



Москва, 105064, БЦ Арма,
Нижний Сусальный пер., д. 5 стр.19
+7 (495) 215-03-89
info@kres.group | kres.group

РАСЧЕТНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОЙ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ ПУТЕМ ОЦЕНКИ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПОЖАРНОГО РИСКА

для объекта:

Разработчик:
ООО «КРЕС»

Управляющий



А.М. Пшеничников

Перечень сокращений

АУПТ — автоматические установки пожаротушения;

ОФП — опасные факторы пожара;

$Q_{п,i}$ — частота возникновения пожара в здании в течение года;

$K_{ап,i}$ — коэффициент, учитывающий соответствие АУП требованиям нормативных документов;

$P_{пр,i}$ — вероятность присутствия людей в здании;

$P_{э,i}$ — вероятность эвакуации людей;

$K_{п.з,i}$ — коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

$K_{обн,i}$ — коэффициент, учитывающий соответствие системы пожарной сигнализации требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

$K_{соуэ,i}$ — коэффициент, учитывающий соответствие системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

$K_{пдз,i}$ — коэффициент, учитывающий соответствие системы противодымной защиты, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

$t_{нэ}$ — время начала эвакуации;

$t_{бл}$ — время блокирования путей эвакуации;

$t_{кр}^{п.в.}$ — критическое время при потере видимости;

$t_{кр}^T$ — критическое время при повышенной температуре;

$t_{кр}^{т.г.}$ — критическое время при превышении концентрации токсичных газов;

$t_{кр}^{O_2}$ — критическое время при пониженном содержании кислорода;

$t_{кр}^{т.п.}$ — критическое время при превышении теплового потока;

$t_{ск}$ — время существования скоплений людей на участках пути;

t_p — расчетное время эвакуации людей;

t_z — время задержки движения людей на участке.

							Лист
							3
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата		

Введение

Оценка пожарного риска проводится в целях определения соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности в порядке, установленном Федеральным законом от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и нормативными правовыми актами Российской Федерации.

Оценка пожарного риска проводится путем определения расчетных величин пожарного риска на объекте защиты и сопоставления их с соответствующими нормативными значениями пожарных рисков, установленными Федеральным законом от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Расчетные величины пожарного риска являются количественной мерой возможности реализации пожарной опасности объекта защиты и ее последствий для людей и материальных ценностей. Расчет пожарного риска производится в соответствии с «Методикой определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности», утвержденной приказом МЧС России № 382 от 30.06.2009 г., с учетом изменений в соответствии с приказами № 749 от 12.12.2011 г. и № 632 от 02.12.2015 г.

Расчет выполнен на основании исходных данных, ответственность за достоверность которых несет Заказчик.

								Лист
								4
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата			

Краткое описание объекта защиты

Проектом предусмотрено создание объёмно-планировочного пространства технологических помещений с устройством перегородок, полов, потолков и указаний к выполнению отделочных работ.

Проведение для здания расчётного обоснования осуществлялось для подтверждения соответствия пожарного риска на объекте допустимым значениям, выполнялось по методике, утвержденной приказом МЧС России от 30.06.2009 № 382.

									Лист
									5
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

Наименование использованной методики

Приложение к Приказу МЧС России № 382 от 30.06.2009 г. «Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» (с изменениями от 12.12.2011 г. в ред. Приказа МЧС России № 749 и с изменениями от 02.12.2015 г. в ред. Приказа МЧС России № 632).

Методика расчета

I. Общие положения

1. Настоящая методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности (далее - Методика) устанавливает порядок определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках (далее - здание) и распространяется на здания классов функциональной пожарной опасности:

1.1. Ф1 - здания, предназначенные для постоянного проживания и временного пребывания людей, в том числе:

а) Ф1.1 - здания дошкольных образовательных организаций, специализированных домов престарелых и инвалидов (неквартирные), больницы, спальные корпуса образовательных организаций с наличием интерната и детских организаций;

б) Ф1.2 - гостиницы, общежития, спальные корпуса санаториев и домов отдыха общего типа, кемпингов, мотелей и пансионатов;

в) Ф1.3 - многоквартирные жилые дома;

г) Ф1.4 - одноквартирные жилые дома, в том числе блокированные;

1.2. Ф2 - здания зрелищных и культурно-просветительных учреждений, в том числе:

а) Ф2.1 - театры, кинотеатры, концертные залы, клубы, цирки, спортивные сооружения с трибунами, библиотеки и другие учреждения с расчетным числом посадочных мест для посетителей в закрытых помещениях;

б) Ф2.2 - музеи, выставки, танцевальные залы и другие подобные учреждения в закрытых помещениях;

в) Ф2.3 - театры, кинотеатры, концертные залы, клубы, цирки, спортивные сооружения с трибунами, библиотеки и другие учреждения с расчетным числом посадочных мест для посетителей на открытом воздухе;

г) Ф2.4 - музеи, выставки, танцевальные залы и другие подобные учреждения на открытом воздухе;

1.3. Ф3 - здания организаций по обслуживанию населения, в том числе:

а) Ф3.1 - здания организаций торговли;

б) Ф3.2 - здания организаций общественного питания;

в) Ф3.3 - вокзалы;

г) Ф3.4 - поликлиники и амбулатории;

д) Ф3.5 - помещения для посетителей организаций бытового и коммунального обслуживания с нерасчетным числом посадочных мест для посетителей;

е) Ф3.6 - физкультурно-оздоровительные комплексы и спортивно-тренировочные учреждения с помещениями без трибун для зрителей, бытовые помещения, бани;

1.4. Ф4 - здания образовательных организаций, научных и проектных организаций, органов управления учреждений, в том числе:

а) Ф4.1 - здания общеобразовательных организаций, организаций дополнительного образования детей, профессиональных образовательных организаций;

							Лист
							6
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

- б) Ф4.2 - здания образовательных организаций высшего образования, организаций дополнительного профессионального образования;
- в) Ф4.3 - здания органов управления учреждений, проектно-конструкторских организаций, информационных и редакционно-издательских организаций, научных организаций, банков, контор, офисов;
- г) Ф4.4 - здания пожарных депо;

1.5. Ф5 - пожарные отсеки производственного или складского назначения с категорией помещений по взрывопожарной и пожарной опасности В1 - В4, Г, Д, входящие в состав зданий с функциональной пожарной опасностью Ф1, Ф2, Ф3, Ф4, в том числе Ф5.2 - стоянки для автомобилей без технического обслуживания и ремонта.

2. Расчеты по оценке пожарного риска проводятся путем сопоставления расчетных величин пожарного риска с нормативным значением пожарного риска, установленного Федеральным законом от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (далее – Технический регламент).

3. Определение расчетных величин пожарного риска осуществляется на основании:

- а) анализа пожарной опасности зданий;
- б) определения частоты реализации пожароопасных ситуаций;
- в) построения полей опасных факторов пожара для различных сценариев его развития;
- г) оценки последствий воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев его развития;
- д) наличия систем обеспечения пожарной безопасности зданий.

4. Определение расчетных величин пожарного риска заключается в расчете индивидуального пожарного риска для людей, находящихся в здании. Численным выражением индивидуального пожарного риска является частота воздействия опасных факторов пожара (далее – ОФП) на человека, находящегося в здании. Перечень ОФП установлен статьей 9 Технического регламента. Результаты и выводы, полученные при определении пожарного риска, используются для обоснования параметров и характеристик зданий, сооружений и пожарных отсеков, которые учитываются в настоящей Методике.

5. Частота воздействия ОФП определяется для пожароопасной ситуации, которая характеризуется наибольшей опасностью для жизни и здоровья людей, находящихся в здании.

6. Для целей настоящей методики используются основные понятия, установленные статьей 2 Технического регламента.

II. Основные расчетные величины индивидуального пожарного риска

7. Индивидуальный пожарный риск отвечает требуемому, если:

$$Q_B \leq Q_B^H \quad (1)$$

где Q_B^H – нормативное значение индивидуального пожарного риска, $Q_B^H = 10^{-6} \text{ год}^{-1}$;

Q_B – расчетная величина индивидуального пожарного риска.

Расчетная величина пожарного риска в здании, сооружении и пожарном отсеке определяется как максимальное значение пожарного риска из рассмотренных сценариев пожара:

$$Q_B = \max \{Q_{B,1}, \dots, Q_{B,i}, \dots, Q_{B,N}\}, \quad (2)$$

где $Q_{B,i}$ – расчетная величина пожарного риска для i-го сценария пожара, N – количество рассмотренных сценариев пожара.

							Лист
							7
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата		

Сценарий пожара представляет собой вариант развития пожара с учетом принятого места возникновения и характера его развития. Сценарий пожара определяется на основе данных об объемно-планировочных решениях, о размещении горючей нагрузки и людей на объекте. При расчете рассматриваются сценарии пожара, при которых реализуются наихудшие условия для обеспечения безопасности людей. В качестве сценариев с наихудшими условиями пожара следует рассматривать сценарии, характеризующиеся наиболее затрудненными условиями эвакуации людей и (или) наиболее высокой динамикой нарастания ОФП, а именно пожары:

в помещениях, рассчитанных на одновременное присутствие 50 и более человек;

в системах помещений, в которых из-за распространения ОФП возможно быстрое блокирование путей эвакуации (коридоров, эвакуационных выходов и т.д.). При этом очаг пожара выбирается в помещении малого объема вблизи от одного из эвакуационных выходов, либо в помещении с большим количеством горючей нагрузки, характеризующейся высокой скоростью распространения пламени;

в помещениях и системах помещений атриумного типа;

в системах помещений, в которых из-за недостаточной пропускной способности путей эвакуации возможно возникновение продолжительных скоплений людских потоков.

В случаях, когда перечисленные типы сценариев не отражают всех особенностей объекта, возможно рассмотрение иных сценариев пожара.

В помещении, имеющем два и более эвакуационных выхода, очаг пожара следует размещать вблизи выхода, имеющего наибольшую пропускную способность. При этом данный выход считается заблокированным с первых секунд пожара, и при определении расчетного времени эвакуации не учитывается.

В помещении с одним эвакуационным выходом время блокирования выхода определяется расчетом.

Сценарии пожара, не реализуемые при нормальном режиме эксплуатации объекта (теракты, поджоги, хранение горючей нагрузки, не предусмотренной назначением объекта и т.д.), не рассматриваются.

8. Расчетная величина индивидуального пожарного риска для *i*-го сценария пожара $Q_{в,i}$ в зданиях, указанных в пункте 1 (за исключением классов функциональной пожарной опасности Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4) рассчитывается по формуле:

$$Q_{в,i} = Q_{п,i} \cdot (1 - K_{ап,i}) \cdot P_{пр,i} \cdot (1 - P_{э,i}) \cdot (1 - K_{л,э,i}) \quad (3)$$

где $Q_{п,i}$ - частота возникновения пожара в здании в течение года, определяемая на основании статистических данных, приведенных в приложении № 1 к настоящей Методике. При отсутствии статистической информации допускается принимать $Q_{п,i} = 4 \cdot 10^{-2}$ для каждого здания;

$K_{ап,i}$ - коэффициент, учитывающий соответствие установок автоматического пожаротушения (далее - АУП) требованиям нормативных документов по пожарной безопасности. Значение параметра $K_{ап,i}$ принимается равным $K_{ап,i} = 0,9$, если выполняется хотя бы одно из следующих условий:

здание оборудовано системой АУП, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

оборудование здания системой АУП не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности.

В остальных случаях $K_{ап,i}$ принимается равной нулю;

								Лист
								8
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата			

$R_{пр,i}$ - вероятность присутствия людей в здании, определяемая из соотношения $R_{пр,i} = t_{функц,i} / 24$, где $t_{функц,i}$ - время нахождения людей в здании в часах;

$R_{э,i}$ - вероятность эвакуации людей;

$K_{п.з,i}$ - коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности.

9. Вероятность эвакуации $R_{э,i}$ из зданий, указанных в пункте 1 (за исключением зданий классов функциональной пожарной опасности Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4), рассчитывают по формуле:

$$R_{э,i} = \begin{cases} 0,999 \cdot \frac{0,8 \cdot t_{бл} - t_p}{t_{нэ}}, & \text{если } t_p < 0,8 \cdot t_{бл} < t_p + t_{нэ} \text{ и } t_{ск} \leq 6 \text{ мин} \\ 0,999, & \text{если } t_p + t_{нэ} \leq 0,8 \cdot t_{бл} \text{ и } t_{ск} \leq 6 \text{ мин} \\ 0,000, & \text{если } t_p \geq 0,8 \cdot t_{бл} \text{ или } t_{ск} > 6 \text{ мин} \end{cases}, \quad (4)$$

где t_p - расчетное время эвакуации людей, мин;

$t_{нэ}$ - время начала эвакуации (интервал времени от возникновения пожара до начала эвакуации людей), мин;

$t_{бл}$ - время от начала пожара до блокирования эвакуационных путей в результате распространения на них ОФП, имеющих предельно допустимые для людей значения (время блокирования путей эвакуации), мин;

$t_{ск}$ - время существования скоплений людей на участках пути (плотность людского потока на путях эвакуации превышает значение $0,5 \text{ м}^2/\text{м}^2$).

10. Расчетное время эвакуации людей t_p из помещений и зданий определяется на основе моделирования движения людей до выхода наружу одним из следующих способов:

по упрощенной аналитической модели движения людского потока, приведенной в приложении № 2 к настоящей Методике;

по математической модели индивидуально-поточного движения людей из здания, приведенной в приложении № 3 к настоящей Методике;

по имитационно-стохастической модели движения людских потоков, приведенной в приложении № 4 к настоящей Методике.

Выбор способа определения расчетного времени эвакуации производится с учетом специфических особенностей объемно-планировочных решений здания, а также особенностей контингента (его однородности) людей, находящихся в нем.

При определении расчетного времени эвакуации учитываются данные, приведенные в приложении № 5 к настоящей Методике, в частности принципы составления расчетной схемы эвакуации людей, параметры движения людей различных групп мобильности, а также значения площадей горизонтальных проекций различных контингентов людей.

11. Время начала эвакуации $t_{нэ}$ определяется в соответствии с пунктом 1 приложения № 5 к настоящей Методике.

12. Время блокирования путей эвакуации $t_{бл}$ вычисляется путем расчета времени достижения ОФП предельно допустимых значений на эвакуационных путях в различные моменты времени. Порядок проведения расчета и математические модели для определения времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара приведен в приложении № 6 к настоящей Методике.

							Лист
							9
Изм.	Кол.уч.	Лист	№докум.	Подпись	Дата		

13. Коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности, $K_{п.з,i}$ рассчитывается по формуле:

$$K_{п.з,i} = 1 - (1 - K_{обн,i} \cdot K_{соуэ,i}) \cdot (1 - K_{обн,i} \cdot K_{пдз,i}), \quad (5)$$

где $K_{обн,i}$ - коэффициент, учитывающий соответствие системы пожарной сигнализации требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

$K_{соуэ,i}$ - коэффициент, учитывающий соответствие системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

$K_{пдз,i}$ - коэффициент, учитывающий соответствие системы противоподымной защиты требованиям нормативных документов по пожарной безопасности.

Порядок оценки параметров $K_{обн,i}$, $K_{соуэ,i}$ и $K_{пдз,i}$ приведен в разделе IV настоящей Методики.

14. Расчетная величина индивидуального пожарного риска $Q_{в,i}$ для i -го сценария пожара в зданиях класса функциональной пожарной опасности Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4 рассчитывается по формуле:

$$Q_{в,i} = Q_{п,i} [1 - (P_{э,i} + (1 - P_{э,i}) P_{сп,i})], \quad (6)$$

где $Q_{п,i}$ - частота возникновения пожара в здании в течение года, определяется на основании статистических данных, приведенных в приложении № 1 к настоящей Методике;

$P_{э,i}$ - вероятность эвакуации людей;

$P_{сп,i}$ - вероятность спасения людей.

15. Вероятность эвакуации $P_{э,i}$ из зданий класса функциональной пожарной опасности Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4 рассчитывают по формуле:

$$P_{э,i} = \frac{N_{\Sigma,i} - N_{неэв,i}}{N_{\Sigma,i}} \cdot 0.999, \quad (7)$$

где $N_{\Sigma,i}$ - общее количество людей, эвакуирующихся в рассматриваемом сценарии;

$N_{неэв,i}$ - количество не эвакуировавшихся людей. Определяется путем суммирования по всем участкам путей эвакуации людей, не успевших покинуть указанный участок до его блокирования опасными факторами пожара (для которых $t_p + t_{нэ} > 0,8 \cdot t_{бл}$), и людей, попавших в скопление продолжительностью более 6 мин ($t_{ск} > 6$ мин);

t_p - расчетное время эвакуации людей, мин (определяется в соответствии с пунктом 10);

$t_{нэ}$ - время начала эвакуации (интервал времени от возникновения пожара до начала эвакуации людей), мин (определяется в соответствии с пунктом 11);

$t_{бл}$ - время от начала пожара до блокирования эвакуационных путей в результате распространения на них ОФП, имеющих предельно допустимые для людей значения (время блокирования путей эвакуации), мин (определяется в соответствии с пунктом 12);

$t_{ск}$ - время существования скоплений людей на участках пути (плотность людского потока на путях эвакуации превышает значение $0,5 \text{ м}^2/\text{м}^2$).

16. Вероятность спасения $P_{сп,i}$ определяется по формуле:

$$P_{сп,i} = 1 - (1 - K_{п.з,i})(1 - K_{фпс,i})(1 - K_{ф,i})(1 - K_{эв,i}), \quad (8)$$

							Лист
							10
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

где $K_{п.з,i}$ - коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности, определяется по формуле (5);

$K_{фпс,i}$ - коэффициент, учитывающий дислокацию подразделений пожарной охраны на территории поселений и городских округов, принимается равным $K_{фпс,i} = 0,95$ в случае соответствия ее требованиям Технического регламента и нормативных документов по пожарной безопасности. При этом время $t_{бл,i}$ принимается в соответствии с расчетом по приложению 6 к настоящей Методике для данного сценария развития пожара. В остальных случаях $K_{фпс,i}$ принимается равной нулю.

$K_{ф,i}$ - коэффициент, учитывающий класс функциональной пожарной опасности здания. Значение параметра $K_{ф,i}$ принимается равным $K_{ф,i} = 0,75$ в следующих случаях:

для зданий класса Ф1.1 в случае соблюдения требований нормативных документов по пожарной безопасности к оснащению первичными средствами пожаротушения;

для зданий класса Ф1.3 в случае соблюдения требований нормативных документов по пожарной безопасности к устройству аварийных выходов;

для зданий класса Ф1.4 - во всех случаях;

В остальных случаях для зданий классов Ф1.1. Ф1.3 $K_{ф,i}$ принимается равной нулю;

$K_{эв,i}$ - коэффициент, учитывающий соответствие путей эвакуации требованиям нормативных документов по пожарной безопасности.

Значение параметра $K_{эв,i}$ принимается равным $K_{эв,i} = 0,8$ в случае соблюдения требований нормативных документов по пожарной безопасности к путям эвакуации.

В остальных случаях $K_{эв,i}$ принимается равной нулю."

III. Порядок проведения расчета индивидуального пожарного риска

Анализ пожарной опасности здания

17. Для проведения анализа пожарной опасности осуществляется сбор данных о здании, который включает:

объемно-планировочные решения;

теплофизические характеристики ограждающих конструкций и размещенного оборудования;

вид, количество и размещение горючих веществ и материалов;

количество и места вероятного размещения людей;

системы пожарной сигнализации и пожаротушения, противодымной защиты, оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей.

18. На основании полученных данных производится анализ пожарной опасности здания, при этом учитывается:

возможная динамика развития пожара;

состав и характеристики системы противопожарной защиты;

возможные последствия воздействия пожара на людей и конструкции здания.

Определение частоты реализации пожароопасных ситуаций

19. Частота реализации пожароопасных ситуаций определяется частотой возникновения пожара в здании в течение года. Порядок определения частоты возникновения пожара в здании приведен в разделе II настоящей Методики.

Построение полей опасных факторов пожара для различных сценариев его развития

							Лист
							11
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата		

20. Для построения полей опасных факторов пожара проводится экспертный выбор сценария или сценариев пожара, при которых ожидаются наихудшие последствия для находящихся в здании людей.

Формулировка сценария развития пожара включает в себя следующие этапы:

выбор места нахождения первоначального очага пожара и закономерностей его развития;

задание расчетной области (выбор рассматриваемой при расчете системы помещений, определение учитываемых при расчете элементов внутренней структуры помещений, состояния проемов);

задание параметров окружающей среды и начальных значений параметров внутри помещений.

В соответствии с приложением № 6 к Методике формулируется математическая модель развития пожара и проводится моделирование его динамики развития.

На основании результатов расчетов осуществляется построение полей опасных факторов пожара и определяется значение времени блокирования путей эвакуации ОФП $t_{бл}$.

Оценка последствий воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев его развития

21. Оценка последствий воздействия опасных факторов пожара на людей заключается в определении вероятности эвакуации людей из здания при пожаре.

Вероятность эвакуации людей определяется по формуле (4) на основе сопоставления значений времени эвакуации людей и времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара.

Для определения расчетного времени эвакуации людей t_p в соответствии с приложениями №№ 2-5 к настоящей Методике определяется модель эвакуации людей из здания, проводится построение расчетной схемы эвакуации и осуществляется моделирование эвакуации людей.

22. В соответствии с разделом II настоящей Методики проводится определение расчетной величины индивидуального пожарного риска Q_B и сопоставление ее с нормативным значением индивидуального пожарного риска Q_B^H .

Учет наличия систем обеспечения пожарной безопасности здания

23. Наличие систем обеспечения пожарной безопасности здания учитывается в соответствии с формулой (5) и положениями раздела IV настоящей Методики.

Блок-схема, иллюстрирующая порядок проведения расчета индивидуального пожарного риска, представлена на рис. 1.

							Лист
							12
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата		

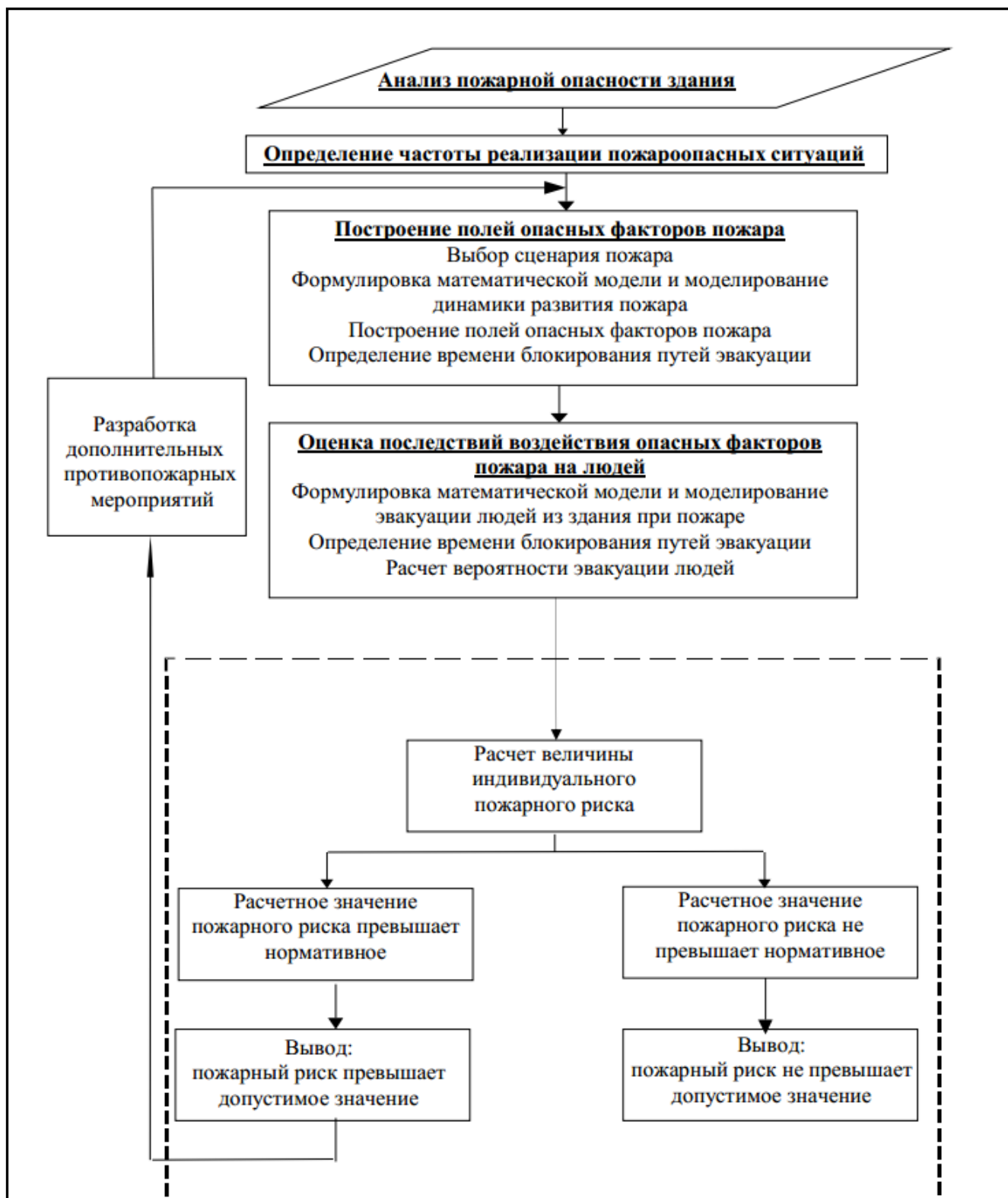


Рис. 1. Порядок проведения расчета индивидуального пожарного риска
IV. Порядок разработки дополнительных противопожарных мероприятий при определении расчетной величины индивидуального пожарного риска

24. В случае, если расчетная величина индивидуального пожарного риска превышает нормативное значение, в здании следует предусмотреть дополнительные противопожарные мероприятия, направленные на снижение величины пожарного риска.

К числу противопожарных мероприятий, направленных на снижение величины пожарного риска, относятся:

							Лист
							13
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата		

применение дополнительных объемно-планировочных решений и средств, обеспечивающих ограничение распространения пожара;
устройство дополнительных эвакуационных путей и выходов;
устройство систем оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей повышенного типа;

организация поэтапной эвакуации людей из здания;
применение систем противодымной защиты;
устройство систем автоматического пожаротушения;
ограничение количества людей в здании до значений, обеспечивающих безопасность их эвакуации из здания.

Эффективность дополнительных противопожарных мероприятий должна подтверждаться повторным расчетом величины индивидуального пожарного риска.

25. Эффективность каждого из перечисленных выше противопожарных мероприятий определяется степенью влияния на параметры t_p , $t_{бл}$, $t_{нэ}$, а для системы пожарной сигнализации, противодымной защиты и системы оповещения людей при пожаре и управления эвакуацией людей также параметрами $K_{обн}$, $K_{соуэ}$ и $K_{пдз}$.

Значение параметра $K_{обн,i}$ принимается равным $K_{обн,i} = 0,8$, если выполняется хотя бы одно из следующих условий:

здание оборудовано системой пожарной сигнализации, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

оборудование здания системой пожарной сигнализации не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности.

В остальных случаях $K_{обн,i}$ принимается равной нулю.

26. Применение в качестве дополнительного противопожарного мероприятия объемно-планировочных решений и средств, обеспечивающих ограничение распространения пожара, достигается обеспечением нормируемых пределов огнестойкости и пониженной пожарной опасности облицовочных строительных материалов, используемых в ограждающих конструкциях помещения, в котором находится вероятный очаг пожара.

Степень влияния данного дополнительного противопожарного мероприятия на динамику распространения пожара и, соответственно, значение параметра $t_{бл}$ определяется путем проведения повторного расчета $t_{бл}$ после внесения соответствующих изменений в схему объемно-планировочных решений здания.

27. При применении в качестве дополнительного противопожарного мероприятия устройства дополнительных эвакуационных путей и выходов следует выполнить повторный расчет по оценке параметра t_p , с учетом откорректированных объемно-планировочных решений.

28. При применении в качестве дополнительного противопожарного мероприятия устройства системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей повышенного типа следует выполнить повторный расчет по оценке параметра t_p с учетом перераспределения потоков эвакуирующихся и изменения схемы эвакуации в зависимости от сценариев возникновения и развития пожара и, соответственно, алгоритма функционирования системы оповещения людей о пожаре и управлением эвакуации людей.

Значение параметра $K_{соуэ,i}$ принимается равным $K_{соуэ,i} = 0,8$, если выполняется хотя бы одно из следующих условий:

							Лист
							14
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата		

здание оборудовано системой оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

оборудование здания системой оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности.

В остальных случаях $K_{соуэ,i}$ принимается равной нулю.

29. Влияние системы противодымной защиты на уровень обеспеченности безопасной эвакуации людей при пожаре оценивается посредством расчета значения $t_{бл}$ с учетом технических характеристик применяемого вентиляционного оборудования противодымной защиты. Подбор параметров вентиляционного оборудования осуществляется в соответствии с нормативными документами по пожарной безопасности. При этом для выполнения расчетов следует применять зонную (зональную) или полевою модели.

Значение параметра $K_{пдз,i}$ принимается равным $K_{пдз,i} = 0,8$, если выполняется хотя бы одно из следующих условий:

здание оборудовано системой противодымной защиты, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

оборудование здания системой противодымной защиты не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности.

В остальных случаях $K_{пдз,i}$ принимается равной нулю.

30. Ограничение количества людей в здании до значений, обеспечивающих безопасность их эвакуации из здания при пожаре, учитывается посредством повторного расчета значения параметра t_p при существующих объемно-планировочных решениях и ограниченном значении количества эвакуирующихся при пожаре.

31. Для получения исходных данных, необходимых для проведения расчетов, предусмотренных настоящей Методикой, следует использовать справочные источники информации и проектную документацию здания.

Формулировка математической модели и моделирование динамики развития пожара

В соответствии с приложением 6 Методики по определению расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности необходимое время эвакуации рассчитывается как произведение критической для человека продолжительности пожара на коэффициент безопасности. Предполагается, что каждый опасный фактор воздействует на человека независимо от других. Критическая продолжительность пожара для людей, находящихся на этаже очага пожара, определяется из условия достижения одним из опасных факторов пожара (ОФП) в поэтажном коридоре своего предельно допустимого значения. В качестве критерия опасности для людей, находящихся выше очага пожара, рассматривается условие достижения одним из ОФП предельно допустимого значения в лестничной клетке на уровне этажа пожара.

Основой для полевых моделей пожаров являются уравнения, выражающие законы сохранения массы, импульса, энергии и масс компонентов в рассматриваемом малом контрольном объеме.

Уравнение сохранения массы:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho \cdot u_j) = 0. \quad (П6.43)$$

							Лист
							15
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата		

Уравнение сохранения импульса:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \cdot u_i) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho \cdot u_j \cdot u_i) = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j} + \rho \cdot g_i. \quad (П6.44)$$

Для ньютоновских жидкостей, подчиняющихся закону Стокса, тензор вязких напряжений определяется формулой:

$$\tau_{ij} = \mu \cdot \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) - \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot \frac{\partial u_k}{\partial x_k} \cdot \delta_{ij}. \quad (П6.45)$$

Уравнение энергии:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \cdot h) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho \cdot u_j \cdot h) = \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\frac{\lambda}{c_p} \cdot \frac{\partial h}{\partial x_j} \right) - \frac{\partial q_j^R}{\partial x_j} \quad (П6.46)$$

$$h = h_0 + \int_{T_0}^T c_p \cdot dT + \sum_k (Y_k \cdot H_k)$$

где h_0 — статическая энтальпия смеси;
 H_k — теплота образования k -го компонента;

$c_p = \sum_k Y_k \cdot c_{p,k}$ — теплоемкость смеси при постоянном давлении;

q_j^R — радиационный поток энергии в направлении x_j .

Уравнение сохранения химического компонента k :

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \cdot Y_k) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho \cdot u_j \cdot Y_k) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\rho \cdot D \cdot \frac{\partial Y_k}{\partial x_j} \right) + S_k \quad (П6.47)$$

Для замыкания системы уравнений (П6.43) – (П6.47) используется уравнение состояния идеального газа. Для смеси газов оно имеет вид:

$$p = \rho \cdot R_0 \cdot T \cdot \sum_k \frac{Y_k}{M_k} \quad (П6.48)$$

где R_0 — универсальная газовая постоянная;
 M_k — молярная масса k -го компонента.

Формулировка математической модели и моделирование эвакуации людей из здания при пожаре

Расчетное время эвакуации людей из здания устанавливается по времени выхода из него последнего человека.

Перед началом моделирования процесса эвакуации задается схема эвакуационных путей в здании. Все эвакуационные пути подразделяются на эвакуационные участки длиной a и шириной b . Длина и ширина каждого участка пути эвакуации для проектируемых зданий принимаются по проекту, а для построенных — по фактическому положению. Длина пути по лестничным маршам измеряется по длине марша. Длина пути в дверном проеме принимается равной нулю. Эвакуационные участки могут быть горизонтальные и наклонные (лестница вниз, лестница вверх и пандус).

За габариты человека в плане принимается эллипс с размерами осей 0,5 м (ширина человека в плечах) и 0,25 м (толщина человека). Задаются координаты каждого человека x_i — расстояние от центра эллипса до конца эвакуационного

									Лист
									16
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

участка, на котором он находится (рис. ПЗ.1). Если разность координат некоторых людей, находящихся на эвакуационном участке, составляет менее 0,25 м, то принимается, что люди с этими координатами расположены рядом друг с другом — сбоку один от другого (условно: «в ряд»). При этом, исходя из габаритов человека в плане и размеров эвакуационного участка (длина и ширина) для каждого эвакуационного участка определяются: максимально возможное количество человек в одном ряду сбоку друг от друга и максимально возможное количество людей на участке.

Координаты каждого человека x_i в начальный момент времени задаются в соответствии со схемой расстановки людей в помещениях (рабочие места, места для зрителей, спальные места и т. п.). В случае отсутствия таких данных, например для магазинов, выставочных залов и другое, допускается размещать людей равномерно по всей площади помещения с учетом расстановки технологического оборудования.

Координата каждого человека в момент времени t определяется по формуле:

$$x_i(t) = x_i(t-\Delta t) - V_i(t) \cdot \Delta t \quad \text{м}, \quad (\text{ПЗ.1})$$

где $x_i(t-\Delta t)$ — координата i -го человека в предыдущий момент времени, м;

$V_i(t)$ — скорость i -го человека в момент времени t , м/с;

Δt — промежуток времени, с.

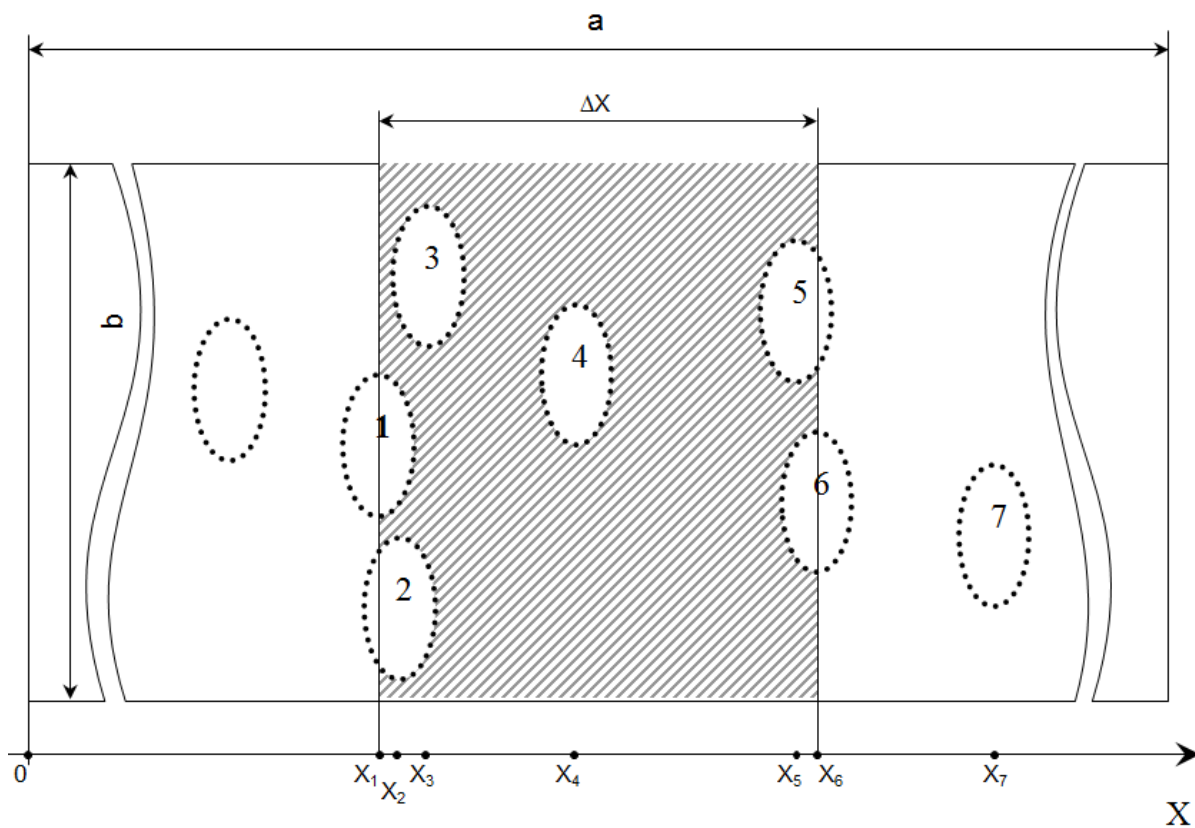


Рис. ПЗ.1. Координатная схема размещения людей на путях эвакуации

Скорость i -го человека $V_i(t)$ в момент времени t определяется по таблице П2.1 приложения 2 к Методике в зависимости от локальной плотности потока, в котором он движется, $D_i(t)$ и типа эвакуационного участка.

Локальная плотность $D_i(t)$ вычисляется по группе, состоящей из n человек, по формуле:

$$D_i(t) = (n(t)-1) \cdot f / (b \cdot \Delta x) \text{ м}^2/\text{м}^2, \quad (\text{ПЗ.2})$$

где n — количество людей в группе, человек;

f — средняя площадь горизонтальной проекции человека, $\text{м}^2/\text{чел}$;

							Лист
							17
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата		

b – ширина эвакуационного участка, м;

Δx – разность координат последнего и первого человека в группе, м.

Если в момент времени t координата человека $x_i(t)$, определенная по формуле (ПЗ.1), станет отрицательной – это означает, что человек достиг границы текущего эвакуационного участка и должен перейти на следующий эвакуационный участок.

В этом случае координата этого человека на следующем эвакуационном участке определяется:

$$x_i(t) = [x_i(t-dt) - V_i(t) \cdot dt] + a_j - l_j \text{ м}, \quad (\text{ПЗ.3})$$

где $x_i(t-dt)$ – координата i -го человека в предыдущий момент времени на $(j-1)$ эвакуационном участке, м;

$V_i(t)$ – скорость i -го человека на $(j-1)$ -ом эвакуационном участке в момент времени t , м/с;

a_j – длина j -го эвакуационного участка, м;

l_j – координата места слияния j -го и $(j-1)$ -го эвакуационных участков – расстояние от начала j -го эвакуационного участка до места слияния его с $(j-1)$ -ым эвакуационным участком, м.

Количество людей, переходящих с одного эвакуационного участка на другой в единицу времени, определяется пропускной способностью выхода с участка $Q_j(t)$:

$$Q_j(t) = q_j(t) \cdot c_j \cdot dt / (f \cdot 60) \text{ чел.}, \quad (\text{ПЗ.4})$$

где $q_j(t)$ – интенсивность движения на выходе с j -го эвакуационного участка в момент времени t , м/мин;

c_j – ширина выхода с j -го эвакуационного участка, м;

dt – промежуток времени, с;

f – средняя площадь горизонтальной проекции человека, м^2 .

Интенсивность движения на выходе с j -го эвакуационного участка $q_j(t)$ в момент времени t определяется в зависимости от плотности людского потока на этом участке $Dv_j(t)$.

Плотность людского потока на j -ом эвакуационном участке $Dv_j(t)$ в момент времени t определяется по формуле:

$$Dv_j(t) = (N_j \cdot f \cdot dt) / (a_j \cdot b_j) \text{ м}^2/\text{м}^2, \quad (\text{ПЗ.5})$$

где N_j – число людей на j -ом эвакуационном участке, чел.;

f – средняя площадь горизонтальной проекции человека, м^2 ;

a_j – длина j -го эвакуационного участка, м;

b_j – ширина j -го эвакуационного участка, м;

dt – промежуток времени, с.

В момент времени t определяется количество людей m с отрицательными координатами $x_i(t)$, определенными по формуле (ПЗ.1).

Если значение $m \leq Q_j(t)$, то все m человек переходят на следующий эвакуационный участок и их координаты определяются в соответствии с формулой (ПЗ.3). Если значение $m > Q_j(t)$, то количество человек равное значению $Q_j(t)$ переходят на следующий эвакуационный участок и их координаты определяются в соответствии с формулой (ПЗ.3), а количество человек, равное значению $(m - Q_j(t))$, не переходят на следующий эвакуационный участок (остаются на данном эвакуационном участке) и их координатам присваиваются значения $x_i(t) = k \cdot 0,25 + 0,25$,

где k – номер ряда, в котором будут находиться люди (максимально возможное количество человек в одном ряду сбоку друг от друга для каждого эвакуационного участка определяется перед началом расчетов). Таким образом, возникает скопление людей перед выходом с эвакуационного участка.

									Лист
									18
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата				

На рисунке ПЗ.2 изображена блок-схема определения расчетного времени эвакуации людей из здания.

На основании заданных начальных условий (начальных координат людей, параметров эвакуационных участков) определяются плотности людских потоков на путях эвакуации и пропускные способности выходов с эвакуационных участков. Далее, в момент времени $t = t + dt$, определяется наличие ОФП на путях эвакуации. В зависимости от этого выбирается направление движения каждого человека и вычисляется новая координата каждого человека. После этого снова определяются плотности людских потоков на путях эвакуации и пропускные способности выходов. Затем вновь дается приращение по времени dt и определяются новые координаты людей с учетом наличия ОФП на путях эвакуации в этот момент времени. После этого процесс повторяется. Расчеты проводятся до тех пор, пока все люди не будут эвакуированы из здания.

								Лист
								19
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата			

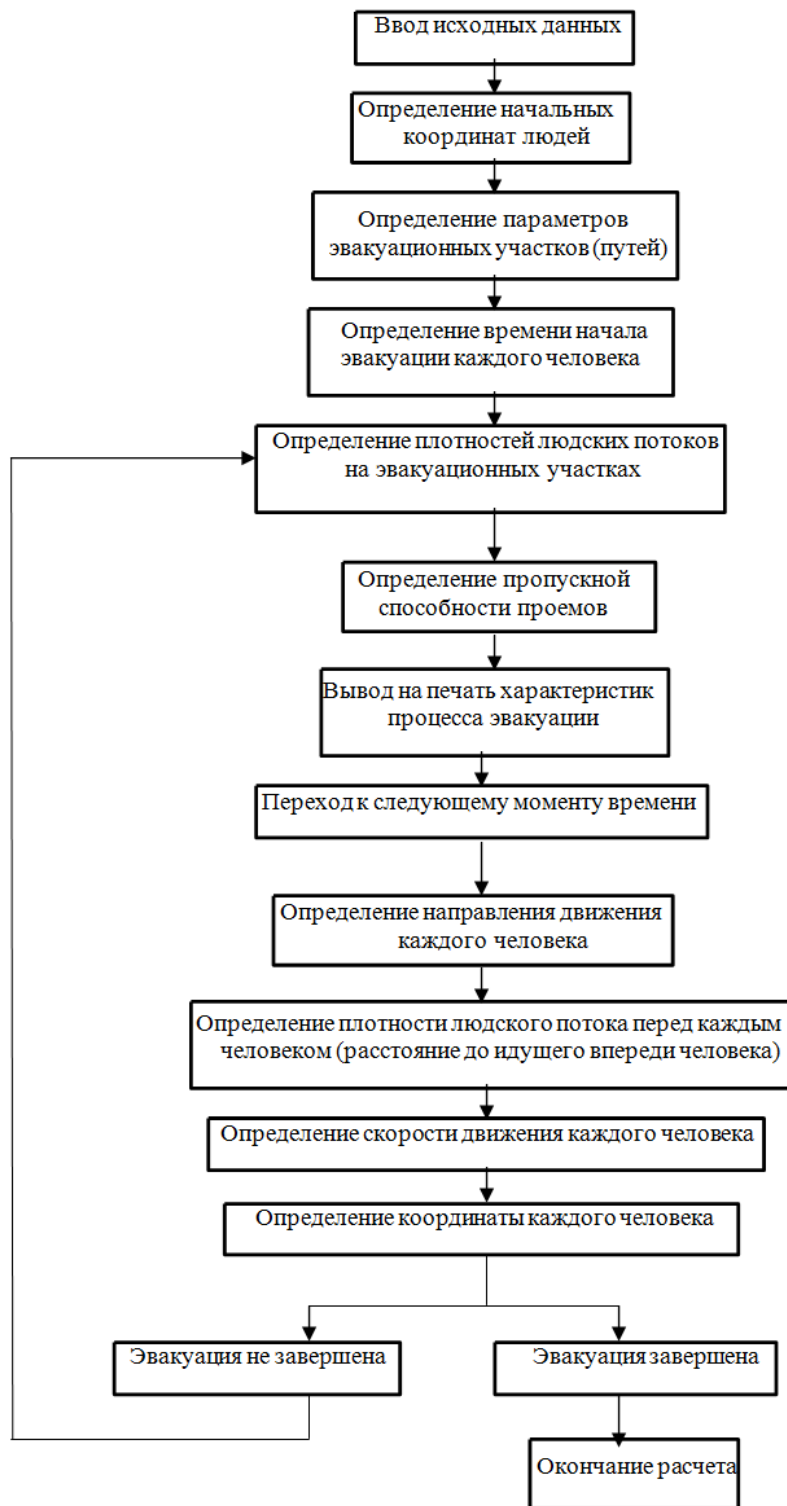


Рис. ПЗ.2. Блок-схема определения расчетного времени эвакуации людей из здания

Результаты проведения расчетов по оценке пожарного риска

Для определения расчетных величин пожарного риска в здании были рассмотрены следующие сценарии развития пожара.

Таблица 1. Сценарии развития пожара

Наименование сценария	Расположение очага пожара	Очаг пожара	Параметры очага пожара
Сценарий 1_G10_1 этаж_Лаборатория высоковольтных испытаний (10кВ)	Этаж 1, Лаборатория высоковольтных испытаний (10кВ) (G10-1-010)	Очаг пожара 1	Горючая нагрузка: Электрокабель АПВГ Максимальная возможная площадь горения: 50,500 м ² Максимальная фактическая площадь горения: 50,000 м ² Удельная мощность 412,994 кВт/м ²
Сценарий 2_G4_1 этаж_Лаборатория органического синтеза	Этаж 1, Лаборатория органического синтеза (G4-1-10)	Очаг пожара 1	Горючая нагрузка: Этиловый спирт Максимальная возможная площадь горения: 62,250 м ² Максимальная фактическая площадь горения: 62,000 м ² Удельная мощность 396,413 кВт/м ²

Объемно-планировочные решения объекта приняты по предоставленным заказчиком планам и дополнительной информации. План помещений приведен на рисунках в соответствующих сценариях.

Моделирование динамики развития пожара проводилось по полевой модели с помощью программы FDS (Fire Dynamic Simulator) разработанной Национальным институтом стандартов и технологии НИСТ/NIST, США.

Моделирование эвакуации проводилось по индивидуально-поточной модели движения людей с помощью программного комплекса Fenix+ 3 Professional (Заключение Академии ГПС МЧС РФ №34/25-2013 от 01.04.2013)

										Лист
										21
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата					

Сценарий 1_G10_1 этаж_Лаборатория высоковольтных испытаний (10кВ)

При проведении расчетов рассматривался сценарий пожара в Лаборатория высоковольтных испытаний (10кВ) (G10-1-010), при котором реализуются наихудшие условия для обеспечения безопасной эвакуации людей. Очаг пожара расположен на уровне пола, с большим количеством горючей нагрузки, характеризующейся высокой скоростью распространения опасных факторов пожара, в результате чего возможно быстрое блокирование путей эвакуации (эвакуационных выходов, лестничных клеток и т.д.). Высота помещения очага пожара составляет 5 м.

Площадь очага пожара принята не менее двух площадей помещения «студия интерактивного обучения».

В расчете принята площадь очага пожара 50 м² (Площадь помещения 24,86 м²). Моделирование распространения пламени производилось с учетом боковых граней очага пожара.

При моделировании распространения опасных факторов пожара не учитывалась работа системы противодымной вентиляции, так как опасные фактора пожара не наступают за время эвакуации из части здания.

Перечень исходных данных

Класс функциональной пожарной опасности: Ф4.2 (Нет информации)

Наличие систем автоматического пожаротушения: Водяная

Наличие систем автоматической пожарной сигнализации: Выполнена по нормам

Наличие систем оповещения и управления эвакуацией: Тип 4

Наличие систем противодымной защиты: Выполнена по нормам

Время нахождения людей в здании: 24 ч

Таблица 2. Экспликация помещений

Наименование	Площадь, м ²	Количество людей	С очагом пожара
Этаж 1			
Лаборатория высоковольтных испытаний (10кВ) (G10-1-010)	25,699	2	+

Определение времени блокирования путей эвакуации

В соответствии с методикой критическое время по каждому из опасных факторов пожара определяется как время достижения этим фактором предельно допустимого значения на путях эвакуации на высоте 1,7 м от пола.

Предельно допустимые значения по каждому из опасных факторов пожара составляют:

по повышенной температуре - 70 °С;

по тепловому потоку - 1400 Вт/м²;

по потере видимости - 20 м (для случая, когда оба горизонтальных линейных размера помещения меньше 20 м, предельно допустимое расстояние по потере видимости следует принимать равным наибольшему горизонтальному линейному размеру);

по пониженному содержанию кислорода - 0,226 кг/м³;

по каждому из токсичных газообразных продуктов горения: CO₂ - 0,11 кг/м³; CO - 1,16·10⁻³ кг/м³; HCL - 23·10⁻⁶ кг/м³.

Моделирование динамики развития пожара проводилось по полевой модели с помощью программы FDS версии 6.7.5.

Моделирование динамики развития пожара проводилось в следующих областях расчёта:

							Лист
							22
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата		

Таблица 3. Области расчета

Расположение	Наименование	Размер, м	Размер ячейки, м	Охватываемые помещения
Этаж 1	Область расчета 1	94×35×5	0,25	Лаборатория высоковольтных испытаний (10кВ) (G10-1-010)

Параметры окружающей среды:

- температура: 38 °С
- давление: 99700 Па (748 мм рт. ст.)
- относительная влажность: 73 %
- температура в помещениях: 38 °С

Горючая нагрузка: Электрокабель АПВГ; ПВХ оболочка + полиэтилен

Источники данных о параметрах пожарной нагрузки:

1. Кошмаров Ю. А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: Учебное пособие. — М.: Академия ГПС МВД России, 2000. — 118 С.
2. Пособие по определению расчетных величин пожарного риска для производственных объектов / 2-ое изд., испр. и доп. / М.: ВНИИПО, 2019. - 334 С.
3. СП 4.13130.2013. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям. Изменение №1, утвержденное и введенное в действие приказом МЧС России от 14.02.2020 г. N 89 с 14.08.2020

Таблица 4. Параметры горючей нагрузки

Параметр	Единица измерения	Значение
Низшая теплота сгорания	кДж/кг	36400
Линейная скорость распространения пламени	м/с	0,0071
Удельная массовая скорость выгорания	кг/(м ² · с)	0,0244
Коэффициент полноты сгорания	—	0,93
Удельная мощность	кВт/м ²	825,9888
Дымообразующая способность	Нп · м ² /кг	407
Потребление кислорода (O ₂)	кг/кг	2,19
Выделение углекислого газа (CO ₂)	кг/кг	0,903
Выделение угарного газа (CO)	кг/кг	0,15
Выделение хлористого водорода (HCl)	кг/кг	0,016

Моделировалась динамика развития пожара в течение 700 с.

Опасные факторы пожара измерялись в месте расположения следующих элементов:

На этаже "Этаж 1":

- на уровне 1,7 м (на высоте 1,7 м от уровня этажа): "Дверь 1834", "Дверь 861", "Дверь 465", "Дверь 1837", "Дверь 1835", "Дверь 2140", "Дверь 2139", "Дверь 2138", "Дверь 2137", "Дверь 1840"

							Лист
							23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата		

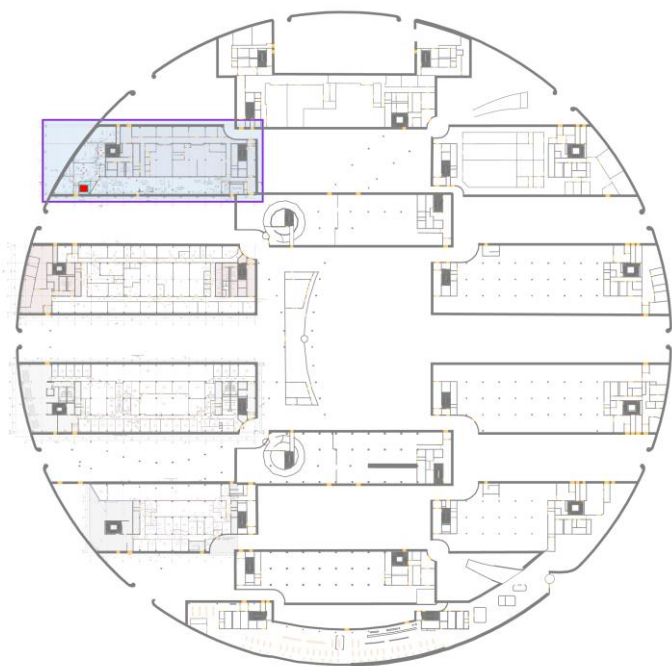


Рисунок 1. Этаж 1. Пожарная модель.

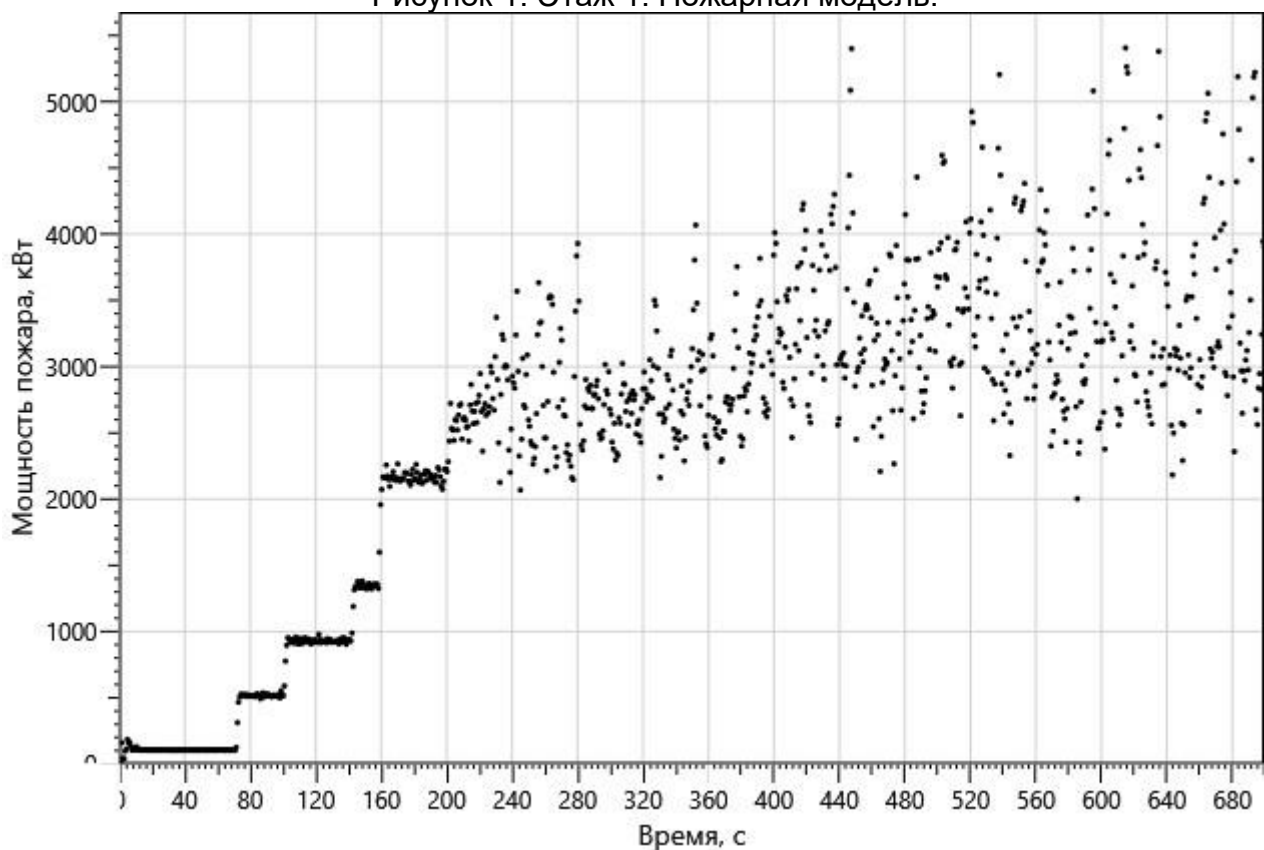
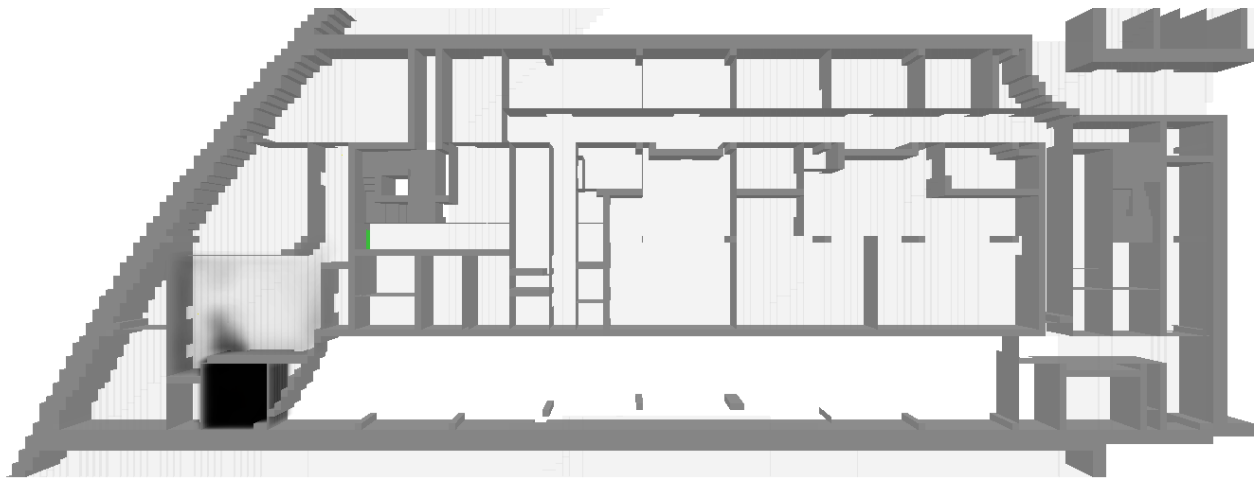


Рисунок 2. Мощность пожара
Следующие рисунки показывают динамику развития ОФП.

								Лист
								24
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата			



Time: 95.2

Рисунок 3. Этаж 1. Распространение дыма через 95 с после начала пожара.

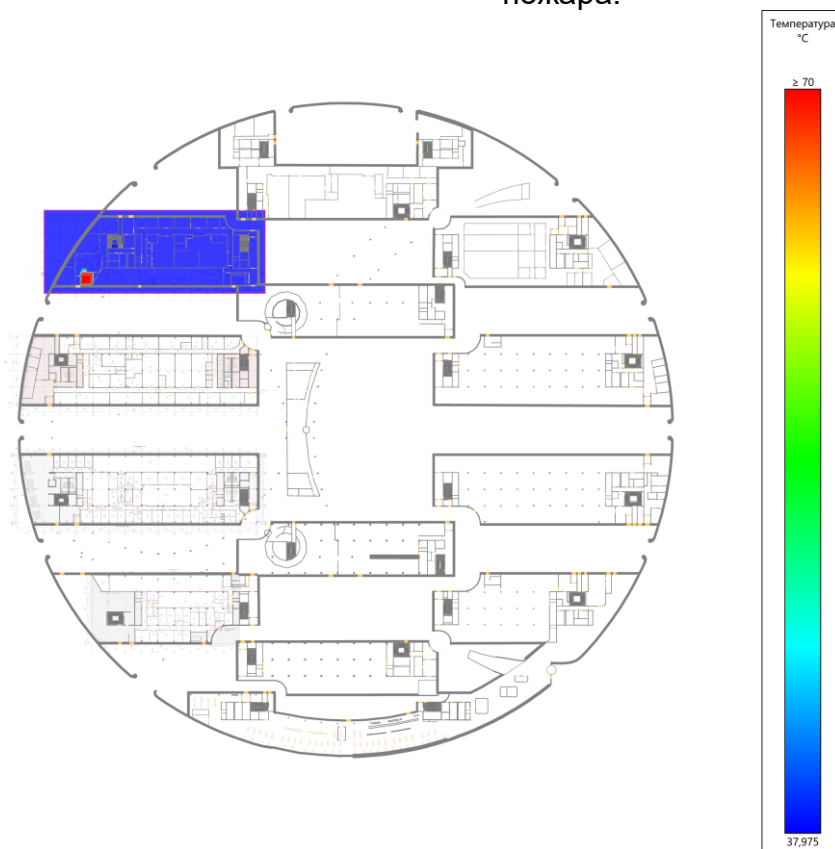


Рисунок 4. Этаж 1. Температура на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 95 с.

								Лист
								25
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата			

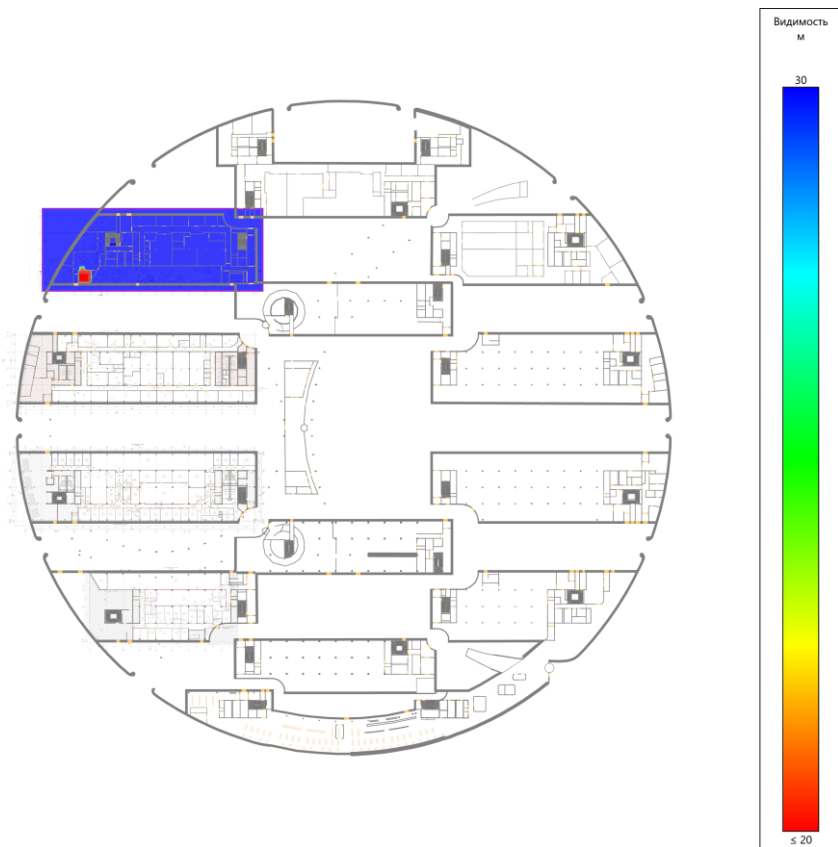


Рисунок 5. Этаж 1. Видимость на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 95 с.

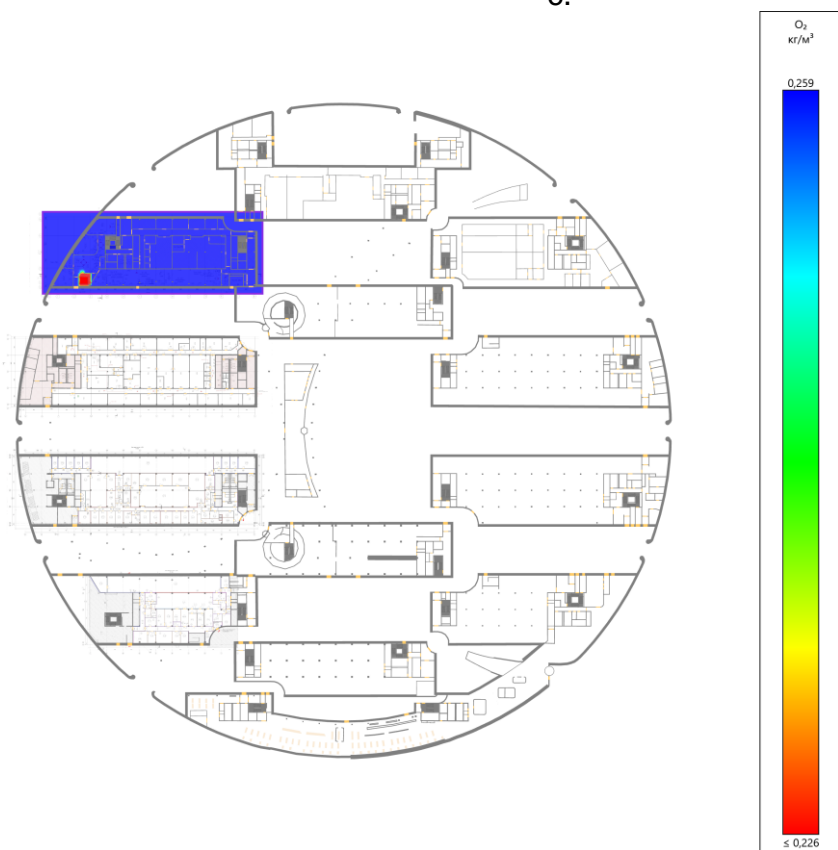


Рисунок 6. Этаж 1. O₂ на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 95 с.

							Лист
							26
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

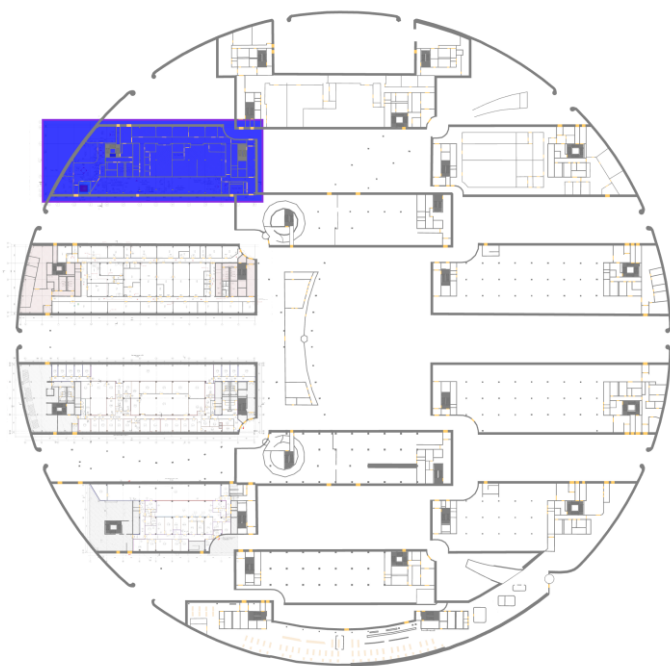


Рисунок 7. Этаж 1. CO₂ на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 95 с.

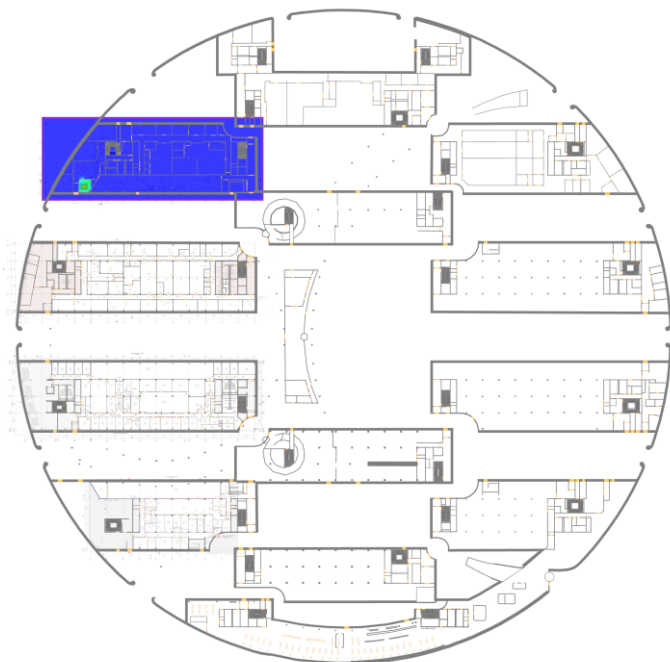


Рисунок 8. Этаж 1. CO на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 95 с.

							Лист
							27
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата		

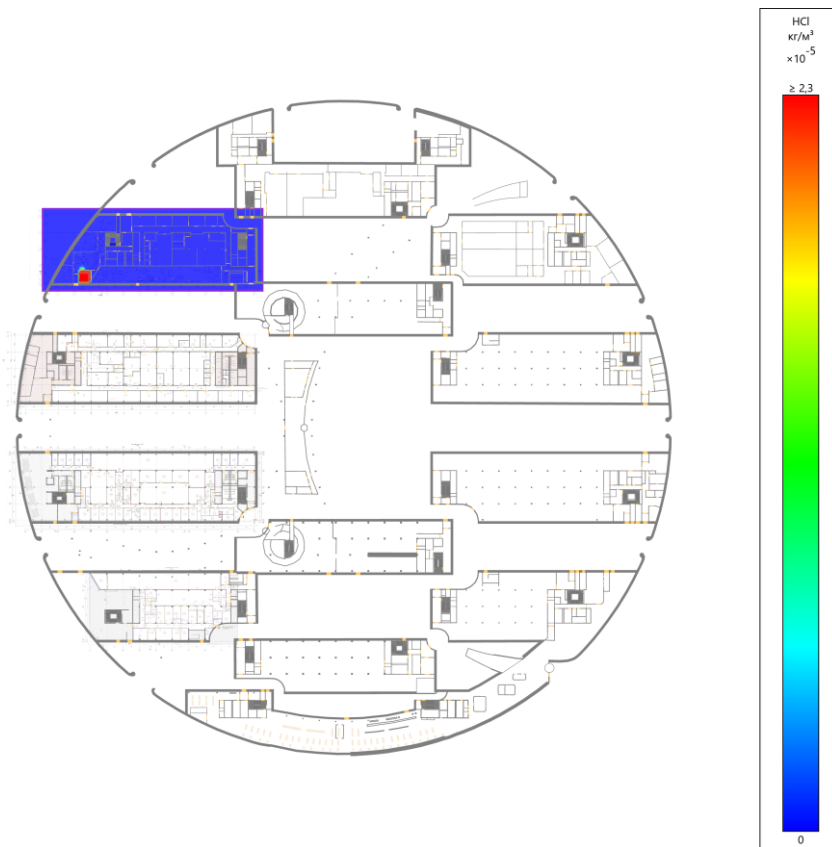
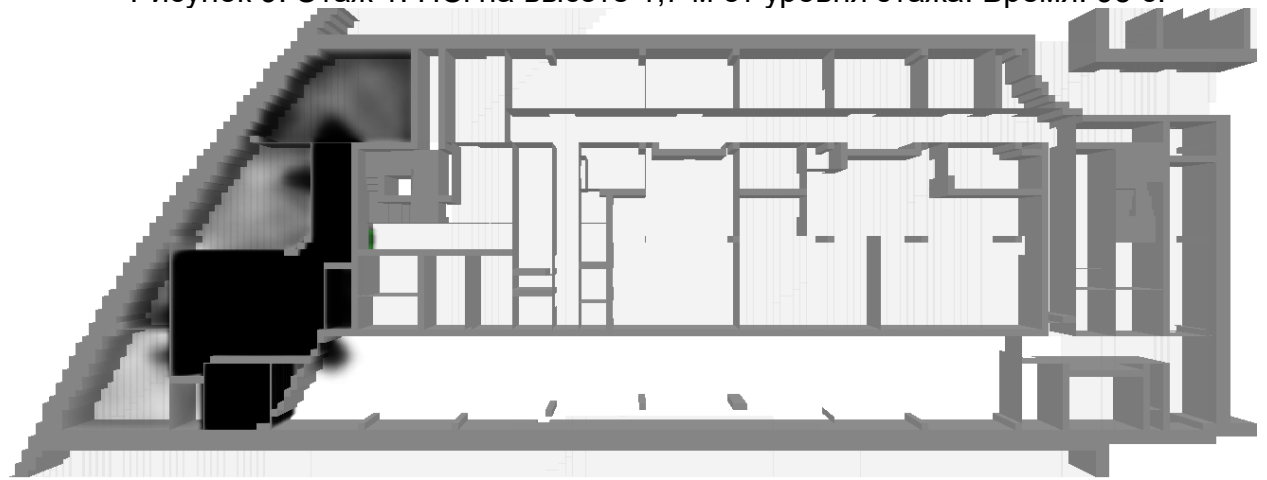


Рисунок 9. Этаж 1. HCl на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 95 с.



Time: 274.4

Рисунок 10. Этаж 1. Распространение дыма через 274,6 с после начала пожара.

								Лист
								28
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата			

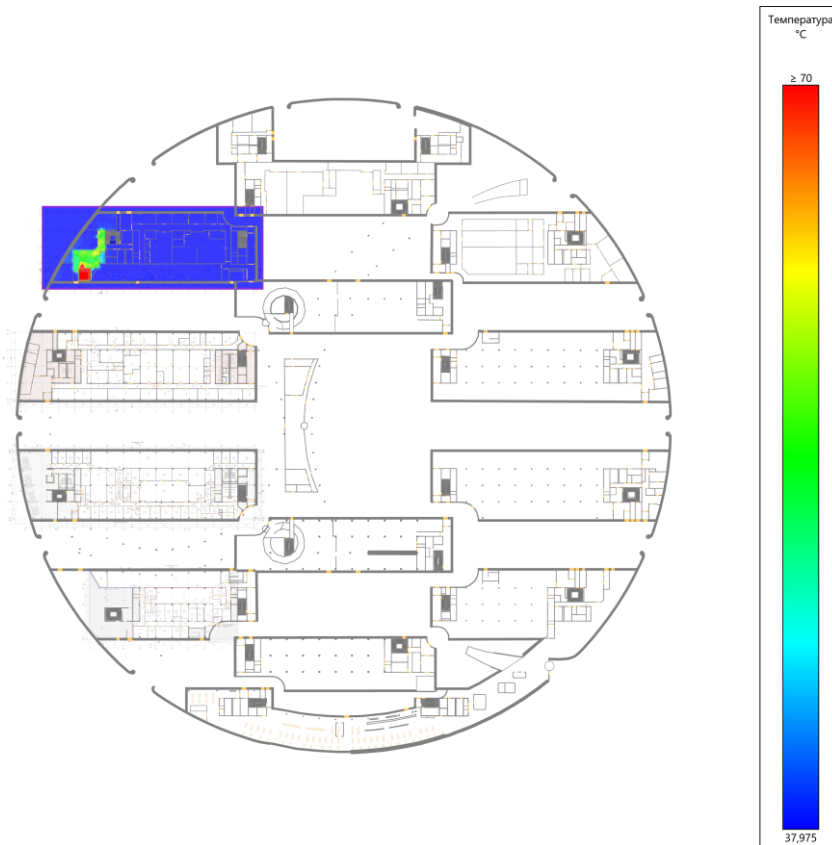


Рисунок 11. Этаж 1. Температура на высоте 1,7 м от уровня этажа.
Время: 274,6 с.

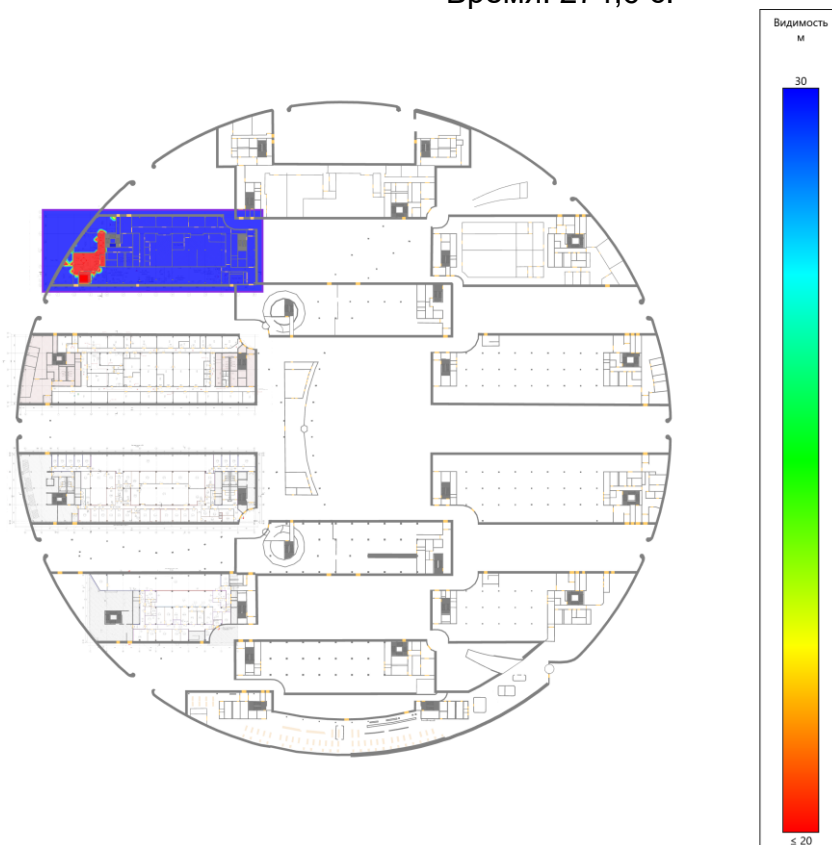


Рисунок 12. Этаж 1. Видимость на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 274,6 с.

								Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата			29

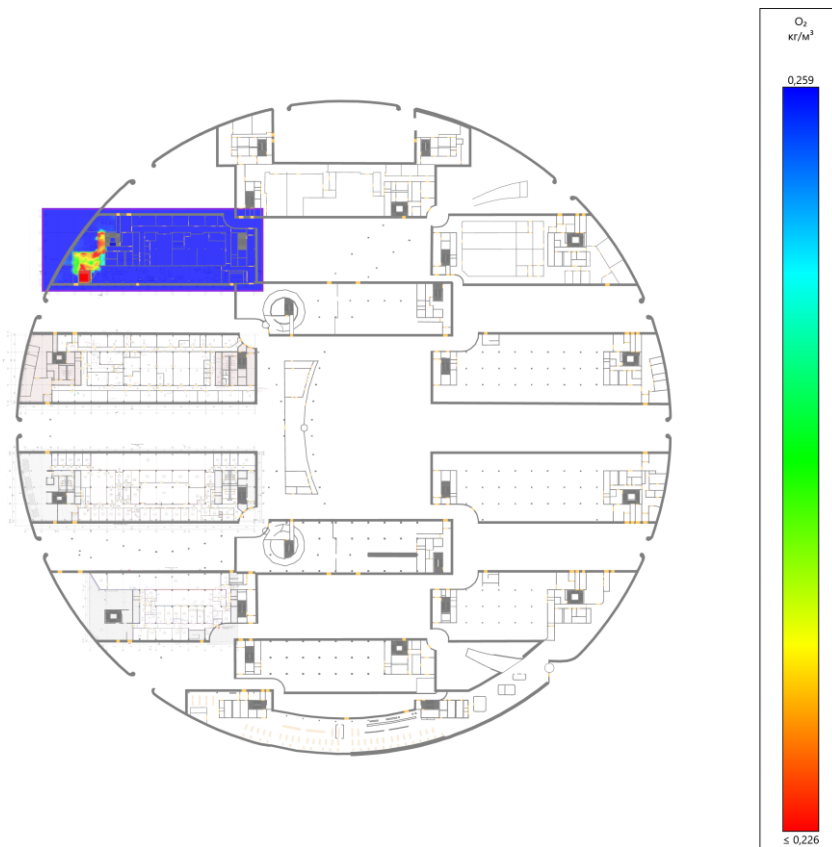


Рисунок 13. Этаж 1. O_2 на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 274,6 с.

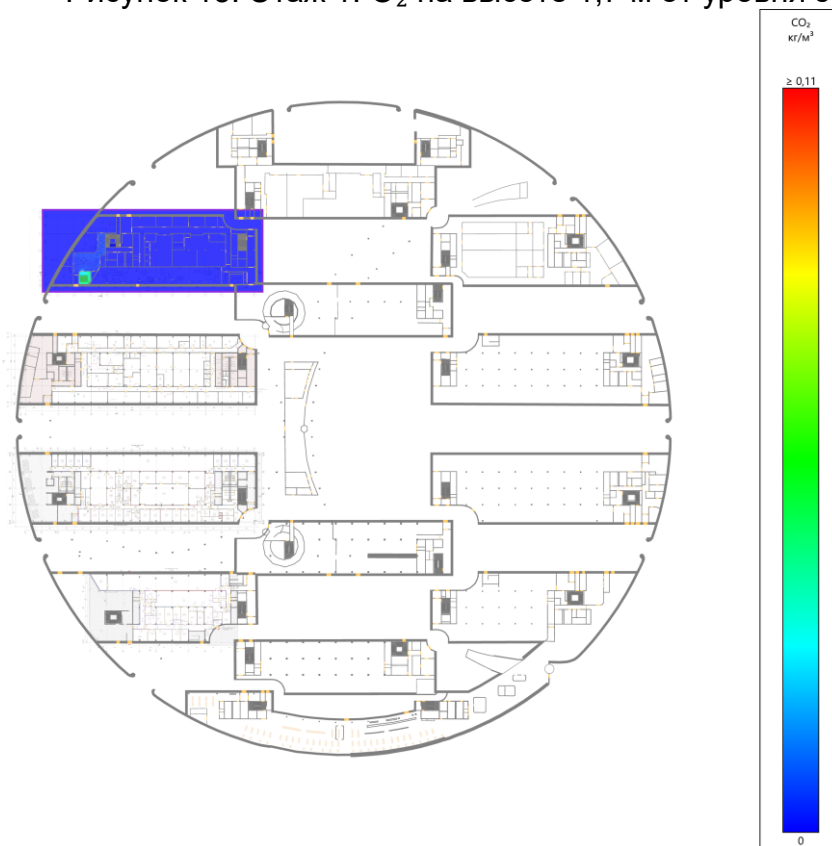


Рисунок 14. Этаж 1. CO_2 на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 274,6 с.

							Лист
							30
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

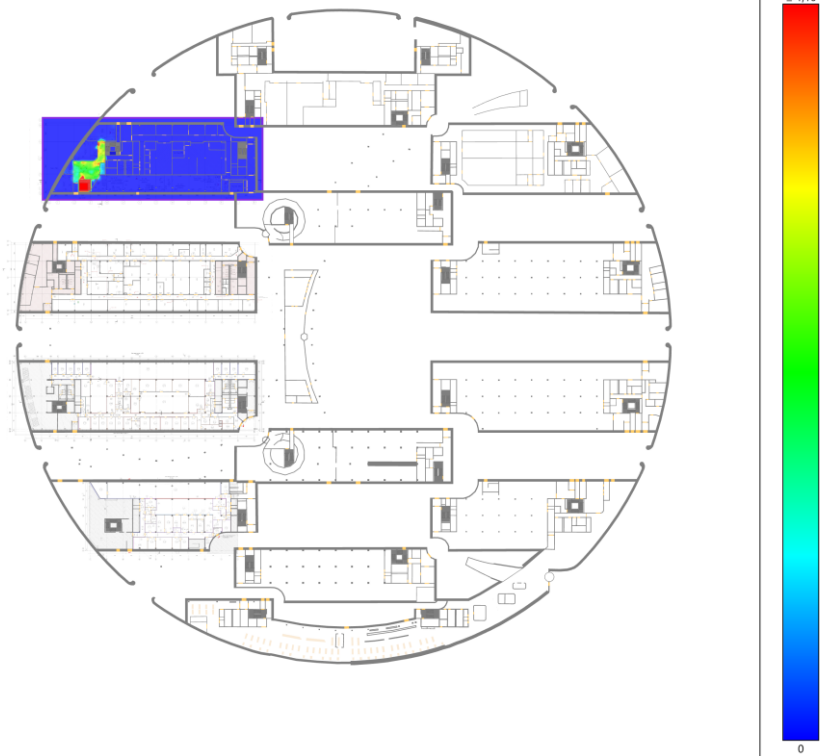


Рисунок 15. Этаж 1. СО на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 274,6 с.

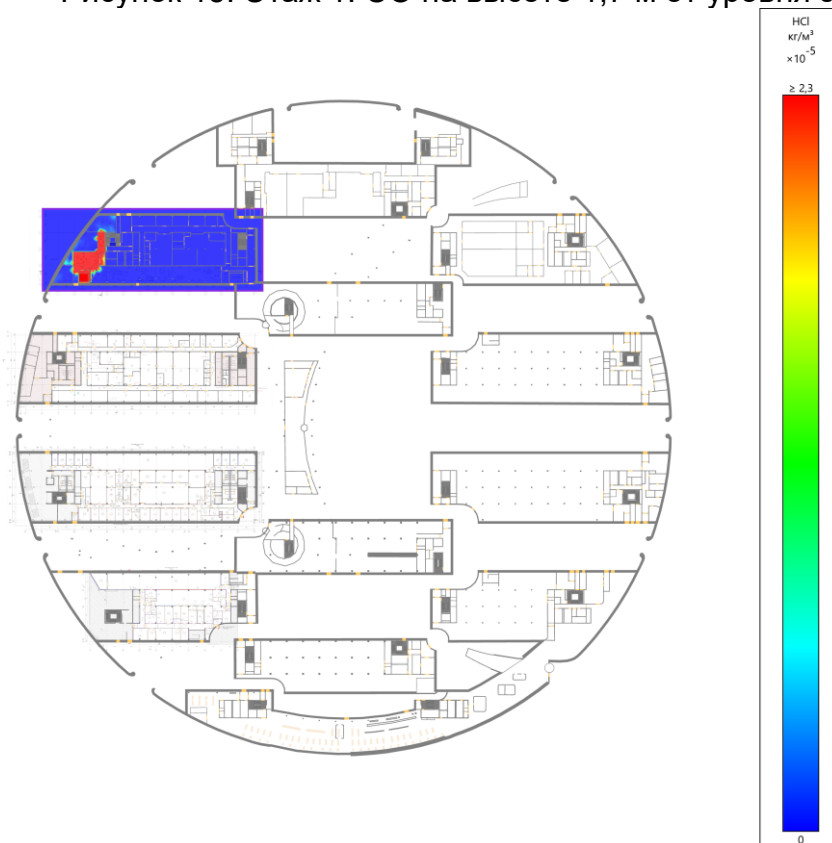
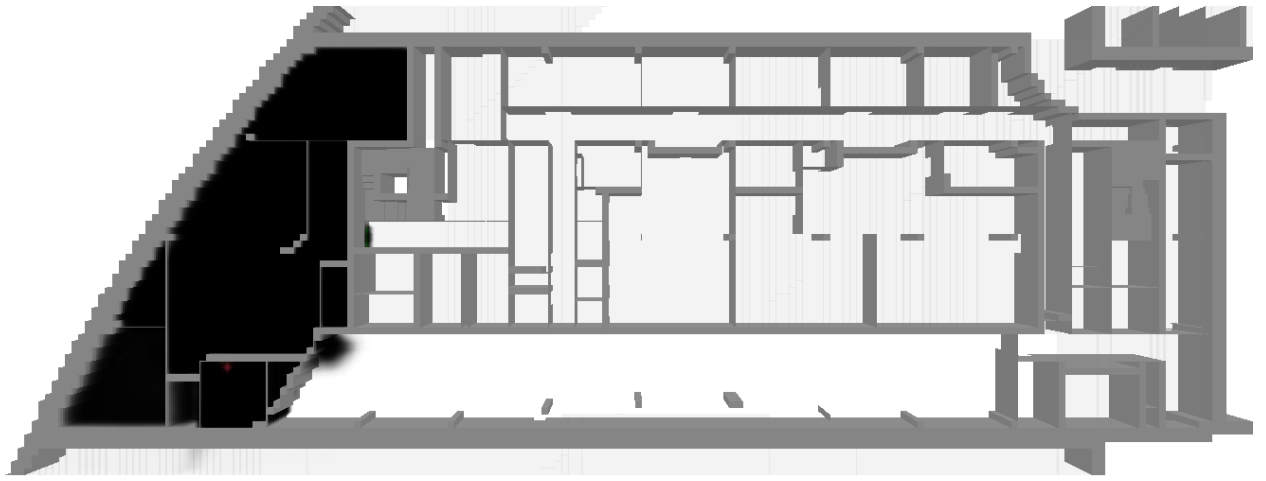


Рисунок 16. Этаж 1. HCl на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 274,6 с.

							Лист
							31
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата		



Time: 454.3

Рисунок 17. Этаж 1. Распространение дыма через 454,2 с после начала пожара.

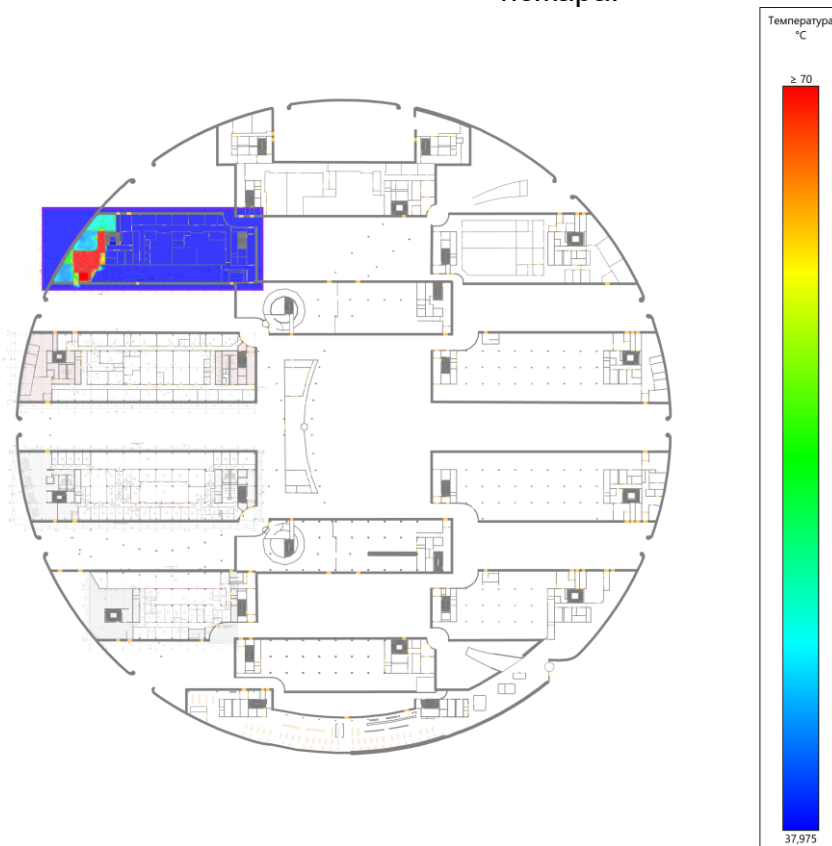


Рисунок 18. Этаж 1. Температура на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 454,2 с.

								Лист
								32
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата			

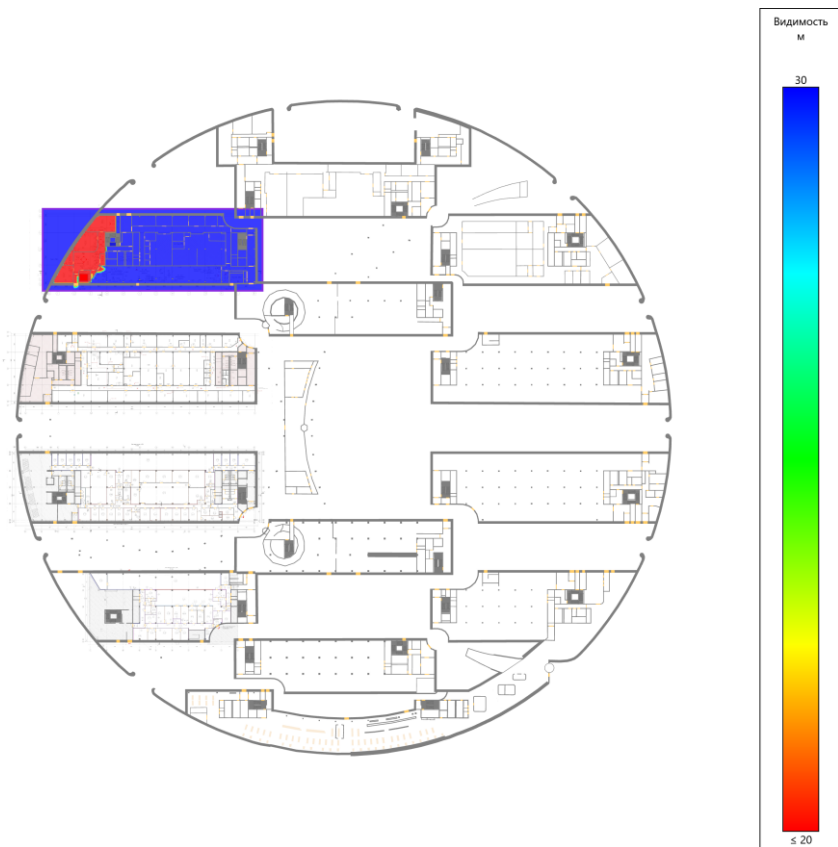


Рисунок 19. Этаж 1. Видимость на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 454,2 с.

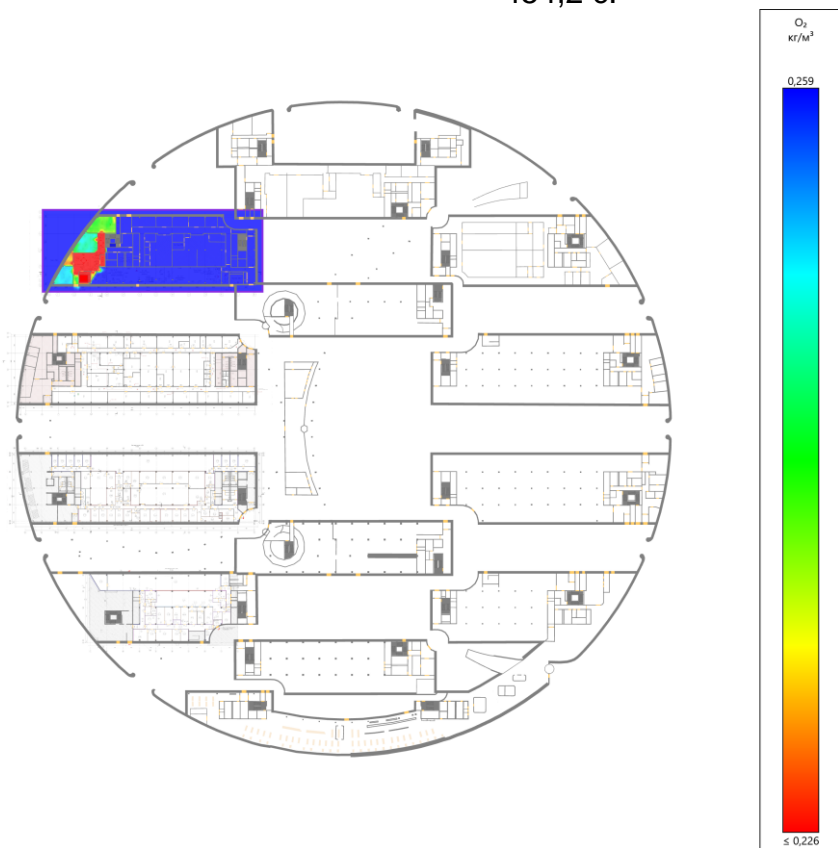


Рисунок 20. Этаж 1. O₂ на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 454,2 с.

								Лист
								33
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата			

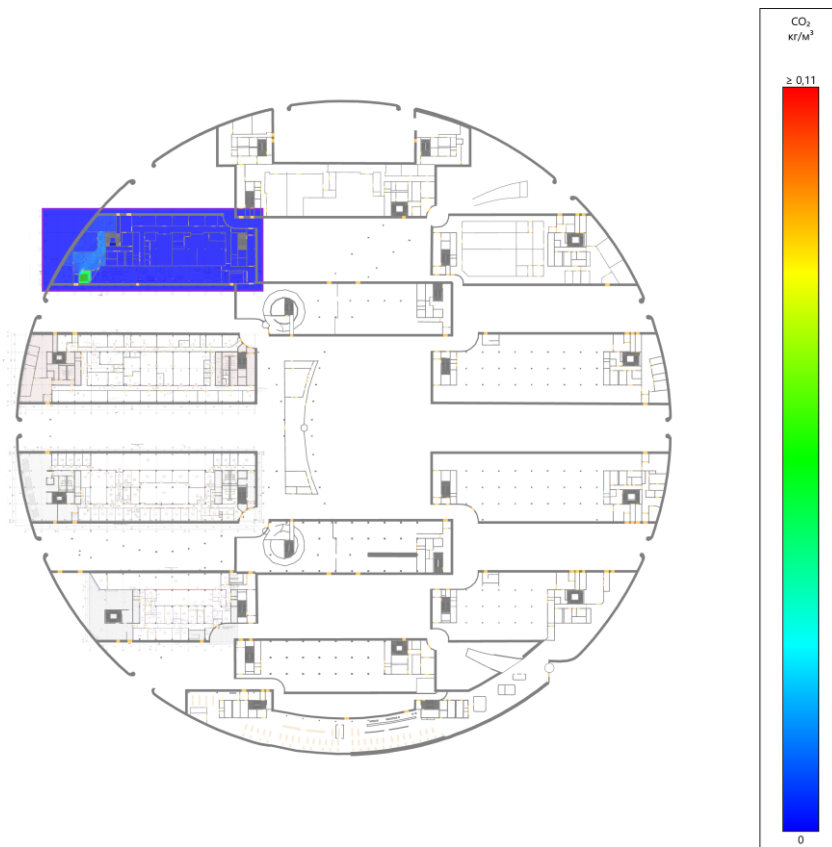


Рисунок 21. Этаж 1. CO₂ на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 454,2 с.

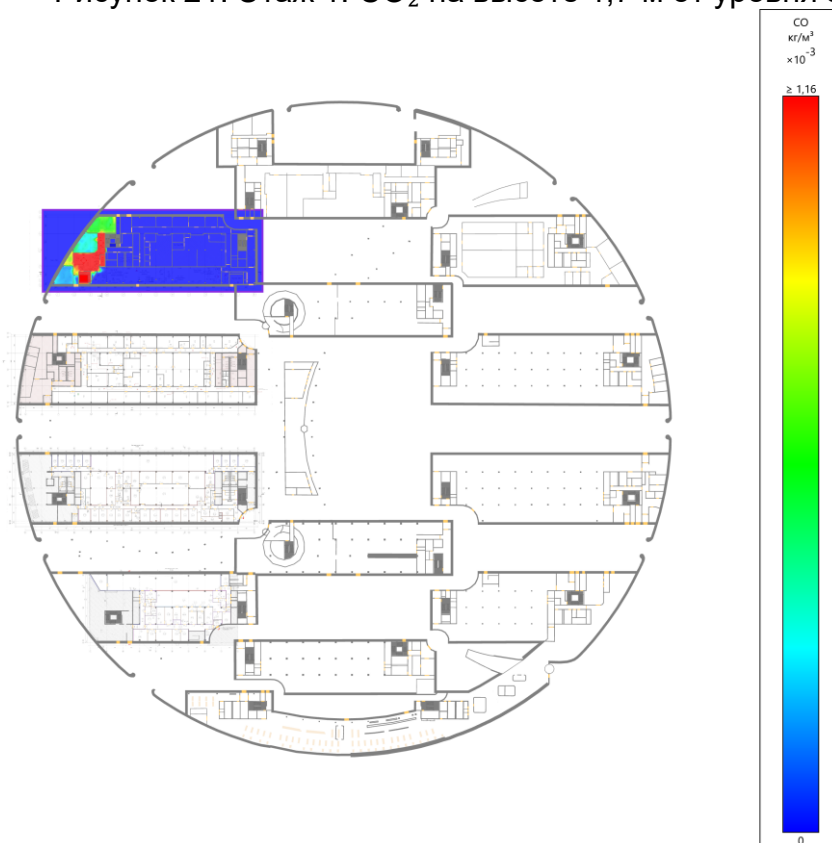


Рисунок 22. Этаж 1. CO на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 454,2 с.

							Лист
							34
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

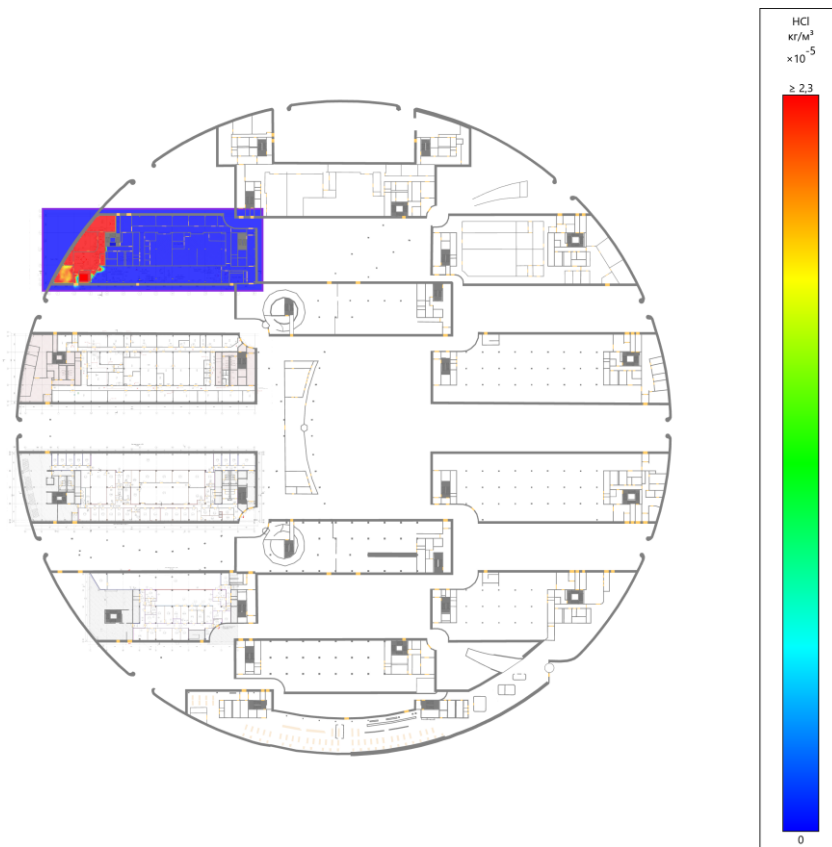


Рисунок 23. Этаж 1. HCl на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 454,2 с.
Таблица 5 показывает, через какое время после начала пожара достигаются предельно допустимые значения по каждому из опасных факторов пожара.

Таблица 5. Время блокирования

Расположение	Наименование	Время блокирования по каждому ОФП, с						
		Температура	Видимость	O ₂	CO ₂	CO	HCl	Тепловой поток
Этаж 1								
Лаборатория высоковольтных испытаний (10кВ) (G10-1-010)	Дверь 1835	83,4	24,6	84	>700	130,9	79,9	91,7
Вне помещений	Дверь 1834	295,4	147,7	277,2	>700	284,9	206,5	>700
	Дверь 1837	324,9	183,5	283,6	>700	378	219,8	352,1
	Дверь 1840	284,3	184,8	283,6	>700	340,3	219,1	668,5
	Дверь 2137	295,4	158,2	256,9	>700	287,8	204,4	>700
	Дверь 2138	298,2	151,3	255,5	>700	275,1	200,9	>700
	Дверь 2139	314,4	167,3	278	>700	289,2	217	>700
	Дверь 2140	296,8	145,7	276,5	>700	291,9	217	>700
	Дверь 465	329	177,1	302,4	>700	352,8	219,8	>700
	Дверь 861	319,9	161,1	275,1	>700	289,9	205,2	>700

Подробные результаты моделирования развития пожара представлены в приложении №2.

							Лист
							35
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата		

Составление расчётных схем и определение расчетного времени эвакуации людей

В соответствии с объемно-планировочными решениями здания, геометрическими размерами эвакуационных путей и выходов, а также известными особенностями поведения людей при пожарах (движение к более широким и хорошо заметным выходам, выбор более короткого пути эвакуации, использование знакомых маршрутов движения и т.п.) были составлены расчётные схемы эвакуации с этажей здания. Количество и расположение людей принималось в соответствии с данными, предоставленными заказчиком.

Таблица 6. Расположение людей

Расположение		Количество людей
Подвал		Всего: 171 60 - М1 6 - М2 4 - М3 5 - М4 96 - Взрослый человек в зимней одежде
	Вне помещений	Всего: 171 60 - М1 6 - М2 4 - М3 5 - М4 96 - Взрослый человек в зимней одежде
Этаж 1		Всего: 2734 225 - М1 32 - М2 31 - М3 45 - М4 2401 - Взрослый человек в зимней одежде
	Лаборатория высоковольтных испытаний (10кВ) (G10-1-010)	Всего: 2 2 - Взрослый человек в зимней одежде
	Вне помещений	Всего: 2732 225 - М1 32 - М2 31 - М3 45 - М4 2399 - Взрослый человек в зимней одежде
Этаж 2		Всего: 1503 63 - М1 38 - М2 27 - М3 28 - М4 1347 - Взрослый человек в зимней одежде
	Вне помещений	Всего: 1503 63 - М1 38 - М2 27 - М3 28 - М4 1347 - Взрослый человек в зимней одежде
Этаж 3		Всего: 1815 82 - М1 28 - М2 9 - М3 18 - М4 1678 - Взрослый человек в зимней одежде
	Вне помещений	Всего: 1815 82 - М1

								Лист
								36
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата			

		28 - М2 9 - М3 18 - М4 1678 - Взрослый человек в зимней одежде
	ИТОГО	Всего: 6223 430 - М1 104 - М2 71 - М3 96 - М4 5522 - Взрослый человек в зимней одежде

Для определения времени эвакуации были составлены поэтажные расчётные схемы эвакуации.

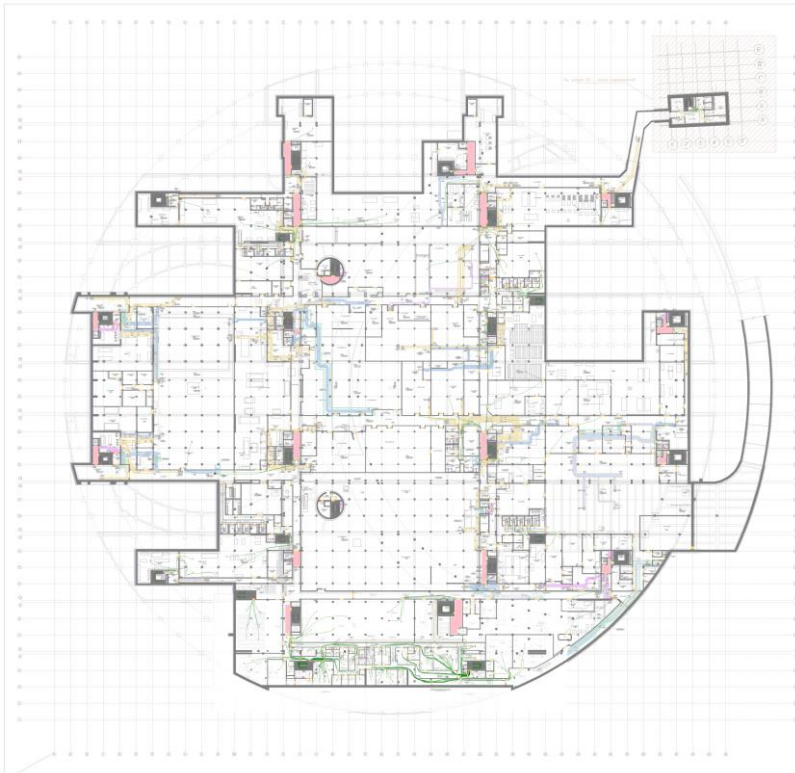


Рисунок 24. Подвал. Люди и траектории их движения на этаже.

								Лист
								37
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата			

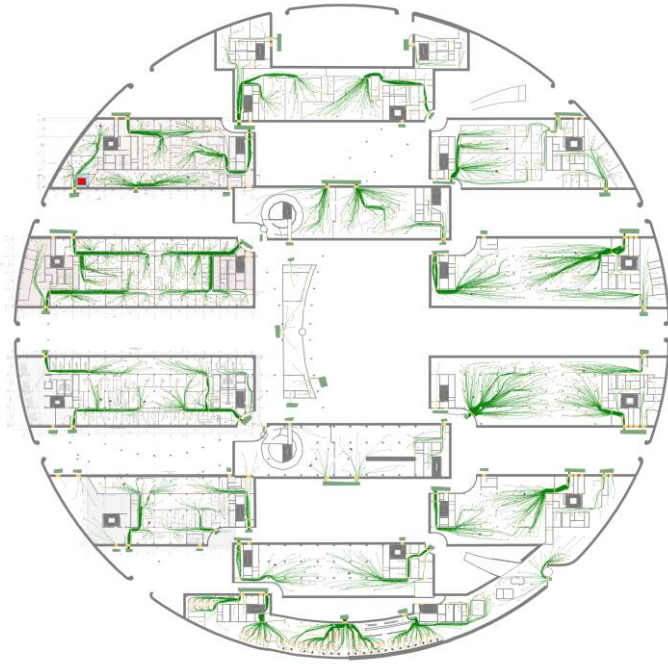


Рисунок 25. Этаж 1. Люди и траектории их движения на этаже.

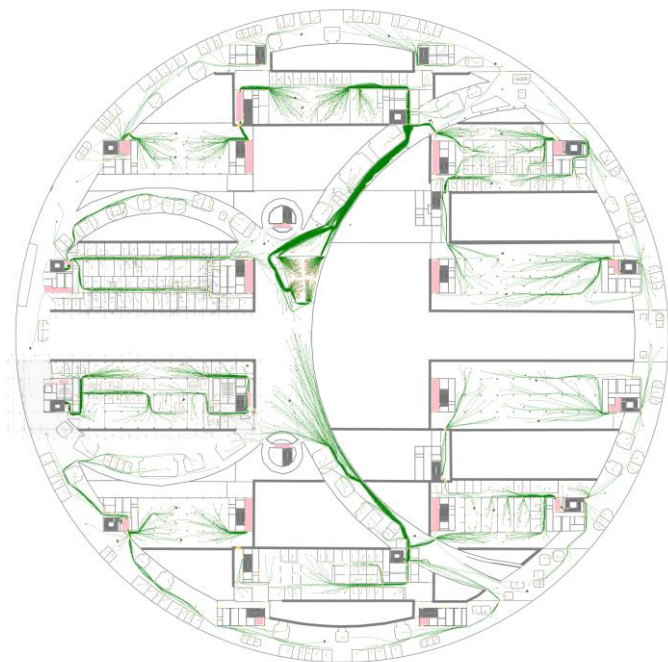


Рисунок 26. Этаж 2. Люди и траектории их движения на этаже.

								Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата			38

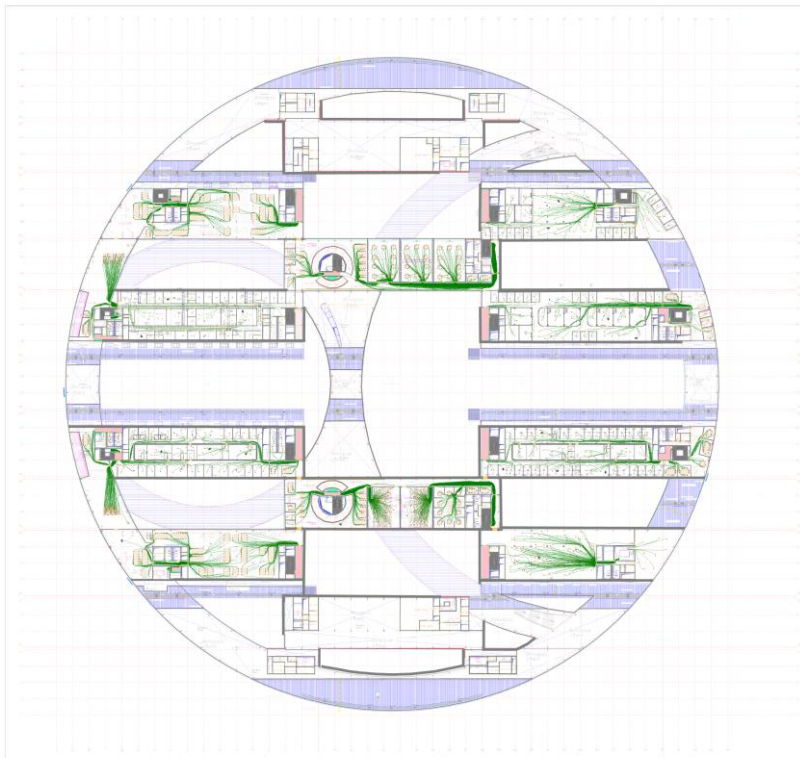


Рисунок 27. Этаж 3. Люди и траектории их движения на этаже. Следующие рисунки показывают динамику движения людей.

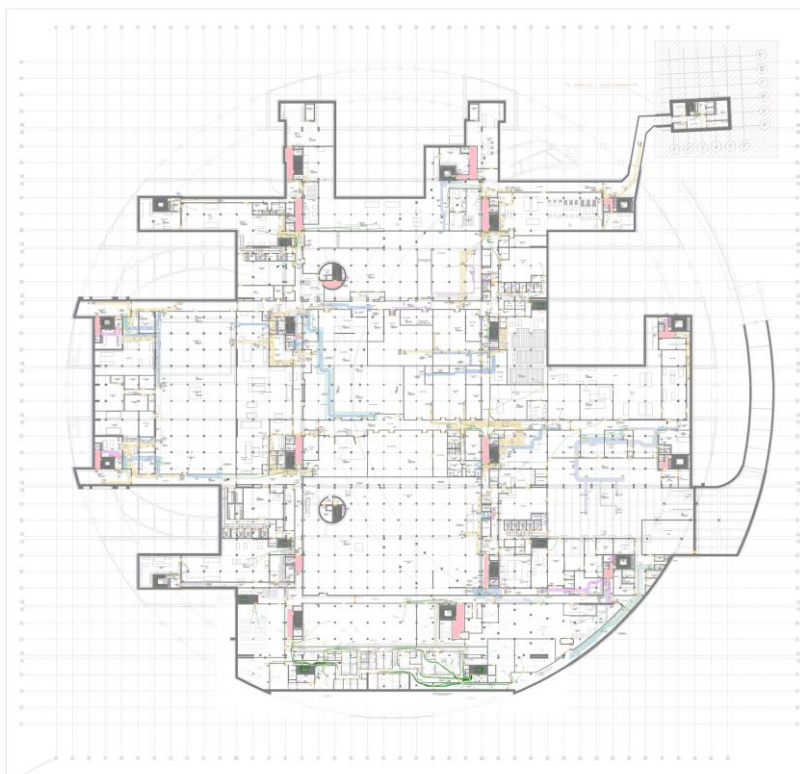


Рисунок 28. Подвал. Расположение людей через 95 с после начала пожара

								Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата			39

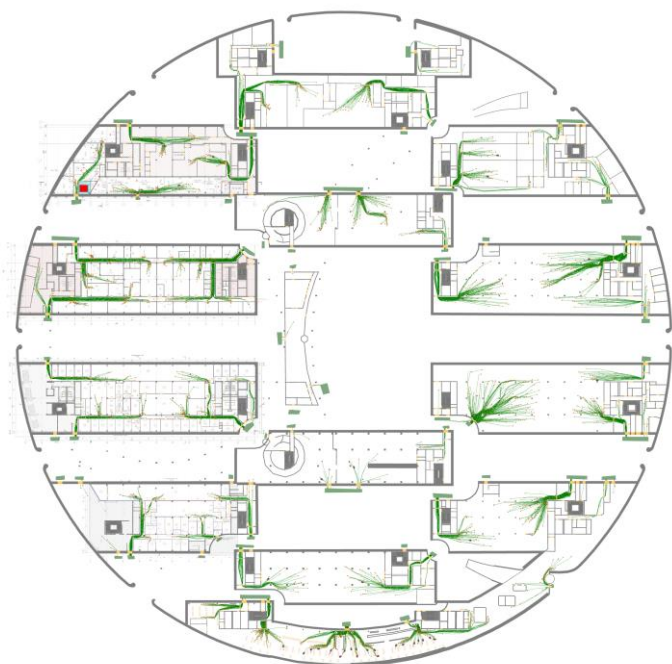


Рисунок 29. Этаж 1. Расположение людей через 95 с после начала пожара

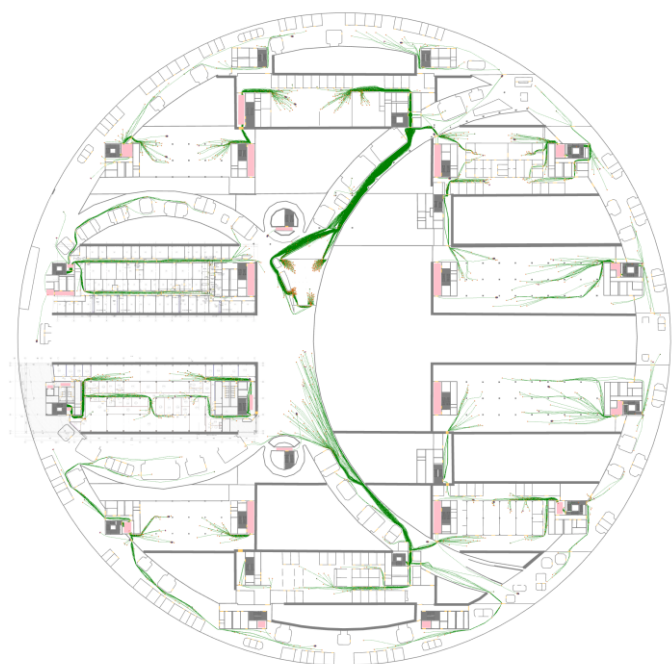


Рисунок 30. Этаж 2. Расположение людей через 95 с после начала пожара

							Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата		40

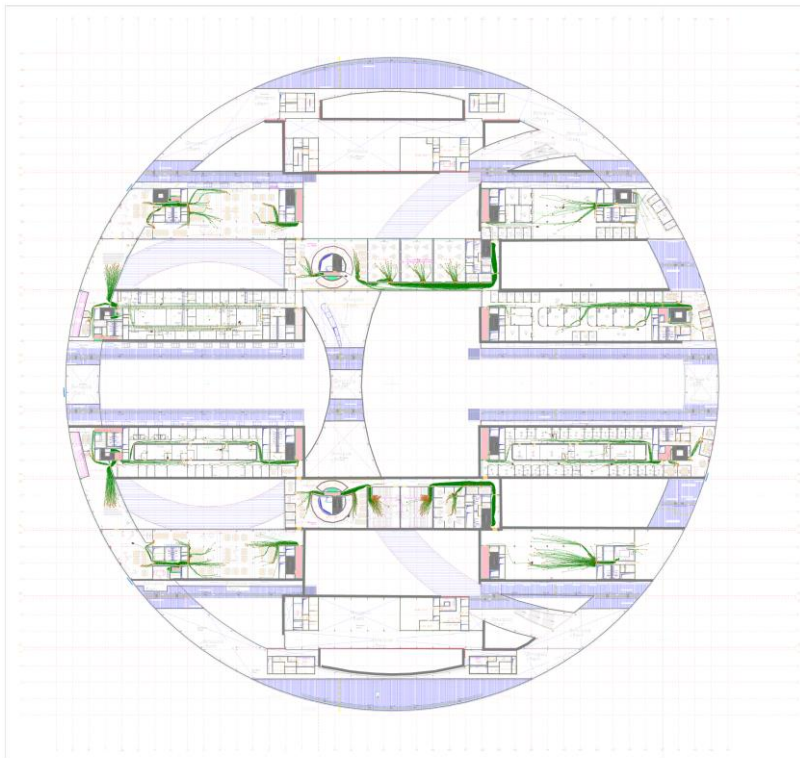


Рисунок 31. Этаж 3. Расположение людей через 95 с после начала пожара

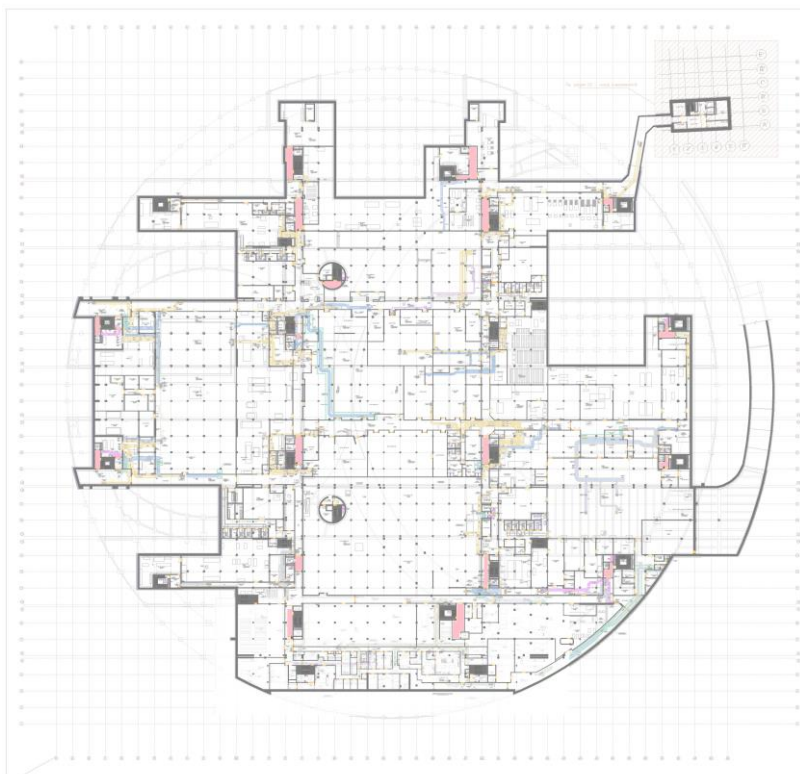


Рисунок 32. Подвал. Расположение людей через 274,6 с после начала пожара

								Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата			41

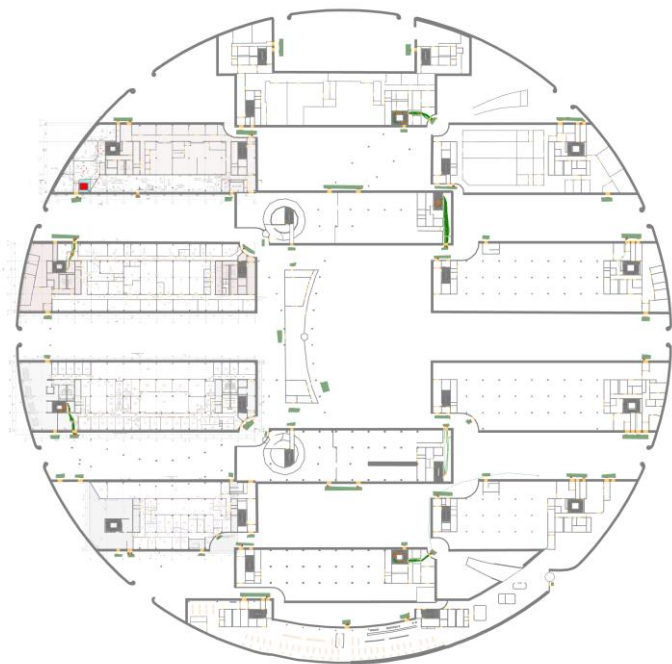


Рисунок 33. Этаж 1. Расположение людей через 274,6 с после начала пожара

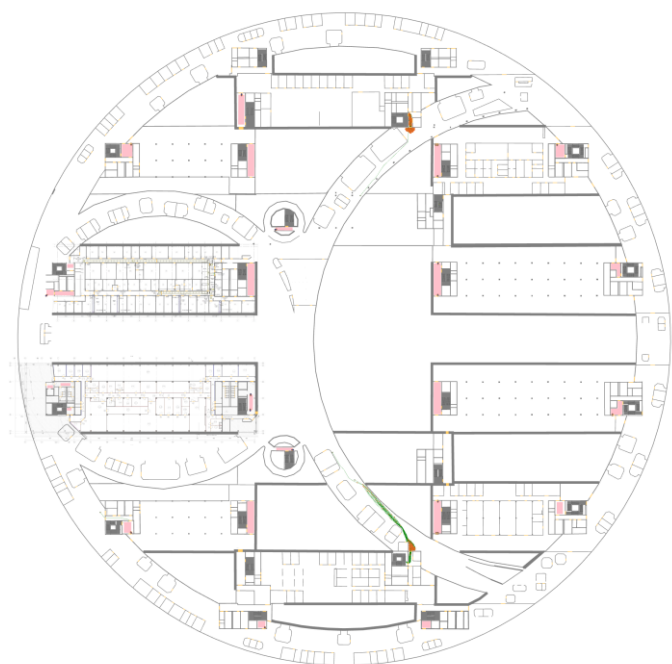


Рисунок 34. Этаж 2. Расположение людей через 274,6 с после начала пожара

								Лист
								42
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата			

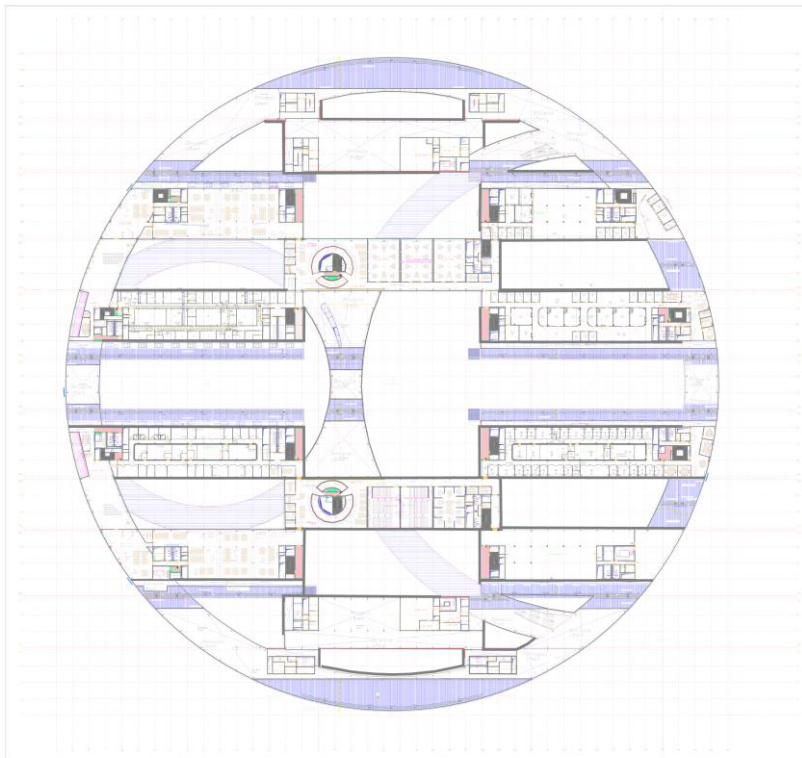


Рисунок 35. Этаж 3. Расположение людей через 274,6 с после начала пожара

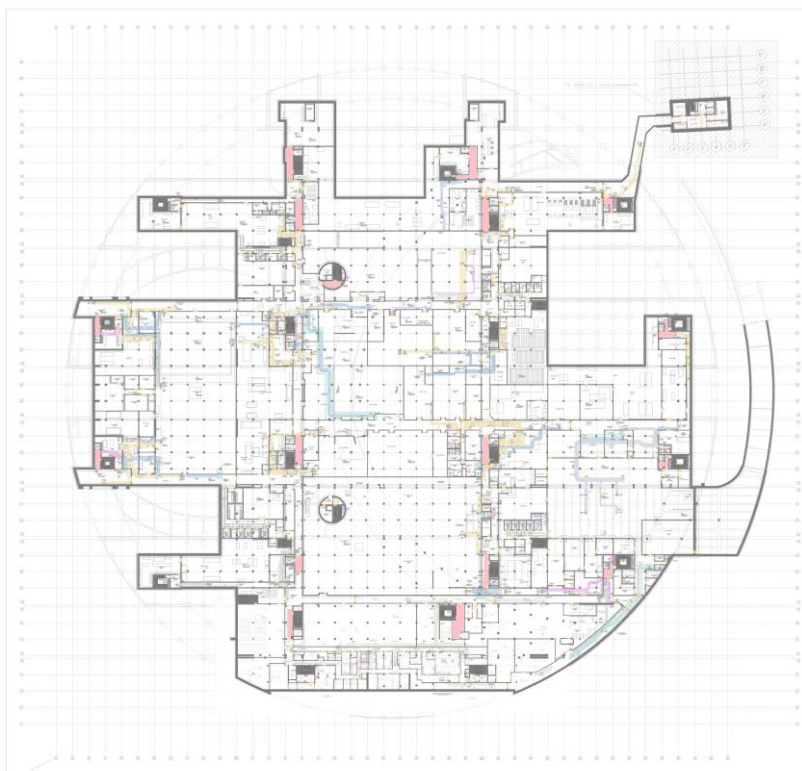


Рисунок 36. Подвал. Расположение людей через 454,2 с после начала пожара

								Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата			43

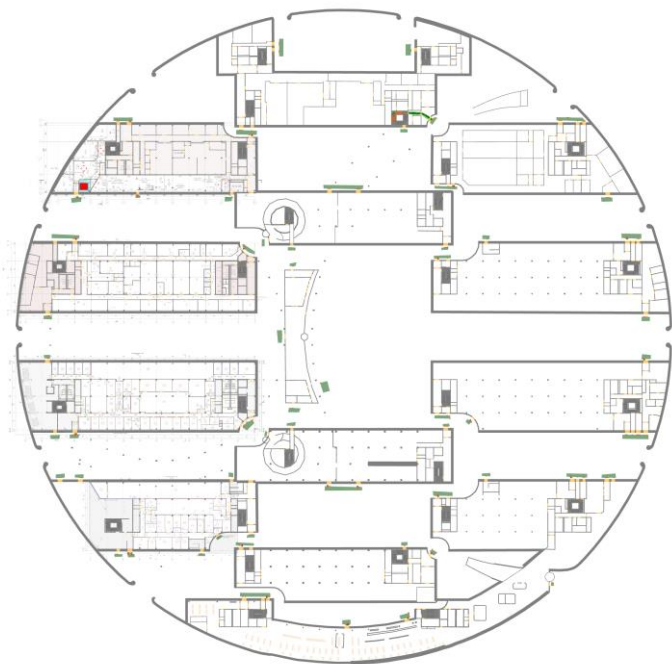


Рисунок 37. Этаж 1. Расположение людей через 454,2 с после начала пожара

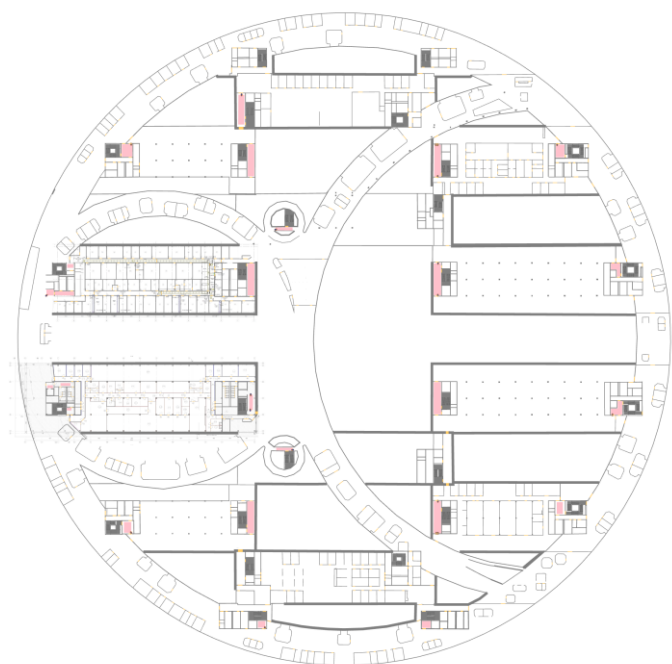


Рисунок 38. Этаж 2. Расположение людей через 454,2 с после начала пожара

							Лист
							44
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата		

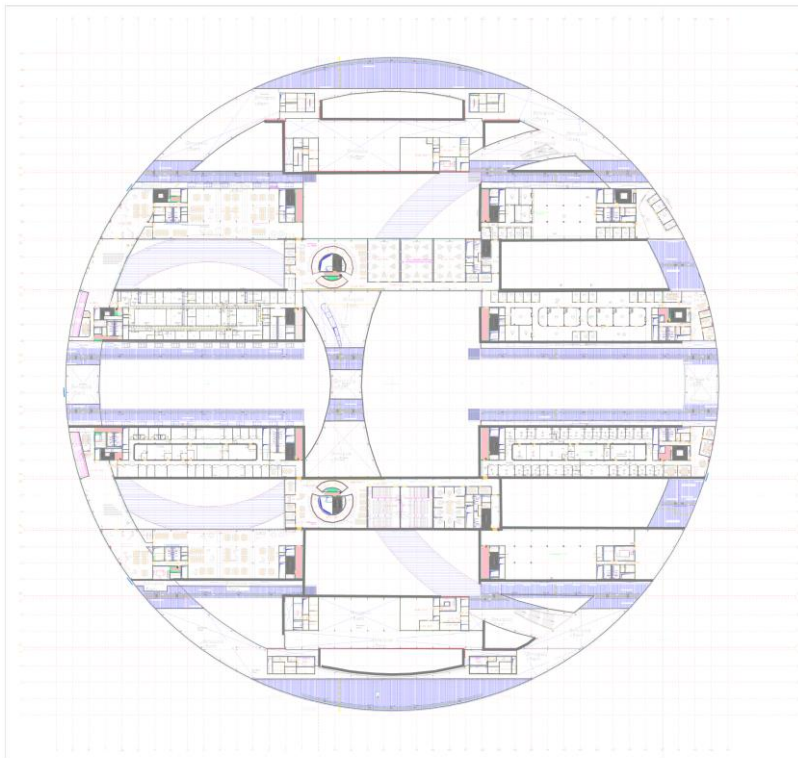


Рисунок 39. Этаж 3. Расположение людей через 454,2 с после начала пожара

Результаты моделирования движения людей

Значение времени начала эвакуации $t_{нэ}$ (с) для помещения очага пожара определялось по формуле:

$$t_{нэ} = 5 + 0,01 \cdot F$$

где F - площадь помещения, м²

Время начала эвакуации: $t_{нэ} = 5,3$ с

Время эвакуации: $t_{э} = t_{нэ} + t_{р} = 544$ с

Время существования скоплений: $t_{ск} = 152,6$ с

Общее количество людей: 6223

Количество эвакуировавшихся людей: 6223

Таблица 7. Статистика использования выходов

Расположение	Наименование	Время первого, с	Время последнего, с	Количество людей
Подвал				
	Выход 12	не используется	не используется	0
	Выход 14	не используется	не используется	0
	Выход 15	127,2	127,2	1
	Выход 16	не используется	не используется	0
	Выход 17	не используется	не используется	0
	Выход 18	не используется	не используется	0
	Выход 19	не используется	не используется	0
	Выход 20	117,0	117,0	1

	Выход 21	не используется	не используется	0
	Выход 22	95,2	95,2	1
	Выход 23	не используется	не используется	0
	Выход 24	не используется	не используется	0
	Выход 111	124,8	124,8	1
	Выход 112	не используется	не используется	0
	Выход 113	не используется	не используется	0
	Выход 114	не используется	не используется	0
	Выход 115	123,0	123,0	1
	Выход 116	не используется	не используется	0
Этаж 1				
	Выход 1	96,6	231,4	17
	Выход 2	96,0	223,8	31
	Выход 3	96,2	226,6	176
	Выход 4	97,4	543,8	527
	Выход 5	118,4	118,4	1
	Выход 6	102,6	244,8	282
	Выход 7	92,6	128,4	147
	Выход 8	98,2	259,6	248
	Выход 9	11,6	151,6	39
	Выход 10	101,0	322,6	365
	Выход 11	115,4	175,0	7
	Выход 13	93,8	125,2	38
	Выход 68	95,8	201,0	155
	Выход 69	не используется	не используется	0
	Выход 70	не используется	не используется	0
	Выход 71	94,4	367,4	340
	Выход 72	102,4	189,2	82
	Выход 73	105,8	179,2	9
	Выход 74	94,2	307,8	279
	Выход 75	94,8	133,4	30
	Выход 76	97,4	155,2	29
	Выход 77	98,4	127,2	29
	Выход 78	97,6	298,8	237
	Выход 79	102,0	241,2	15
	Выход 80	92,6	188,4	170
	Выход 81	94,6	347,6	243
	Выход 82	94,0	120,4	20
	Выход 83	123,6	124,4	2
	Выход 84	99,8	154,8	96
	Выход 85	97,2	124,2	48
	Выход 86	не используется	не используется	0
	Выход 87	95,8	325,2	262
	Выход 88	93,8	93,8	1
	Выход 89	92,0	99,4	4
	Выход 90	98,0	127,8	7
	Выход 91	101,4	374,8	259
	Выход 92	92,4	160,8	12
	Выход 93	105,8	136,4	32
	Выход 94	94,0	206,8	179

								Лист
								46
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата			

	Выход 95	93,4	180,8	197
	Выход 96	92,2	178,6	159
	Выход 97	132,4	164,8	3
	Выход 98	97,2	454,8	421
	Выход 99	99,8	132,4	45
	Выход 100	108,2	120,8	6
	Выход 101	97,4	276,8	321
	Выход 102	93,2	112,2	12
	Выход 103	95,8	155,6	103
	Выход 104	94,4	274,2	219
	Выход 105	96,8	101,0	2
	Выход 106	94,4	271,2	125
	Выход 107	94,8	99,2	5
	Выход 108	94,0	96,4	3
	Выход 109	93,8	100,2	5
	Выход 110	92,4	92,4	1
	Выход 117	92,2	148,2	97
	Выход 118	не используется	не используется	0
	Выход 119	96,2	122,2	30
Этаж 2				
	Выход 25	не используется	не используется	0
	Выход 26	не используется	не используется	0
	Выход 27	не используется	не используется	0
	Выход 28	115,0	115,0	1
	Выход 29	101,6	130,0	2
	Выход 30	не используется	не используется	0
	Выход 31	не используется	не используется	0
	Выход 32	103,2	140,4	4
	Выход 33	120,8	121,6	2
	Выход 34	не используется	не используется	0
	Выход 35	121,4	127,4	2
	Выход 36	не используется	не используется	0
	Выход 37	99,4	184,6	5
	Выход 51	не используется	не используется	0
	Выход 52	не используется	не используется	0
	Выход 53	111,2	184,8	3
	Выход 56	не используется	не используется	0
	Выход 57	116,4	122,0	2
	Выход 58	не используется	не используется	0
	Выход 59	119,8	119,8	1
	Выход 60	98,2	121,8	3
	Выход 61	не используется	не используется	0
	Выход 62	116,0	116,0	1
	Выход 63	114,8	114,8	1
	Выход 64	99,6	99,6	1
Этаж 3				
	Выход 38	117,2	117,2	1

									Лист
									47
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата				

	Выход 39	не используется	не используется	0
	Выход 40	124,2	138,4	2
	Выход 41	107,2	134,2	3
	Выход 42	не используется	не используется	0
	Выход 43	123,0	123,0	1
	Выход 44	116,4	116,4	1
	Выход 45	142,0	148,8	2
	Выход 46	не используется	не используется	0
	Выход 47	117,8	130,6	2
	Выход 48	не используется	не используется	0
	Выход 49	130,8	130,8	1
	Выход 50	не используется	не используется	0
	Выход 54	не используется	не используется	0
	Выход 55	134,4	134,4	1
	Выход 65	115,8	128,6	2
	Выход 66	97,2	97,2	1
	Выход 67	119,6	119,6	1

"не используется" - люди не эвакуируются через выход.

Таблица 8. Статистика прохождения

Расположение	Наименование	Время первого, с	Время последнего, с	Количество людей
Этаж 1				
Лаборатория высоковольтных испытаний (10кВ) (G10-1-010)	Дверь 1835	5,8	6,0	2
Вне помещений	Дверь 1834	не используется	не используется	0
	Дверь 1837	90,8	94,8	7
	Дверь 1840	7,8	139,2	39
	Дверь 2137	92,0	98,4	13
	Дверь 2138	91,8	100,4	9
	Дверь 2139	90,6	91,0	2
	Дверь 2140	90,4	90,4	1
	Дверь 465	91,0	93,0	5
	Дверь 861	не используется	не используется	0

"не используется" - люди не проходят во время эвакуации.

Расчёт вероятности эвакуации людей

Вероятность эвакуации $P_э$ по эвакуационным путям рассчитывается по формуле (4) Методики [4] (за исключением зданий классов функциональной пожарной опасности Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4).

Таблица 9. Определение вероятности эвакуации (за исключением классов функциональной пожарной опасности Ф1.1, Ф1.3 и Ф1.4)

Расположение	Наименование	Время блокирования, $t_{бл}, с$	Необходимое время эвакуации, $t_{э}, с$	Время начала эвакуации, $t_{нэ}, с$	Время эвакуации, $t_э = t_{нэ} + t_p, с$	Вероятность эвакуации, $P_э$

							Лист
							48
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата		

Этаж 1						
Лаборатория высоковольтных испытаний (10кВ) (G10-1-010)	Дверь 1835	24,6	19,7	5,3	6,0	0,999
Вне помещений	Дверь 1834	147,7	118,2	не используется	не используется	0,999
	Дверь 1837	183,5	146,8	90,0	94,8	0,999
	Дверь 1840	184,8	147,9	5,3	139,2	0,999
	Дверь 2137	158,2	126,6	90,0	98,4	0,999
	Дверь 2138	151,3	121,0	90,0	100,4	0,999
	Дверь 2139	167,3	133,9	90,0	91,0	0,999
	Дверь 2140	145,7	116,5	90,0	90,4	0,999
	Дверь 465	177,1	141,7	90,0	93,0	0,999
	Дверь 861	161,1	128,9	не используется	не используется	0,999

"не используется" - люди не проходят во время эвакуации.

Вероятность эвакуации $P_{э,i}$ людей из здания определяется как минимальное значение из таблицы 9 и составляет 0,999

Расчёт величины индивидуального пожарного риска для сценария

Расчетная величина индивидуального пожарного риска $Q_{в,i}$ для i -го сценария пожара в зданиях (за исключением классов функциональной пожарной опасности Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4) рассчитывается по формуле (3):

$$Q_{в,i} = Q_{п,i} \cdot (1 - K_{ап,i}) \cdot P_{пр,i} \cdot (1 - P_{э,i}) \cdot (1 - K_{п.з,i})$$

где $Q_{п,i}$ — частота возникновения пожара в здании в течение года, определяется на основании статистических данных, приведенных в «Приложении № 1 Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности — приказ МЧС РФ от 30.06.2009 № 382».

Так как статистическая информация отсутствует, принимаем $Q_{п,i} = 0,04$

$K_{ап,i}$ — коэффициент, учитывающий соответствие установок автоматического пожаротушения требованиям нормативных документов по пожарной безопасности

$K_{ап,i} = 0,9$, так как здание оборудовано системой АУП, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности

$P_{пр,i}$ — вероятность присутствия людей в здании, определяемая из соотношения $P_{пр,i} = t_{функц,i} / 24$, где $t_{функц,i}$ — время нахождения людей в здании в часах;

$$P_{пр,i} = t_{функц,i} / 24 = 24 / 24 = 1,000$$

$P_{э,i}$ — вероятность эвакуации людей из здания;

$$P_{э,i} = 0,999$$

$K_{п.з,i}$ — коэффициент учитывающий соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности, рассчитывается по формуле:

$$K_{п.з,i} = 1 - (1 - K_{обн,i} \cdot K_{соуэ,i}) \cdot (1 - K_{обн,i} \cdot K_{пдз,i})$$

$K_{обн,i}$ — коэффициент, учитывающий соответствие системы пожарной сигнализации требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

							Лист
							49
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

$K_{обн,i} = 0,8$, так как здание оборудовано системой пожарной сигнализации, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности

$K_{соуэ,i}$ — коэффициент, учитывающий соответствие системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

$K_{соуэ,i} = 0,8$, так как здание оборудовано системой оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности

$K_{пдз,i}$ — коэффициент, учитывающий соответствие системы противодымной защиты, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

$K_{пдз,i} = 0,8$, так как здание оборудовано системой противодымной защиты, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности

С учетом вышеизложенного, подставим полученные значения в расчетную формулу:

$$K_{п.з} = 1 - (1 - 0,8 \cdot 0,8) \cdot (1 - 0,8 \cdot 0,8) = 0,8704$$

Определим величину индивидуального пожарного риска:

$$Q_B = 0,04 \cdot (1 - 0,9) \cdot 1 \cdot (1 - 0,999) \cdot (1 - 0,8704) = 5,184 \cdot 10^{-7}$$

Результаты расчёта показывают, что индивидуальный пожарный риск для данного сценария не превышает значения, установленного Федеральным Законом №123-ФЗ.

								Лист
								50
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата			

Сценарий 2_G4_1 этаж_Лаборатория органического синтеза

При проведении расчетов рассматривался сценарий пожара в Лаборатория органических батарей (G4-1-10), при котором реализуются наихудшие условия для обеспечения безопасной эвакуации людей. Очаг пожара расположен на уровне пола, с большим количеством горючей нагрузки, характеризующейся высокой скоростью распространения опасных факторов пожара, в результате чего возможно быстрое блокирование путей эвакуации (эвакуационных выходов, лестничных клеток и т.д.). Высота помещения очага пожара составляет 5 м.

Площадь очага пожара принята не менее двух площадей помещения «студия интерактивного обучения».

В расчете принята площадь очага пожара 62 м² (Площадь помещения 30,91 м²). Моделирование распространения пламени производилось с учетом боковых граней очага пожара.

При моделировании распространения опасных факторов пожара учитывалась работа системы противодымной вентиляции.

Перечень исходных данных

Класс функциональной пожарной опасности: Ф4.2 (Нет информации)

Наличие систем автоматического пожаротушения: Водяная

Наличие систем автоматической пожарной сигнализации: Выполнена по нормам

Наличие систем оповещения и управления эвакуацией: Тип 4

Наличие систем противодымной защиты: Выполнена по нормам

Время нахождения людей в здании: 24 ч

Таблица 10. Экспликация помещений

Наименование	Площадь, м ²	Количество людей	С очагом пожара
Этаж 1			
Лаборатория органического синтеза (G4-1-10)	29,49	1	+

Оборудование здания системой дымоудаления

Здание оборудовано системой дымоудаления, состоящей из следующих элементов:

Таблица 11. Элементы системы дымоудаления

Расположение	Наименование	Тип	Расход воздуха, м ³ /ч	Размер, м	Высота от уровня этажа, м	Время включ., с
Этаж 1						
Перекрытие 11	Вентиляция 3	Вытяжная	23590	0,6×0,9	3,5	30
	Вентиляция 4	Вытяжная	23590	0,6×0,9	3,5	30
Стена 2153	Вентиляция 1	Приточная	13125	0,6×0,9	1	30
Стена 2173	Вентиляция 2	Приточная	13125	0,6×0,9	1	30

Определение времени блокирования путей эвакуации

В соответствии с методикой критическое время по каждому из опасных факторов пожара определяется как время достижения этим фактором предельно допустимого значения на путях эвакуации на высоте 1,7 м от пола.

Предельно допустимые значения по каждому из опасных факторов пожара составляют:

по повышенной температуре - 70 °С;

по тепловому потоку - 1400 Вт/м²;

по потере видимости - 20 м (для случая, когда оба горизонтальных линейных размера помещения меньше 20 м, предельно допустимое расстояние

							Лист
							51
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата		

по потере видимости следует принимать равным наибольшему горизонтальному линейному размеру);

по пониженному содержанию кислорода - $0,226 \text{ кг/м}^3$;

по каждому из токсичных газообразных продуктов горения: CO_2 - $0,11 \text{ кг/м}^3$; CO - $1,16 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$; HCL - $23 \cdot 10^{-6} \text{ кг/м}^3$.

Моделирование динамики развития пожара проводилось по полевой модели с помощью программы FDS версии 6.7.5.

Моделирование динамики развития пожара проводилось в следующих областях расчёта:

Таблица 12. Области расчета

Расположение	Наименование	Размер, м	Размер ячейки, м	Охватываемые помещения
Этаж 1	Область расчета 1	106×32×5	0,25	Лаборатория органического синтеза (G4-1-10)

Параметры окружающей среды:

- температура: $38 \text{ }^\circ\text{C}$
- давление: 99700 Па (748 мм рт. ст.)
- относительная влажность: 73 %
- температура в помещениях: $38 \text{ }^\circ\text{C}$

Горючая нагрузка: Химическое вещество; этиловый спирт

Источники данных о параметрах пожарной нагрузки:

1. Кошмаров Ю. А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: Учебное пособие. — М.: Академия ГПС МВД России, 2000. — 118 С.
2. Пособие по определению расчетных величин пожарного риска для производственных объектов / 2-ое изд., испр. и доп. / М.: ВНИИПО, 2019. - 334 С.
3. СП 4.13130.2013. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям. Изменение №1, утвержденное и введенное в действие приказом МЧС России от 14.02.2020 г. N 89 с 14.08.2020

Таблица 13. Параметры горючей нагрузки

Параметр	Единица измерения	Значение
Низшая теплота сгорания	кДж/кг	27500
Линейная скорость распространения пламени	м/с	0
Удельная массовая скорость выгорания	кг/(м ² · с)	0,031
Коэффициент полноты сгорания	—	0,93
Удельная мощность	кВт/м ²	792,825
Дымообразующая способность	Нп · м ² /кг	80
Потребление кислорода (O ₂)	кг/кг	2,362
Выделение углекислого газа (CO ₂)	кг/кг	1,937
Выделение угарного газа (CO)	кг/кг	0,269
Выделение хлористого водорода (HCl)	кг/кг	0

Моделировалась динамика развития пожара в течение 700 с.

Опасные факторы пожара измерялись в месте расположения следующих элементов:

На этаже "Этаж 1":

- на уровне 1,7 м (на высоте 1,7 м от уровня этажа): "Дверь 847", "Дверь 846", "Дверь 852", "Дверь 592", "Дверь 2113", "Дверь 2114", "Дверь 2115", "Дверь 2116",

							Лист
							52
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата		

"Дверь 2123", "Дверь 2124", "Дверь 2125", "Дверь 2109", "Дверь 2144", "Дверь 2117", "Дверь 2118", "Дверь 2119", "Дверь 2120", "Дверь 2121", "Дверь 2122", "Дверь 1884"

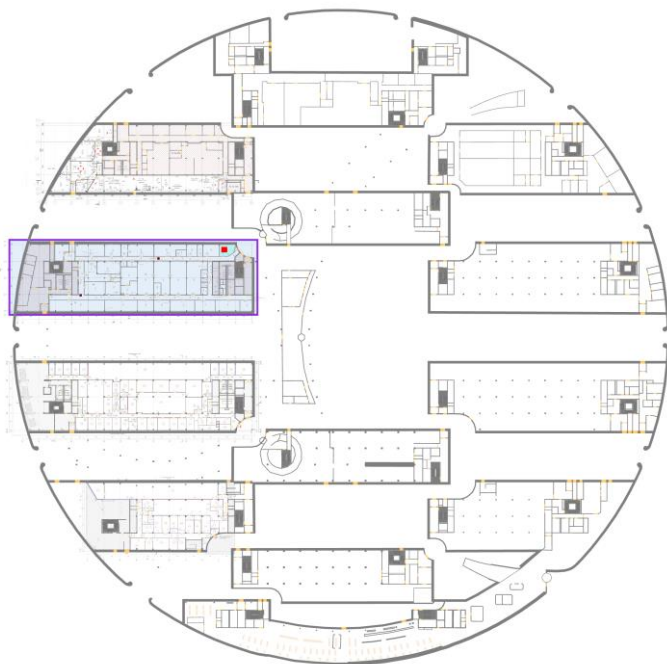


Рисунок 40. Этаж 1. Пожарная модель.

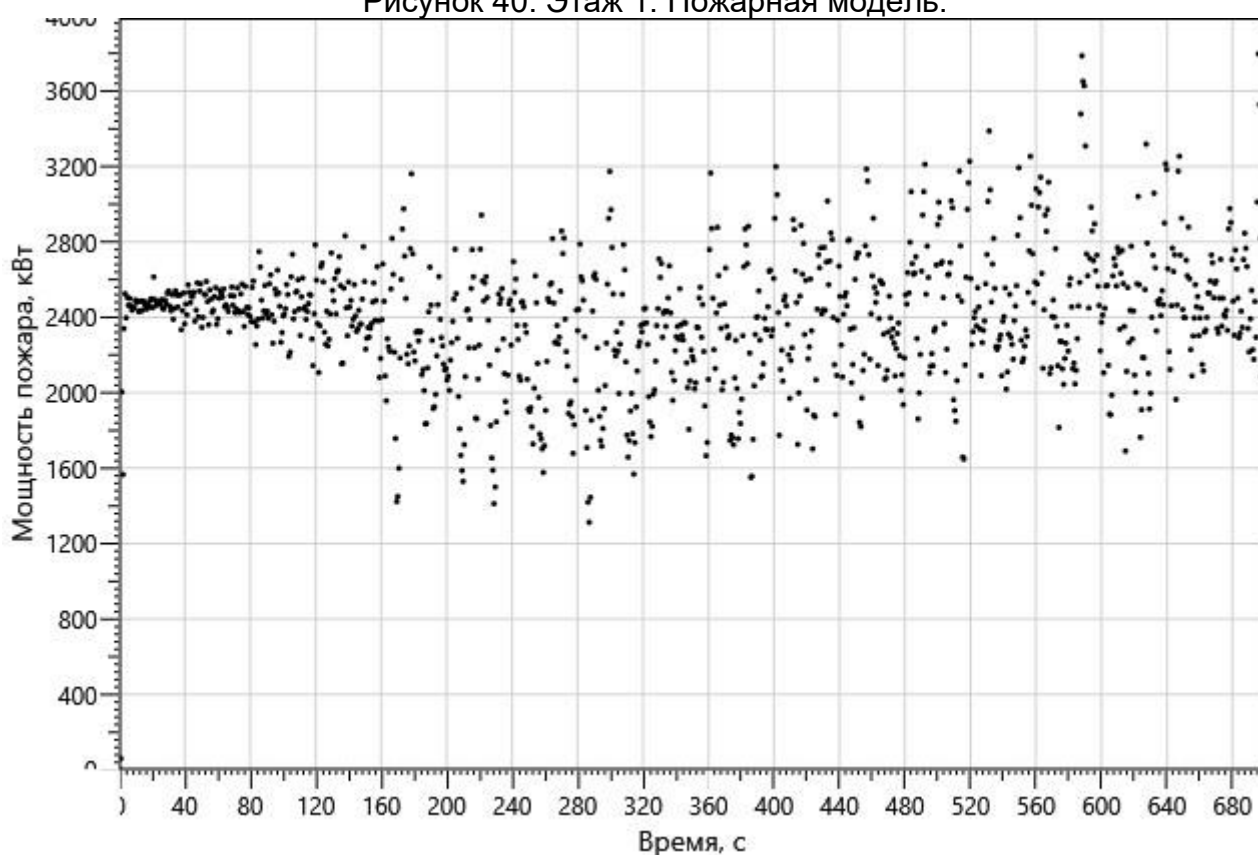
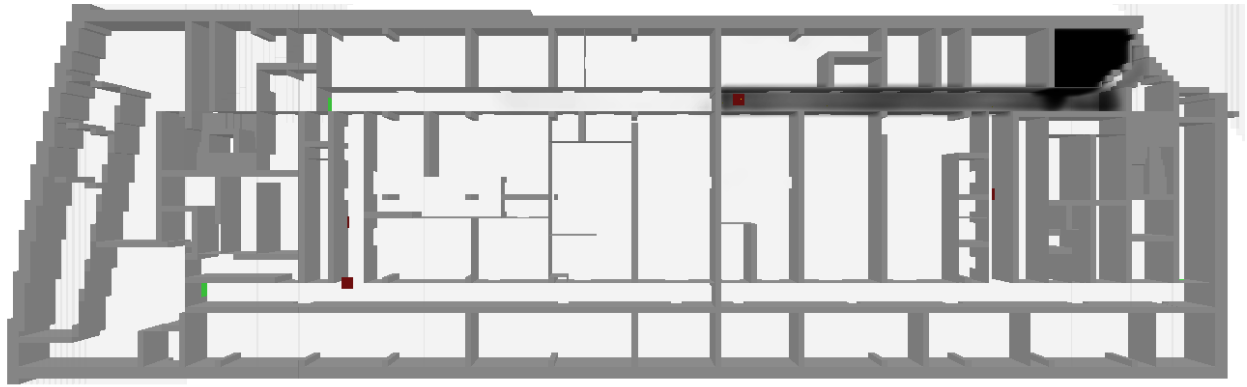


Рисунок 41. Мощность пожара

Следующие рисунки показывают динамику развития ОФП.

							Лист
							53
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата		



Time: 93.1

Рисунок 42. Этаж 1. Распространение дыма через 93,2 с после начала пожара.

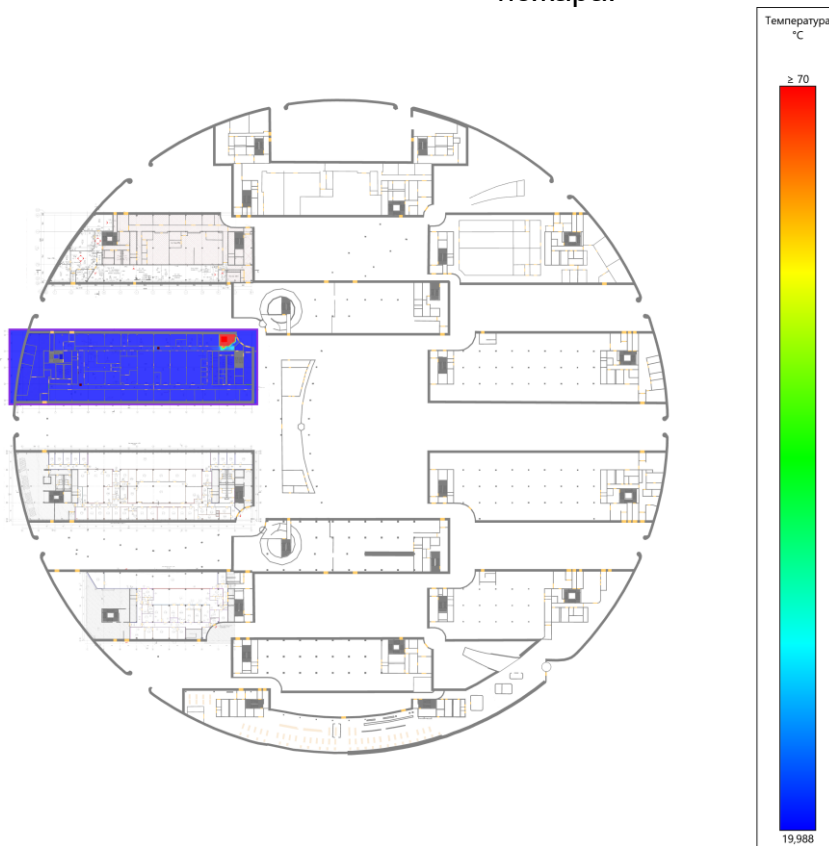


Рисунок 43. Этаж 1. Температура на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 93,2 с.

								Лист
								54
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата			

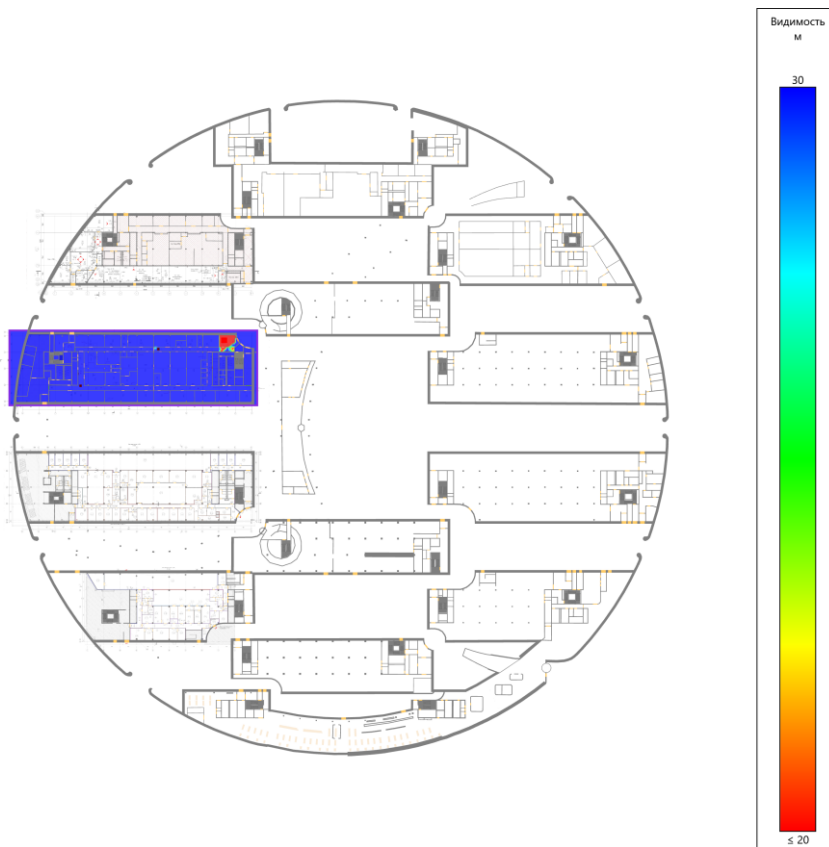


Рисунок 44. Этаж 1. Видимость на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 93,2 с.

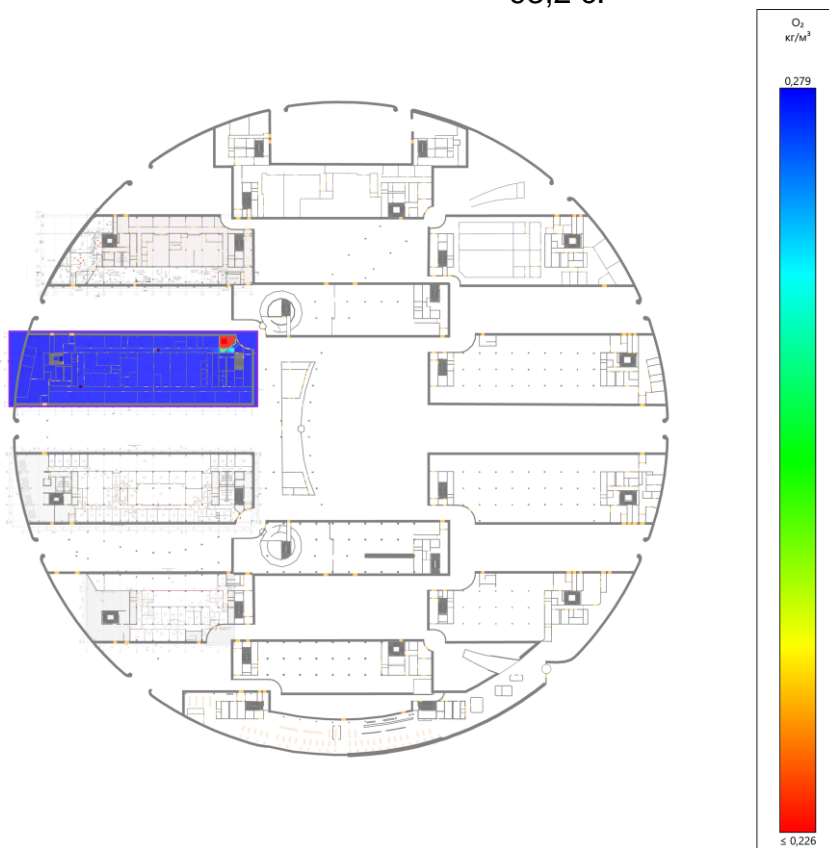


Рисунок 45. Этаж 1. O₂ на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 93,2 с.

							Лист
							55
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

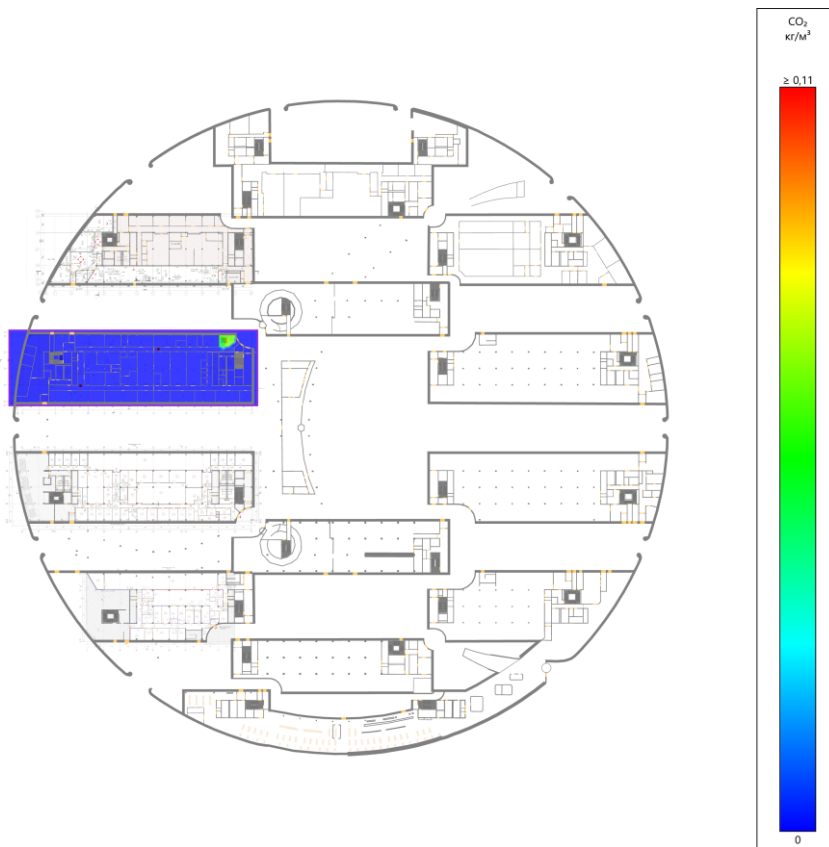


Рисунок 46. Этаж 1. CO₂ на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 93,2 с.

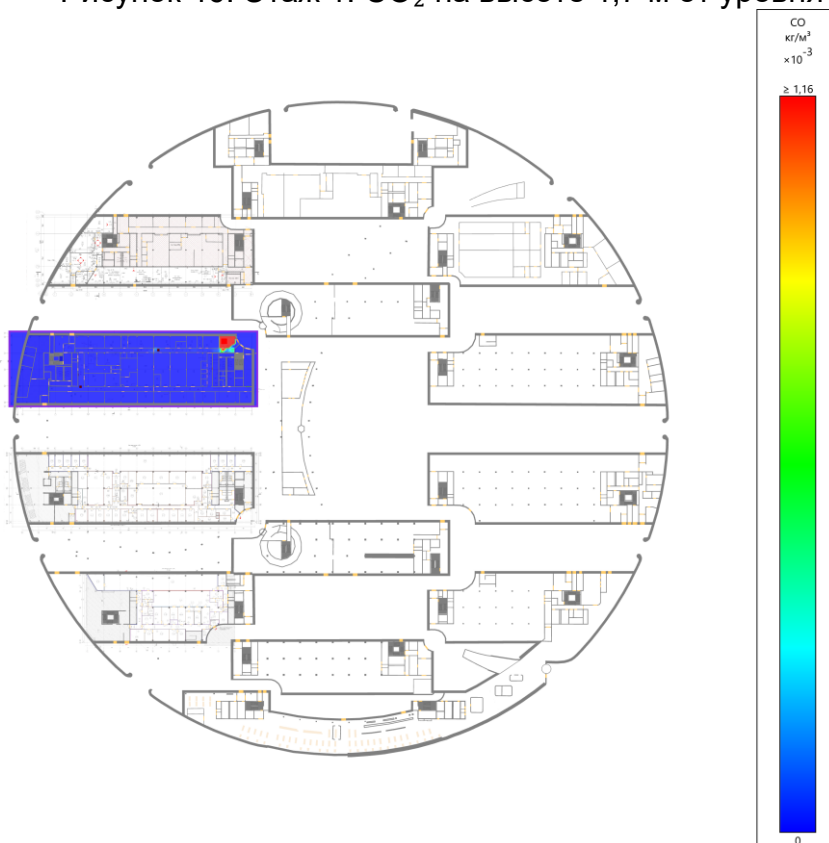
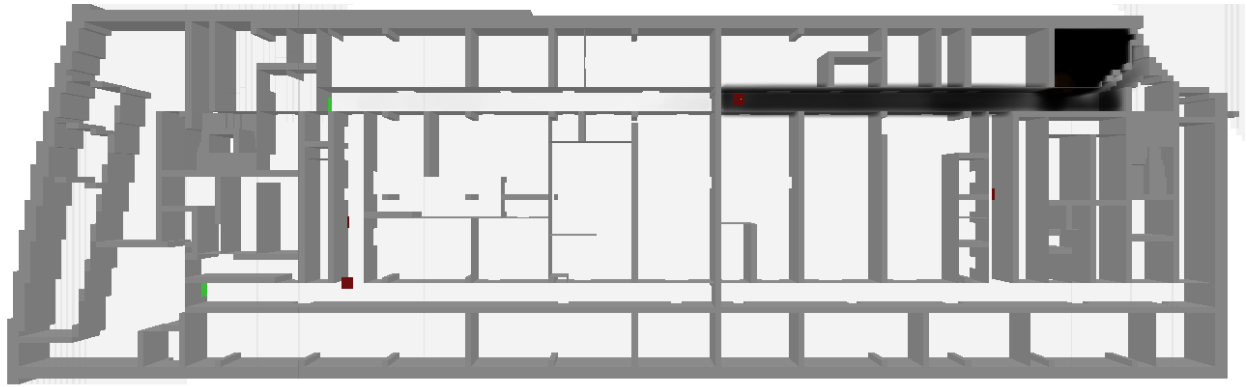


Рисунок 47. Этаж 1. CO на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 93,2 с.

							Лист
							56
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		



Time: 268.6

Рисунок 48. Этаж 1. Распространение дыма через 269 с после начала пожара.

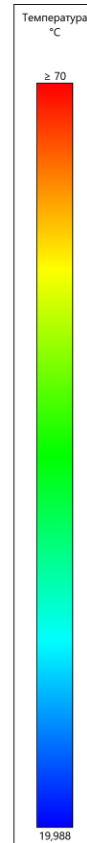
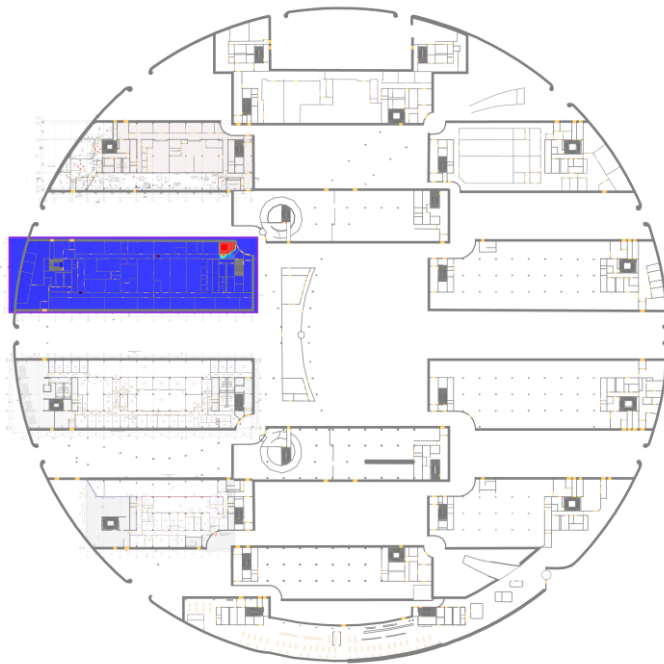


Рисунок 49. Этаж 1. Температура на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 269 с.

									Лист
									57
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

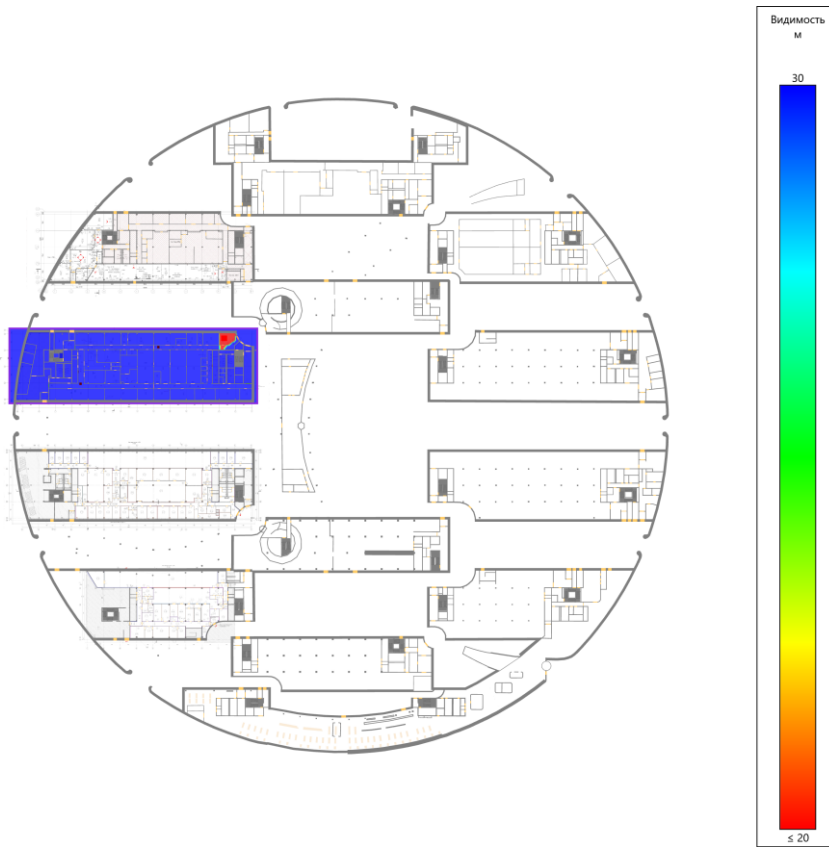


Рисунок 50. Этаж 1. Видимость на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 269 с.

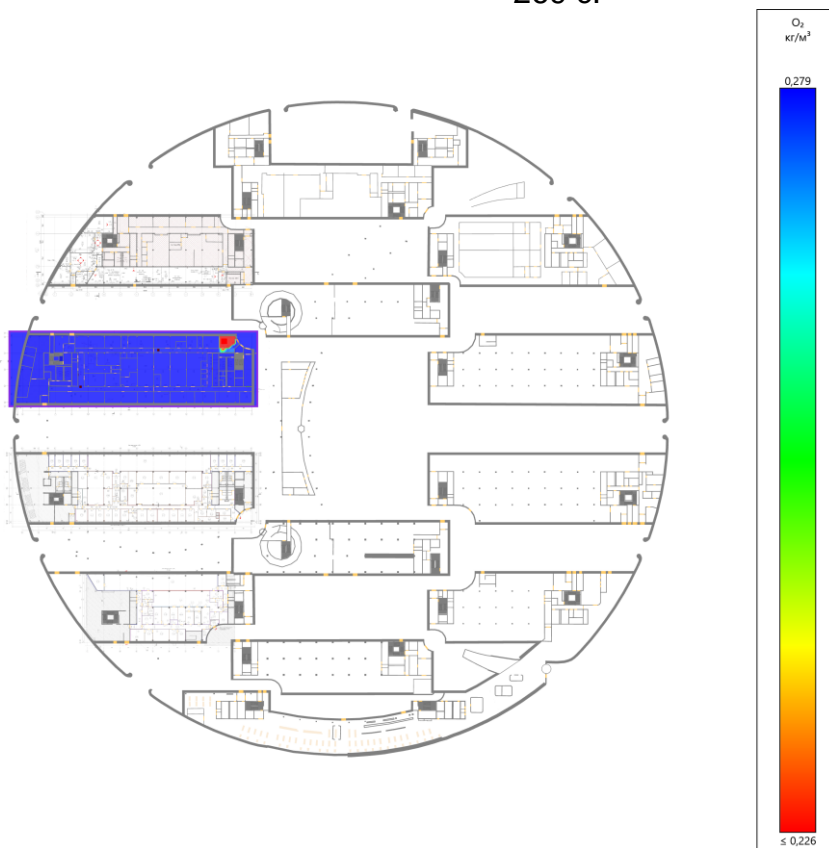


Рисунок 51. Этаж 1. O₂ на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 269 с.

							Лист
							58
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

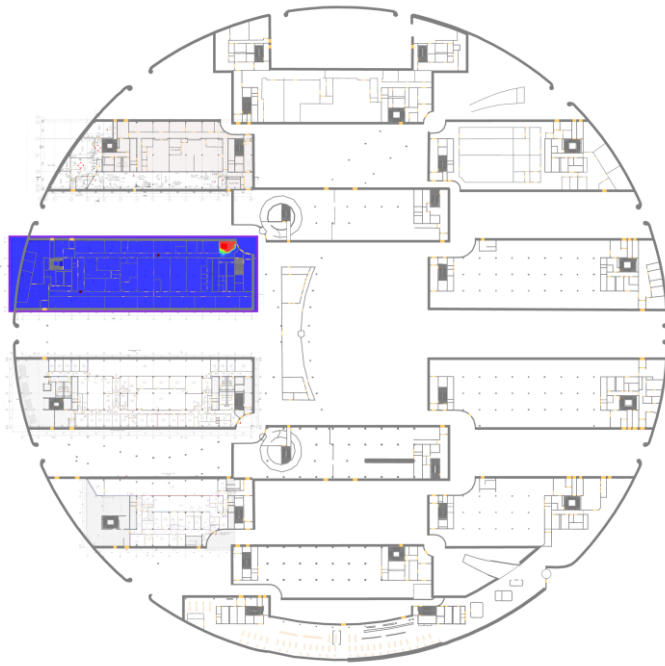


Рисунок 52. Этаж 1. CO₂ на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 269 с.

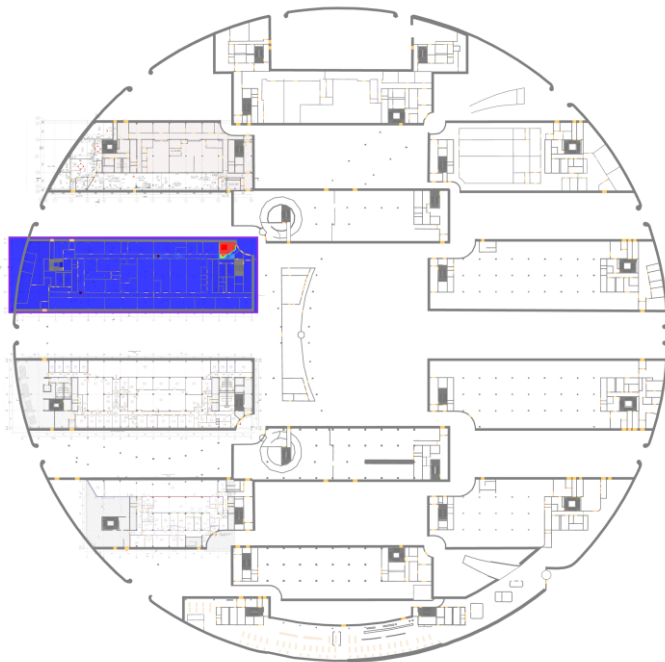
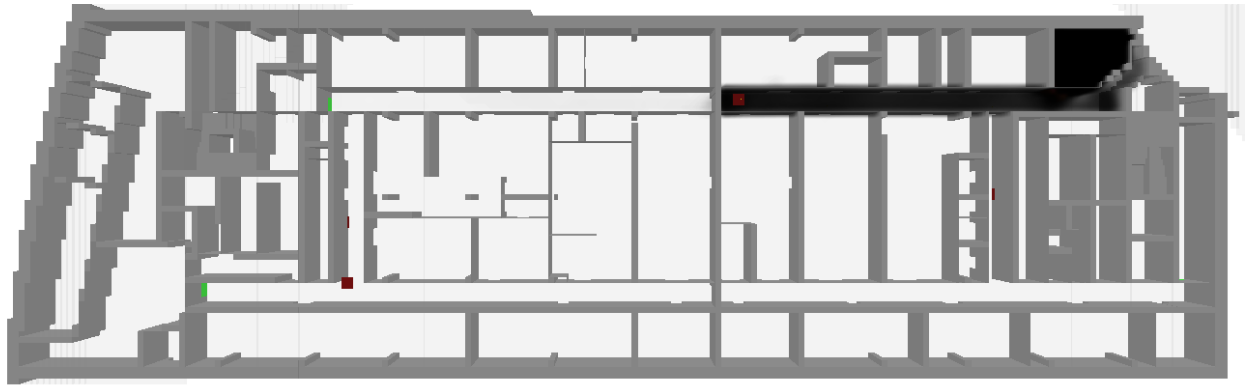


Рисунок 53. Этаж 1. CO на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 269 с.

								Лист
								59
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата			



Time: 444.5

Рисунок 54. Этаж 1. Распространение дыма через 444,8 с после начала пожара.

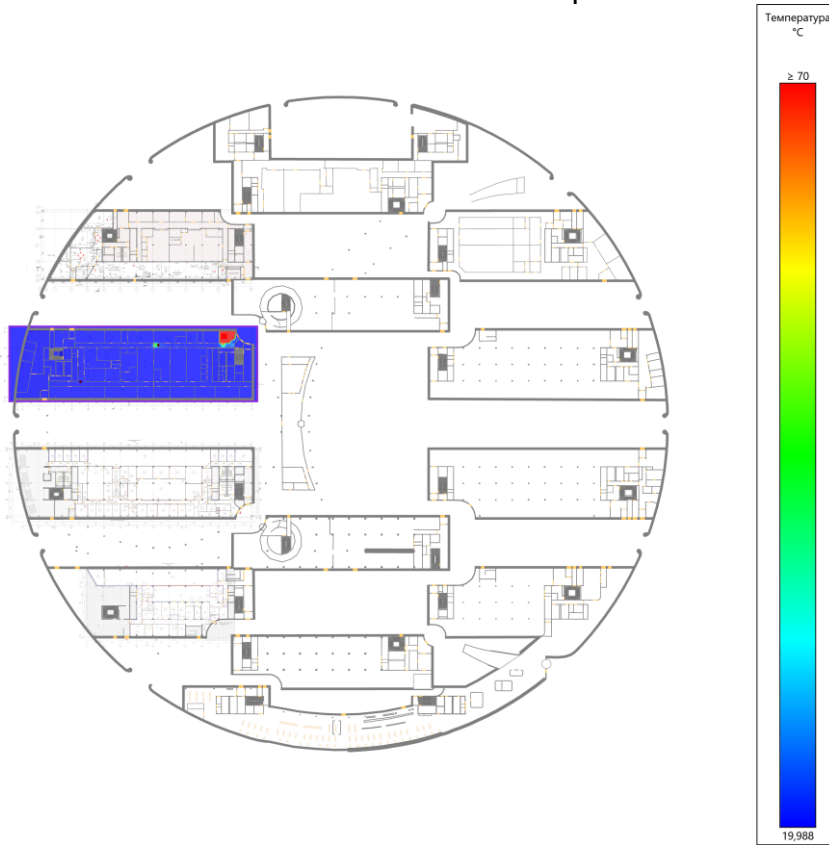


Рисунок 55. Этаж 1. Температура на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 444,8 с.

								Лист
								60
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата			

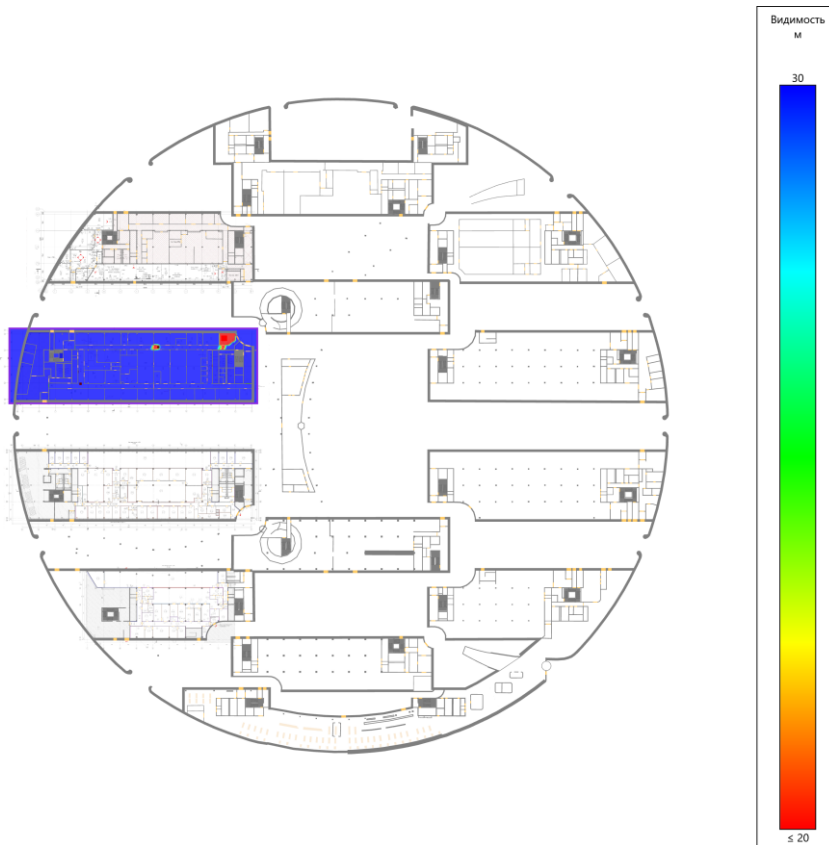


Рисунок 56. Этаж 1. Видимость на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 444,8 с.

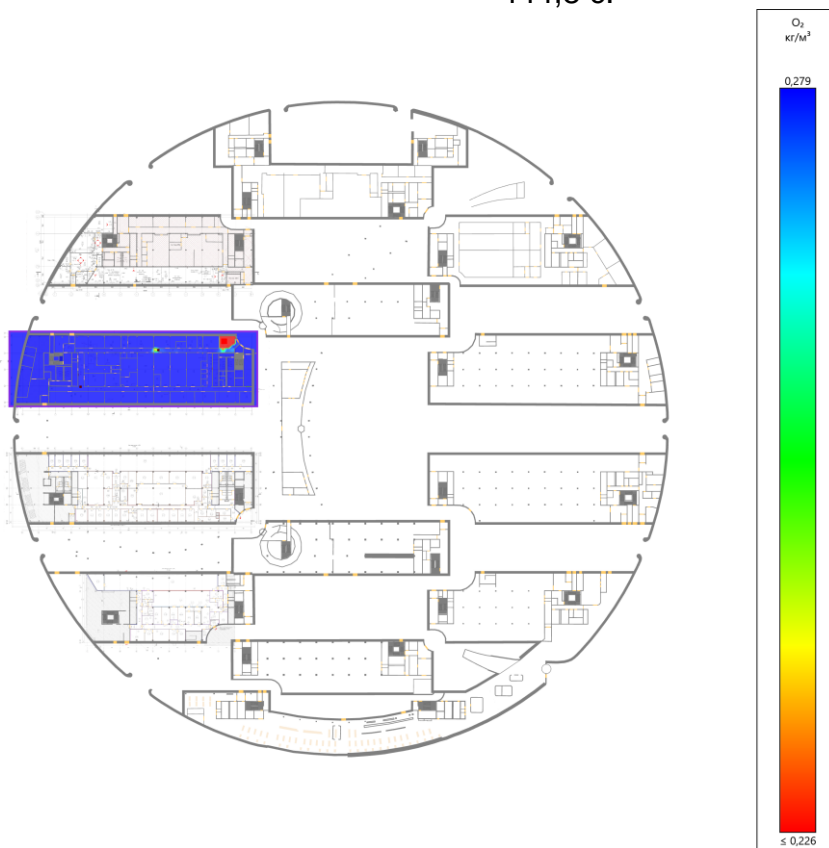


Рисунок 57. Этаж 1. O₂ на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 444,8 с.

							Лист
							61
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата		

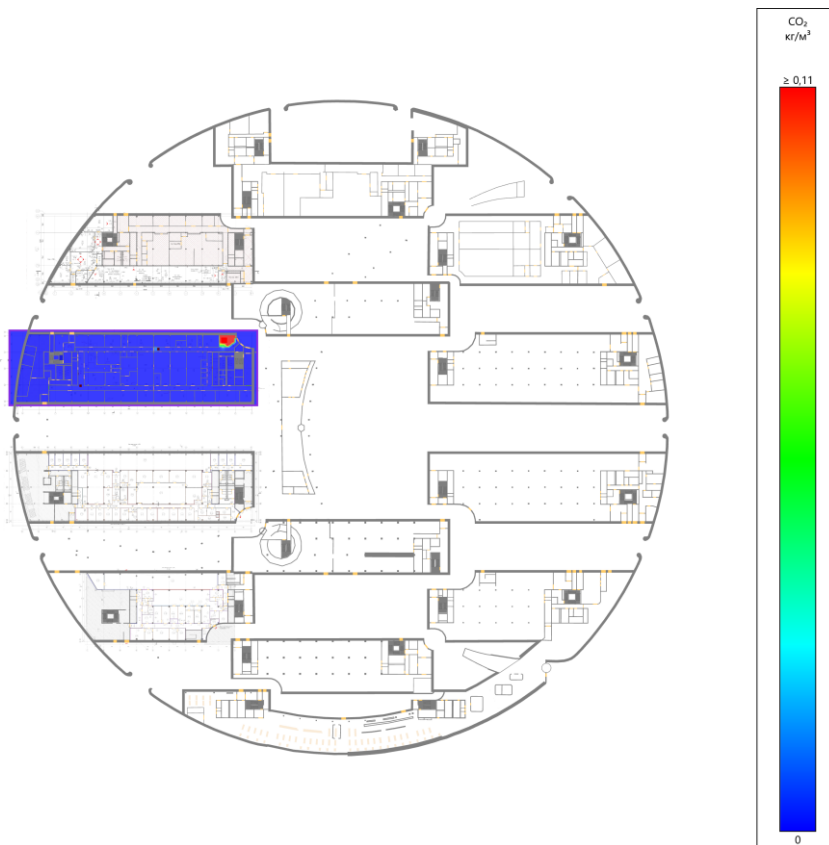


Рисунок 58. Этаж 1. CO₂ на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 444,8 с.

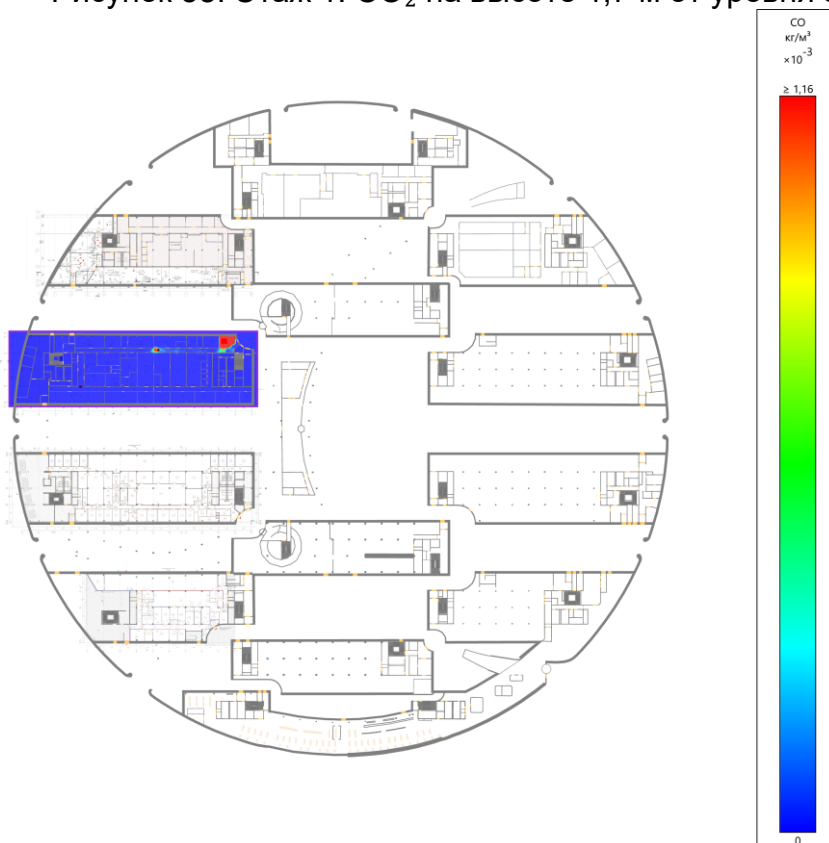


Рисунок 59. Этаж 1. CO на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 444,8 с.

Таблица 14 показывает, через какое время после начала пожара достигаются предельно допустимые значения по каждому из опасных факторов пожара.

							Лист
							62
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

Таблица 14. Время блокирования

Расположение	Наименование	Время блокирования по каждому ОФП, с						
		Температура	Видимость	O ₂	CO ₂	CO	HCl	Тепловой поток
Этаж 1								
Лаборатория органического синтеза (G4-1-10)	Дверь 2117	13,1	12,1	12,5	628,6	12,6	>700	12,7
Вне помещений	Дверь 1884	>700	590,2	>700	>700	>700	>700	>700
	Дверь 2118	>700	590,8	>700	>700	>700	>700	>700
	Дверь 2119	>700	586,6	>700	>700	>700	>700	>700
	Дверь 2120	>700	485,2	>700	>700	>700	>700	>700
	Дверь 2121	>700	435,4	>700	>700	>700	>700	>700
	Дверь 2122	>700	564,9	>700	>700	>700	>700	>700
	Дверь 2123	>700	484,4	>700	>700	>700	>700	>700
	Дверь 2124	>700	435,4	>700	>700	>700	>700	>700
	Дверь 2125	>700	359,1	>700	>700	>700	>700	>700
	Дверь 2144	>700	170,1	443,1	>700	230,3	>700	>700

В месте расположения других элементов, где измеряются опасные факторы пожара, критические значения не достигаются за время 700 с.

Подробные результаты моделирования развития пожара представлены в приложении №2.

Составление расчётных схем и определение расчетного времени эвакуации людей

В соответствии с объемно-планировочными решениями здания, геометрическими размерами эвакуационных путей и выходов, а также известными особенностями поведения людей при пожарах (движение к более широким и хорошо заметным выходам, выбор более короткого пути эвакуации, использование знакомых маршрутов движения и т.п.) были составлены расчётные схемы эвакуации с этажей здания. Количество и расположение людей принималось в соответствии с данными, предоставленными заказчиком.

Таблица 15. Расположение людей

Расположение	Количество людей
Подвал	Всего: 171 60 - М1 6 - М2 4 - М3 5 - М4 96 - Взрослый человек в зимней одежде
	Вне помещений Всего: 171 60 - М1 6 - М2 4 - М3 5 - М4 96 - Взрослый человек в зимней одежде
Этаж 1	Всего: 2740 228 - М1 35 - М2 33 - М3 46 - М4

		2398 - Взрослый человек в зимней одежде
	Лаборатория органического синтеза (G4-1-10)	Всего: 1 1 - Взрослый человек в зимней одежде
	Вне помещений	Всего: 2739 228 - M1 35 - M2 33 - M3 46 - M4 2397 - Взрослый человек в зимней одежде
Этаж 2		Всего: 1503 63 - M1 38 - M2 27 - M3 28 - M4 1347 - Взрослый человек в зимней одежде
	Вне помещений	Всего: 1503 63 - M1 38 - M2 27 - M3 28 - M4 1347 - Взрослый человек в зимней одежде
Этаж 3		Всего: 1815 82 - M1 28 - M2 9 - M3 18 - M4 1678 - Взрослый человек в зимней одежде
	Вне помещений	Всего: 1815 82 - M1 28 - M2 9 - M3 18 - M4 1678 - Взрослый человек в зимней одежде
ИТОГО		Всего: 6229 433 - M1 107 - M2 73 - M3 97 - M4 5519 - Взрослый человек в зимней одежде

Для определения времени эвакуации были составлены поэтажные расчётные схемы эвакуации.

									Лист
									64
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата				

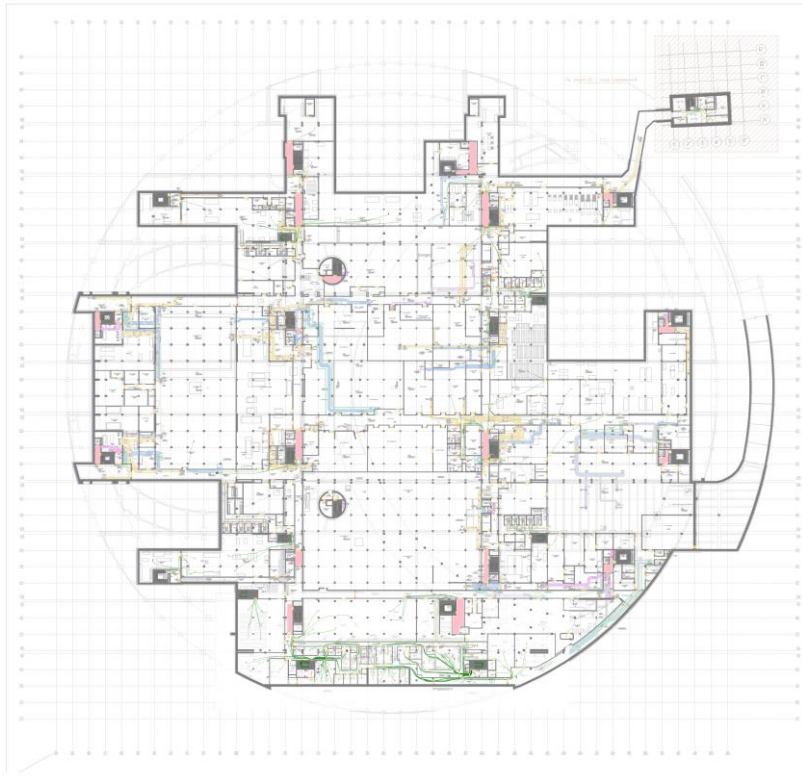


Рисунок 60. Подвал. Люди и траектории их движения на этаже.

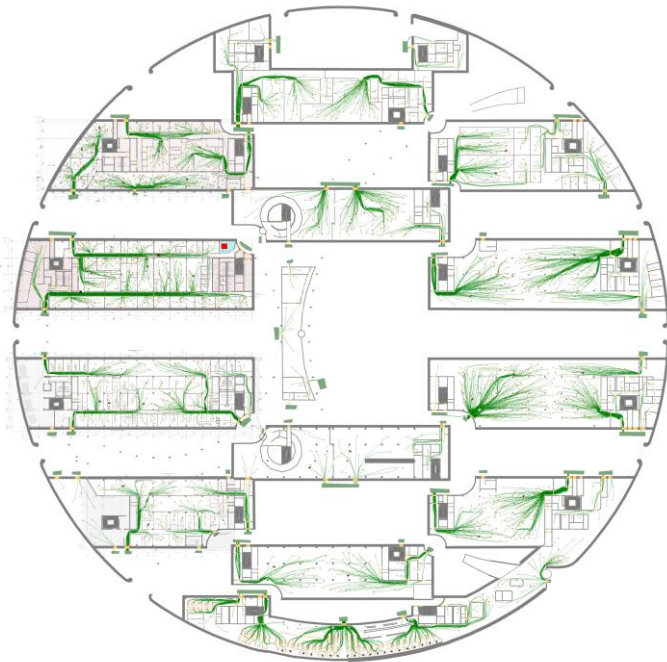


Рисунок 61. Этаж 1. Люди и траектории их движения на этаже.

								Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата			65

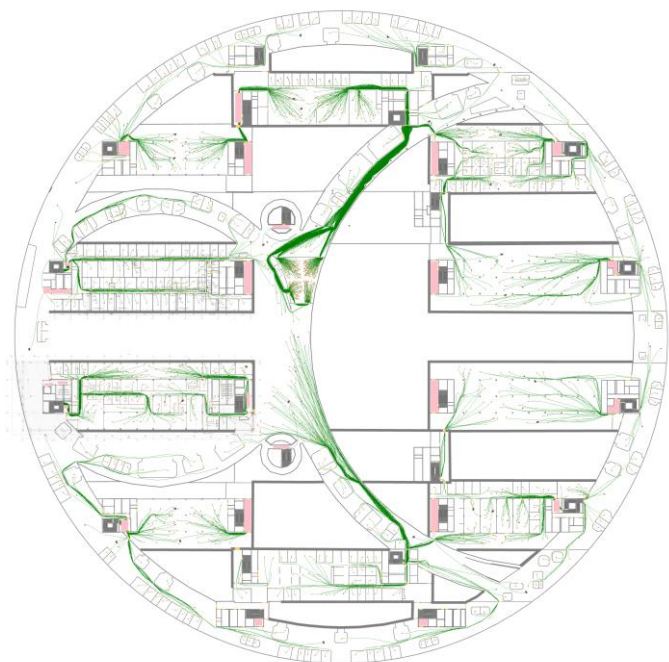


Рисунок 62. Этаж 2. Люди и траектории их движения на этаже.

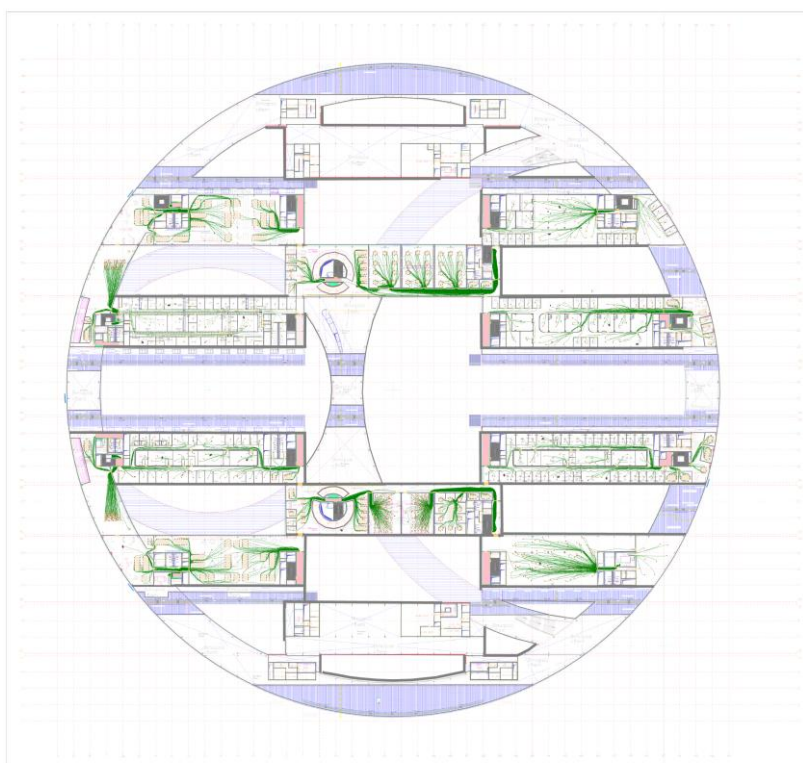


Рисунок 63. Этаж 3. Люди и траектории их движения на этаже.
Следующие рисунки показывают динамику движения людей.

								Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата			66

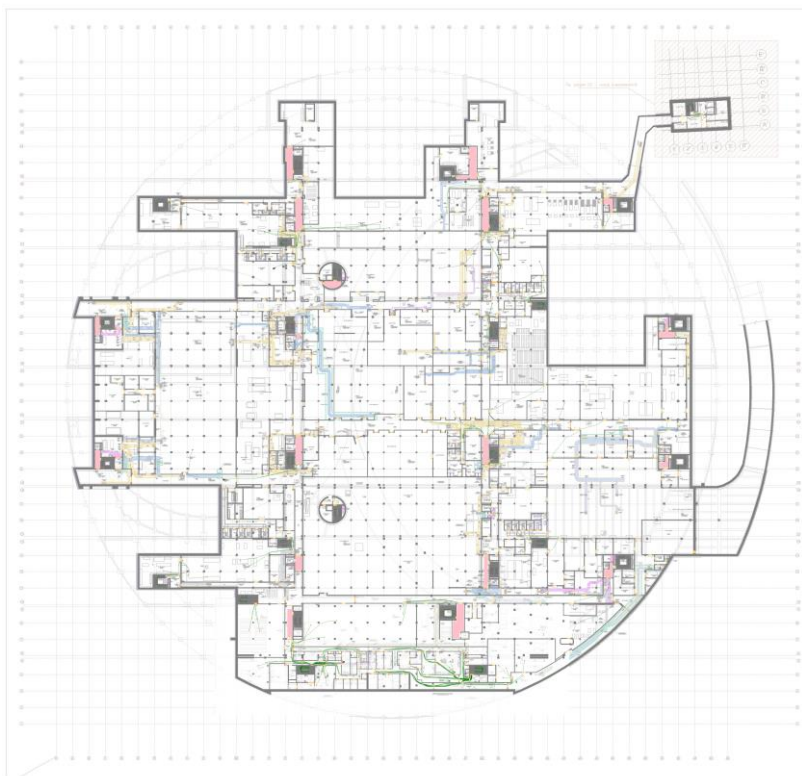


Рисунок 64. Подвал. Расположение людей через 93,2 с после начала пожара

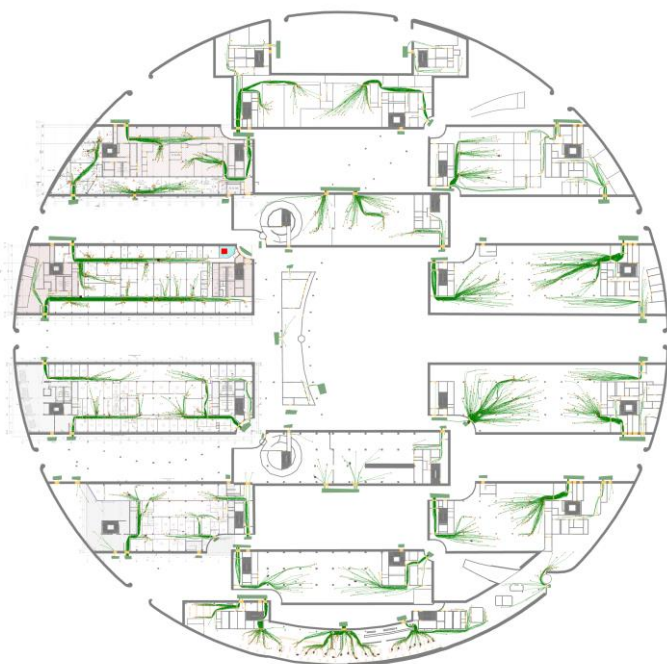


Рисунок 65. Этаж 1. Расположение людей через 93,2 с после начала пожара

								Лист
								67
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата			

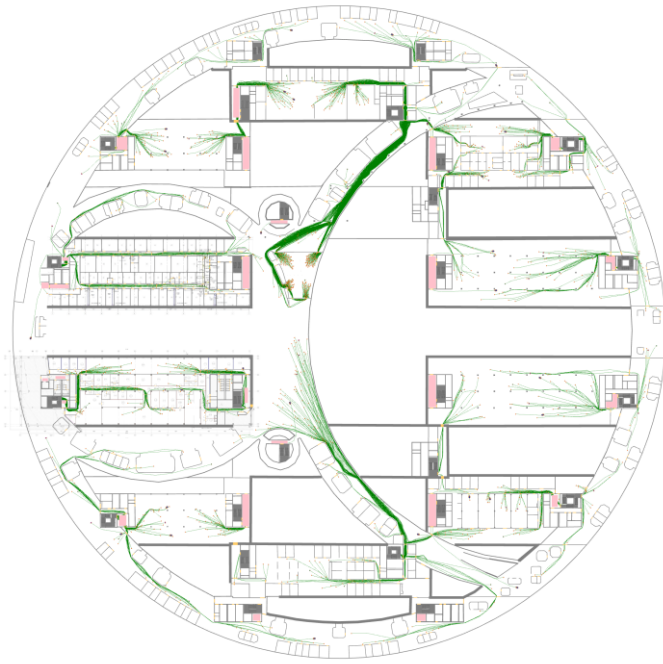


Рисунок 66. Этаж 2. Расположение людей через 93,2 с после начала пожара

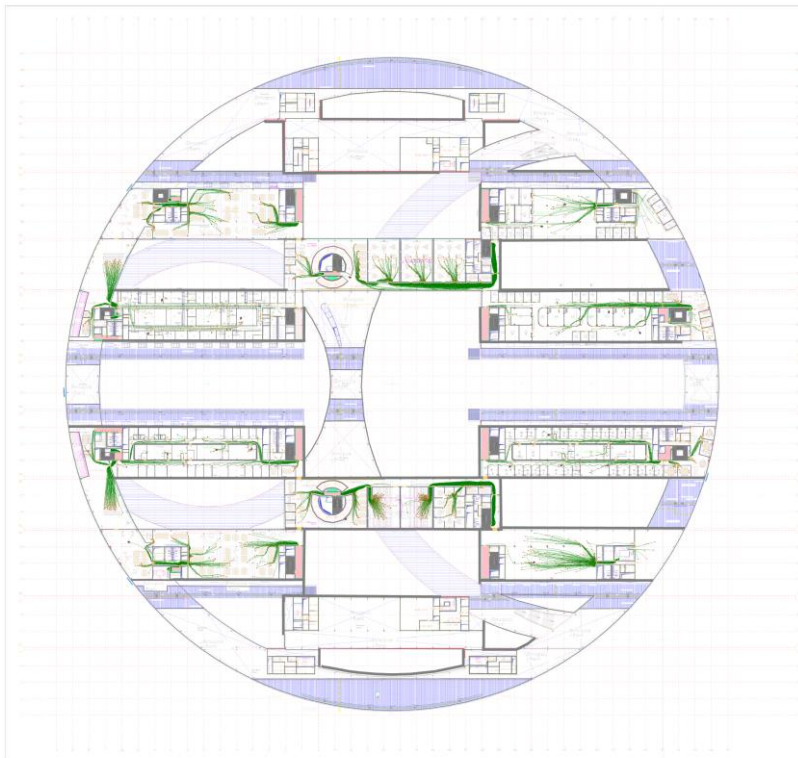


Рисунок 67. Этаж 3. Расположение людей через 93,2 с после начала пожара

								Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата			68

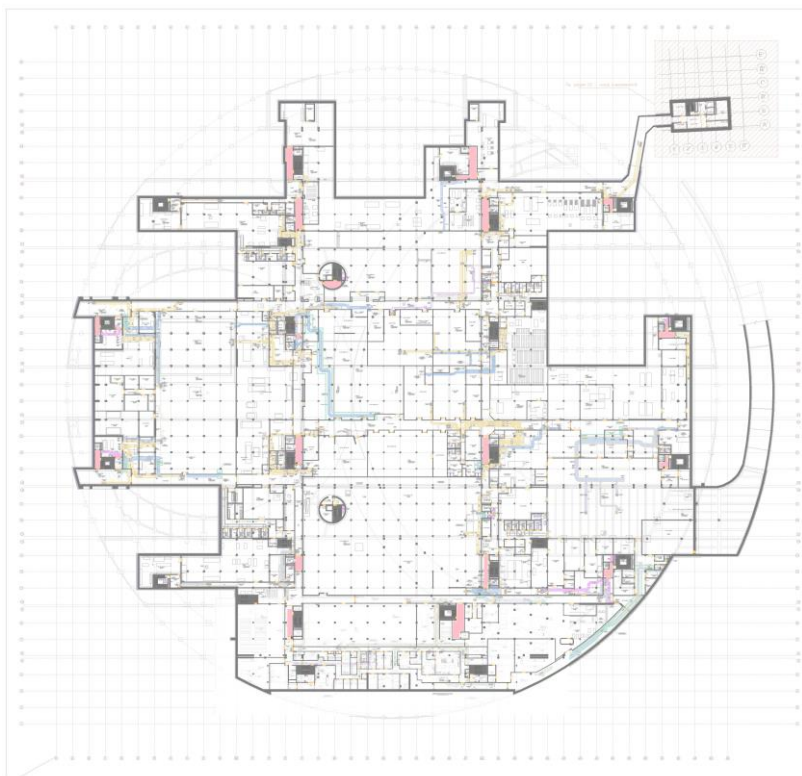


Рисунок 68. Подвал. Расположение людей через 269 с после начала пожара

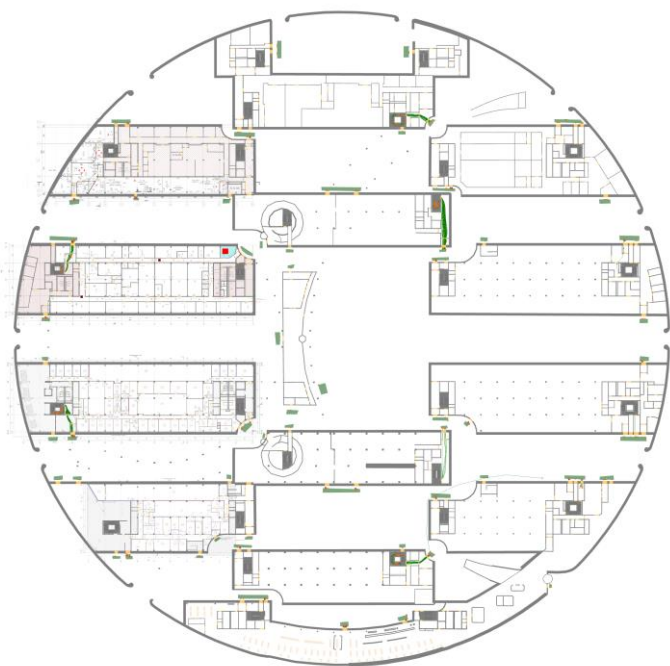


Рисунок 69. Этаж 1. Расположение людей через 269 с после начала пожара

								Лист
								69
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата			

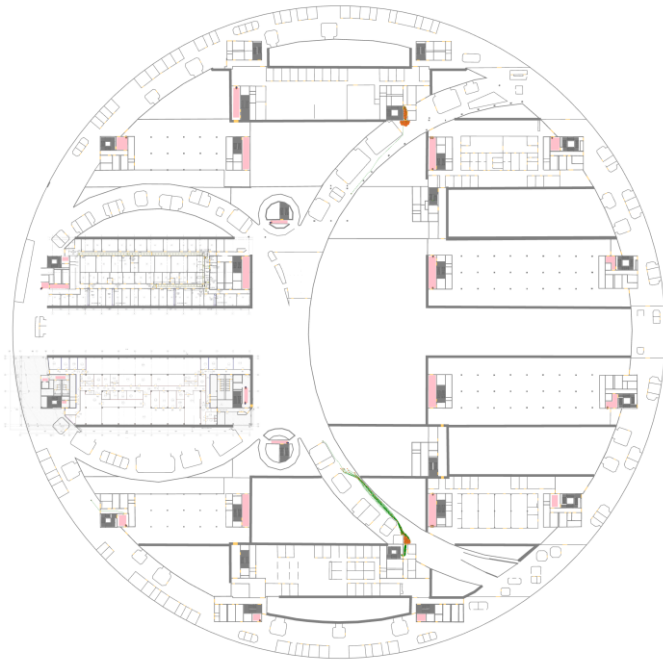


Рисунок 70. Этаж 2. Расположение людей через 269 с после начала пожара

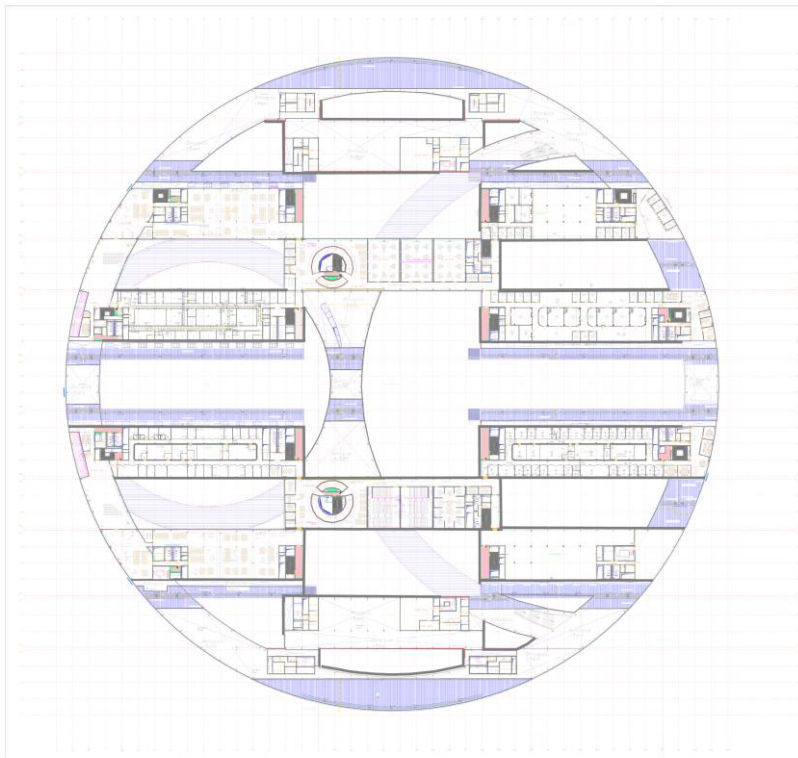


Рисунок 71. Этаж 3. Расположение людей через 269 с после начала пожара

								Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата			70

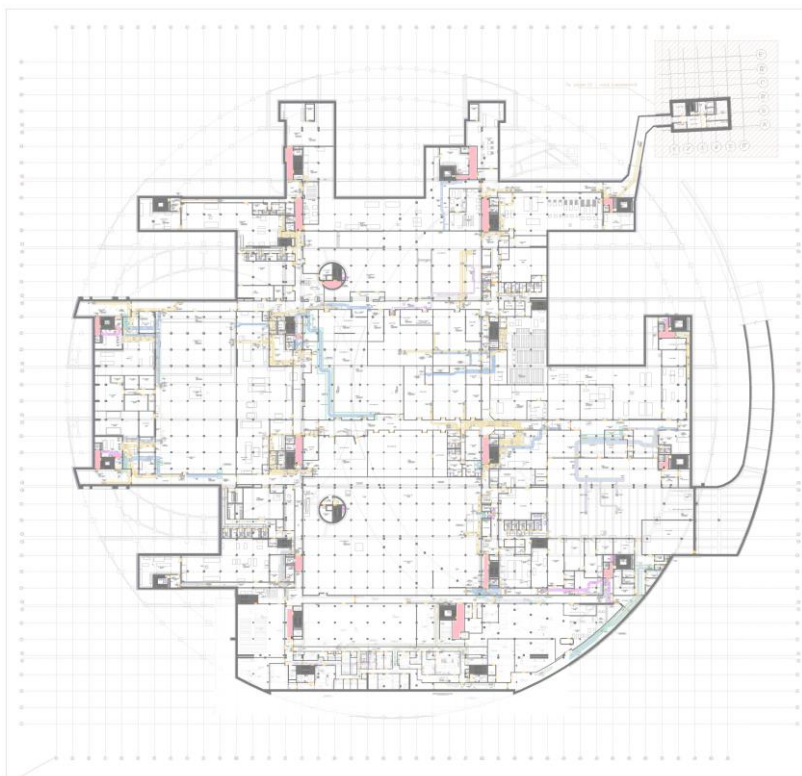


Рисунок 72. Подвал. Расположение людей через 444,8 с после начала пожара

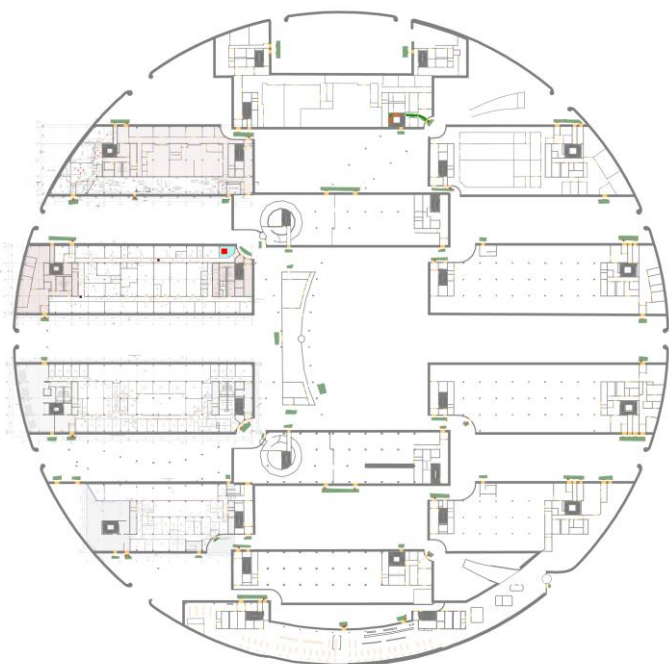


Рисунок 73. Этаж 1. Расположение людей через 444,8 с после начала пожара

								Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата			71

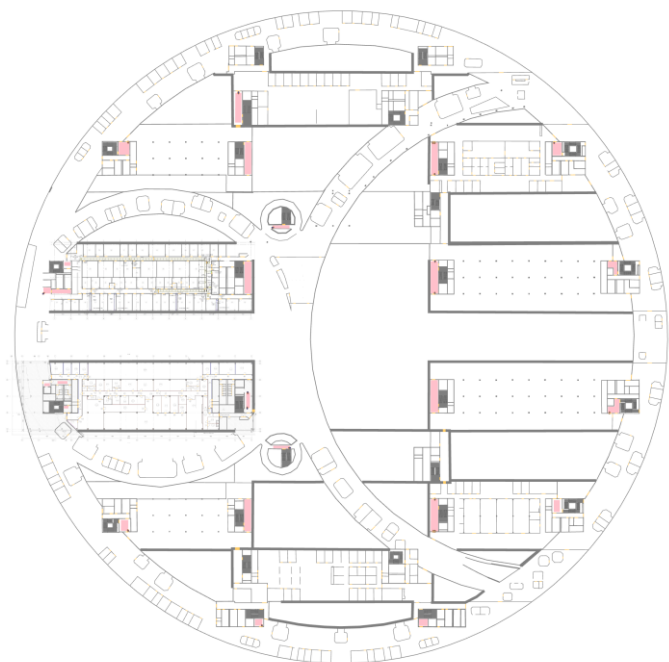


Рисунок 74. Этаж 2. Расположение людей через 444,8 с после начала пожара

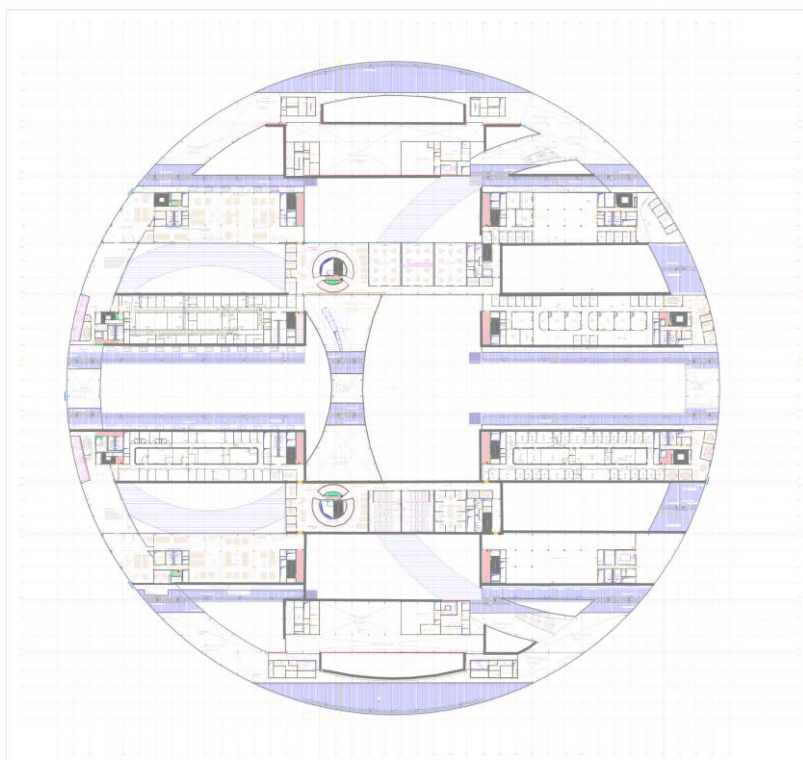


Рисунок 75. Этаж 3. Расположение людей через 444,8 с после начала пожара

								Лист
								72
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата			

Результаты моделирования движения людей

Значение времени начала эвакуации $t_{нэ}$ (с) для помещения очага пожара определялось по формуле:

$$t_{нэ} = 5 + 0,01 \cdot F$$

где F - площадь помещения, м²

Время начала эвакуации: $t_{нэ} = 5,3$ с

Время эвакуации: $t_{э} = t_{нэ} + t_{р} = 532,6$ с

Время существования скоплений: $t_{ск} = 146,2$ с

Общее количество людей: 6229

Количество эвакуировавшихся людей: 6229

Таблица 16. Статистика использования выходов

Расположение	Наименование	Время первого, с	Время последнего, с	Количество людей
Подвал				
	Выход 12	не используется	не используется	0
	Выход 14	не используется	не используется	0
	Выход 15	127,2	127,2	1
	Выход 16	не используется	не используется	0
	Выход 17	не используется	не используется	0
	Выход 18	не используется	не используется	0
	Выход 19	не используется	не используется	0
	Выход 20	117,0	117,0	1
	Выход 21	не используется	не используется	0
	Выход 22	95,2	95,2	1
	Выход 23	не используется	не используется	0
	Выход 24	не используется	не используется	0
	Выход 111	124,8	124,8	1
	Выход 112	не используется	не используется	0
	Выход 113	не используется	не используется	0
	Выход 114	не используется	не используется	0
	Выход 115	123,0	123,0	1
	Выход 116	не используется	не используется	0
Этаж 1				
	Выход 1	96,6	231,4	17
	Выход 2	96,0	223,8	31
	Выход 3	96,2	226,6	176
	Выход 4	97,4	532,4	528
	Выход 5	118,4	118,4	1
	Выход 6	102,6	245,6	280
	Выход 7	92,6	128,4	147
	Выход 8	98,2	259,6	249
	Выход 9	95,8	163,4	68
	Выход 10	49,2	322,6	395
	Выход 11	115,4	175,0	7

	Выход 13	93,8	125,2	38
	Выход 68	не используется	не используется	0
	Выход 69	не используется	не используется	0
	Выход 70	не используется	не используется	0
	Выход 71	94,4	367,4	340
	Выход 72	102,4	189,2	82
	Выход 73	105,8	179,2	9
	Выход 74	94,2	307,8	279
	Выход 75	94,8	133,4	30
	Выход 76	97,4	155,2	29
	Выход 77	98,4	127,6	30
	Выход 78	97,6	298,8	238
	Выход 79	102,0	241,2	18
	Выход 80	92,6	188,2	165
	Выход 81	94,6	347,6	243
	Выход 82	94,0	120,4	20
	Выход 83	123,6	124,4	2
	Выход 84	99,8	283,4	198
	Выход 85	97,2	124,2	48
	Выход 86	не используется	не используется	0
	Выход 87	95,8	343,2	262
	Выход 88	93,8	93,8	1
	Выход 89	92,0	99,4	4
	Выход 90	98,0	127,8	7
	Выход 91	101,4	374,8	259
	Выход 92	92,4	160,8	12
	Выход 93	105,8	138,6	34
	Выход 94	94,0	206,8	179
	Выход 95	93,4	180,0	197
	Выход 96	92,2	178,6	159
	Выход 97	132,4	164,8	3
	Выход 98	97,2	454,8	419
	Выход 99	99,8	132,4	45
	Выход 100	108,2	120,8	6
	Выход 101	97,4	276,6	321
	Выход 102	93,2	112,2	12
	Выход 103	95,8	155,6	103
	Выход 104	94,4	274,0	219
	Выход 105	96,8	101,0	2
	Выход 106	94,4	271,0	125
	Выход 107	94,8	99,2	5
	Выход 108	94,0	96,4	3
	Выход 109	93,8	100,2	5
	Выход 110	92,4	92,4	1
	Выход 117	92,2	150,2	97
	Выход 118	не используется	не используется	0
	Выход 119	96,2	122,2	30
Этаж 2				
	Выход 25	не используется	не используется	0
	Выход 26	не используется	не используется	0
	Выход 27	не используется	не используется	0
	Выход 28	115,0	115,0	1

								Лист
								74
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата			

	Выход 29	101,6	130,0	2
	Выход 30	не используется	не используется	0
	Выход 31	не используется	не используется	0
	Выход 32	103,2	140,4	4
	Выход 33	120,8	121,6	2
	Выход 34	не используется	не используется	0
	Выход 35	121,4	127,4	2
	Выход 36	не используется	не используется	0
	Выход 37	99,4	184,6	5
	Выход 51	не используется	не используется	0
	Выход 52	не используется	не используется	0
	Выход 53	111,2	184,8	3
	Выход 56	не используется	не используется	0
	Выход 57	116,4	122,2	2
	Выход 58	не используется	не используется	0
	Выход 59	119,8	119,8	1
	Выход 60	98,2	121,8	3
	Выход 61	не используется	не используется	0
	Выход 62	116,0	116,0	1
	Выход 63	114,8	114,8	1
	Выход 64	99,6	99,6	1
Этаж 3				
	Выход 38	117,2	117,2	1
	Выход 39	не используется	не используется	0
	Выход 40	124,2	138,4	2
	Выход 41	107,2	134,2	3
	Выход 42	не используется	не используется	0
	Выход 43	123,0	123,0	1
	Выход 44	116,4	116,4	1
	Выход 45	142,0	148,8	2
	Выход 46	не используется	не используется	0
	Выход 47	117,8	130,6	2
	Выход 48	не используется	не используется	0
	Выход 49	130,8	130,8	1
	Выход 50	не используется	не используется	0
	Выход 54	не используется	не используется	0
	Выход 55	134,4	134,4	1
	Выход 65	115,8	128,6	2
	Выход 66	97,2	97,2	1
	Выход 67	119,6	119,6	1

"не используется" - люди не эвакуируются через выход.

								Лист
								75
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата			

Таблица 17. Статистика прохождения

Расположение	Наименование	Время первого, с	Время последнего, с	Количество людей
Этаж 1				
Лаборатория органического синтеза (G4-1-10)	Дверь 2117	5,8	5,8	1
Вне помещений	Дверь 1884	93,6	99,0	5
	Дверь 2109	91,8	176,6	102
	Дверь 2113	90,6	91,2	2
	Дверь 2114	90,4	90,4	1
	Дверь 2115	90,8	90,8	1
	Дверь 2116	90,4	90,4	1
	Дверь 2118	91,2	94,0	7
	Дверь 2119	91,2	91,2	1
	Дверь 2120	90,6	94,2	3
	Дверь 2121	90,4	91,0	2
	Дверь 2122	90,8	95,0	11
	Дверь 2123	не используется	не используется	0
	Дверь 2124	не используется	не используется	0
	Дверь 2125	не используется	не используется	0
	Дверь 2144	23,6	127,4	30
	Дверь 592	43,8	194,0	155
Дверь 846	не используется	не используется	0	
Дверь 847	не используется	не используется	0	
Дверь 852	96,6	266,2	183	

"не используется" - люди не проходят во время эвакуации.

Расчёт вероятности эвакуации людей

Вероятность эвакуации $P_э$ по эвакуационным путям рассчитывается по формуле (4) Методики [4] (за исключением зданий классов функциональной пожарной опасности Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4).

Таблица 18. Определение вероятности эвакуации (за исключением классов функциональной пожарной опасности Ф1.1, Ф1.3 и Ф1.4)

Расположение	Наименование	Время блокирования, $t_{бл}, с$	Необходимое время эвакуации, $0,8 t_{бл}, с$	Время начала эвакуации, $t_{нэ}, с$	Время эвакуации, $t_э = t_{нэ} + t_p, с$	Вероятность эвакуации, $P_э$
Этаж 1						
Лаборатория органического синтеза (G4-1-10)	Дверь 2117	12,1	9,7	5,3	5,8	0,999
Вне помещений	Дверь 1884	590,2	472,1	90,0	99,0	0,999
	Дверь 2109	>700	>560	90,0	176,6	0,999
	Дверь 2113	>700	>560	90,0	91,2	0,999
	Дверь 2114	>700	>560	90,0	90,4	0,999
	Дверь 2115	>700	>560	90,0	90,8	0,999
	Дверь 2116	>700	>560	90,0	90,4	0,999
	Дверь 2118	590,8	472,7	90,0	94,0	0,999

Дверь 2119	586,6	469,3	90,0	91,2	0,999
Дверь 2120	485,2	388,1	90,0	94,2	0,999
Дверь 2121	435,4	348,3	90,0	91,0	0,999
Дверь 2122	564,9	451,9	90,0	95,0	0,999
Дверь 2123	484,4	387,5	не используе тся	не используе тся	0,999
Дверь 2124	435,4	348,3	не используе тся	не используе тся	0,999
Дверь 2125	47,6	38,1	не используе тся	не используе тся	0,999
Дверь 2144	170,1	136,1	5,3	127,4	0,999
Дверь 592	>700	>560	5,3	194,0	0,999
Дверь 846	>700	>560	не используе тся	не используе тся	0,999
Дверь 847	>700	>560	не используе тся	не используе тся	0,999
Дверь 852	>700	>560	90,0	266,2	0,999

"не используется" - люди не проходят во время эвакуации.

Вероятность эвакуации $P_{э,i}$ людей из здания определяется как минимальное значение из таблицы 18 и составляет 0,999

Расчёт величины индивидуального пожарного риска для сценария

Расчетная величина индивидуального пожарного риска $Q_{в,i}$ для i -го сценария пожара в зданиях (за исключением классов функциональной пожарной опасности Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4) рассчитывается по формуле (3):

$$Q_{в,i} = Q_{п,i} \cdot (1 - K_{ап,i}) \cdot P_{пр,i} \cdot (1 - P_{э,i}) \cdot (1 - K_{п.з,i})$$

где $Q_{п,i}$ — частота возникновения пожара в здании в течение года, определяется на основании статистических данных, приведенных в «Приложении № 1 Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности — приказ МЧС РФ от 30.06.2009 № 382».

Так как статистическая информация отсутствует, принимаем $Q_{п,i} = 0,04$

$K_{ап,i}$ — коэффициент, учитывающий соответствие установок автоматического пожаротушения требованиям нормативных документов по пожарной безопасности

$K_{ап,i} = 0,9$, так как здание оборудовано системой АУП, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности

$P_{пр,i}$ — вероятность присутствия людей в здании, определяемая из соотношения $P_{пр,i} = t_{функц,i} / 24$, где $t_{функц,i}$ — время нахождения людей в здании в часах;

$$P_{пр,i} = t_{функц,i} / 24 = 24 / 24 = 1,000$$

$P_{э,i}$ — вероятность эвакуации людей из здания;

$$P_{э,i} = 0,999$$

$K_{п.з,i}$ — коэффициент учитывающий соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности, рассчитывается по формуле:

$$K_{п.з,i} = 1 - (1 - K_{обн,i} \cdot K_{соуэ,i}) \cdot (1 - K_{обн,i} \cdot K_{пдз,i})$$

$K_{обн,i}$ — коэффициент, учитывающий соответствие системы пожарной сигнализации требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

							Лист
							77
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

$K_{обн,i} = 0,8$, так как здание оборудовано системой пожарной сигнализации, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности

$K_{соуэ,i}$ — коэффициент, учитывающий соответствие системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

$K_{соуэ,i} = 0,8$, так как здание оборудовано системой оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности

$K_{пдз,i}$ — коэффициент, учитывающий соответствие системы противодымной защиты, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

$K_{пдз,i} = 0,8$, так как здание оборудовано системой противодымной защиты, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности

С учетом вышеизложенного, подставим полученные значения в расчетную формулу:

$$K_{п.з} = 1 - (1 - 0,8 \cdot 0,8) \cdot (1 - 0,8 \cdot 0,8) = 0,8704$$

Определим величину индивидуального пожарного риска:

$$Q_B = 0,04 \cdot (1 - 0,9) \cdot 1 \cdot (1 - 0,999) \cdot (1 - 0,8704) = 5,184 \cdot 10^{-7}$$

Результаты расчёта показывают, что индивидуальный пожарный риск для данного сценария не превышает значения, установленного Федеральным Законом №123-ФЗ.

								Лист
								78
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата			

Расчёт величины индивидуального пожарного риска для здания

Индивидуальный пожарный риск отвечает требуемому, если $Q_B \leq Q_B^H$.

где Q_B^H - нормативное значение индивидуального пожарного риска ($Q_B^H = 10^{-6} \text{ год}^{-1}$)

Расчетная величина пожарного риска в здании, сооружении или строении определяется как максимальное значение пожарного риска из рассмотренных сценариев пожара:

$$Q_B = \max\{Q_{B,1}, \dots, Q_{B,i}, \dots, Q_{B,N}\}$$

$Q_{B,i}$ — расчетная величина индивидуального пожарного риска для i -го сценария пожара.

N — количество рассмотренных сценариев пожара.

Таблица 19. Сводные расчётные данные по сценариям (за исключением классов функциональной пожарной опасности Ф1.1, Ф1.3 и Ф1.4)

Сценарий	$Q_{п,i}$	$K_{ап,i}$	$P_{пр,i}$	$P_{э,i}$	$K_{п.э,i}$	$Q_{в,i}$
Сценарий 1_G10_1 этаж_Лаборатория высоковольтных испытаний (10кВ)	0,04	0,9	1	0,999	0,8704	$5,184 \cdot 10^{-7}$
Сценарий 2_G4_1 этаж_Лаборатория органических батарей	0,04	0,9	1	0,999	0,8704	$5,184 \cdot 10^{-7}$

							Лист
							79
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата		

Вывод об условиях соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности.

В результате определения расчетных величин индивидуального пожарного риска установлено:

Объект: имеет такое объемно-планировочное и организационно-техническое исполнение, что индивидуальный пожарный риск отвечает требуемому и не превышает значение одной миллионной в год при размещении отдельного человека в наиболее удаленной от выхода из здания точке. Объект защиты отвечает требованиям пожарной безопасности.

								Лист
								80
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата			

Список литературы

1. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ (ред. от 27.12.2018).
2. ГОСТ 12.1.004-91. «Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования» (утв. Постановлением Госстандарта СССР от 14.06.1991 N 875) (ред. от 01.10.1993).
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 22 июля 2020 г. №1084 «О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска».
4. Приложение к Приказу МЧС России № 382 от 30.06.2009г. «Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности» (ред. от 02.12.2015 г.).
5. Применение полевого метода математического моделирования пожаров в помещениях: Методические рекомендации. — М.: ВНИИПО, 2003. — 35 С.
6. Кошмаров Ю. А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: Учебное пособие. — М.: Академия ГПС МВД России, 2000. — 118 С.
7. Пособие по применению «Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности». 2-ое изд., испр. и доп. / А.А. Абашкин [и др.]. М.: ВНИИПО, 2014. – 226 с.

								Лист
								81
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата			