные параметры пожара ($S_{п}$, $P_{п}$, $\Phi_{п}$) на 12-й минуте его развития:

1.1. Определяем путь, пройденный огнем (расстояние) за время развития пожара $t_1 = 12$ мин.:

$$L_{п}^{12} = 0,5 \cdot V_{л} \cdot 10 + V_{л} \cdot (t_1 - 10) = 0,5 \cdot 1 \cdot 12 + 1 \cdot (12 - 10) = 7 \text{ (м)}$$

1.2. На схему, выполненную в масштабе, наносим путь, пройденный огнем за время равное 12 мин.

Развитие пожара происходит в трех направлениях (см. рис. 4).

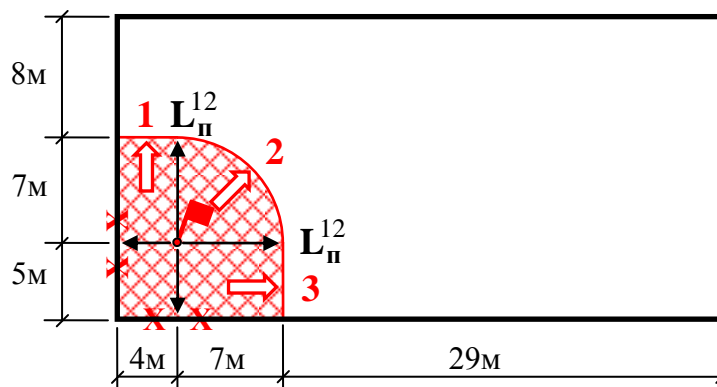


Рис. 4. Схема развития пожара на 12-й минуте

1.3. Определяем площадь пожара.

Площадь пожара имеет сложную форму развития, которую можно разложить на четыре элементарные геометрические фигуры (см. рис. 5).

Площадь пожара – S_{Π}^{12} определяется как сумма площадей элементарных геометрических фигур:

$$S_{\Pi}^{12} = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 = 20 + 28 + 38,46 + 35 = 121,46 \Rightarrow 121,5 \text{ (м}^2\text{)},$$

где $S_1 = 5 \cdot 4 = 20 \text{ (м}^2\text{)}$;

$S_2 = 4 \cdot 7 = 28 \text{ (м}^2\text{)}$;

$S_3 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (L_{\Pi}^{12})^2 = 0,25 \cdot 3,14 \cdot 7^2 = 38,46 \text{ (м}^2\text{)}$;

$S_4 = L_{\Pi}^{12} \cdot 5 = 7 \cdot 5 = 35 \text{ (м}^2\text{)}$.

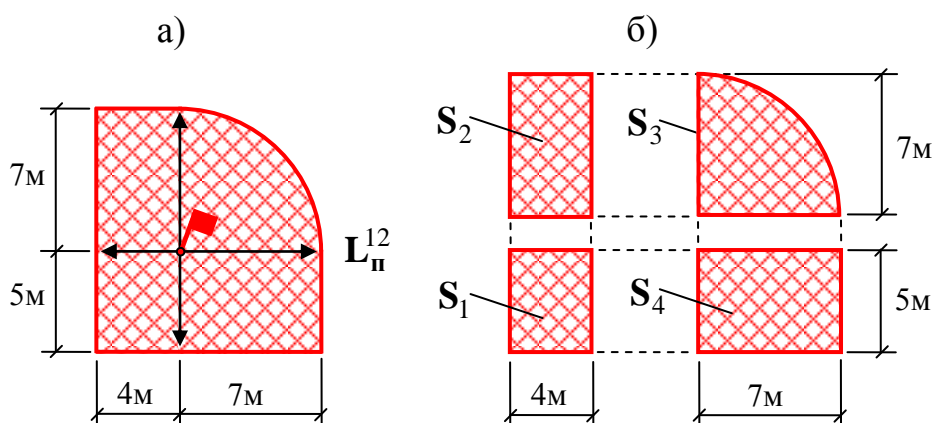


Рис. 5. Составные части площади пожара

1.4. Определяем периметр пожара.

Для определения периметра пожара на схеме развития пожара для времени $t_1 = 12$ мин. выберем точку отсчета (В). Далее, следуя по часовой стрелке, суммируем отрезки внешней границы площади пожара (см. рис. 6 «б»).

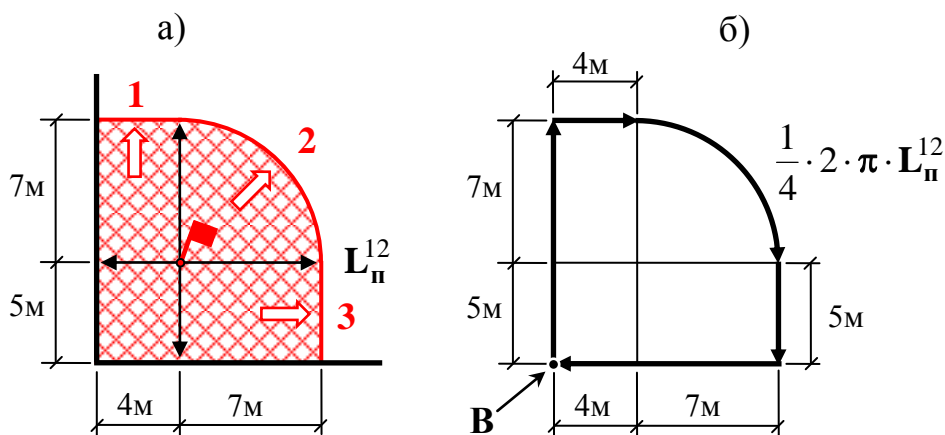


Рис. 6. Определение периметра пожара

$$P_{\Pi}^{12} = (5 + L_{\Pi}^{12}) + 4 + \frac{1}{4} \cdot 2 \cdot \pi \cdot L_{\Pi}^{12} + 5 + (L_{\Pi}^{12} + 4),$$

$$P_{\Pi}^{12} = (5 + 7) + 4 + \frac{1}{4} \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 7 + 5 + (7 + 4) = 42,99 \Rightarrow 43 \text{ (м)}$$

1.5. Определяем фронт пожара.

Развитие пожара происходит в трех направлениях. Следовательно, длина фронта пожара будет складываться из трех отрезков (см. рис.7 «б»).

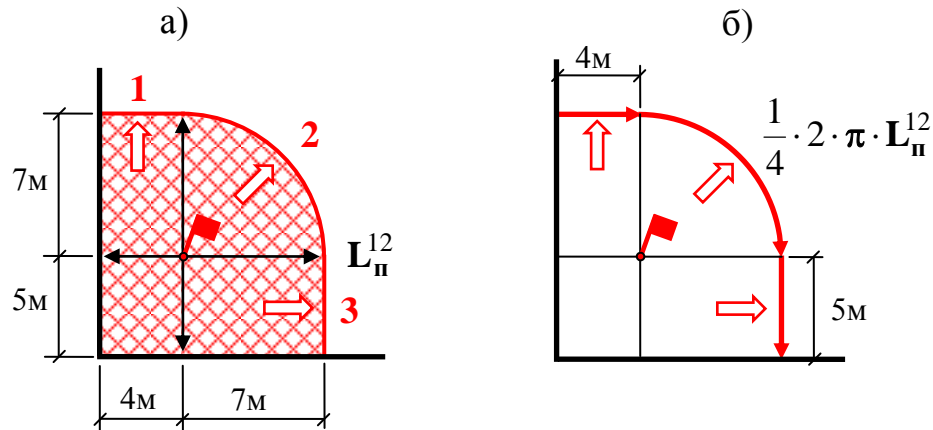


Рис. 7. Определение фронта пожара

$$\Phi_{\Pi}^{12} = 4 + \frac{1}{4} \cdot 2 \cdot \pi \cdot 7 + 5 = 4 + 0,5 \cdot 3,14 \cdot 7 + 5 = 19,99 \Rightarrow 20 \text{ (м)}$$

2. Определяем основные параметры пожара (S_{Π} , P_{Π} , Φ_{Π}) на 20-й минуте его развития.

2.1. Определяем путь, пройденный огнем (расстояние) за время развития пожара $t_2 = 20$ мин.:

$$L_{\Pi}^{20} = 0,5 \cdot V_{\Pi} \cdot 10 + V_{\Pi} \cdot (t_2 - 10) = 0,5 \cdot 1 \cdot 10 + 1 \cdot (20 - 10) = 15 \text{ (м)}$$

2.2. На схему, выполненную в масштабе, наносим путь, пройденный огнем за время равное 20 мин. В северном направлении, на 20-й минуте, огонь достигнет стен здания, произойдет изменение формы площади пожара. Развитие пожара будет происходить в одном (1) восточном направлении, форма площади пожара – прямоугольная (см. рис. 8).

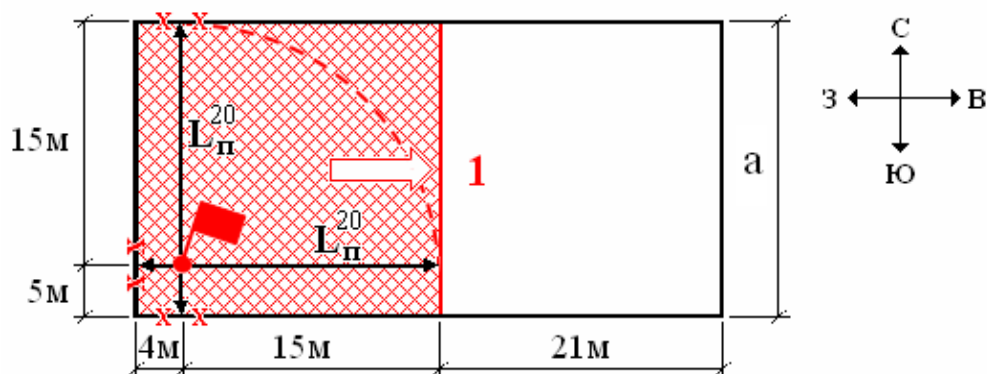


Рис. 8. Схема развития пожара на 20-й минуте

2.3. Определяем площадь пожара.

Площадь пожара имеет прямоугольную форму развития.

$$S_{\Pi}^{20} = (15 + 4) \cdot a = (15 + 4) \cdot 20 = 380 \text{ (м}^2\text{)}$$

2.4. Определяем периметр пожара:

$$P_{\Pi}^{20} = 2 \cdot ((15 + 4) + 20) = 78 \text{ (м)}$$

2.5. Определяем фронт пожара.

Развитие пожара происходит в одном направлении, по ширине здания.

$$\Phi_{\Pi}^{20} = a = 20 \text{ (м)}$$

Ответ:

- на момент времени $t_1 = 12$ мин. форма площади пожара сложная, площадь пожара $S_{\Pi}^{12} = 121,5 \text{ м}^2$, периметр пожара $P_{\Pi}^{12} = 43 \text{ м}$, фронт пожара $\Phi_{\Pi}^{12} = 20 \text{ м}$;
- на момент времени $t_2 = 20$ мин. форма площади пожара прямоугольная, площадь пожара $S_{\Pi}^{20} = 380 \text{ м}^2$, периметр пожара $P_{\Pi} = 78 \text{ м}$, фронт пожара $\Phi_{\Pi}^{20} = 20 \text{ м}$.

1.5. Определение необходимого количества огнетушащих средств для тушения пожара в здании

При установившемся горении существует тепловое равновесие, где скорость тепловыделения равняется скорости теплоотвода. Одним из условий прекращения горения является снижение температуры горения до температуры потухания.

Прекращение горения достигается на основе четырех принципов прекращения горения:

- охлаждения реагирующих веществ;
- разбавления реагирующих веществ;
- изоляции реагирующих веществ;
- химическое торможение реакции горения.

Следует отметить, что все огнетушащие вещества (ОВ), поступая в зону горения, прекращают горение комплексно, а не избирательно, т.е. вода, являясь огнетушащим средством охлаждения, попадая на поверхность горящего материала, частично будет действовать как вещество разбавляющего и изолирующего действия. Каждый из способов прекращения горения можно выполнить различными приемами тушения пожара или их сочетанием.

Порядок определения необходимого количества огнетушащих средств для тушения пожара:

Исходными данными для расчета являются:

- характеристика здания (степень огнестойкости, размеры, этажность, горючая загрузка и т.п.);
- место возникновения пожара;
- время развития пожара;
- линейная скорость распространения горения;
- средства тушения (стволы, пеногенераторы и др.);
- требуемая интенсивность подачи ОВ.

1. Определяем основные геометрические параметры пожара за время его развития – t_p :

2. Определяем площадь тушения пожара – S_T , m^2 .

При невозможности подать огнетушащее вещество одновременно на всю площадь пожара, тушение осуществляется по площади тушения, на глубину тушения стволов – h_T :

- при тушении ручными стволами $h_T = 5$ м;
- при тушении лафетными стволами $h_T = 10$ м.

Площадь тушения определяется аналитическим методом в зависимости от формы площади пожара по известным математическим формулам (Приложение 3).

Стволы на тушение подаются по фронту пожара, периметру пожара, части периметра пожара в зависимости от выбора решающего направления и наличия сил и средств.

Расчет сводится к определению требуемого расхода подачи огнетушащих средств и соответствия выполнения условия локализации пожара.

3. Определяем требуемый расход – $Q_{тр}$ огнетушащего вещества на тушение пожара и защиту негорящих зданий, помещений, л/с:

$$Q_{тр} = Q_{тр}^T + Q_{тр}^3, \quad (7)$$

где $Q_{тр}^T$ ($Q_{тр}^3$) – требуемый расход подачи ОВ на тушение (защиту), л/с.

Требуемый расход на тушение пожара рассчитываем по формуле:

$$\text{– при } S_{п} \leq S_T \quad Q_{тр}^T = S_{п} \cdot I_{тр}; \quad (8)$$

$$\text{– при } S_{п} > S_T \quad Q_{тр}^T = S_T \cdot I_{тр}, \quad (9)$$

где $S_{п}$ (S_T) – площадь пожара (тушения), m^2 ; $I_{тр}$ – требуемая интенсивность подачи ОВ на тушение пожара, л/($m^2 \cdot c$) (таблица 3; 4).

При определении расхода воды на защиту негорящих зданий, помещений и т.д., подачи резервных стволов определяют защищаемую площадь с учетом обстановки на пожаре. Требуемую интенсивность подачи огнетушащих веществ на защиту – $I_{тр}^3$ принимают в 2...4 раза меньше табличного значения.

$$Q_{тр}^3 = S_{п} \cdot I_{тр}^3, \quad (10)$$

4. Определяем необходимое количество приборов тушения пожара и приборов на защиту – $N_{ств}^T$, $N_{ств}^3$, шт:

$$N_{ств}^T = \frac{Q_{тр}^T}{q_{ств}}; \quad (11)$$

$$N_{ств}^3 = \frac{Q_{тр}^3}{q_{ств}}, \quad (12)$$

где $q_{ств}$ – расход из пожарного ствола, л/с; (таблица 5; 6).

Полученные значения числа стволов, при вычислении по формулам 11; 12, округляем до целого числа в большую сторону.

При невозможности определить защищаемую площадь стволы на защиту в смежные с очагом пожара помещения, в выше и ниже расположенные этажи определяются из тактических соображений (на основании опыта работы и т.д.).

Таблица 3. Интенсивность подачи воды при тушении пожаров, л/(м²·с)

Перечень зданий, сооружений, отдельных материалов и веществ	Интенсивность подачи воды, л/(м ² ·с)
1	2
1. Здания и сооружения	
Административные здания:	
– I...II степени огнестойкости	0,06
– IV степени огнестойкости	0,10
– V степени огнестойкости	0,15
– подвальные помещения	0,10
– чердачные помещения	0,10
Ангары, гаражи, мастерские, трамвайные и троллейбусные депо	0,20
Больницы	0,10
Жилые дома и подсобные постройки:	
– I...III степени огнестойкости	0,06
– IV степени огнестойкости	0,10
– V степени огнестойкости	0,15
– подвальные помещения	0,15
– чердачные помещения	0,15

Продолжение таблицы 3

1	2
Театры, кинотеатры, клубы, дворцы культуры:	
– сцена	0,20
– зрительский зал	0,15
– подсобные помещения	0,15
Торговые предприятия и склады товарно-материальных ценностей	0,20
Мельницы и элеваторы	0,14
Холодильники	0,10
Строящиеся здания	0,10
Животноводческие здания:	
– I...III степени огнестойкости	0,10
– IV степени огнестойкости	0,15
– V степени огнестойкости	0,20
Покрытия больших площадей:	
– при тушении снизу внутри здания	0,15
– при тушении снаружи со стороны покрытия	0,08
– при тушении снаружи при развившемся пожаре	0,15
Производственные здания (участки и цеха с категорией производства «В»):	
– I...III степени огнестойкости	0,15
– IV степени огнестойкости	0,20
– V степени огнестойкости	0,25
– окрасочного цеха	0,20
– подвальные помещения	0,30
– чердачные помещения	0,15
Электростанции и подстанции:	
– кабельные туннели и полуэтажи (подача тонкораспыленной воды)	0,20
– машинные залы и котельные отделения	0,10
– трансформаторы, реакторы, масляные выключатели (подача тонкораспыленной воды)	0,10
2. Транспортные средства	
– автомобили, трамваи, троллейбусы на открытых стоянках	0,10
3. Твердые материалы	
Бумага разрыхленная	0,30
Хлопок и другие волокнистые материалы:	
– открытые склады	0,20
– закрытые склады	0,30
Древесина балансовая при влажности:	
– менее 40 %	0,50
– 40...50 %	0,20
Пиломатериалы в штабелях в пределах одной группы при влажности:	
– 8...14 %	0,45
– 20...30 %	0,30
свыше 30 %	0,20

Продолжение таблицы 3

1	2
Пластмассы:	
– термопласты	0,14
– реактопласты	0,10
– полимерные материалы и изделия из них	0,20
– текстолит, карболит, отходы пластмасс, триацетатная пленка	0,30

Таблица 4. Интенсивность подачи 6%-ного раствора пенообразователя при тушении пожаров воздушно-механической пеной

Здания, сооружения, вещества и материалы	Интенсивность подачи раствора, л/(м ² с)	
	пена средней кратности	пена низкой кратности
1	2	3
1. Здания и сооружения		
Электростанции и подстанции:		
– котельные и машинные отделения	0,05	0,10
– трансформаторы и масляные выключатели	0,20	0,15
Объекты переработки углеводных газов, нефти и нефтепродуктов:		
– насосные станции	0,10	0,25
технологической установки, в помещениях, траншеях, технологических лотках	0,10	0,25
– тарные хранилища горючих и смазочных материалов	0,08	0,25
Цехи полимеризации синтетического каучука	1,00	
Нефтепродукты в резервуарах:		
– бензин, лигроин, керосин тракторный и другие с температурой вспышки ниже 28° С	0,08	0,12
– керосин осветительный и другие с температурой вспышки 28° С и выше	0,05	0,15
– мазуты и масла	0,05	0,10
– нефть в резервуарах	0,05	0,12
Разлившаяся горючая жидкость на территории, в траншеях и технологических лотках (при обычной температуре вытекающей жидкости)	0,05	0,15
Пенополистирол (ПС–1)	0,08	0,12
Этиловый спирт в резервуарах, предварительно разбавленный водой до 70 % (подача 10 % раствора на основе ПО–1С)	0,35	–

Таблица .5. Расход воды из пожарных стволов

Напор у ствола, м. вод. ст.	Расход воды в л/с из стволов с диаметром насадка, мм						
	ручные		лафетные				
	13	19	25	28	32	38	50
30	3,2	6,4					
35	3,5	7,0					
40	3,7	7,4	13,6	17,0	23,0	32,0	55,0
50	4,1	8,2	15,3	19,0	25,0	35,0	61,0
60	4,5	9,0	16,7	21,0	28,0	38,0	67,0

10 м. вод. ст. = 0,1 мПа = 1 атм.

Таблица 6. Тактико-технические показатели приборов подачи пены низкой и средней кратностей

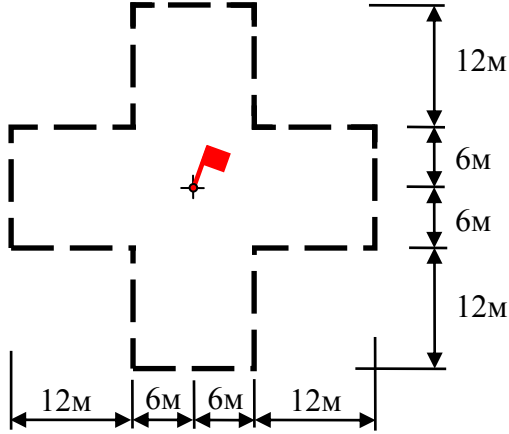
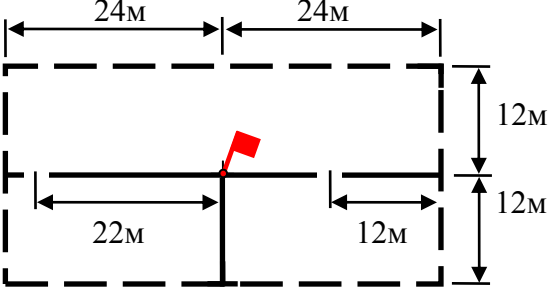
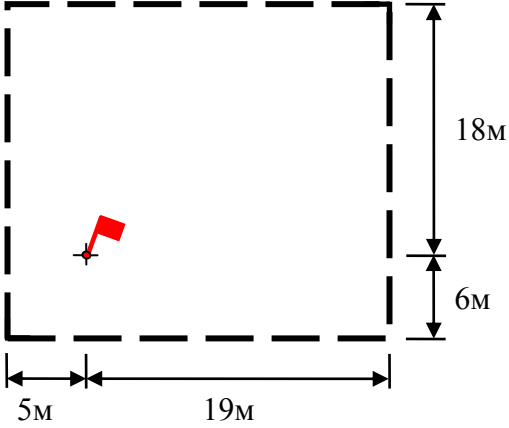
Тип прибора	Напор у прибора, м. вод. ст.	Концентрация раствора, %	Расход, л/с		Кратность пены	Производительность по пене, м ³ /мин
			по воде	по пенообразователю		
1	2	3	4	5	6	7
СВП	60	6	5,64	0,36	8	3
СВП-2 (СВПЭ-2)	60	6	3,76	0,24	8	2
СВП-4 (СВПЭ-4)	60	6	7,52	0,48	8	4
СВП-8 (СВПЭ-8)	60	6	15,04	0,96	8	8
ГПС-600	60	6	5,64	0,36	100	36
ГПС-2000	60	6	18,8	1,2	100	120

1.6. Варианты заданий для определения необходимого количества огнетушащих средств на тушение пожара в здании

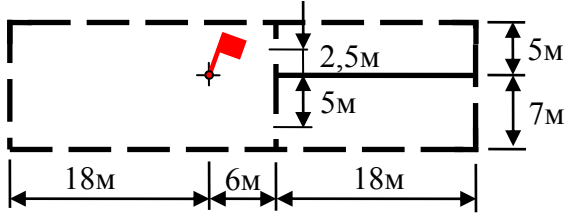
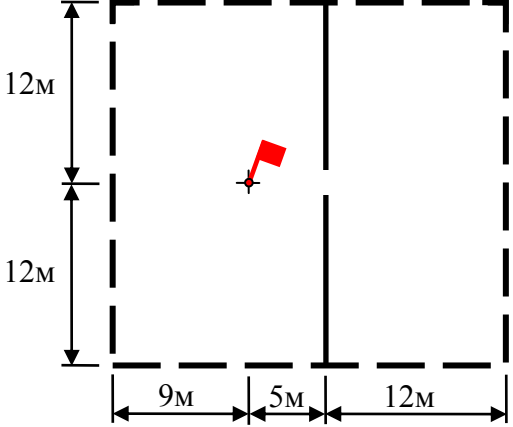
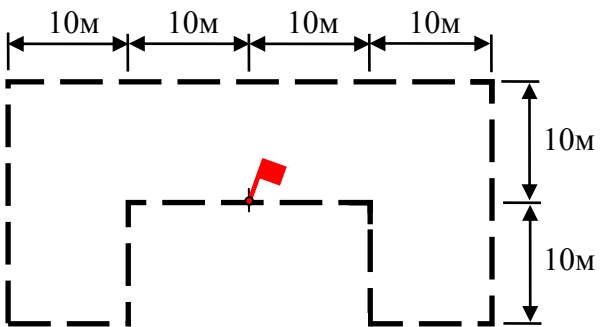
В зависимости от номера варианта задания (таблица 7) требуется:

- определить необходимое количество стволов на тушение пожара по фронту (периметру) пожара;
- показать схему расстановки стволов.

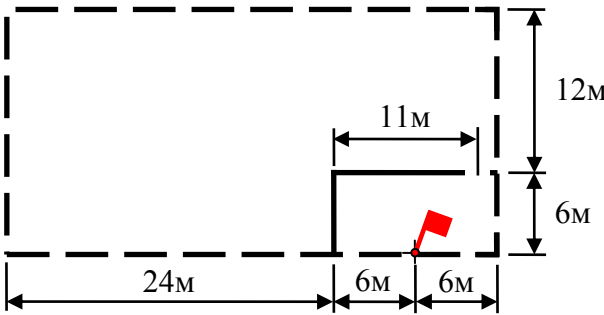
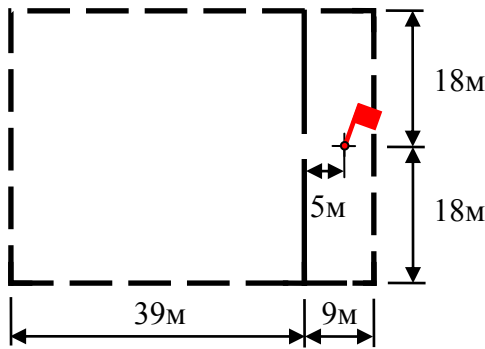
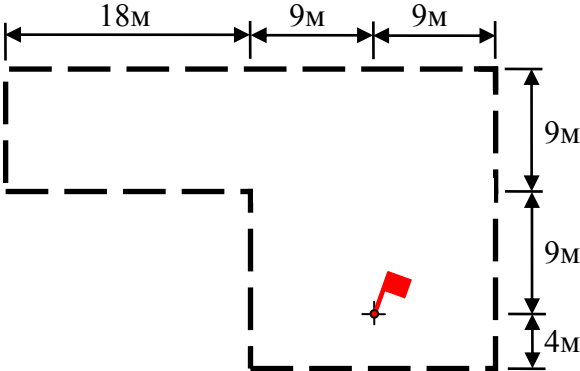
Таблица 7. Исходные данные для решения задач по определению необходимого количества огнетушащих средств на тушение пожара

№ вар.	Наименование предприятия	План помещения с обозначением места возникновения пожара
1	2	3
1.	<p>Административное здание I степени огнестойкости.</p> <p>Временные параметры: $t_p = 20$ мин.; $V_{л} = 1$ м/мин.</p> <p><u>Требуется:</u> – определить необходимое количество стволов на тушение пожара по фронту; – показать схему расстановки стволов.</p>	
2.	<p>Деревообрабатывающее предприятие III степени огнестойкости.</p> <p>Временные параметры: $t_p = 9$ мин.; $V_{л} = 2$ м/мин.</p> <p><u>Требуется:</u> – определить необходимое количество стволов на тушение пожара по фронту; – показать схему расстановки стволов.</p>	
3.	<p>Торговое предприятие.</p> <p>Временные параметры: $t_p = 18$ мин.; $V_{л} = 1,2$ м/мин.</p> <p><u>Требуется:</u> – определить необходимое количество стволов на тушение пожара по фронту; – показать схему расстановки стволов.</p>	

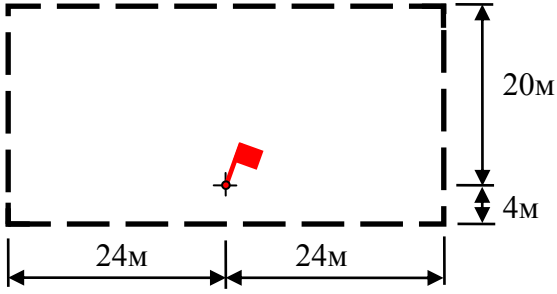
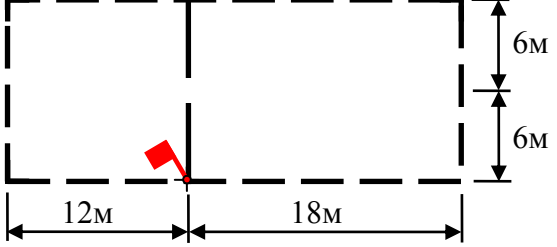
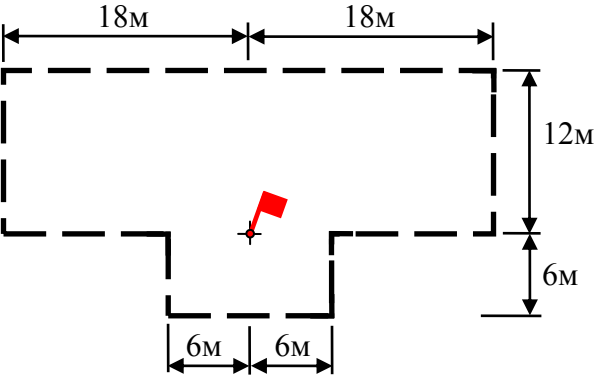
Продолжение таблицы 7

1	2	3
4.	<p>Лесопильный цех V степени огнестойкости.</p> <p>Временные параметры: $t_p = 9$ мин.; $V_{л} = 3$ м/мин.</p> <p><u>Требуется:</u> – определить необходимое количество стволов на тушение пожара по фронту; – показать схему расстановки стволов.</p>	
5.	<p>Театр, пожар на сцене.</p> <p>Временные параметры: $t_p = 12$ мин.; $V_{л} = 2$ м/мин.</p> <p><u>Требуется:</u> – определить необходимое количество стволов на тушение пожара по фронту; – показать схему расстановки стволов.</p>	
6.	<p>Покрытие большой площади.</p> <p>Временные параметры: $t_p = 10$ мин.; $V_{л} = 2,7$ м/мин.</p> <p><u>Требуется:</u> – определить необходимое количество стволов на тушение пожара по фронту; – показать схему расстановки стволов.</p>	

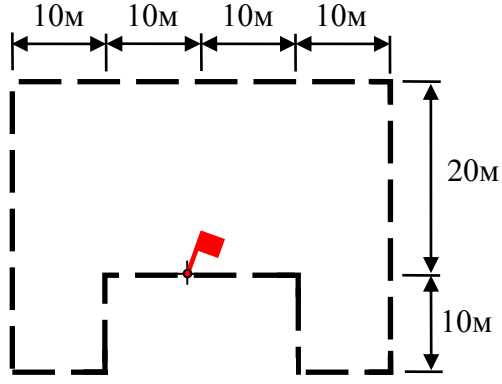
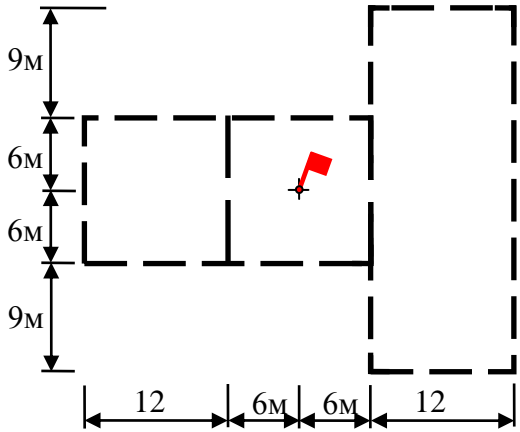
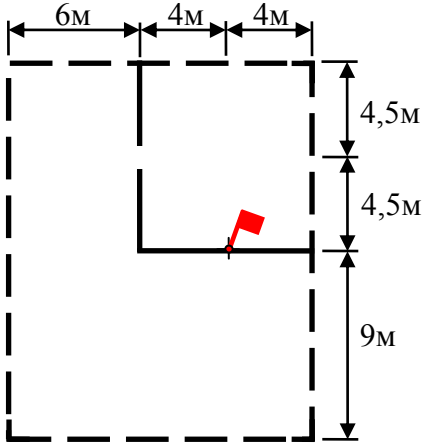
Продолжение таблицы 7

1	2	3
7.	<p>Заготовительный цех. Временные параметры: $t_p = 14$ мин.; $V_{л} = 1,5$ м/мин.</p> <p><u>Требуется:</u> – определить необходимое количество стволов на тушение пожара по фронту; – показать схему расстановки стволов.</p>	
8.	<p>Выставочный центр. Временные параметры: $t_p = 21$ мин.; $V_{л} = 1,3$ м/мин.</p> <p><u>Требуется:</u> – определить необходимое количество стволов на тушение пожара по фронту; – показать схему расстановки стволов.</p>	
9.	<p>Типография. Временные параметры: $t_p = 26$ мин.; $V_{л} = 0,8$ м/мин.</p> <p><u>Требуется:</u> – определить необходимое количество стволов на тушение пожара по фронту; – показать схему расстановки стволов.</p>	

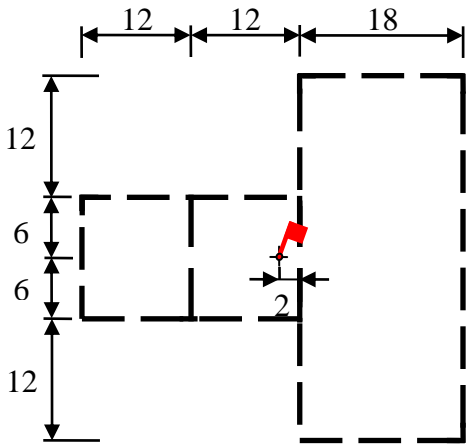
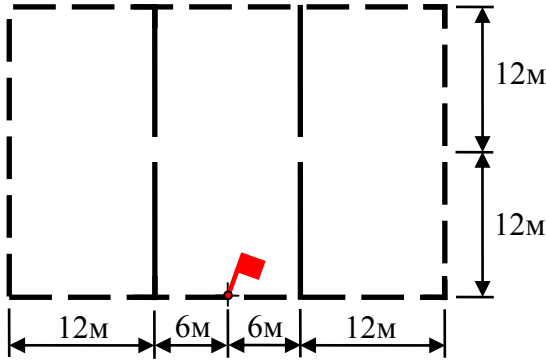
Продолжение таблицы 7

1	2	3
10.	<p>Троллейбусное депо. Временные параметры: $t_p = 16$ мин.; $V_{л} = 1$ м/мин.</p> <p><u>Требуется:</u> – определить необходимое количество стволов на тушение пожара по фронту; – показать схему расстановки стволов.</p>	
11.	<p>Административное здание II степени огнестойкости. Временные параметры: $t_p = 12$ мин.; $V_{л} = 1,5$ м/мин.</p> <p><u>Требуется:</u> – определить необходимое количество стволов на тушение пожара по фронту; – показать схему расстановки стволов.</p>	
12.	<p>Торговое предприятие. Временные параметры: $t_p = 10$ мин.; $V_{л} = 1,1$ м/мин.</p> <p><u>Требуется:</u> – определить необходимое количество стволов на тушение пожара по фронту; – показать схему расстановки стволов.</p>	

Продолжение таблицы 7

1	2	3
13.	<p>Животноводческое помещение IV степени огнестойкости.</p> <p>Временные параметры: $t_p = 15$ мин.; $V_{л} = 1,6$ м/мин.</p> <p><u>Требуется:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - определить необходимое количество стволов на тушение пожара по фронту; - показать схему расстановки стволов. 	 <p>The diagram shows a rectangular floor plan with a total width of 40m (four 10m segments) and a total height of 30m (a 20m section on top and a 10m section on the bottom). A red flag with a cross, representing a fire source, is located in the lower-left quadrant. A solid line indicates the path of a fire hose, starting from the fire source and extending horizontally to the right edge of the plan.</p>
14.	<p>Лесопильный цех II степени огнестойкости.</p> <p>Временные параметры: $t_p = 15$ мин.; $V_{л} = 1,6$ м/мин.</p> <p><u>Требуется:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - определить необходимое количество стволов на тушение пожара по фронту; - показать схему расстановки стволов. 	 <p>The diagram shows a complex floor plan with a total width of 30m (12m, 6m, 6m, 12m segments) and a total height of 30m (9m, 6m, 6m, 9m segments). A red flag with a cross, representing a fire source, is located in the upper-middle part of the plan. A solid line indicates the path of a fire hose, starting from the fire source and extending horizontally to the left edge of the plan.</p>
15.	<p>Дом культуры III степени огнестойкости.</p> <p>Временные параметры: $t_p = 15$ мин.; $V_{л} = 1,6$ м/мин.</p> <p><u>Требуется:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - определить необходимое количество стволов на тушение пожара по фронту; - показать схему расстановки стволов. 	 <p>The diagram shows a floor plan with a total width of 14m (6m, 4m, 4m segments) and a total height of 18m (three 6m segments). A red flag with a cross, representing a fire source, is located in the lower-right part of the plan. A solid line indicates the path of a fire hose, starting from the fire source and extending horizontally to the left edge of the plan.</p>

Продолжение таблицы 7

1	2	3
16.	<p>Административное здание I степени огнестойкости. Временные параметры: $t_p = 20$ мин.; $V_{л} = 1,4$ м/мин. <u>Требуется:</u> – определить необходимое количество стволов на тушение пожара по фронту; – показать схему расстановки стволов.</p>	
17.	<p>Склад товароматериальных ценностей. Временные параметры: $t_p = 22$ мин.; $V_{л} = 1,2$ м/мин. <u>Требуется:</u> – определить необходимое количество стволов на тушение пожара по фронту; – показать схему расстановки стволов.</p>	

1.7. Пример решения задачи по расчету требуемого количества огнетушащих средств на тушение пожара в здании

Задача. Пожар в одноэтажном административном здании III степени огнестойкости (см. рис. 9). Время свободного развития пожара – $t_p = 13$ мин.

Требуется:

- определить требуемое количество стволов РС–50 на тушение пожара по фронту;
- показать схемы развития и тушения пожара.

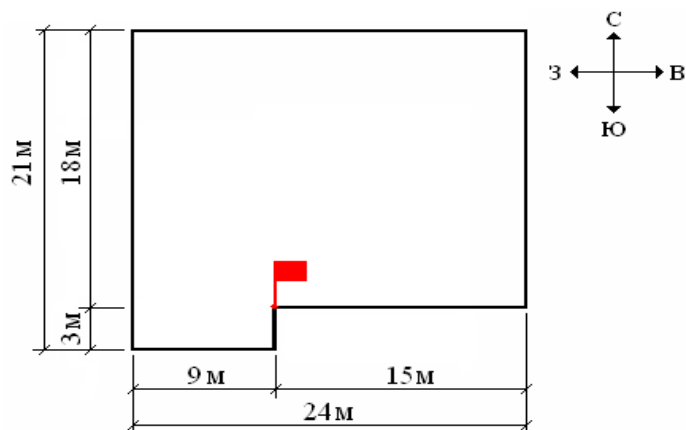


Рис. 9. План помещения с местом возникновения пожара

Решение:

1. По таблице 1. определяем линейную скорость распространения горения: $V_{л} = 1 \dots 1,5$ м/мин.

Выбираем наиболее неблагоприятный вариант развития пожара, при котором $V_{л} = 1,5$ м/мин.

2. Определяем путь, пройденный огнем (расстояние) от места его возникновения за время $t_p = 13$ мин.:

$$L_{п}^{13} = 0,5 \cdot V_{л} \cdot 10 + V_{л} \cdot (t_p - 10) = 0,5 \cdot 1,5 \cdot 10 + 1,5 \cdot (13 - 10) = 12 \text{ (м)}$$

3. Определяем форму площади пожара.

На схему, выполненную в масштабе (см. рис. 10) наносим путь, пройденный огнем за время равное 13 мин. учитывая, что огонь распространяется равномерно с одинаковой скоростью во всех направлениях.

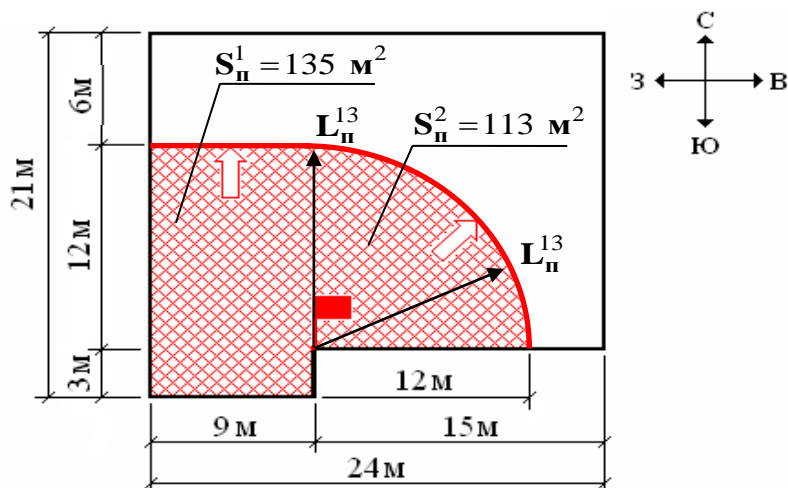


Рис. 10. Схема развития пожара на 13-й минуте

4. Определяем площадь пожара.

Форма площади пожара – сложная, для ее определения форму площади пожара разобьем на две элементарные геометрические фигуры: прямоугольник и 1/4 часть круга (рис. 10).

$$S_{\Pi} = S_{\Pi}^1 + S_{\Pi}^2 = 135 + 113 = 248 \text{ (м}^2\text{)},$$

где $S_{\Pi}^1 = 9 \cdot (3 + L_{\Pi}^{13}) = 9 \cdot (3 + 12) = 135 \text{ (м}^2\text{)}$;

$$S_{\Pi}^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (L_{\Pi}^{13})^2 = 0,25 \cdot 3,14 \cdot 12^2 = 113 \text{ (м}^2\text{)}.$$

5. Определяем площадь тушения пожара по фронту.

Тушение будем производить стволами РС–50. Глубина тушения ствола РС–50 – $h_T = 5 \text{ м}$.

Площадь тушения по фронту разобьем на две элементарные фигуры: прямоугольник – S_T^1 и четверть кольца – S_T^2 (см. рис. 11).

$$S_T = S_T^1 + S_T^2 = 45 + 74,5 = 119,5 \text{ (м}^2\text{)},$$

где $S_T^1 = 9 \cdot h_T = 9 \cdot 5 = 45 \text{ (м}^2\text{)}$;

$$S_T^2 = 0,25 \cdot \pi \cdot (L_{\Pi}^{13})^2 - 0,25 \cdot \pi \cdot (L_{\Pi}^{13} - h_T)^2,$$

$$S_T^2 = 0,25 \cdot 3,14 \cdot 12^2 - 0,25 \cdot 3,14 \cdot (12 - 5)^2 = 74,5 \text{ (м}^2\text{)}.$$

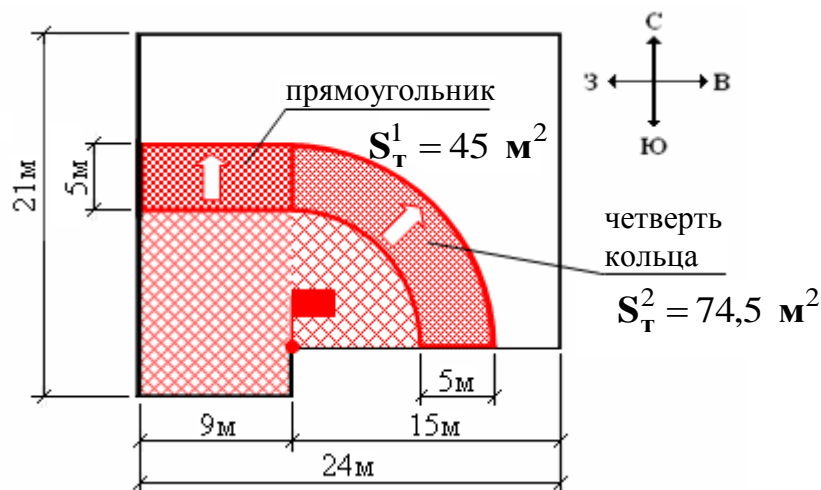


Рис. 11. Определение площади тушения пожара по фронту

6. Определяем необходимое количество стволов РС–50 на тушение пожара по фронту:

$$N_{\text{ств}}^T = \frac{Q_{\text{гр}}^T}{q_{\text{ств}}} = \frac{I_{\text{гр}} \cdot S_T}{q_{\text{ств}}} = \frac{0,06 \cdot 119,5}{3,5} = 2,05 \Rightarrow 3 \text{ (стволы РС–50)}.$$

где $I_{гр.} = 0,06 \text{ л/(с м}^2\text{)}$ – требуемая интенсивность подачи воды (таблица 3);
 $q_{ств} = 3,5 \text{ л/с}$ – расход ствола РС–50 (таблица 5, при напоре у ствола $H_{ств} = 0,35 \text{ мПа}$).

7. Наносим обстановку развития и тушения пожара на схему объекта (см. рис. 12).

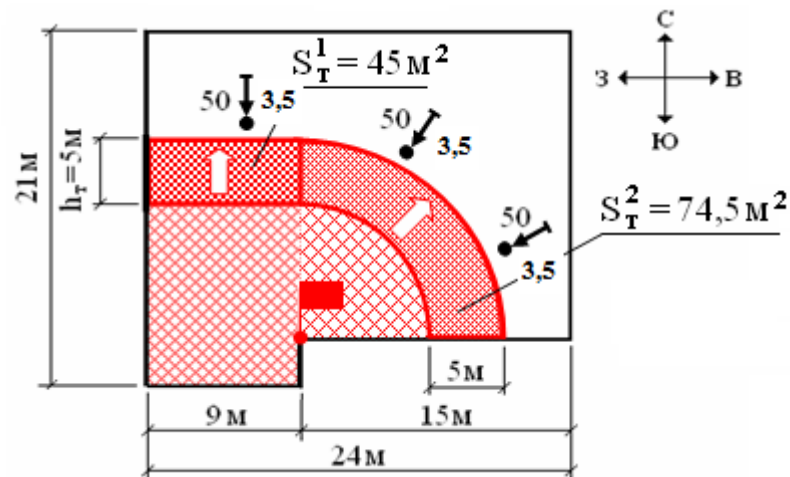


Рис. 12. Схема тушения пожара по фронту

Ответ:

Для тушения пожара на этаже административного здания III степени огнестойкости на 13-й минуте развития пожара необходимо три ствола РС–50.

ГЛАВА 2. ТАКТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЖАРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ НА ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЯХ ОСНОВНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

2.1. Понятия о тактических возможностях пожарных подразделений

Выполнение боевой задачи по спасению людей и тушению пожаров обеспечивается силами всех видов пожарной охраны – личным составом органов управления и подразделений пожарной охраны (ПО), в том числе курсантами и слушателями учебных заведений МЧС России, а при необходимости, в условиях особого противопожарного режима, личным составом иных противопожарных формирований независимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности.

Основным видом пожарной техники, используемой подразделениями пожарной охраны, являются ПА, которые в зависимости от назначения подразделяются на основные и специальные.

Основные и специальные ПА должны обеспечивать выполнение следующих функций:

- доставка к месту пожара личного состава пожарной охраны, огнетушащих веществ, пожарного оборудования, средств индивидуальной защиты пожарных и самоспасания пожарных, пожарного инструмента, средств спасения людей;
- подача в очаг пожара огнетушащих веществ;
- проведение АСР, связанных с тушением пожара;
- обеспечение безопасности выполнения задач, возложенных на пожарную охрану.

Тактические возможности отделения определяются временем, в течение которого отделение может выполнить некоторый объем работы, техническими возможностями ПА, уровнем подготовки личного состава.

Первичным тактическим подразделением пожарной охраны является отделение на основном пожарном (пожарно-спасательном) автомобиле.

Основным тактическим подразделением пожарной охраны является караул (дежурная смена) в составе двух и более отделений на основных ПА.

Тактические возможности отделений на АНР отличаются от тактических возможностей отделений на АЦ. На АНР вывозится большее количество напорных рукавов. Однако в отличие от АЦ у АНР отсутствует цистерна для воды, что требует установки ПА на водосточник, т.е. для подачи средств на тушение пожара требуется больше времени. Основные характеристики АН и АНР приведены в таблице 8.

Караул в составе двух и более отделений на основных ПА является основным тактическим подразделением ПО способным самостоятельно решать задачи по спасению людей, имущества, ликвидации последствий ЧС и тушению пожаров.

Отделение и караул исходя из сложившейся обстановки обладают тактическими возможностями, которые зависят от:

- численности и степени готовности личного состава;
- тактико-технических данных ПА;
- условий тушения пожара и др.

Технические возможности современных ПА превышают физические возможности личного состава подразделений выезжающих на них. Одним из условий выполнения основной задачи по тушению пожара является требование по применению сил и средств пожарной охраны на полную мощность.

Таблица 8. Тактико-технические характеристики АН и АНР

Показатели	АН-40 (130Е) (модель 127)	АНР-40 (130) (модель 127)	АНР-40- 800	АНР-40- 1400	АНР- 60-800	АНР- 100- 3000 (6522)
1	2	3	4	5	6	7
Максимальная скорость, км/ч	75	90	80	80	80	80
Число мест для пожарного расчета, включая водителя	9	9	9	6	7	3
Марка насоса	ПН-40К	ПН-40У	ПН-40У	ПН-40УВ	ПН-60	ПН-100
Подача воды при высоте всасывания 3,5 м, л/мин	2400	2400	2400	2400	3600	6000
Напор, м. вод. ст.	90	100	100	100	100	100
Вместимость бака для пенообразователя, л	350	350	1000	1000	500	–
Запас напорных рукавов, шт.	27	33	40	70	40	250
Масса с полной нагрузкой, кг	8310	8200	11400	10000	8500	33100

2.2. Расчет тактических возможностей подразделений на пожарных автомобилях основного назначения

Руководитель тушения пожара (РТП) должен знать и уметь определять основные тактические показатели, такие как:

- время работы ручных, лафетных, воздушно-пенных стволов и пеногенераторов;
- возможную площадь тушения различными средствами;
- возможный объем тушения пеной;

– предельное расстояние подачи огнетушащих средств и др.

2.2.1. Определение тактических возможностей подразделений без установки пожарных автомобилей на водосточник

Определение времени работы стволов по запасу воды – $t_p^{H_2O}$, мин.:

$$t_p^{H_2O} = \frac{V_{ц} - \sum N_p \cdot V_p}{\sum N_{ств} \cdot q_{ств}^{H_2O} \cdot 60}, \quad (13)$$

где $V_{ц}$ – объем воды в цистерне ПА, л; N_p – число рукавов в магистральной и рабочих линиях, шт.; V_p – объем воды в одном рукаве, л (таблица 9); $N_{ств}$ – число и тип стволов, шт.; $q_{ств}^{H_2O}$ – расход воды из стволов, л/с (таблица 5; 6).

При подаче ствола (прибора) на тушение пожара менее чем на три рукава от ПА – количество воды в рукавной линии не учитывается, (формула 12) принимает вид:

$$t_p^{H_2O} = \frac{V_{ц}}{\sum N_{ств} \cdot q_{ств}^{H_2O} \cdot 60}. \quad (14)$$

Определение времени работы пенных стволов и генераторов по запасу пенообразователя – $t_p^{H_2O}$, мин.:

$$t_p^{по} = \frac{V^{по}}{\sum N_{ств} \cdot q_{ств}^{по} \cdot 60}, \quad (15)$$

где $V^{по}$ – вместимость бака для пенообразователя, л (таблица 3 – 6); $q_{ств}^{по}$ – расход прибора тушения по пенообразователю, л/с (таблица 6).

В расчетах потери пенообразователя в рукавах не учитываются, так как они незначительны.

Сравнивая значения времени работы $t_p^{H_2O}$ и $t_p^{по}$, определяем, что расходуется быстрее: вода или пенообразователь. В дальнейших расчетах принимаем минимальное значение этих величин – t_p^{\min} .

Определение получаемого объема, воздушно-механической пены средней кратности – $V_{п}$, м³:

$$V_{п} = q_{ств}^{\text{пена}} \cdot t_p^{\min}, \quad (16)$$

где $q_{ств}^{\text{пена}}$ – расход по пене ствола или генератора, м³/мин (таблица 6).

Определение объема тушения воздушно-механической пеной средней кратности – V_T , м³:

$$V_T = \frac{V_{II}}{K_3}, \quad (17)$$

где K_3 – коэффициент запаса пены, учитывающий ее разрушение и потери
(в расчетах, как правило, K_3 принимается равным 3).

Определение возможной площади тушения – S_T , м²:

– водяного ствола

$$S_T = \frac{q_{\text{ств}}}{I_{\text{тр}}} \cdot K_{\text{тр}}; \quad (18)$$

– воздушно-пенного ствола, пеногенератора – $S_T^{\text{СВП(ГПС)}}$

$$S_T^{\text{СВП(ГПС)}} = \frac{q_{\text{ств}}^{\text{P-P}}}{I_{\text{тр}}^{\text{P-P}}} \cdot K_{\text{тр}}, \quad (19)$$

где $q_{\text{ств}}$ –расход ствола по воде, л/с (таблица 5); $q_{\text{ств}}^{\text{P-P}}$ –расход прибора тушения по раствору, л/с (таблица 6.); $I_{\text{тр}}$ – требуемая интенсивность подачи воды на тушение пожара, л/(м²·с) (таблица 3), при подаче воды со смачивателем интенсивность подачи снижается в 2 раза; $I_{\text{тр}}^{\text{P-P}}$ – требуемая интенсивность подачи 6 % раствора пенообразователя, л/(м²·с) (таблица 4); $K_{\text{тр}}$ – коэффициент, учитывающий фактическое время работы стволов определяется по формуле:

$$K_{\text{тр}} = \frac{t_p^{\text{min}}}{t_n}; \quad (20)$$

где t_n – нормативное время тушения пожара (для большинства веществ и материалов $t_n = 10$ мин.).

Таблица 9. Объем воды в пожарных рукавах

Диаметр рукава, мм	Объем воды в рукаве, длиной 20 м, л
1	2
51	40
66	70
77	90
89	120
110	190
150	350

2.2.2. Определение тактических возможностей подразделений с установкой пожарных автомобилей на водоисточники

Возможности отделения на АЦ по подаче ОВ значительно увеличиваются при установке ПА на водоисточник, т.к. обеспечивается непрерывная работа водяных стволов на тушение пожара в течение длительного времени.

К основным показателям, характеризующим тактические возможности пожарных подразделений на основных ПА, рассмотренных в п. 2.2.1, добавляется определение времени работы стволов от водоисточников с ограниченным запасом воды и предельное расстояние по подаче приборов тушения.

При расчете предельного расстояния по подаче огнетушащих средств на тушение пожара определяют длину магистральных рукавных линий от ПА, установленного на водоисточник, до разветвления, расположенного у места возникновения пожара.

Число водяных и пенных стволов (пеногенераторов), подаваемых отделением на тушение пожара, зависит от предельного расстояния, численности личного состава, а также от сложившейся обстановки.

Предельное расстояние – N_p^{np} (в рукавах) по подаче огнетушащих веществ к месту пожара определяется как:

$$N_p^{np} = \frac{H_n - (H_p \pm Z_m \pm Z_{ств})}{S_p \cdot Q_{м.л.}^2}, \quad (21)$$

где H_n – напор на насосе ПА, м. вод. ст.; H_p – напор у разветвления ПА. Напор у разветвления принимается на 10 м. вод. ст. больше, чем у насадка ствола (пеногенератора) $H_p = H_{ств} + 10$; $H_{ств}$ – напор у ствола, м. вод. ст. (таблица 5), у пеногенератора (таблица 6); Z_m – высота подъема (+) или спуска (–) местности, м; $Z_{ств}$ – высота подъема (+) или спуска (–) приборов тушения пожара, м; S_p – сопротивление пожарного рукава в магистральной рукавной линии (таблица 10); $Q_{м.л.}$ – количество ОВ, проходящих по пожарному рукаву в наиболее загруженной магистральной рукавной линии (расход), л/с.

Количество ОВ проходящих по пожарному рукаву не может превышать значения его полной пропускной способности:

$$Q_p^{np} > Q_{м.л.} \cdot \quad (22)$$

Полная пропускная способность пожарных рукавов различного диаметра и типа приведена в таблице 10.

Полученное предельное количество рукавов по подаче огнетушащих средств сравнивают с расстоянием от места пожара до водоисточника (в рукавах), запасом рукавов для магистральных линий, находящихся на ПА, и с

учетом этого определяются: схема развертывания, взаимодействие прибывающих подразделений, принимаются меры для привлечения дополнительных сил и средств.

Продолжительность работы тушения от водоисточников с ограниченным запасом воды – $t_p^{H_2O}$, мин., определяется как:

$$t_p^{H_2O} = \frac{0,9 \cdot V_B - \sum N_p \cdot V_p}{\sum N_{ств} \cdot q_{ств}^{H_2O} \cdot 60}, \quad (23)$$

где V_B – емкость водоема, л; 0,9 – коэффициент, учитывающий условия работы по забору воды из водоема; N_p – число рукавов в магистральной и рабочих линиях, шт.; V_p – объем воды в одном рукаве, л (таблица 9); $N_{ств}$ – число и тип стволов, шт.; $q_{ств}^{H_2O}$ – расход воды из стволов, л/с (таблица 5).

Таблица 10. Сопротивление одного напорного рукава длиной 20 м

Тип рукавов	Диаметр рукавов, мм					
	51	66	77	89	110	150
1	2	3	4	5	6	7
Прорезиненные	0,15	0,035	0,015	0,004	0,002	0,00046
Непрорезиненные	0,3	0,077	0,03	-	-	-

Таблица 11. Потери напора в одном рукаве при полной пропускной способности воды

Диаметр рукава, мм	Расход воды, л/с	Потери напора в одном рукаве, м	
		прорезиненном	непрорезиненном
1	2	3	4
51	10,2	15,6	31,2
66	17,1	10,2	20,4
77	23,3	8,2	16,4
89	40,0	6,0	–

2.3. Варианты заданий для определения показателей, характеризующих тактические возможности подразделений на пожарных автомобилях основного назначения

В зависимости от номера варианта задания (таблица 12) требуется определить показатели, характеризующие тактические возможности подразделений на пожарных автомобилях основного назначения с установкой и без установки АЦ на водоисточник (таблица 13).

Таблица 12. Варианты заданий

№ варианта	Модификация цистерны	№ варианта	Модификация цистерны
1	2	3	4
1	АЦС-40(131)-42Б	21	АЦ-4-40(4331-04)
2	АЦ-40(130Е)-126	22	АЦ-4-40(4331112)
3	АЦ-40(130)-63А	23	АЦ-5,0-40(4310)
4	АЦ-40(130)-63Б	24	АЦ-5-40(433104)
5	АЦ-40(131)-137	25	АЦ-5-40(43114)
6	АЦ-40(131)-153	26	АЦ-5-40(5557-40)
7	АЦ-40(131)-1-4Т	27	АЦ-5-40(5557)
8	АЦ-40(131Н)	28	АЦ-5-40(533702)
9	АЦ-40(43202)	29	АЦ-5-40(43114)
10	АЦ-40-001-ИР	30	АЦ-5-40(43253)
11	АЦ-40(375)-94	31	АЦП-6/6-40(5557-10)
12	АЦ-40(133Г1)-181	32	АЦ-6,0-40/4(5321-1)
13	АЦ-40(ЭДМУ1Л)-102А	33	АЦ-6,0-40(5557)
14	АЦ-2,2-40(33081)	34	АЦ-7,0-40(53213)
15	АЦ-2,5-40(131Н)	35	АЦ-7-40(53215)
16	АЦ-2,5(433)	36	АЦ-7-40(4320)
17	АЦ-2,5-40(433362)	37	АЦ-8,0-40(5557)
18	АЦ-2,5-40(433440)	38	АЦ-8-40(53215)
19	АЦ-3,0-40(4331-04)	39	АЦП-8/6-40(55571-30)
20	АЦ-3-40(4326)	40	АЦП-9/3-40(55571-30)

Таблица 13. Показатели, характеризующие тактические возможности подразделений на пожарных машинах основного назначения

1	2	3
Без установки ПА на ПВ	Время работы прибора тушения по запасу огнетушащих средств, мин.: 1 ствол РС-50; 2 ствола РС-50 (1 ствол РС-70); 1 ствол СВП-4; 1 ГПС-600 (СВП)	цистерны по номеру Модификация определяется вариантом
	Объем пены средней кратности (K=100 6% раствор ПО) от ГПС-600, м ³ . Возможный объем тушения ГПС-600, м ³	
	Возможная площадь тушения пенами, м ² : Низкой кратности СВП: $I_{тр}^{P-P} = 0,25$ л/(с м ²); СВП-4, $I_{тр}^{P-P} = 0,15$ л/(с м ²). Средней кратности ГПС-600: $I_{тр}^{P-P} = 0,05$ л/(с м ²); $I_{тр}^{P-P} = 0,08$ л/(с м ²)	
С установкой ПА на ПВ	Время работы прибора тушения по запасу огнетушащих средств, мин: 1 СВП (ГПС-600); 1 СВП-4	
	Объем пены, м ³ : СВП-4; ГПС-600	
	Возможный объем тушения ГПС-600, м ³	

2.4. Примеры решения пожарно-тактических задач по определению тактических возможностей подразделений на пожарных автомобилях основного назначения

Задача. Определить основные тактические возможности отделения на АЦ-40(43202)001-ПС без установки ее на водоисточник при подаче генератора ГПС-600 на два рукава диаметром 66 мм.

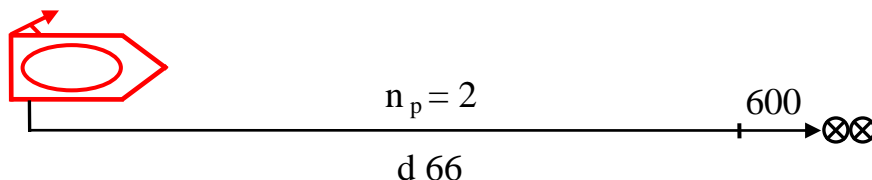


Рис. 13. Схема подачи генератора ГПС-600

Решение:

1. Определяем продолжительность работы ГПС-600 по запасу воды от АЦ-40(43202)001-ПС:

$$t_p^{H_2O} = \frac{V_{ц}}{\sum N_{ств} \cdot q_{ств}^{H_2O} \cdot 60} = \frac{4000}{1 \cdot 5,64 \cdot 60} = 11,8 \text{ (мин)},$$

где $V_{ц} = 4000$ л – объем воды в цистерне; $q_{ств}^{H_2O} = 5,64$ л – расход ГПС-600 по воде (таблица 6).

2. Определяем продолжительность работы ГПС-600 по запасу пенообразователя от АЦ-40(43202)001-ПС:

$$t_p^{по} = \frac{V^{по}}{\sum N_{ств} \cdot q_{ств}^{по} \cdot 60} = \frac{200}{1 \cdot 0,36 \cdot 60} = 9,2 \text{ (мин)},$$

где $V^{по} = 200$ л – вместимость бака для пенообразователя; $q_{ств}^{по} = 0,36$ л/с – расход ГПС-600 по пенообразователю (таблица 6).

Сравнивая значения $t_p^{H_2O} = 11,4$ мин, и $t_p^{по} = 9,2$ мин, делаем вывод, что в АЦ-40(43202)001-ПС быстрее израсходуется пенообразователь, а вода еще останется. Следовательно, для дальнейших расчетов принимаем время работы по подаче огнетушащих веществ – $t_p^{\min} = 9,2$ мин.

3. Определяем получаемый объем воздушно-механической пены средней кратности:

$$V_{п} = q_{ств}^{\text{пена}} \cdot t_p^{\min} = 36 \cdot 9,2 = 331,2 \text{ (м}^3\text{)},$$

где $q_{ств}^{\text{пена}} = 36$ м³/мин – расход ГПС-600 по пене (таблица 6).

4. Определяем объем тушения воздушно-механической пеной средней кратности:

$$V_T = \frac{V_{II}}{K_3} = \frac{331,2}{3} = 110,4 \text{ (м}^3\text{)},$$

где $K_3 = 3$ – коэффициент запаса пены, учитывающий ее разрушение и потери.

5. Определяем возможную площадь тушения:

– при тушении бензина (ЛВЖ)

$$S_T^{\text{ЛВЖ}} = \frac{q_{\text{СТВ}}^{\text{P-P}}}{I_{\text{ТР}}^{\text{P-P}}} \cdot K_{\text{ТР}} = \frac{6}{0,08} \cdot 0,92 = 69 \text{ (м}^2\text{)},$$

где $q_{\text{СТВ}}^{\text{P-P}} = 6$ л/с – расход ГПС–600 по раствору (таблица 6); $I_{\text{ТР}}^{\text{P-P}} = 0,08$ л/(см²) – требуемая интенсивность подачи 6% раствора пенообразователя при тушении бензина (таблица 4); $K_{\text{ТР}}$ – коэффициент, учитывающий фактическое время работы стволов,

$$K_{\text{ТР}} = \frac{t_{\text{P}}^{\text{min}}}{t_{\text{H}}} = \frac{9,2}{10} = 0,92;$$

– при тушении осветительного керосина (ГЖ)

$$S_T^{\text{ГЖ}} = \frac{q_{\text{СТВ}}^{\text{P-P}}}{I_{\text{ТР}}^{\text{P-P}}} \cdot K_{\text{ТР}} = \frac{6}{0,05} \cdot 0,92 = 110,4 \text{ (м}^2\text{)},$$

где $q_{\text{СТВ}}^{\text{P-P}} = 6$ л/с – расход ГПС–600 по раствору; (таблица 6); $I_{\text{ТР}}^{\text{P-P}} = 0,05$ л/(см²) – требуемая интенсивность подачи 6% раствора пенообразователя при тушении осветительного керосина бензина (таблица 4).

Ответ:

– продолжительность работы ГПС–600 от АЦ–40(43202)001–ПС по запасу воды составляет $t_{\text{P}}^{\text{H}_2\text{O}} = 11,4$ мин;

– продолжительность работы ГПС–600 от АЦ–40(43202)001–ПС по запасу пенообразователя составляет $t_{\text{P}}^{\text{ПО}} = 9,2$ мин,

– объем воздушно-механической пены средней кратности, которую можно получить от АЦ–40(43202)001–ПС составляет $V_{II} = 331,2$ м³;

– возможный объем тушения воздушно-механической пеной средней кратности от АЦ–40(43202)001–ПС составляет $V_T = 110,4$ м³;

– возможная площадь тушения ЛВЖ и ГЖ составляет: бензина $S_{Т}^{ЛВЖ} = 69 \text{ м}^2$; осветительного керосина $S_{Т}^{ГЖ} = 110,4 \text{ м}^2$.

Задача. Рассчитать предельное расстояние (от водоема до места установки разветвления) в рукавах при подаче 7 стволов РС–50 и 2-х стволов РС–70 от насосно-рукавного автомобиля АНР–40–800:

- рукава магистральной линии прорезиненные диаметром – 77 мм;
- напор у ствола 35 м. вод. ст.;
- максимальная высота подъема стволов 10 м;
- высота подъема местности 6 м.

Решение:

Определяем предельное расстояние магистральной линии (в рукавах).

Расчет ведется по наиболее загруженной магистральной рукавной линии (рис. 14):

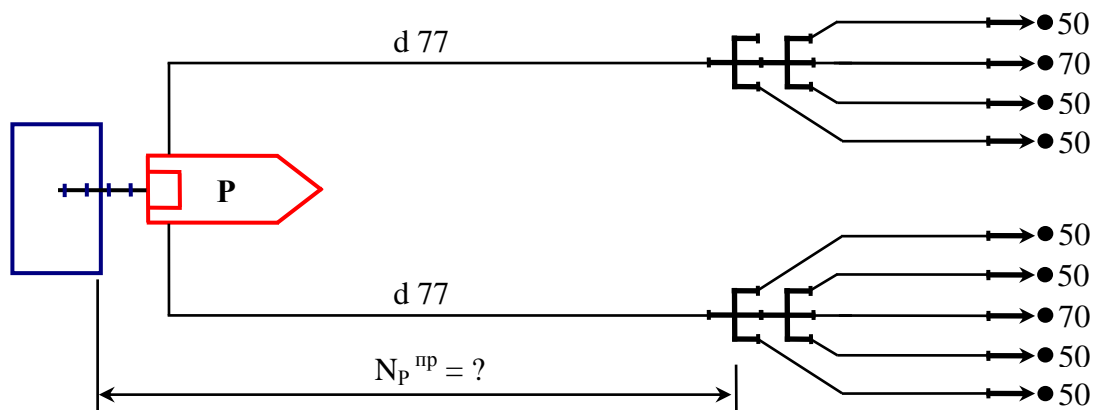


Рис. 14. Схема подачи 7 стволов РС–50 2-х стволов РС–70 от АНР–40–800

$$N_{p}^{np} = \frac{H_{н} - (H_{p} \pm Z_{м} \pm Z_{ств})}{S_{p} \cdot Q^2} = \frac{100 - (45 + 6 + 10)}{0,015 \cdot 21^2} = 5,9 \Rightarrow 5 \text{ (рук.)},$$

где: $H_{н} = 100$ м. вод. ст. – напор на насосе АНР–40–800, (таблица 8); $H_{p} = H_{ств} + 10 = 35 + 10 = 45$ (м. вод. ст.) – напор у разветвления; $S_{p} = 0,015$ – сопротивление пожарного рукава в магистральной рукавной линии (таблица 10); $Q = 21$ л/с – суммарный расход воды из наиболее загруженной магистральной рукавной линии.

$$Q = \sum N_{ств} \cdot q_{ств} = 4 \cdot 3,5 + 1 \cdot 7 = 21 \text{ (л/с)},$$

$q_{ств}^{РС-50} = 3,5$ л/с, $q_{ств}^{РС-70} = 7$ л/с – расходы стволов (таблица 5).

Количество рукавов магистральной линии принимаем 5, т.к. схема подачи на 6 рукавов не будет обеспечивать требуемые напор и расход у насадков стволов.

Ответ: Предельное расстояние при подаче 7-и стволов РС–50 и 2-х стволов РС–50 от АНР–40–800 $N_{p}^{np} = 5$ рукавов.

ГЛАВА 3. РАСЧЕТ СИЛ И СРЕДСТВ НА ТУШЕНИЕ ПОЖАРА

3.1. Методика расчета сил и средств на тушение пожара

При ликвидации горения участниками боевых действий по тушению пожаров проводятся действия, непосредственно обеспечивающие прекращение горения веществ и материалов при пожаре, в том числе посредством подачи в очаг пожара огнетушащих веществ.

Для ограничения развития пожара и его ликвидации проводятся:

- своевременное сосредоточение и ввод в действие требуемого количества сил и средств;
- быстрый выход ствольщиков на боевые позиции;
- организация бесперебойной подачи огнетушащих веществ.

Количество и расход подаваемых огнетушащих веществ, необходимых для выполнения основной задачи, обуславливаются особенностями развития пожара и организации его тушения, тактическими возможностями подразделений пожарной охраны, тактико-техническими характеристиками используемой пожарной техники.

Время свободного развития пожара во многом определяет ущерб от него. Время свободного развития пожара можно определить как:

$$t_{CP} = t_{СП} + (t_{ОВ} + t_{СнВ}) + t_{СЛ} + t_{РП}, \quad (24)$$

где $t_{СП}$ – время с момента возникновения пожара до сообщения о пожаре; $t_{ОВ}$ – время обработки диспетчером вызова и подачи сигнала тревоги; $t_{СнВ}$ – время сбора и выезда пожарных по тревоге; $t_{СЛ}$ – время следования пожарных подразделений к месту пожара; $t_{РП}$ – время развертывания прибывшим подразделением.

В расчетах время $(t_{ОВ} + t_{СнВ})$, принимается равным 1 минуте.

Расчет сил и средств на тушение пожара является одним из важных элементов успешного тушения пожара, он производится:

- до пожара, при разработке планов тушения пожара, подготовке командно-штабных учений, и т.п.;
- на пожаре, непосредственно при тушении пожара;
- при разборе действий пожарных подразделений, принимавших участие в тушении рассматриваемого пожара;
- при изучении и исследовании пожара.

Порядок расчета сил и средств, необходимых для тушения пожара:

1. Определяем необходимое количество приборов тушения пожара на тушение и защиту.

2. Проверяем обеспеченность объекта водой.

При наличии противопожарного водопровода, обеспеченность объекта считается удовлетворительной, если водоотдача водопровода (таблица 14), превышает фактический расход воды для целей пожаротушения.

$$Q_{\text{вод}} \geq Q_{\text{ф}} \quad (25)$$

где $Q_{\text{вод}}$ – водоотдача водопроводной сети, л/с (таблица 14); $Q_{\text{ф}}$ – фактический расход ОВ на тушение пожара, л/с:

$$Q_{\text{ф}} = Q_{\text{ф}}^{\text{T}} + Q_{\text{ф}}^{\text{З}} \quad (26)$$

$$Q_{\text{ф}}^{\text{T}} = \sum N_{\text{СТВ}}^{\text{T}} \cdot q_{\text{СТВ}}^{\text{T}}, \quad (27)$$

$$Q_{\text{ф}}^{\text{З}} = \sum N_{\text{СТВ}}^{\text{З}} \cdot q_{\text{СТВ}}^{\text{З}}. \quad (28)$$

Таблица 14. Водоотдача водопроводных сетей

Напор в сети	Вид водопроводной сети	Диаметр труб, мм					
		100	125	150	200	250	300
		Водоотдача водопроводных сетей, л/с					
1	2	3	4	5	6	7	8
0,1 мПа	тупиковая	10	20	25	30	40	55
	кольцевая	25	40	55	65	85	115
0,2 мПа	тупиковая	14	25	30	45	55	80
	кольцевая	30	60	70	90	115	170
0,3 мПа	тупиковая	17	35	40	55	70	95
	кольцевая	40	70	80	110	145	205
0,4 мПа	тупиковая	21	40	45	60	80	110
	кольцевая	45	85	95	130	185	235

При недостатке воды повышают водоотдачу водопровода путем увеличения напора в водопроводной сети, организуют перекачку или подвоз воды с удаленных водоисточников.

3. Определяем требуемое количество пожарных автомобилей основного назначения – $N_{\text{ПА}}$, шт.:

$$N_{\text{ПА}} = \frac{Q_{\text{ф}}}{0,8 \cdot Q_{\text{н}}}, \quad (28)$$

где $Q_{\text{н}}$ – производительность насоса ПА, л/с.

4. Определяем предельное расстояние – $N_{\text{р}}^{\text{пр}}$ (в рукавах) по подаче воды к месту пожара.

Полученное предельное расстояние сравнивают с фактическим. Если расстояние от водоисточника до места пожара превышает предельное, полученное расчетным путем, – организуют перекачку или подвоз воды к месту пожара.

5. Определяем численность личного состава – $N_{л/с}$ необходимого для тушения пожара, чел:

Общую численность личного состава определяют путем суммирования числа людей, занятых на проведении различных видов действий, учитывая обстановку на пожаре и условия его тушения.

$$N_{л/с} = (\sum n_i^{л/с}) \cdot K_p, \quad (29)$$

где $n_i^{л/с}$ – количество личного состава необходимого для выполнения i -того вида работы (таблица 15); K_p – коэффициент, учитывающий резерв личного состава и сложность выполняемых работ ($K_p = 1,0 \dots 1,5$).

Ориентировочные нормативы необходимой численности личного состава для выполнения различных видов работ на пожаре приведены в таблице 15.

6. Определяем требуемое количество пожарных отделений – $N_{отд}$ для тушения пожара:

– при наличии в гарнизоне преимущественно АЦ

$$N_{отд} = \frac{N_{л/с}}{4}; \quad (30)$$

– при наличии в гарнизоне АЦ и АН (АНР)

$$N_{отд} = \frac{N_{л/с}}{5}. \quad (31)$$

По количеству отделений основного назначения, необходимых для тушения пожара, назначают номер вызова (ранг) подразделений на пожар согласно расписанию выезда (план привлечения сил и средств).

Таблица 15. Ориентировочные нормативы необходимой численности личного состава для выполнения различных видов работ на пожаре

Вид выполняемых работ	Кол-во л/с ($n_i^{л/с}$), чел,
1	2
Работа со стволом РС-50 на ровной плоскости (с земли, пола и т.д.)	1
Работа со стволом РС-50 на крыше здания	2
Работа со стволом РС-70	2...3
Работа со стволом РС-50 или РС-70 в атмосфере, непригодной для дыхания	3...4 (звено ГДЗС)
Работа с переносным лафетным стволом	3...4
Работа с воздушно-пенным стволом и генератором ГПС-600	2
Работа с генератором ГПС-2000	3...4

Продолжение таблицы 15

1	2
Установка пеноподъемника	5...6
Установка выдвижной переносной пожарной лестницы	2
Страховка выдвижной переносной пожарной лестницы после ее установки	1
Разведка в задымленном помещении	3 (звено ГДЗС)
Разведка в больших подвалах, туннелях, метро, бесфонарных зданиях и т.п.	5 (звено ГДЗС)
Спасение пострадавших из задымленного помещения и тяжелобольных	2
Спасение людей по пожарным лестницам и с помощью веревки (на участке спасения)	4...5
Работа на разветвлении и контроль за рукавной системой: – при прокладке рукавных линий в одном направлении (из расчета на одну машину) – при прокладке двух рукавных линий в противоположных направлениях (из расчета на одну машину)	1 2
Вскрытие и разборка конструкций: – выполнение действий на позиции ствола, работающего по тушению пожара (кроме ствольщика) – выполнение действий на позиции ствола, работающего по защите (кроме ствольщика) – работа по вскрытию покрытия большой площади (из расчета на один ствол, работающий на покрытии)	Не менее 2 1...2 3...4
Работа по вскрытию 1 м ² : – дощатого шпунтового или паркетного щитового пола – дощатого гвоздевого или паркетного штучного пола – оштукатуренной деревянной перегородки или подшивки потолка – металлической кровли – рулонной кровли по деревянной опалубке – утепленного сгораемого покрытия	1 1 1 1 1 1
Вскрытие деревянных стен, перегородок толщиной 0,25...0,3 м цепной электропилой	6
Вскрытие на площади 1 м ² ручным механизированным инструментом: – металлической кровли – рулонной кровли на битумной основе по деревянной обрешетке – утепленного горючего покрытия – деревянной перегородки или подшивки потолка толщиной 0,1 м – дощатого шпунтового или паркетного щитового пола – дощатого гвоздевого или паркетного штучного пола	1 5 10 3 2 1

3.2. Особенности определения формы площади пожара при переходе огня из одного помещения в другое

Основным параметром пожара, при моделировании возможной обстановки, является площадь пожара, значение которой зависит от ее формы.

Определение формы площади пожара (ФПП) является основополагающим при расчете основных геометрических параметров пожара (ОГПП), таких как: площадь пожара - S_{Π} , фронт пожара - Φ_{Π} , периметр пожара - P_{Π}).

Неправильно определенная ФПП сводит на нет все последующие действия по расчету необходимого количества сил и средств, для тушения пожара.

Форма площади пожара в помещении зависит от: размеров помещения, его конфигурации; величины линейной скорости распространения горения; продолжительности развития пожара.

В инженерных расчетах, при прогнозировании обстановки на пожаре делается допущение, что пожарная нагрузка однородная и равномерно размещена по помещениям, значение линейной скорости одинаковое во всех направлениях развития пожара.

Развитие пожара, если нет препятствий на пути его развития, происходит по всем направлениям (вектора $\vec{1} \div \vec{4}$) равномерно (см. рис. 15).

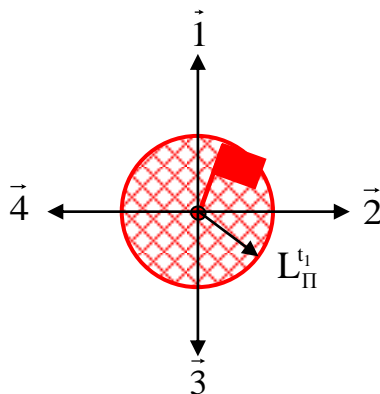


Рис. 15. Форма площади пожара – простая (круговая): L_{Π}^1 , – путь, пройденный огнем на момент времени t_1

Определение основных геометрических параметров пожара (ОГПП) для данной формы площади пожара (ФПП) не представляет особых затруднений.

При дальнейшем развитии пожара в помещении, как только огонь доходит до препятствия (в виде стены и т.п.), ФПП изменяется.

Для упрощения проведения расчета ОГПП к площади пожара добавляется приращенная площадь $\cdot S_{\text{пр}}$ (см. рис. 16а, 16б). По полученной ФПП определяются ОГПП.

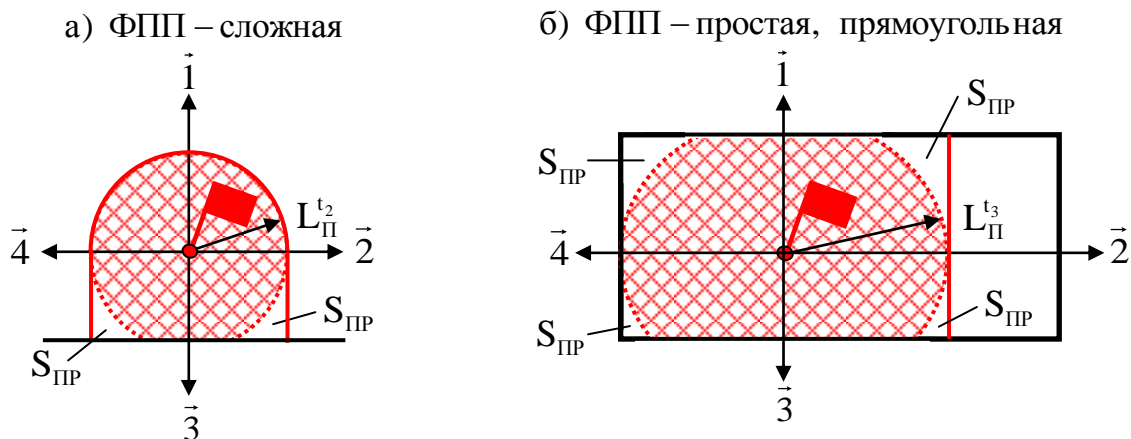


Рис. 16. Изменение ФПП в помещении при развитии пожара, $L_{\Pi}^{t_2}$, $L_{\Pi}^{t_3}$ – путь, пройденный огнем на моменты времени t_2 , t_3 ; $S_{\Pi P}$ - приращенная площадь.

Сложная ФПП разбивается на элементарные геометрические фигуры (0,5 круга, 0,25 круга; прямоугольник). Площадь пожара определяется, как сумма площадей элементарных геометрических фигур заключенных между соседними векторами.

$$S_{\Pi} = S_{12} + S_{23} + S_{34} + S_{41}. \quad (32)$$

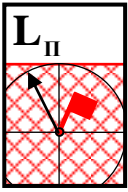
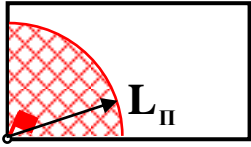
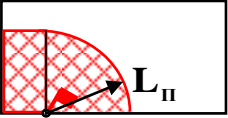
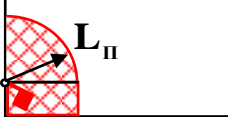
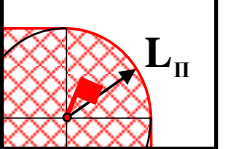
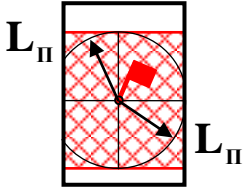
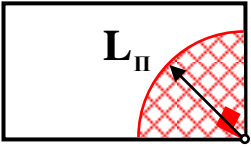
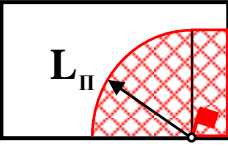
В зависимости от места возникновения пожара, величины пути, пройденного огнем за время развития пожара в помещении прямоугольной формы можно выделить 16 разновидностей ФПП (таблица 16).

В аббревиатуре формы площади пожара цифрами указаны вектора, в направлениях которых происходит развитие пожара.

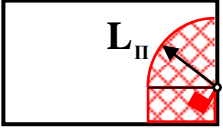
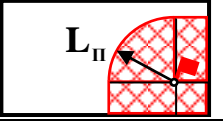
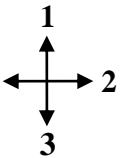
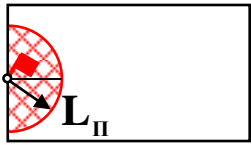
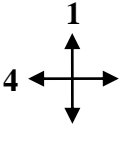
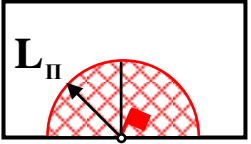
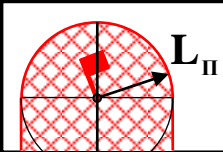
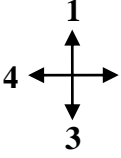
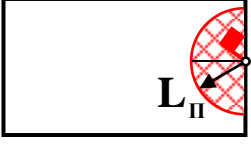
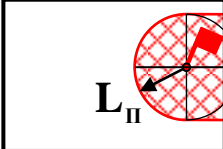
Таблица 16 Определение формы площади пожара в отдельно взятом помещении в зависимости от места возникновения пожара

Вектора, в направлении которых происходит развития пожара. ФПП	Виды форм площади пожара		Определение площади пожара в осях координат X – Y
	Простая	Сложная	
1	2	3	4
 ФПП – 0			$S_{\Pi} = S_{12} + S_{23} + S_{34} + S_{14}$ $S_{12} = (X - X_0) \cdot (Y - Y_0); S_{23} = (X - X_0) \cdot Y_0$ $S_{34} = X_0 \cdot Y_0 \quad S_{14} = X_0 \cdot (Y - Y_0)$

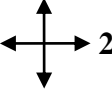
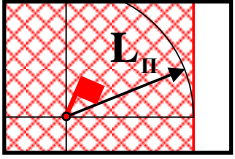
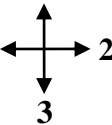
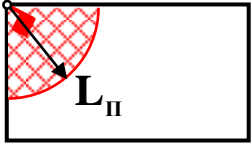

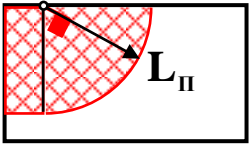

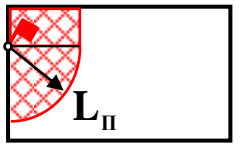

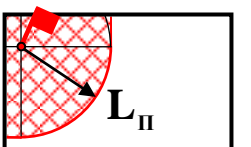
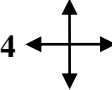

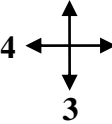
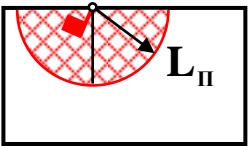
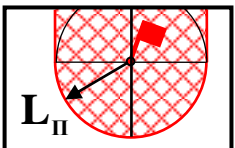
Продолжение таблицы 16

1	2	3	4
<p style="text-align: center;">1 ↑ ← → ↓</p> <p>ФПП – 1</p>			$S_{\Pi} = S_{12} + S_{23} + S_{34} + S_{14}$ $S_{12} = (X - X_0) \cdot L_{\Pi} \quad S_{23} = (X - X_0) \cdot Y_0$ $S_{34} = X_0 \cdot Y_0$ $S_{14} = X_0 \cdot L_{\Pi}$
<p style="text-align: center;">1 ↑ ← → 2 ↓</p> <p>ФПП – 12</p>			$S_{\Pi} = S_{12}$ $S_{12} = 0,25 \cdot \pi \cdot (L_{\Pi})^2$
			$S_{\Pi} = S_{12} + S_{14}$ $S_{12} = 0,25 \cdot \pi \cdot (L_{\Pi})^2$ $S_{14} = X_0 \cdot L_{\Pi}$
			$S_{\Pi} = S_{12} + S_{23}$ $S_{12} = 0,25 \cdot \pi \cdot (L_{\Pi})^2$ $S_{23} = L_{\Pi} \cdot Y_0$
			$S_{\Pi} = S_{12} + S_{23} + S_{34} + S_{14}$ $S_{12} = 0,25 \cdot \pi \cdot (L_{\Pi})^2 \quad S_{23} = L_{\Pi} \cdot Y_0$ $S_{34} = X_0 \cdot Y_0$ $S_{14} = X_0 \cdot L_{\Pi}$
<p style="text-align: center;">1 ↑ ← → ↓ 3</p> <p>ФПП – 13</p>			$S_{\Pi} = S_{12} + S_{23} + S_{34} + S_{14}$ $S_{12} = (X - X_0) \cdot L_{\Pi} \quad S_{23} = (X - X_0) \cdot L_{\Pi}$ $S_{34} = X_0 \cdot L_{\Pi}$ $S_{14} = X_0 \cdot L_{\Pi}$
			$S_{\Pi} = S_{14}$ $S_{14} = 0,25 \cdot \pi \cdot (L_{\Pi})^2$
			$S_{\Pi} = S_{12} + S_{14}$ $S_{12} = (X - X_0) \cdot L_{\Pi}$ $S_{14} = 0,25 \cdot \pi \cdot (L_{\Pi})^2$
<p style="text-align: center;">1 ↑ 4 ← → ↓</p> <p>ФПП – 14</p>			

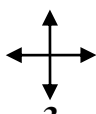
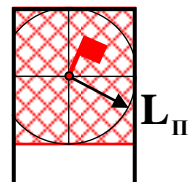
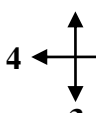
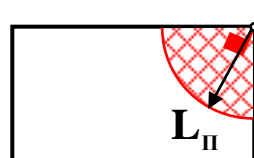
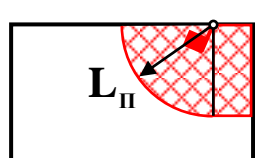
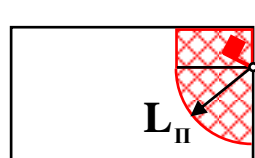
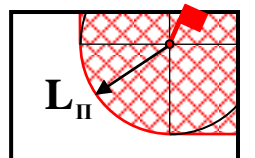
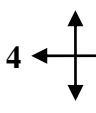
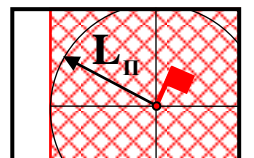
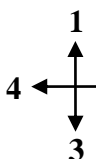
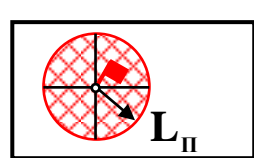
Продолжение таблицы 16

1	2	3	4
			$S_{\Pi} = S_{34} + S_{14}$ $S_{34} = 0,25 \cdot \pi \cdot (L_{\Pi})^2$ $S_{14} = L_{\Pi} \cdot Y_0$
			$S_{\Pi} = S_{12} + S_{23} + S_{34} + S_{14}$ $S_{12} = (X - X_0) \cdot L_{\Pi} \quad S_{23} = (X - X_0) \cdot Y_0$ $S_{34} = L_{\Pi} \cdot Y_0 \quad S_{14} = 0,25 \cdot \pi \cdot (L_{\Pi})^2$
 <p>ФПП – 123</p>			$S_{\Pi} = S_{12} + S_{23}$ $S_{12} = 0,25 \cdot \pi \cdot (L_{\Pi})^2$ $S_{23} = 0,25 \cdot \pi \cdot (L_{\Pi})^2$
 <p>ФПП – 124</p>			$S_{\Pi} = S_{12} + S_{23} + S_{34} + S_{14}$ $S_{12} = 0,25 \cdot \pi \cdot (L_{\Pi})^2 \quad S_{23} = 0,25 \cdot \pi \cdot (L_{\Pi})^2$ $S_{34} = X_0 \cdot L_{\Pi}$ $S_{14} = X_0 \cdot L_{\Pi}$
 <p>ФПП – 134</p>			$S_{\Pi} = S_{34} + S_{14}$ $S_{34} = 0,25 \cdot \pi \cdot (L_{\Pi})^2$ $S_{14} = 0,25 \cdot \pi \cdot (L_{\Pi})^2$
			$S_{\Pi} = S_{12} + S_{23} + S_{34} + S_{14}$ $S_{12} = (X - X_0) \cdot L_{\Pi} \quad S_{23} = (X - X_0) \cdot L_{\Pi}$ $S_{34} = 0,25 \cdot \pi \cdot (L_{\Pi})^2 \quad S_{14} = 0,25 \cdot \pi \cdot (L_{\Pi})^2$

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4
 ФПП – 2			$S_{II} = S_{12} + S_{23} + S_{34} + S_{14}$ $S_{12} = (X - X_0) \cdot L_{II} \quad S_{23} = L_{II} \cdot Y_0$ $S_{34} = X_0 \cdot Y_0 \quad S_{14} = X_0 \cdot (Y - Y_0)$
 ФПП – 23			$S_{II} = S_{23}$ $S_{23} = 0,25 \cdot \pi \cdot (L_{II})^2$
			$S_{II} = S_{23} + S_{34}$ $S_{23} = 0,25 \cdot \pi \cdot (L_{II})^2$ $S_{34} = X_0 \cdot L_{II}$
			$S_{II} = S_{12} + S_{23}$ $S_{12} = L_{II} \cdot (Y - Y_0)$ $S_{23} = 0,25 \cdot \pi \cdot (L_{II})^2$
			$S_{II} = S_{12} + S_{23} + S_{34} + S_{14}$ $S_{12} = L_{II} \cdot (Y - Y_0) \quad S_{23} = 0,25 \cdot \pi \cdot (L_{II})^2$ $S_{34} = X_0 \cdot L_{II} \quad S_{14} = X_0 \cdot (Y - Y_0)$
 ФПП – 24			$S_{II} = S_{12} + S_{23} + S_{34} + S_{14}$ $S_{12} = L_{II} \cdot (Y - Y_0) \quad S_{23} = L_{II} \cdot Y_0$ $S_{34} = L_{II} \cdot Y_0 \quad S_{14} = L_{II} \cdot (Y - Y_0)$
 ФПП – 234			$S_{II} = S_{23} + S_{34}$ $S_{23} = 0,25 \cdot \pi \cdot (L_{II})^2$ $S_{34} = 0,25 \cdot \pi \cdot (L_{II})^2$
			$S_{II} = S_{12} + S_{23} + S_{34} + S_{14}$ $S_{12} = L_{II} \cdot (Y - Y_0) \quad S_{23} = 0,25 \cdot \pi \cdot (L_{II})^2$ $S_{34} = 0,25 \cdot \pi \cdot (L_{II})^2 \quad S_{14} = L_{II} \cdot (Y - Y_0)$

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4
 3 ФПП – 3			$S_{II} = S_{12} + S_{23} + S_{34} + S_{14}$ $S_{12} = (X - X_0) \cdot (Y - Y_0)$ $S_{23} = (X - X_0) \cdot L_{II} \quad S_{34} = X_0 \cdot L_{II}$ $S_{14} = X_0 \cdot (Y - Y_0)$
 4 3 ФПП – 34			$S_{II} = S_{34}$ $S_{34} = 0,25 \cdot \pi \cdot (L_{II})^2$
			$S_{II} = S_{23} + S_{34}$ $S_{23} = (X - X_0) \cdot L_{II}$ $S_{34} = 0,25 \cdot \pi \cdot (L_{II})^2$
			$S_{II} = S_{34} + S_{14}$ $S_{34} = 0,25 \cdot \pi \cdot (L_{II})^2$ $S_{14} = L_{II} \cdot (Y - Y_0)$
			$S_{II} = S_{12} + S_{23} + S_{34} + S_{14}$ $S_{12} = (X - X_0) \cdot (Y - Y_0)$ $S_{23} = (X - X_0) \cdot L_{II}$ $S_{34} = 0,25 \cdot \pi \cdot (L_{II})^2 \quad S_{14} = L_{II} \cdot (Y - Y_0)$
 4 3 ФПП – 4			$S_{II} = S_{12} + S_{23} + S_{34} + S_{14}$ $S_{12} = (X - X_0) \cdot (Y - Y_0)$ $S_{23} = (X - X_0) \cdot Y_0$ $S_{34} = L_{II} \cdot Y_0 \quad S_{14} = L_{II} \cdot (Y - Y_0)$
 1 4 2 3 ФПП – 1234			$S_{II} = S_{12} + S_{23} + S_{34} + S_{14}$ $S_{12} = 0,25 \cdot \pi \cdot (L_{II})^2; S_{23} = 0,25 \cdot \pi \cdot (L_{II})^2;$ $S_{34} = 0,25 \cdot \pi \cdot (L_{II})^2; S_{14} = 0,25 \cdot \pi \cdot (L_{II})^2.$

В здании при развитии пожара переход огня из одного помещения в другое, в основном, происходит через дверные проемы. В соответствии с

принятыми положениями (изменение ФПП в развитии пожара) при проведении расчетов по определению ОГПП расстояние от очага пожара до дверного проема (R_d) не есть прямая, соединяющая очаг пожара с центром дверного проема.

За расстояние от очага пожара до центра дверного проема принимается максимальное значение из двух величин.

$$\begin{aligned} R_d^x &= |X_0 - X_d| \\ R_d^y &= |Y_0 - Y_d| \end{aligned} \quad (33)$$

где R_d^x – расстояние от очага пожара до центра дверного проема по оси X, м;
 R_d^y – расстояние от очага пожара до центра дверного проема по оси Y, м;
 X_d, Y_d – координаты центра дверного проема, м; X_0, Y_0 – координаты очага пожара, м.

Путь, пройденный огнем, вышедшим за пределы дверного проема, можно определить как

$$L_{\Pi}^d = L_{\Pi} - R_d, \quad (34)$$

$L_{\Pi}^d < 0$ - огонь не дошел до дверного проема.

$L_{\Pi}^d = 0$ - огонь дошел до дверного проема, но не вышел за его пределы.

$L_{\Pi}^d > 0$ - огонь вышел за пределы дверного проема.

Задача.

Размеры помещения 16 x 10 м; координаты очага пожара (4;2); путь, пройденный огнем за время развития пожара $L_{\Pi} = 10$ м; координаты дверных проемов: Д1 (0;5); Д2 (12;10); Д3 (16;4); Д4 (6;0).

Требуется:

– определить путь пройденный огнем, вышедший за пределы дверных проемов при условии, что дверные проемы ведут в смежные помещения.

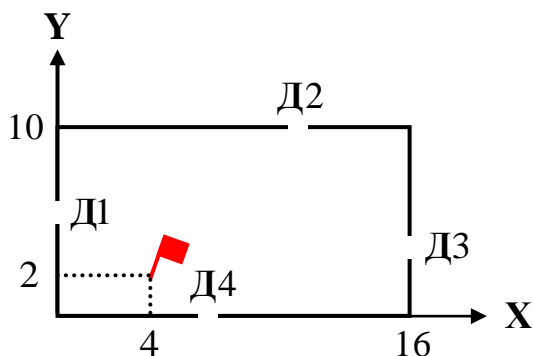


Рис. 17. Расположение дверных проемов в помещении

Решение

1. Определяем расстояния от очага пожара до дверных проемов:

- дверной проем Д1

$$R_{Д1}^X = |X_0 - X_{Д1}| = |4 - 0| = 4 \Rightarrow R_{Д1} = 4 \text{ м};$$

$$R_{Д1}^Y = |Y_0 - Y_{Д1}| = |2 - 5| = 3$$

- дверной проем Д2

$$R_{Д2}^X = |X_0 - X_{Д2}| = |4 - 12| = 8 \Rightarrow R_{Д2} = 8 \text{ м};$$

$$R_{Д2}^Y = |Y_0 - Y_{Д2}| = |2 - 10| = 8 \Rightarrow R_{Д2} = 8 \text{ м};$$

- дверной проем Д3

$$R_{Д3}^X = |X_0 - X_{Д3}| = |4 - 16| = 12 \Rightarrow R_{Д3} = 12 \text{ м};$$

$$R_{Д3}^Y = |Y_0 - Y_{Д3}| = |2 - 4| = 2$$

- дверной проем Д4

$$R_{Д4}^X = |X_0 - X_{Д4}| = |4 - 6| = 2 \Rightarrow R_{Д4} = 2 \text{ м}$$

$$R_{Д4}^Y = |Y_0 - Y_{Д4}| = |2 - 0| = 2 \Rightarrow R_{Д4} = 2 \text{ м}$$

2. Определяем путь, пройденный огнем через дверной проем, при условии, что дверной проем ведет в смежное помещение, а не на улицу:

- дверной проем Д1

$$L_{П}^{Д1} = L_{П} - R_{Д1} = 10 - 4 = 6 \text{ м} \Rightarrow \text{огонь вышел за пределы Д1}$$

- дверной проем Д2

$$L_{П}^{Д2} = L_{П} - R_{Д2} = 10 - 8 = 2 \text{ м} \Rightarrow \text{огонь вышел за пределы Д2};$$

- дверной проем Д3

$$L_{П}^{Д3} = L_{П} - R_{Д3} = 10 - 12 \leq 0 \Rightarrow \text{огонь не дошел до Д3};$$

- дверной проем Д4

$$L_{П}^{Д4} = L_{П} - R_{Д4} = 10 - 2 = 8 \text{ м} \Rightarrow \text{огонь вышел за пределы Д4.}$$

При определении ФПП в смежном помещении следует исходить из того, что огонь в смежное помещение прошел через дверной проем, следовательно, для смежного помещения очаг пожара как бы переместился в центр дверного проема.

При подготовке к проведению пожарно-тактических учений на различных объектах, деловых игр, составлении документов предварительного планирования, таких как разработка оперативных планов тушения пожара, определение ФПП, расчет ОГПП проводится по каждому помещению, где происходит горение отдельно.

В основном, для принятия решения на расстановку сил и средств по тушению пожара рассчитывают S_{Π} и Φ_{Π} .

На рисунке 18 представлен алгоритм поэтапного расчета ОГПП в здании из нескольких помещений.

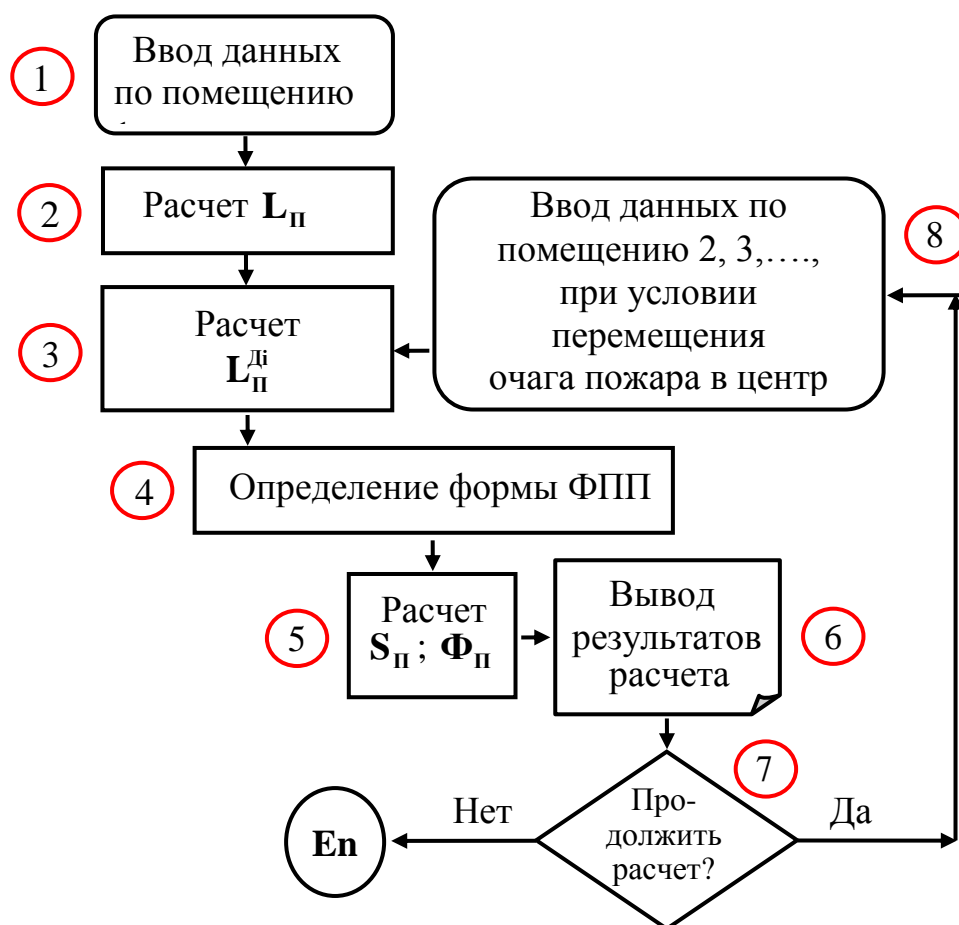


Рис. 18. Алгоритм расчета ОГПП в здании из нескольких помещений

Перед проведением расчетов по определению ОГПП необходимо в здании пронумеровать все помещения, начиная с помещения, где находится очаг пожара.

Рассмотрим детально работу отдельных блоков.

Блок 1. Ввод данных по помещению, в котором находится очаг пожара (помещение № 1)

- размеры помещения - длина по оси X, ширина по оси Y (X; Y);

- координаты очага пожара по оси X, по оси Y ($X_0; Y_0$);
- количество дверных проемов, соединяющих соседние помещения (k);
- координаты дверных проемов по оси X, по оси Y ($X_{дi}; Y_{дi}$).

Блок 2. Расчет пути, пройденного огнем от очага пожара, за время развития пожара (L_{Π})

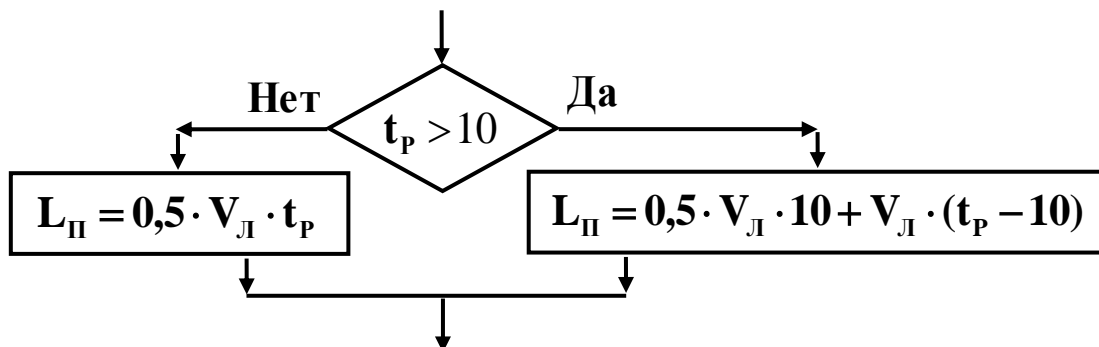


Рис. 19. Алгоритм расчета ОГПП в здании из нескольких помещений

Блок 3. Расчет пути, пройденного огнем через дверной проем в соседнее помещение ($L_{\Pi}^{дi}$)

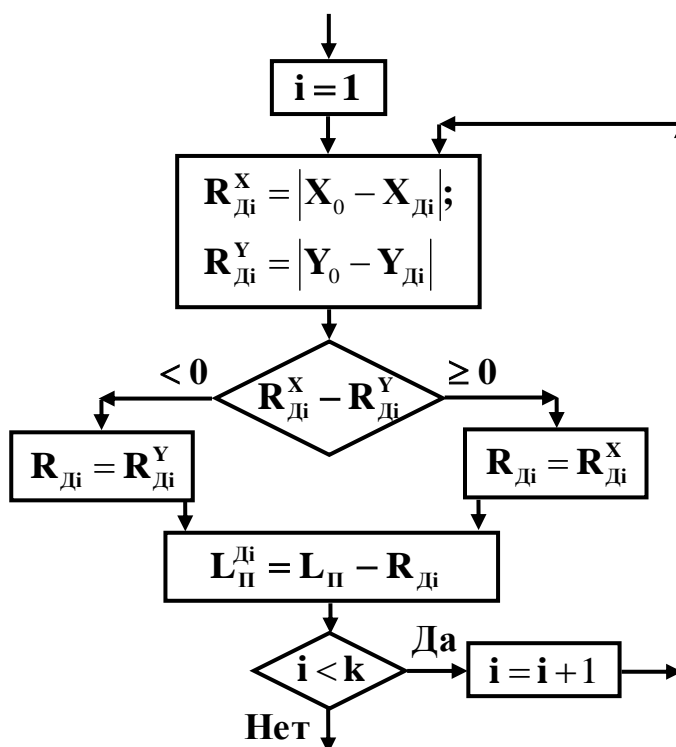


Рис. 20. Алгоритм расчета ОГПП в здании из нескольких помещений: где k – количество дверных проемов.

Блок 4. Определение формы площади пожара

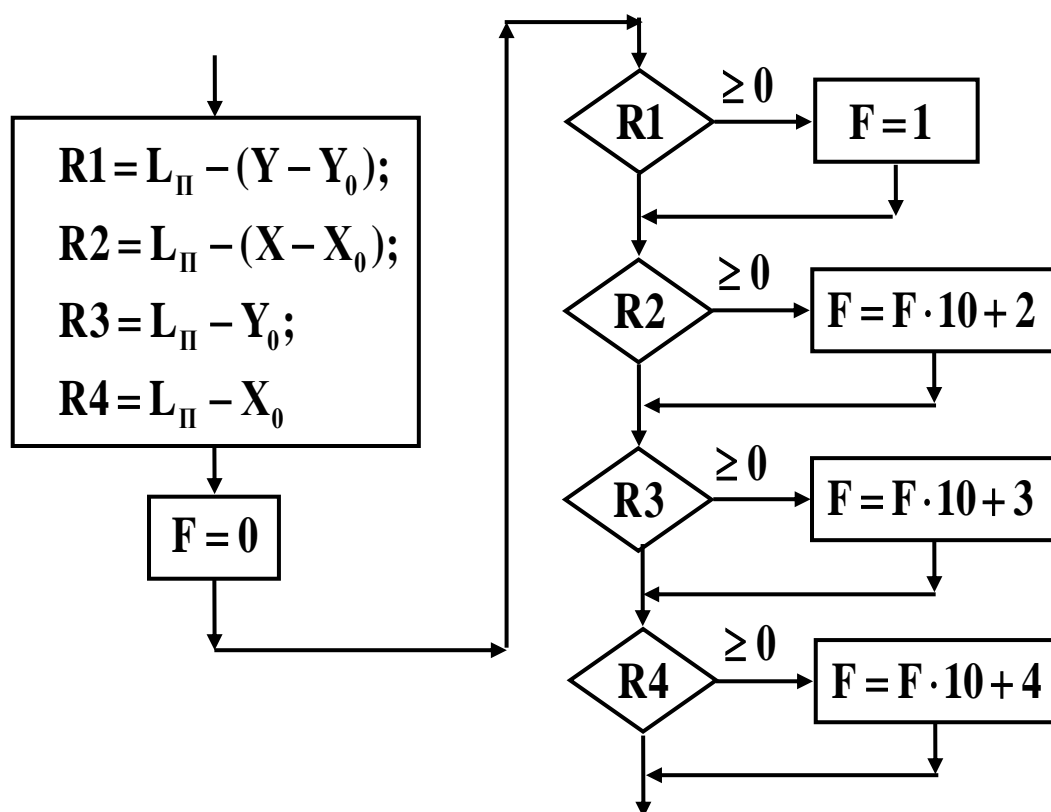
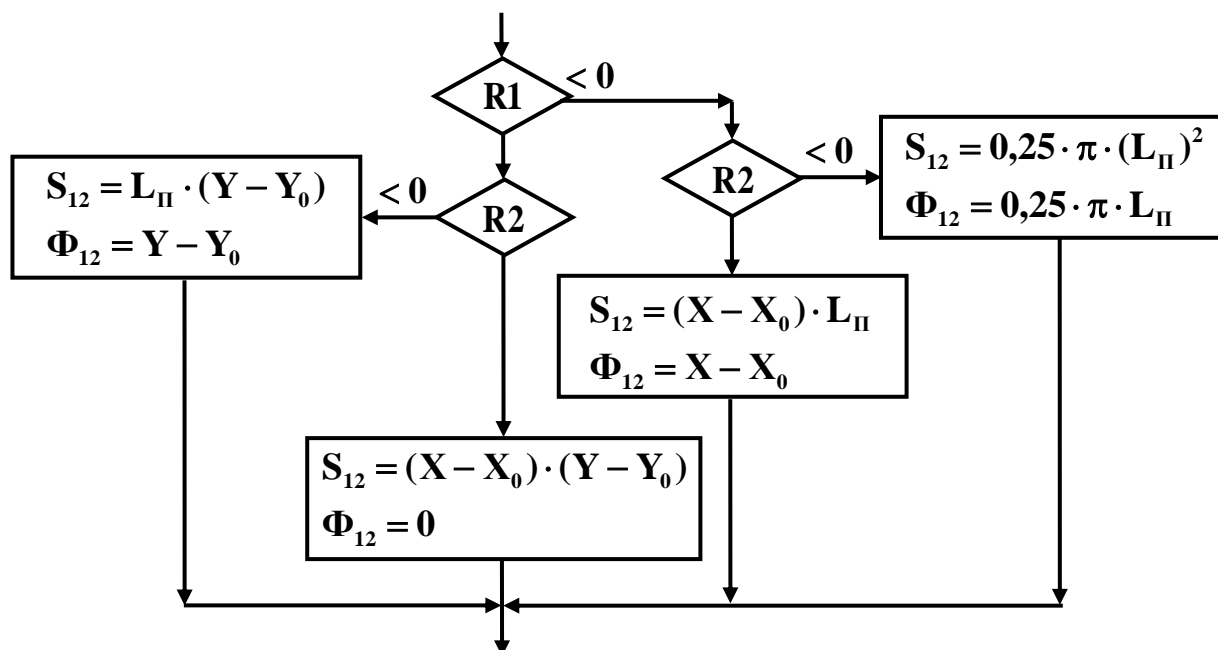
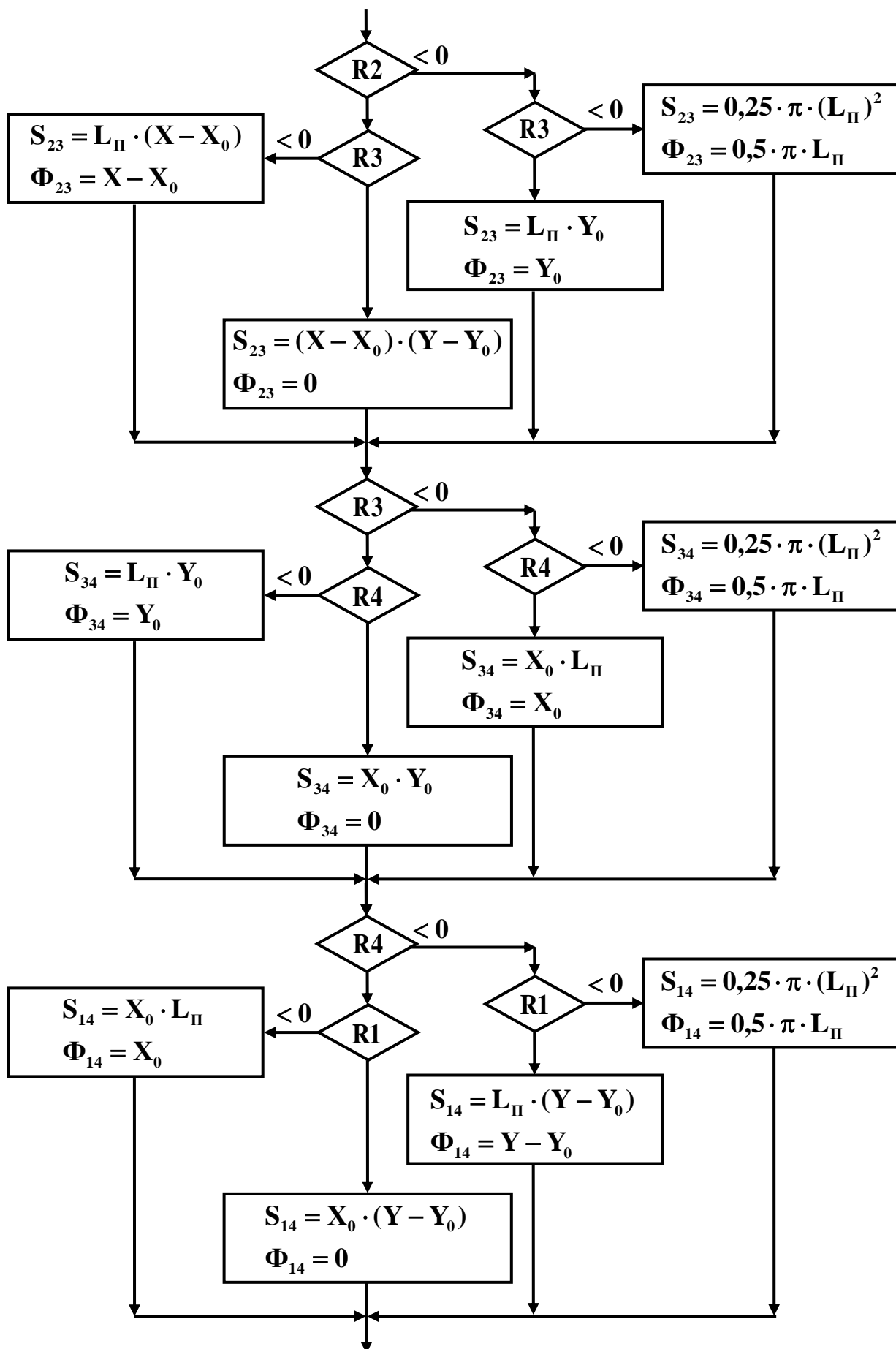


Рис. 21. Алгоритм расчета ОГПП в здании из нескольких помещений: где F – форма площади пожара; R1, R2, R3, R4 – расстояния от очага до препятствия (стены) по соответствующим векторам.

Блок 5. Расчет геометрических параметров пожара (S_{12} , Φ_{12})





$$S_{\Pi} = S_{12} + S_{23} + S_{34} + S_{14}$$

$$\Phi_{\Pi} = \Phi_{12} + \Phi_{23} + \Phi_{34} + \Phi_{14}$$

Блок 6. Вывод результатов расчета

Таблица 17. Результаты расчета

Помещение	№	= ____	
Время развития пожара	t_p	= ____	мин.;
Линейная скорость распространения горения	$V_{л}$	= ____	м/мин.;
Путь, пройденный огнем	L_{Π}	= ____	м;
Форма площади пожара	F	= ____	
Площадь пожара	S_{Π}	= ____	м ² ;
Фронт пожара	Φ_{Π}	= ____	м;
Путь, пройденный огнем через i-тый дверной проем	$L_{\Pi}^{дi}$	= ____	м.

Блок 7. Выбор продолжения проведения расчета

При значениях $L_{\Pi}^{дi} > 0$, что означает переход огня через i-тый дверной проем в смежное помещение, расчет ОГПП рекомендуется продолжить.

Блок 8. Ввод данных по смежному помещению, в которое проник огонь через дверной проем

- № помещения;
- размеры помещения – длина по оси X, ширина по оси Y (X; Y);
- координаты очага пожара по оси X, по оси Y ($X_0; Y_0$), полагая, что очаг пожара находится в центре дверного проема, через который произошло дальнейшее распространение пожара;
- путь, пройденный огнем через дверной проем ($L_{\Pi}^{дi}$);
- количество дверных проемов, соединяющих соседние помещения (k);
- координаты дверных проемов по оси X, по оси Y ($X_{дi}; Y_{дi}$).

На конкретном примере покажем пример расчета ОГПП.

Дано:

Пожар произошел на предприятии по производству фанеры (см. рис. 22).

Пожарная нагрузка однородная и размещена равномерно по площади помещения. Линейная скорость распространения пожара – $V_{л} = 1.5$ м/мин.

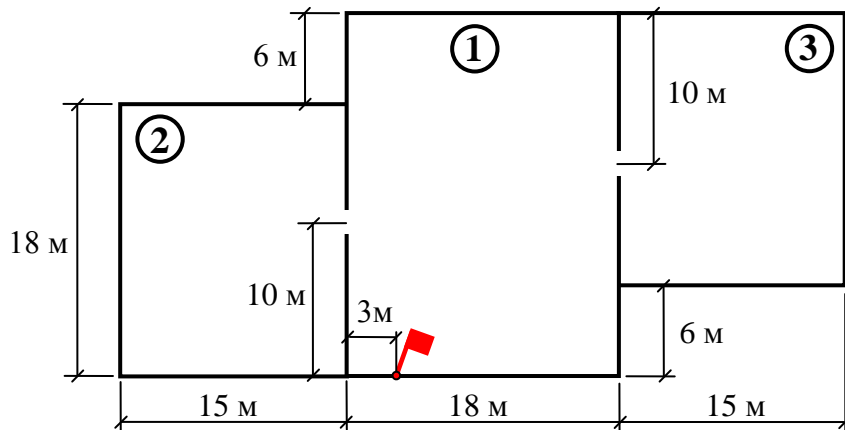


Рис. 22. План цеха с местом возникновения пожара

Требуется:

- определить ОГПП ($S_{\text{П}}$, $\Phi_{\text{П}}$) на 18-ой минуте его развития;
- выполнить схему развития пожара.

Решение:

1. Помещение 1.

1.1. Ввод данных по помещению 1 (см. рис.22).

- размеры помещения (18; 24) м;
- координаты очага пожара (3; 0) м;
- количество дверных проемов, соединяющих соседние помещения ($k = 2$);
- координаты дверных проемов: Д1 – (0; 10) м; Д2 – (18; 14) м.

Таблица 18. Результаты расчета

Помещение	№	= 1	
Время развития пожара	t_{P}	= 18	мин.;
Линейная скорость распространения горения	$V_{\text{Л}}$	= 1,5	м/мин.;
Путь, пройденный огнем	$L_{\text{П}}$	= 19,5	м;
Форма площади пожара	F	= 1	
Площадь пожара	$S_{\text{П}}$	= 351	м ² ;
Фронт пожара	$\Phi_{\text{П}}$	= 18	м;
Путь, пройденный огнем через 1-ый дверной проем	$L_{\text{П}}^{\text{Д1}}$	= 9,5	м.
Путь, пройденный огнем через 2-ой дверной проем	$L_{\text{П}}^{\text{Д2}}$	= 4,5	м.

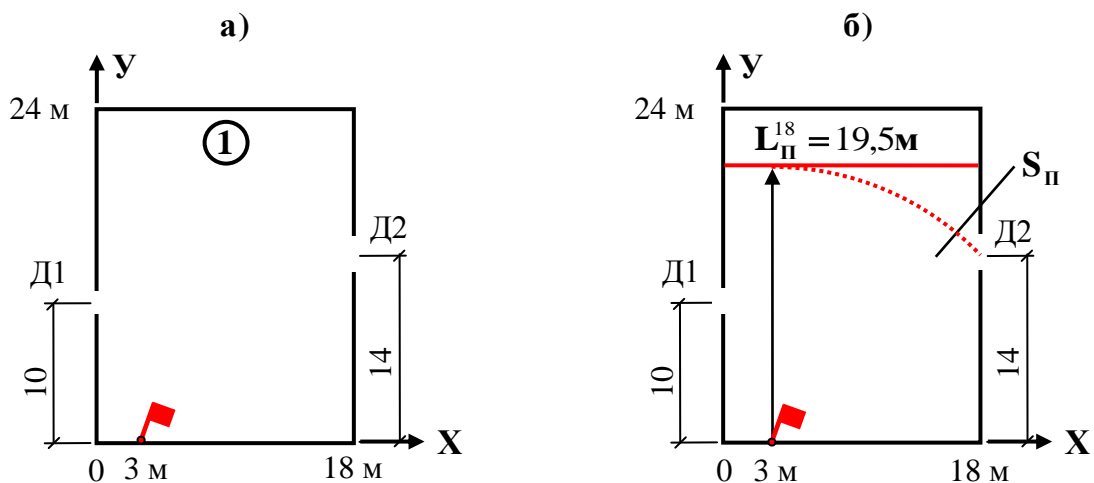


Рис. 23. Графическое представление данных по помещению 1: а) по вводу; б) результатам расчета

2. Помещение 2.

2.1. Ввод данных по помещению 2.

- размеры помещения (15; 18) м;
- координаты очага пожара (15; 10) м;
- количество дверных проемов, соединяющих соседние помещения ($k = 0$);

Таблица 19. Результаты расчета

Помещение	№	= 2	
Время развития пожара	t_p	= 18	мин.;
Линейная скорость распространения горения	$V_{л}$	= 1,5	м/мин.;
Путь, пройденный огнем	$L_{п}$	= 9,5	м;
Форма площади пожара	F	= 34	
Площадь пожара	$S_{п}$	= 147	м ² ;
Фронт пожара	$\Phi_{п}$	= 23	м;

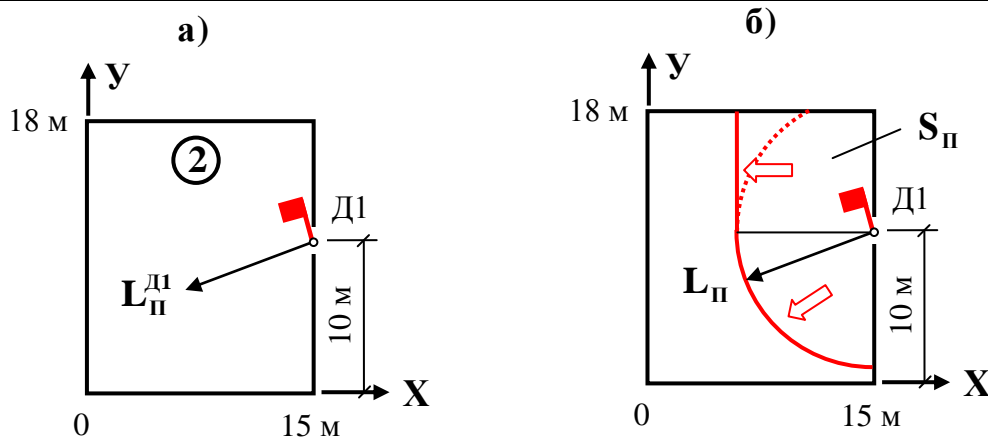


Рис. 24. Графическое представление данных по помещению 2: а) по вводу; б) результатам расчета

3. Помещение 3.

3.1. Ввод данных по помещению 3.

- размеры помещения (15; 18) м;
- координаты очага пожара (0; 8) м;
- количество дверных проемов, соединяющих соседние помещения (k = 0).

Таблица 20. Результаты расчета

Помещение	№	= 3	
Время развития пожара	t_p	= 18	мин.;
Линейная скорость распространения горения	$V_{л}$	= 1,5	м/мин.;
Путь, пройденный огнем	$L_{п}$	= 4,5	м;
Форма площади пожара	F	= 123	
Площадь пожара	$S_{п}$	= 32	м ² ;
Фронт пожара	$\Phi_{п}$	= 15	м;

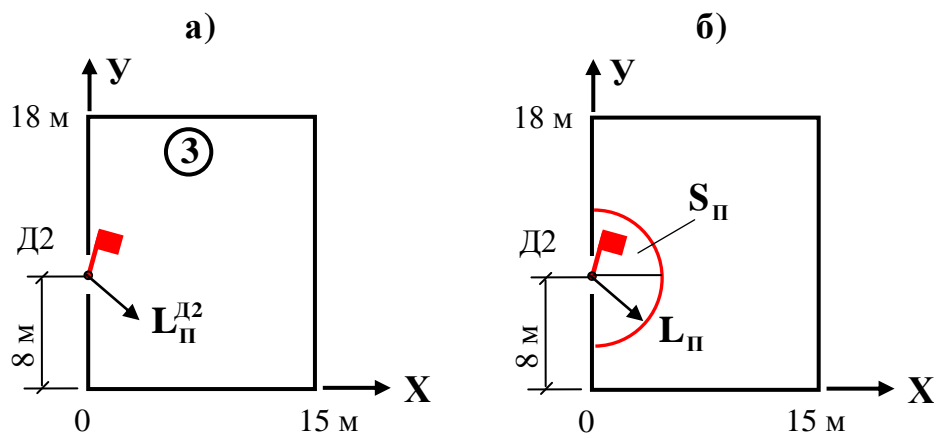


Рис. 25. Графическое представление данных по помещению 3: а) по вводу; б) результатам расчета

По результатам проведенного расчета развития пожара в помещениях определяется суммарная площадь пожара, фронт пожара. На план объекта наносится сложившаяся обстановка.

$$S_{п}^{18} = S_{п1} + S_{п2} + S_{п3} = 351 + 147 + 32 = 530 \text{ м}^2$$

$$\Phi_{п}^{18} = \Phi_{п1} + \Phi_{п2} + \Phi_{п3} = 18 + 23 + 15 = 56 \text{ м}$$

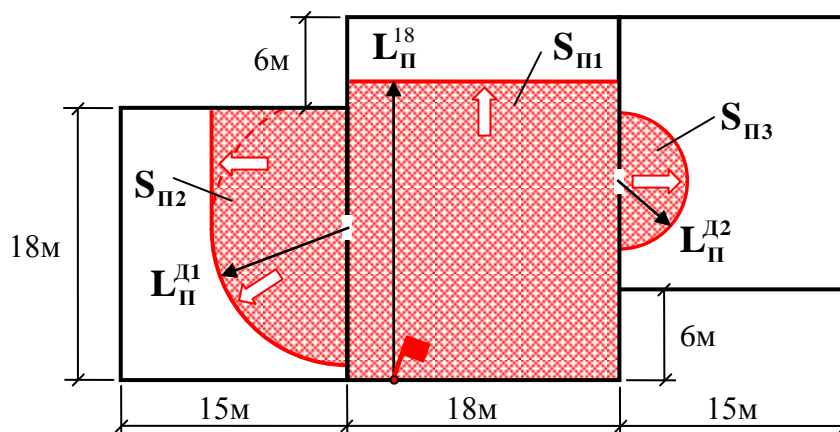


Рис. 26. Обстановка на пожаре на 18-й минуте на предприятии по производству фанеры

На основе анализа сложившейся обстановки на пожаре принимается решение о направлении ввода сил и средств на тушение пожара, рассчитывается площадь тушения пожара, выбирается тип приборов тушения пожара (стволов), рассчитывается их количество и т.д.

Расчет сил и средств, необходимых для тушения пожара производится в соответствии с общепринятыми методиками.

Приведенная методика определения ФПП, пути пройденного огнем до дверного проема, пути, пройденного огнем, вышедшим за пределы дверного проема в смежное помещение, позволяет относительно просто и достоверно: выполнить схему развития пожара на конкретный момент времени; рассчитать ОГПП для оценки сложившейся обстановки с последующим проведением расчета сил и средств на тушение пожара.

3.3. Варианты заданий для расчета необходимого количества сил и средств на тушение пожаров в зданиях различного назначения

При решении задач по тушению пожара по данным, изложенным в задании необходимо:

1. Произвести расчет требуемого количества сил и средств на момент введения первых средств тушения (привлекаемые силы и средства, противопожарное водоснабжение принимаются по табл. 3.8, 3.9). При определении основных параметров пожара линейную скорость распространения горения (табл. 1.1) принимать по максимальному ее значению.

2. Выполнить схему тушения пожара первыми прибывшими подразделениями.

3. Номер варианта соответствует номеру задачи.

Задача № 1

Характеристика здания.

Здание детского сада двухэтажное, III С.О. – стены и перегородки кирпичные, перекрытия с пустотами, строительные конструкции чердачного помещения деревянные, кровля шиферная. Основной пожарной нагрузкой на этажах здания является сгораемая отделка помещений. и мебель.

Обстановка на пожаре.

Пожар возник на первом этаже в кухне. В окнах первого этажа видны отблески пламени и дым. Дверные проемы открыты. Обслуживающий персонал проводит эвакуацию детей.

Временные параметры:

- время возникновения пожара – $t_B = 18$ ч. 15 мин.;
- время обнаружения и сообщения о пожаре – $t_{СП} = 1$ мин.;
- время разветывания – $t_{РПВ-1} = 2$ мин.

Линейная скорость распространения горения – $V_{л} = 1,5$ м/мин.

Привлекаемые силы и средства, противопожарное водоснабжение – по варианту № 1 (таблица 22; 23).

Требуется:

На момент подачи огнетушащих средств первым подразделением:

- определить форму пожара и его геометрические параметры, показать их на плане этажа;
- произвести расчет сил и средств;
- выполнить схему расстановки сил и средств.

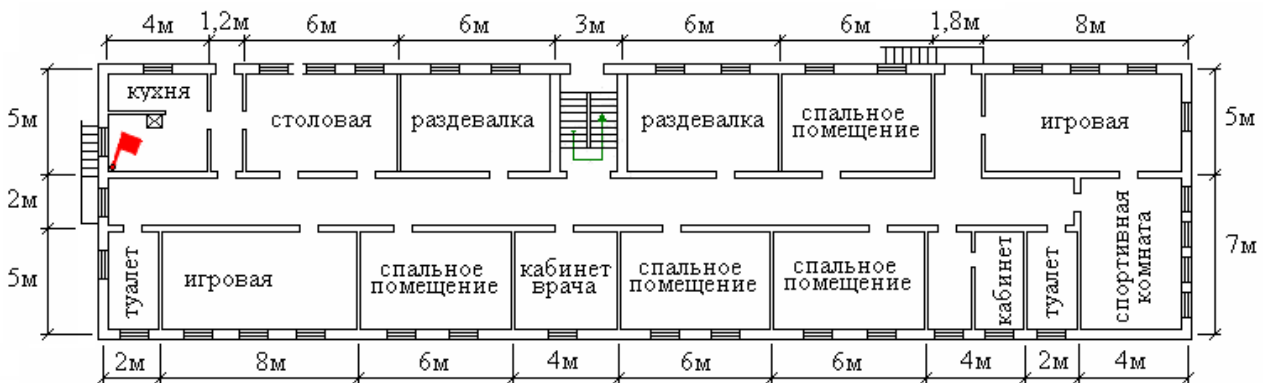


Рис. 27. Объект пожара

Задача № 2

Характеристика здания:

Здание гостиницы 7-и этажное, II С.О. – стены и перегородки кирпичные, перекрытия и покрытие выполнены из железобетонных плит, кровля рубероидная на битумной мастике. Основной пожарной нагрузкой на этажах здания является сгораемая отделка помещений и мебель в номерах.

Обстановка на пожаре:

Пожар возник в 219 номере второго этажа. В окна видны отблески пламени и дым. Дверные проемы открыты. Обслуживающий персонал проводит эвакуацию проживающих.

Временные параметры:

- время возникновения пожара – $t_{\text{В}} = 12 \text{ ч. } 20 \text{ мин.}$;
- время обнаружения и сообщения о пожаре – $t_{\text{СП}} = 4 \text{ мин.}$;
- время развертывания подразделения – $t_{\text{ПП-1}} = 2 \text{ мин.}$

Линейная скорость распространения горения – $V_{\text{Л}} = 1,3 \text{ м/мин.}$

Привлекаемые силы и средства, противопожарное водоснабжение – по варианту № 2 (таблица 22; 23).

Требуется:

На момент подачи огнетушащих средств первым подразделением:

- определить форму пожара и его геометрические параметры, показать их на плане этажа;
- произвести расчет сил и средств;
- выполнить схему расстановки сил и средств.

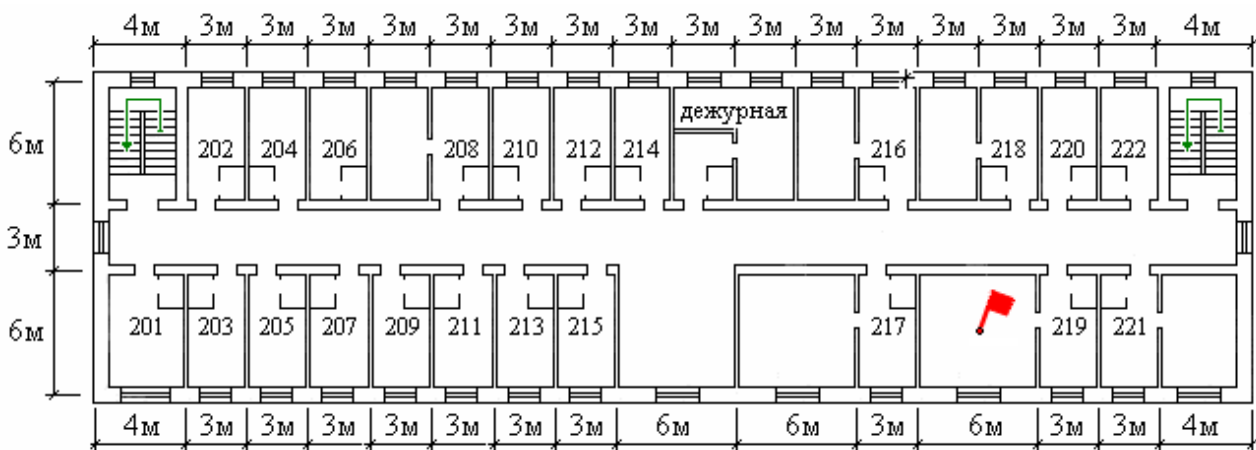


Рис. 28. Объект пожара

Задача № 3

Характеристика здания:

Здание столовой двухэтажное, II С.О. – стены и перегородки кирпичные, перекрытия и покрытие выполнены из железобетонных плит, кровля рубероидная на битумной мастике.

Обстановка на пожаре:

Пожар возник на первом этаже в гардеробной. В окнах видны отблески пламени и дым. Дверные проемы открыты.

Временные параметры:

- время возникновения пожара – $t_{\text{В}} = 11 \text{ ч. } 30 \text{ мин.};$
- время обнаружения и сообщения о пожаре – $t_{\text{СП}} = 2 \text{ мин.};$
- время развертывания подразделения – $t_{\text{РП-1}} = 2 \text{ мин.}$

Линейная скорость распространения горения – $V_{\text{Л}} = 1,1 \text{ м/мин.}$

Привлекаемые силы и средства, противопожарное водоснабжение – по варианту № 3 (таблица 22; 23).

Требуется:

На момент подачи огнетушащих средств первым подразделением:

- определить форму пожара и его геометрические параметры, показать их на плане этажа;
- произвести расчет сил и средств;
- выполнить схему расстановки сил и средств.

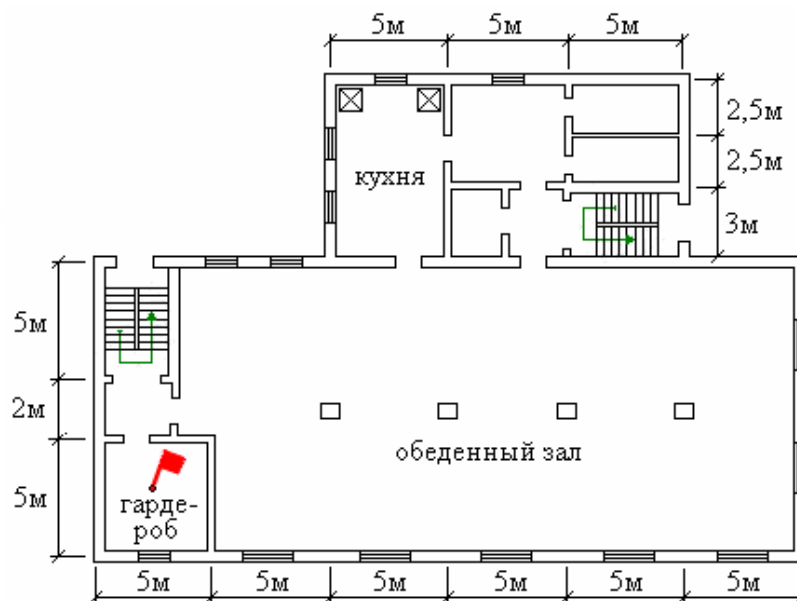


Рис. 29. Объект пожара

Задача № 4

Характеристика здания:

Здание общежития трехэтажное коридорного типа, III С.О. – с трудногорючими перегородками и перекрытиями. Кровля металлическая по деревянной обрешетке, выход на чердак с лестничных клеток.

Обстановка на пожаре:

Пожар возник на третьем этаже.

Из окон третьего этажа идет дым, видны отблески пламени.

Временные параметры:

– время возникновения пожара – $t_{\text{В}} = 22 \text{ ч. } 20 \text{ мин.};$

– время обнаружения и сообщения о пожаре – $t_{\text{СП}} = 5 \text{ мин.};$

– время развертывания подразделения – $t_{\text{ПП-1}} = 3 \text{ мин.}$

Линейная скорость распространения горения – $V_{\text{Л}} = 1,2 \text{ м/мин.}$

Привлекаемые силы и средства, противопожарное водоснабжение – по варианту № 4 (таблица 22; 23).

Требуется:

На момент подачи огнетушащих средств первым подразделением:

– определить форму пожара и его геометрические параметры, показать их на плане этажа;

– произвести расчет сил и средств;

– выполнить схему расстановки сил и средств.

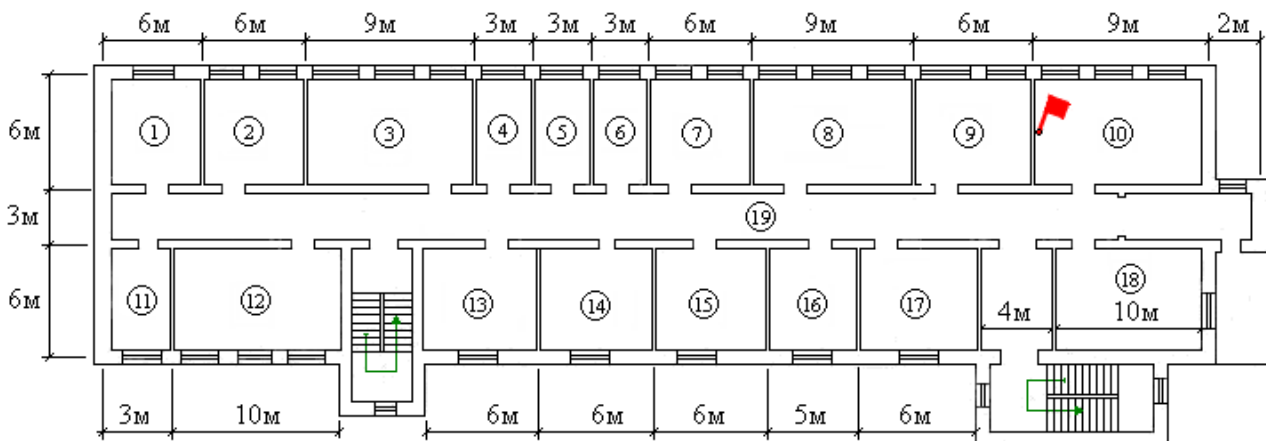


Рис. 30. Объект пожара

Задача № 5

Характеристика объекта:

Здание гаража одноэтажное, кирпичное, высотой 12 м. Покрытие – металлический профилированный настил со сгораемым утеплителем. В здании имеется зона стоянки автомобилей и зона ремонта.

Обстановка на пожаре:

Из ворот зоны ремонта выходит густой черный дым.

Временные параметры:

– время возникновения пожара – $t_{\text{В}} = 16 \text{ ч. } 10 \text{ мин.}$;

– время обнаружения и сообщения о пожаре – $t_{\text{СП}} = 5 \text{ мин.}$;

– время развертывания подразделения – $t_{\text{ПП-1}} = 2 \text{ мин.}$

Линейная скорость распространения горения – $V_{\text{Л}} = 1 \text{ м/мин.}$

Привлекаемые силы и средства, противопожарное водоснабжение – по варианту № 5 (таблица 22; 23).

Требуется:

На момент подачи огнетушащих средств первым подразделением:

– определить форму пожара и его геометрические параметры, показать их на плане этажа;

– произвести расчет сил и средств;

– выполнить схему расстановки сил и средств.

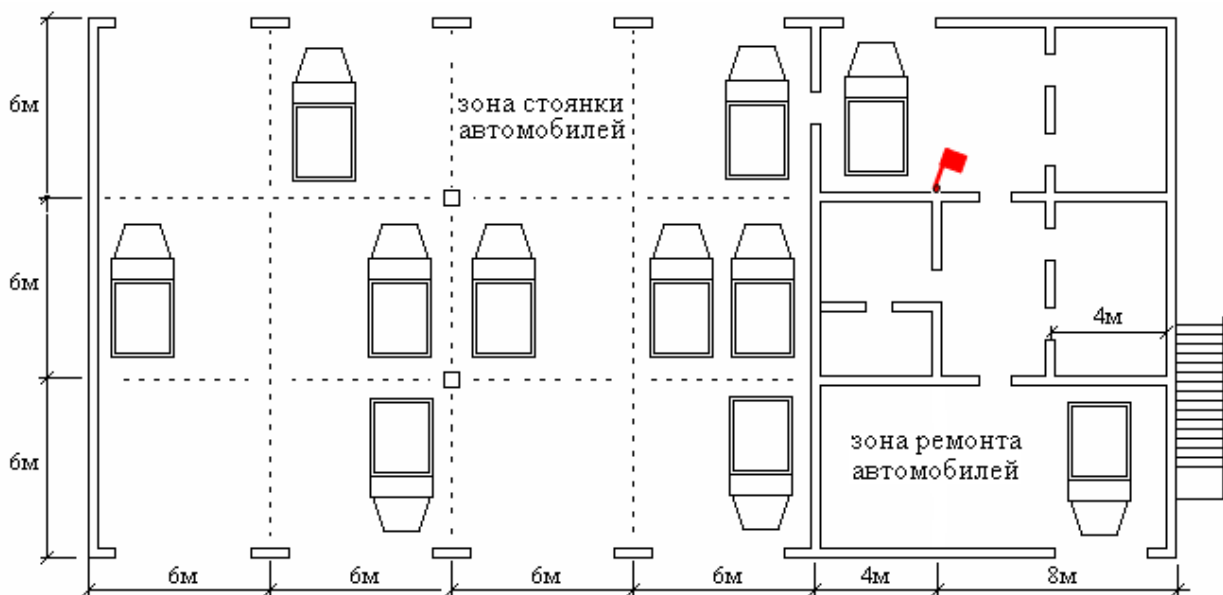


Рис. 31. Объект пожара

Задача № 6

Характеристика здания:

Здание спортшколы двухэтажное, II С.О. – стены и перегородки кирпичные, перекрытия и покрытие выполнены из железобетонных плит, кровля рубероидная на битумной мастике.

Обстановка на пожаре:

Пожар возник в кабинете на первом этаже. В окнах этажа видны отблески пламени и дым. Дверные проемы открыты.

Временные параметры:

- время возникновения пожара – $t_{\text{В}} = 10 \text{ ч. } 40 \text{ мин.}$;
- время обнаружения и сообщения о пожаре – $t_{\text{СП}} = 3 \text{ мин.}$;
- время развертывания подразделения – $t_{\text{РП-1}} = 2 \text{ мин.}$

Линейная скорость распространения горения – $V_{\text{Л}} = 1 \text{ м/мин.}$

Привлекаемые силы и средства, противопожарное водоснабжение – по варианту № 6 (таблица 22; 23).

Требуется:

На момент подачи огнетушащих средств первым подразделением:

- определить форму пожара и его геометрические параметры, показать их на плане этажа;
- произвести расчет сил и средств;
- выполнить схему расстановки сил и средств.

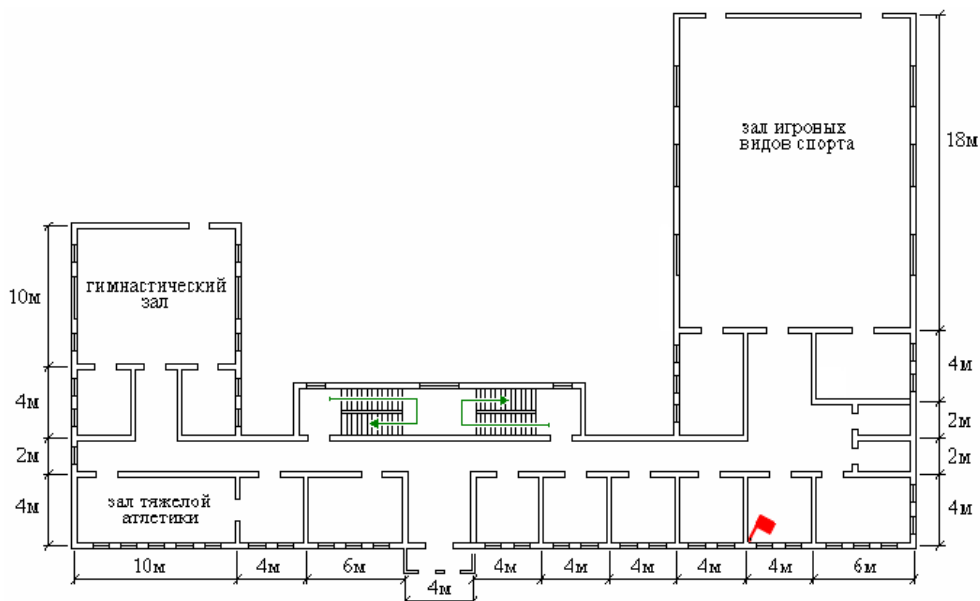


Рис. 32. Объект пожара

Задача № 7

Характеристика объекта:

Склад красок находится на территории торгового предприятия. Здание склада одноэтажное, II С.О., размером 30 х 12 м. Стены и перегородки кирпичные, покрытие совмещенное железобетонное. Склад разделен на отсеки, в которых хранятся краски и моющие средства в бумажной упаковке.

Обстановка на пожаре:

Из центральных ворот склада красок № 2 выходит дым, видны отблески пламени. Создалась угроза распространения пожара в соседние помещения.

Временные параметры:

- время возникновения пожара – $t_{\text{В}} = 14 \text{ ч. } 35 \text{ мин.};$
- время обнаружения и сообщения о пожаре – $t_{\text{СП}} = 4 \text{ мин.};$
- время развертывания подразделения – $t_{\text{РП-1}} = 2 \text{ мин.}$

Линейная скорость распространения горения – $V_{\text{Л}} = 1,2 \text{ м/мин.}$

Привлекаемые силы и средства, противопожарное водоснабжение – по варианту № 7 (таблица 22; 23).

Требуется:

На момент подачи огнетушащих средств первым подразделением:

- определить форму пожара и его геометрические параметры, показать их на плане этажа;
- произвести расчет сил и средств;
- выполнить схему расстановки сил и средств.

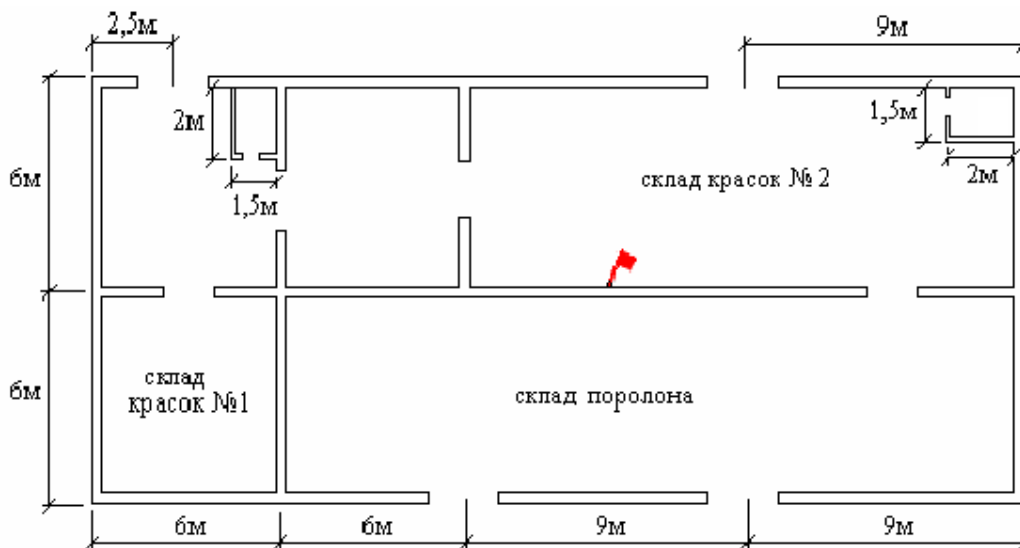


Рис. 33. Объект пожара

Задача № 8

Характеристика здания:

Подвал расположен в здании 9-и этажного жилого дома II С.О.
Надподвальное перекрытие выполнено из железобетонных плит.

Обстановка на пожаре:

Пожар в помещении водомерного узла. Из окон подвального помещения выходит густой дым. Жители первого этажа покидают квартиры.

Временные параметры:

- время возникновения пожара – $t_{\text{В}} = 22$ ч. 45 мин.;
- время обнаружения и сообщения о пожаре – $t_{\text{СП}} = 3$ мин.;
- время развертывания подразделения – $t_{\text{ПП-1}} = 3$ мин.

Линейная скорость распространения горения – $V_{\text{Л}} = 1,1$ м/мин.

Привлекаемые силы и средства, противопожарное водоснабжение – по варианту № 8 (таблица 22; 23).

Требуется:

На момент подачи огнетушащих средств первым подразделением:

- определить форму пожара и его геометрические параметры, показать их на плане этажа;
- произвести расчет сил и средств;
- выполнить схему расстановки сил и средств.

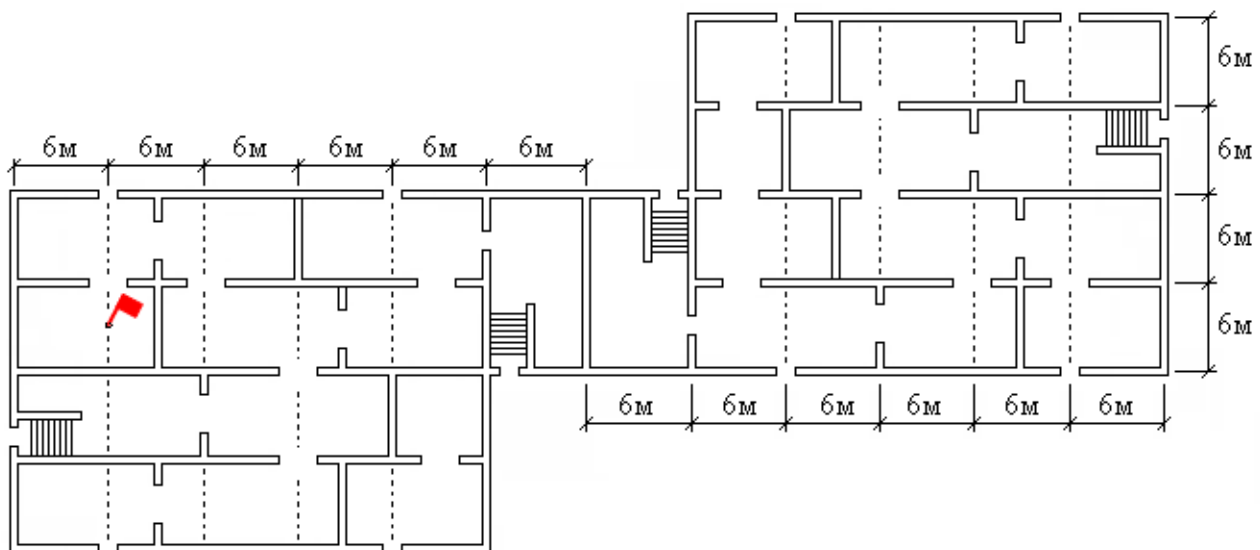


Рис. 34. Объект пожара

Задача № 9

Характеристика объекта:

Предприятие по изготовлению мебели. Здание одноэтажное, II С.О., высотой – 12 м, стены кирпичные, покрытие выполнено из железобетонных плит, кровля рубероидная на битумной мастике. В цехах предприятия ведется обработка древесины и изготовление мебели.

Обстановка на пожаре:

Пожар возник в цехе сборки мебели. Из дверей цеха выходит густой дым, в окнах видны отблески пламени.

Временные параметры:

- время возникновения пожара – $t_{\text{В}} = 15 \text{ ч. } 50 \text{ мин.};$
- время обнаружения и сообщения о пожаре – $t_{\text{СП}} = 3 \text{ мин.};$
- время развертывания подразделения – $t_{\text{РП-1}} = 2 \text{ мин.}$

Линейная скорость распространения горения – $V_{\text{Л}} = 1,4 \text{ м/мин.}$

Привлекаемые силы и средства, противопожарное водоснабжение – по варианту № 9 (таблица 22; 23).

Требуется:

На момент подачи огнетушащих средств первым подразделением:

- определить форму пожара и его геометрические параметры, показать их на плане этажа;
- произвести расчет сил и средств;
- выполнить схему расстановки сил и средств.

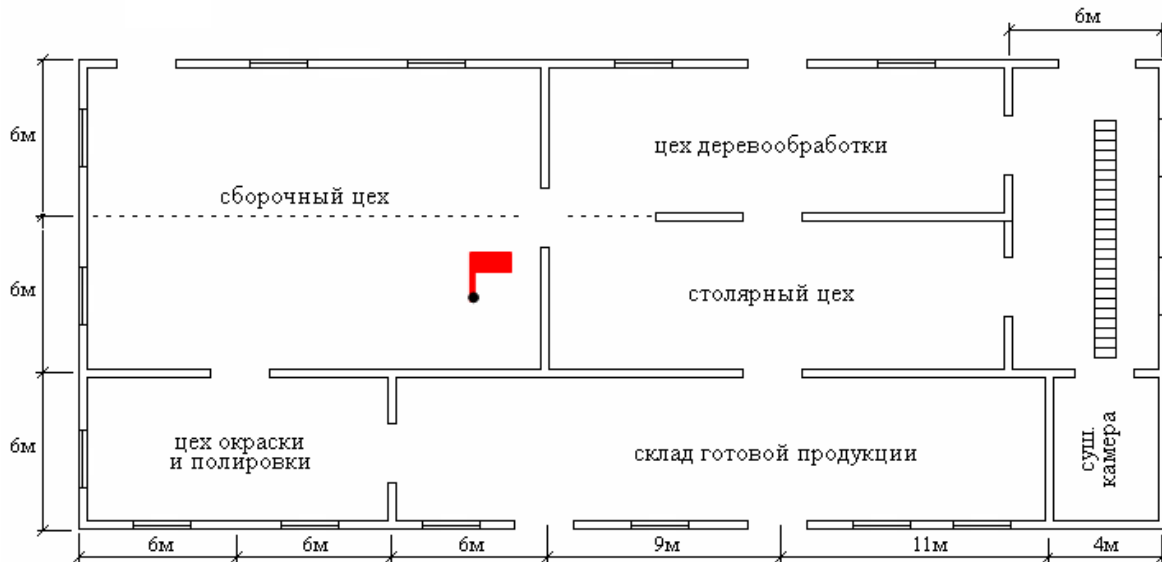


Рис. 35. Объект пожара

Задача № 10

Характеристика здания:

Здание детского санатория двухэтажное, II С.О. – стены и перегородки кирпичные, плиты перекрытия железобетонные. В здании одновременно может находиться 120 детей и 25 человек обслуживающего персонала.

Обстановка на пожаре:

Пожар возник на первом этаже в кабинете врача. В окнах первого этажа видны отблески пламени и дым. Дверные проемы открыты. Обслуживающий персонал проводит эвакуацию детей с этажей здания.

Временные параметры:

- время возникновения пожара – $t_B = 13$ ч. 00 мин.;
- время обнаружения и сообщения о пожаре – $t_{СП} = 2$ мин.;
- время развертывания подразделения – $t_{РП-1} = 2$ мин.

Линейная скорость распространения горения – $V_{л} = 0,9$ м/мин.

Привлекаемые силы и средства, противопожарное водоснабжение – по варианту № 10 (таблица 22; 23).

Требуется:

На момент подачи огнетушащих средств первым подразделением:

- определить форму пожара и его геометрические параметры, показать их на плане этажа;
- произвести расчет сил и средств;
- выполнить схему расстановки сил и средств.



Рис. 36. Объект пожара

Таблица 21. Выписка из расписания выезда подразделений на пожары

№	Подразделения, выезжающие по номеру вызова №1	t _{сл} , мин
1	ПСЧ – 1: АЦ 3-40(4326), АЦ-40(131)137, АКП-30	11
2	ПСЧ – 2: АЦ-40(131)137, АНР-40(130)127А, АЛ –30(131)	7
3	ПСЧ – 3: АЦ-4-40, АНР-40 (130Е)127	6
4	ПСЧ – 4: АЦ 2,5-40(433), АНР-40(130)127А	6
5	ПСЧ – 5: АЦ 3,0-40(433104), АНР-40-800, АЛ-30(131)	8
6	ПСЧ – 6: АЦ 2,5-40(433362), АЦ 3-40(4326), АНР-40-1400, АКП-30	9
7	ПСЧ – 7: АЦ 3-40/4(4325), АНР-40(130Е)127	8
8	ПСЧ – 8: АЦ 2,5-40(131Н), АНР-40(130)127А, АЛ -30(131)	8
9	ПСЧ – 9: АЦ 2,5-40(433440), АЦ-40(131)137, АНР-40-800	6
10	ПСЧ – 10: АЦ 1,0-4/400(5301), АЦ 3-40/4(4325)	9

Таблица 22. Схемы противопожарного водоснабжения

№ варианта	Схема водоснабжения
1	
2	
3	

Продолжение таблицы 22

1	2
4	
5	
6	
7	

Продолжение таблицы 22

1	2
8	
9	
10	

3.4. Пример решения задачи по тушению пожара

Задача.

Характеристика здания. Здание общежития трехэтажное коридорного типа, II С.О. – стены и перегородки кирпичные, перекрытия и покрытие выполнены из железобетонных плит, кровля рубероидная на битумной мастике.

Основной пожарной нагрузкой на этажах здания является отделка коридоров, мебель и бытовая техника в помещениях. Здание оборудовано автоматической системой пожарной сигнализации и громкоговорящей связью на случай возникновения пожара.

Обстановка на пожаре:

Пожар возник на третьем этаже в помещении кухни от короткого замыкания электроплиты (см. рис. 37). Из окон третьего этажа идет дым, видны отблески пламени.

Временные параметры:

Время возникновения пожара – 19 ч. 10 мин.

Время обнаружения и сообщения о пожаре $t_{СП} = 6$ мин.

Время разворачивания подразделения к месту пожара – $t_{РП-1} = 2$ мин.

Силы и средства:

Привлекаемые силы и средства принять по варианту № 1, противопожарное водоснабжение – по варианту № 4 (таблица 22; 23).

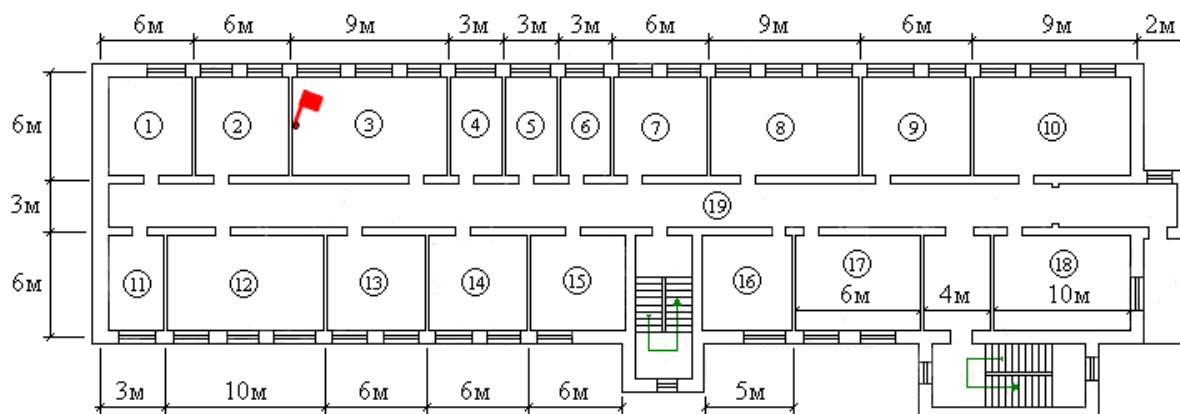


Рис. 37. План 3-го этажа здания общежития: 1 – прачечная; 2, 7-10, 13-18 – комнаты для проживания; 4-6 – комнаты обслуживающего персонала; 11 – туалетная комната; 12 – комната отдыха.

Требуется:

На момент подачи огнетушащих средств первым подразделением:

- произвести расчет необходимого количества сил и средств;
- выполнить схему тушения пожара первым прибывшим подразделением.

Решение:

1. Прогнозирование параметров пожара на момент прибытия 1-го РТП.

1.1. Определяем время развития пожара до введения первых стволов на его тушение.

$$t_{СР} = t_{СП} + (t_{ОВ} + t_{СнВ}) + t_{СЛ-1} + t_{РП-1} = 6 + 1 + 11 + 2 = 20 \text{ (мин.)},$$

1.2. Определяем путь, пройденный огнем за время свободного развития пожара $t_{СР} = 20$ мин.:

$$L_{п}^{20} = 0,5 \cdot V_{л} \cdot 10 + V_{л} \cdot (t_{СР} - 10) = 0,5 \cdot 0,8 \cdot 10 + 0,8 \cdot (20 - 10) = 12 \text{ (м)},$$

где $V_{л} = 0,8$ м/мин. – линейная скорость распространения горения (таблица 1).

1.3. Определяем форму развития пожара.

На схему, выполненную в масштабе, наносим путь, пройденный огнем за время равное 20 мин. Форма площади пожара сложная (рисунок 38).

На рис. 38 «а» показаны расстояния до центра дверных проемов.

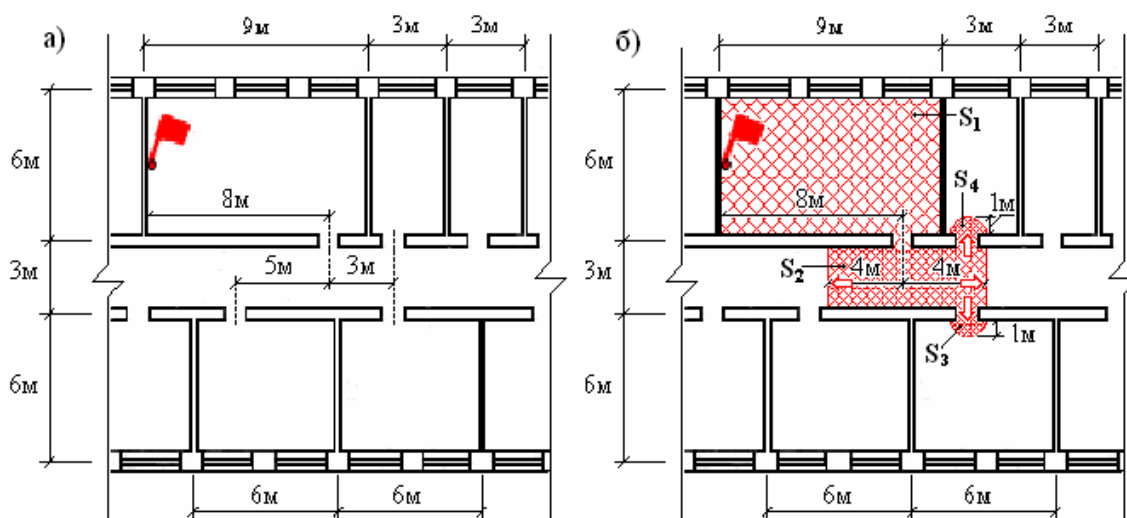


Рис. 38. Схема развития пожара на 20-й минуте

1.4. Определяем площадь пожара на 20-й минуте его развития:

$$S_{\text{п}}^{20} = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 = 6 \cdot 9 + 3 \cdot 8 + 0,5 \cdot \pi \cdot 1^2 + 0,5 \cdot \pi \cdot 1^2 = 81,1 \text{ (м}^2\text{)}$$

1.5. Расчет сил и средств 1-м РТП.

1.5.1. Определяем требуемый расход воды на тушение пожара.

$$Q_{\text{тр}}^{\text{T}} = S_{\text{T}} \cdot I_{\text{тр}} = 81,1 \cdot 0,06 = 4,9 \text{ (л/с)},$$

где $I_{\text{тр}} = 0,06 \text{ л/(м}^2 \cdot \text{с)}$ – требуемая интенсивность подачи воды на тушение пожара (таблица 3); $S_{\text{T}} = S_{\text{п}}$ – площадь тушения пожара принимается равной площади пожара т.к. помещения на этаже коридорного типа имеют небольшие размеры.

1.5.2. Определяем требуемое количество стволов на тушение пожара и защиту помещений.

Тушения пожара будем производить стволами РСК–50.

Стволы на тушение:

$$N_{\text{ств}}^{\text{T}} = \frac{Q_{\text{тр}}^{\text{T}}}{q_{\text{ств}}} = \frac{4,9}{3,5} = 1,4 \Rightarrow 2 \text{ (ствола РСК–50)},$$

где $q_{\text{ств}} = 3,5 \text{ л/с}$ – расход ствола РС–50 (таблица 5, при напоре у ствола $H_{\text{ств}} = 0,35 \text{ мПа}$).

Из тактических соображений принимаем дополнительно четыре ствола РСК–50 для подачи воды через оконные проемы. Таким образом, количество стволов на тушение составляет: $N_{\text{ств}}^T = 2 + 4 = 6$ (стволов РСК–50).

Стволы на защиту (из тактических соображений).

Один ствол РСК – 50 на защиту ниже расположенного этажа (2-го).

1.5.3. Проверяем обеспеченность объекта огнетушащими веществами.

$$Q_{\text{вод}} = 110 \text{ л/с} > Q_{\text{ф}} = 24,5 \text{ л/с},$$

где $Q_{\text{вод}} = 110$ л/с – водоотдача водопроводной сети, л/с (таблица 14); $Q_{\text{ф}}$ – фактический расход ОВ на тушение пожара, л/с:

$$Q_{\text{ф}} = Q_{\text{ф}}^T + Q_{\text{ф}}^3 = 21 + 3,5 = 24,5 \text{ (л/с)},$$

$$Q_{\text{ф}}^T = \sum N_{\text{ств}}^T \cdot q_{\text{ств}} = 6 \cdot 3,5 = 21 \text{ (л/с)},$$

$$Q_{\text{ф}}^3 = \sum N_{\text{ств}}^3 \cdot q_{\text{ств}} = 1 \cdot 3,5 = 3,5 \text{ (л/с)}.$$

Водоснабжение удовлетворительное.

1.5.4. Определяем требуемое количество пожарных автомобилей основного назначения:

$$N_{\text{ПА}} = \frac{Q_{\text{ф}}}{0,8 \cdot Q_{\text{н}}} = \frac{24,5}{0,8 \cdot 40} = 0,8 \Rightarrow 1 \text{ (ПА)},$$

где $Q_{\text{н}} = 40$ л/с – производительность насоса АЦ–40(131)137.

Для возможной эвакуации людей с 3-го этажа дополнительно вызываем АЛ-30(131).

1.5.5. Определяем численность личного состава (таблица 15):

$$N_{\text{л/с}} = (\sum n_i^{\text{л/с}}) \cdot K_{\text{р}},$$

где (2·3) чел. – 2 звена ГДЗС на тушение пожара; (1·3) чел. – звено ГДЗС с резервным стволом на защиту 2-го этажа; (3·1) чел. – 3 поста безопасности; (4·2) чел. – установка 4-х выдвижных пожарных лестниц для тушения пожара через оконные проемы и возможной эвакуации людей; (2·1) чел. – работа на разветвлениях (2 разветвления); $K_{\text{р}} = 1,2$ – резерв личного состава с учетом возможного нахождения в общежитии большого количества проживающих.

$$N_{\text{л/с}} = (2 \cdot 3 + 1 \cdot 3 + 3 \cdot 1 + 4 \cdot 2 + 2 \cdot 1) \cdot 1,2 = 26,4 \Rightarrow 27 \text{ (чел.)}.$$

1.5.6. Определяем требуемое количество пожарных отделений:

$$N_{\text{отд}} = \frac{N_{\text{л/с}}}{5} = \frac{27}{5} = 5,4 \Rightarrow 6 \text{ (отд.)}.$$

Вывод: Сил и средств по вызову № 1 недостаточно, необходимо их привлечение по вызову №2.

1.5.7. Выполняем схему тушения пожара первыми прибывшими подразделениями (см. рис. 39).

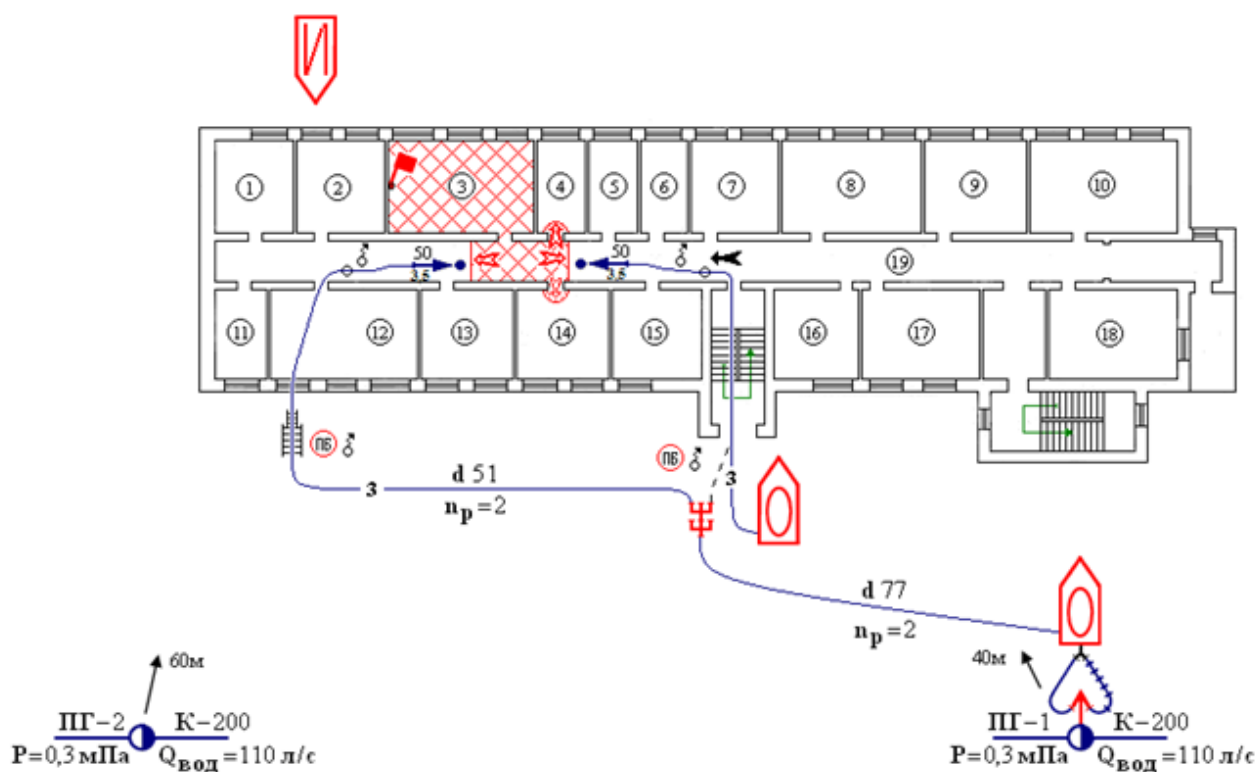


Рис. 39 Схема расстановки сил и средств РТП – 1

ГЛАВА 4. ТУШЕНИЕ ПОЖАРОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ В РЕЗЕРВУАРАХ И РЕЗЕРВУАРНЫХ ПАРКАХ

4.1. Расчет сил и средств на тушение пожаров в вертикальных стальных резервуарах

Пожар в резервуаре в большинстве случаев начинается со взрыва паровоздушной смеси. Развитие пожара зависит от:

- места возникновения;
- размеров очага горения;
- устойчивости конструкции резервуара;
- климатических и метеорологических условий;
- оперативности действий персонала предприятия;
- работы систем противопожарной защиты;
- времени прибытия пожарных подразделений.

Первоочередной задачей при тушении пожаров в вертикальных стальных резервуарах (РВС) является организация охлаждения горящего и соседних резервуаров водой.

Первые стволы подаются на охлаждение горящего резервуара по всей длине окружности его стенки, затем, на охлаждение соседних резервуаров, по длине полуокружности, обращенной к горящему резервуару.

Минимальные расстояния между резервуарами, расположенными в одной группе даны в Приложении 6.

Интенсивность подачи воды на охлаждение резервуаров принимается по таблице 24.

Охлаждение РВС объемом 5000 м³ и более целесообразно производить лафетными стволами. Охлаждение соседних резервуаров начинается с того, который находится с подветренной стороны горящего. Предусматривается подача одного лафетного ствола для защиты дыхательной арматуры на соседнем резервуаре, находящемся с подветренной стороны от горящего.

Геометрические характеристики резервуаров приведены в таблице 25.

Таблица 23. Нормативные интенсивности подачи воды на охлаждение

Способ орошения	Интенсивность подачи воды на охлаждение, л/с на метр длины окружности резервуара типа РВС		
	горящего	не горящего (соседнего)	при пожаре в обваловании
1	2	3	4
Стволами от передвижной пожарной техники	0,8	0,3	1,2
Для колец орошения: – при высоте РВС 12 м и менее – при высоте РВС более 12 м	0,5 0,75	0,2 0,3	1,0 1,1

Таблица 24. Геометрические характеристики резервуаров

№ п/п	Тип резервуара	Высота резервуара, м	Диаметр резервуара, м	Площадь зеркала горения, м	Периметр резервуара, м
1	2	3	4	5	6
1.	PBC-1000	9	12	120	39
2.	PBC-2000	12	15	181	48
3.	PBC-3000	12	19	283	60
4.	PBC-5000 ₁	12	23	408	72
5.	PBC-5000 ₂	15	21	344	65
4.	PBC-10000 ₁	12	34	918	107
7.	PBC-10000 ₂	18	29	637	89
8.	PBC-15000	12	40	1250	126
10.	PBC-15000	18	34	918	107
11.	PBC-20000	12	46	1632	143
12.	PBC-20000	18	40	1250	125
13.	PBC-30000	12	47	1764	149
14.	PBC-30000	18	46	1632	143
15.	PBC-50000	18	61	2892	190

Количество стволов на охлаждение резервуаров определяется расчетом.

На охлаждение горящего резервуара должно быть не менее трех стволов, для охлаждения не горящего резервуара – не менее двух стволов.

Перед проведением пенной атаки на месте пожара создается трехкратный запас пенообразователя при нормативном времени тушения пожара 15 мин., сосредотачивается необходимое количество сил и средств. Предусматривается подача лафетных или ручных стволов для защиты пеноподающей техники при проведении пенной атаки и дыхательной арматуры резервуаров.

Пенная атака проводится одновременно всеми расчетными средствами до полного прекращения горения. Подача пены продолжается не менее 5 минут после прекращения горения для предупреждения повторного воспламенения горючей жидкости.

В таблице 26 приведены нормативные интенсивности подачи раствора пенообразователя для тушения нефти и нефтепродуктов в резервуарах.

Таблица 25. Интенсивность подачи раствора пенообразователя для тушения пожаров в резервуарах

Вид нефтепродукта	Нормативная интенсивность подачи раствора пенообразователя, л/(с м ²)	
	Фторированные пенообразователи	Пенообразователи общего назначения
1	2	3
Нефть и нефтепродукты с $T_{всп} = 28^{\circ}\text{C}$ и ниже, ГЖ, нагретые выше $T_{всп}$	0,05	0,08
Нефть и нефтепродукты с $T_{всп} > 28^{\circ}\text{C}$	0,05	0,05
Стабильный газовый конденсат	0,12	0,30
Бензин, керосин, дизельное топливо, полученное из газового конденсата	0,10	0,15

Если по истечении 15 минут от начала проведения пенной атаки при подаче пены сверху на поверхность горючей жидкости интенсивность горения не снижается, подача пены прекращается до выяснения причин.

Порядок расчета сил и средств на тушение пожаров в вертикальных стальных резервуарах.

1. Определяем необходимое количество водяных стволов на охлаждение горящего резервуара – $N_{охл}^{\Gamma}$:

$$N_{охл}^{\Gamma} = \frac{P_{\Gamma} \cdot I_{гр}^{\Gamma}}{q_{ств}}, \quad (33)$$

где P_{Γ} – периметр горящего резервуара, м (таблица 24); $I_{гр}^{\Gamma}$ – требуемая интенсивность подачи воды для охлаждения горящего резервуара, л/(с·м) (таблица 26); $q_{ств}$ – расход воды из одного ручного (лафетного) пожарного ствола, л/с (таблица 5).

2. Определяем необходимое количество стволов на охлаждение соседнего резервуара – $N_{охл}^c$:

$$N_{охл}^c = \frac{0,5 \cdot P_c \cdot I_{гр}^c}{q_{ств}}, \quad (34)$$

где P_c – периметр соседнего резервуара, м (таблица 25); $I_{тр}^c$ – требуемая интенсивность подачи воды для охлаждения соседнего резервуара, л/(с·м), (таблица 24).

Расчет стволов производится отдельно для каждого соседнего резервуара.

3. Определяем требуемое количество отделений для охлаждения резервуаров – $N_{отд}^{охл}$:

$$N_{отд}^{охл} = \frac{N_{охл}^r}{n_{ств.}^{Л(РС-70)}} + \sum \frac{N_{охл}^c}{n_{ств.}^{Л(РС-70)}}, \quad (35)$$

где $n_{ств.}^{Л(РС-70)}$ – количество лафетных стволов (стволов РС–70), подаваемых одним отделением, шт.

Одно отделение может обеспечить подачу одного лафетного ствола или двух стволов РС–70.

4. Определяем требуемое количество генераторов – $N_{ГПС}$, для проведения пенной атаки:

$$N_{ГПС} = \frac{S_{п} \cdot I_{тр}^{р-р}}{q_{ств}^{р-р}}, \quad (36)$$

где $S_{п}$ – площадь горения поверхности жидкости в резервуаре, м² (таблица 25); $I_{тр}^{р-р}$ – требуемая интенсивность подачи водного раствора пенообразователя на тушение пожара, л/(с·м²) (таблица 26); $q_{ств}^{р-р}$ – расход раствора пенообразователя из пеногенератора, л/с (таблица 6).

5. Определяем требуемое количество пенообразователя – $V_{ПО}$ на тушение пожара:

$$V_{ПО} = N_{ГПС} \cdot q_{ГПС}^{по} \cdot t_{н} \cdot 60 \cdot K_3, \quad (37)$$

где $q_{ГПС}^{по}$ – расход ГПС по пенообразователю (6-% концентрация раствора), л/с (таблица 6); $t_{н} = 15$ мин. – нормативное время проведения пенной атаки; $K_3 = 3$ – трехкратный запас пенообразователя.

6. Определяем необходимое количество автомобилей пенного тушения – $N_{АПТ}$ для доставки пенообразователя к месту пожара:

$$N_{АПТ} = \frac{V_{ПО}}{V_{АПТ}}, \quad (38)$$

где $V_{АПТ}$ – емкость цистерны для пенообразователя, л.

4.2. Варианты заданий для решения задач по тушению пожаров нефти и нефтепродуктов в резервуарах и резервуарных парках

На основании исходных данных (таблица 26) и схемы расположения резервуаров в группе (см. рис. 40) необходимо:

- произвести расчет необходимого количества сил и средств на тушение пожара;
- показать схему подачи водяных стволов для охлаждения горящего и соседних резервуаров, пеногенераторов для проведения пенной атаки от передвижной пожарной техники.

Таблица 26. Исходные данные для решения задач по тушению пожаров нефти и нефтепродуктов в резервуарных парках

№ Варианта	Горящие резервуары			Соседние резервуары		Водоисточники
	№ Резервуара	Объем резервуара, (м ³)	Нефтепродукт	№ Резервуара	Объем резервуаров, (м ³)	
1	2	3	4	5	6	7
1	6	3000	Бензин	3, 5	5000 ₁	ПГ-3, 5, 8; ПВ-1; река
2	5	5000 ₁	Керосин	2, 4, 6	3000	ПГ-1, 2, 4; ПВ-1, 2
3	4	3000	Диз. топливо (получаемое обычным путем)	1, 5	10000	ПГ-2, 4, 6, 10; ПВ-2
4	3	2000	Мазут	2, 6	5000 ₂	ПГ-4, 5, 7; ПВ-2
5	2	5000 ₁	Нефть с $T_{всп} > 28^{\circ}C$	1, 3, 5	10000	ПГ-2, 3, 6, 7; ПВ-2; река
6	1	5000 ₂	Нефть с $T_{всп} < 28^{\circ}C$	2, 4	3000	ПГ-2, 4, 6, 8; река
7	6	5000 ₁	Керосин	3, 5	5000 ₂	ПГ-1, 3, 5, 7; ПВ-2
8	5	3000	Нефть с $T_{всп} < 28^{\circ}C$	2, 4, 6	5000 ₁	ПГ-5, 8; ПВ-2; река
9	4	2000	Нефть с $T_{всп} > 28^{\circ}C$	1, 5	5000 ₂	ПВ-1, 2; река
10	3	5000 ₁	Бензин	2, 6	10000	ПГ-2, 4; ПВ-1, 2; река

Примечание:

- геометрические параметры резервуаров приведены в таблице 24;
- в группе резервуаров весь нефтепродукт одного вида;
- расстояние до соседних резервуаров принимается менее 2-х минимальных расстояний между резервуарами;
- охлаждение резервуаров емкостью до 5000 м^3 производить стволами РС-70, более 5000 м^3 – лафетными стволами;
- для проведения пенной атаки в резервуарах емкостью до 3000 м^3 принимаются пеногенераторы ГПС-600, более 3000 м^3 – пеногенераторы ГПС-2000;
- расчет тушения резервуаров производить по пенообразователю общего назначения;
- на реку возможно установить не более 3-х пожарных автомобилей, на пожарный водоем – не более 2-х;
- пожарные гидранты располагаются на расстоянии 90 метров от группы резервуаров и принадлежат одной водопроводной сети (К-300, Р-0,4 мПа).

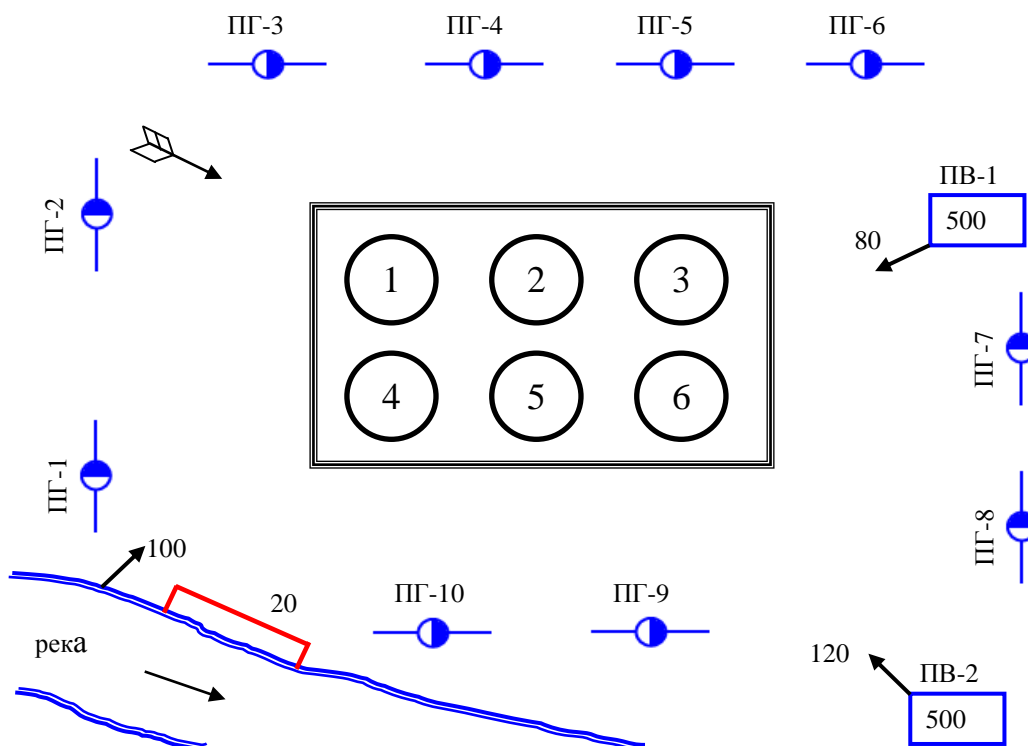


Рис. 40. План расположения резервуаров в группе

4.3. Пример решения задачи по тушению пожара в резервуаре с нефтепродуктом

Задача.

Пожар возник на нефтебазе в резервуаре типа РВС с бензином емкостью 3000 м³ (рис. 41). Расстояние до двух соседних РВС–3000, в которых хранится бензин марки АИ–92, соответствует нормам.

На вооружении пожарно-спасательного гарнизона находится достаточное количество АЦ–40, АНР–40, АЛ, АКП, АВ–40.

Требуется определить:

- необходимое количество стволов РС–70 на охлаждение горящего и соседних резервуаров;
- требуемое количество ГПС–2000 для проведения пенной атаки;
- показать схему расстановки сил и средств.

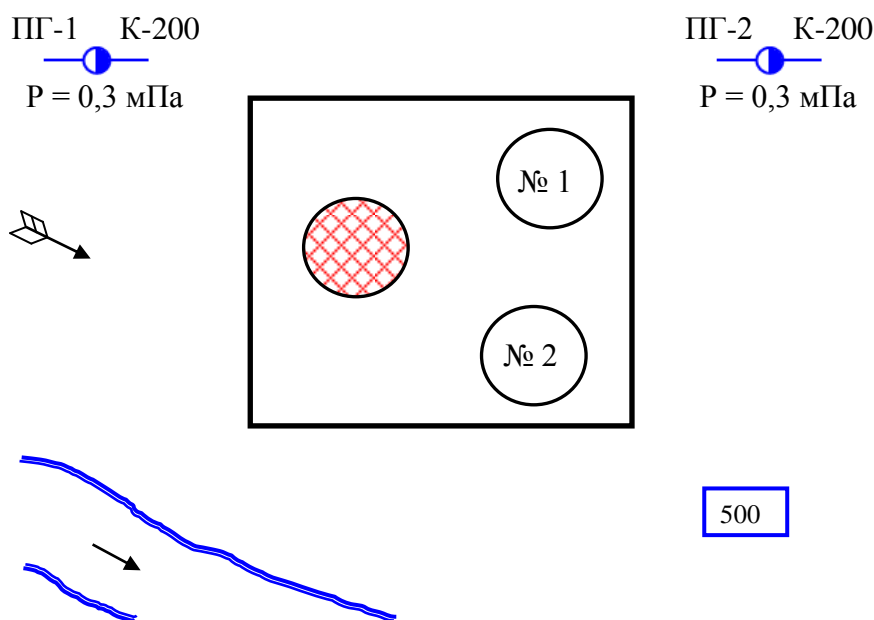


Рис. 41. План расположения резервуаров на нефтебазе

Решение:

1. Определяем необходимое количество стволов РС–70 на охлаждение горящего резервуара:

$$N_{\text{охл}}^{\Gamma} = \frac{P_{\Gamma} \cdot I_{\text{тр}}^{\Gamma}}{Q_{\text{ств}}} = \frac{60 \cdot 0,8}{7} = 6,85 \Rightarrow 7 \text{ (стволов РС-70)},$$

где $P_{\Gamma} = 60$ м – периметр горящего резервуара (таблица 24), $I_{\text{тр}}^{\Gamma} = 0,8$ л/(с·м²) – требуемая интенсивность подачи воды для охлаждения горящего резервуара

(табл. 23), $q_{\text{ств}} = 7$ л/с – расход ствола РС–70 (таблица 5, при напоре у ствола $H_{\text{ств}} = 0,35$ мПа).

2. Определяем необходимое количество стволов РС–70 на охлаждение соседних резервуаров:

– резервуар № 1

$$N_{\text{охл}}^{\text{№1}} = \frac{0,5 \cdot P_c^{\text{№1}} \cdot I_{\text{тр}}^c}{q_{\text{ств}}} = \frac{0,5 \cdot 60 \cdot 0,3}{7} = 1,28 \Rightarrow 2 \text{ (стволы РС–70);}$$

– резервуар № 2

$$N_{\text{охл}}^{\text{№2}} = \frac{0,5 \cdot P_c^{\text{№2}} \cdot I_{\text{тр}}^c}{q_{\text{ств}}} = \frac{0,5 \cdot 60 \cdot 0,3}{7} = 1,28 \Rightarrow 2 \text{ (стволы РС–70);}$$

где $P_c = 60$ м – периметр соседнего резервуара (таблица 24); $I_{\text{тр}}^c = 0,3$ л/(с·м²) – требуемая интенсивность подачи воды для охлаждения соседнего резервуара (таблица 23).

3. Определяем необходимое количество стволов РС–70 на защиту пеноподающей техники и дыхательной аппаратуры.

Из тактических соображений принимаем:

– один РС–70 на защиту пеноподающей техники;

– один РС–70 на защиту дыхательной аппаратуры резервуара № 2 (учитывая направление ветра).

4. Определяем требуемое количество отделений для охлаждения резервуаров:

$$N_{\text{отд}}^{\text{охл}} = \frac{N_{\text{охл}}^e}{n_{\text{ств.}}^{\text{Л(РС–70)}}} + \sum \frac{N_{\text{охл}}^c}{n_{\text{ств.}}^{\text{Л(РС–70)}}} = \frac{7}{2} + \left(\frac{2}{2} + \frac{2}{2} \right) = 5,5 \Rightarrow 6 \text{ (отд.)},$$

где $n_{\text{ств.}}^{\text{РС–70}} = 2$ – количество стволов РС–70, подаваемых одним отделением.

Для защиты пеноподающей техники (ствол РС–70) и дыхательной аппаратуры резервуара № 2 (ствол РС–70) принимаем одно отделение.

5. Определяем требуемое количество генераторов для проведения пенной атаки:

$$N_{\text{ГПС}} = \frac{S_{\text{п}} \cdot I_{\text{тр}}^{\text{P–P}}}{q_{\text{ств}}^{\text{P–P}}} = \frac{283 \cdot 0,08}{20} = 1,13 \Rightarrow 2 \text{ (ГПС–2000)},$$

где $S_{\text{п}} = 283$ м² – площадь горения поверхности жидкости в резервуаре (таблица 24); $I_{\text{тр}}^{\text{P–P}} = 0,08$ л/(с·м²) – требуемая интенсивность подачи водного

раствора пенообразователя на тушение пожара (таблица 25); $q_{\text{ств}}^{\text{P-P}} = 20$ л/с – расход раствора пенообразователя из ГПС-2000 (таблица 6).

6. Определяем требуемое количество пенообразователя на тушение пожара:

$$V_{\text{ПО}} = N_{\text{ГПС}} \cdot q_{\text{ГПС}}^{\text{ПО}} \cdot t_{\text{н}} \cdot 60 \cdot K_3 = 2 \cdot 1,2 \cdot 15 \cdot 60 \cdot 3 = 6480 \text{ (л)},$$

где $q_{\text{ГПС}}^{\text{ПО}} = 1,2$ л/с – расход ГПС по пенообразователю (6 % концентрация раствора) (таблица 6); $t_{\text{н}} = 15$ мин. – нормативное время проведения пенной атаки; $K_3 = 3$ – трехкратный запас пенообразователя.

7. Определяем необходимое количество автомобилей пенного тушения для доставки пенообразователя к месту пожара:

$$N_{\text{АПТ}} = \frac{V_{\text{ПО}}}{V_{\text{АПТ}}} = \frac{6480}{5300} = 1,22 = 2 \text{ (АПТ)},$$

где $V_{\text{АПТ}} = 5300$ л – емкость цистерны пенообразователя автомобиля пенного тушения АВ–40(5557), привлекаемого для тушения пожара.

8. На плане нефтебазы (см. рис. 42) показываем:

- схему подачи стволов на охлаждения горящего и соседних резервуаров, защиту пеноподающей техники и дыхательной арматуры резервуара № 2;
- схему подачи ГПС–2000 при проведении пенной атаки.

Ответ:

Требуемое количество стволов:

- для охлаждения горящего резервуара – 7 стволов РС–70;
- для охлаждения соседнего резервуара № 1 – 2 ствола РС–70;
- для охлаждения соседнего резервуара № 2 – 2 ствола РС–70;
- для защиты дыхательной арматуры резервуара № 1 – 1 ствол РС–70;
- для защиты пеноподающей техники – 1 ствол РС–70.

Для организации и проведения пенной атаки требуется:

- два ГПС–2000;
- 6480 литров пенообразователя;
- два автомобиля АВ–40(5557).

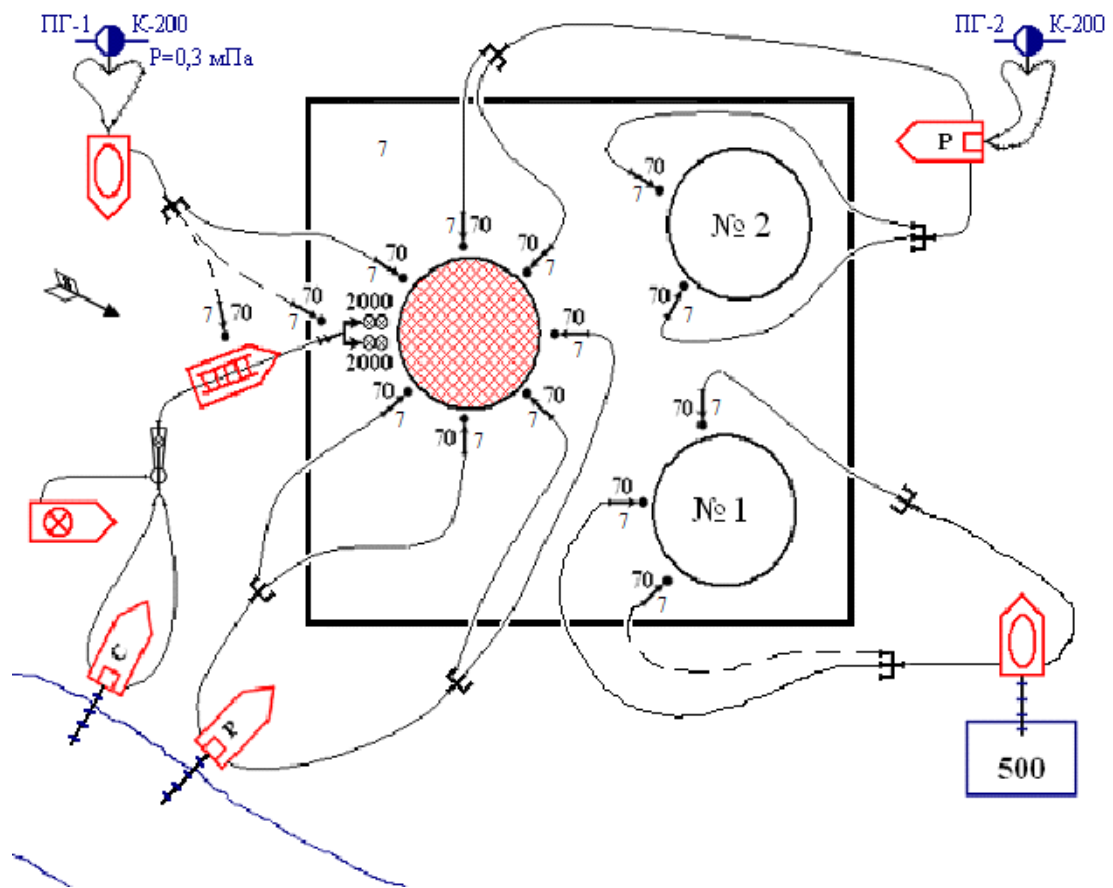


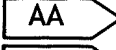
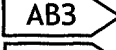

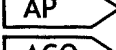
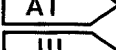

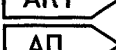
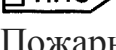


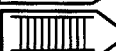
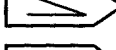
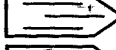

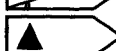



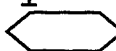
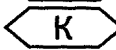














Рис. 42. Схема тушения РВС-3000 на нефтебазе.


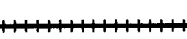


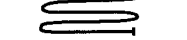








ПРИЛОЖЕНИЯ
Приложение 1
Обозначения условные графические

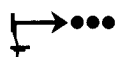
а) пожарная и специальная техника

	Автомобиль пожарный (общее обозначение, цвет - красный, далее - примеры):
	Пожарный аварийно-спасательный автомобиль
	Пожарная автолаборатория
	Пожарный аэродромный автомобиль
	Пожарный водозащитный автомобиль
	Пожарный автомобиль газовойдухотушения
	Пожарный автомобиль газодымозащитной службы
	Пожарный автомобиль первой помощи
	Пожарный рукавный автомобиль
	Пожарный автомобиль связи и освещения
	Пожарно-технический автомобиль
	Пожарный штабной автомобиль
	Пожарный автомобиль пенного тушения
	Пожарный автомобиль комбинированного тушения
	Пожарный автомобиль порошкового тушения
	Пожарная автонасосная станция
	Пожарная автоцистерна
	Пожарный автомобиль насосно-рукавный
	Пожарная автолестница
	Пожарный автоподъемник:
	коленчатый
	телескопический
	Пожарный автомобиль дымоудаления
	Пожарный автомобиль со стационарным лафетным стволом
	Автомобиль - передвижной лафетный ствол
	Пожарный автомобиль углекислотного тушения
	Машина на гусеничном ходу (Б - бульдозер; ИМР - инженерная
	машина разграждения)
	Колесные инженерные и специальные машины (Э - эвакуатор; К -
	кран; Г - грейдер)
	Пожарный танк (цвет - красный)
	Прицеп пожарный
	Судно пожарное
	Катер пожарный

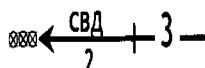
-  Поезд пожарный
 -  Самолет пожарный
 -  Гидросамолет пожарный
 -  Вертолет пожарный
 -  Мотопомпа пожарная:
 -  переносная
 -  прицепная
 - пример**  Прицеп пожарный порошковый
 -  Приспособленный автомобиль для целей пожаротушения (контур черный, средняя полоса красная)
 -  Другая приспособленная техника для целей пожаротушения (контур черный, средняя полоса красная)
 -  Скорая помощь
 -  Автомобиль МВД
- Если в одном и том же месте установлено несколько единиц пожарной техники одного наименования, то их обозначение на плане (иллюстрации) допускается выполнять одним символом с цифрой, обозначающей количество таких единиц, проставленной слева от символа.

б) пожарное оборудование, специальный инструмент

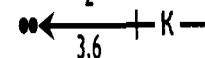
-  Рукав пожарный напорный (цвет черный)
-  Рукав пожарный всасывающий
-  Рукав пожарный напорный, уложенный:
-  в скатку
-  в «гармошку»
-  Ствол пожарный ручной (общее обозначение, цвет черный, далее - примеры):
-  с рабочим расходом воды согласно паспорту (ГОСТ), например, для РС-50 расход составляет 3,6 л/с, РСК-50 - 2,7 л/с, РС-70 - 7,4 л/с, ДУАЛ-ФОРС - 6 - 15 л/с (для лучшей информативности допускается указывать диаметр условного прохода либо тип ствола, например, Ø 50, СВД)
-  для формирования распыленной водяной струи (ствол-распылитель)
-  для формирования пены средней кратности
-  для формирования пены низкой кратности
-  для формирования тонкораспыленной водяной (водаэрозольной) струи
-  для формирования водяной струи с добавками
-  для тушения паром



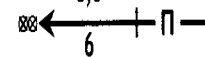
для тушения электроустановок, находящихся под напряжением
Пример:



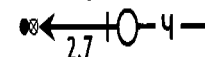
Ствол-распылитель высокого давления на 3 этаже



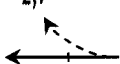
К - на крыше, покрытии (РС-50)



П - в подвале (ГПС-600)



Ч - на чердаке (звеном ГДЗС стволом типа РСК-50 подается вода с добавками)



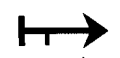
Маневренный ствол



Ствольщик с ранцевым устройством пожаротушения (с использованием СИЗОД)



Ствол пожарный лафетный:



- переносной



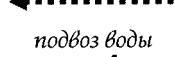
- стационарный



- возимый



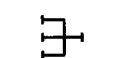
Подъемник - пенослив



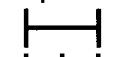
Подвоз воды (цвет синий)

Водосборник рукавный

Разветвление рукавное трехходовое (разветвитель, коллектор, гребенка - обозначения элементов изображают в соответствии с их действительной конфигурацией)



Катушка рукавная переносная



Катушка рукавная передвижная



Мостик рукавный



Гидроэлеватор пожарный



Пеносмеситель пожарный



Колонка пожарная



Дымосос пожарный:



переносной



прицепной



Лестница - палка



Лестница - штурмовка



Лестница пожарная выдвижная

г) обозначение кратности растворов огнетушащих средств



Компактная водяная струя



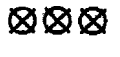
Распыленная водяная струя



Тонкораспыленная водяная струя



Пена низкой кратности «*»















Пена средней кратности «*»















Пена высокой кратности «*»




д) пункты управления и средства связи

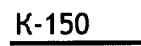



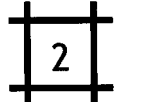






-  Место расположения оперативного штаба на месте пожара (ЧС) (цвет красный)
-  (цвет красный)
-  КПП - контрольно-пропускной пункт (цвет красный),
-  Р - регулировщик
-  ПБ - пост безопасности ГДЗС
- Радиостанции (наносятся на схему в местах организации радиосвязи за исключением штатных пожарных автомобилей, звена ГДЗС, поста безопасности ГДЗС, БУ, штаба):
 -  подвижная (мобильная)
 -  переносная
 -  стационарная
 -  Громкоговоритель
 -  Телефон
 -  Прожектор (устройство освещения)
 -  Радионаправление (цвет черный)

е) обстановка в зоне ведения боевых действий по тушению пожара

-  Пожар внутренний (штрих красный)
-  Пожар наружный (штрих красный)
-  Загорающееся здание (штрих красный)
-  Зона задымления (штрих синий)
-  Пожар внутренний с зоной задымления (штрих красный и синий)
-  Пожар внутренний с зоной теплового воздействия (штрих красный)
-  Пожар наружный с зоной задымления (штрих красный, внешний контур синий)
-  Место возникновения пожара (очаг) - (цвет красный)
-  Отдельный пожар на местности и направление его распространения (цвет красный)
-  Направление развития пожара (контур красный)
-  Решающее направление боевых действий по тушению пожаров (цвет черный)
-  Обозначение боевого участка (цвет красный)

ж) сооружения, коммуникации, водоисточники

-  Пожарный гидрант (вид и диаметр сети, номер ПГ, в скобках указан номер подразделения при необходимости уточнения, цвет синий).
-  ПГ-105(3) К-150
- При расположении на схеме гидрантов вдоль линии водопровода допускается цифровое обозначение слева и справа от гидранта.
-  ПГ-105(3) К-150

          	<p>Кольцевая водопроводная магистраль (цвет синий)</p> <p>Тупиковая водопроводная магистраль (цвет синий)</p> <p>Внутренний пожарный кран (номер, цвет синий)</p> <p>Пожарный водоем (объем в м³, цвет синий)</p> <p>Пирс (цвет черный; 2 - количество одновременно устанавливаемых пожарных машин)</p> <p>Колодец (цвет синий)</p> <p>Водонапорная башня (скважина), объем 5 м³ (цвет синий)</p> <p>Закрытый водоисточник (дебит 8 м³ в сутки, цвет синий)</p> <p>Лестничная клетка на этаже</p> <p>Лестничная клетка, сообщающаяся с подвалом</p> <p>Лестничная клетка, сообщающаяся с чердаком</p>
---	--

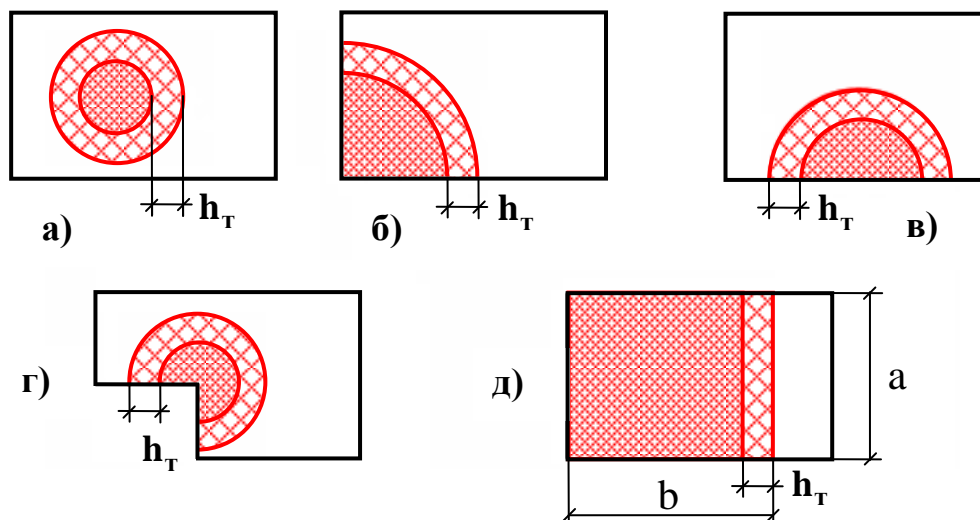
Приложение 2

Формулы для определения основных геометрические параметров развития пожара

Форма площади пожара	Значение угла, град.	Основные параметры развития пожара		
		площадь, м ²	периметр, м	фронт, м
круговая	360 (рис. 1.1, а)	$S_{\text{п}} = \pi \cdot L_{\text{п}}^2$	$P_{\text{п}} = 2 \cdot \pi \cdot L_{\text{п}}$	$\Phi_{\text{п}} = 2 \cdot \pi \cdot L_{\text{п}}$
угловая	90 (рис. 1.1, б)	$S_{\text{п}} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot L_{\text{п}}^2$	$P_{\text{п}} = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot L_{\text{п}} + 2 \cdot L_{\text{п}}$	$\Phi_{\text{п}} = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot L_{\text{п}}$
угловая	180 (рис. 1.1, в)	$S_{\text{п}} = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot L_{\text{п}}^2$	$P_{\text{п}} = \pi \cdot L_{\text{п}} + 2 \cdot L_{\text{п}}$	$\Phi_{\text{п}} = \pi \cdot L_{\text{п}}$
угловая	270 (рис. 1.1, г)	$S_{\text{п}} = \frac{3}{4} \cdot \pi \cdot L_{\text{п}}^2$	$P_{\text{п}} = \frac{3}{2} \cdot \pi \cdot L_{\text{п}} + 2 \cdot L_{\text{п}}$	$\Phi_{\text{п}} = \frac{3}{2} \cdot \pi \cdot L_{\text{п}}$
прямо-угольная	— (рис. 1.1, д)	$S_{\text{п}} = a \cdot L_{\text{п}}$	$P_{\text{п}} = 2 \cdot (a + L_{\text{п}})$	$\Phi_{\text{п}} = a$

Приложение 3

Формулы для определения площади тушения пожара по фронту в зависимости от формы развития пожара



Форма площади пожара	Значение угла, град.	Площадь тушения при расстановке сил и средств:	
		по фронту, м	по периметру, м
1	2	3	4
круговая	360 (рис. а)	При $L_{п} > h_T$ $S_T = \pi \cdot h_T \cdot (2 \cdot L_{п} - h_T)$	При $L_{п} > h_T$ $S_T = \pi \cdot h_T \cdot (2 \cdot L_{п} - h_T)$
угловая	90 (рис. б)	При $L_{п} > h_T$ $S_T = 0,25 \cdot \pi \cdot h_T \cdot (2 \cdot L_{п} - h_T)$	При $L_{п} > 3 \cdot h_T$ $S_T = 3,57 \cdot h_T \cdot (L_{п} - h_T)$
угловая	180 (рис. в)	При $L_{п} > h_T$ $S_T = 0,5 \cdot \pi \cdot h_T \cdot (2 \cdot L_{п} - h_T)$	При $L_{п} > 2 \cdot h_T$ $S_T = 3,57 \cdot h_T \cdot (1,4 \cdot L_{п} - h_T)$
угловая	270 (рис. г)	При $L_{п} > h_T$ $S_T = 0,75 \cdot \pi \cdot h_T \cdot (2 \cdot L_{п} - h_T)$	При $L_{п} > 2 \cdot h_T$ $S_T = 3,57 \cdot h_T \cdot (1,8 \cdot L_{п} - h_T)$
прямо-угольная	– (рис. д)	При $b > n \cdot h_T$ $S_T = n \cdot a \cdot h_T$	При $a > 2 \cdot h_T$ $S_T = 2 \cdot h_T \cdot (a + b - 2 \cdot h_T)$

Примечание.

При значениях «а», «b» и «L_п» меньше значения h_T – площадь тушения будет соответствовать площади пожара (S_T = S_п).

Приложение 4

Потери напора – h_p в одном рукаве магистральной линии длиной 20 м

$$h_p = S_p \cdot Q_p^2,$$

где S_p – сопротивление одного напорного рукава длиной 20 м; Q_p – расход (количество) воды, проходящей по пожарному рукаву, л/с.

Диаметр рукава					
66 мм			77 мм		
Схема развертывания	Потери напора в рукаве, м		Схема развертывания	Потери напора в рукаве, м	
	прорези- ненным	непроре- зинным		прорези- ненным	непроре- зинным
1	2	3	4	5	6
один ствол РС-50	0,5	1,1	один ствол РС-50	0,2	0,4
один ствол РС-70	1,9	4,2	один ствол РС-70	0,8	1,6
два ствола РС-50	1,9	4,2	два ствола РС-50	0,8	1,6
три ствола РС-50	4,2	9,5	три ствола РС-50	1,9	3,8
один ствол РС-70 и один ствол РС-50	4,2	9,5	один ствол РС-70 и один ствол РС-50	1,9	3,8
два ствола РС-50 и один ствол РС-70	7,8	17,6	два ствола РС-50 и один ствол РС-70	3,3	6,6

Примечание:

– показатели таблицы даны при напоре у ствола 40 м. вод. ст. и расходе воды из ствола с диаметром насадка 19 мм – 7,4 л/с, с диаметром насадка 13 мм – 3,7 л/с.

Приложение 5
Тактические возможности стволов (ручных, лафетных)
при тушении пожара водой

Интенсивность подачи воды л/(с·м²)	Площадь тушения или защиты, м², при подаче воды из ствола с диаметром насадка, мм (ручные стволы $h_T = 5$ м)					
	13		19		25	
	и напоре у ствола, м. вод. ст.					
	30	40	30	40	40	50
1	2	3	4	5	6	7
0,05	64	74	128	148		
0,08	40	46	80	92		
0,1	32	37	64	74	136	153
0,12	27	31	53	62	113	127
0,15	21	25	43	49	91	102
0,18	18	20	35	41	75	85
0,20	16	18	32	37	69	76
0,25	13	15	26	30	54	61
0,3	11	12	21	25	45	51
Интенсивность подачи воды л/(с·м²)	Площадь тушения или защиты, м², при подаче воды из ствола с диаметром насадка, мм (лафетные стволы $h_T = 10$ м)					
	25		28		32	
	и напоре у ствола, м. вод. ст.					
	60	70	60	70	60	70
0,1	167	181	210	230		
0,12	139	151	175	192		
0,15	111	121	140	153	187	200
0,18	93	100	117	158	155	167
0,20	83	90	105	115	140	150
0,25	67	72	84	92	112	120
0,3	55	60	70	77	93	100
0,4	42	45	52	57	70	75
0,5	33	36	42	46	56	60

Приложение 6
Основные характеристики групп резервуаров

Резервуары	Единичный номинальный объём резервуаров, устанавливаемых в группе, м ³	Вид хранимых нефти и нефтепродуктов	Допустимая номинальная вместимость группы, м ³	Минимальное расстояние между резервуарами, расположенными в одной группе
1	2	3	4	5
С плавающей крышей	50 000 и более	Независимо от вида жидкости	200 000	30 м
	Менее 50 000	То же	120 000	0,5 D, но не более 30 м
С понтоном	50 000	То же	200 000	30 м
	Менее 50 000	То же	120 000	0,65 D, но не более 30 м
Со стационарной крышей	50 000 и менее	Нефть и нефтепродукты с температурой вспышки выше 45 °С	120 000	0,75 D, но не более 30 м
Со стационарной крышей	50 000 и менее	Нефть и нефтепродукты с температурой вспышки 45 °С и ниже	80 000	0,75 D, но не более 30 м

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. 2008 г.
2. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ О пожарной безопасности, 1994 г.
3. Федеральный закон от 05.05.2011 № 100-ФЗ О добровольной пожарной охране, 2011.
4. Приказ МЧС России от 16.10.2017 № 444 «Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ».
5. Приказ Минтруда России от 23.12.2014 № 1100н «Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы» (Зарегистрировано в Минюсте России 08.05.2015 № 37203).
6. Приказ МЧС России от 25.10.2017 № 467 «Об утверждении Положения о пожарно-спасательных гарнизонах».
7. Баканов М.О., Белорожев О.Н. Тактика тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ: терминологический словарь. ИПСА ГПС МЧС России 2018. - 140 с.
8. Ермилов А.В., Белорожев О.Н., Семенов А.О., Маслов А.В. Подготовка личного состава в ФГКУ «Ногинский спасательный центр МЧС России» Часть II. Управление силами и средствами при организации и проведении занятий по дисциплине «Пожарная тактика»: учебное пособие. Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2014. 98 с.
9. Наумов А.В., Семенов А.О., Тараканов Д.В., Самохвалов Ю.П. Задачник по пожарной тактике. – Иваново, ИПСА ГПС МЧС России, 2018. – 190 с.
10. Повзик Я.С. Пожарная тактика – М.: ЗАО «Спецтехника», 1999. – 414с.
11. Смирнов В.А., Тараканов Д.В., Ермилов А.В., Кузнецов А.О. Организация пожаротушения: практикум. – Иваново, ИПСА ГПС МЧС России, 2018. – 105 с.
12. Смирнов В.А. Организация работы штаба пожаротушения: учебное пособие/ В.А. Смирнов, Д.А. Черепанов, А.О. Семенов, О.Н. Белорожев, А.В. Ермилов, И.В. Багажков, Д.Г. Филин. – Иваново: ООНИ ЭКО ИВИ ГПС МЧС России, 2014. – 119 с.
13. Терещнев В.В., Подгрушный А.В. Пожарная тактика. Основы тушения пожаров. - Екатеринбург: Калан, 2009.-512с.
14. Терещнев В.В., Богданов А.Е., Семенов А.О., Тараканов Д.В. Принятие решений при управлении силами и средствами на пожаре. – Екатеринбург: ООО «Издательство «Калан», 2012. – 100 с.
15. Терещнев В.В. Пожарная тактика. Книга 1. Основы. Екатеринбург; ООО издательство «Калан» 2014. -268с.
16. Терещнев В.В., Терещнев А.В., Подгрушный А.В., Грачев В.А. Тактическая подготовка должностных лиц органов управления силами и средствами на пожаре. Учебное пособие. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2004. – 288 с.

17. Терещнев В.В., Смирнов В.А., Семенов А.О. Пожаротушение (Справочник). – Екатеринбург: ООО «Издательство «Калан», 2009.
18. Терещнев В.В., Артемьев Н.С., Подгрушный А.В., Объекты добычи, переработки и хранения горючих жидкостей и газов. М: 2007.
19. Терещнев В.В., Подгрушный А.В. Пожарная тактика. – Екатеринбург.: Изд. «Дом Калан» 2007. – 538с.

Семенов Алексей Олегович
Наумов Андрей Валерьевич
Тараканов Денис Вячеславович
Ермилов Алексей Васильевич
Орлов Евгений Артурович

**ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЖАРОТУШЕНИЯ И ПРОВЕДЕНИЯ
АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ**

Практикум
по специальности 40.05.03 «Судебная экспертиза» специализация «Инженерно-
технические экспертизы» (уровень специалитет)

Подготовлено к изданию 29.05.2020 г.
Формат 60×84 1/16. Усл. печ. л. 6,6. Уч.-изд. л. 6,1. Заказ № 71
Отделение организации научных исследований
научно-технического отдела
Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России
153040, г. Иваново, пр. Строителей, 33