

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра химии и инженерной экологии в строительстве

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПОЖАРА

Методические указания к выполнению практической работы по дисциплине «Защита населения в ЧС» для студентов очной формы обучения направления подготовки «Техносферная безопасность»

Казань 2022

УДК 614.841
ББК 38.96
Ш -27

Ш-27 Расчет параметров пожара. Методические указания к выполнению практической работы по дисциплине «Защита населения в ЧС» для очной формы обучения направления подготовки «Техносферная безопасность»/Сост.: Шарафутдинова А.В., В.Ю.Осипова, Казань: КГАСУ, 2022. - 28с.

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Казанского государственного архитектурно-строительного университета

Методические указания к выполнению практической работы «Расчет параметров пожара» для студентов дневной формы обучения направления подготовки «Техносферная безопасность» составлены в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта, соответствует целям и задачам изучения дисциплины «Защита населения в ЧС» по теме: основы пожарной безопасности.

Приведены основные термины и определения по изучаемой теме, порядок расчета основных геометрических параметров пожара, исходные данные для решения практического задания, порядок решения для расчета параметров пожара: площадь пожара, фронт пожара, периметр пожара и радиус пожара; контрольные вопросы к теоретическому материалу; примеры расчета.

Рецензент
Кандидат технических наук, доцент КГАСУ
Д.М.Нуриева

© Казанского государственного
архитектурно-строительного
университет, 2022
© Шарафутдинова А.В.,
Осипова В.Ю., 2022

ВВЕДЕНИЕ

Успешное тушение пожаров и ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций в определяющей степени зависит от теоретической подготовки и практических навыков всех участников тушения пожара. В приобретении навыков работы на пожаре и при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций основная роль отводится не только практической работе, но и тактической подготовке должностных лиц гарнизонов пожарной охраны.

Сложность вопросов организации тушения пожара требует от участников его ликвидации всесторонних знаний процессов развития и прекращения горения на пожаре, умение проводить инженерные расчеты по прогнозированию обстановки, определения основных параметров пожара и требуемого количества сил и средств для его успешного тушения.

Высокий уровень профессиональной подготовки позволит руководителю тушения пожара не допустить травматизма и гибели людей, ликвидировать пожар в кратчайшие сроки, провести работы по эвакуации материальных ценностей.

В методическом указании подробно изложены примеры решения пожарно-тактических задач, даны задания для самостоятельной работы обучаемых.

Сборник задач предназначен для студентов учебных заведений, практических работников различных видов пожарной охраны министерств и ведомств в качестве методического указания.

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

БЕЗВОДНЫЙ УЧАСТОК – участок местности, на котором водоотдача в сети наружного противопожарного водопровода составляет менее 10 литров в секунду или расстояние от места пожара до водосточника более 500 метров;

ГАРНИЗОН ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ – совокупность расположенных на определенной территории органов управления, подразделений и организаций, независимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности, к функциям которых отнесены профилактика и тушение пожаров, а также проведение аварийно-спасательных работ.

КАРАУЛ – личный состав подразделения пожарной охраны, осуществляющий караульную службу в течение дежурства с использованием пожарной и аварийно-спасательной техники этого подразделения;

ДЕЖУРСТВО – период непрерывного несения службы личным составом караула или дежурной смены, включая участие их в тушении пожара.

ДЕЙСТВИЯ ПО ТУШЕНИЮ ПОЖАРА – организованное применение сил и средств пожарной охраны для выполнения задачи по тушению пожара.

ЗОНА ГОРЕНИЯ – часть пространства, в котором происходит подготовка горючих веществ и материалов к горению (подогрев, испарение, разложение) и их горение в объеме диффузионного факела пламени.

ЗОНА ЗАДЫМЛЕНИЯ – часть пространства, примыкающего к зоне горения, заполненная дымовыми газами с концентрациями вредных веществ, создающих угрозу для жизни и здоровья людей или затрудняющих действия пожарных подразделений.

ЗОНА ТЕПЛОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ – часть пространства, примыкающая к зоне горения, в котором действие тепловых потоков приводит к заметному изменению материалов и конструкций, создаются условия для воспламенения горючих веществ и материалов и их подготовки к горению, а также делает невозможным пребывание людей без специальной тепловой защиты.

ЛИКВИДАЦИЯ ПОЖАРА – стадия (этап) тушения пожара, на которой прекращено горение, и устранены условия для его повторного возникновения.

ЛИНЕЙНАЯ СКОРОСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ГОРЕНИЯ – физическая величина, характеризующая поступательное движение фронта пламени по поверхности горючего материала в данном направлении в единицу времени.

ЛОКАЛИЗАЦИЯ ПОЖАРА – стадия (этап) тушения пожара, на которой отсутствует или ликвидирована угроза людям или животным, прекращено распространение пожара и созданы условия для его ликвидации имеющимися силами и средствами.

НОМЕР (РАНГ) ПОЖАРА (условный признак сложности пожара) – условное цифровое значение, содержащее в себе установленное планом привлечения сил и средств подразделений пожарной охраны, гарнизонов пожарной охраны для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ (расписанием выезда подразделений пожарной охраны, гарнизонов пожарной охраны для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных

работ) обязательное требование о количестве основных и специальных пожарных автомобилей из числа находящихся в расчёте, привлекаемых для тушения пожара (в зависимости от значимости объекта и обстановки на пожаре). Устанавливается при первом сообщении о пожаре или по распоряжению руководителя тушения пожара.

ОГНЕТУШАЩИЕ ВЕЩЕСТВА – вещества, обладающие физико-химическими свойствами, позволяющими создать условия для прекращения горения.

ОПАСНЫЕ ФАКТОРЫ ПОЖАРА – факторы пожара, воздействие которых может привести к травме, отравлению или гибели человека и (или) к материальному ущербу.

ОПЕРАТИВНАЯ ОБСТАНОВКА – совокупность обстоятельств и условий в районе выезда подразделения (гарнизона), влияющих на определение задач и характер их выполнения.

ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЙОНА ВЫЕЗДА – совокупность условий, которые могут способствовать или препятствовать возникновению, развитию и тушению пожара, а также определить его возможные масштабы и последствия.

ОПЕРАТИВНЫЙ ШТАБ НА ПОЖАРЕ – временно сформированный руководителем тушения пожара орган для управления силами и средствами на пожаре.

ОСНОВНАЯ ЗАДАЧА ПРИ ТУШЕНИИ ПОЖАРОВ – спасание людей в случае угрозы их жизни и здоровью, достижение локализации и ликвидация пожара в сроки и в размерах, определяемых возможностями сил и средств, привлеченных к его тушению.

ОСНОВНАЯ ПОЗИЦИЯ – место расположения сил и средств пожарной охраны, осуществляющих непосредственное ведение основных действий по спасанию людей и имущества, подаче огнетушащих веществ, выполнению специальных работ на пожаре.

ОСНОВНЫЕ ДЕЙСТВИЯ – организованное применение сил и средств пожарной охраны для выполнения основной задачи.

ОЧАГ ПОЖАРА – место первоначального возникновения пожара.

ОЦЕНКА ОБСТАНОВКИ НА ПОЖАРЕ – вывод, сформированный на основе результатов разведки пожара, обобщения и анализа полученных сведений.

ПЕРИМЕТР ПОЖАРА – общая длина внешней границы площади пожара.

ПЛАНЫ И КАРТОЧКИ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ – документы предварительного планирования действий подразделений пожарной охраны по тушению пожаров.

ПЛОЩАДЬ ПОЖАРА – площадь проекции зоны горения на горизонтальную или вертикальную плоскость.

ПЛОЩАДЬ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА – часть площади пожара, на которую в данный момент подается огнетушащее вещество.

ПОЖАР – неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства.

ПОЖАРНОЕ ВООРУЖЕНИЕ – комплект, состоящий из пожарного оборудования, ручного пожарного инструмента, пожарных спасательных устройств, средств индивидуальной защиты, технических устройств для конкретных пожарных машин в соответствии с их назначением.

ПОЖАРНАЯ ОХРАНА – совокупность созданных в установленном порядке органов управления, подразделений и организаций, предназначенных для организации профилактики пожаров, их тушения и проведения возложенных на них аварийно-спасательных работ.

ПОЖАРНАЯ ТЕХНИКА – технические средства для предотвращения, ограничения развития, тушения пожара, защиты людей и материальных ценностей на пожаре.

ПОЖАРНЫЙ РАСЧЕТ (отделение) – первичное тактическое подразделение пожарной охраны на пожарном (пожарно-спасательном) автомобиле, способное самостоятельно решать отдельные задачи по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ;

ПОРЯДОК ПРИВЛЕЧЕНИЯ СИЛ И СРЕДСТВ – совокупность организационно-правовых и технических мероприятий по обеспечению сосредоточения на месте пожара необходимых и достаточных для успешного тушения сил и средств пожарной охраны.

РАЗВЕРТЫВАНИЕ – приведение сил и средств в состояние готовности для немедленного выполнения задач на пожаре.

РАЗВИТИЕ ПОЖАРА – увеличение зоны горения и/или вероятности воздействия опасных факторов пожара.

РАЙОН ВЫЕЗДА – территория, обслуживаемая подразделением пожарной охраны, аварийно-спасательным формированием, в соответствии с расписанием выезда подразделений пожарной охраны, гарнизонов пожарной охраны для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ.

РАСПИСАНИЕ ВЫЕЗДА – оперативный документ, устанавливающий привлечение сил и средств пожарной охраны к тушению пожаров в городском округе.

РЕШАЮЩЕЕ НАПРАВЛЕНИЕ – направление основных действий пожарной охраны, на котором использование сил и средств, в данный момент времени, обеспечивает наилучшие условия решения основной задачи.

РУКОВОДИТЕЛЬ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА – старшее оперативное должностное лицо пожарной охраны (если не установлено иное), которое управляет на принципах единоначалия личным составом пожарной охраны, участвующим в тушении пожара, а также привлеченными к тушению пожара силами.

СИЛЫ И СРЕДСТВА ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ И АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ФОРМИРОВАНИЙ – органы управления и подразделения, личный состав, пожарная и специальная техника, средства связи, огнетушащие вещества, аварийно-спасательное оборудование и иные технические средства, находящиеся на вооружении подразделений пожарной охраны и аварийно-спасательных формирований.

СТЕПЕНЬ ОГНЕСТОЙКОСТИ ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ, СТРОЕНИЙ И ПОЖАРНЫХ ОТСЕКОВ – классификационная характеристика зданий,

сооружений, строений и пожарных отсеков, определяемая пределами огнестойкости конструкций, применяемых для строительства указанных зданий, сооружений, строений и отсеков.

ТАКТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЖАРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ – способность подразделения выполнить максимальный объем аварийно-спасательных работ по тушению пожаров и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций за определенное время.

ТЫЛ НА ПОЖАРЕ – участок (территория), на котором сосредоточены силы и средства, обеспечивающие действия по тушению пожара.

УЧАСТОК ТУШЕНИЯ ПОЖАРА – часть территории на месте пожара, на которой сосредоточены силы и средства, объединенные поставленной задачей и единым руководством. При создании 5 и более участков могут быть организованы сектора, объединяющие несколько участков тушения пожара.

ФРОНТ ПОЖАРА – часть периметра пожара, в направлении которой происходит распространение горения.

ФЛАНГ ПОЖАРА – левая и правая части периметра пожара, где горение распространяется перпендикулярно фронту пожара.

ЦЕНТР УПРАВЛЕНИЯ СИЛАМИ – подразделения федеральной противопожарной службы, выполняющие задачи по непосредственному руководству и координации действий силами реагирования в субъектах Российской Федерации при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ, а также обеспечению оперативной деятельности территориальных органов МЧС России по субъектам Российской Федерации.

ЧРЕЗВЫЧАЙНАЯ СИТУАЦИЯ – обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

1. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБСТАНОВКИ НА ПОЖАРЕ

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 – $V_{л}$ (табл. 1.1) и временем развития пожара – t_p .

**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.	Сгораемые 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 – заготовительные цехи – производства фанеры – помещения других цехов	1,0...3,0 2,0...5,0 2,0...2,5 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.	Сгораемые 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 $V_{\text{л}}$ 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 (рис. 1.1), 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 рис. 1.1.

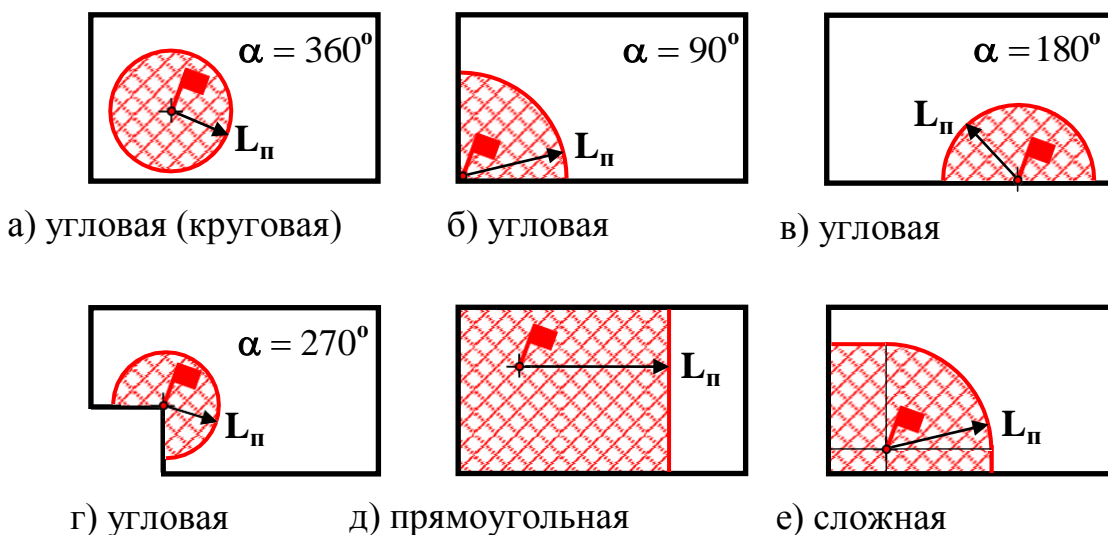


Рис. 1.1. Основные геометрические формы площади пожара:
 $L_{\text{п}}$ – путь, пройденный огнем (радиус), за время развития.

Определение основных геометрических параметров 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.

Порядок определения основных геометрических параметров пожара:

1. Определяем путь, пройденный огнём - $L_{п}$ ($R_{п}$ - радиус), за время развития пожара - t_{p} , м.

В расчётах:

- в первые 10 мин. ($t_{p} \leq 10$ мин.) $V_{л}$ принимается равной половине её табличного значения (табл. 1.1)

$$L_{п} = 0,5 \cdot V_{л}^{табл} \cdot t_{p}; \quad (1.1)$$

- при значении $t_{p} > 10$ мин. и до введения первых средств на тушение пожара $V_{л}$ принимается равной её табличной величине (табл. 1.1)

$$L_{п} = 0,5 \cdot V_{л}^{табл} \cdot 10 + V_{л}^{табл} \cdot (t_{p} - 10) \quad (1.2)$$

- после введения стволов на тушение и до локализации пожара $V_{л}$ принимается равной половине её табличного значения (табл. 1.1).

При значении $t_{p} \leq 10$ мин. =>

$$L_{п} = 0,5 \cdot V_{л}^{табл} \cdot t_{p} + 0,5 \cdot V_{л}^{табл} \cdot t_{лок} \quad (1.3)$$

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

При значении $t_{p} > 10$ мин. =>

$$L_{п} = 0,5 \cdot V_{л}^{табл} \cdot 10 + V_{л}^{табл} \cdot (t_{p} - 10) + 0,5 \cdot V_{л}^{табл} \cdot t_{лок} \quad (1.4)$$

2. Определяем путь, пройденный огнем через открытые дверные проемы - $L_{п}^{ДВ}$, м:

- если при переходе формы площади пожара из угловой в прямоугольную дверной проем находится в пределах фактической площади пожара - $S_{ф}$ (рис. 1.2а)

$$L_{п}^{ДВ} = L_{п} - L_{ДВ}^{пр} \quad (1.5)$$

где $L_{ДВ}^{пр}$ - 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 - $S^{пр}$ (рис. 1.2б)

$$L_{п}^{ДВ} = L_{п} - L_{пер} \quad (1.6)$$

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

1. Определяем форму площади пожара.

На план, выполненный в масштабе, наносим полученные значения $L_{п}$ $L_{дв}$, 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.

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

Варианты заданий для определения основных геометрических параметров пожара

По данным табл. 1.2. на заданные промежутки времени необходимо определить:

– основные геометрические параметры пожара (площадь пожара – $S_{п}$, периметр пожара – $P_{п}$, фронт пожара – $\Phi_{п}$;

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

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

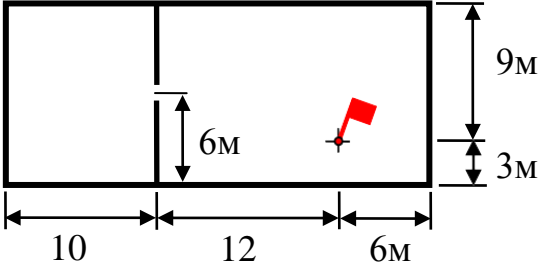
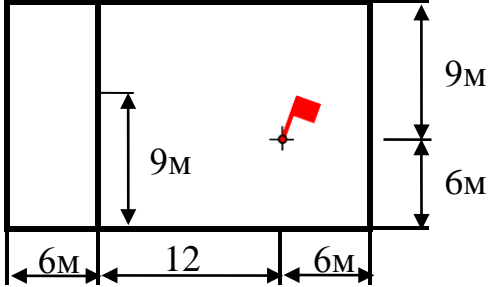
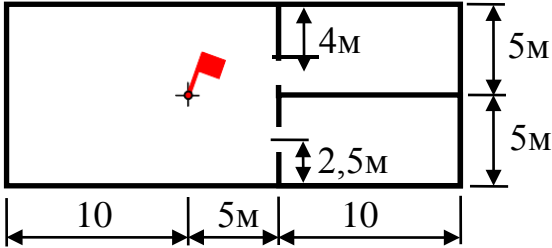
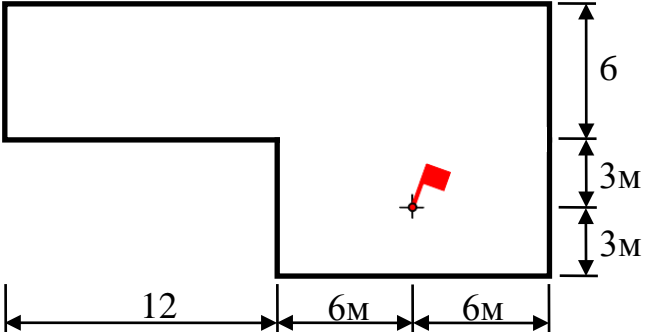
- линейная скорость распространения горения берется из табл. 1.1 по ее максимальному значению;
- дверные проемы открыты, ширина дверных проемов не учитывается;
- развитие пожара в смежные помещения происходит от центра дверных проемов.

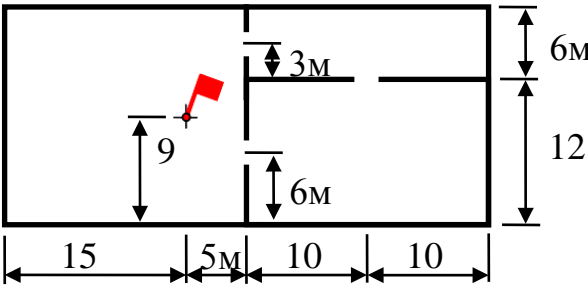
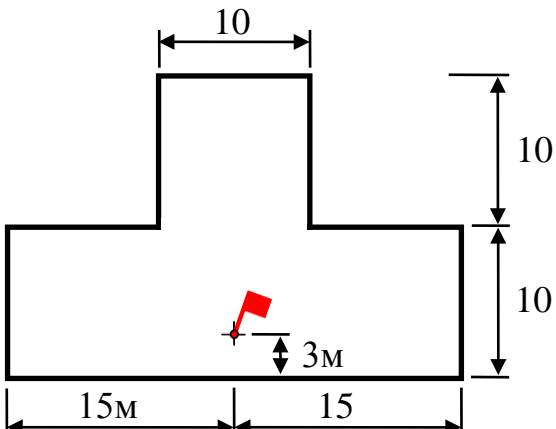
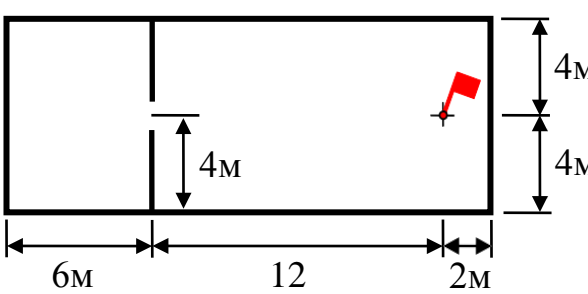
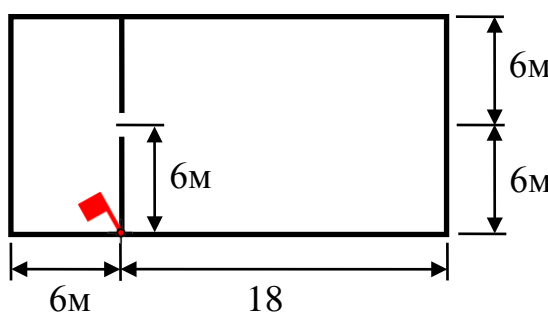
Таблица 1.2

Исходные данные для решения задач по определению основных геометрических параметров пожара

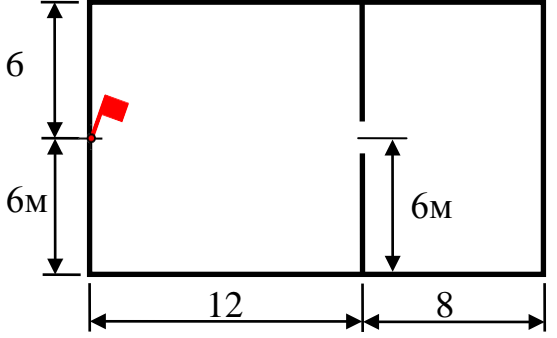
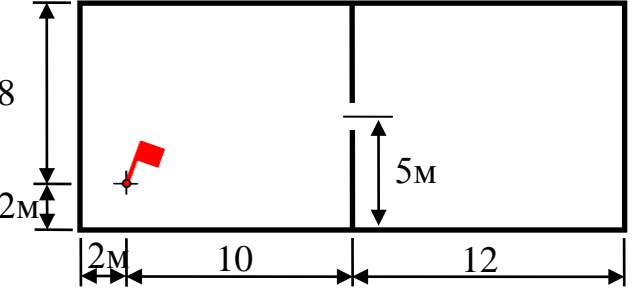
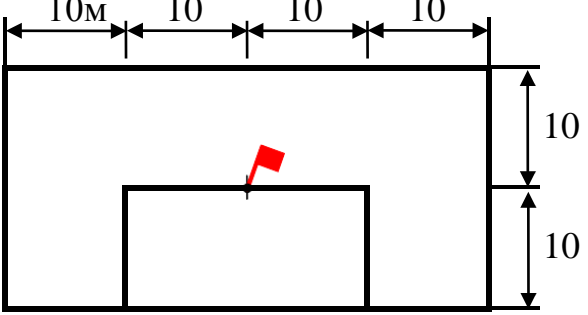
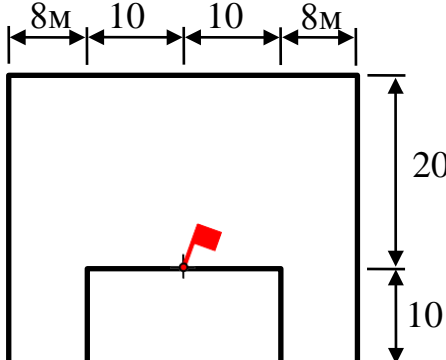
№ вар.	Наименование предприятия	План помещения с обозначением места возникновения пожара
1	2	3
1.	<p>Деревообрабатывающее предприятие V степени огнестойкости.</p> <p>Временные параметры:</p> <p>$t_1 = 4$ мин;</p> <p>$t_2 = 12$ мин;</p> <p>Линейная скорость распространения горения:</p> <p>$V_{л} = 2$ 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, represented by a red flame icon, is located in the top right corner. The fire source is positioned 5m from the right wall and 3m from the top wall. Dimension lines indicate these distances: a horizontal line from the right wall to the fire source is labeled '5м', and a vertical line from the top wall to the fire source is labeled '3м'. The overall dimensions of the room are labeled as '25' for width and '15' for height.</p>

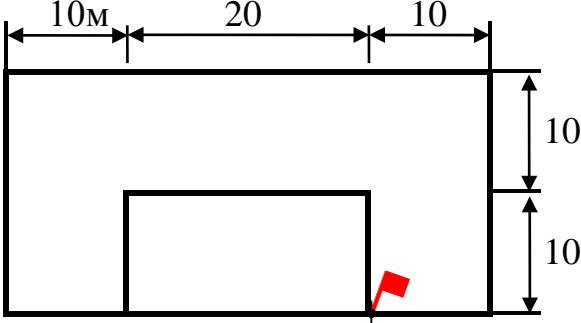
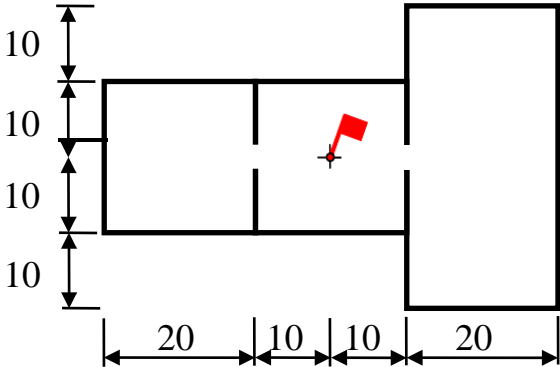
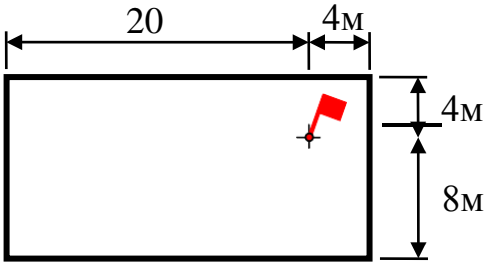
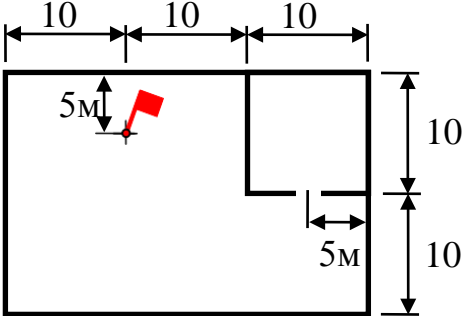
Продолжение таблицы 1.2

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

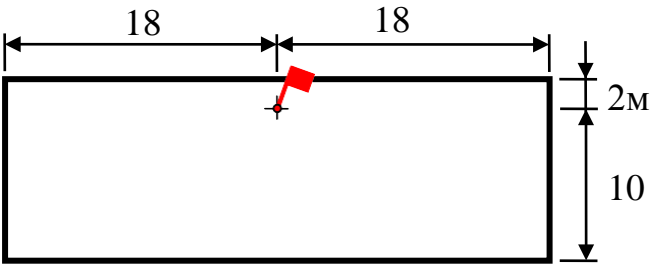
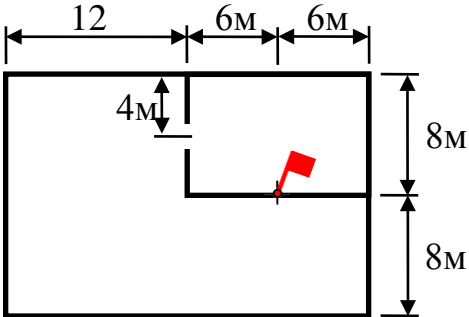
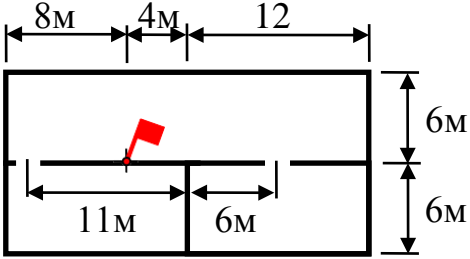
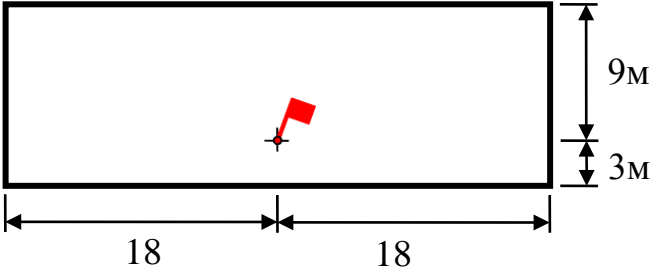
1	2	3
6.	<p>Здание музея II степени огнестойкости.</p> <p>Временные параметры: $t_1 = 9$ мин; $t_2 = 15$ мин; Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 1$ м/мин.</p>	
7.	<p>Гараж троллейбусного депо II степени огнестойкости.</p> <p>Временные параметры: $t_1 = 10$ мин; $t_2 = 20$ мин; Линейная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

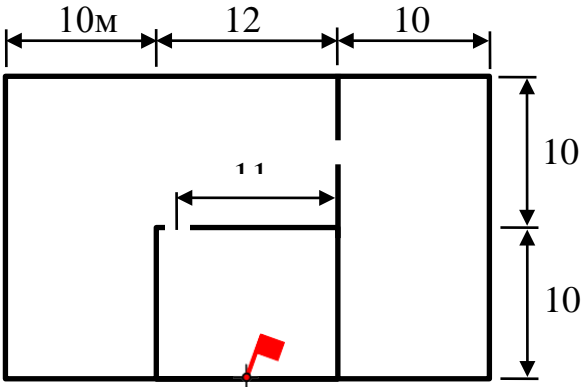
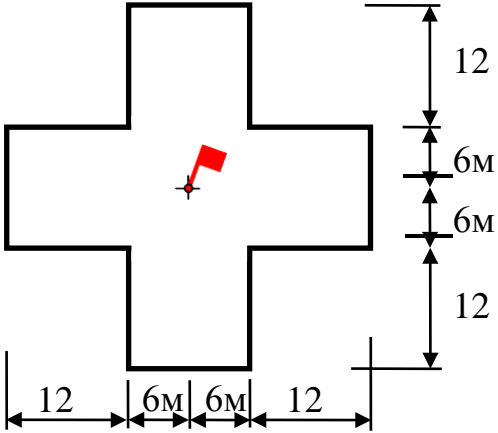
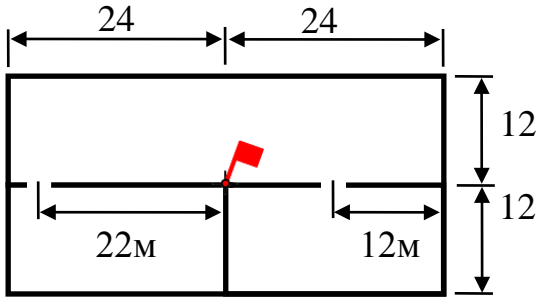
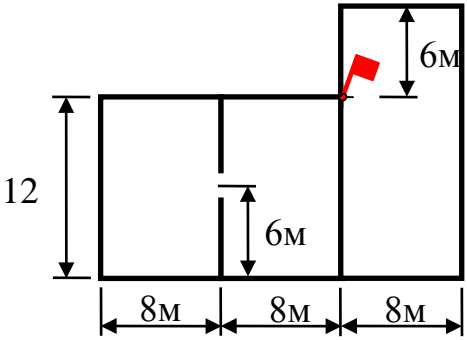
1	2	3
10.	<p>Здание сушилки II степени огнестойкости. Временные параметры: $t_1 = 10$ мин; $t_2 = 15$ мин; Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 2$ м/мин.</p>	
11.	<p>Лесопильный цех I степени огнестойкости. Временные параметры: $t_1 = 12$ мин; $t_2 = 30$ мин; Линейная скорость распространения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

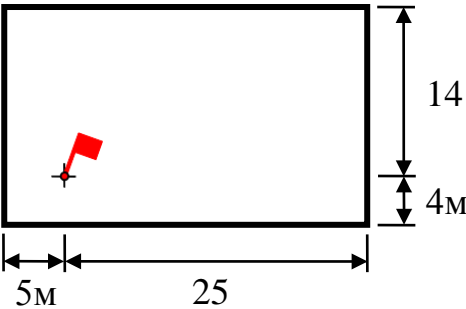
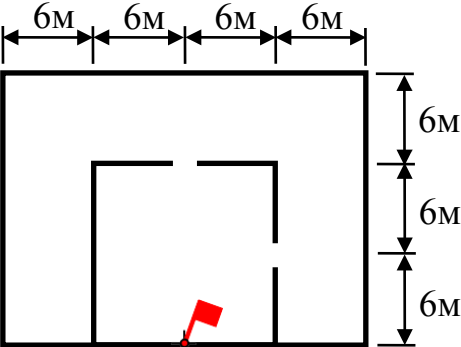
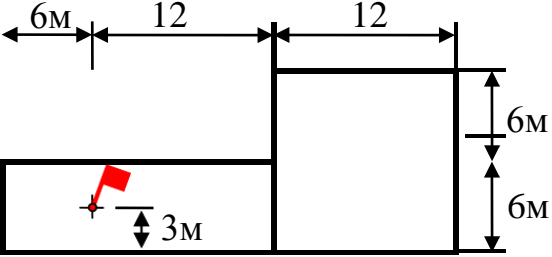
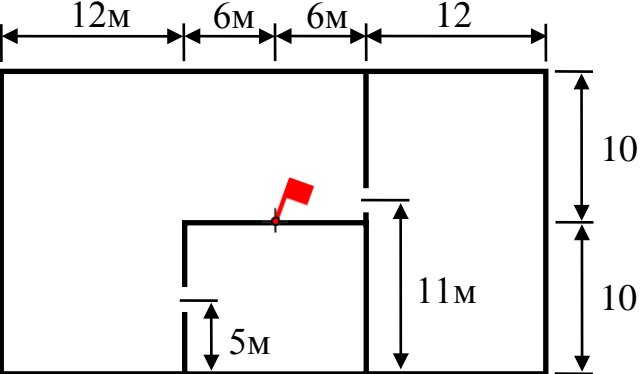
1	2	3
14.	<p>Помещение поликлиники I степени огнестойкости.</p> <p>Временные параметры: $t_1 = 10$ мин; $t_2 = 26$ мин;</p> <p>Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 0,8$ м/мин.</p>	
15.	<p>Помещение выставки II степени огнестойкости.</p> <p>Временные параметры: $t_1 = 8$ мин; $t_2 = 14$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

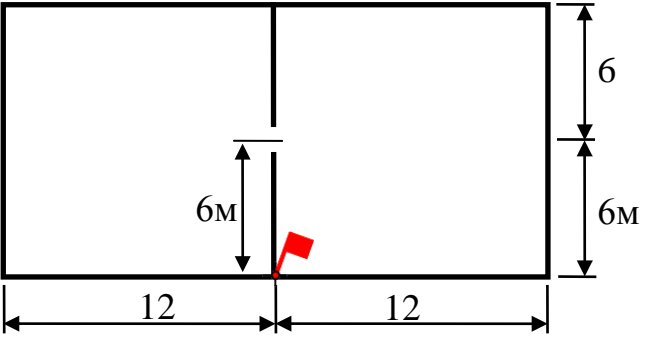
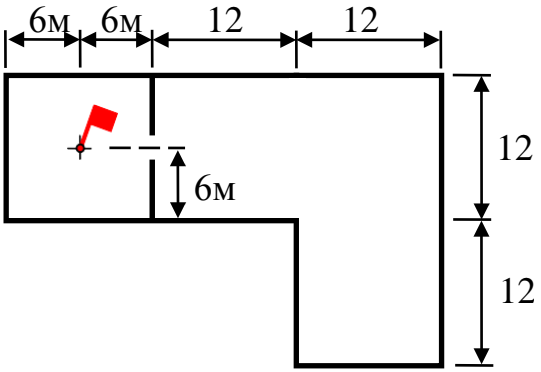
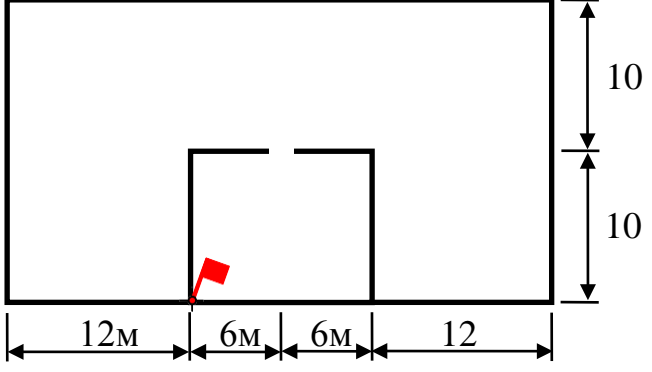
1	2	3
18.	<p>Лечебное учреждение III степени огнестойкости. Временные параметры: $t_1 = 8$ мин; $t_2 = 13$ мин; Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 2$ м/мин.</p>	
19.	<p>Здание театра II степени огнестойкости. Временные параметры: $t_1 = 8$ мин; $t_2 = 28$ мин; Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 1$ м/мин.</p>	
20	<p>Здание библиотеки II степени огнестойкости. Временные параметры: $t_1 = 12$ мин; $t_2 = 15$ мин; Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 1$ м/мин.</p>	
21.	<p>Лесопильный цех I степени огнестойкости. Временные параметры: $t_1 = 12$ мин; $t_2 = 18$ мин; Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 1$ м/мин.</p>	

1	2	3
22.	<p>Склад льноволокна II степени огнестойкости. Временные параметры: $t_1 = 3$ мин; $t_2 = 10$ мин; Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 3$ м/мин.</p>	
23.	<p>Здание школы III степени огнестойкости. Временные параметры: $t_1 = 5$ мин; $t_2 = 10$ мин; Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 2$ м/мин.</p>	
24.	<p>Административное здание II степени огнестойкости. Временные параметры: $t_1 = 6$ мин; $t_2 = 15$ мин; Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 1$ м/мин.</p>	
25.	<p>Поликлиника III степени огнестойкости. Временные параметры: $t_1 = 5$ мин; $t_2 = 15$ мин; Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 2$ м/мин.</p>	

1	2	3
26.	<p>Помещение текстильного производства II степени огнестойкости.</p> <p>Временные параметры: $t_1 = 8$ мин; $t_2 = 25$ мин; Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 0,6$ м/мин.</p>	
27.	<p>Здание поликлиники III степени огнестойкости.</p> <p>Временные параметры: $t_1 = 4$ мин; $t_2 = 12$ мин; Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 2$ м/мин.</p>	
28.	<p>Заготовительный цех I степени огнестойкости.</p> <p>Временные параметры: $t_1 = 10$ мин; $t_2 = 14$ мин; Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 1$ м/мин.</p>	
29	<p>Производство фанеры I степени огнестойкости.</p> <p>Временные параметры: $t_1 = 10$ мин; $t_2 = 20$ мин; Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 0,8$ м/мин.</p>	

1	2	3
30.	<p>Жилой дом II степени огнестойкости.</p> <p>Временные параметры: $t_1 = 5$ мин; $t_2 = 12$ мин;</p> <p>Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 0,8$ м/мин.</p>	 <p>The diagram shows a rectangular floor plan with a total width of 32m (10m + 12m + 10m) and a total height of 20m (10m + 10m). A central room is 12m wide and 10m high. A red flag representing a fire source is located in the center of this room. A dimension '11' is shown for a smaller inner section within the central room.</p>
31.	<p>Здание библиотеки II степени огнестойкости.</p> <p>Временные параметры: $t_1 = 12$ мин; $t_2 = 20$ мин;</p> <p>Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 0,5$ м/мин.</p>	 <p>The diagram shows a cross-shaped floor plan. The vertical arm has a total height of 24m (12m + 6m + 6m + 12m). The horizontal arm has a total width of 24m (12m + 6m + 6m + 12m). A red flag representing a fire source is located in the center of the cross.</p>
32.	<p>Лесопильный цех III степени огнестойкости.</p> <p>Временные параметры: $t_1 = 8$ мин; $t_2 = 15$ мин;</p> <p>Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 2$ м/мин.</p>	 <p>The diagram shows a rectangular floor plan with a total width of 48m (24m + 24m) and a total height of 24m (12m + 12m). A central room is 22m wide and 12m high. A red flag representing a fire source is located in the center of this room.</p>
33.	<p>Здание архивохранилища II степени огнестойкости.</p> <p>Временные параметры: $t_1 = 12$ мин; $t_2 = 15$ мин;</p> <p>Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 1$ м/мин.</p>	 <p>The diagram shows a rectangular floor plan with a total width of 24m (8m + 8m + 8m) and a total height of 12m. A red flag representing a fire source is located in the top-right room, which is 6m high and 8m wide.</p>

1	2	3
34.	<p>Здание театра II степени огнестойкости. Временные параметры: $t_1 = 6$ мин; $t_2 = 15$ мин; Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 2$ м/мин.</p>	
35.	<p>Дворец культуры II степени огнестойкости. Временные параметры: $t_1 = 8$ мин; $t_2 = 20$ мин; Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 1$ м/мин.</p>	
36.	<p>Здание поликлиники II степени огнестойкости. Временные параметры: $t_1 = 12$ мин; $t_2 = 21$ мин; Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 1$ м/мин.</p>	
37.	<p>Здание школы II степени огнестойкости. Временные параметры: $t_1 = 12$ мин; $t_2 = 25$ мин; Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 0,6$ м/мин.</p>	

1	2	3
38.	<p>Школа III степени огнестойкости.</p> <p>Временные параметры: $t_1 = 4$ мин; $t_2 = 10$ мин;</p> <p>Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 2$ м/мин.</p>	
39.	<p>Административное здание II степени огнестойкости.</p> <p>Временные параметры: $t_1 = 10$ мин; $t_2 = 30$ мин;</p> <p>Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 1$ м/мин.</p>	
40.	<p>Гараж трамвайного депо II степени огнестойкости.</p> <p>Временные параметры: $t_1 = 10$ мин; $t_2 = 20$ мин;</p> <p>Линейная скорость распространения горения: $V_{л} = 0,7$ м/мин.</p>	

Примеры решения задач по определению основных геометрических параметров пожара

Задача 1.1.

Пожар произошел в административном здании размером в плане 18×36 м (рис. 1.3). Пожарная нагрузка однородная и размещена равномерно по всей площади помещения.

Требуется:

– определить геометрические параметры пожара (площадь пожара – $S_{\text{п}}$, периметр пожара – $P_{\text{п}}$, фронт пожара – $\Phi_{\text{п}}$) на 10-й – (t_1) и 15-ой – (t_2) минутах развития пожара;

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

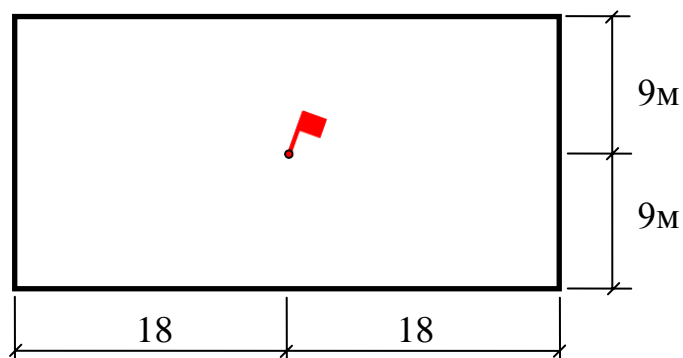


Рис. 1.3. План помещения с местом возникновения пожара

Решение:

1. Определяем основные параметры пожара ($S_{\text{п}}$, $P_{\text{п}}$, $\Phi_{\text{п}}$) на 10-й минуте его развития.

Определяем путь, пройденный огнем (расстояние) за время развития пожара $t_1 = 10$ мин.:

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

где $V_{\text{л}} = 1$ м/мин. – линейная скорость распространения горения (табл. 1.1).

Определяем форму площади пожара.

На схему, выполненную в масштабе, наносим путь, пройденный огнем за время равное 10 мин. Горение не достигнет стен здания, следовательно, пожар будет иметь круговую форму развития (рис. 1.4).

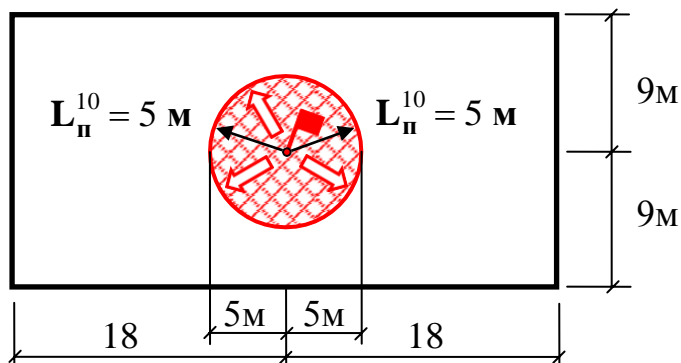


Рис. 1.4. Схема развития пожара на 10-й минуте.

Определяем площадь пожара:

$$S_{\Pi}^{10} = \pi \cdot (L_{\Pi}^{10})^2 = \pi \cdot (0,5 \cdot V_{\Pi} \cdot t_1)^2 = 3,14 \cdot (0,5 \cdot 1 \cdot 10)^2 = 78,5 \text{ (м}^2\text{)}$$

Определяем периметр пожара:

$$P_{\Pi}^{10} = 2 \cdot \pi \cdot r = 2 \cdot 3,14 \cdot 5 = 31,4 \text{ (м)}$$

Определяем фронт пожара:

$$\Phi_{\Pi}^{10} = L_{\Pi}^{10} = 2 \cdot \pi \cdot r = 2 \cdot 3,14 \cdot 5 = 31,4 \text{ (м)}$$

2. Определяем основные параметры пожара (S_{Π} , P_{Π} , Φ_{Π}) на 15-й минуте его развития.

Определяем путь, пройденный огнем (расстояние) за время развития пожара $t_2 = 15$ мин.:

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

Определяем форму площади пожара.

На схему, выполненную в масштабе, наносим путь, пройденный огнем за время равное 15 мин. На 15 минуте огонь достигнет стен здания. Из круговой формы развития пожар перейдет в прямоугольную форму. Горение будет распространяться в двух направлениях (рис. 1.5).

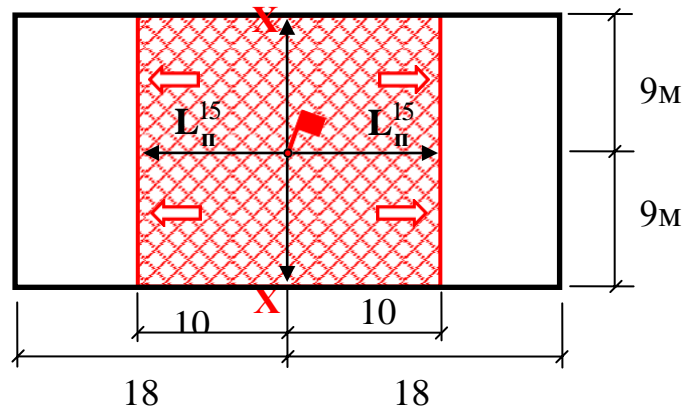


Рис 1.5. Схема развития пожара на 15-й минуте

Определяем площадь пожара:

$$S_{\Pi}^{15} = (10+10) \cdot 18 = 360 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Определяем периметр пожара:

$$P_{\Pi}^{15} = (10+10) + 18 + (10+10) + 18 = 76 \text{ (м)}.$$

Определяем фронт пожара:

$$\Phi_{\Pi}^{15} = 18 + 18 = 36 \text{ (м)}.$$

Ответ:

– на момент времени $t_1 = 10$ мин. форма площади пожара круговая, площадь пожара $S_{\Pi}^{10} = 78,5 \text{ м}^2$, периметр пожара $P_{\Pi}^{10} = 31,4 \text{ м}$, фронт пожара $\Phi_{\Pi}^{10} = 31,4 \text{ м}$;

– на момент времени $t_2 = 15$ мин. форма площади пожара прямоугольная, площадь пожара $S_{\Pi}^{15} = 360 \text{ м}^2$, периметр пожара $P_{\Pi}^{15} = 76 \text{ м}$, фронт пожара $\Phi_{\Pi}^{15} = 36 \text{ м}$.

Задача № 1.2.

Пожар произошел в помещении торгового центра размером в плане 20×40 м (рис. 1.6). Пожарная нагрузка однородная и размещена равномерно по площади помещения.

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

Требуется:

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

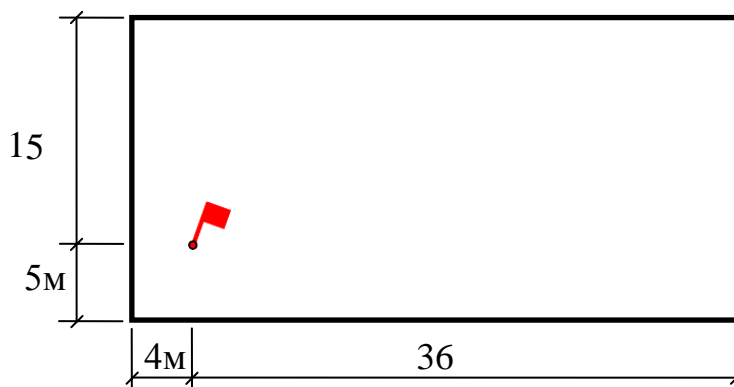


Рис. 1.6. План помещения с местом возникновения пожара.

Решение:

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

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

$$L_{\text{п}}^2 = 0,5 \cdot V_{\text{л}} \cdot 10 + V_{\text{л}} \cdot (t_1 - 10) = 0,5 \cdot 1 \cdot 10 + 1 \cdot (12 - 10) = 7 \text{ (м)}$$

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

Развитие пожара происходит в трех направлениях (рис. 1.7).

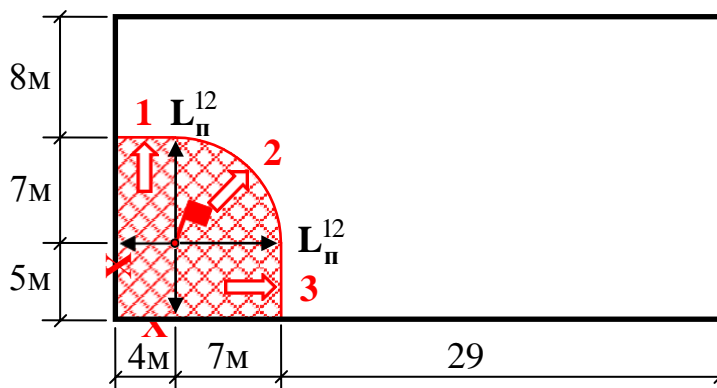


Рис. 1.7. Схема развития пожара на 12-й минуте.

Определяем площадь пожара.

Площадь пожара имеет сложную форму развития, которую можно разложить на четыре элементарные геометрические фигуры (рис. 1.8).

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

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

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

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

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

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

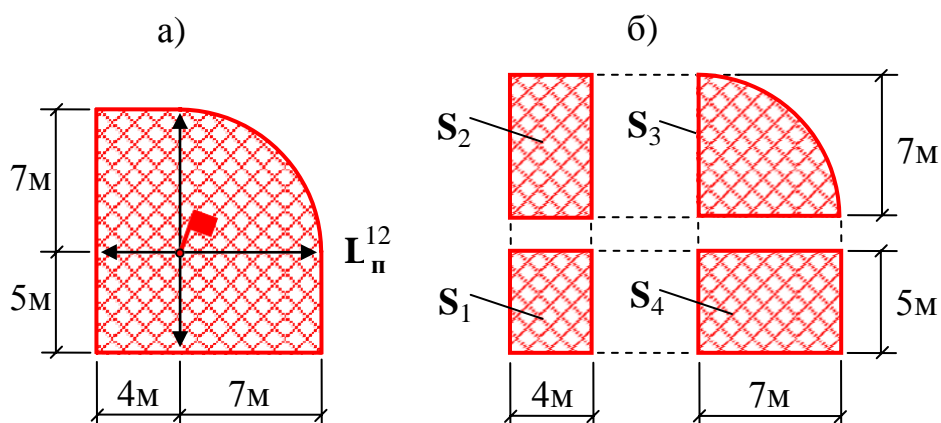


Рис. 1.8. Составные части площади пожара.

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 (рис. 1.9 «б»).

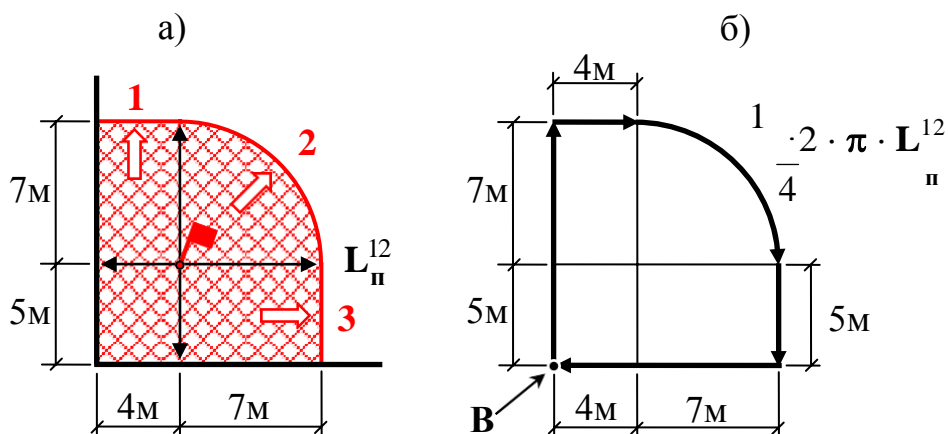


Рис. 1.9. Определение периметра пожара.

$$L_I^{12} = (5 + \frac{1}{2} \cdot 7^2) + 4 + 0,25 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 7^2 + 5 + (7^2 + 4) ;$$

$$L_I^{12} = (5+7) + 4 + 0,25 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 7 + 5 + (7 + 4) = 42,99 \Rightarrow 43 \text{ (м)}$$

Определяем фронт пожара.

Развитие пожара происходит в трех направлениях. Следовательно, длина фронта пожара будет складываться из трех отрезков (рис. 1.10 «б»).

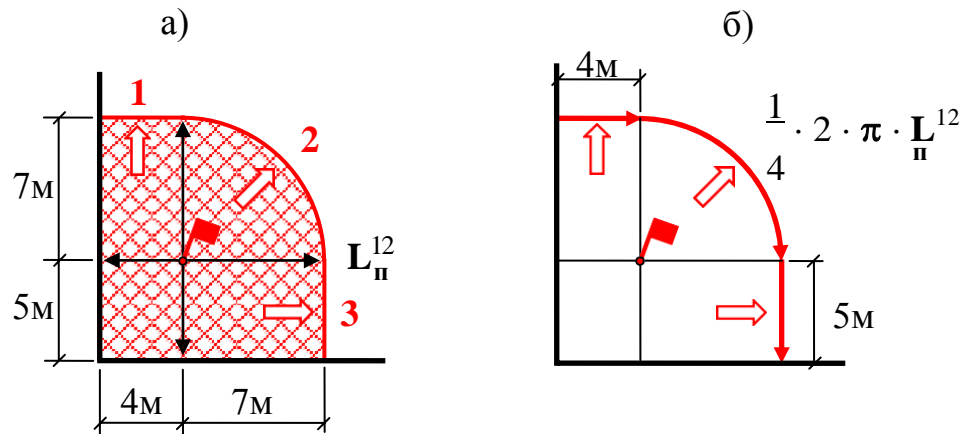


Рис. 1.10. Определение фронта пожара.

$$\Phi_{\Pi}^{12} = 4 + 0,25 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 7 + 5 = 4 + 0,5 \cdot 3,14 \cdot 7 + 5 = 19,99 \Rightarrow 20 \text{ (м)}$$

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

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

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

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 (рис. 1.11).

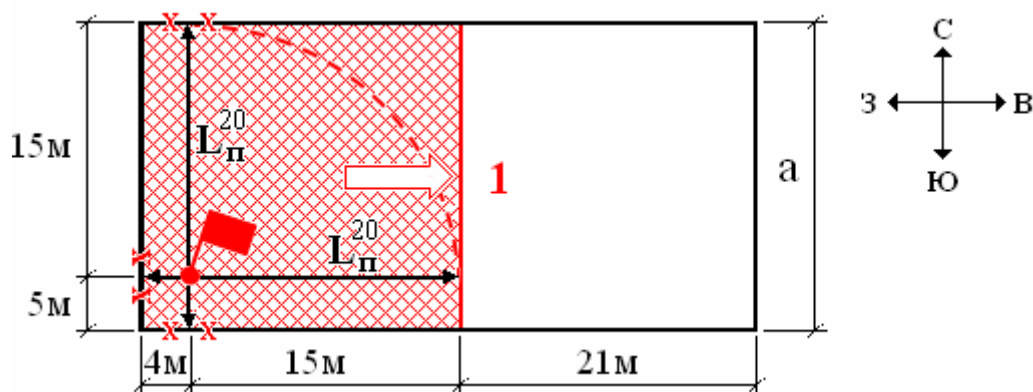


Рис. 1.11. Схема развития пожара на 20-й минуте.

Определяем площадь пожара.

Площадь пожара имеет прямоугольную форму развития.

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

Определяем периметр пожара:

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

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 $\Phi_{\Pi}^{20} = 20 \text{ м}$.

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПОЖАРА

Методические указания к выполнению практической работы по дисциплине
«Защита населения в ЧС» для студентов очной формы обучения направления подготовки
«Техносферная безопасность»

Составители: ШАРАФУТДИНОВА Анастасия Валерьевна
ОСИПОВА Венера Юсуповна

Редакция и корректура авторов

Издательство

Казанского государственного архитектурно-строительного университета

Подписано в печать

Формат 60x84/16

Заказ

Печать ризографическая

Усл.печ.л. 2,0

Тираж 20 экз.

Бумага офсетная № 1

Уч.-изд.л. 2,0

— Отпечатано в полиграфическом секторе

Издательства КазГАСУ

420043, Казань, ул.Зеленая, 1