



## Отчет по расчету

величин пожарного риска для помещения склада

Утверждаю:

Иваново  
2019

## Содержание

Введение.....	3
1. Теоретическая часть.....	6
1.1. Расчет величин пожарного риска .....	6
1.2. Методика определения расчетного времени эвакуации из помещений .....	9
1.3. Определения времени от начала пожара до блокирования эвакуационных путей в результате распространения на них опасных факторов пожара.....	13
2. Практический расчет.....	15
2.1 Описание объекта.....	15
2.2 Анализ пожарной опасности объекта.....	24
2.3 Определение частоты реализации пожароопасных ситуаций .....	26
2.4 Построение полей опасных факторов пожара для различных сценариев его развития ..	26
2.5 Оценка последствий воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев его развития .....	27
2.6 Анализ наличия систем обеспечения пожарной безопасности зданий .....	28
3. Результаты проведения расчетов по оценке пожарного риска.....	28
4. Вывод об условиях соответствия объекта защиты .....	38
5. Список используемой литературы и документов .....	39
Приложение к расчету .....	40
Техническое задание с указанием перечня исходных данных .....	40
<i>Приложение №1 (расчет сценариев развития пожара)</i> .....	48
Сценарий №1 .....	48
Сценарий №2 .....	145
Сценарий №3 .....	200

## Введение

Целью настоящей работы является определение расчетного времени эвакуации из указанных помещений и расчет величин пожарного риска в каждом помещении, занятом людьми.

Согласно ФЗ от 22.07.08. № 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности":

**необходимое время эвакуации** - время с момента возникновения пожара, в течение которого люди должны эвакуироваться в безопасную зону без причинения вреда жизни и здоровью людей в результате воздействия опасных факторов пожара (ст. 1 п.п. 14)

**эвакуационный выход** - выход, ведущий на путь эвакуации, непосредственно наружу или в безопасную зону (п.п. 48);

**эвакуационный путь (путь эвакуации)** - путь движения и (или) перемещения людей, ведущий непосредственно наружу или в безопасную зону, удовлетворяющий требованиям безопасной эвакуации людей при пожаре (п.п. 49);

**эвакуация** - процесс организованного самостоятельного движения людей непосредственно наружу или в безопасную зону из помещений, в которых имеется возможность воздействия на людей опасных факторов пожара (п.п. 50).

Для обеспечения безопасной эвакуации людей должны быть:

- 1) установлены необходимое количество, размеры и соответствующее конструктивное исполнение эвакуационных путей и эвакуационных выходов;
- 2) обеспечено беспрепятственное движение людей по эвакуационным путям и через эвакуационные выходы;
- 3) организованы оповещение и управление движением людей по эвакуационным путям (в том числе с использованием световых указателей, звукового и речевого оповещения).

Безопасная эвакуация людей из зданий, сооружений и строений при пожаре считается обеспеченной, если интервал времени от момента обнаружения пожара до завершения процесса эвакуации людей в безопасную зону не превышает необходимого времени эвакуации людей при пожаре.

### Наименование использованной методики

**Расчет производится на основании: «Методики по определению расчетных величин пожарного риска на производственных объектах», утвержденной приказом МЧС от 10.07.09г. №404 с изменениями, внесенными приказом МЧС России от 14.12.10 № 649**

Целью настоящей работы является определение величин и оценочный расчет пожарного риска производственного объекта.

Согласно статьи 93 ФЗ от 22.07.08. № 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности":

Величина индивидуального пожарного риска в зданиях, сооружениях, строениях и на территориях производственных объектов не должна превышать одну миллионную в год.

Риск гибели людей в результате воздействия опасных факторов пожара должен определяться с учетом функционирования систем обеспечения пожарной безопасности зданий, сооружений и строений.

Величина индивидуального пожарного риска в результате воздействия опасных факторов пожара на производственном объекте для людей, находящихся в селитебной зоне вблизи объекта, не должна превышать одну стомиллионную в год.

Величина социального пожарного риска воздействия опасных факторов пожара на производственном объекте для людей, находящихся в селитебной зоне вблизи объекта, не должна превышать одну десятимиллионную в год.

Расчет пожарных рисков для людей, находящихся в здании рассматриваемого объекта проведен с целью оценки адекватности выполненной на объекте системы обеспечения пожарной безопасности задачам, определенным законодательством Российской Федерации, а также подтверждения соответствия объекта защиты требованиям нормативно-правовых актов в области пожарной безопасности.

Расчеты по оценке пожарного риска проведены путем сопоставления расчетных величин пожарного риска, определенных по Методике определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (утверждена приказом МЧС от 10.07.2009 г № 404), с соответствующими нормативными значениями пожарных рисков, установленными Федеральным законом от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ для помещения склада, расположенного в складском здании на территории складского комплекса – далее - Объект.

Определение расчетных величин пожарного риска на Объекте осуществлялось на основании:

- а) анализа пожарной опасности Объекта;
- 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) анализа наличия систем обеспечения пожарной безопасности зданий, сооружений и строений.

Расчетные величины пожарного риска являются количественной мерой возможности реализации пожарной опасности Объекта и ее последствий для людей.

Количественной мерой возможности реализации пожарной опасности Объекта является риск гибели людей в результате воздействия опасных факторов пожара, в том числе:

риск гибели работника Объекта;

риск гибели людей, находящихся в селитебной зоне вблизи Объекта.

Риск гибели людей в результате воздействия опасных факторов пожара на Объекте характеризуется числовыми значениями индивидуального и социального пожарных рисков.

ЦЕНТР ЛСБ

# 1. Теоретическая часть

## 1.1. Расчет величин пожарного риска

Индивидуальный риск работника  $m$  объекта определяется как сумма величин индивидуального риска при нахождении работника на территории и в зданиях объекта.

Величина индивидуального риска  $R_m$  (год<sup>-1</sup>) для работника  $m$  при его нахождении в здании объекта, обусловленная опасностью пожаров в здании, определяется по формуле:

$$R_m = \sum_{i=1}^N P_i \cdot q_{im} \quad 1.1$$

где  $P_i$  - величина потенциального риска в  $i$ -ом помещении здания, год<sup>-1</sup>;

$q_{im}$  - вероятность присутствия работника  $m$  в  $i$ -ом помещении;

$N$  - число помещений в здании, сооружении и строении.

Величина потенциального риска  $P_i$  (год<sup>-1</sup>) в  $i$ -ом помещении здания объекта определяется по формуле:

$$P_i = \sum_{j=1}^J Q_j \cdot Q_{dij} \quad 1.2$$

где  $J$  - число сценариев возникновения пожара в здании;

$Q_j$  - частота реализации в течение года  $j$ -го сценария пожара, год<sup>-1</sup>;

$Q_{dij}$  - условная вероятность поражения человека при его нахождении в  $i$ -ом помещении при реализации  $j$ -го сценария пожара.

Условная вероятность поражения человека  $Q_{dij}$  определяется по формуле:

$$Q_{dij} = (1 - P_{\text{Э}ij}) \cdot (1 - D_{ij}) \quad 1.3$$

где  $P_{\text{Э}ij}$  - вероятность эвакуации людей, находящихся в  $i$ -ом помещении здания, при реализации  $j$ -го сценария пожара;

$D_{ij}$  - вероятность эффективной работы технических средств по обеспечению безопасности людей в  $i$ -ом помещении при реализации  $j$ -го сценария пожара.

Вероятность эвакуации  $P_{\text{Э}ij}$  определяется по формуле:

$$P_{\text{Э}ij} = 1 - (1 - P_{\text{Э.П}ij}) \cdot (1 - P_{\text{Д.В}ij}) \quad 1.4$$

где  $P_{\text{Э.П}ij}$  - вероятность эвакуации людей, находящихся в  $i$ -ом помещении здания, по эвакуационным путям при реализации  $j$ -го сценария пожара;

$P_{\text{Д.В}ij}$  - вероятность выхода из здания людей, находящихся в  $i$ -ом помещении, через аварийные или иные выходы.

При отсутствии данных вероятность  $P_{\text{Д.В}ij}$  допускается принимать равной 0,03 при наличии аварийных или иных выходов и 0,001 при их отсутствии.

Вероятность эвакуации по эвакуационным путям  $P_{\text{Э.П}ij}$  определяется по формуле:

$$P_{\text{Э.Пij}} = \begin{cases} \frac{0,8 \cdot \tau_{\text{бlij}} - t_{\text{Pij}}}{\tau_{\text{H.Э}}}, & \text{если } t_{\text{Pij}} < 0,8 \cdot \tau_{\text{бlij}} < t_{\text{Pij}} + \tau_{\text{H.Эij}} \\ 0,999, & \text{если } t_{\text{Pij}} + \tau_{\text{H.Эij}} \leq 0,8 \cdot \tau_{\text{бlij}} \\ 0,001, & \text{если } t_{\text{Pij}} \geq 0,8 \cdot \tau_{\text{бlij}} \end{cases} \quad 1.5$$

где  $\tau_{\text{бlij}}$  - время от начала реализации j-го сценария пожара до блокирования эвакуационных путей в результате распространения на них опасных факторов пожара, имеющих предельно допустимые для людей значения (время блокирования эвакуационных путей), мин;

$t_{\text{Pij}}$  - расчетное время эвакуации людей из i-го помещения при j-ом сценарии пожара, мин;

$\tau_{\text{H.Эij}}$  - интервал времени от начала реализации j-го сценария пожара до начала эвакуации людей из i-го помещения, мин.

Время от начала пожара до начала эвакуации людей  $\tau_{\text{H.Э}}$  для зданий без систем оповещения определяется по результатам исследования поведения людей при пожарах в зданиях конкретного назначения.

При наличии в здании системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей в зданиях (далее - СОУЭ)  $\tau_{\text{H.Э}}$  принимается равным времени срабатывания системы с учетом ее инерционности. При отсутствии необходимых исходных данных для определения времени начала эвакуации в зданиях без СОУЭ  $\tau_{\text{H.Э}}$  допускается принимать равным 0,5 мин - для этажа пожара и 2 мин - для вышележащих этажей.

Если местом возникновения пожара является зальное помещение, где пожар может быть обнаружен одновременно всеми находящимися в нем людьми, то  $\tau_{\text{H.Э}}$  допускается принимать равным нулю.

В этом случае вероятность  $P_{\text{Э.Пij}}$  определяется по формуле:

$$P_{\text{Э.Пij}} = \begin{cases} 0,999, & \text{если } t_{\text{Pij}} < 0,8 \cdot \tau_{\text{бlij}} \\ 0,001, & \text{если } t_{\text{Pij}} \geq 0,8 \cdot \tau_{\text{бlij}} \end{cases} \quad 1.6$$

Время от начала пожара до блокирования эвакуационных путей в результате распространения на них опасных факторов пожара и расчетное время эвакуации определяются по методам, приведенным в приложении № 5 к настоящей Методике.

Расчетное время эвакуации  $t_{\text{Pij}}$  рассчитывается при максимально возможной расчетной численности людей в здании, определяемой на основе решений по организации эксплуатации здания, от наиболее удаленной от эвакуационных выходов точки i-го помещения. Допускается определение расчетного времени эвакуации на основе экспериментальных данных.

Для определения указанных выше величин  $\tau_{блиj}$  и  $\tau_{рj}$  допускается дополнительно использовать методы, содержащиеся в методиках определения расчетных величин пожарного риска, утвержденных в установленном порядке.

При определении величин потенциального риска для работников, которые находятся в здании на территории объекта, допускается рассматривать для здания в качестве расчетного один наиболее неблагоприятный сценарий возникновения пожара, характеризующийся максимальной условной вероятностью поражения человека. В этом случае расчетная частота возникновения пожара принимается равной суммарной частоте реализации всех возможных в здании сценариев возникновения пожара.

Вероятность  $D_{ij}$  эффективной работы технических средств по обеспечению пожарной безопасности  $i$ -го помещения при реализации  $j$ -го сценария пожара определяется по формуле:

$D_{ij} = 1 - \prod_{k=1}^K (1 - D_{ijk})$	1.7
--	-----

где  $K$  - число технических средств противопожарной защиты;

$D_{ijk}$  - вероятность эффективного срабатывания (выполнения задачи)  $k$ -го технического средства при  $j$ -ом сценарии пожара для  $i$ -го помещения здания.

При отсутствии данных по эффективности технических средств величины  $D_{ij}$  допускается принимать равными 0.

При определении значений  $D_{ij}$  следует учитывать только технические средства, направленные на обеспечение пожарной безопасности находящихся (эвакуирующихся) в  $i$ -ом помещении здания людей при реализации  $j$ -го сценария пожара. При этом учитываются следующие мероприятия:

применение объемно-планировочных и конструктивных решений, обеспечивающих ограничение распространения пожара в безопасную зону (при организации эвакуации в безопасную зону);

наличие систем противодымной защиты рассматриваемого помещения и путей эвакуации;

использование автоматических установок пожарной сигнализации (далее - АУПС) в сочетании с СОУЭ;

наличие установок пожаротушения в помещении очага пожара.

При определении условной вероятности поражения людей, находящихся в помещении очага пожара, не допускается учитывать наличие в этом помещении АУПС и СОУЭ (за исключением случаев, когда пожар не может быть обнаружен одновременно всеми находящимися в помещении людьми), а также установок пожаротушения, срабатывание которых допускается только после эвакуации находящихся в защищаемом помещении людей (например, при наличии установок газового пожаротушения).



## 1.2. Методика определения расчетного времени эвакуации из помещений

(приложении 5, раздел 2 методики: «определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах», утвержденной приказом МЧС от 10.07.09г. №404.)

Расчетное время эвакуации людей  $t_p$  из помещений и зданий устанавливают по расчету времени движения одного или нескольких людских потоков через эвакуационные выходы от наиболее удаленных мест размещения людей непосредственно наружу или в безопасную зону.

При расчете весь путь движения людского потока подразделяют на участки (проход, коридор, дверной проем, лестничный марш, тамбур) длиной  $l_i$  и шириной  $b_i$ . Начальными участками являются проходы между рабочими местами, оборудованием, рядами кресел и т.п. При определении расчетного времени эвакуации учитывается пропускная способность всех имеющихся в помещениях, на этажах и в здании эвакуационных выходов.

При определении расчетного времени длину и ширину каждого участка пути эвакуации для проектируемых зданий и сооружений принимают по проекту, а для существующих - по факту. Длину пути по лестничным маршам, а также по пандусам измеряют по длине марша. Длину пути в дверном проеме принимают равной нулю. Проем, расположенный в стене толщиной более 0,7 м, а также тамбур следует считать самостоятельными участками горизонтального пути, имеющими конечную длину  $l_i$ .

Расчетное время эвакуации людей  $t_p$  следует определять как сумму времени движения людского потока по отдельным участкам пути  $t_p$  по формуле:

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_i, \quad (2.1)$$

где  $t_1$  - время движения людского потока на первом (начальном) участке, мин;

$t_2, t_2, \dots, t_2$  - время движения людского потока на каждом из следующих после первого участка пути, мин.

Время движения людского потока по первому участку пути  $t_1$  мин, определяется по формуле:

$$t_1 = \frac{l_1}{v_1}, \quad (2.2)$$

где  $l_1$  - длина первого участка пути, м;

$v_1$  - скорость движения людского потока по горизонтальному пути на первом участке, м/мин (определяют по таблице П2.1 в зависимости от плотности D).

Плотность однородного людского потока на первом участке пути  $D_1$  определяется по формуле:

$$D_1 = \frac{M_1 \cdot f}{l \cdot \delta_1}, \quad (2.3)$$

где  $M_1$  - число людей на первом участке, чел;

$f$  - средняя площадь горизонтальной проекции человека,  $m^2$ , принимаемая равной 0,125;

$\delta_1$  - ширина первого участка пути, м.

Скорость  $v_1$  движения людского потока на участках пути, следующих после первого, принимают по таблице 2.1 в зависимости от интенсивности движения людского потока по каждому из этих участков пути, которая определяется для всех участков пути, в том числе и

$$q_1 = \frac{q_{i-1} \cdot \delta_{i-1}}{\delta_i}, \quad (2.4)$$

для дверных проемов, по формуле:

где:  $\delta_i, \delta_{i-1}$  - ширина рассматриваемого  $i$ -го и предшествующего ему участка пути, м;

$q_i, q_{i-1}$  - интенсивности движения людского потока по рассматриваемому  $i$ -му и предшествующему участкам пути, м/мин.

Интенсивность движения людского потока на первом участке пути  $q = q_{i-1}$  определяют по таблице 3.1 по значению  $q = q_{i-1}$ , установленному по формуле (2.3).

**Таблица 2.1**

**Интенсивность и скорость движения людского потока на разных участках путей эвакуации в зависимости от плотности**

Плотность потока $D$ , $m^2/m^2$	Горизонтальный путь		Дверной проем, интенсивность $q$ , м/мин	Лестница вниз		Лестница вверх	
	Скорость $v$ , м/мин	Интенсивность $q$ , м/мин		Скорость $v$ , м/мин	Интенсивность $q$ , м/мин	Скорость $v$ , м/мин	Интенсивность $q$ , м/мин
0,01	100	1,0	1,0	100	1,0	60	0,6
0,05	100	5,0	5,0	100	5,0	60	3,0
0,10	80	8,0	8,7	95	9,5	53	5,3
0,20	60	12,0	13,4	68	13,6	40	8,0
0,30	47	14,1	16,5	52	15,6	32	9,6
0,40	40	16,0	18,4	40	16,0	26	10,4
0,50	33	16,5	19,6	31	15,6	22	11,0
0,60	28	16,3	19,05	24,5	14,1	18,5	10,75
0,70	23	16,1	18,5	18	12,6	15	10,5
0,80	19	15,2	17,3	13	10,4	13	10,4
0,90 и более	15	13,5	8,5	8	7,2	11	9,9

**Примечание:** интенсивность движения в дверном проеме при плотности потока 0,9 и более, равная 8,5 м/мин, установлена для дверного проема шириной 1,6 м и более, а при дверном проеме меньшей ширины интенсивность движения следует определять по формуле  $q_i = 2,5 + 3,75 \delta$ .

Если значение  $q_i$  определяемое по формуле (2.4), меньше или равно  $q_i$ , то время движения по участку пути  $q_i$ , мин, равно:

$$t_i = \frac{l_i}{v_i}, \quad (2.5)$$

при этом значения  $q_{max}$ , м/мин, следует принимать равными:

16,5 - для горизонтальных путей;

19,6 - для дверных проемов;

16,0 - для лестницы вниз;

11,0 - для лестницы вверх.

Если значение  $q_i$ , определенное по формуле (3.4), больше  $q_i$  то ширину  $q_i$  данного участка пути следует увеличивать на такое значение, при котором соблюдается условие:

$$q_i \leq q_{max}. \quad (2.6)$$

При невозможности выполнения условия (3.6) интенсивность и скорость движения людского потока по участку  $i$  определяют по таблице 3.1 при значении  $D = 0,9$  и более. При этом следует учитывать время задержки движения людей из-за образовавшегося скопления.

Время задержки  $t_{зад}^i$  движения на участке  $i$  из-за образовавшегося скопления людей на границе с последующим участком  $t_{зад}^i$  определяется по формуле:

$$t_{зад}^i = N \cdot f \cdot \left( \frac{1}{q_D \cdot \delta_{i+1}} - \frac{1}{q_i \cdot \delta_i} \right), \quad (2.7)$$

где  $N$  - количество людей, чел;

$f$  - площадь горизонтальной проекции,  $m^2$ ;

$q_D$  - интенсивность движения через участок  $q_D$  при плотности 0,9 и более, м/мин;

$\delta_{i+1}$  - ширина участка, м, при вхождении на который образовалось скопление людей;

$q_i$  - интенсивность движения на участке  $i$ , м/мин;

$\delta_i$  - ширина предшествующего участка  $i$ , м.

Время существования скопления  $t_{СК}^i$  на участке  $i$  определяется по формуле:

$$t_{\text{СК}} = \frac{N \cdot f}{q_D \cdot b_{i+1}} \quad (2.8)$$

Расчетное время эвакуации по участку  $i$ , в конце которого на границе с участком  $(i+1)$  образовалось скопление людей равно времени существования скопления  $(i+1)$ . Расчетное время эвакуации по участку  $i$  допускается определять по формуле:

$$t_i = \frac{l_i}{v_i} + t_{\text{зад}} \quad (2.9)$$

При слиянии в начале участка  $i$  двух и более людских потоков (рис. 3.1.) интенсивность движения  $q_i$ , м/мин, определяется по формуле:

$$q_i = \frac{\sum q_{i-1} \cdot \delta_{i-1}}{\delta_i} \quad (2.10)$$

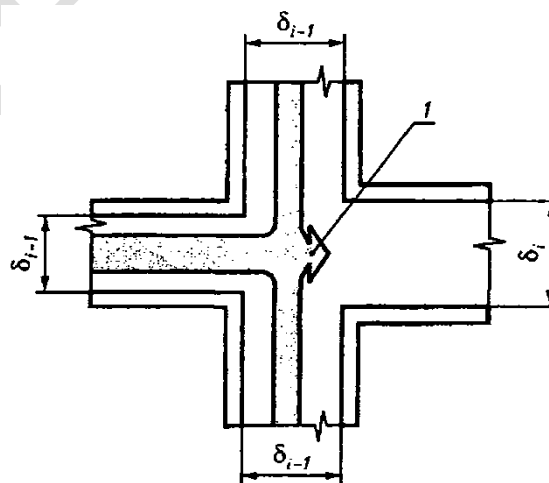
где  $q_{i-1}$  - интенсивность движения людских потоков, сливающихся в начале участка  $i$ , м/мин;

$\delta_{i-1}$  - ширина участков пути слияния, м;

$\delta_i$  - ширина рассматриваемого участка пути, м.

Если значение  $q_i$ , определенное по формуле (2.10), больше  $q_i$ , то ширину  $q_i$ , данного участка пути следует увеличивать на такое значение, чтобы соблюдалось условие (2.6). В этом случае время движения по участку  $i$  определяется по формуле (2.5).

Рис 2.1



1 — начало участка  $i$

### 1.3. Определения времени от начала пожара до блокирования эвакуационных путей в результате распространения на них опасных факторов пожара

#### Полевая модель

Наиболее точно и подробно развитие пожара описывается с помощью дифференциального («полевого») моделирования. Основой для этого метода являются фундаментальные законы, сохранения количества движения, энергии и массы, записанные для элементарных объемов, на которые разбивается рассматриваемая область пространства.

Определяющая система дифференциальных уравнений, которая описывает динамику пожара в помещении, имеет вид:

уравнение сохранения массы

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho \cdot u_j) = 0; \quad (7)$$

уравнение сохранения импульса

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} (\rho \cdot u_i) + \frac{\partial}{\partial x_i} (\rho \cdot u_j \cdot u_i) = \frac{-\partial \rho}{\partial x_i} + \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_i} + \rho \cdot g_i; \quad (8)$$

тензор вязких напряжений для ньютоновских жидкостей, подчиняющихся закону Стокса

$$\tau_{ij} = \mu \left( \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) - \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot \frac{\partial u_k}{\partial x_k} \cdot \delta_{ij}; \quad (9)$$

уравнение сохранения энергии

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho \cdot h) + \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho \cdot u_j \cdot h) = \frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left( \frac{\lambda}{c_p} \cdot \frac{\partial h}{\partial x_j} \right) - \frac{\partial q_j^R}{\partial x_j}; \quad (11)$$

где

$$h = h_0 + \int_{T_0}^T c_p \cdot dT + \sum (Y_k \cdot H_k) \quad \text{- статическая энтальпия смеси; (11)}$$

$$H_k \quad \text{- теплота образования k-го компонента; (12)}$$

$$c_p = \sum Y_k \cdot c_{p,k} \quad \text{- теплоемкость смеси при постоянном давлении; (13)}$$

$$q_j^R \quad \text{- радиационный поток энергии в направлении } x_j;$$

уравнение сохранения химического компонента

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \cdot Y_k) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho \cdot u_j \cdot Y_k) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left( \rho \cdot D \cdot \frac{\partial Y_k}{\partial x_j} \right) + S_k; \quad (14)$$

уравнение состояния

$$p = \rho \cdot R_0 \cdot T \cdot \sum_k \frac{Y_k}{M_k}; \quad (15)$$

где

$R_0$  - универсальная газовая постоянная;

$M_k$  - молярная масса k-го компонента.

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \nabla^2 T; \quad (16)$$

Для замыкания системы уравнений 7-16 к ним необходимо добавить уравнения, описывающие процесс горения для определения теплового эффекта реакции  $Q$ , скорости химических реакций  $W$ , состава продуктов горения  $m_i$ ; дифференциально - интегральное уравнение лучистого переноса тепла и соответствующие условия однозначности.

Дифференциальное («полевое») моделирование позволяет получать наиболее исчерпывающую информацию о величинах скоростей, температур, концентраций окислителя и продуктов горения, тепловых потоков в каждой точке пространства и времени

## 2. Практический расчет

### 2.1 Описание объекта

Рассматриваемый в данном расчете объект помещения склада размещено в одноэтажном складском здании».

При проектировании рассматриваемого объекта были разработаны Специальные технические условия (далее СТУ). Согласно исходных данных объект выделен противопожарными стенами в пожарный отсек. Проемы в помещения соседних отсеков защищены противопожарными дверями с пределом огнестойкости EI60. Площадь склада между противопожарными стенами 10522,6 м<sup>2</sup>. Также в складе, расположены следующие помещения – рабочие кабинеты, подсобное помещение, комната приема пищи, помещение охраны, санузлы. В пределах объекта, находится антресоль (отм.+6,150) (п.6.1.40 СА 4.13130.2013). На антресоли расположены административно-бытовая застройка рабочими комнатами, санузлами, комнатой охраны, 2-х ярусной площадкой женской раздевалкой на 51 чел., мужской раздевалкой на 51 чел., санузлами. Второй ярус (отм+ 8,52) предназначен для удобства поиска, комплектации хранящихся метериалов персоналом.

С фасада к наружной стене расположена пристроенная часть, в которой размещены помещения – мойка штабелеров, ремонтный бокс, зарядная, агрегатная.

Основным производственным процессом в помещении склада является хранение товарно-материальных ценностей (ТМЦ) на металлических стеллажах высотой до 11 м.

Согласно исходных данных здание склада имеет III степень огнестойкости, класс конструктивной пожарной опасности - С0.

Класс функциональной пожарной опасности объекта Ф.5.2, в составе объекта также имеются помещения классов Ф4.3 и Ф5.1.

Здание выполнено: под колоннами – железобетонные монолитные, стены наружные из панелей самонесущих и кирпичных и газобетонных блоков, перегородки и внутренние стены из сэндвич-панелей, кирпичные, перекрытие антресоли железобетонные.

Согласно исходных данных помещение склада отнесено к категории «В2» по взрывопожарной и пожарной опасности, помещение аккумуляторной «В4», агрегатной «В4», серверной «В2», кладовой «В2».

В соответствии с предоставленными заказчиком данными режим работы склада с 8 часов 00 минут до 20 часов 00 минут. В смене работает 87 человек. Сотрудники охраны работают круглосуточно по графику сутки через трое.

Для организации эвакуации людей из склада на отм.0.00 предусмотрено пять рассредоточенных эвакуационных выхода непосредственно наружу.

На выходе через КПП установлены вращающийся турникет, что не соответствует требованиям ч.7 ст.89 ФЗ-123, п.5.4 СТУ.

В вестибюле, на пути эвакуации, установлены турникеты. Для экстренной эвакуации турникет дублируется проходом, оборудованным быстрооткрываемым ограждением, ширина которого в свету 1 м.

С зоны складирования открытой площадки, на уровне +6,150, предусмотрена эвакуация через два эвакуационных выхода, один через административно-бытовую вставку, второй на наружную лестницу 3-го типа (п.9.2.8 СП 1.13130.2009, п.5.3 СТУ). Из помещений административно-бытовой вставки, расположенной на уровне + 6,150, предусмотрены самостоятельные эвакуационные выходы через коридор в лестничную клетку типа Л1 соседнего пожарного отсека и на наружную лестницу 3-го типа (п.5.2 СТУ). Со второго яруса площадки для эвакуации предусмотрены две открытые стальные лестницы (маршевые), ведущие через первый ярус площадки и административно-бытовую вставку на лестницу 3-го типа и лестничную клетку, а также через первый ярус площадки на наружную лестницу 3-го типа (п.9.2.8 СП 1.13130.2009, п.5.3 СТУ). С площадки расположенной на отм.+6.150, на которой расположены гардеробные шкафчики, предусмотрено два эвакуационных выхода: один, ведущих на внутреннюю открытую стальную лестницу и далее через помещение склада на уровне отм.0.00 к эвакуационному выходу наружу, второй через коридор административно-бытовой вставки в лестничную клетку типа Л1 или на лестницу 3-го типа соседнего пожарного отсека.

Эвакуационный выход из помещений, расположенных в пристройке, предусмотрен через помещение склада (п.9.2.2 СП 1.13130.2009).

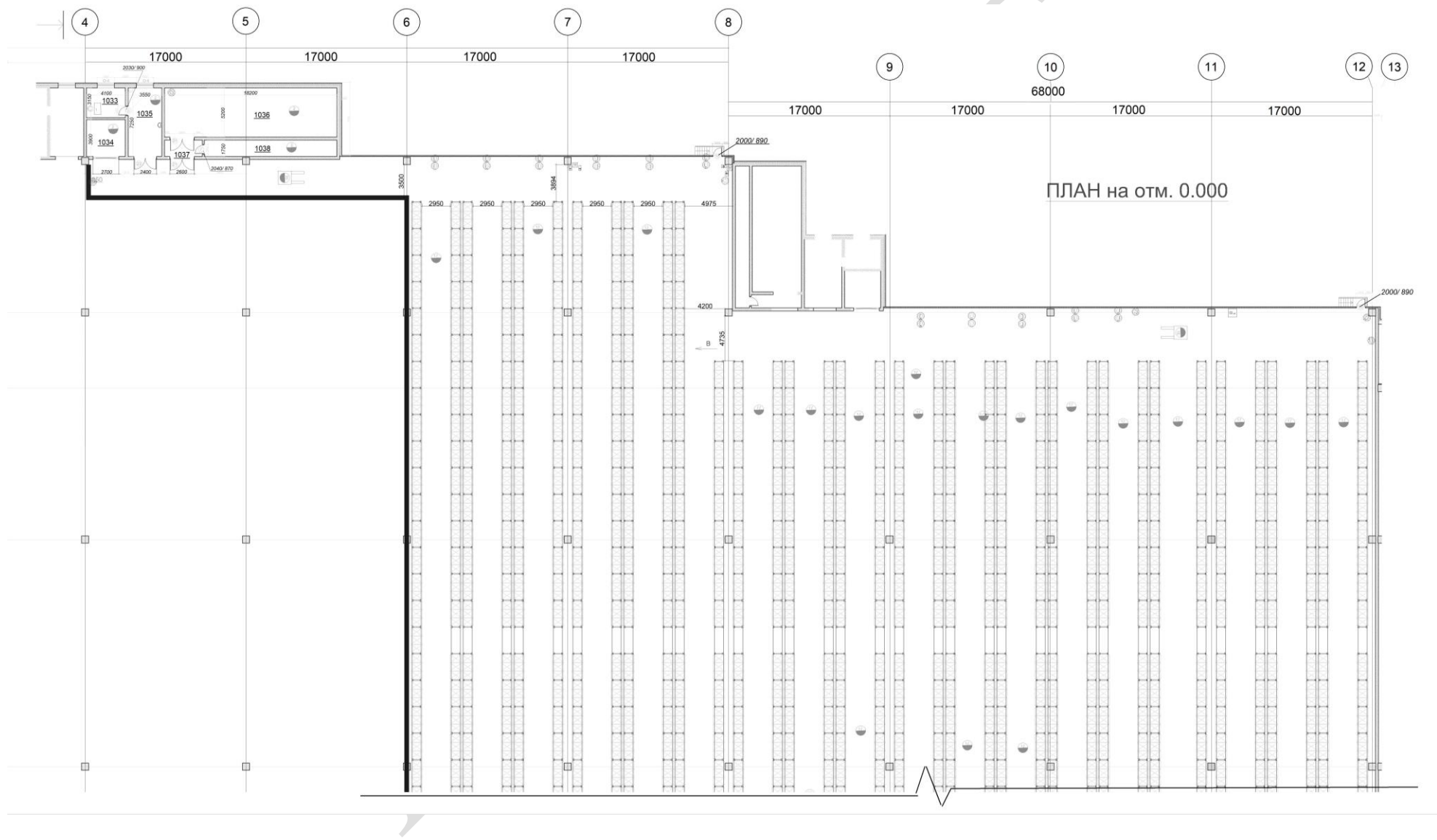
Ширина путей эвакуации принимается не менее 1 м, а дверей на путях эвакуации - не менее 0,8 м. Высота путей эвакуации не менее 2 м, а дверей на путях эвакуации не менее 1,9 м.

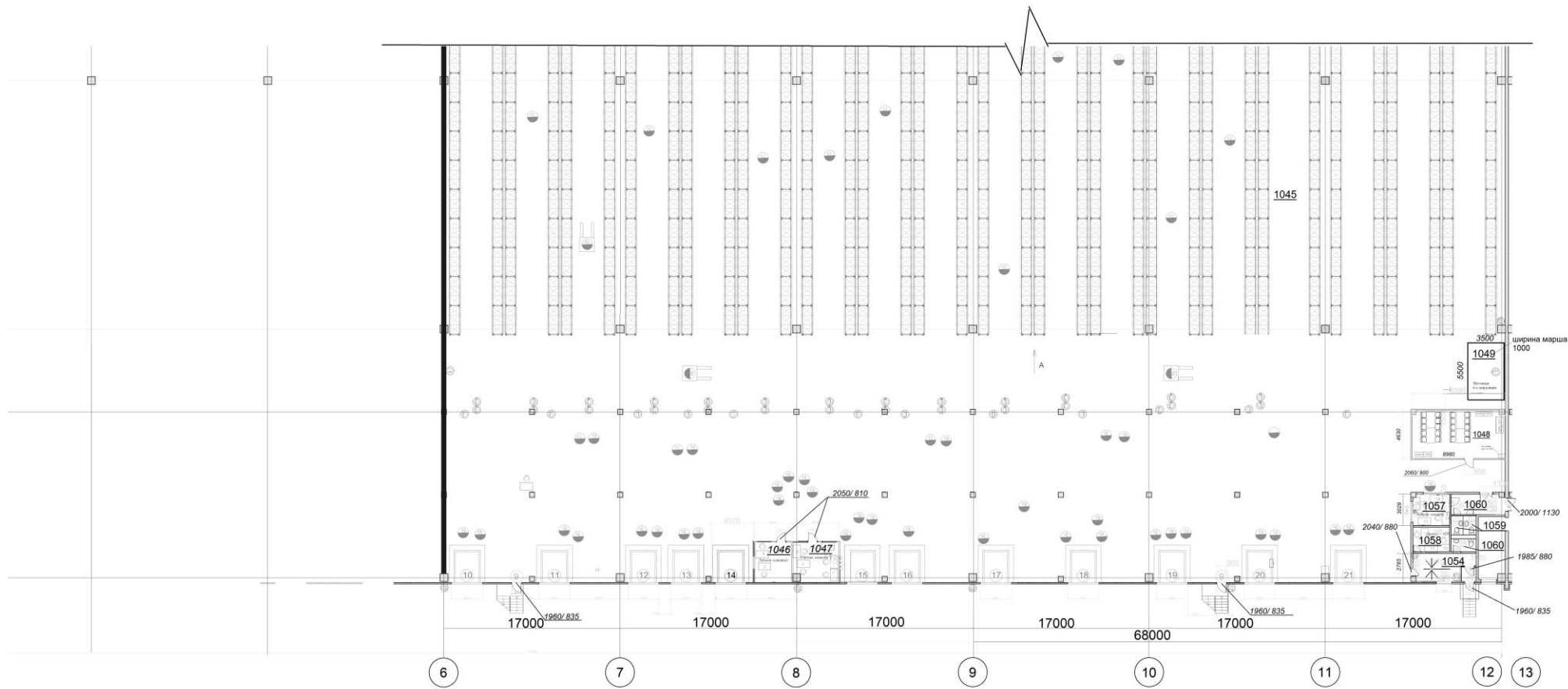
Размеры эвакуационных путей приняты по факту. Расположение людей принято, согласно данным, предоставленным Заказчиком.



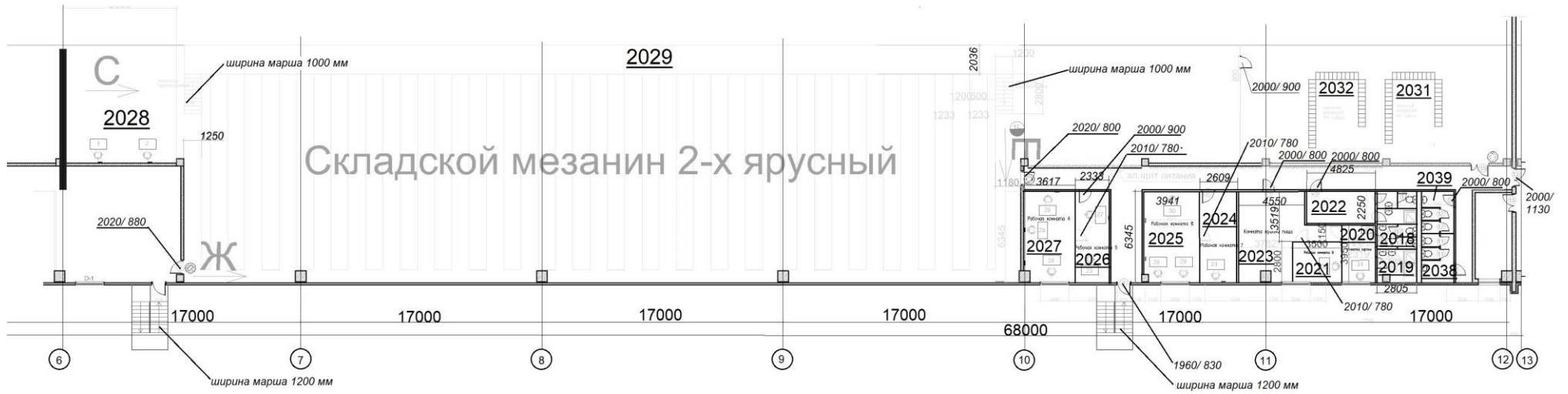
Размеры помещений:

Отметка 0.0





Отметка +6.15



**Наименование и площадь помещений на  
отметке 0.0**

Номер по плану	Наименование	Площадь,
1	2	3
1033	Подсобное помещение	12.9
1034	Мойка штабелеров	16.0
1035	Ремонтный бокс	25.7
1036	Зарядная	94.6
1037	Тамбур	7.0
1038	Агрегатная	24.5
1045	Помещение склада	19754.0
1046	Рабочая комната 1	13.8
1047	Рабочая комната 2	17.2
1048	Комната приема пищи	41.6
1049	Лестница маршевая на антресаль	
1054	КПП	15.3
1055	Тамбур	1.1
1056	Сан.узел для водителей	3.0
1057	Рабочая комната 3	19.6
1058	Охрана — КПП	2.1
1059	Сан.узлы	2.1
1060	Коридор	10.1

**Наименование и площадь помещений на  
отметке +6.15**

Номер по плану	Наименование	Площадь,
1	2	3
2018	Санузел	4.7
2019	Душевая	6.2
2020	Комната охраны	9.7
2021	Рабочая комната 8	9.7
2022	Серверная	10.8
2023	Комната приема пищи	26.5
2024	Рабочая комната 7	16.5
2025	Рабочая комната 6	25.2
2026	Рабочая комната 5	14.7
2027	Рабочая комната 4	22.8
2028	Рабочая зона	40
2029	Тамбур	111.1
2030	Стеллажная зона	67.6
2031	Женская раздевалка на 51 чел.	15
2032	Мужская раздевалка на 51 чел.	15
2033	Серверная	12.2
2034	Душевая	6.2
2035	Сан. узел	4.7
2038	Сан. узел женский	7.5
2039	Сан. узел мужской	6.6

## Размещение людей

Максимальное количество сотрудников – 87 человек, при расчете учитываем, что во время пересменки, возможно большее количество людей, тем самым рассмотрим худший вариант.

Сотрудники, размещены согласно данным, предоставленным заказчиком.

№	Профессия	График работы	Количество человек в смене
1	Начальник АХО	С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	1
2	Аккумуляторщик	С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	1
3	Менеджер (Клиент)	С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	2
4	Начальник смены	С 8-00 до 20-00, 2 рабочих/2 выходных	1
5	Начальник КРО	С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	1
6	Системный администратор	С 8-00 до 20-00, 2 рабочих/2 выходных	1
7	Оператор №1	С 8-00 до 20-00, 2 рабочих/2 выходных	2
8	Сотрудник охраны	24 часа, 1 рабочий/3 выходных	5
9	Оператор (клиент)	С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	2
10	Оператор №2	С 8-00 до 20-00, 2 рабочих/2 выходных	1
11	Оператор №3	С 8-00 до 20-00, 2 рабочих/2 выходных	1
12	Грузчик-комплектовщик	С 8-00 до 20-00, 2 рабочих/2 выходных	10
13	Кладовщик	С 8-00 до 20-00, 2 рабочих/2 выходных	10
14	Грузчик	С 8-00 до 20-00, 2 рабочих/2 выходных	25
15	Уборщик производственных помещений	С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	1
16	Экономист	С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	1
17	Менеджер по персоналу	С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	1
18	Начальник ИТ	С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	1
19	Генеральный директор	С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	1
20	Логист (клиент) №1	С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	1
21	Руководитель службы логистов (клиент)	С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	1
22	Логист (клиент) №2	С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	1
23	Директор по логистике	С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	1
24	Начальник склада	С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	1
25	Коммерческий директор	С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	1
27	Специалист КРО	С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	1
28	Оператор по обработке товара	С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	4
29	Водитель ричтрака	С 8-00 до 20-00, 2 рабочих/2 выходных	5
30	Экспедитор (клиент)	С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	3
		Итого	87

На объекте защиты организовано три графика работы:

График работы	Количество рабочих дней в году	Вероятность присутствия
С 8-00 до 20-00, 2 рабочих/2 выходных	169	0,232
С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	219	0,225
24 часа, 1 рабочий/3 выходных	85	0,233

ЦЕНТР ТБ

Таблица расположения людей по помещениям во время рабочего дня

№ п/п Идентификационный номер рабочего места по плану	Долж. пост., профессия	Кол-во сотрудников одновременно в смене, чел.	ВРЕМЯ присутствия, час																					
			Подсобное помеще-ние	Комната приема глди в склад на ант.дессоли		Основное помеще-ние склад	Рабочая комната №1	Рабочая комната №2	Рабочая комната №3	Рабочая комната №4	Рабочая комната №5	Рабочая комната №6	Рабочая комната №7	Рабочая комната №8	Офисно-КПП	Ксминга охрана	Складская мезанин на ант.дессоли	Серверная	Аккумуляторная	Агрегатная	Результивый Бокс	Мойка		
				5	6																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	Начальник АХО	1	4,5	0,5	2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1				0,2					1	0,1	
2	Аккумуляторщик	1	0,1		2,5													2,4	1			2,5	0,5	
3	Менеджер (Клиент)	1			2	7																		
4	Менеджер (Клиент)	1			2	7																		
5	Начальник смены	1			2		9										1							
6	Начальник КРО	1			2		7																	
7	Системный администратор	1					10											2						
8	Оператор	1		0,5	0,5		11																	
9	Оператор	1		0,5	0,5		11																	
10	Сотрудник охраны	1		0,5	1,5									12	10									
11	Сотрудник охраны	1		0,5	1,5									12	10									
12	Сотрудник охраны	1		0,5	1,5									12	10									
13	Оператор(клиент)	1		0,5	1,5			7																
14	Оператор (клиент)	1		0,5	1,5			7																
15	Оператор	1		0,5	1,5			7																
16	Оператор	1		0,5	3													5,5						
17	Грузчик-комплектовщик	5		0,5	5													6,5						
18	Кладовщик	9		0,5	4													7,5						
19	Грузчик	19		0,5	11													0,5						
20	Уборщик производственных помещений	1		0,5	0,5	2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1							
21	Экономист	1			0,5	0,1							8,4											
22	Менеджер по персоналу	1			0,5	0,1							8,4											
23	Начальник ИТ	1			0,5	0,8				7,2							0,5							
24	генеральный директор	1			0,5	0,5			8															
25	Логист (клиент)	1			0,5	1,5			7															
26	Руководитель службы логистов(клиент)	1			0,5	0,5			8															
27	Логист (клиент)	1			0,5	1				7								0,5						
28	Директор по логистике	1				1						8												
29	Начальник склада	1				3						6												
30	Коммерческий директор	1										9												
31	Специалист КРО	1		0,5		2						4,5						2						
32	Оператор по обработке товара	4		0,5		8,5												2						
33	Водитель ричтрака	5		0,5		10,6												0,3	0,3	0,3				
34	Экспедитор (клиент)	3				9																		
17	Грузчик-комплектовщик	5		0,5		0,5												11						
18	Кладовщик	1		0,5		0,5												11						
19	Грузчик	6		0,5		0,5												11						

Горючей нагрузкой, на объекте являются;

- горючие материалы, постоянно находящиеся в помещениях:
- упаковка, мебель, документация, находящаяся в административно-бытовых помещениях, личные вещи работников в раздевалках;
- горючие материалы, постоянно хранящиеся в помещении склада: древесина 150 т, пластмасса 18 т, пенополистирольная упаковка 2 т, полиэтилены - 7 т, бумага, картон – 10 т, черный и цветные металлы – 59 т;
- горючие материалы, выходящие в помещение при возникновении аварийной ситуации: водород в помещении зарядки аккумуляторов.

Определение расчетных величин пожарного риска на объекте осуществляется на основании:

1. анализа пожарной опасности объекта защиты;
2. определения частоты реализации пожароопасных ситуаций;
3. построения полей опасных факторов пожара для различных сценариев его развития;
4. оценки последствий воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев его развития;
5. наличия систем обеспечения пожарной безопасности зданий, сооружений и строений.

## ***2.2 Анализ пожарной опасности объекта***

Анализ пожарной опасности объекта предусматривает:

- а) анализ пожарной опасности технологической среды и параметров технологических процессов на объекте;
- б) определение перечня пожароопасных аварийных ситуаций и параметров для каждого технологического процесса;
- в) определение для каждого технологического процесса перечня причин, возникновение которых позволяет характеризовать ситуацию как пожароопасную;
- г) построение сценариев возникновения и развития пожаров, влекущих за собой гибель людей.

Наиболее вероятными событиями, которые могут являться причинами пожароопасных ситуаций на объектах, считаются следующее событие: Пожар горючей нагрузки, расположенной в помещениях, вследствие воздействия источников зажигания.

Источниками зажигания могут быть:

- неосторожное обращение с огнем;
- проведение огневых работ;



- неудовлетворительное состояние электротехнических устройств и нарушение правил их монтажа и эксплуатации;
- нарушение режимов технологических процессов;
- неисправность отопительных приборов и нарушение правил их эксплуатации;
- самовозгорание веществ и материалов;
- грозовые разряды.

Обобщение статистических данных о пожарах показывает, что в зданиях складов основными причинами пожаров и загораний являются: курение в неустановленных местах, неосторожное обращение с электронагревательными приборами, неисправности электропроводки или в электрооборудовании.

Анализ пожаров в складах, показывает, что развитие пожаров имеет свои характерные особенности. Развитие пожара в пределах одного здания может происходить с неодинаковой скоростью в зависимости от вида горючего материала, способа его упаковки и складирования. В начальной стадии пожары характеризуются высокой интенсивностью тепловыделения, что обуславливает пластические деформации металлоконструкций и воспламенение материалов на соседних стеллажах в течении 5-10 минут.

Фронт очага пожара имеет преимущественное распространение в вертикальном направлении, в результате чего пожар охватывает стеллаж высотой 5,5 м за 3-5 минут.

Свойства пожарной нагрузки определялось по типовой базе пожарной нагрузки.

Из представленной характеристики объекта можно сделать следующие выводы:

1. При нормальной эксплуатации рассматриваемого объекта нахождение легковоспламеняющихся жидкостей в нем не планируется.

2. При нормальной эксплуатации рассматриваемого объекта нахождение горючих газов в нем локализовано в одном помещении – помещении зарядки аккумуляторов.

3. Возможными событиями, инициирующими возникновение пожара, могут быть:

- нарушение правил противопожарного режима;
- нарушение правил эксплуатации электрооборудования;

4. Источниками зажигания могут являться: термические источники зажигания (открытый огонь), механические источники (разогрев от трения, фрикционные искры и т.п.), самовозгорание материалов, как следствие взаимодействия с водой, кислородом воздуха или другими веществами и электрические источники зажигания (короткое замыкание, перегрузка в электросети и пр).

5. Наиболее сложная пожарная обстановка может создаваться в результате реализации следующего сценария: пожар в помещениях объекта при возгорании горючих материалов. Горючая нагрузка постоянно находится в помещениях. Источник зажигания возникает в

результате реализации перечисленных выше случаев. Возникает пожар. При достаточно длительном свободном развитии пожара огонь и опасные факторы пожара распространятся на весь объект в целом. В случае интенсивного развития пожара пути эвакуации могут быть заблокированы опасными факторами пожара до выхода людей из здания. Из-за несвоевременного начала эвакуации людей из здания или других негативных обстоятельств, возможно воздействие на людей опасных факторов пожара и, в первую очередь, потери видимости, воздействия токсичных продуктов горения – угарного и углекислого газов, пониженного содержания кислорода, а также высокой температуры. В результате этого может создаться угроза гибели людей:

- при потере видимости – дезориентация, невозможность эвакуации из здания;
- при воздействии токсичных продуктов горения – отравление, вплоть до летального исхода;
- при воздействии пониженного содержания кислорода – потеря сознания, вплоть до летального исхода;
- при воздействии высокой температуры – получение ожогов различной степени, вплоть до летального исхода.

Таким образом, достаточно продолжительное воздействие любого из рассмотренных опасных факторов пожара, тем более их комплексное воздействие, может привести к гибели людей

### ***2.3 Определение частоты реализации пожароопасных ситуаций***

Для определения частоты реализации пожароопасных ситуаций используется приложение N 1 к Методике «определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах», утвержденной приказом МЧС от 10.07.09г. №404.

### ***2.4 Построение полей опасных факторов пожара для различных сценариев его развития***

В нашем случае при построении полей опасных факторов пожара для различных сценариев его развития учитываются:

- воздействия на него очага пожара;
- концентрация токсичных компонентов продуктов горения в помещении (CO<sub>2</sub>, CO, HCl);
- снижение концентрации кислорода в воздухе помещения;
- задымление атмосферы помещения;
- среднеобъемная температура в помещении;

Процессом, возникающий при реализации пожароопасных ситуаций является пожар в помещении.

Оценка опасных факторов пожара проводится с помощью метода, приведенного в приложении N 5 к Методике «определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах», утвержденной приказом МЧС от 10.07.09г. №404.

Для расчета времени блокировки путей эвакуации использована полевая модель динамики опасных факторов пожара.

Данная модель принята для анализа исходя из следующих факторов:

- для помещений сложной геометрической конфигурации, а также помещений с большим количеством внутренних преград (например, многосветные пространства с системой галерей и примыкающих коридоров).

*Расчет времени эвакуации людей и времени блокирования путей эвакуации выполнен сертифицированной программой Fenix+ (сертификат соответствия № RA.RU.11AB86 от 02.04.2018 г.).*

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

Оценка последствий воздействия опасных факторов пожара, взрыва на людей для различных сценариев их развития осуществляется на основе сопоставления информации о моделировании динамики опасных факторов пожара на объекте и информации о критических для жизни и здоровья людей значениях опасных факторов пожара, взрыва. Для этого используются критерии поражения людей опасными факторами пожара.

Критическая продолжительность пожара по каждому из опасных факторов определяется как время достижения этим фактором критического значения на путях эвакуации на высоте 1,7 м от пола. Критические значения по каждому из опасных факторов составляют:

по повышенной температуре -  $+70^{\circ}\text{C}$ ;

по тепловому потоку -  $1400 \text{ Вт/м}^2$

по потере видимости -  $20 \text{ м}$ ;

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

по каждому из токсичных газообразных продуктов горения -

( $\text{CO}_2$  -  $0,11 \text{ кг/м}^3$ ;  $\text{CO}$  -  $1,16 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$ ;  $\text{HCL}$  -  $23 \cdot 10^{-6} \text{ кг/м}^3$ ).

## **2.6 Анализ наличия систем обеспечения пожарной безопасности зданий**

Объект оборудован следующими системами противопожарной защиты:

- автоматической системой пожаротушения (складская зона), без устройства системы внутрестеллажного тушения (п.6.1 СТУ);
- системой автоматической пожарной сигнализации;
- система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре 2-го типа;
- в соответствии с п.10.4 СТУ, система вытяжной противодымной вентиляции предусмотрена только в коридоре административной встройки.

## **3. Результаты проведения расчетов по оценке пожарного риска**

При определении величин потенциального риска для работников, которые находятся в здании, допускается рассматривать для здания в качестве расчетного один наиболее неблагоприятный сценарий возникновения пожара, характеризующийся максимальной условной вероятностью поражения человека. В этом случае расчетная частота возникновения пожара принимается равной суммарной частоте реализации всех возможных в здании сценариев возникновения пожара.

Согласно «Пособию по определению расчетных величин пожарного риска для производственных объектов», М.: ВНИИПО, 2016 частота возникновения пожара в складском здании в расчете на один объект равна  $Q(\text{склад}) = 1,30 \cdot 10^{-2}$ . Учитывая то, что в здании находятся помещения административного назначения, учтем их в определении частоты возникновения пожара в данных помещениях, именно:  $Q(\text{адм.}) = 371,2 \cdot 1,20 \cdot 10^{-5} = 4,45 \cdot 10^{-3}$ , где частота для «Административных помещений производственного объекта» = площадь  $\cdot 1,20 \cdot 10^{-5}$ .

Таким образом, общая частота возникновения пожара в здании равна  $Q = 1,30 \cdot 10^{-2} + 4,45 \cdot 10^{-3} = 1,75 \cdot 10^{-2}$

Величина индивидуального риска для работника объекта при его нахождении на территории объекта определяется по формуле:

$R = P \cdot q$ , где

q- вероятность присутствия работника в помещении людей;

P - величина потенциального риска.

Величина потенциального риска  $P = Q \cdot Q_d$

Q - частота возникновения пожара (вычислена выше)

$Q_d$  - условная вероятность поражения человека.

$$Q_d = (1 - P_{\text{э}}) \cdot (1 - D),$$

где D - вероятность эффективной работы технических решений противопожарной защиты.

$$D = 1 - \prod_{k=1}^K (1 - D_k),$$

где K - число технических средств противопожарной защиты;

$D_k$  - вероятность эффективного срабатывания (выполнения задачи) k-го технического средства.

Все помещения обеспечены автоматической установкой пожарной сигнализации и системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Системы противопожарной защиты соблюдаются в полном объеме требованиями нормативных документов по пожарной опасности при проектировании, монтаже и эксплуатации. Эффективность работы установки АПС равна 0,8. Эффективность работы установки СОУЭ равна 0,8.

Таким образом,  $D = 1 - (1 - 0,8) \cdot (1 - 0,8) = 0,96$

$P_{\text{э}}$  - вероятность эвакуации людей

$P_{\text{э}}$  - определяется по формуле:

$$P_{\text{э}} = 1 - (1 - P_{\text{э.л.}}) \cdot (1 - P_{\text{д.в.}})$$

где  $P_{\text{э.л.}}$  - вероятность эвакуации людей

$P_{\text{д.в.}}$  - вероятность выхода из здания людей

$P_{\text{д.в.}} = 0.001$

Вероятность эвакуации по эвакуационным путям  $P_{\text{э.л.}}$  определяется по формуле:

$$P_{\text{э.л.}} = \begin{cases} \frac{0,8 \cdot \tau_{\text{бл}} - t_p}{\tau_{\text{н.э}}}, & \text{если } t_p < 0,8 \cdot \tau_{\text{бл}} < t_p + \tau_{\text{н.э}} \\ 0,999, & \text{если } t_p + \tau_{\text{н.э}} \leq 0,8 \cdot \tau_{\text{бл.л.}} \\ 0,001, & \text{если } t_p \geq 0,8 \cdot \tau_{\text{бл}} \end{cases},$$

В нашем случае:  $P_{\text{э.л.}} = 0,999$ , так как выполняется условие:  $t_p + \tau_{\text{н.э}} \leq 0,8 \cdot \tau_{\text{бл.л.}}$  для всех сценариев.

Сценарий №1: пожар в помещении основного склада на отметке 0.0

Таблица результатов по сценарию 1

Расположение	Наименование	Время блокирования,	Необходимое время эвакуации	Время начала эвакуации	Время эвакуации,	Вероятность эвакуации
--------------	--------------	---------------------	-----------------------------	------------------------	------------------	-----------------------

		$t_{бл}, с$	$0,8 t_{бл}, с$	$t_{нз}, с$	$t_3 = t_{нз} + t_p, с$	$P_3$
Этаж 1						
Вне помещений	Дверь 10	>350	>280	30,0	68,6	0,999
	Дверь 18	>350	>280	30,0	43,2	0,999
	Дверь 19	>350	>280	30,0	45,6	0,999
	Дверь 47	>350	>280	30,0	54,4	0,999
	Дверь 7	>350	>280	30,0	82,4	0,999
	Дверь 9	>350	>280	30,0	63,4	0,999
	Регистратор 1	>350	>280	30,0	30,6	0,999
	Регистратор 2	>350	>280	30,0	45,6	0,999
	Регистратор 3	>350	>280	30,0	70,2	0,999
	Регистратор 4	>350	>280	30,0	30,4	0,999
	Регистратор 5	>350	>280	30,0	45,4	0,999
Регистратор 6	>350	>280	30,0	60,6	0,999	
Антресоль на отм.6,15						
Вне помещений	Дверь 40	265,7	212,6	120,0	144,2	0,999
	Дверь 43	>350	>280	120,0	146,2	0,999
	Дверь 44	>350	>280	120,0	152,8	0,999
	Дверь 45	>350	>280	120,0	147,2	0,999
	Регистратор 7	>350	>280	120,0	141,2	0,999
	Регистратор 8	252,8	202,2	120,0	143,8	0,999
	Регистратор 9	>350	>280	120,0	148,8	0,999
Мезонин						
Вне помещений	Регистратор 10	218,1	174,5	120,0	136,2	0,999
	Регистратор 11	188,3	150,6	120,0	138,4	0,999

Сценарий №2: пожар на отметке +6,15

Таблица результатов по сценарию 2

Расположение	Наименование	Время блокирования, $t_{бл}, с$	Необходимое время эвакуации, $0,8 t_{бл}, с$	Время начала эвакуации, $t_{нз}, с$	Время эвакуации, $t_3 = t_{нз} + t_p, с$	Вероятность эвакуации, $P_3$
Антресоль на отм.6,15						
Вне помещений	Дверь 40	>350	>280	30,0	76,8	0,999
	Дверь 44	>350	>280	30,0	85,8	0,999
	Регистратор 12	>350	>280	30,0	49,2	0,999
	Регистратор 7	44,5	35,6	30,0	33,6	0,999
	Регистратор 8	>350	>280	30,0	76,2	0,999
	Регистратор 9	>350	>280	30,0	81,8	0,999
Мезонин						
Вне помещений	Регистратор 10	55,3	44,3	30,0	42,2	0,999
	Регистратор 11	>350	>280	30,0	70,6	0,999

Сценарий №3: пожар на уровне мезонина

Таблица результатов по сценарию 3

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, $P_э$
Антресоль на отм.6,15						
Вне помещений	Дверь 24	71,5	57,2	30,0	50,8	0,999
	Дверь 25	>200	>160	30,0	63,6	0,999
	Дверь 42	>200	>160	30,0	65,4	0,999
	Дверь 44	>200	>160	30,0	46,8	0,999
	Регистратор 12	124,0	99,2	30,0	41,8	0,999
	Регистратор 7	>200	>160	30,0	56,6	0,999
	Регистратор 9	>200	>160	30,0	42,8	0,999
Мезанин						
Вне помещений	Регистратор 1	>200	>160	30,0	70,2	0,999
	Регистратор 10	>200	>160	30,0	63,6	0,999
	Регистратор 11	60,9	48,7	30,0	41,4	0,999

Подробнее расчет величины  $P_{э.л.}$  приведен в приложение №1 (расчет сценариев развития пожара).

Таким образом,  $P_э = 0.999001$

Следовательно,  $Q_d = (1-0.999001) \cdot (1-0.96) = 4,00 \cdot 10^{-5}$

Величина потенциального риска  $P = Q \cdot Q_d$

$$P = 1,75 \cdot 10^{-2} \cdot 4,00 \cdot 10^{-5} = 6,97 \cdot 10^{-7}$$

Величина индивидуального риска для работника объекта при его нахождении в здании объекта определяется по формуле:  $R = P \cdot q$

где  $q$ - вероятность присутствия работника в помещении.

Результаты определения величины индивидуального риска для каждого работника представлены в следующей таблице:

Должность	Помещение	Время пребывания работника в данном помещении смену	Относительная доля времени пребывания работника в данном помещении в течение года	Величина потенциального риска, P	Величина индивидуального пожарного риска работника в данном помещении, год <sup>-1</sup>	Величина итогового индивидуального риска, год <sup>-1</sup>
Начальник АХО	Подсобное помещение	4,5	0,1125	$6,97 \cdot 10^{-7}$	7,84E-08	1,57·10 <sup>-7</sup>
	Комната приема пищи в складе	0,5	0,0125	$6,97 \cdot 10^{-7}$	8,71E-09	
	Основное помещение склада	2	0,05	$6,97 \cdot 10^{-7}$	3,49E-08	
	Рабочая комната №1	0,1	0,0025	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,74E-09	
	Рабочая комната №2	0,1	0,0025	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,74E-09	
	Рабочая комната №3	0,1	0,0025	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,74E-09	
	Рабочая комната №4	0,1	0,0025	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,74E-09	
	Рабочая комната №5	0,1	0,0025	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,74E-09	
	Рабочая комната №6	0,1	0,0025	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,74E-09	
	Рабочая комната №7	0,1	0,0025	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,74E-09	
	Складской мезонин на антресоли	0,2	0,005	$6,97 \cdot 10^{-7}$	3,49E-09	
	Ремонтный бокс	1	0,025	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,74E-08	
	Мойка	0,1	0,0025	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,74E-09	
Аккумуляторщик	Подсобное помещение	0,1	0,0025	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,74E-09	1,57·10 <sup>-7</sup>
	Основное помещение склада	2,5	0,0625	$6,97 \cdot 10^{-7}$	4,36E-08	
	Аккумуляторная	2,4	0,06	$6,97 \cdot 10^{-7}$	4,18E-08	
	Агрегатная	1	0,025	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,74E-08	
	Ремонтный бокс	2,5	0,0625	$6,97 \cdot 10^{-7}$	4,36E-08	
	Мойка	0,5	0,0125	$6,97 \cdot 10^{-7}$	8,71E-09	
Менеджер (клиент)	Основное помещение склада	2	0,05	$6,97 \cdot 10^{-7}$	3,49E-08	1,57·10 <sup>-7</sup>
	Рабочая комната №1	7	0,175	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,22E-07	
Начальник смены	Основное помещение склада	2	0,039	$6,97 \cdot 10^{-7}$	2,72E-08	1,62·10 <sup>-7</sup>
	Рабочая комната №2	9	0,174	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,21E-07	
	Складской мезонин на антресоли	1	0,019	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,32E-08	
Начальник КРО	Основное помещение склада	2	0,05	$6,97 \cdot 10^{-7}$	3,49E-08	1,57·10 <sup>-7</sup>
	Рабочая комната №2	7	0,175	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,22E-07	



Системный администратор	Рабочая комната №2	10	0,194	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,35E-07	$1,62 \cdot 10^{-7}$
	Серверная	2	0,039	$6,97 \cdot 10^{-7}$	2,72E-08	
Оператор №1	Комната приема пищи в складе	0,5	0,01	$6,97 \cdot 10^{-7}$	6,97E-09	$1,57 \cdot 10^{-7}$
	Основное помещение склада	0,5	0,01	$6,97 \cdot 10^{-7}$	6,97E-09	
	Рабочая комната №2	11	0,213	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,48E-07	
Сотрудник охраны	Комната приема пищи в складе	0,5	0,005	$6,97 \cdot 10^{-7}$	3,49E-09	$1,63 \cdot 10^{-7}$
	Основное помещение склада	1,5	0,015	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,05E-08	
	Охрана КПП	12	0,116	$6,97 \cdot 10^{-7}$	8,09E-08	
	Комната охраны	10	0,097	$6,97 \cdot 10^{-7}$	6,76E-08	
Оператор (клиент)	Комната приема пищи в складе	0,5	0,0125	$6,97 \cdot 10^{-7}$	8,71E-09	$1,57 \cdot 10^{-7}$
	Основное помещение склада	1,5	0,0375	$6,97 \cdot 10^{-7}$	2,61E-08	
	Рабочая комната №3	7	0,175	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,22E-07	
Оператор №2	Комната приема пищи в складе	0,5	0,0125	$6,97 \cdot 10^{-7}$	8,71E-09	$1,57 \cdot 10^{-7}$
	Основное помещение склада	1,5	0,0375	$6,97 \cdot 10^{-7}$	2,61E-08	
	Рабочая комната №3	7	0,175	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,22E-07	
Оператор №3	Комната приема пищи в складе	0,5	0,0125	$6,97 \cdot 10^{-7}$	8,71E-09	$1,57 \cdot 10^{-7}$
	Основное помещение склада	3	0,075	$6,97 \cdot 10^{-7}$	5,23E-08	
	Складской мезонин на антресоли	5,5	0,1375	$6,97 \cdot 10^{-7}$	9,58E-08	
Грузчик-комплектовщик №1	Комната приема пищи в складе	0,5	0,01	$6,97 \cdot 10^{-7}$	6,97E-09	$1,62 \cdot 10^{-7}$
	Основное помещение склада	5	0,096	$6,97 \cdot 10^{-7}$	6,69E-08	
	Складской мезонин на антресоли	6,5	0,126	$6,97 \cdot 10^{-7}$	8,78E-08	
Кладовщик №1	Комната приема пищи в складе	0,5	0,01	$6,97 \cdot 10^{-7}$	6,97E-09	$1,62 \cdot 10^{-7}$
	Основное помещение склада	4	0,077	$6,97 \cdot 10^{-7}$	5,37E-08	
	Складской мезонин на антресоли	7,5	0,145	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,01E-07	
Грузчик №1	Комната приема пищи в складе	0,5	0,01	$6,97 \cdot 10^{-7}$	6,97E-09	$1,62 \cdot 10^{-7}$

	Основное помещение склада	11	0,212	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,48E-07	
	Складской мезонин на антресоли	0,5	0,01	$6,97 \cdot 10^{-7}$	6,97E-09	
Уборщик производственных помещений	Комната приема пищи в складе	0,5	0,0125	$6,97 \cdot 10^{-7}$	8,71E-09	1,57·10 <sup>-7</sup>
	Комната приема пищи на антресоли	0,5	0,0125	$6,97 \cdot 10^{-7}$	8,71E-09	
	Основное помещение склада	2	0,05	$6,97 \cdot 10^{-7}$	3,49E-08	
	Рабочая комната №1	0,5	0,0125	$6,97 \cdot 10^{-7}$	8,71E-09	
	Рабочая комната №2	0,5	0,0125	$6,97 \cdot 10^{-7}$	8,71E-09	
	Рабочая комната №3	0,5	0,0125	$6,97 \cdot 10^{-7}$	8,71E-09	
	Рабочая комната №4	0,5	0,0125	$6,97 \cdot 10^{-7}$	8,71E-09	
	Рабочая комната №5	0,5	0,0125	$6,97 \cdot 10^{-7}$	8,71E-09	
	Рабочая комната №6	0,5	0,0125	$6,97 \cdot 10^{-7}$	8,71E-09	
	Рабочая комната №7	0,5	0,0125	$6,97 \cdot 10^{-7}$	8,71E-09	
	Рабочая комната №8	0,5	0,0125	$6,97 \cdot 10^{-7}$	8,71E-09	
	Охрана КПП	0,5	0,0125	$6,97 \cdot 10^{-7}$	8,71E-09	
	Комната охраны	0,5	0,0125	$6,97 \cdot 10^{-7}$	8,71E-09	
	Складской мезонин на антресоли	1	0,025	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,74E-08	
Экономист	Комната приема пищи на антресоли	0,5	0,0125	$6,97 \cdot 10^{-7}$	8,71E-09	1,57·10 <sup>-7</sup>
	Основное помещение склада	0,1	0,0025	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,74E-09	
	Рабочая комната №7	8,4	0,21	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,46E-07	
Менеджер по персоналу	Комната приема пищи на антресоли	0,5	0,0125	$6,97 \cdot 10^{-7}$	8,71E-09	1,57·10 <sup>-7</sup>
	Основное помещение склада	0,1	0,0025	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,74E-09	
	Рабочая комната №7	8,4	0,21	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,46E-07	
Начальник ИТ	Комната приема пищи на антресоли	0,5	0,0125	$6,97 \cdot 10^{-7}$	8,71E-09	1,57·10 <sup>-7</sup>
	Основное помещение склада	0,8	0,02	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,39E-08	
	Рабочая комната №5	7,2	0,18	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,25E-07	
	Серверная	0,5	0,0125	$6,97 \cdot 10^{-7}$	8,71E-09	
Генеральный директор	Комната приема пищи на антресоли	0,5	0,0125	$6,97 \cdot 10^{-7}$	8,71E-09	1,57·10 <sup>-7</sup>
	Основное помещение склада	0,5	0,0125	$6,97 \cdot 10^{-7}$	8,71E-09	
	Рабочая комната №4	8	0,2	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,39E-07	

Логист (клиент) №1	Комната приема пищи на антресоли	0,5	0,0125	$6,97 \cdot 10^{-7}$	8,71E-09	$1,57 \cdot 10^{-7}$
	Основное помещение склада	1,5	0,0375	$6,97 \cdot 10^{-7}$	2,61E-08	
	Рабочая комната №4	7	0,175	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,22E-07	
Руководитель службы логистов (клиент)	Комната приема пищи на антресоли	0,5	0,0125	$6,97 \cdot 10^{-7}$	8,71E-09	$1,57 \cdot 10^{-7}$
	Основное помещение склада	0,5	0,0125	$6,97 \cdot 10^{-7}$	8,71E-09	
	Рабочая комната №4	8	0,2	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,39E-07	
Логист (клиент) №2	Комната приема пищи на антресоли	0,5	0,0125	$6,97 \cdot 10^{-7}$	8,71E-09	$1,57 \cdot 10^{-7}$
	Основное помещение склада	1	0,023	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,60E-08	
	Рабочая комната №5	7	0,175	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,22E-07	
	Складской мезонин на антресоли	0,5	0,0125	$6,97 \cdot 10^{-7}$	8,71E-09	
Директор по логистике	Основное помещение склада	1	0,025	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,74E-08	$1,57 \cdot 10^{-7}$
	Рабочая комната №6	8	0,2	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,39E-07	
Начальник склада	Основное помещение склада	3	0,075	$6,97 \cdot 10^{-7}$	5,23E-08	$1,57 \cdot 10^{-7}$
	Рабочая комната №6	6	0,15	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,05E-07	
Коммерческий директор	Рабочая комната №6	9	0,225	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,57E-07	$1,57 \cdot 10^{-7}$
Специалист КРО	Комната приема пищи в складе	0,5	0,0125	$6,97 \cdot 10^{-7}$	8,71E-09	$1,57 \cdot 10^{-7}$
	Основное помещение склада	2	0,05	$6,97 \cdot 10^{-7}$	3,49E-08	
	Рабочая комната №6	4,5	0,1125	$6,97 \cdot 10^{-7}$	7,84E-08	
	Складской мезонин на антресоли	2	0,05	$6,97 \cdot 10^{-7}$	3,49E-08	
Оператор по обработке товара	Комната приема пищи в складе	0,5	0,0125	$6,97 \cdot 10^{-7}$	8,71E-09	$1,57 \cdot 10^{-7}$
	Основное помещение склада	6,5	0,1625	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,13E-07	
	Складской мезонин на антресоли	2	0,05	$6,97 \cdot 10^{-7}$	3,49E-08	
Водитель ричтрака	Комната приема пищи в складе	0,5	0,01	$6,97 \cdot 10^{-7}$	6,97E-09	$1,62 \cdot 10^{-7}$
	Основное помещение склада	10,6	0,204	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,42E-07	
	Аккумуляторная	0,3	0,006	$6,97 \cdot 10^{-7}$	4,18E-09	
	Агрегатная	0,3	0,006	$6,97 \cdot 10^{-7}$	4,18E-09	
	Ремонтный бокс	0,3	0,006	$6,97 \cdot 10^{-7}$	4,18E-09	

Экспедитор (клиент)	Основное помещение склада	9	0,225	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,57E-07	$1,57 \cdot 10^{-7}$
Грузчик-комплектовщик №2	Комната приема пищи в складе	0,5	0,01	$6,97 \cdot 10^{-7}$	6,97E-09	$1,62 \cdot 10^{-7}$
	Основное помещение склада	0,5	0,01	$6,97 \cdot 10^{-7}$	6,97E-09	
	Складской мезонин на антресоли	11	0,212	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,48E-07	
Кладовщик №2	Комната приема пищи в складе	0,5	0,01	$6,97 \cdot 10^{-7}$	6,97E-09	$1,62 \cdot 10^{-7}$
	Основное помещение склада	0,5	0,01	$6,97 \cdot 10^{-7}$	6,97E-09	
	Складской мезонин на антресоли	11	0,212	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,48E-07	
Грузчик №2	Комната приема пищи в складе	0,5	0,01	$6,97 \cdot 10^{-7}$	6,97E-09	$1,62 \cdot 10^{-7}$
	Основное помещение склада	0,5	0,01	$6,97 \cdot 10^{-7}$	6,97E-09	
	Складской мезонин на антресоли	11	0,212	$6,97 \cdot 10^{-7}$	1,48E-07	

Индивидуальный пожарный риск не превышает нормативное значение, так как выполняется условие  $R_m^{\max} = 1,63 \cdot 10^{-7} \leq R_m^H = 10^{-6} \text{ год}^{-1}$

### ***Индивидуальный и социальный пожарный риск в селитебной зоне вблизи объекта***

*В технологических процессах на объекте не обращаются взрывоопасные горючие вещества.*

*Пожарная опасность обусловлена горючей нагрузкой в административных, производственных, складских и подсобных помещениях.*

*Наиболее вероятная пожароопасная ситуация - пожар горючей нагрузки, расположенной в помещениях, вследствие воздействия источников зажигания.*

*В нашем случае при построении полей опасных факторов пожара для различных сценариев его развития учитываются:*

- воздействия на него очага пожара;*
- концентрация токсичных компонентов продуктов горения в помещении (CO<sub>2</sub>, CO, HCl);*
- снижение концентрации кислорода в воздухе помещения;*
- задымление атмосферы помещения;*
- среднеобъемная температура в помещении;*

*Селитебная зона находится на безопасном расстоянии от объекта, данные ОФП не повлияют на людей, находящихся в селитебной зоне.*

*Следовательно:*

*Величина индивидуального пожарного риска для людей, находящихся в жилой зоне, общественно-деловой зоне или зоне рекреационного назначения вблизи объекта, равна нулю*

*Величина социального пожарного риска для людей, находящихся в жилой зоне, общественно-деловой зоне или зоне рекреационного назначения вблизи объекта равна нулю.*

#### 4. Вывод об условиях соответствия объекта защиты

Индивидуальный пожарный риск на рассмотренном объекте отвечает требуемому.

##### Выводы:

1. При расчете безопасности эвакуации людей для помещения склада, можно сделать следующие выводы:

Произведенные расчеты эвакуации людей из помещений и моделирование динамики развития пожара, показывают завершение эвакуации до наступления критических значений опасных факторов пожара в выбранных точках расчета, при которых интервал времени от момента обнаружения пожара до завершения процесса эвакуации людей в безопасную зону не превышает необходимого времени эвакуации (времени наступления ОФП).

2. На основании проведенных расчетов установлено, что пожарный риск для рассматриваемого объекта не превышает допустимого значения  $1,63 \cdot 10^{-7}$  1/год, не превышающей –  $10^{-6}$ , установленного статьей 93 Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Проведенные расчеты показали, что существующие объемно-планировочные, конструктивные, инженерные и организационно-технические решения системы обеспечения пожарной безопасности рассматриваемого объекта защиты обеспечивают безопасную эвакуацию людей при пожаре.

Ответственность за достоверность технической, проектной и другой документации, представленной для проведения расчета величин пожарного риска, несет собственник объекта защиты.

*Вывод справедлив для исходных данных, представленных в расчете. Расчет считается не действительным в случае проведения в здании работ по реконструкции, капитальному ремонту связанных с изменениями организации эвакуации людей из здания и техническому перевооружению. В случае производства данных работ, расчет пожарного риска необходимо подготовить заново.*

## ***5. Список используемой литературы и документов***

1. Приказ МЧС России от 10 июля 2009 года № 404 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах», с изменениями, внесенными приказом МЧС России № 649 от 14.12.2010 г.
2. Федеральный закон № 123-ФЗ от 22 июля 2008 года «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»
3. Постановлением Правительства РФ № 272 от 31 марта 2009 года «О порядке проведения расчётов по оценке пожарного риска».
4. Технический паспорт объекта.
5. Исполнительная документация по монтажу средств пожарной сигнализации и системе оповещения людей о пожаре.
6. Акты проверки работоспособности автоматической пожарной сигнализации и оповещения людей о пожаре.
7. «Пособие по определению расчетных величин пожарного риска для производственных объектов». М.:ВНИИПО,2016

## **Приложение к расчету**

### **Техническое задание с указанием перечня исходных данных**

**Задание:** Расчет величин пожарного риска.

**Объект:** Помещение склада

**Основание:**

- 1) Приказ МЧС РФ от 10.07.2009 № 404 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах».
- 2) Постановление Правительства РФ № 272 от 31 марта 2009 года «О порядке проведения расчётов по оценке пожарного риска».

#### **Перечень исходных данных, согласованных с заказчиком:**

##### **Исходные данные:**

Рассматриваемый в данном расчете объект помещение склада размещено в одноэтажном складском здании».

При проектировании рассматриваемого объекта были разработаны Специальные технические условия (далее СТУ). Согласно исходных данных объект выделен противопожарными стенами в пожарный отсек. Проемы в помещения соседних отсеков защищены противопожарными дверями с пределом огнестойкости EI60. Площадь склада между противопожарными стенами 10522,6 м<sup>2</sup>. Также в складе, расположены следующие помещения – рабочие кабинеты, подсобное помещение, комната приема пищи, помещение охраны, санузлы. В пределах объекта, находится антресоль (отм.+6,150) (п.6.1.40 СА 4.13130.2013). На антресоли расположены административно-бытовая застройка рабочими комнатами, санузлами, комнатой охраны, 2-х ярусной площадкой женской раздевалкой на 51 чел., мужской раздевалкой на 51 чел., санузлами. Второй ярус (отм+ 8,52) предназначен для удобства поиска, комплектации хранящихся метериалов персоналом.

С фасада к наружной стене расположена пристроенная часть, в которой размещены помещения – мойка штабелеров, ремонтный бокс, зарядная, агрегатная.

Основным производственным процессом в помещении склада является хранение товарно-материальных ценностей (ТМЦ) на металлических стеллажах высотой до 11 м.

Согласно исходных данных здание склада имеет III степень огнестойкости, класс конструктивной пожарной опасности - С0.

Класс функциональной пожарной опасности объекта Ф.5.2, в составе объекта также имеются помещения классов Ф4.3 и Ф5.1.



Здание выполнено: под колоннами – железобетонные монолитные, стены наружные из панелей самонесущих и кирпичных и газобетонных блоков, перегородки и внутренние стены из сэндвич-панелей, кирпичные, перекрытие антресоли железобетонные.

Согласно исходных данных помещение склада отнесено к категории «В2» по взрывопожарной и пожарной опасности, помещение аккумуляторной «В4», агрегатной «В4», серверной «В2», кладовой «В2».

В соответствии с предоставленными заказчиком данными режим работы склада с 8 часов 00 минут до 20 часов 00 минут. В смене работает 87 человек. Сотрудники охраны работают круглосуточно по графику сутки через трое.

Для организации эвакуации людей из склада на отм.0.00 предусмотрено пять рассредоточенных эвакуационных выхода непосредственно наружу.

На выходе через КПП установлены вращающийся турникет, что не соответствует требованиям ч.7 ст.89 ФЗ-123, п.5.4 СТУ.

В вестибюле, на пути эвакуации, установлены турникеты. Для экстренной эвакуации турникет дублируется проходом, оборудованным быстрооткрываемым ограждением, ширина которого в свету 1 м.

С зоны складирования открытой площадки, на уровне +6,150, предусмотрена эвакуация через два эвакуационных выхода, один через административно-бытовую вставку, второй на наружную лестницу 3-го типа (п.9.2.8 СП 1.13130.2009, п.5.3 СТУ). Из помещений административно-бытовой вставки, расположенной на уровне + 6,150, предусмотрены самостоятельные эвакуационные выходы через коридор в лестничную клетку типа Л1 соседнего пожарного отсека и на наружную лестницу 3-го типа (п.5.2 СТУ). Со второго яруса площадки для эвакуации предусмотрены две открытые стальные лестницы (маршевые), ведущие через первый ярус площадки и административно-бытовую вставку на лестницу 3-го типа и лестничную клетку, а также через первый ярус площадки на наружную лестницу 3-го типа (п.9.2.8 СП 1.13130.2009, п.5.3 СТУ). С площадки расположенной на отм.+6.150, на которой расположены гардеробные шкафчики, предусмотрено два эвакуационных выхода: один, ведущих на внутреннюю открытую стальную лестницу и далее через помещение склада на уровне отм.0.00 к эвакуационному выходу наружу, второй через коридор административно-бытовой вставки в лестничную клетку типа Л1 или на лестницу 3-го типа соседнего пожарного отсека.

Эвакуационный выход из помещений, расположенных в пристройке, предусмотрен через помещение склада (п.9.2.2 СП 1.13130.2009).

Ширина путей эвакуации принимается не менее 1 м, а дверей на путях эвакуации - не менее 0,8 м. Высота путей эвакуации не менее 2 м, а дверей на путях эвакуации не менее 1,9 м.

## Системы противопожарной защиты

Объект оборудован следующими системами противопожарной защиты:

- автоматической системой пожаротушения (складская зона), без устройства системы внутрискелетного тушения (п.6.1 СТУ);
- системой автоматической пожарной сигнализации;
- система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре 2-го типа;
- в соответствии с п.10.4 СТУ, система вытяжной противодымной вентиляции предусмотрена только в коридоре административной встройки.

## Размещение людей

Максимальное количество сотрудников – 87 человек, при расчете учитываем, что во время пересменки, возможно большее количество людей, тем самым рассмотрим худший вариант.

Сотрудники, размещены согласно данным, предоставленным заказчиком.

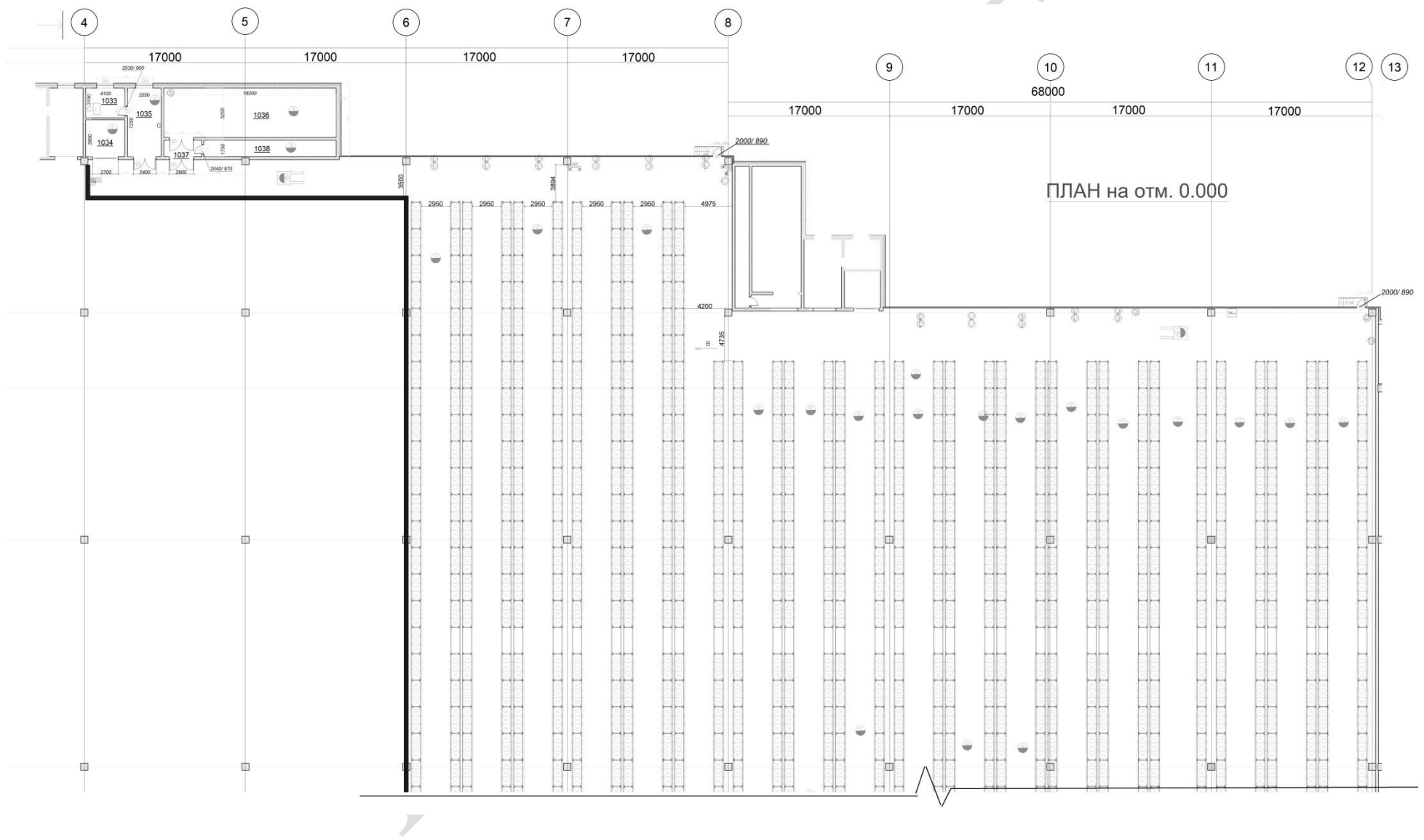
№	Профессия	График работы	Количество человек в смене
1	Начальник АХО	С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	1
2	Аккумуляторщик	С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	1
3	Менеджер (Клиент)	С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	2
4	Начальник смены	С 8-00 до 20-00, 2 рабочих/2 выходных	1
5	Начальник КРО	С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	1
6	Системный администратор	С 8-00 до 20-00, 2 рабочих/2 выходных	1
7	Оператор №1	С 8-00 до 20-00, 2 рабочих/2 выходных	2
8	Сотрудник охраны	24 часа, 1 рабочий/3 выходных	5
9	Оператор (клиент)	С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	2
10	Оператор №2	С 8-00 до 20-00, 2 рабочих/2 выходных	1
11	Оператор №3	С 8-00 до 20-00, 2 рабочих/2 выходных	1
12	Грузчик-комплектовщик	С 8-00 до 20-00, 2 рабочих/2 выходных	10
13	Кладовщик	С 8-00 до 20-00, 2 рабочих/2 выходных	10
14	Грузчик	С 8-00 до 20-00, 2 рабочих/2 выходных	25
15	Уборщик производственных помещений	С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	1
16	Экономист	С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	1
17	Менеджер по персоналу	С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	1
18	Начальник ИТ	С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	1
19	Генеральный директор	С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	1
20	Логист (клиент) №1	С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	1
21	Руководитель службы логистов (клиент)	С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	1
22	Логист (клиент) №2	С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	1
23	Директор по логистике	С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	1

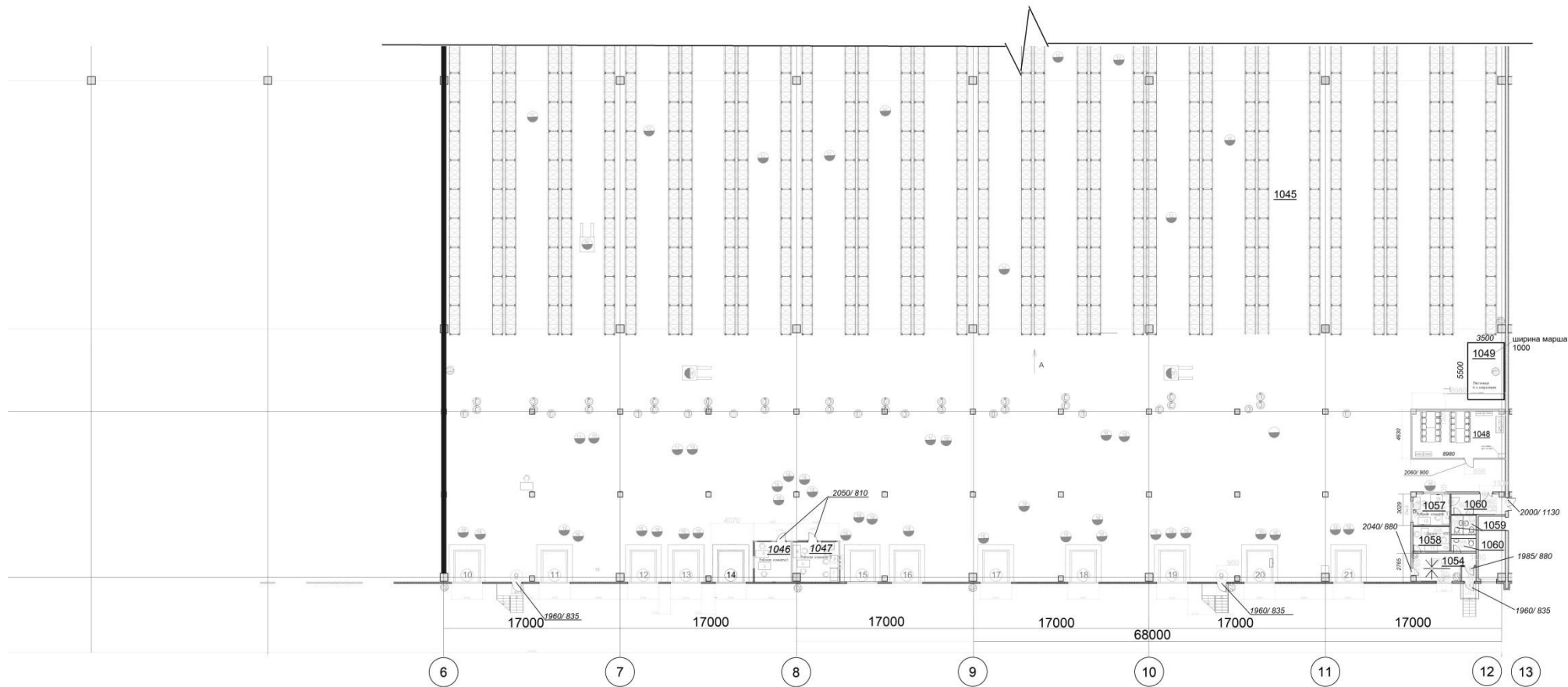
24	Начальник склада	С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	1
25	Коммерческий директор	С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	1
27	Специалист КРО	С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	1
28	Оператор по обработке товара	С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	4
29	Водитель ричтрака	С 8-00 до 20-00, 2 рабочих/2 выходных	5
30	Экспедитор (клиент)	С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	3
		Итого	87

На объекте защиты организовано три графика работы:

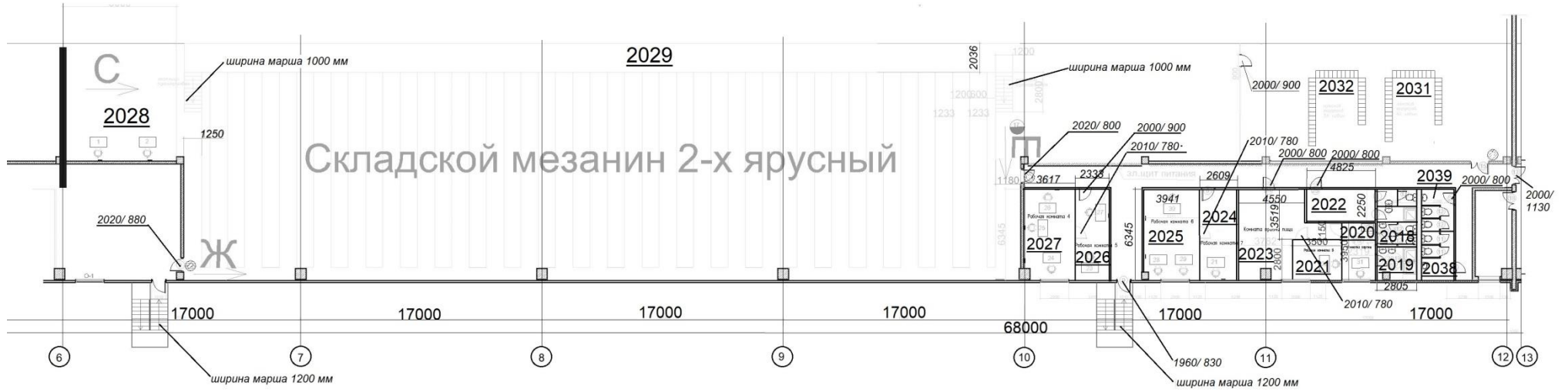
График работы	Количество рабочих дней в году	Вероятность присутствия
С 8-00 до 20-00, 2 рабочих/2 выходных	169	0,232
С 8-00 до 17-00, сб,вс -выходной	219	0,225
24 часа, 1 рабочий/3 выходных	85	0,233

Размеры помещений:  
Отметка 0.0





Отметка +6.15



**Наименование и площадь помещений на  
отметке 0.0**

Номер по плану	Наименование	Площадь,
1	2	3
1033	Подсобное помещение	12.9
1034	Мойка штабелеров	16.0
1035	Ремонтный бокс	25.7
1036	Зарядная	94.6
1037	Тамбур	7.0
1038	Агрегатная	24.5
1045	Помещение склада	19754.0
1046	Рабочая комната 1	13.8
1047	Рабочая комната 2	17.2
1048	Комната приема пищи	41.6
1049	Лестница маршевая на антресаль	
1054	КПП	15.3
1055	Тамбур	1.1
1056	Сан.узел для водителей	3.0
1057	Рабочая комната 3	19.6
1058	Охрана — КПП	2.1
1059	Сан.узлы	2.1
1060	Коридор	10.1

**Наименование и площадь помещений на  
отметке +6.15**

Номер по плану	Наименование	Площадь,
1	2	3
2018	Санузел	4.7
2019	Душевая	6.2
2020	Комната охраны	9.7
2021	Рабочая комната 8	9.7
2022	Серверная	10.8
2023	Комната приема пищи	26.5
2024	Рабочая комната 7	16.5
2025	Рабочая комната 6	25.2
2026	Рабочая комната 5	14.7
2027	Рабочая комната 4	22.8
2028	Рабочая зона	40
2029	Тамбур	111.1
2030	Стеллажная зона	67.6
2031	Женская раздевалка на 51 чел.	15
2032	Мужская раздевалка на 51 чел.	15
2033	Серверная	12.2
2034	Душевая	6.2
2035	Сан. узел	4.7
2038	Сан. узел женский	7.5
2039	Сан. узел мужской	6.6

## Приложение №1 (расчет сценариев развития пожара)

### Сценарий №1 (пожар в помещении основного склада на отметке 0.0)

Пожар возникает в помещении основного склада на отметке 0.0. Данный сценарий является одним из самых опасных, так как очаг пожара расположен в помещении с большим количеством горючей нагрузки, характеризующейся высокой скоростью распространения пламени. Для рассмотрения наихудшего варианта развития событий люди, находящиеся в помещениях, были приняты в тех помещениях, которые для данного сценария будут давать наиболее неблагоприятный результат (наибольшая удаленность от эвакуационных выходов, эвакуация через помещение с очагом пожара и т.д.).

#### Определение времени блокирования путей эвакуации

Рассматриваются значения опасных факторов пожара на высоте расположения регистраторов (по умолчанию на высоте рабочей зоны помещений – 1.7 метра от уровня пола этажа). Для каждого опасного фактора пожара определяется предельно допустимое значение, превышение которого означает блокирование пути эвакуации по данному фактору.

Параметры окружающей среды:

- температура: 38 °С
- температура в помещениях: 20 °С

Горючая нагрузка: Упаковка; бумага+картон+поли(этилен+стирол) (0.4+0.3+0.15+0.15)

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, 2016.

Параметры горючей нагрузки

Параметр	Единица измерения	Значение
Низшая теплота сгорания	кДж/кг	23540
Линейная скорость распространения пламени	м/с	0,004
Удельная массовая скорость выгорания	кг/(м <sup>2</sup> · с)	0,0132
Коэффициент полноты сгорания	—	0,93
Удельная мощность	кВт/м <sup>2</sup>	288,977
Дымообразующая способность	Нп · м <sup>2</sup> /кг	172
Потребление кислорода (O <sub>2</sub> )	кг/кг	1,7
Выделение углекислого газа (CO <sub>2</sub> )	кг/кг	0,679
Выделение угарного газа (CO)	кг/кг	0,112
Выделение хлористого водорода (HCl)	кг/кг	0,0037

Моделировалась динамика развития пожара в течение 350 с.



На этаже "Этаж 1" расположены регистраторы:

— на уровне 1,7 м (на высоте 1,7 м от уровня этажа): "Регистратор 1", "Регистратор 2", "Регистратор 3", "Регистратор 4", "Регистратор 5", "Регистратор 6", "Дверь 18", "Дверь 10", "Дверь 9", "Дверь 19", "Дверь 7", "Дверь 47"

На этаже "Антресоль на отм.6,15" расположены регистраторы:

— на уровне 7,85 м (на высоте 1,7 м от уровня этажа): "Регистратор 7", "Регистратор 8", "Регистратор 9", "Дверь 40", "Дверь 43", "Дверь 44", "Дверь 45"

На этаже "Мезонин" расположены регистраторы:

— на уровне 10,22 м (на высоте 1,7 м от уровня этажа): "Регистратор 10", "Регистратор 11"

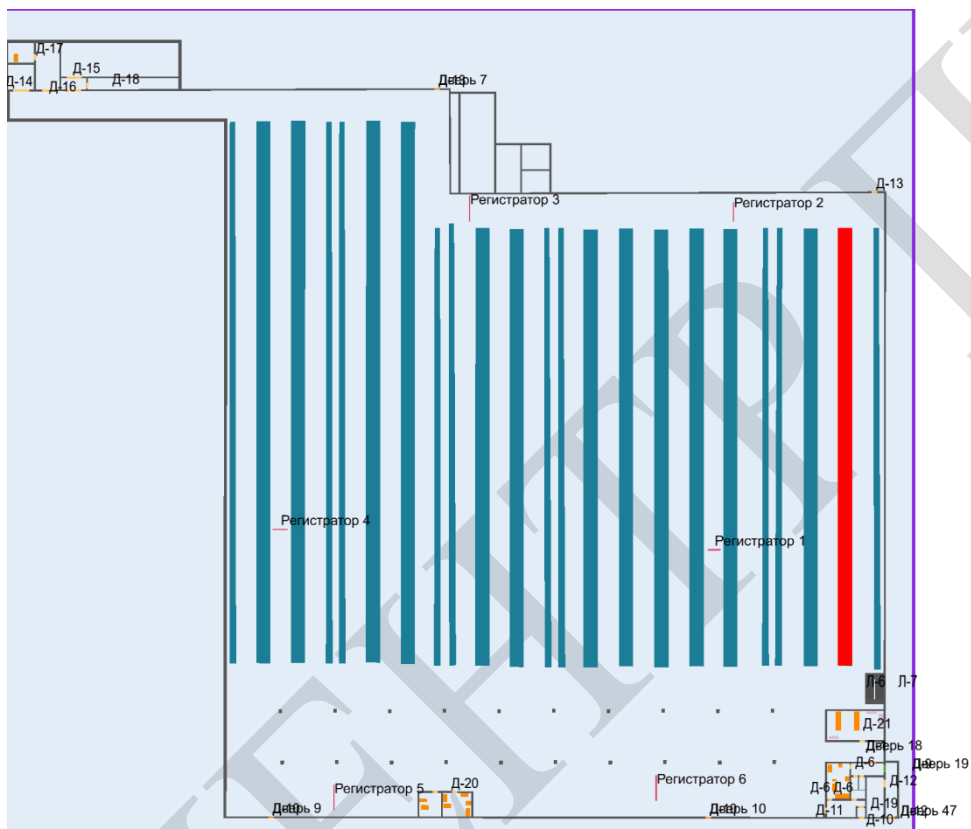


Рисунок 1. Этаж 1. Пожарная модель.



Рисунок 2. Антресоль на отм.6,15. Пожарная модель.

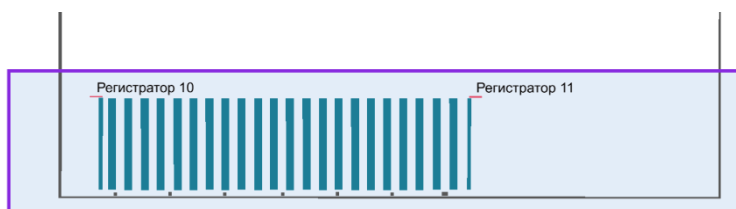


Рисунок 3. Мезонин. Пожарная модель.

Следующие рисунки показывают динамику развития ОФП.

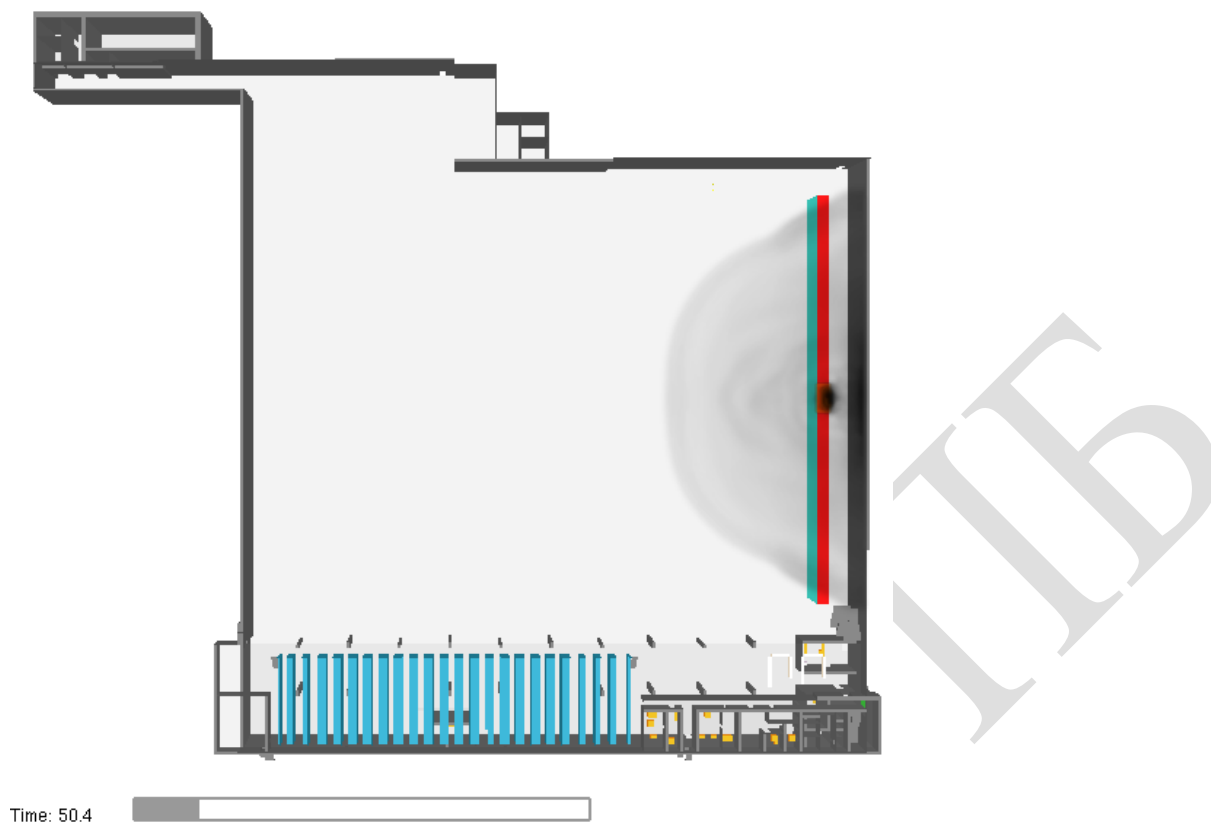


Рисунок 4. Этаж 1. Распространение дыма через 50,6 с после начала пожара.

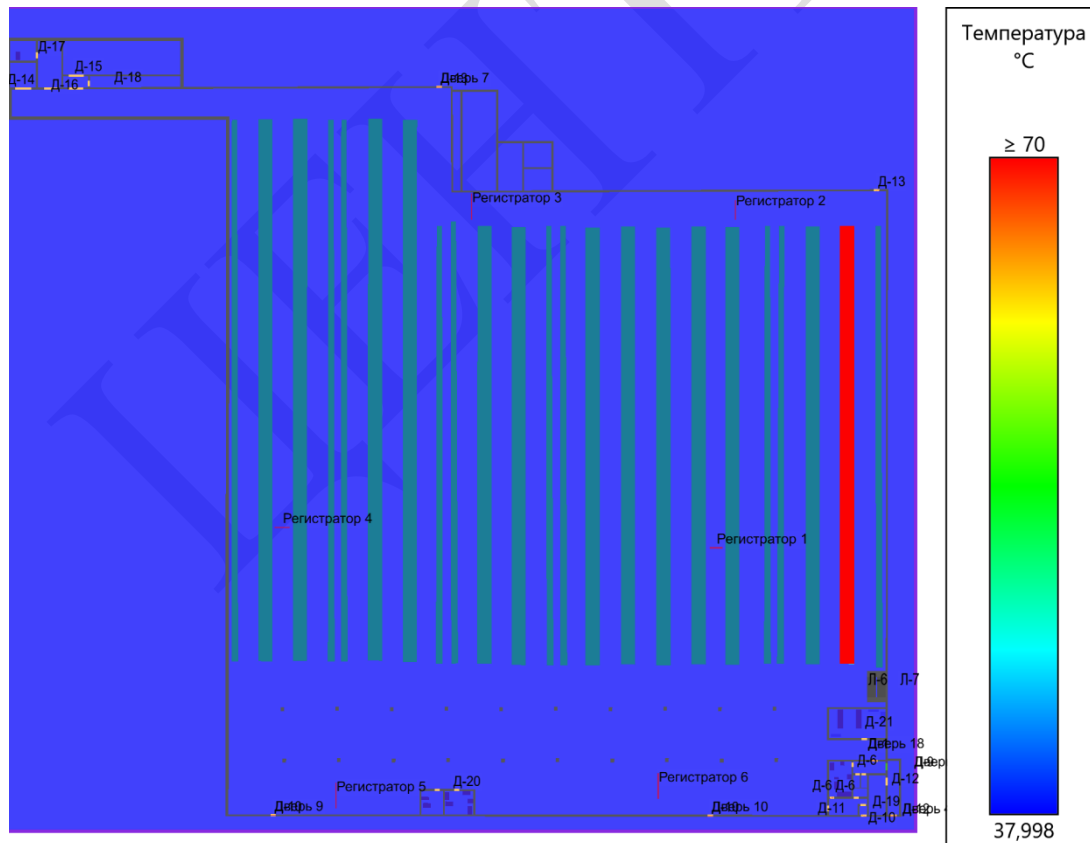


Рисунок 5. Этаж 1. Температура на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 50,6 с.

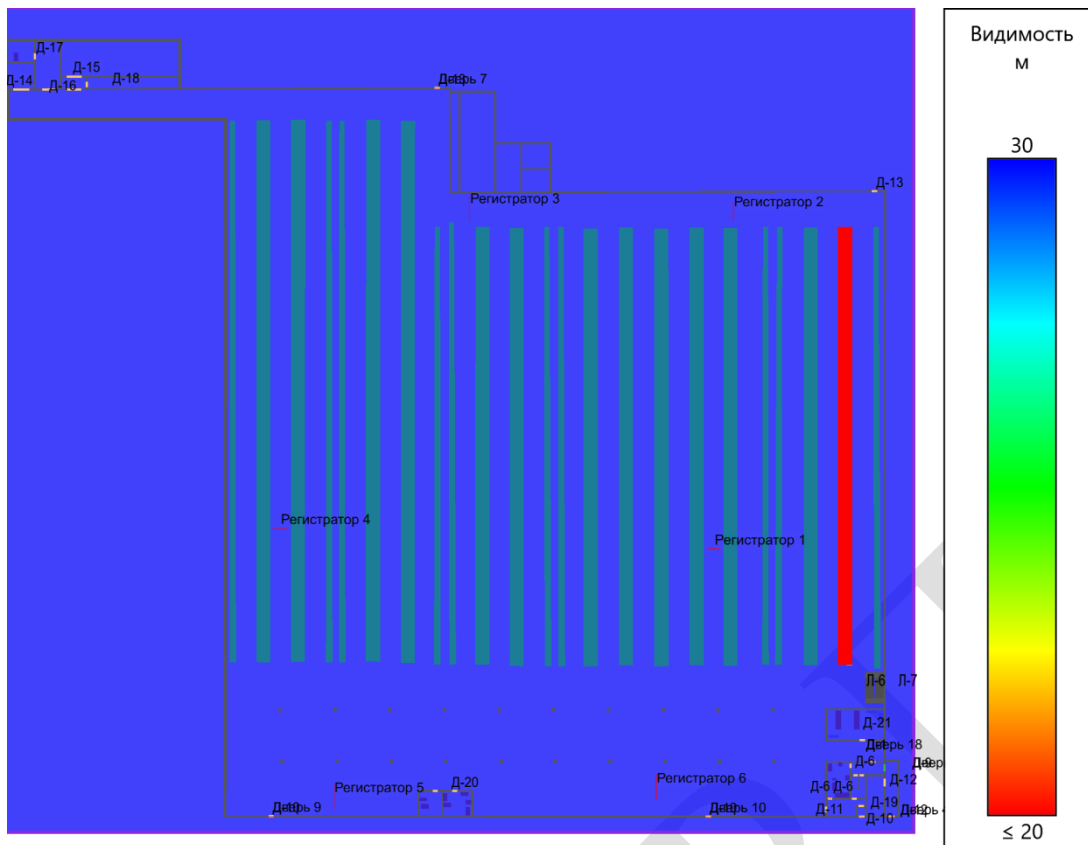


Рисунок 6. Этаж 1. Видимость на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 50,6 с.

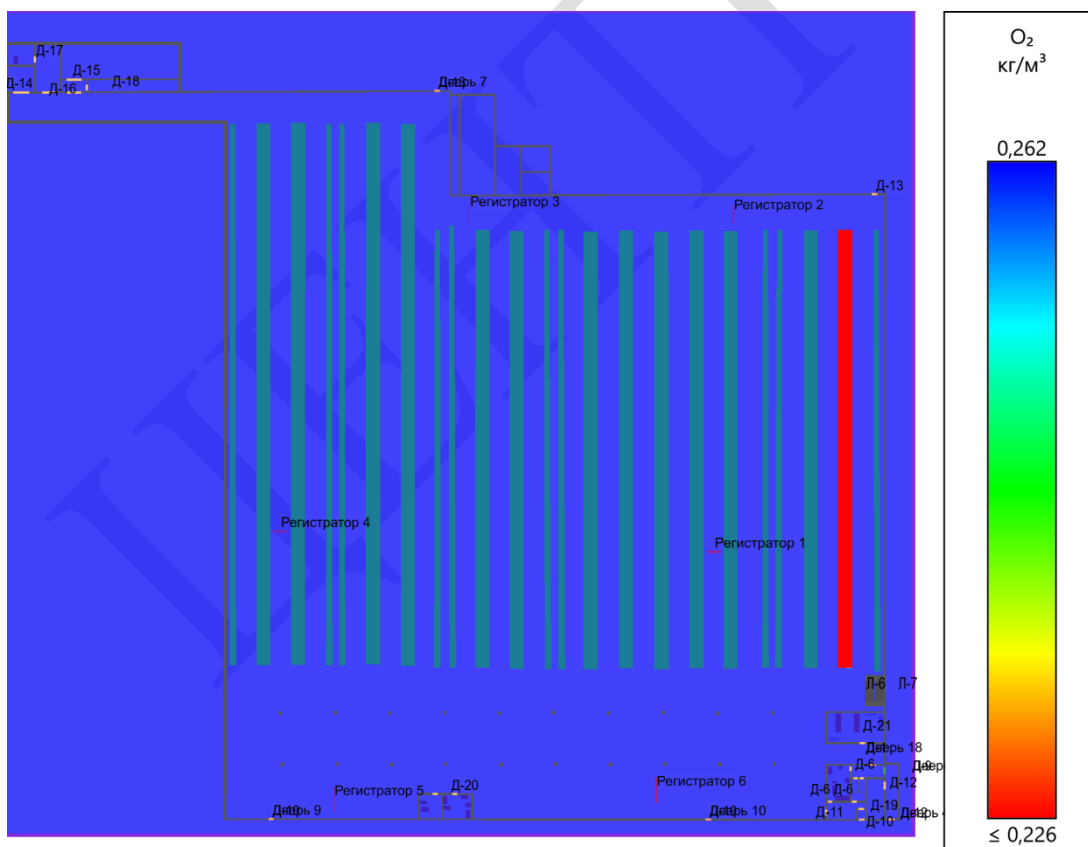
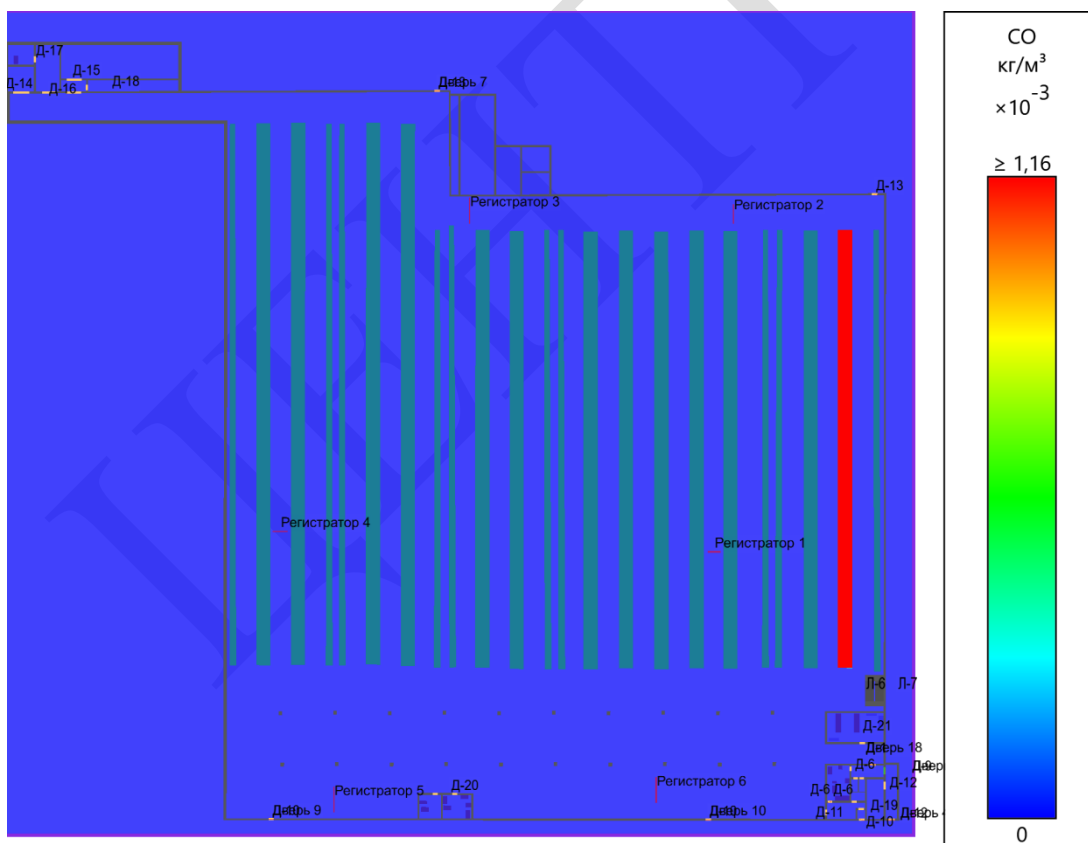
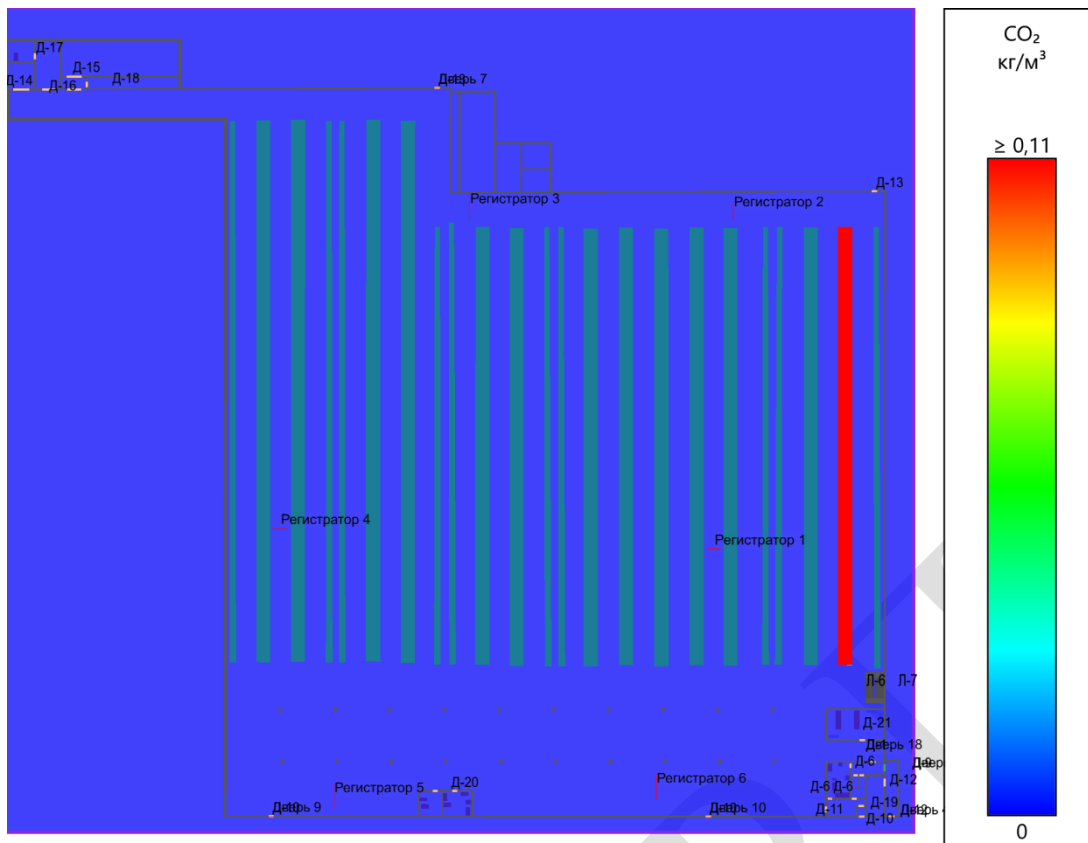


Рисунок 7. Этаж 1. O<sub>2</sub> на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 50,6 с.



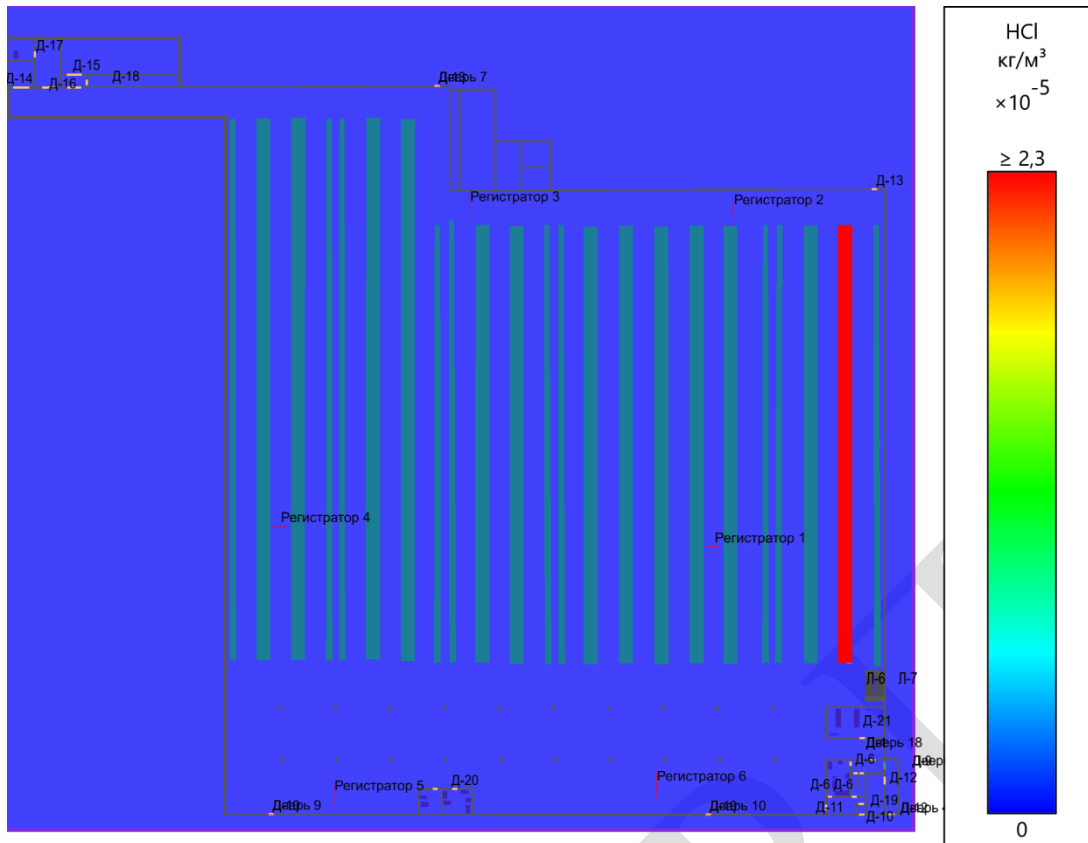
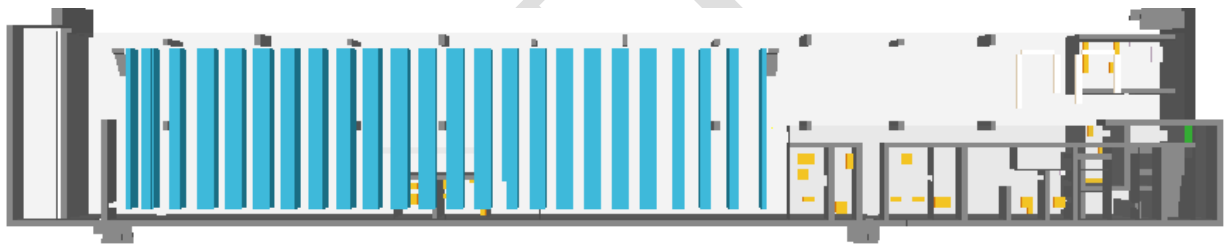


Рисунок 10. Этаж 1. HCl на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 50,6 с.



Time: 50.4

Рисунок 11. Антресоль на отм.6,15. Распространение дыма через 50,6 с после начала пожара.

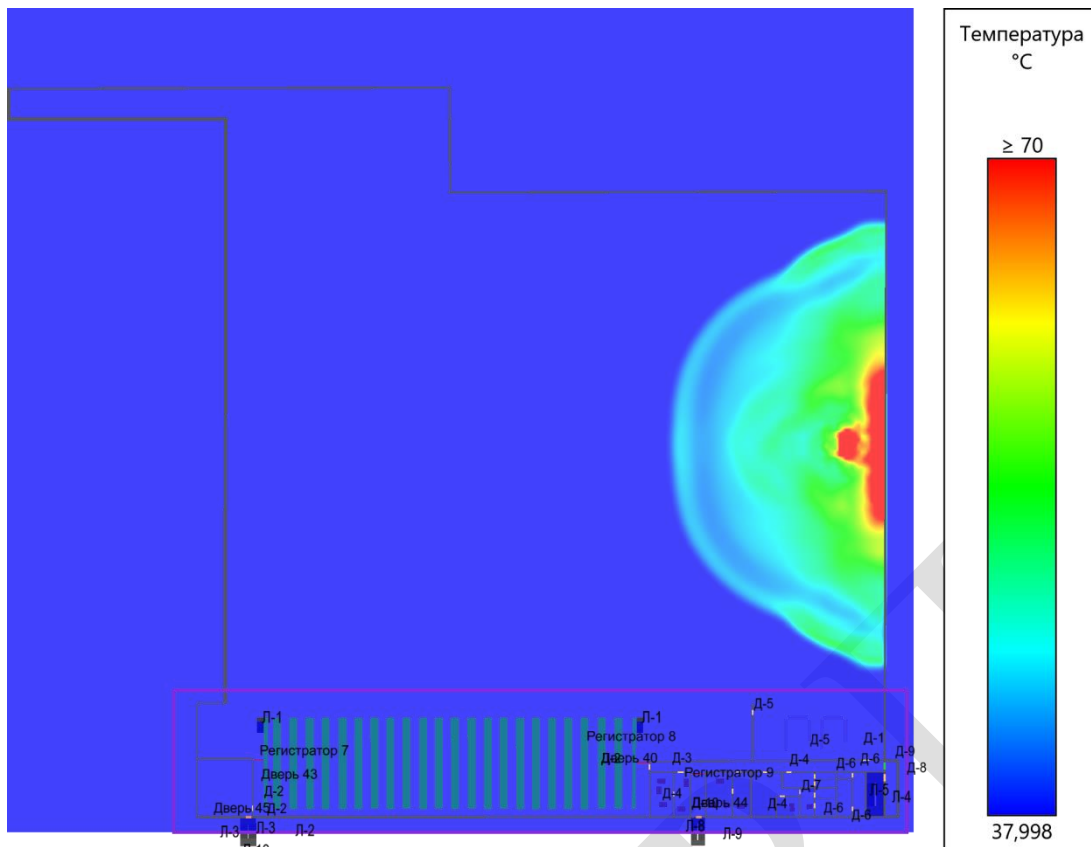


Рисунок 12. Антресоль на отм.6,15. Температура на высоте 1,7 м от уровня этажа.  
Время: 50,6 с.

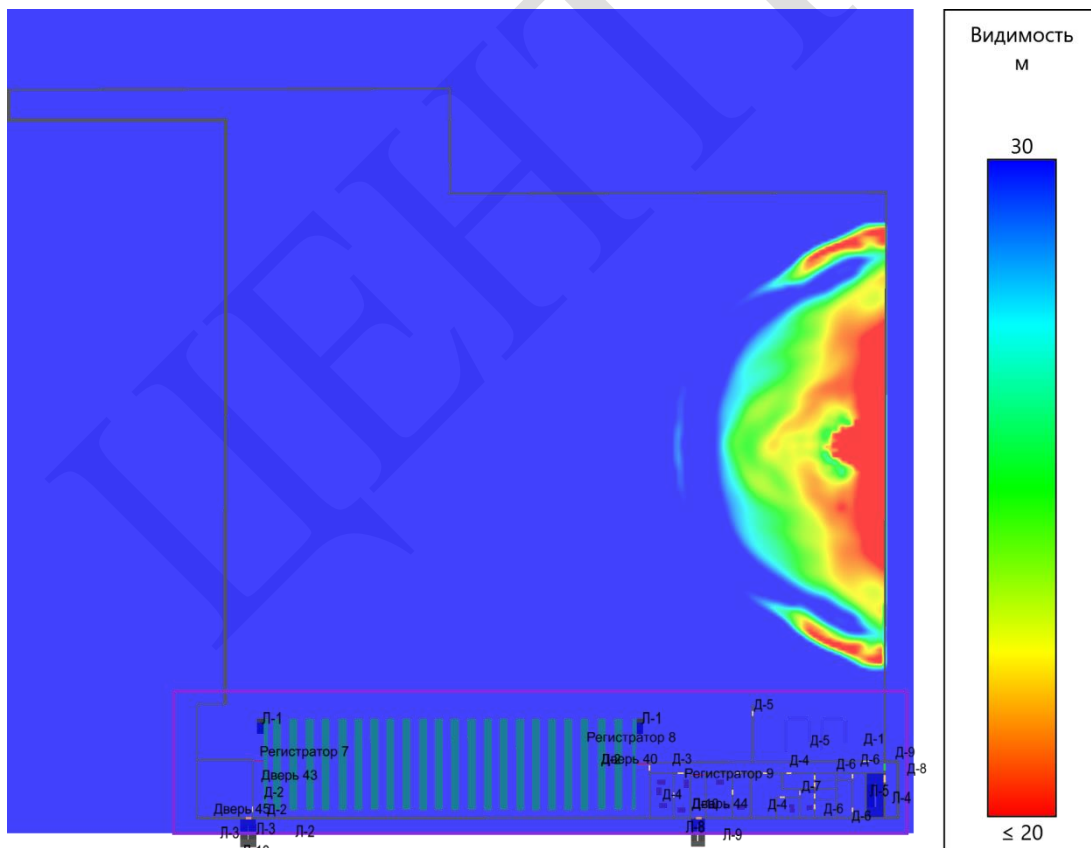


Рисунок 13. Антресоль на отм.6,15. Видимость на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 50,6 с.

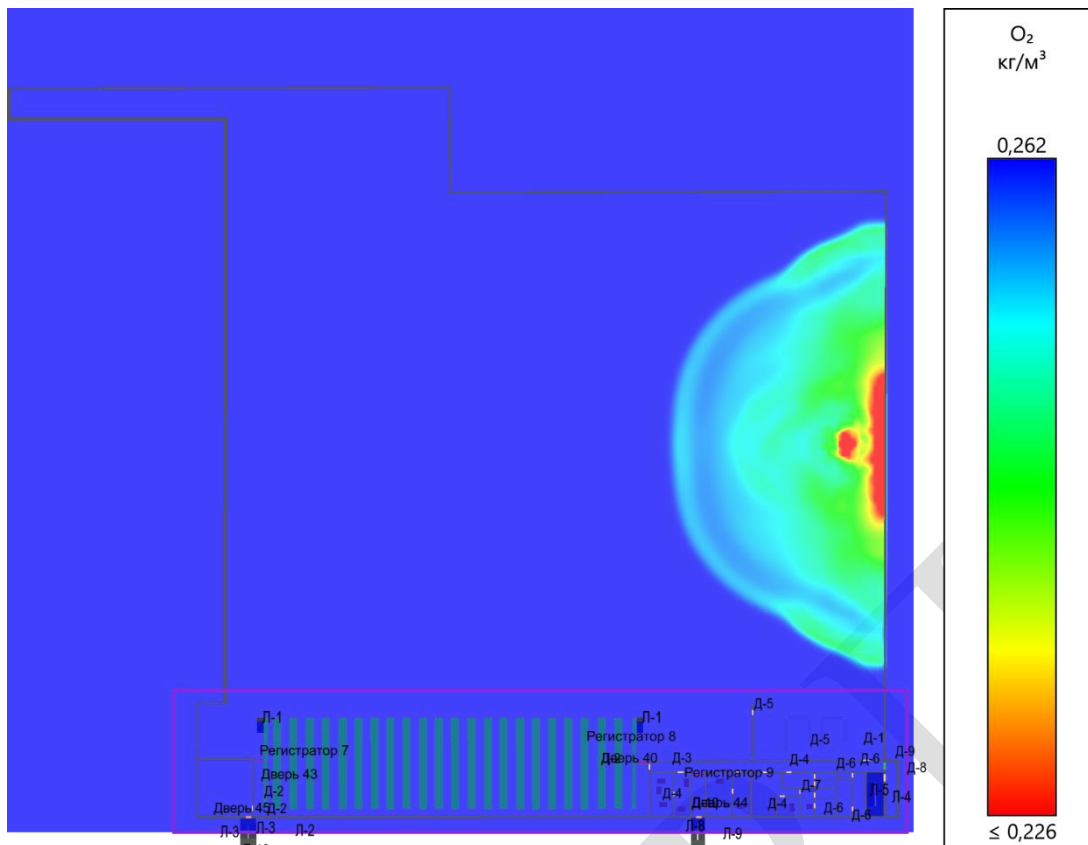


Рисунок 14. Антресоль на отм.6,15. O<sub>2</sub> на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 50,6 с.

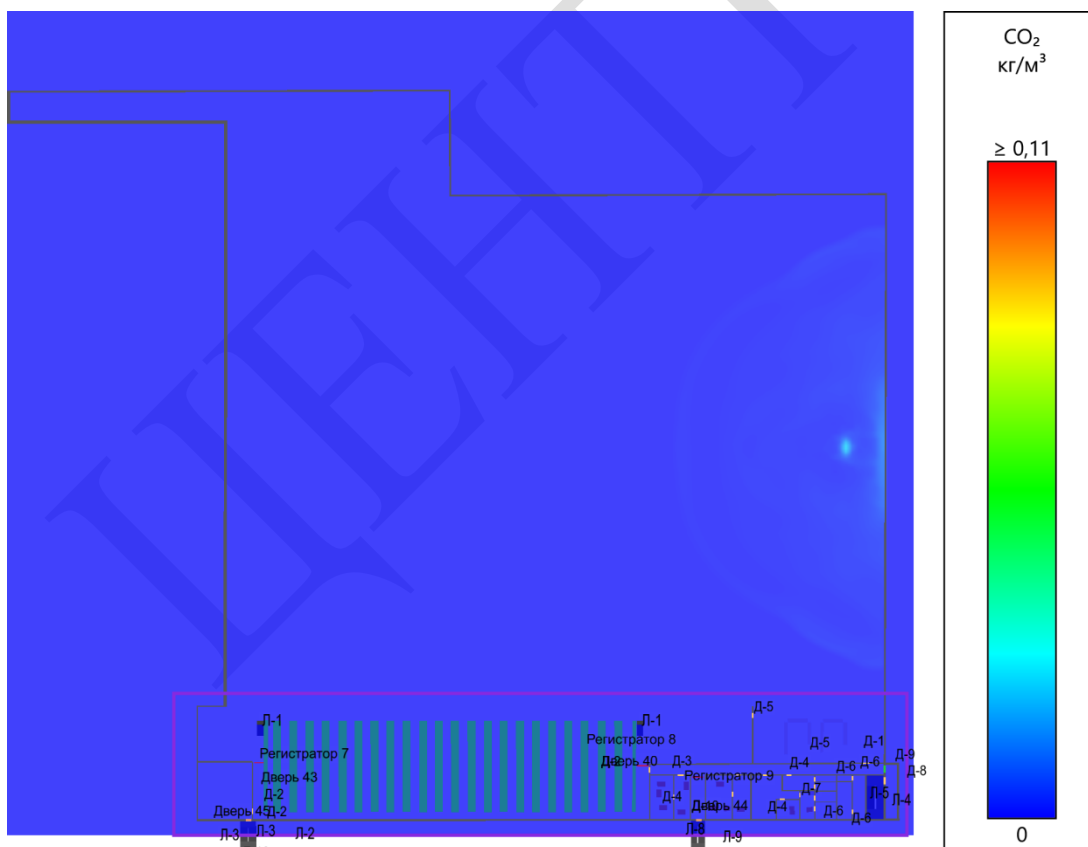


Рисунок 15. Антресоль на отм.6,15. CO<sub>2</sub> на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 50,6 с.

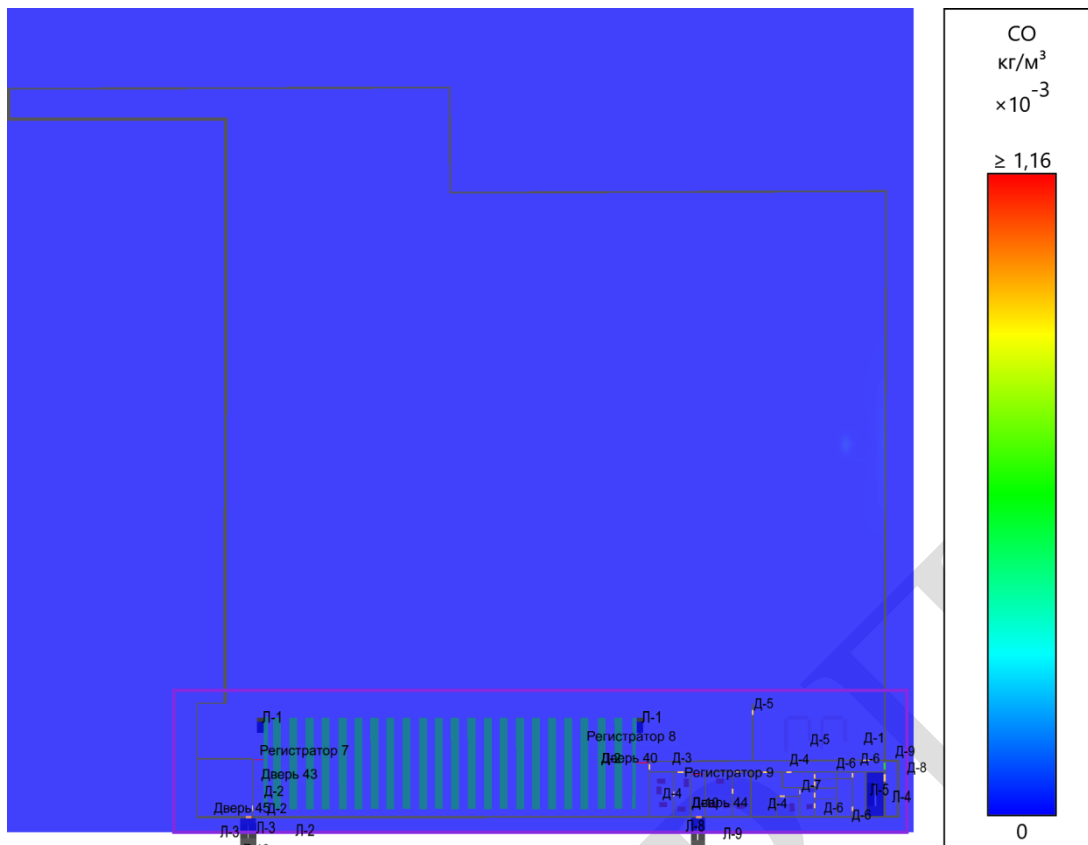


Рисунок 16. Антресоль на отм.6,15. СО на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 50,6 с.

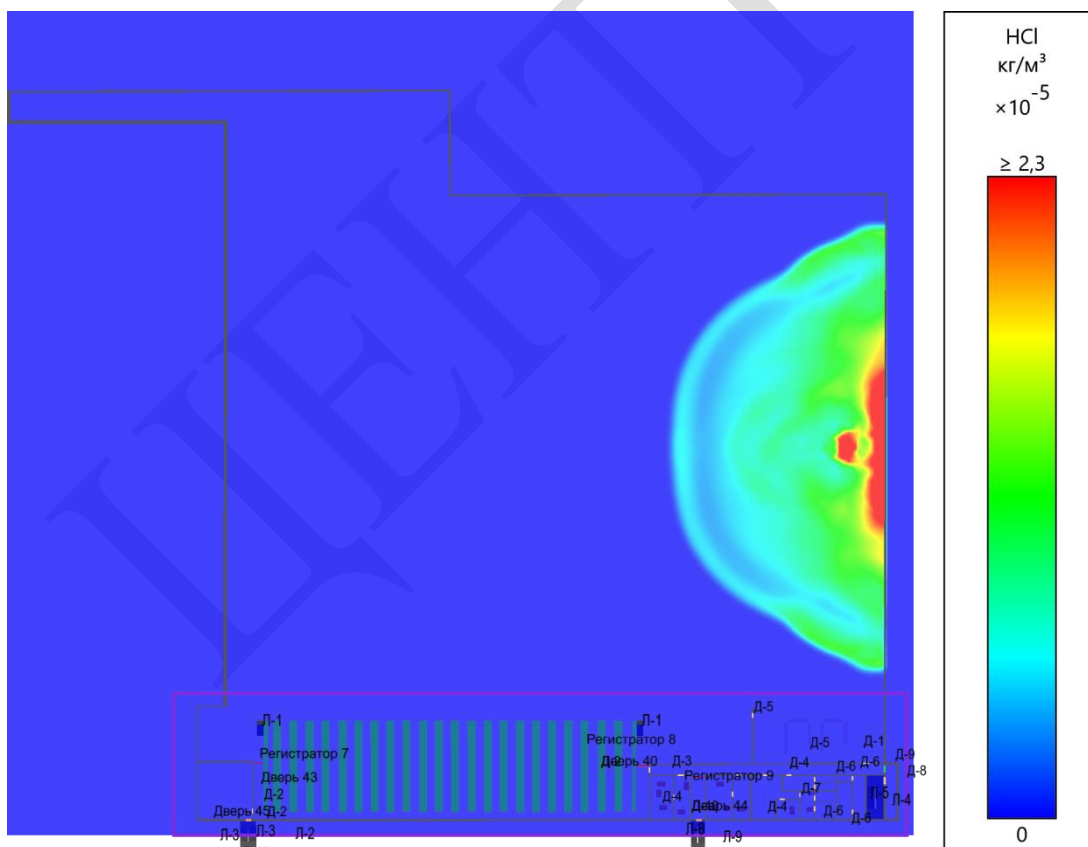
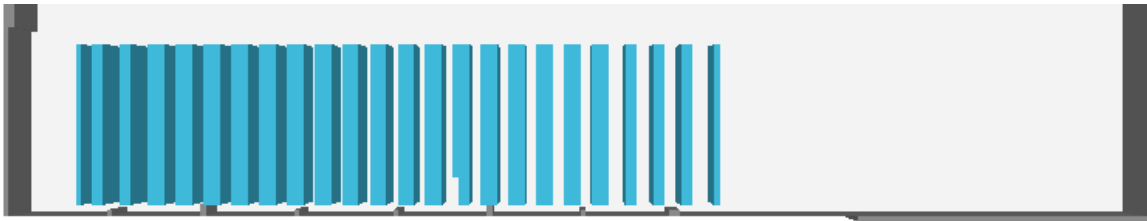


Рисунок 17. Антресоль на отм.6,15. HCl на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 50,6 с.





Time: 50.4



Рисунок 18. Мезонин. Распространение дыма через 50,6 с после начала пожара.

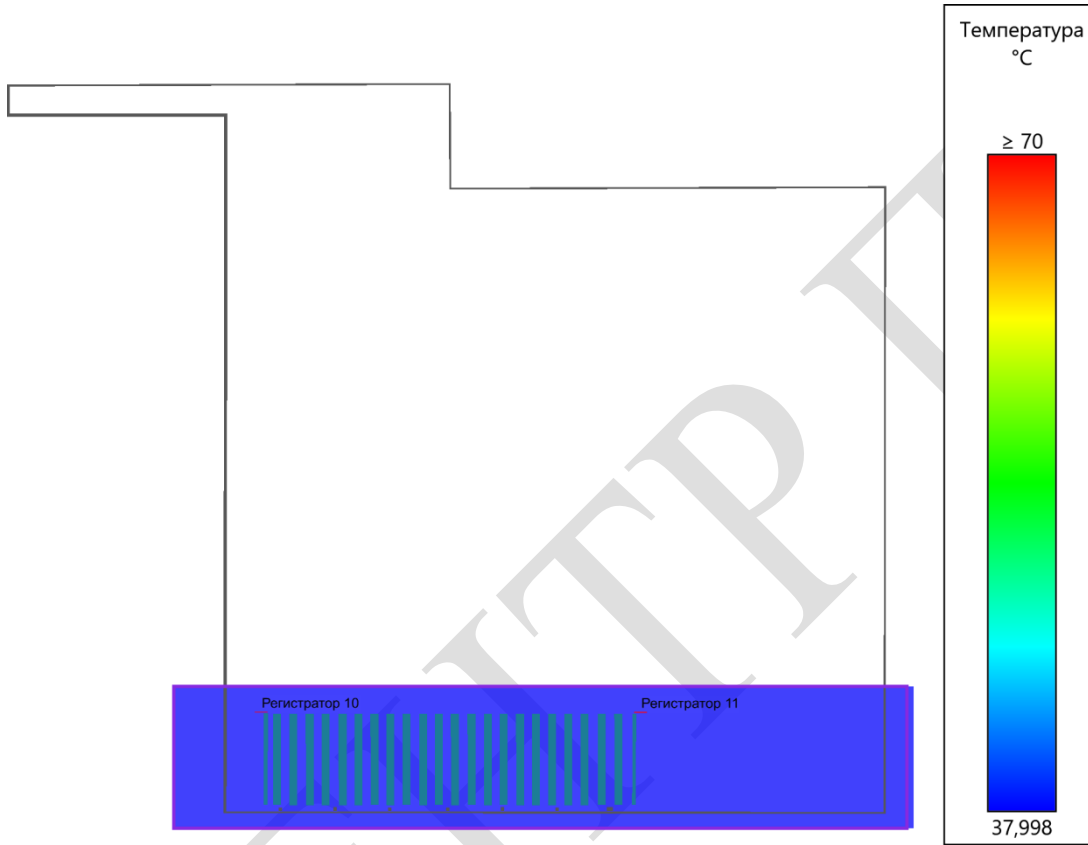


Рисунок 19. Мезонин. Температура на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 50,6 с.

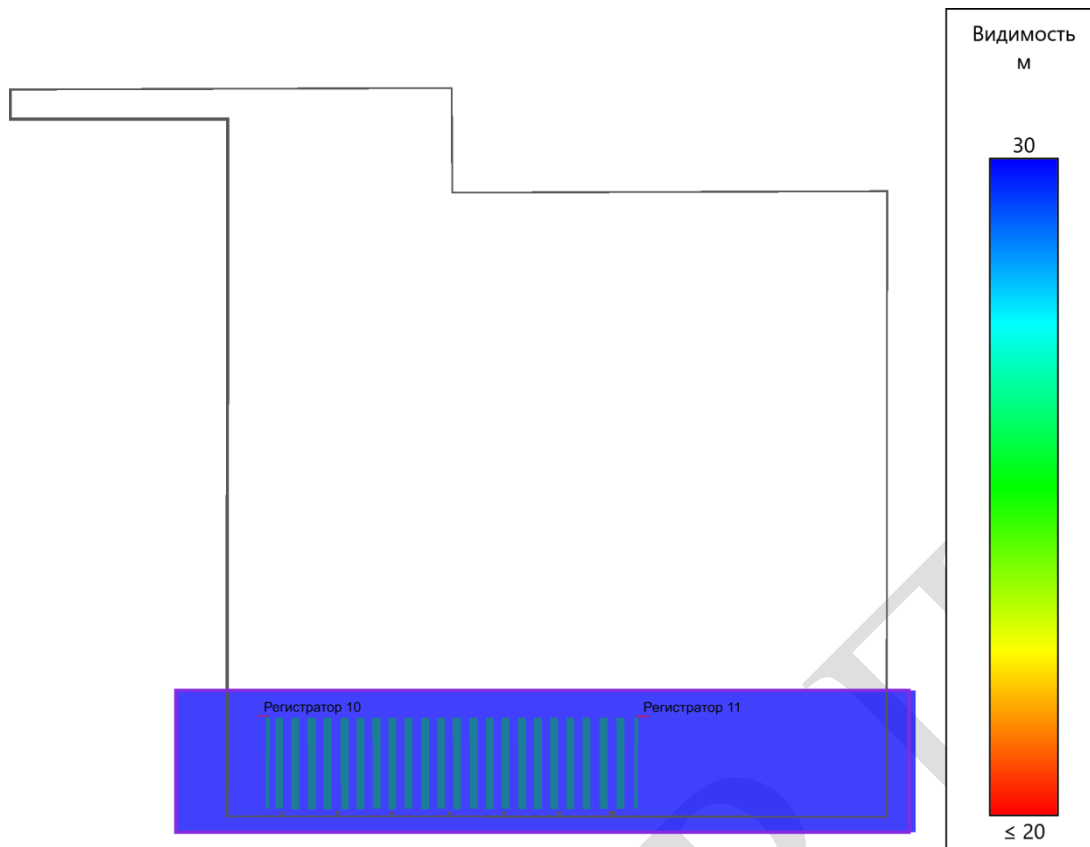


Рисунок 20. Мезонин. Видимость на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 50,6 с.

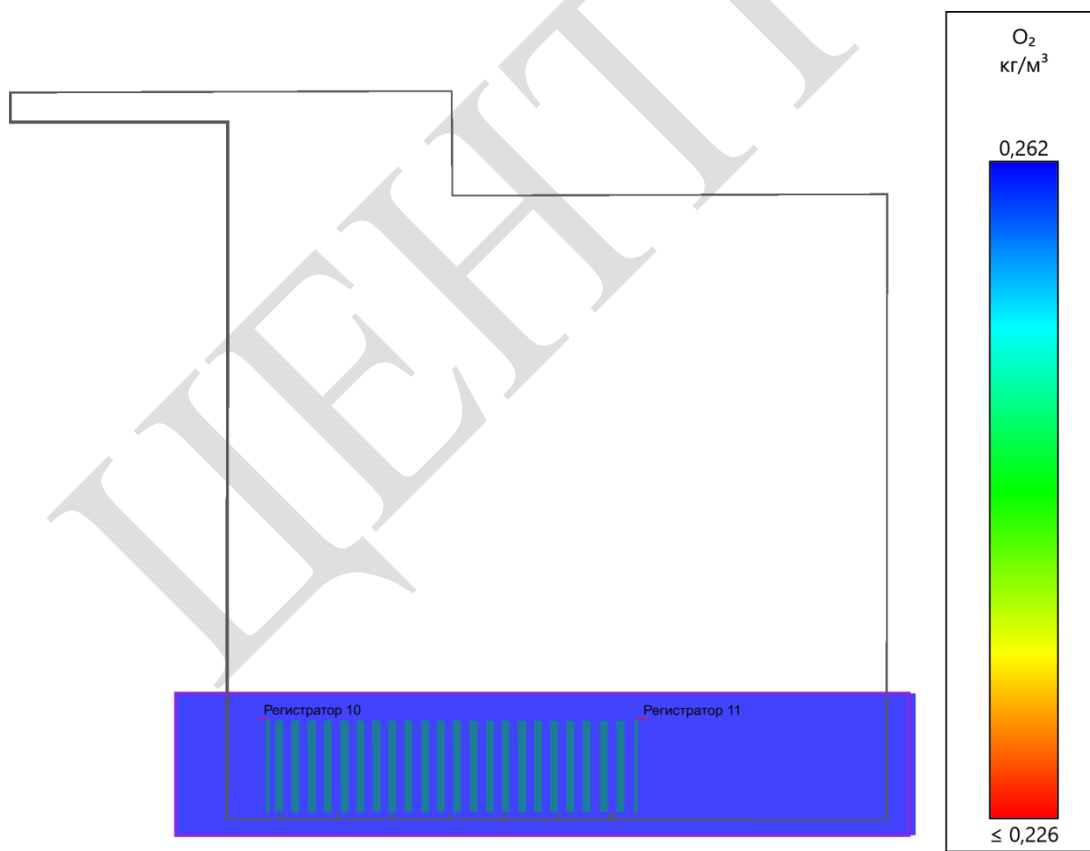


Рисунок 21. Мезонин. O<sub>2</sub> на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 50,6 с.

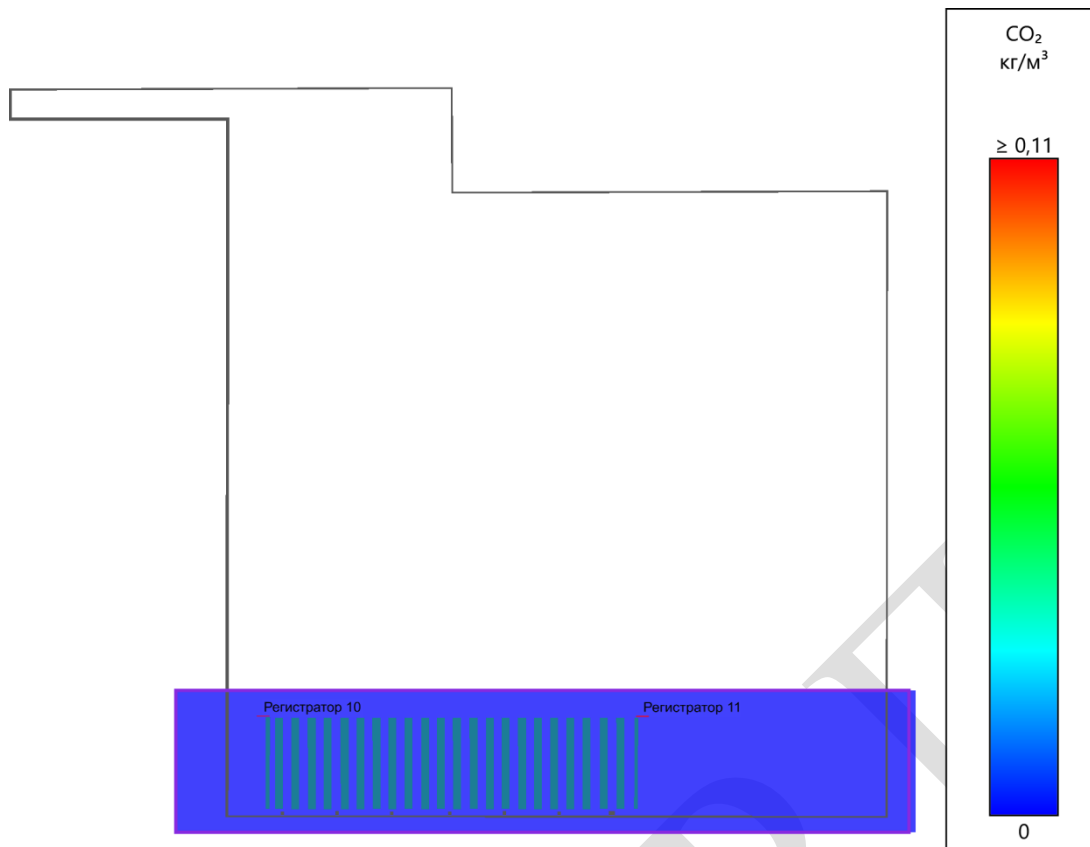


Рисунок 22. Мезонин. CO<sub>2</sub> на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 50,6 с.

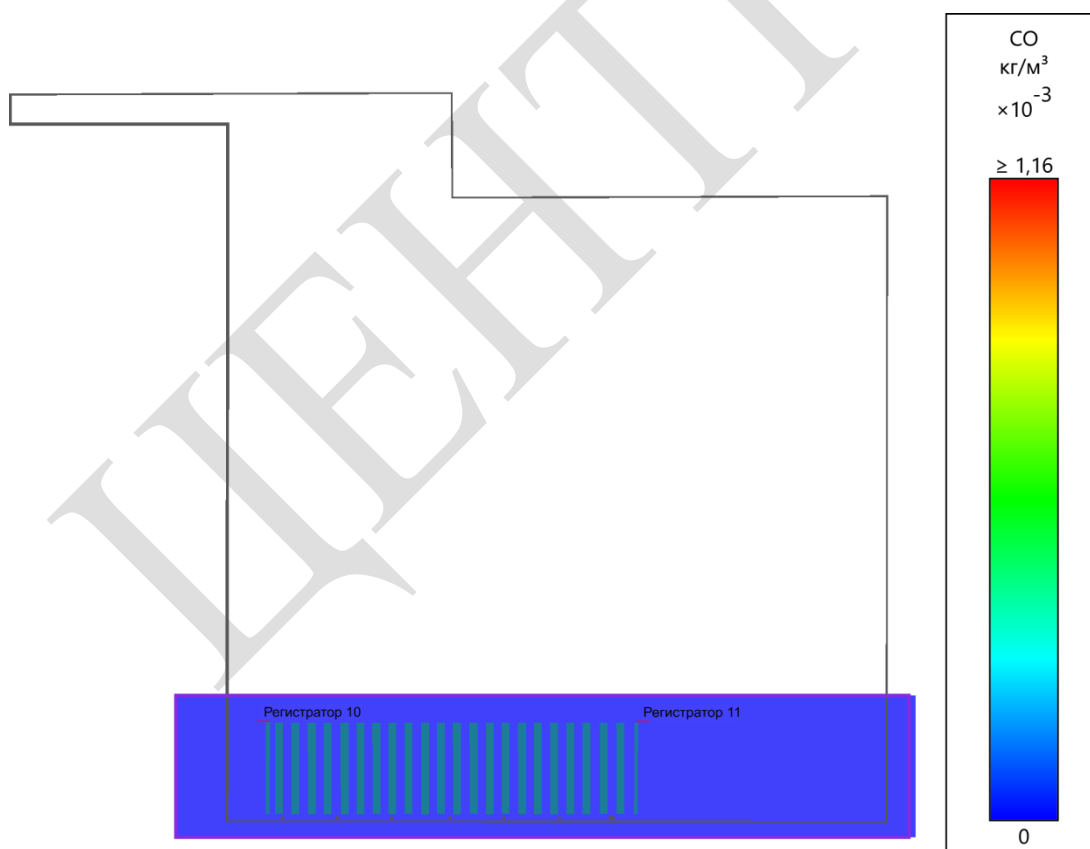


Рисунок 23. Мезонин. CO на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 50,6 с.

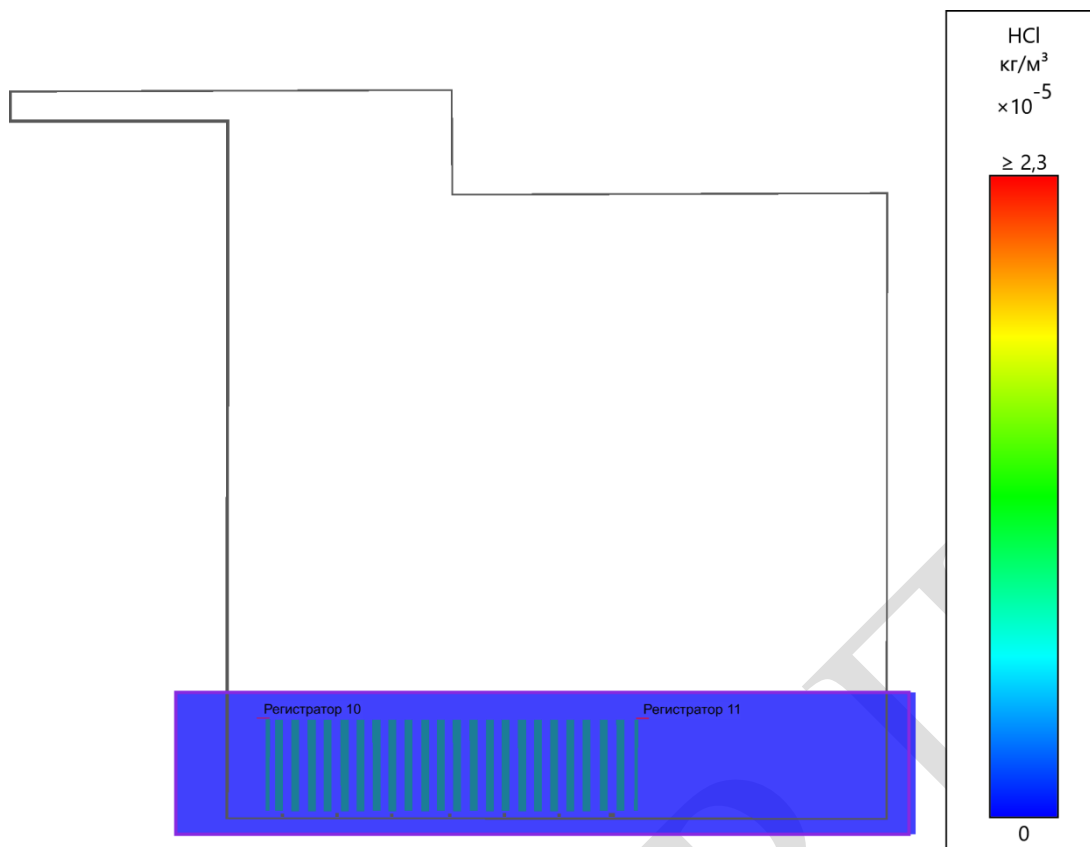


Рисунок 24. Мезонин. HCl на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 50,6 с.

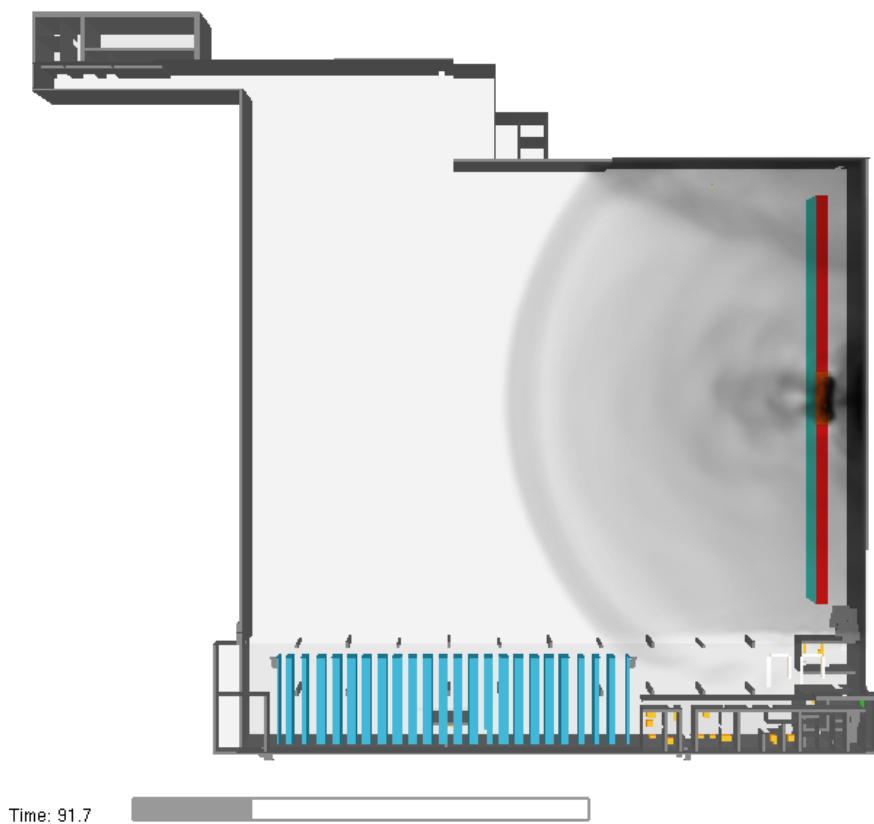


Рисунок 25. Этаж 1. Распространение дыма через 91,8 с после начала пожара.

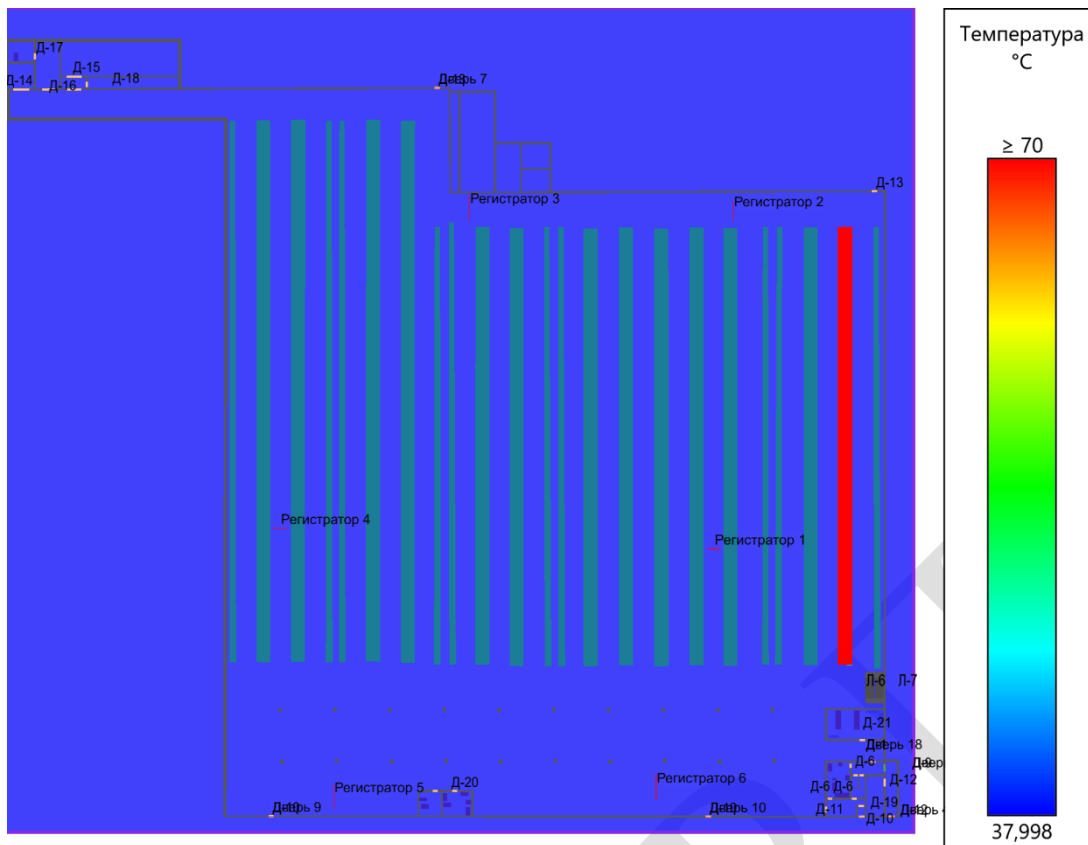


Рисунок 26. Этаж 1. Температура на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 91,8 с.

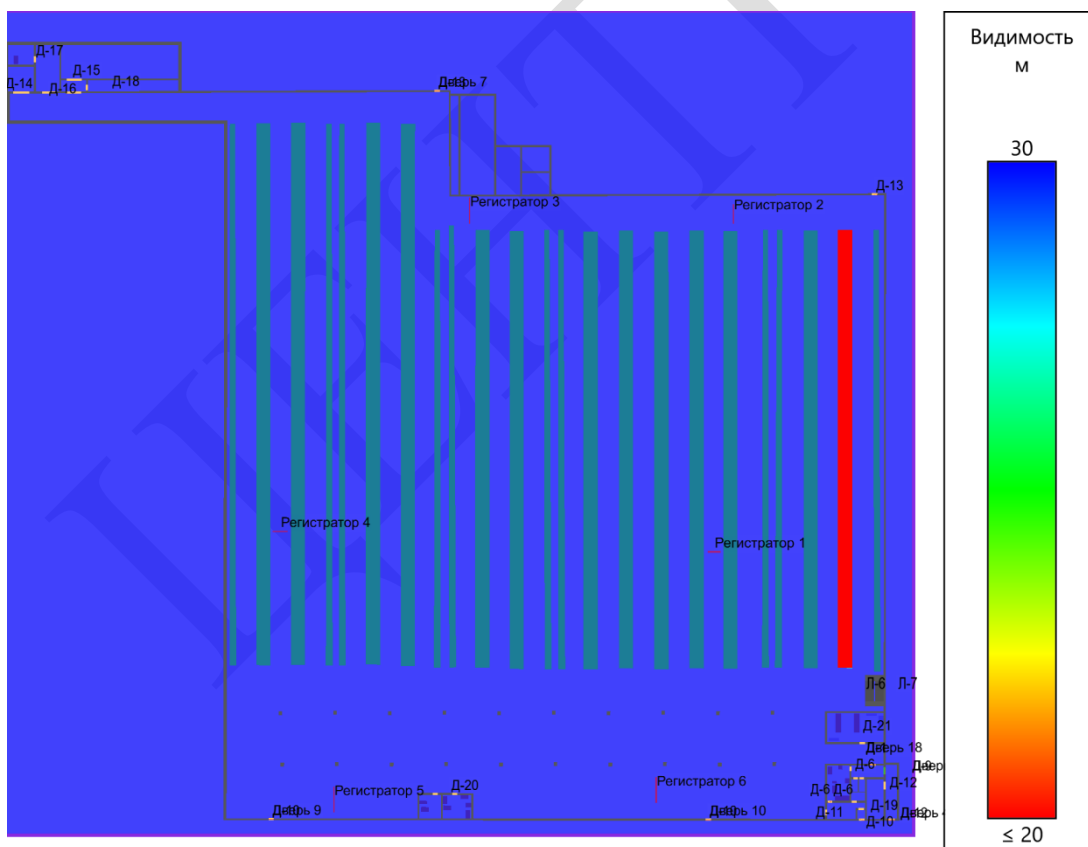


Рисунок 27. Этаж 1. Видимость на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 91,8 с.

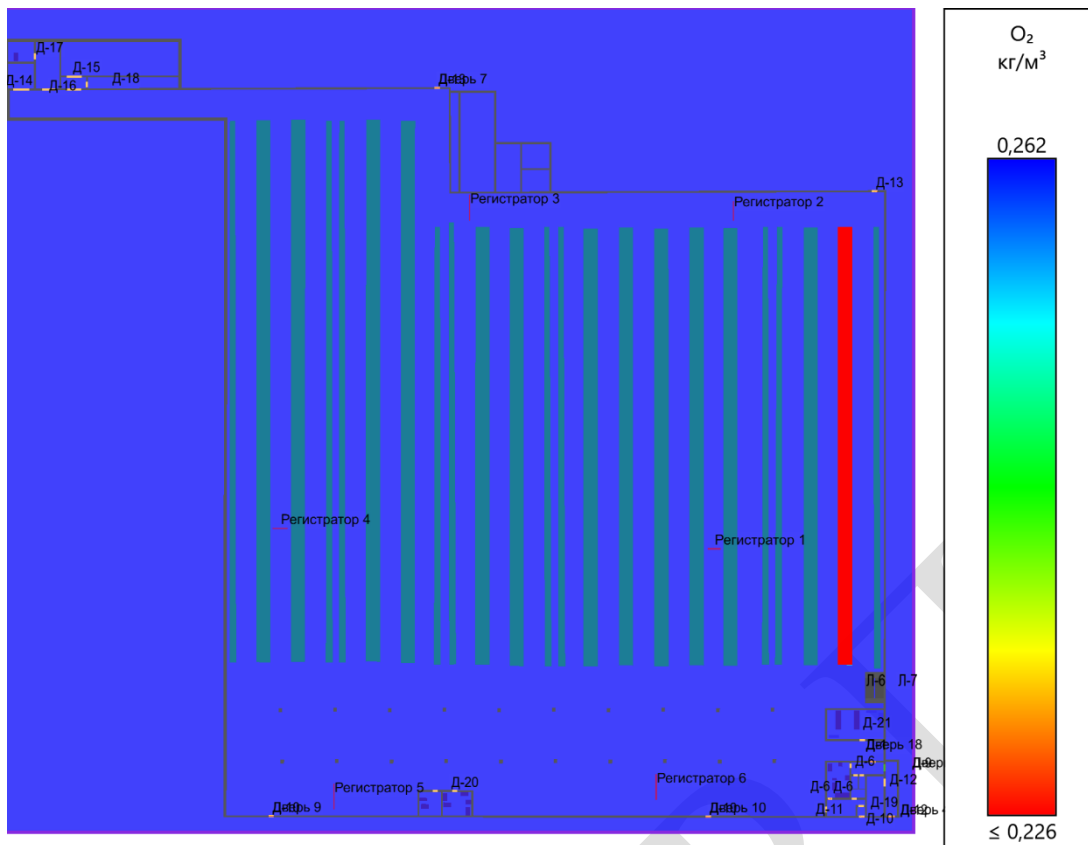


Рисунок 28. Этаж 1.  $O_2$  на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 91,8 с.

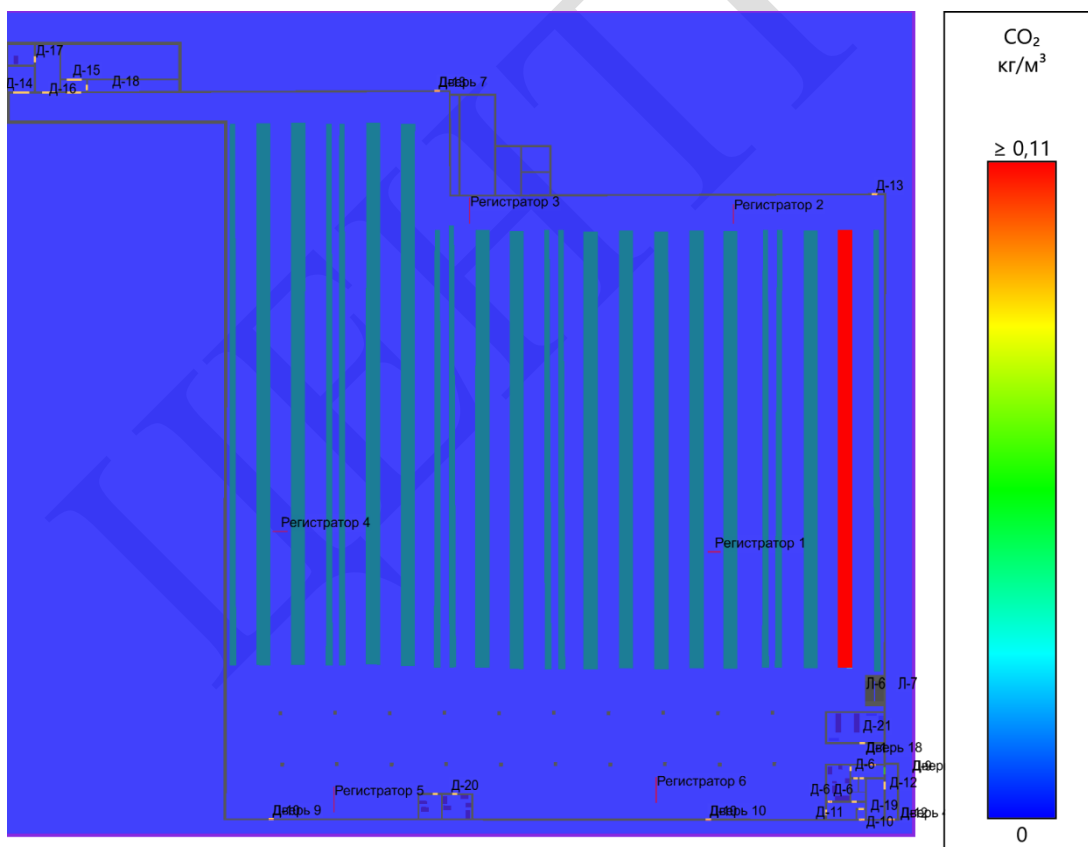


Рисунок 29. Этаж 1.  $CO_2$  на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 91,8 с.

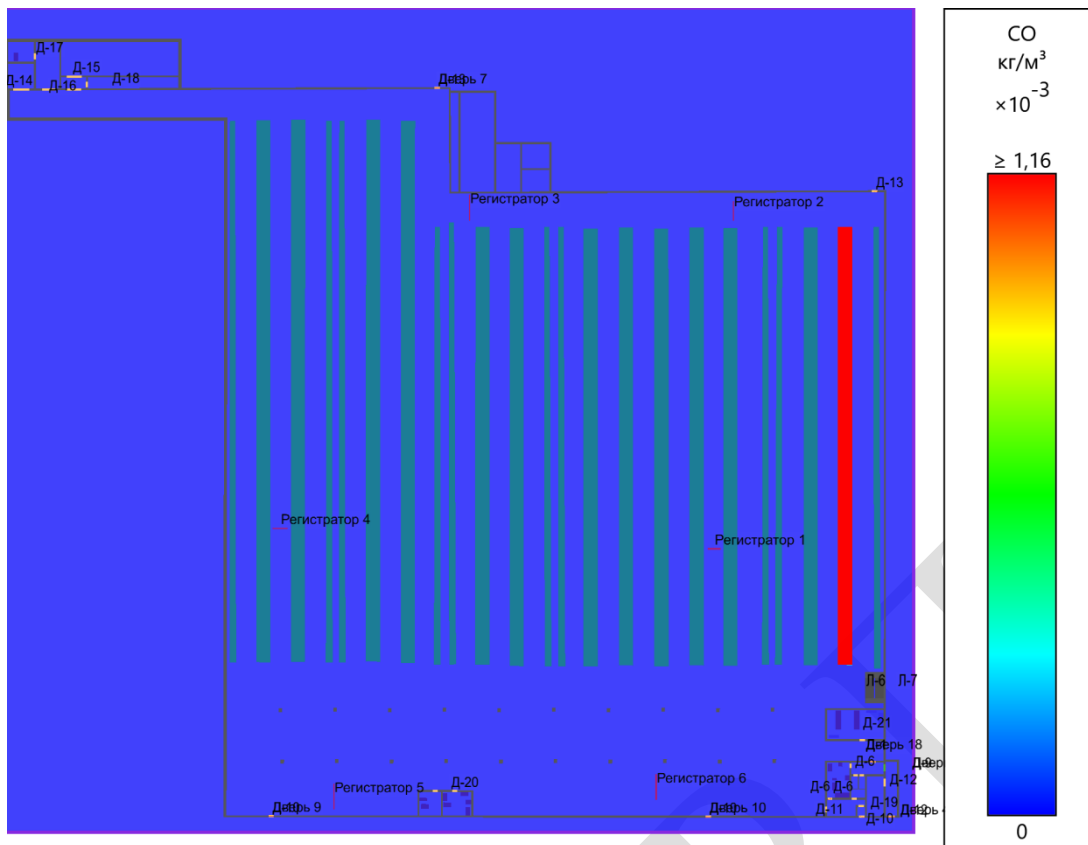


Рисунок 30. Этаж 1. СО на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 91,8 с.

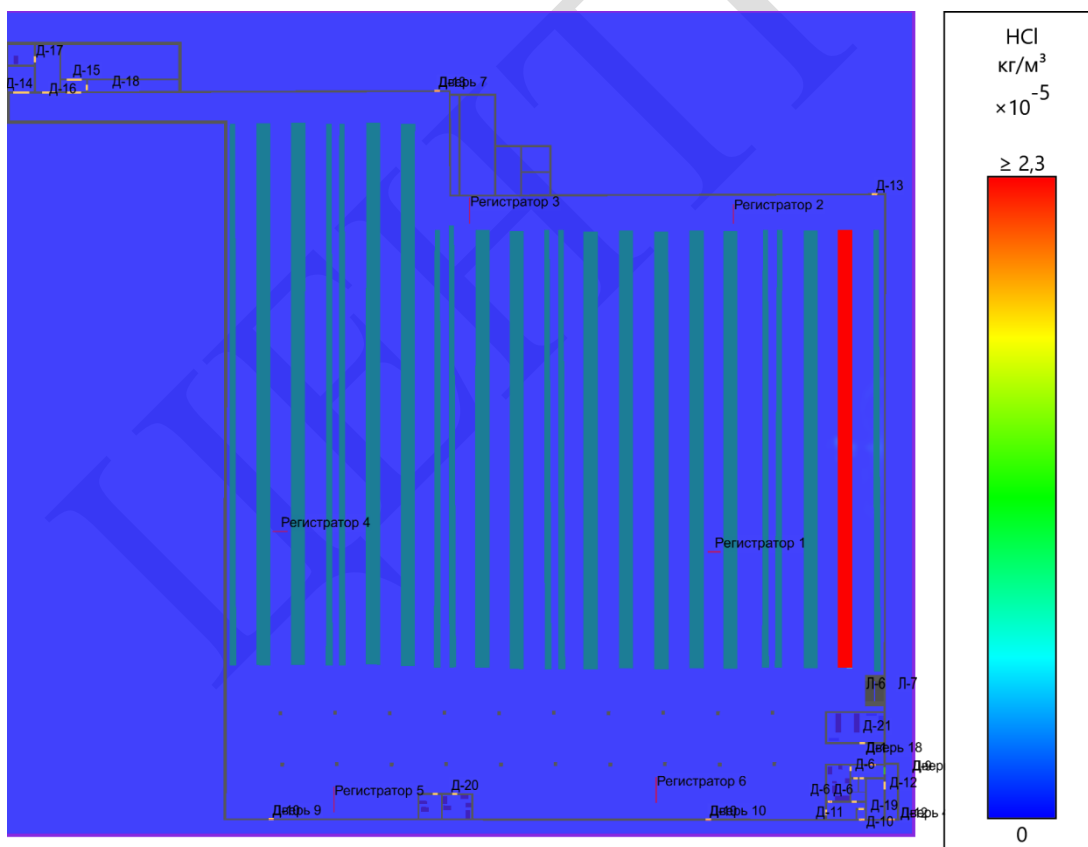
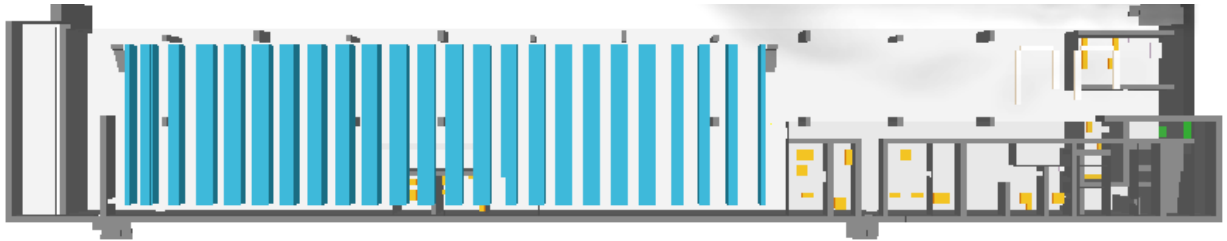


Рисунок 31. Этаж 1. HCl на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 91,8 с.



Time: 91.7

Рисунок 32. Антресоль на отм.6,15. Распространение дыма через 91,8 с после начала пожара.

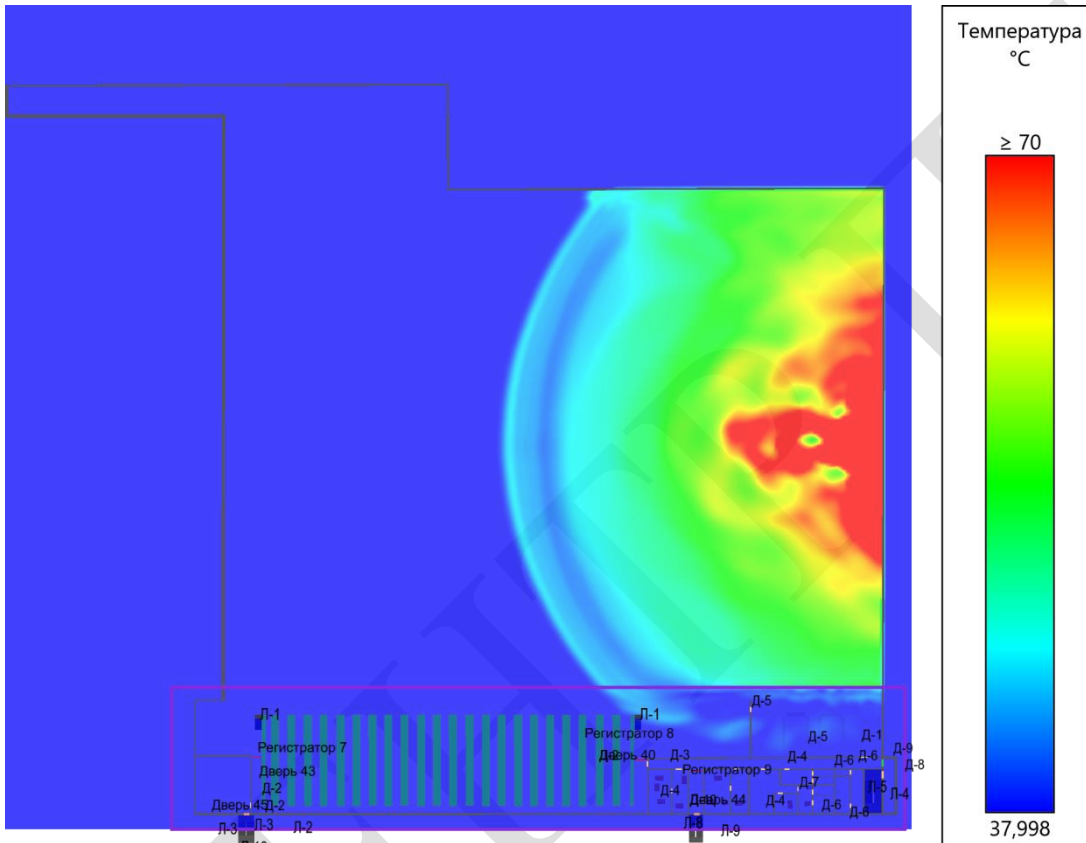


Рисунок 33. Антресоль на отм.6,15. Температура на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 91,8 с.



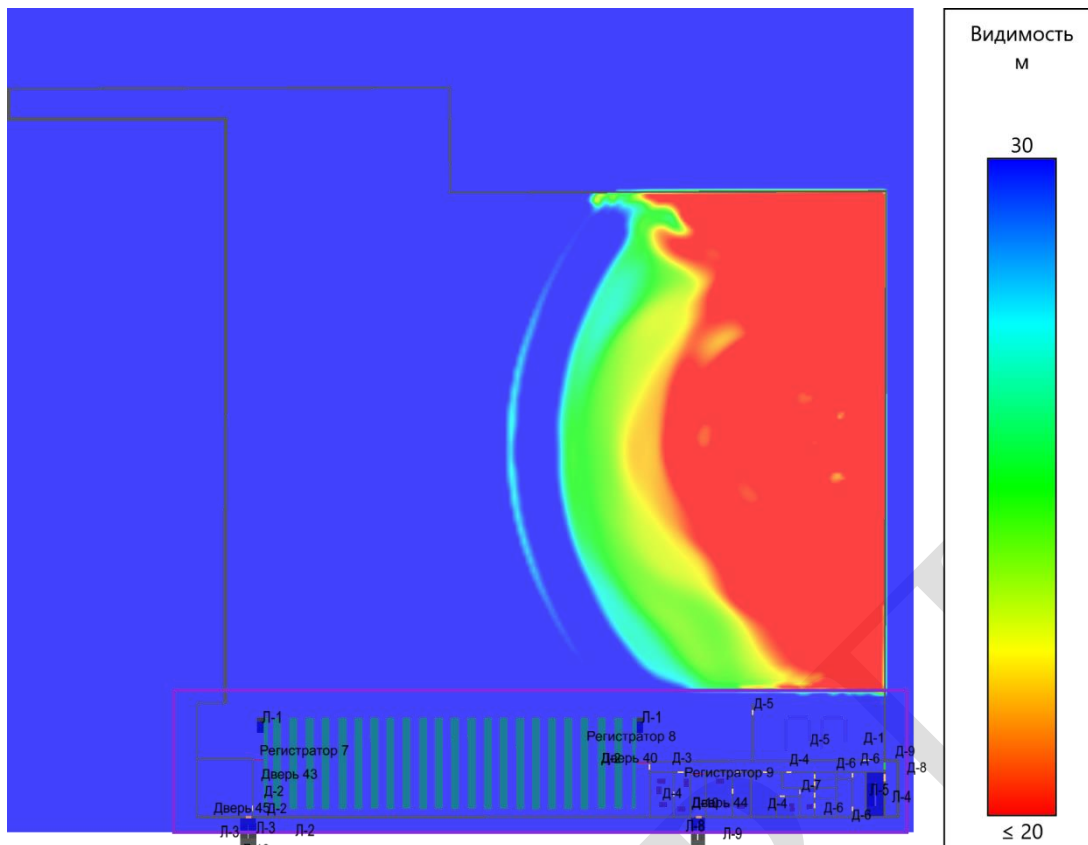


Рисунок 34. Антресоль на отм.6,15. Видимость на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 91,8 с.

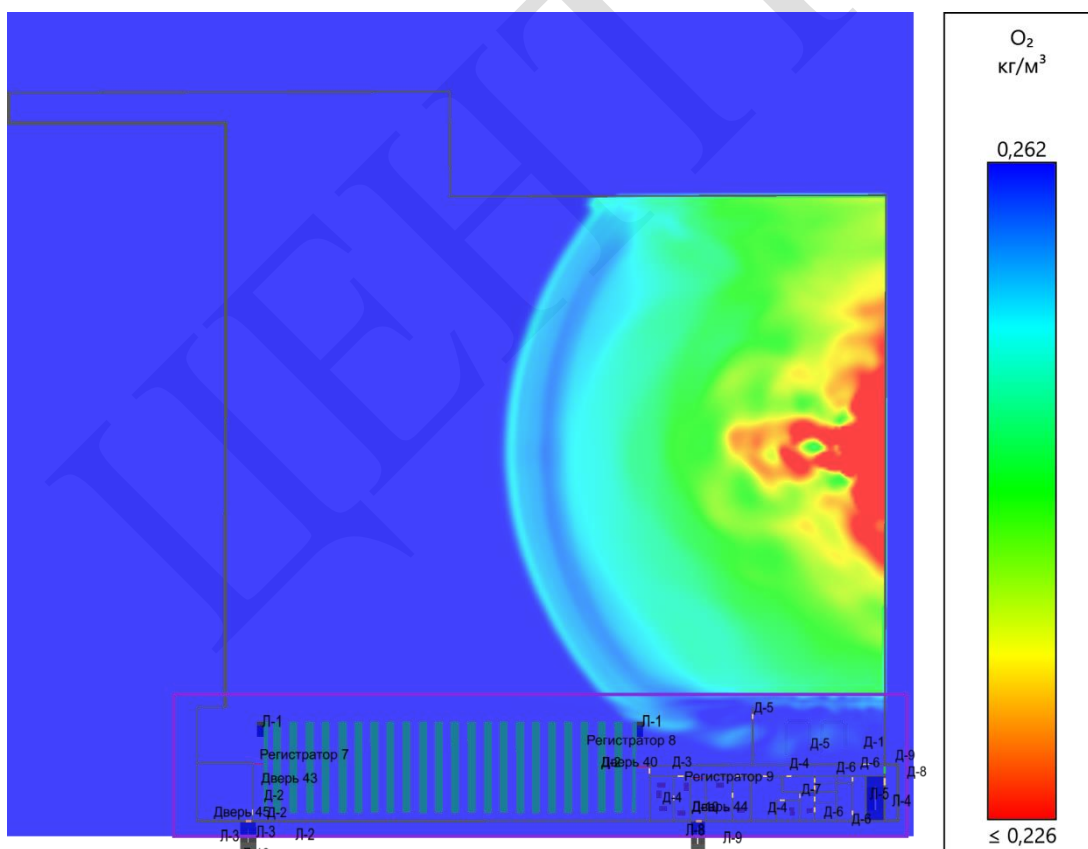


Рисунок 35. Антресоль на отм.6,15. O<sub>2</sub> на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 91,8 с.

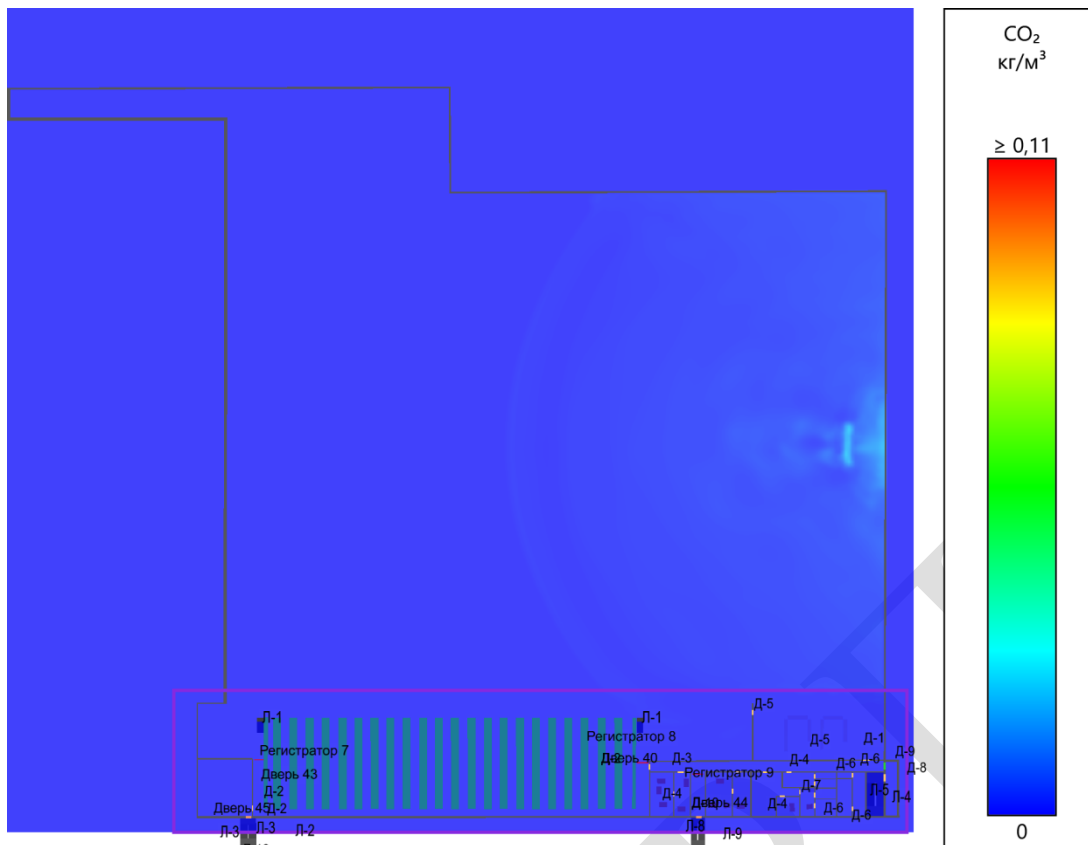


Рисунок 36. Антресоль на отм.6,15. CO<sub>2</sub> на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 91,8 с.

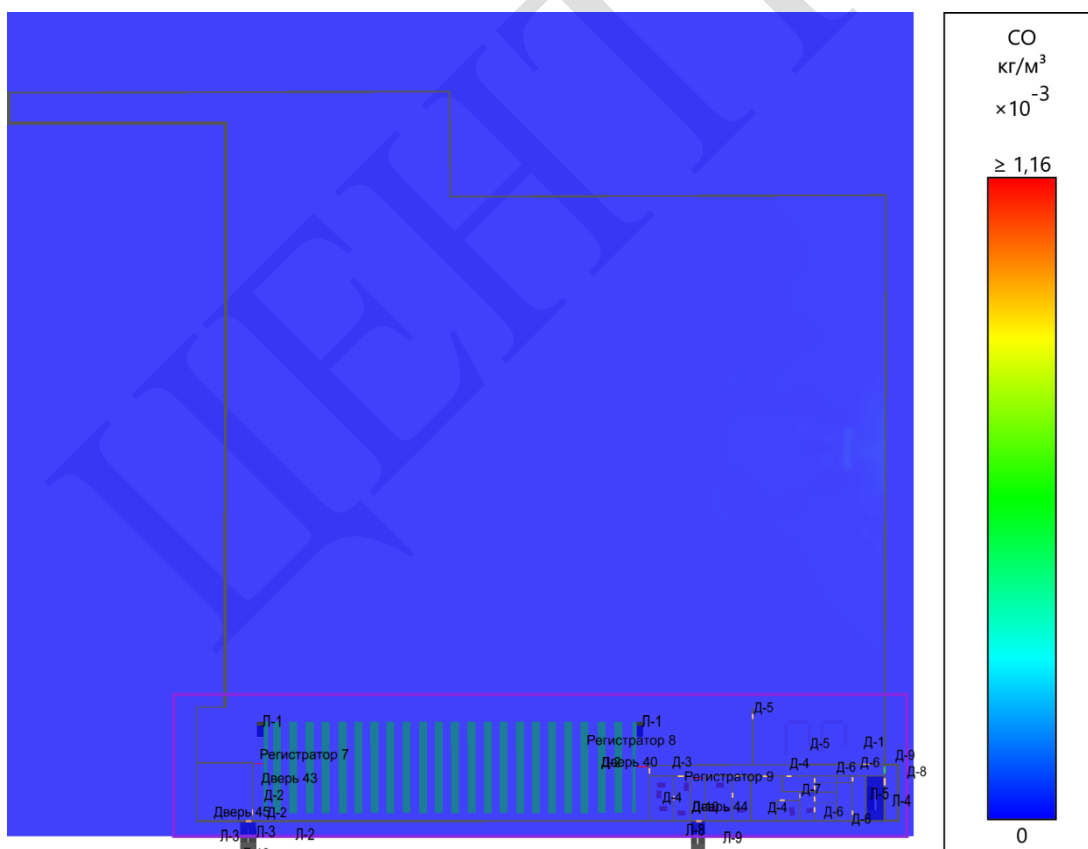


Рисунок 37. Антресоль на отм.6,15. CO на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 91,8 с.

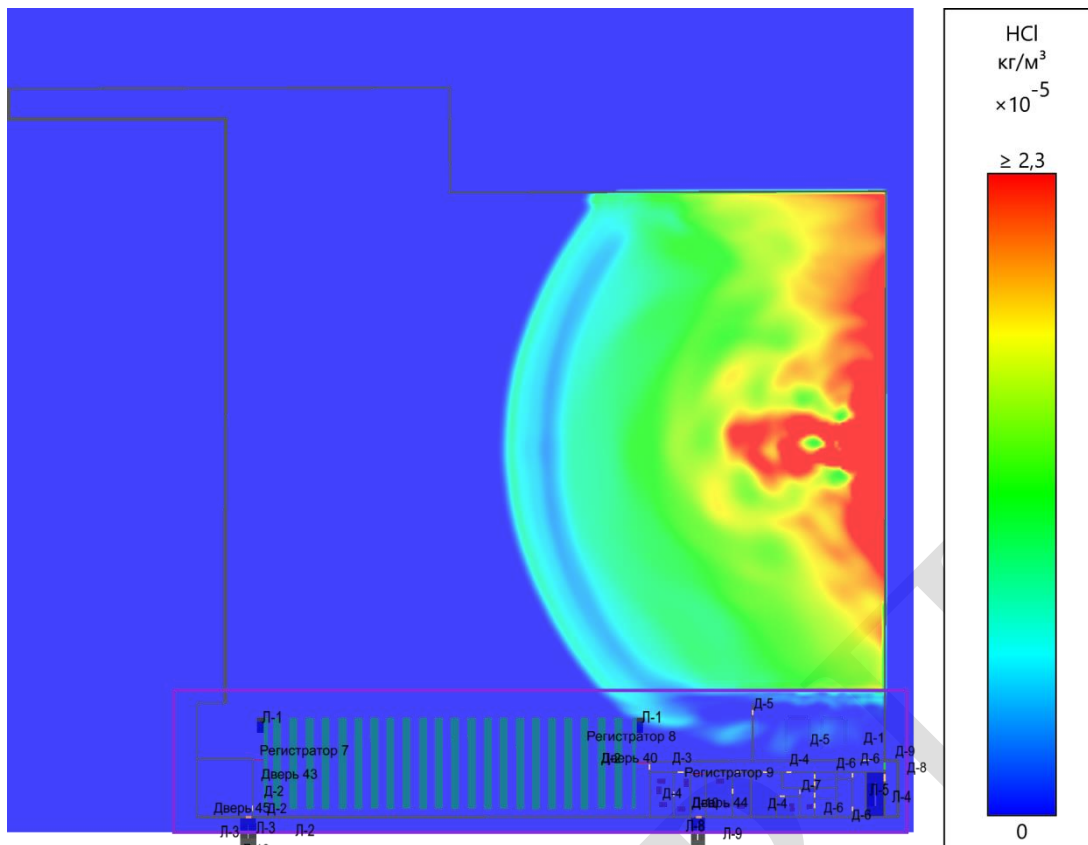
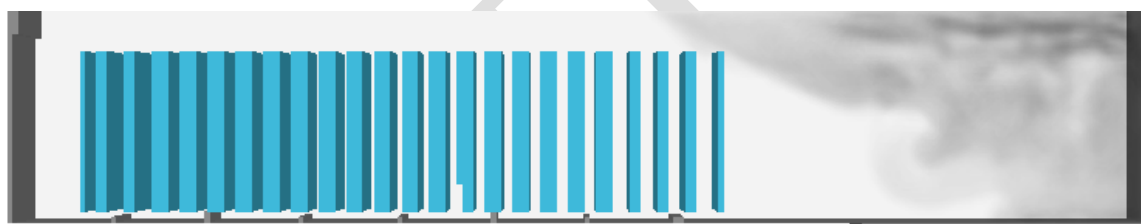


Рисунок 38. Антресоль на отм.6,15. HCl на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 91,8 с.



Time: 91.7

Рисунок 39. Мезонин. Распространение дыма через 91,8 с после начала пожара.

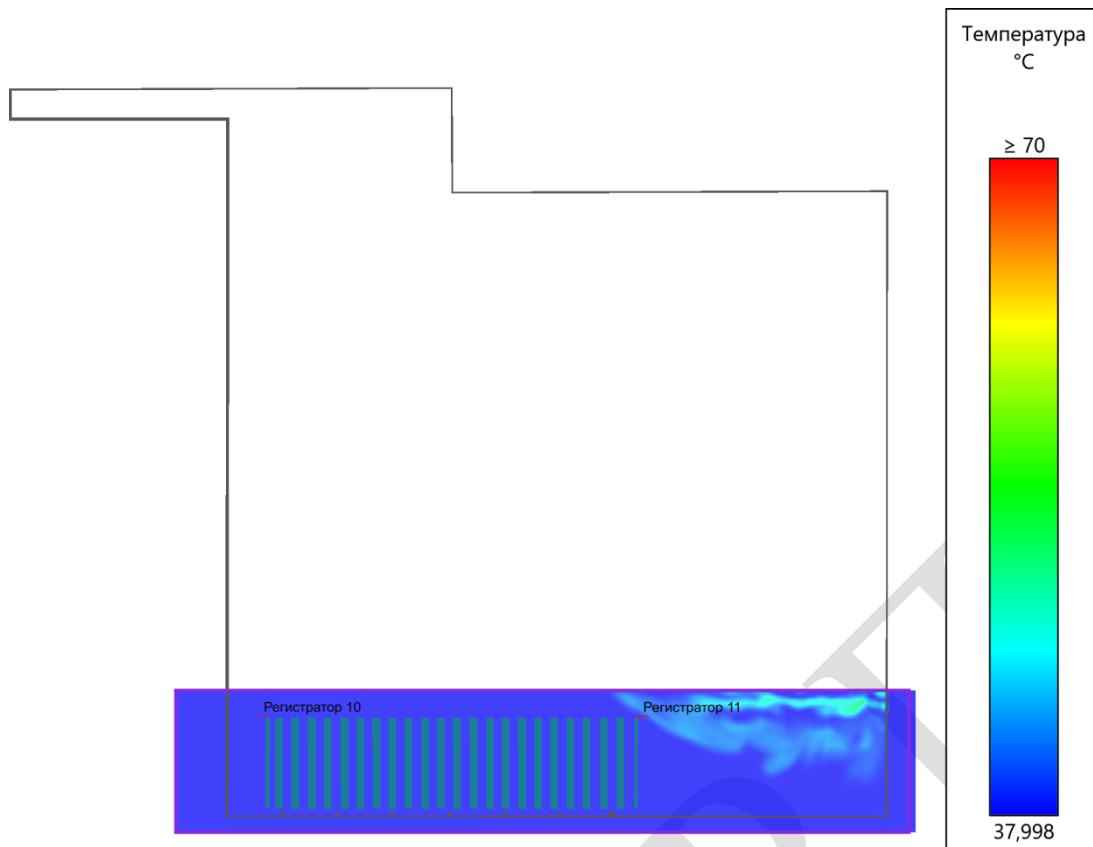


Рисунок 40. Мезонин. Температура на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 91,8 с.

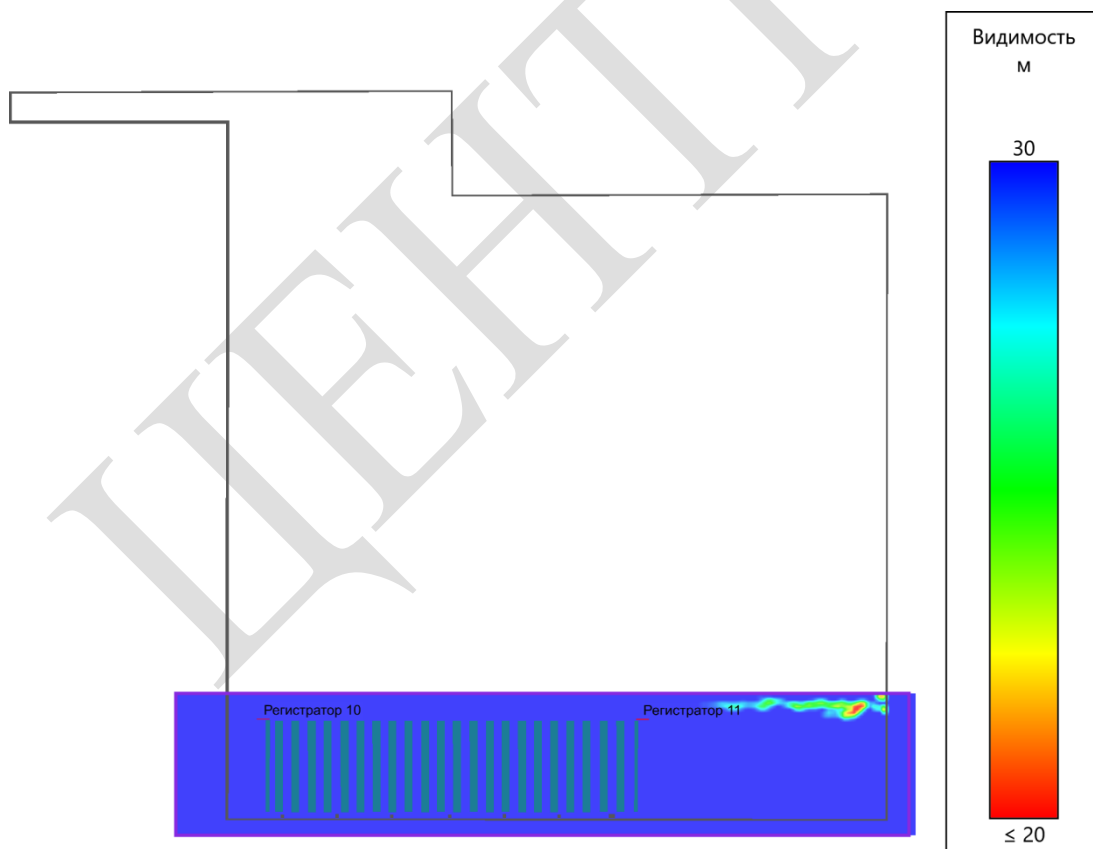


Рисунок 41. Мезонин. Видимость на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 91,8 с.

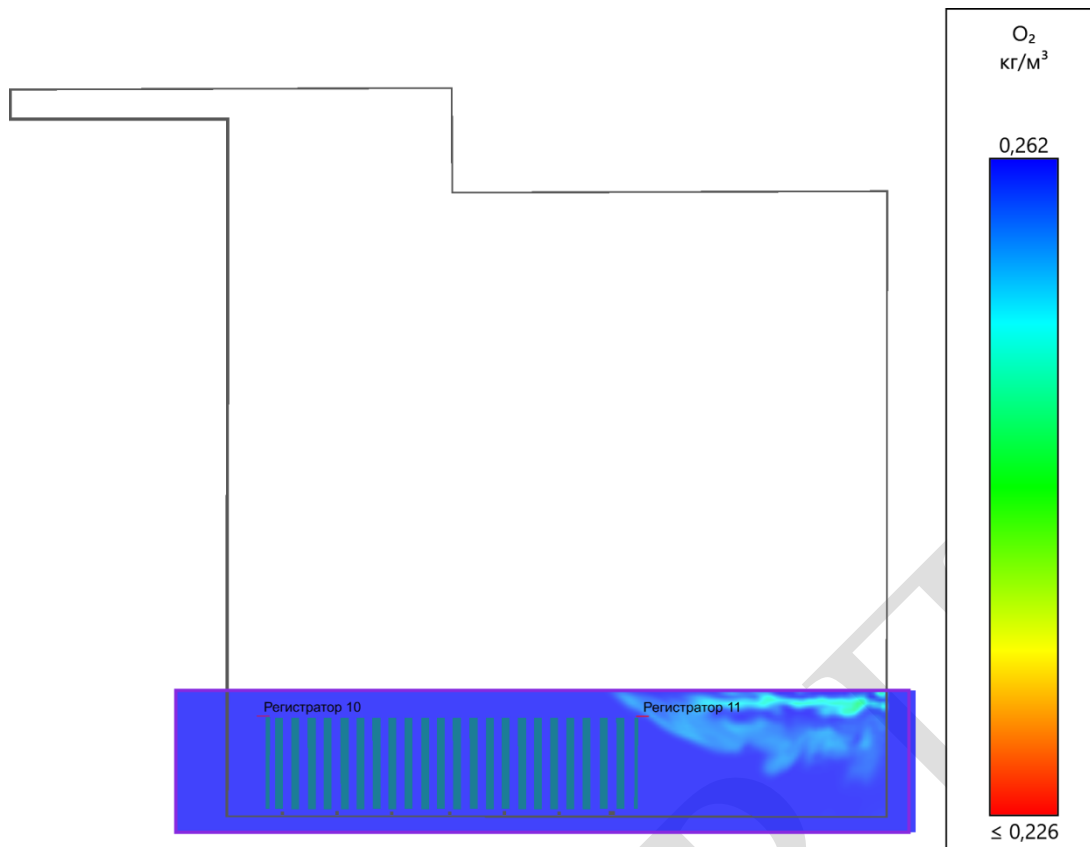


Рисунок 42. Мезонин.  $O_2$  на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 91,8 с.

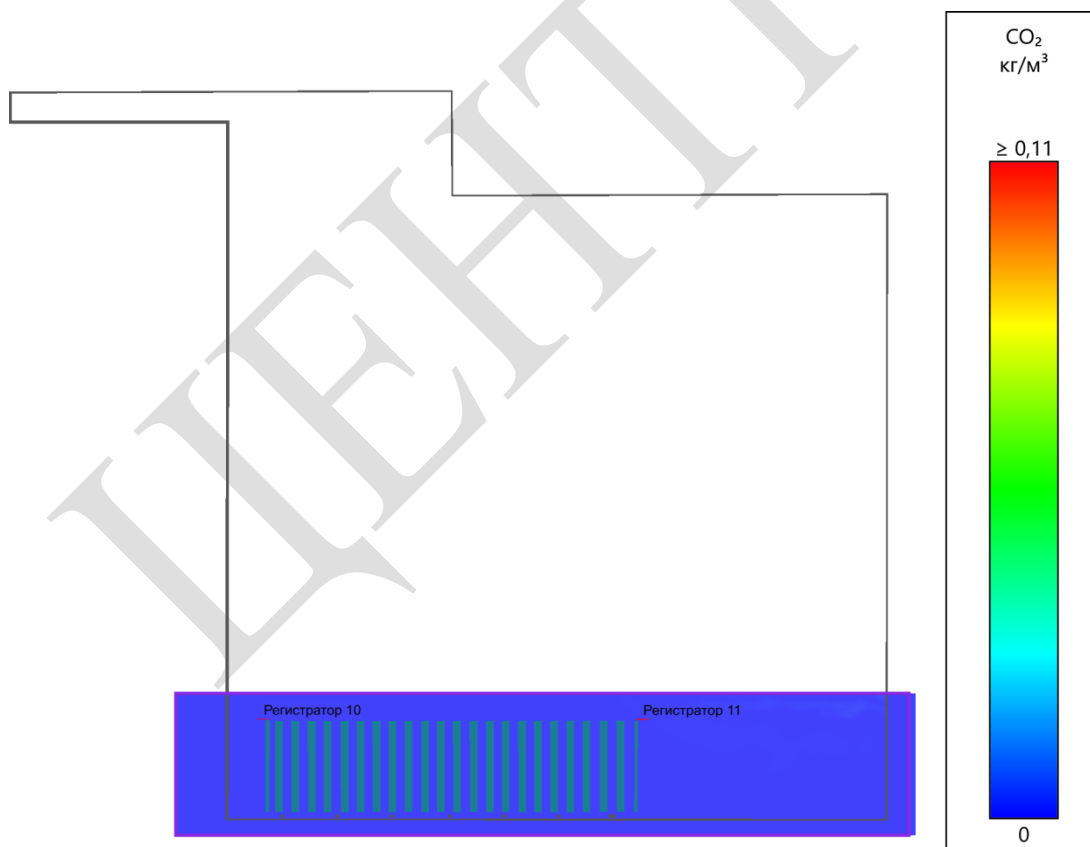


Рисунок 43. Мезонин.  $CO_2$  на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 91,8 с.

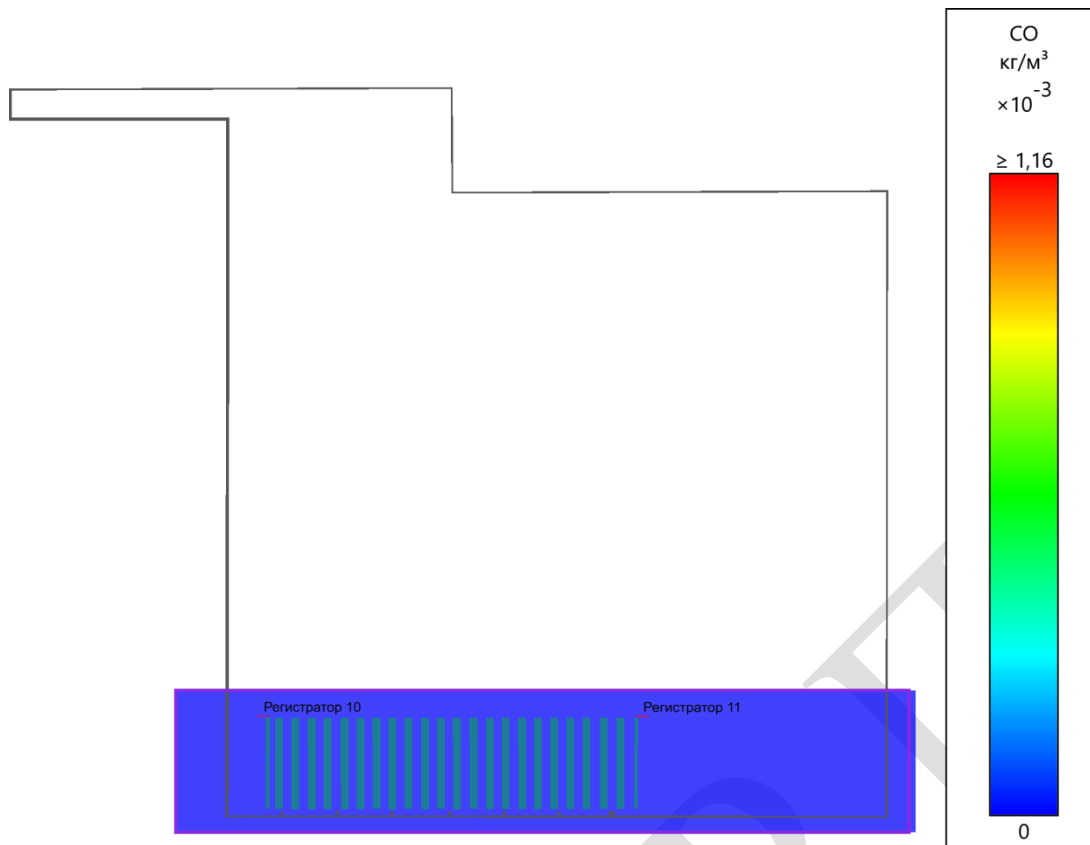


Рисунок 44. Мезонин. СО на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 91,8 с.

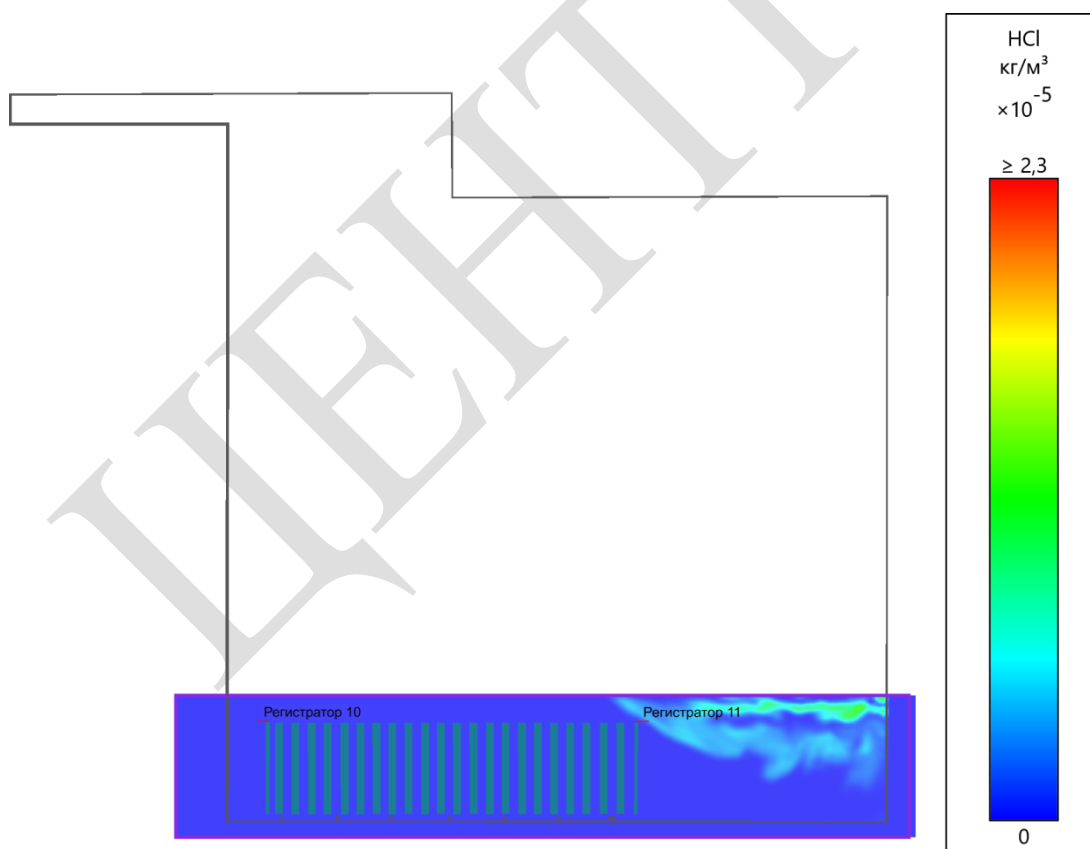


Рисунок 45. Мезонин. HCl на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 91,8 с.

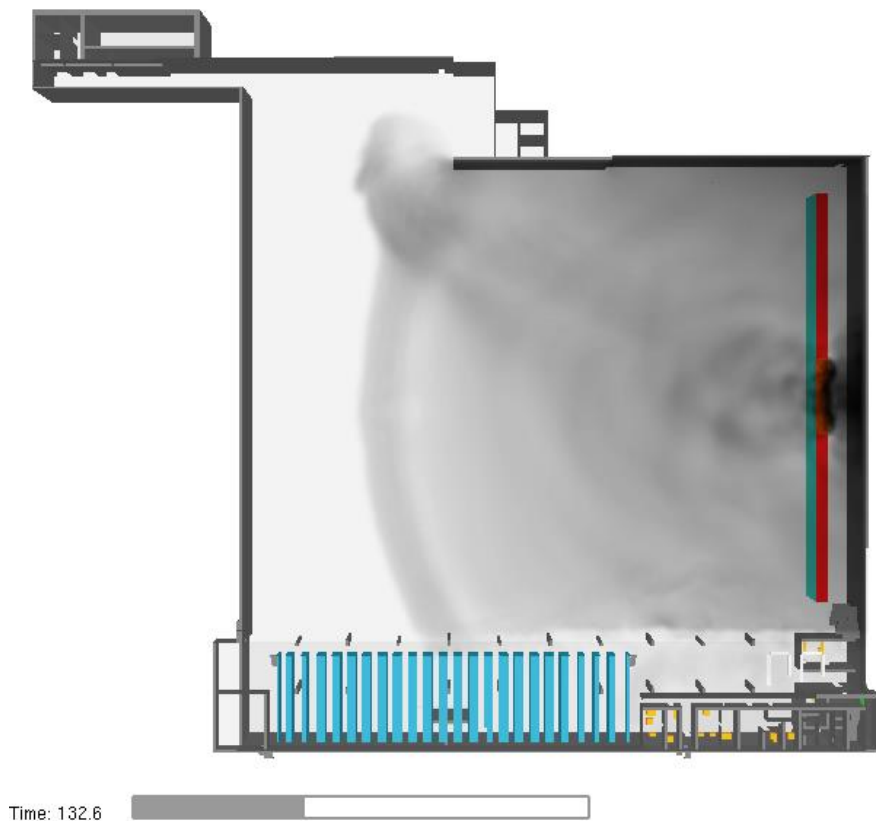


Рисунок 46. Этаж 1. Распространение дыма через 132,8 с после начала пожара.

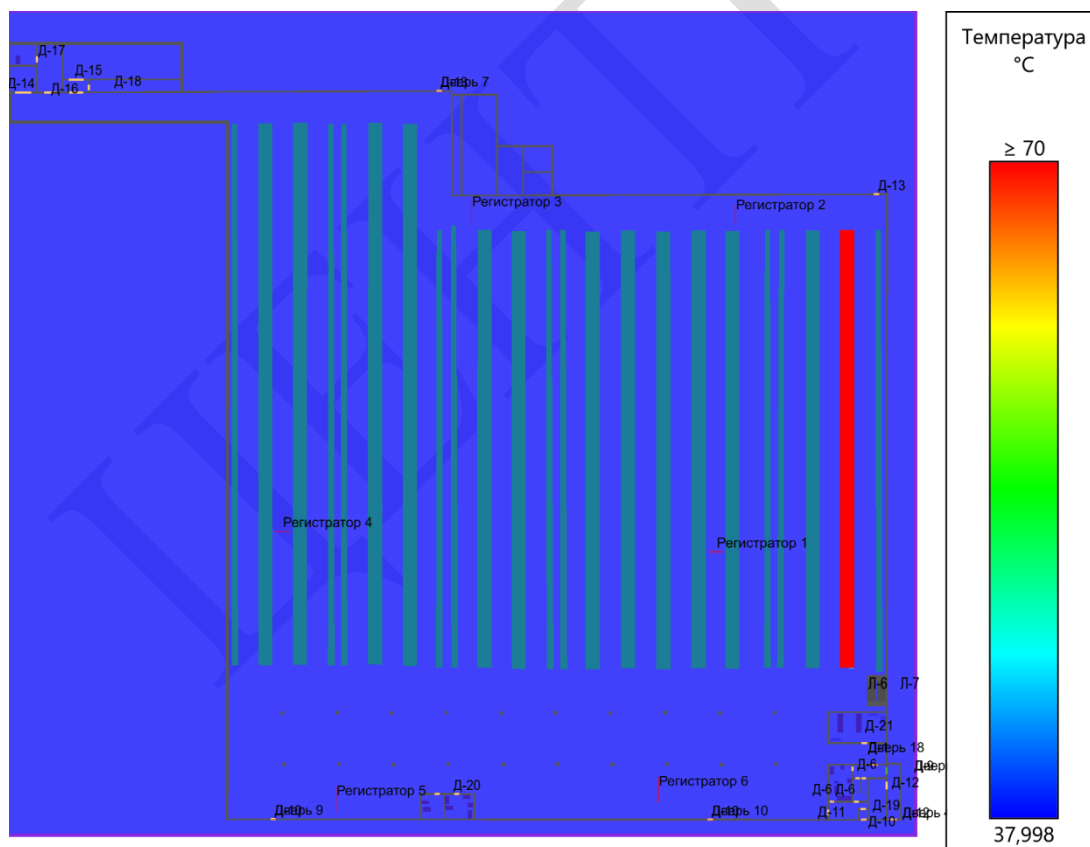


Рисунок 47. Этаж 1. Температура на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 132,8 с.

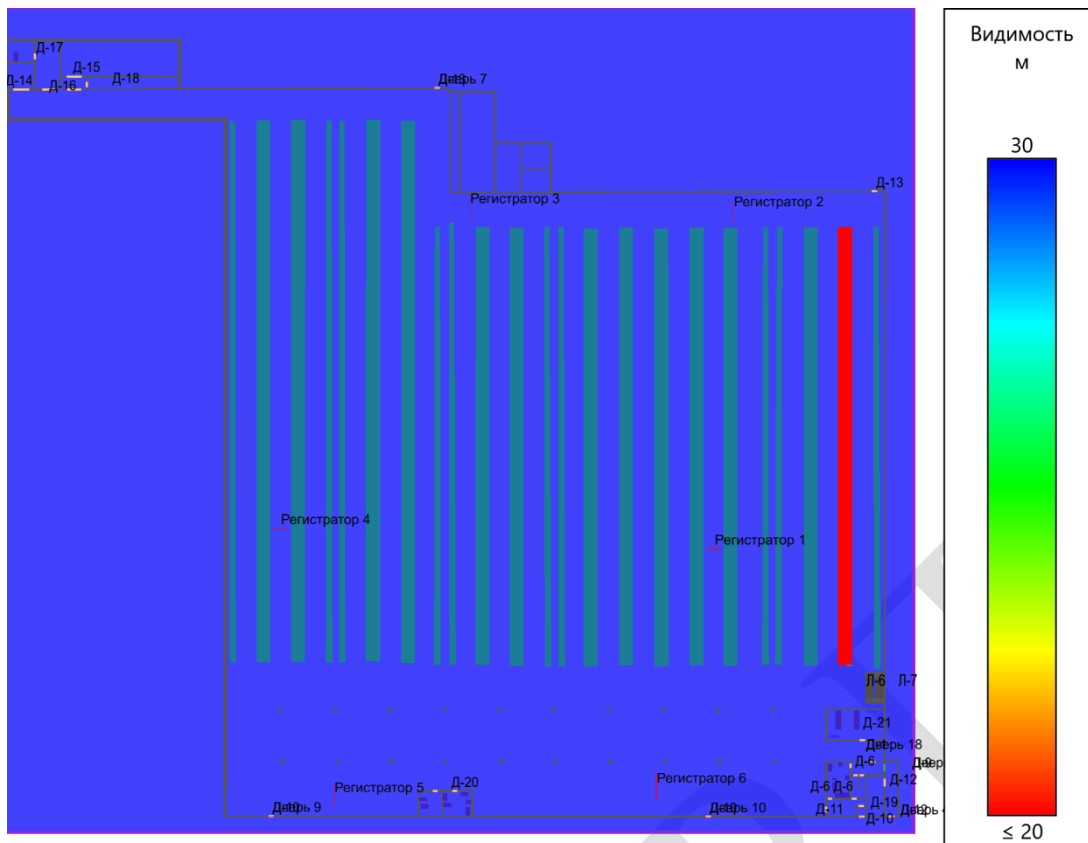


Рисунок 48. Этаж 1. Видимость на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 132,8 с.

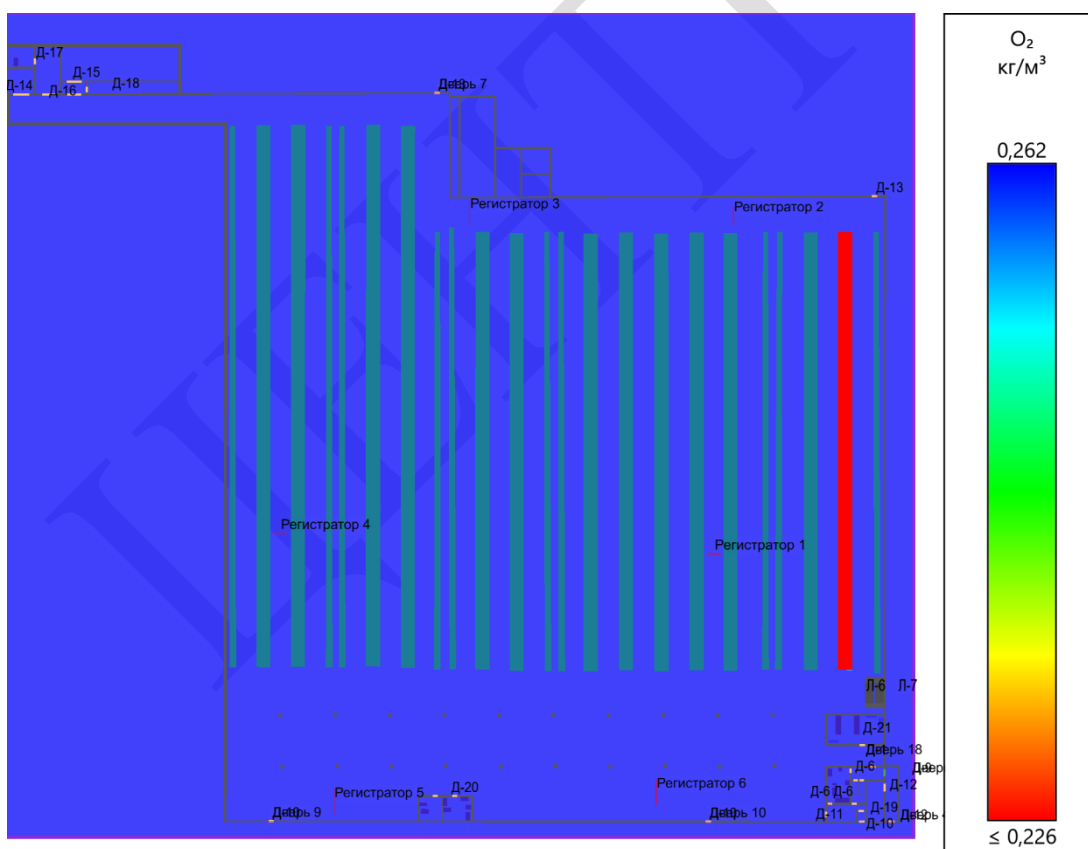


Рисунок 49. Этаж 1. O<sub>2</sub> на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 132,8 с.



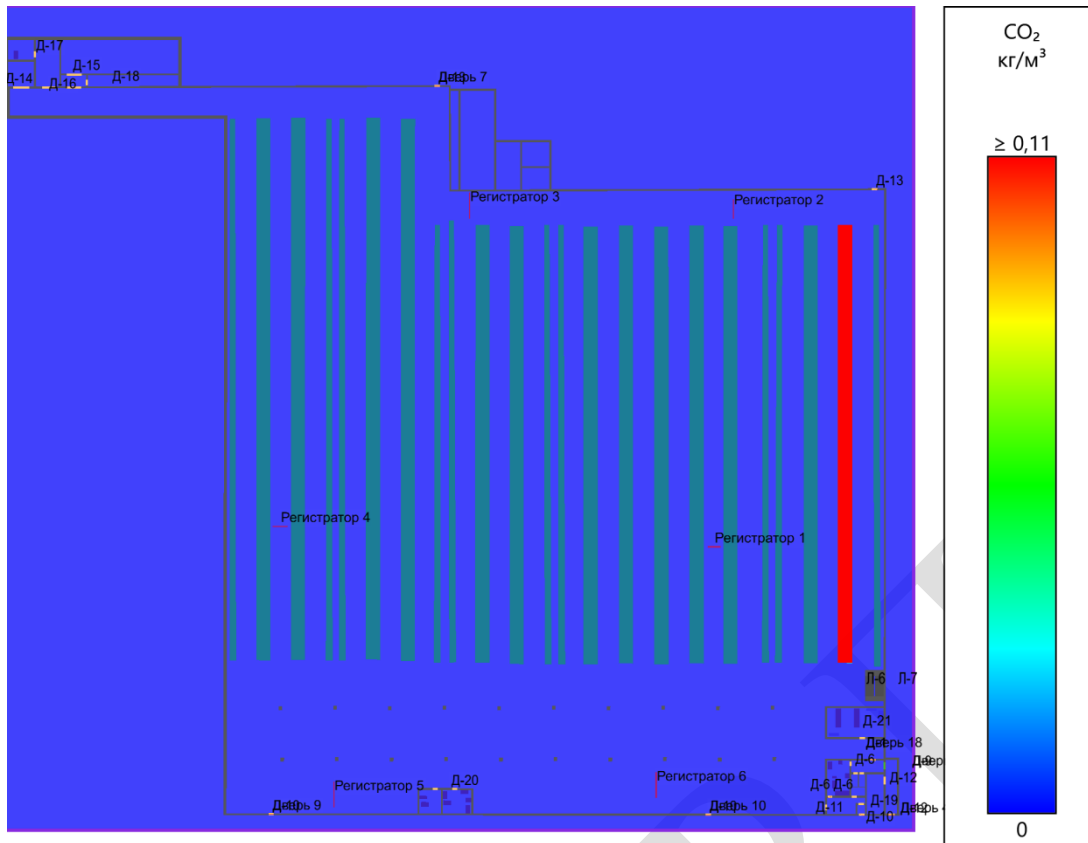


Рисунок 50. Этаж 1. CO<sub>2</sub> на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 132,8 с.

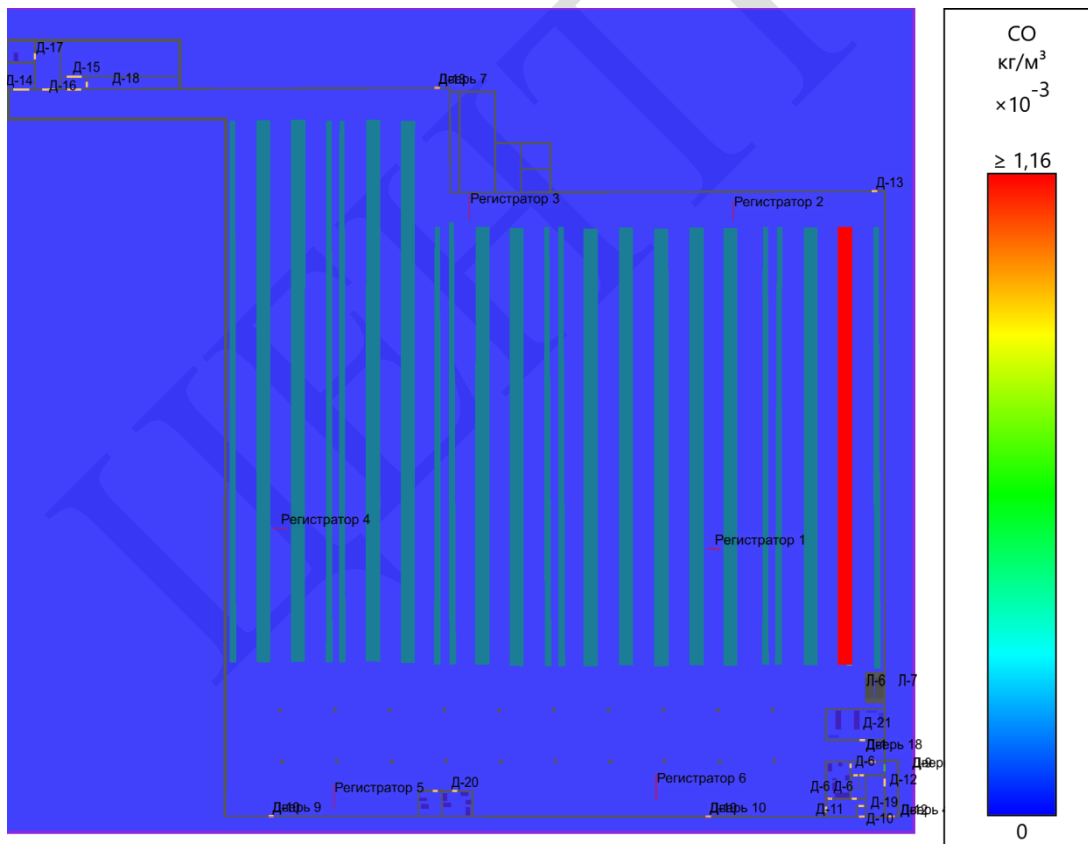


Рисунок 51. Этаж 1. CO на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 132,8 с.

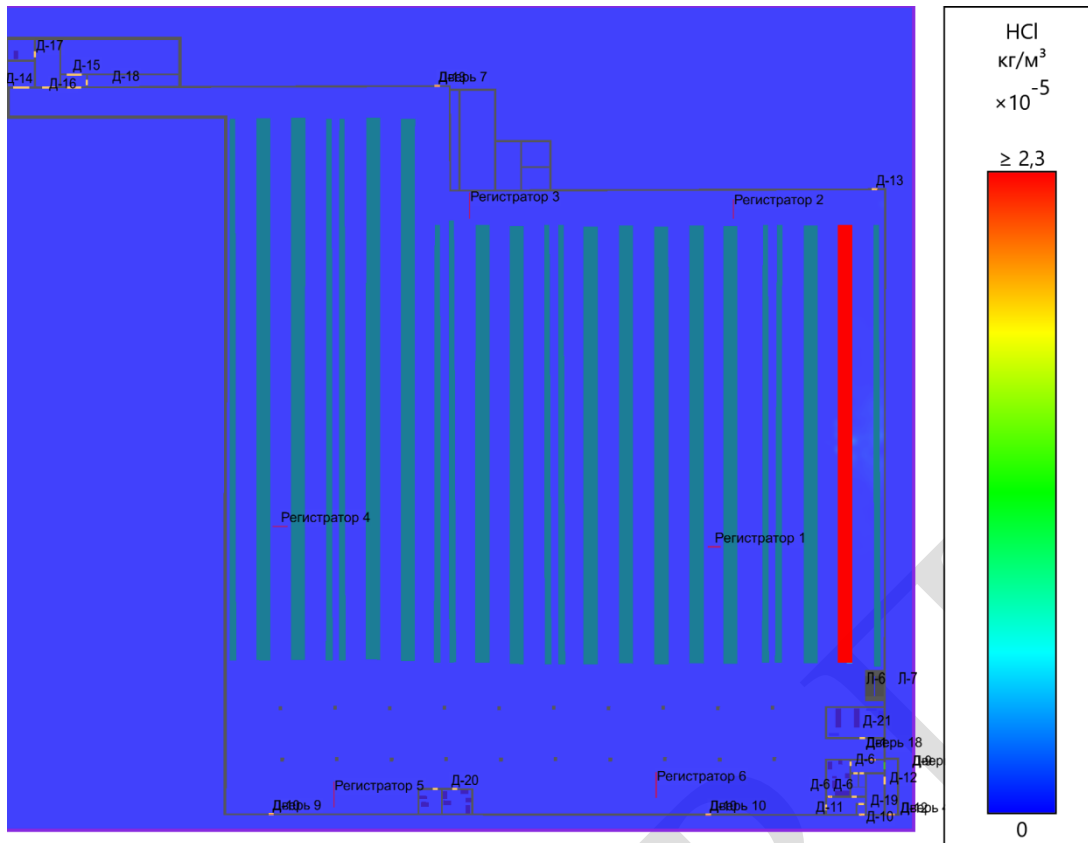
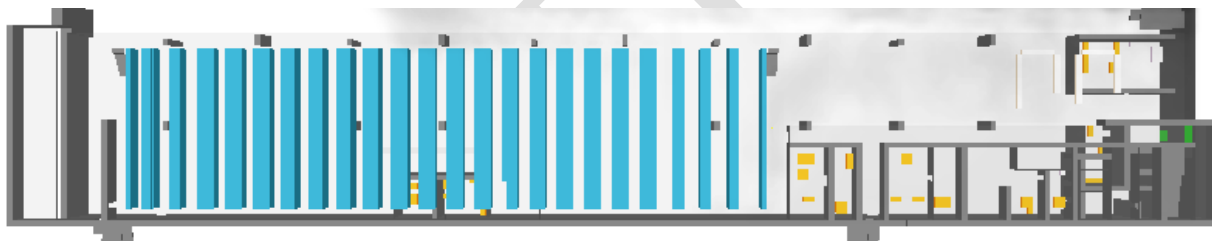


Рисунок 52. Этаж 1. HCl на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 132,8 с.



Time: 132.6

Рисунок 53. Антресоль на отм.6,15. Распространение дыма через 132,8 с после начала пожара.

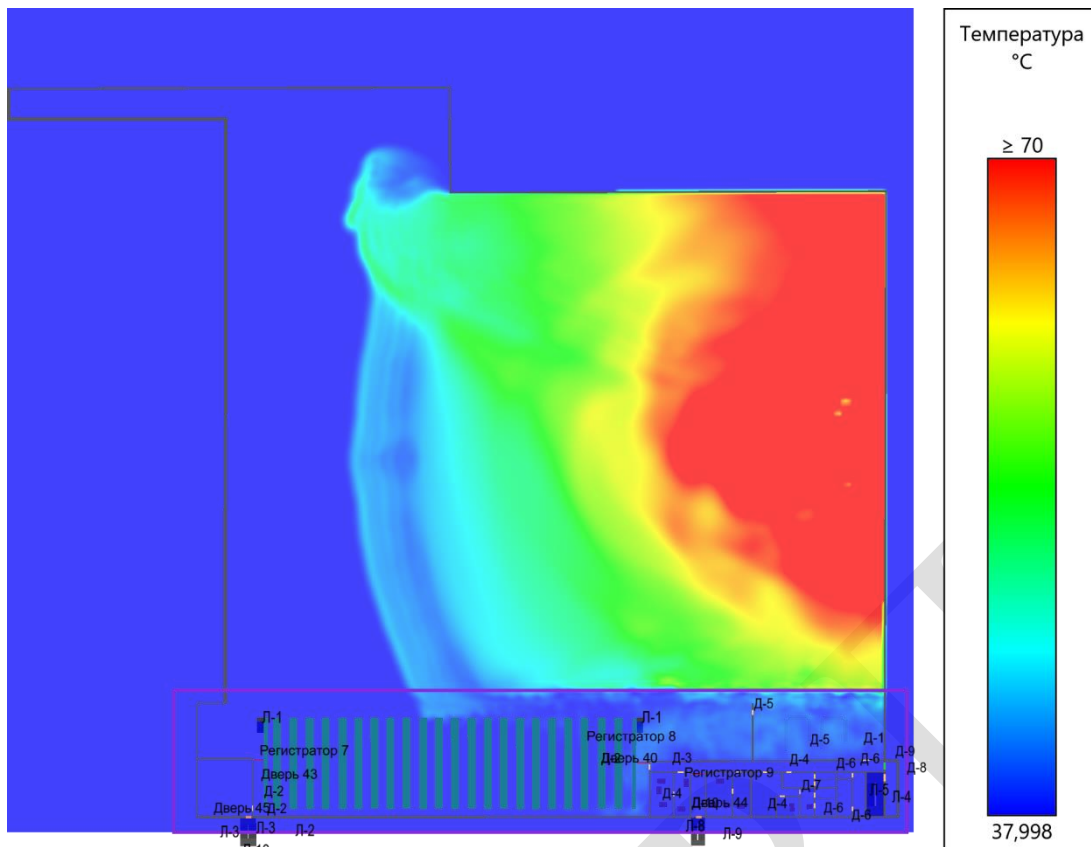


Рисунок 54. Антресоль на отм.6,15. Температура на высоте 1,7 м от уровня этажа.  
 Время: 132,8 с.

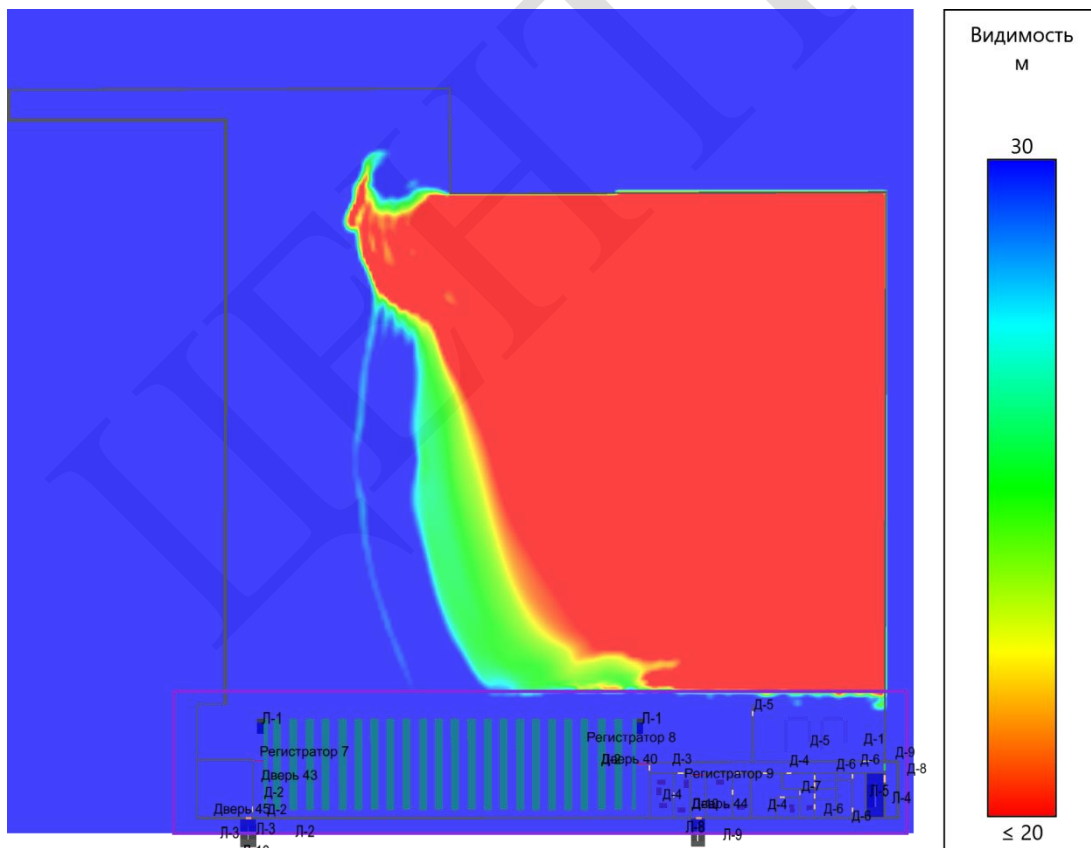


Рисунок 55. Антресоль на отм.6,15. Видимость на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время:  
 132,8 с.

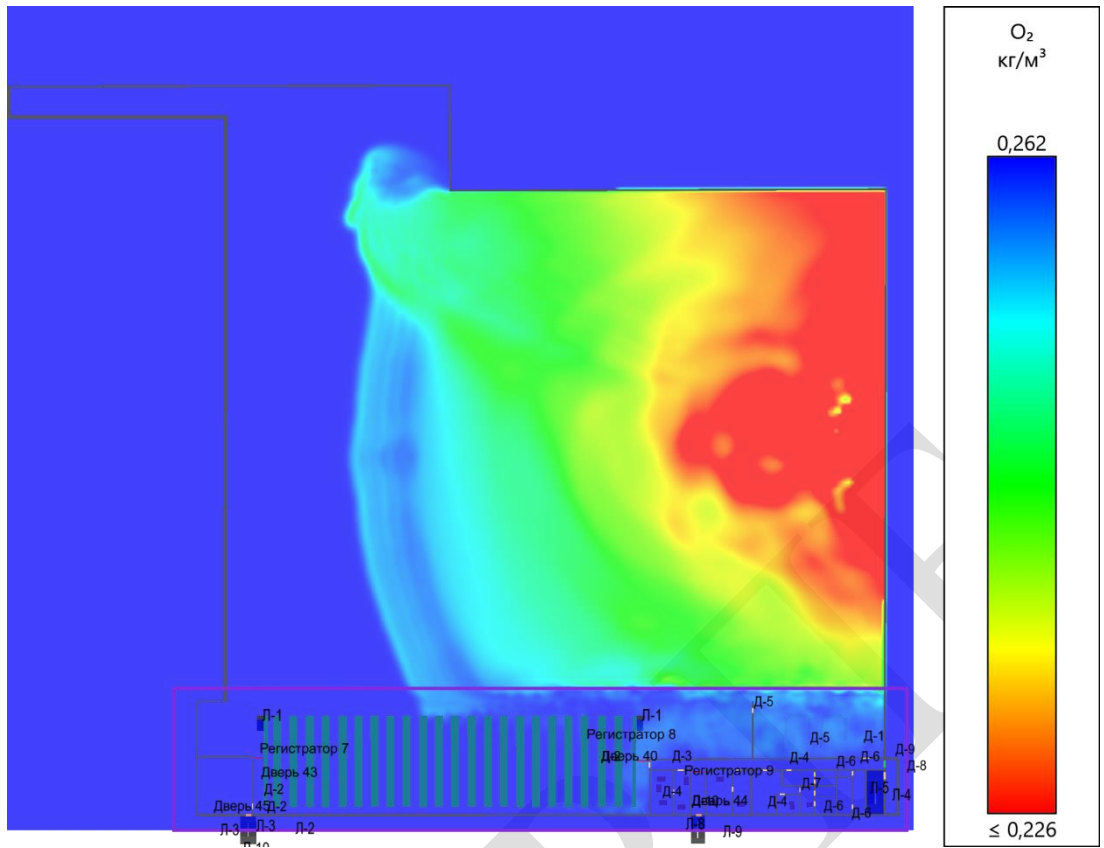


Рисунок 56. Антресоль на отм.6,15.  $O_2$  на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 132,8 с.

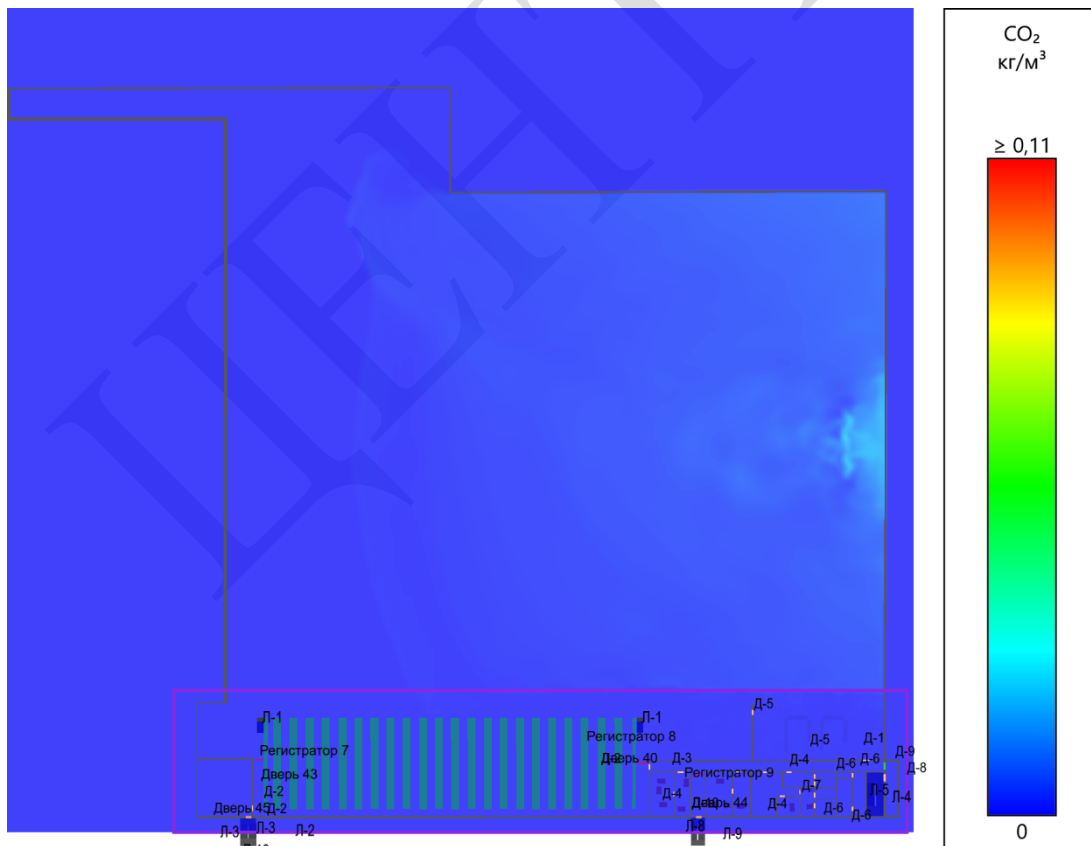


Рисунок 57. Антресоль на отм.6,15.  $CO_2$  на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 132,8 с.

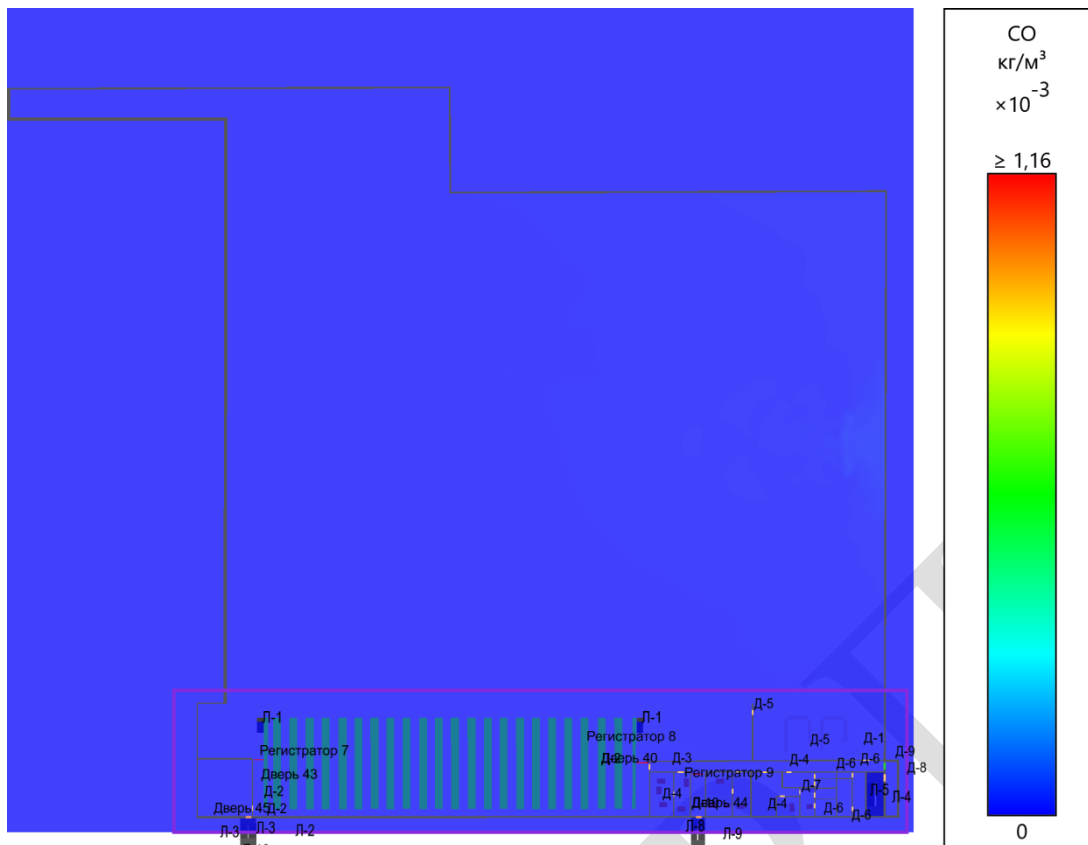


Рисунок 58. Антресоль на отм.6,15. СО на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 132,8 с.

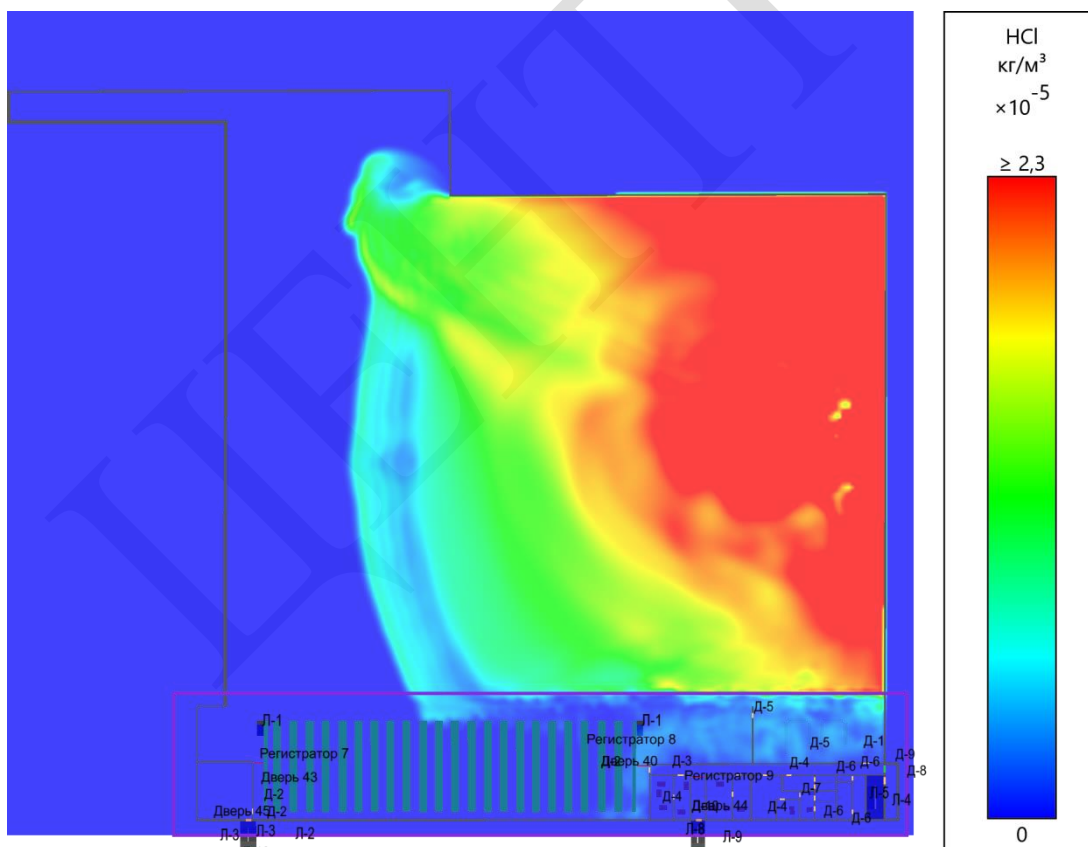
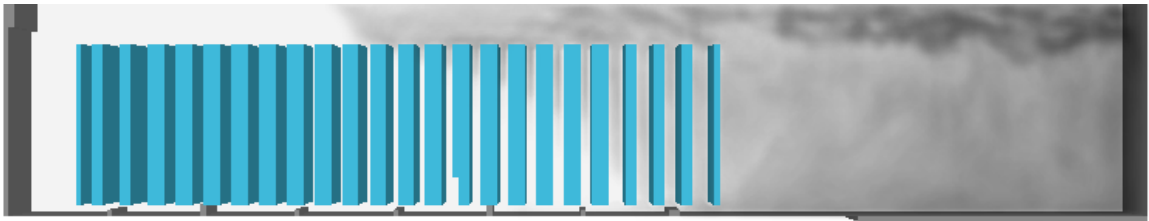


Рисунок 59. Антресоль на отм.6,15. HCl на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 132,8 с.



Time: 132.6

Рисунок 60. Мезонин. Распространение дыма через 132,8 с после начала пожара.

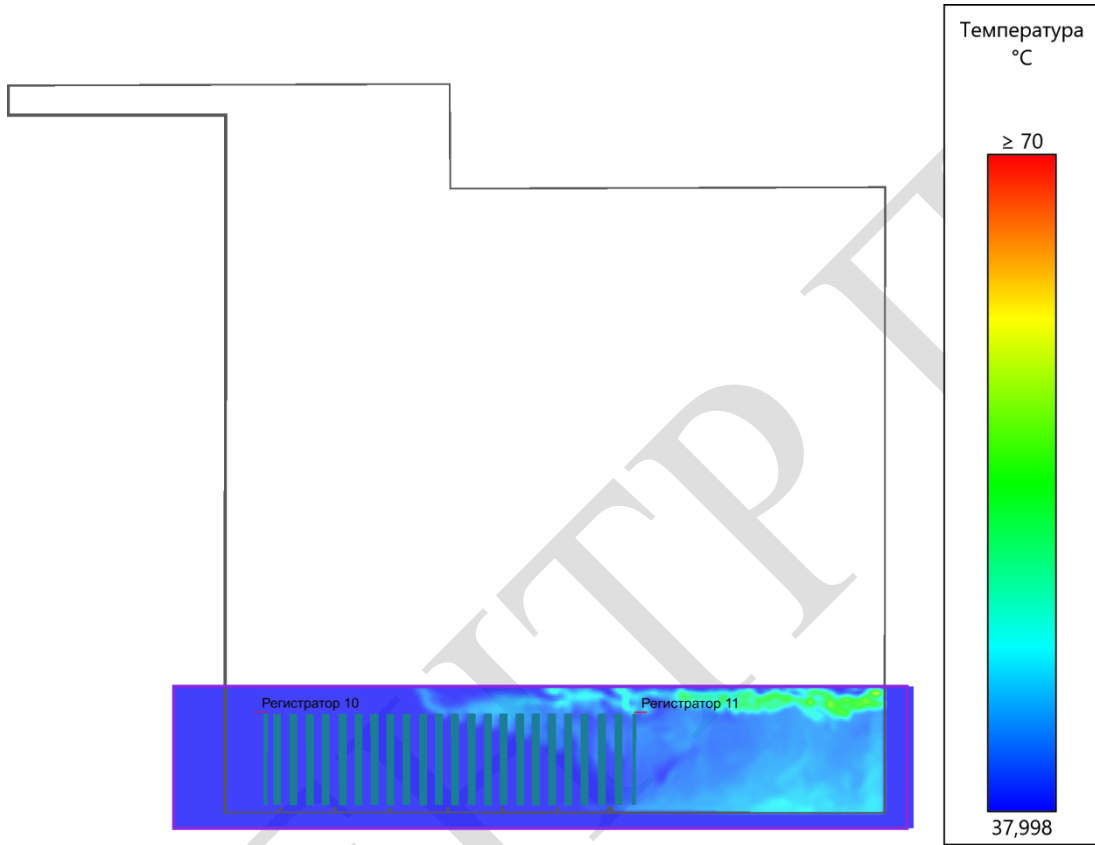


Рисунок 61. Мезонин. Температура на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 132,8 с.

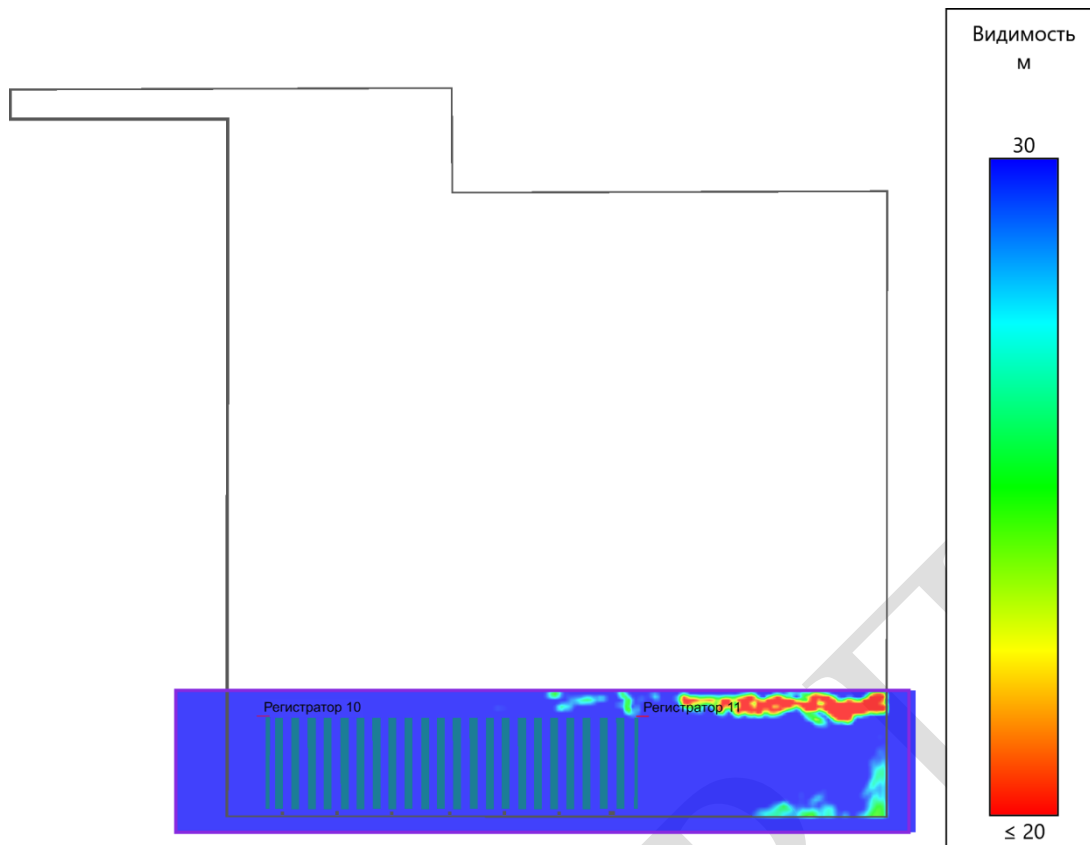


Рисунок 62. Мезонин. Видимость на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 132,8 с.

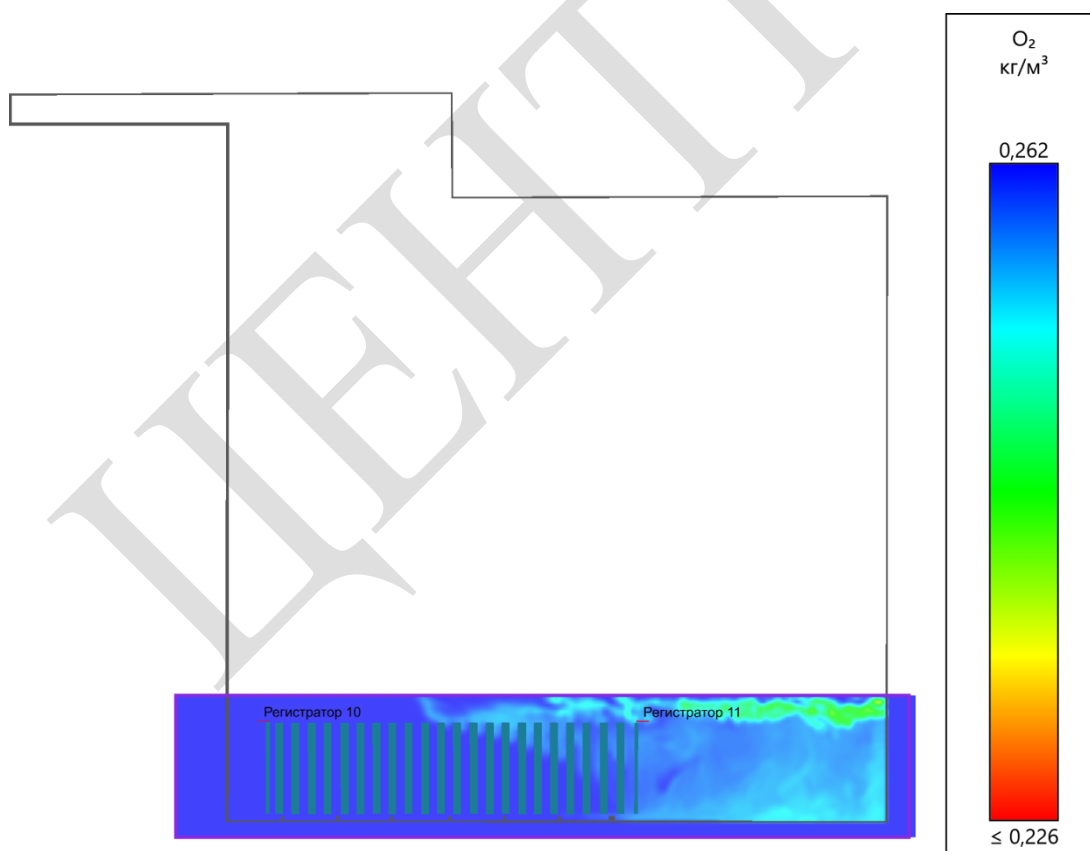


Рисунок 63. Мезонин. O<sub>2</sub> на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 132,8 с.

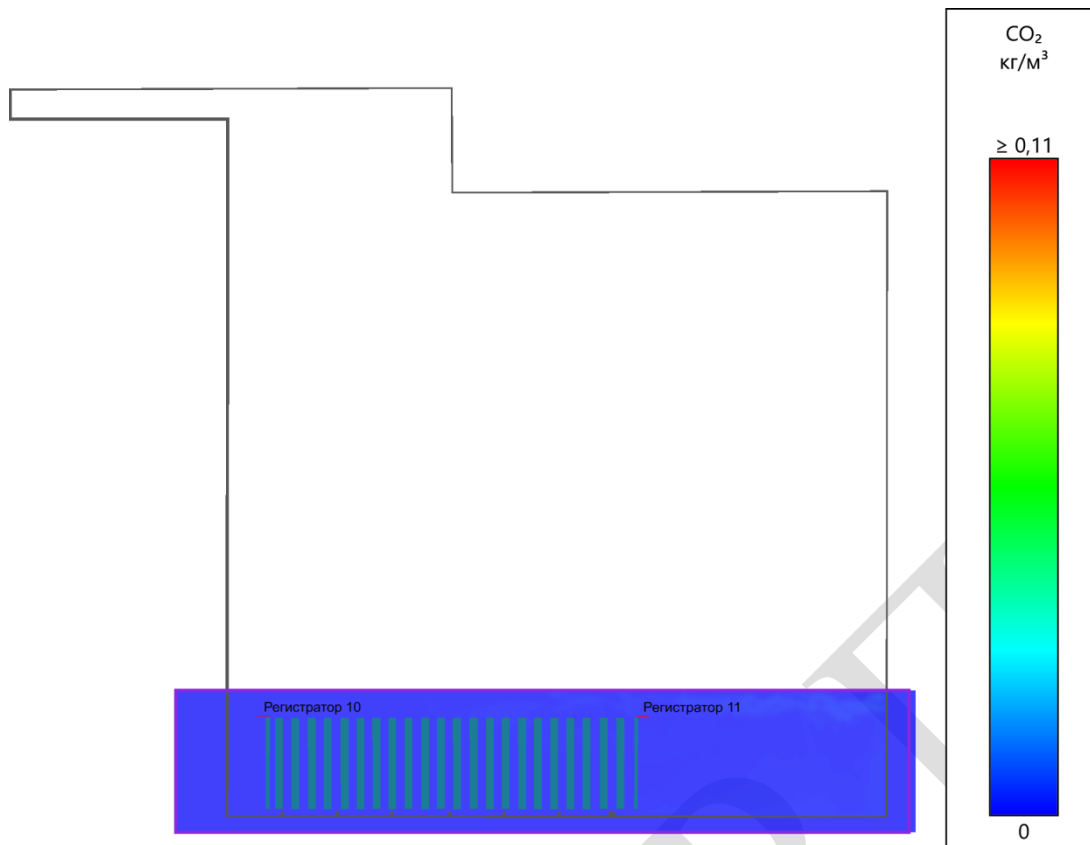


Рисунок 64. Мезонин. CO<sub>2</sub> на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 132,8 с.

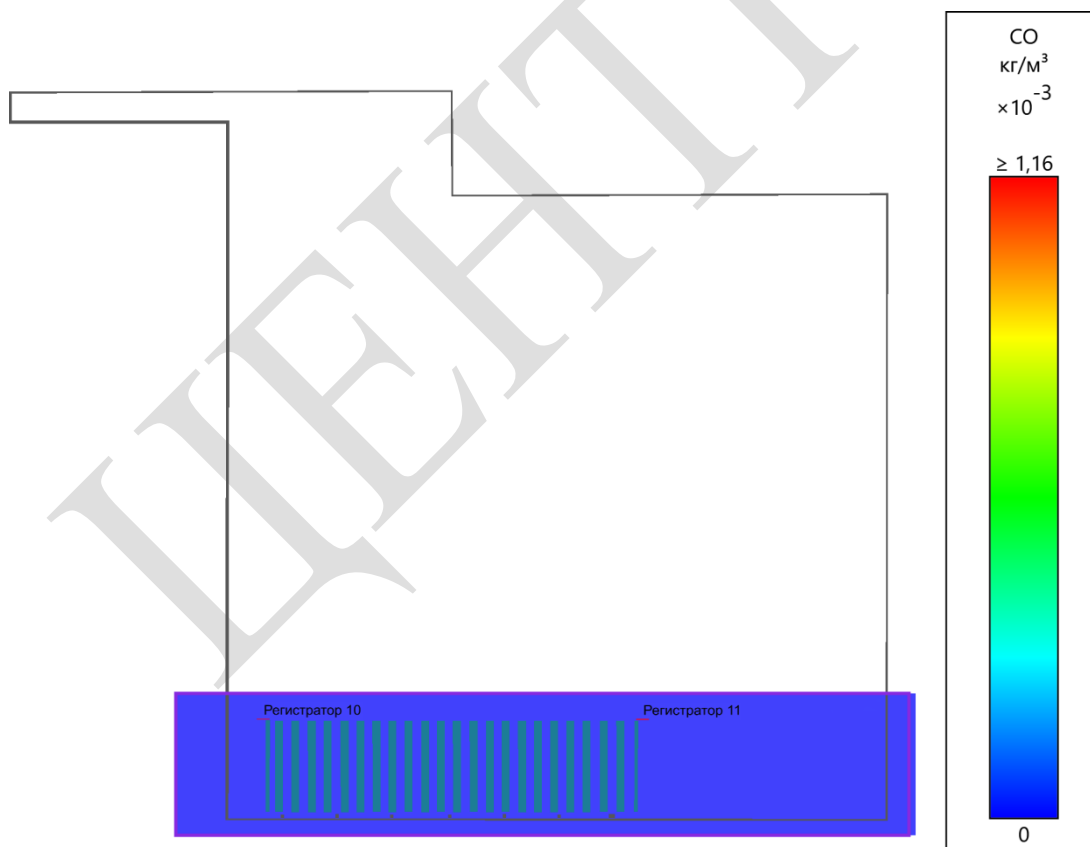


Рисунок 65. Мезонин. CO на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 132,8 с.



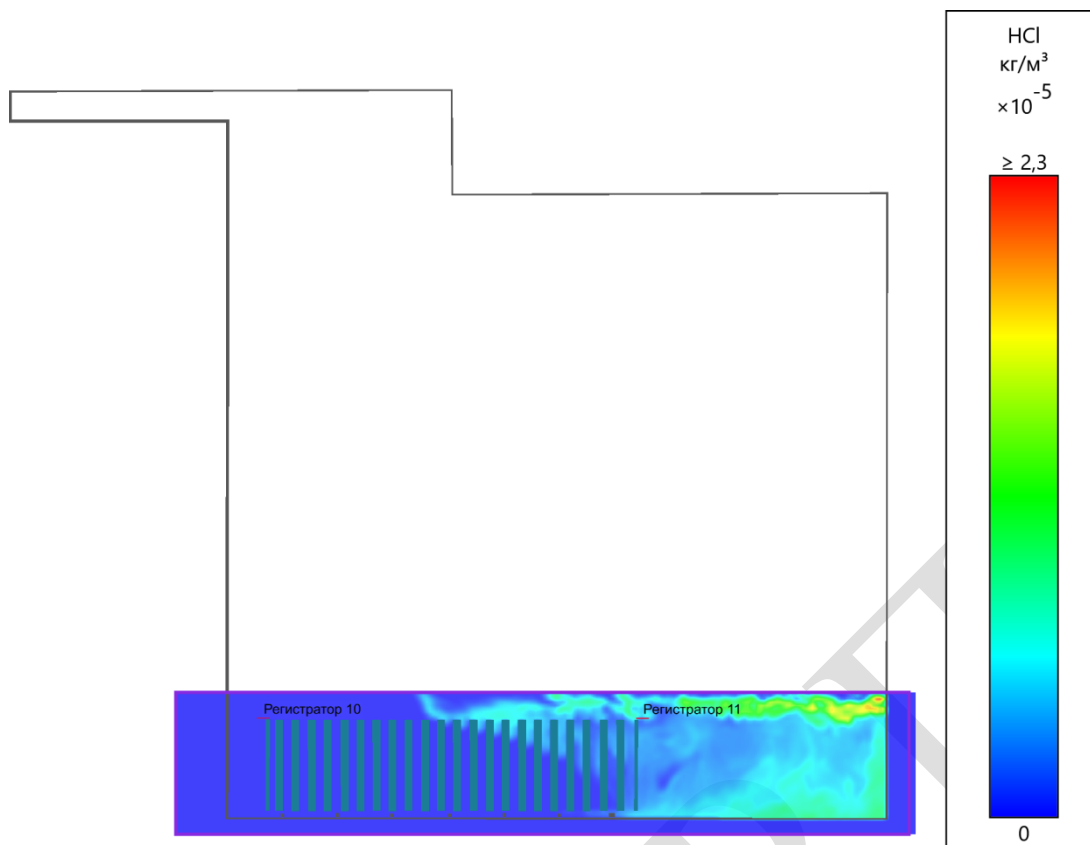


Рисунок 66. Мезонин. HCl на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 132,8 с.

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

Время блокирования регистраторов

Расположение	Наименование	Время блокирования по каждому ОФП, с						
		Температура	Видимость	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO	HCl	Тепловой поток
Этаж 1								
Вне помещений	Дверь 10	>350	>350	>350	>350	>350	>350	>350
	Дверь 18	>350	>350	>350	>350	>350	>350	>350
	Дверь 19	>350	>350	>350	>350	>350	>350	>350
	Дверь 47	>350	>350	>350	>350	>350	>350	>350
	Дверь 7	>350	>350	>350	>350	>350	>350	>350
	Дверь 9	>350	>350	>350	>350	>350	>350	>350
	Регистратор 1	>350	>350	>350	>350	>350	>350	>350
	Регистратор 2	>350	>350	>350	>350	>350	>350	>350
	Регистратор 3	>350	>350	>350	>350	>350	>350	>350
	Регистратор 4	>350	>350	>350	>350	>350	>350	>350
	Регистратор 5	>350	>350	>350	>350	>350	>350	>350
Регистратор 6	>350	>350	>350	>350	>350	>350	>350	
Антресоль на отм.6,15								
Вне помещений	Дверь 40	>350	265,7	>350	>350	>350	>350	>350
	Дверь 43	>350	>350	>350	>350	>350	>350	>350
	Дверь 44	>350	>350	>350	>350	>350	>350	>350

	Дверь 45	>350	>350	>350	>350	>350	>350	>350
	Регистратор 7	>350	>350	>350	>350	>350	>350	>350
	Регистратор 8	>350	252,8	>350	>350	>350	>350	>350
	Регистратор 9	>350	>350	>350	>350	>350	>350	>350
Мезонин								
Вне помещений	Регистратор 10	>350	218,1	>350	>350	>350	340,9	>350
	Регистратор 11	323,8	188,3	323,8	>350	>350	277,2	>350

### Результаты моделирования процесса развития пожара

Для измерения опасных факторов пожара на путях эвакуации установлены регистраторы. Измерение опасных факторов пожара осуществляется в нескольких контрольных точках, расположенных на регистраторе (1 контрольная точка на 1 метр регистратора). В каждой контрольной точке измеряются все опасные факторы пожара (температура, видимость, тепловой поток, концентрации кислорода, оксида углерода, диоксида углерода и хлористого водорода).

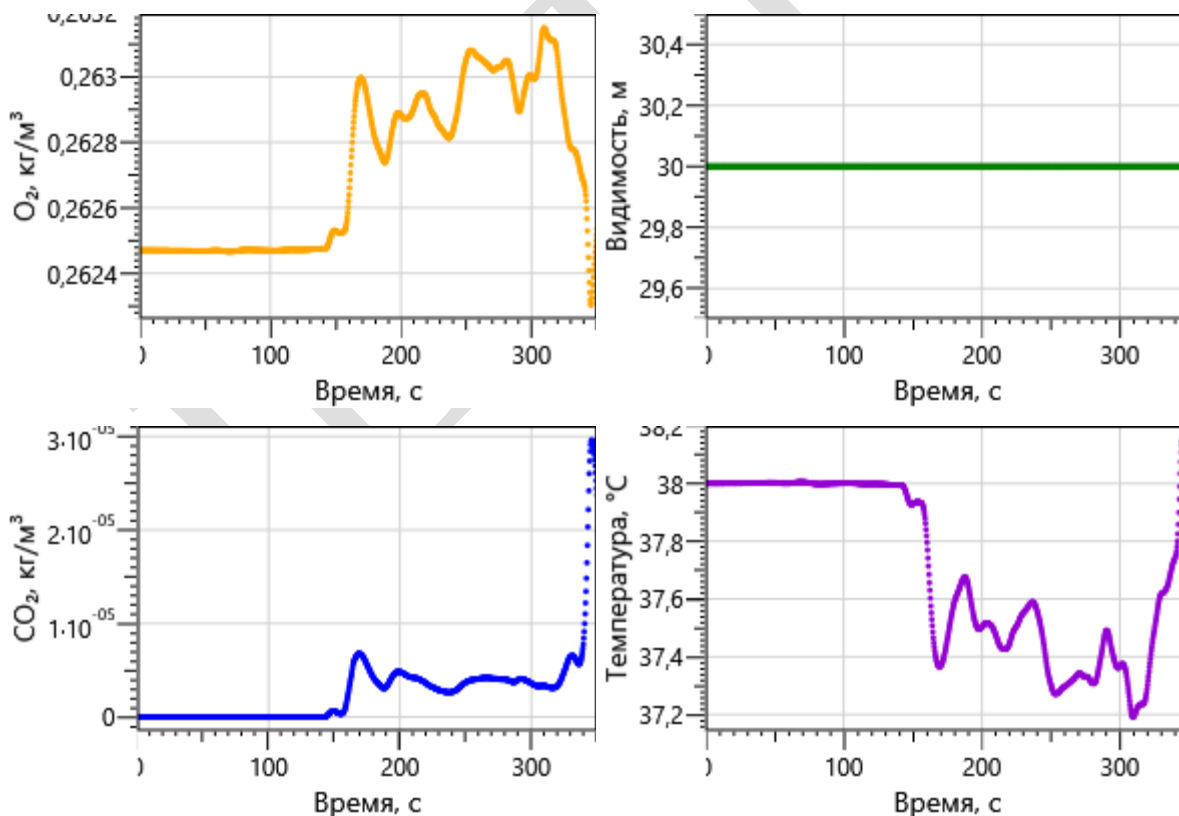
Использованные на графиках обозначения:

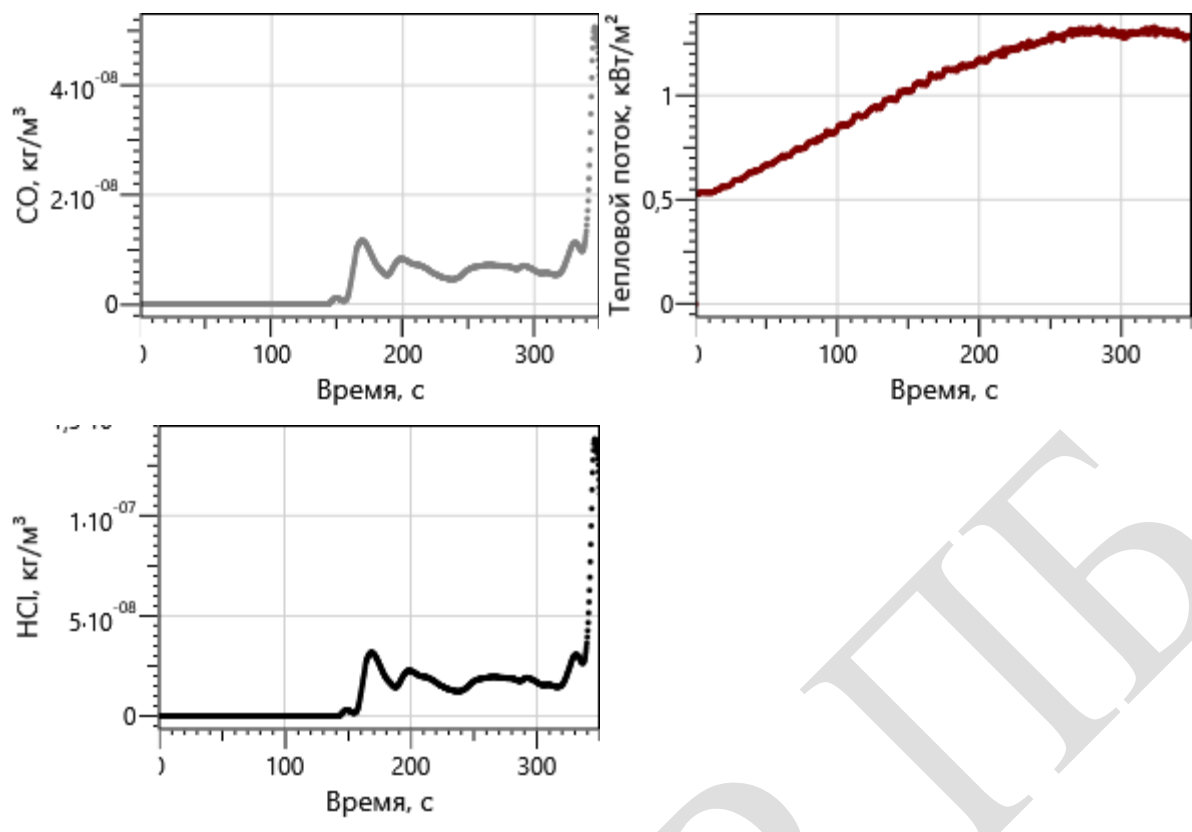
● - критическое значение ОФП

#### Сценарий 1

Этаж 1

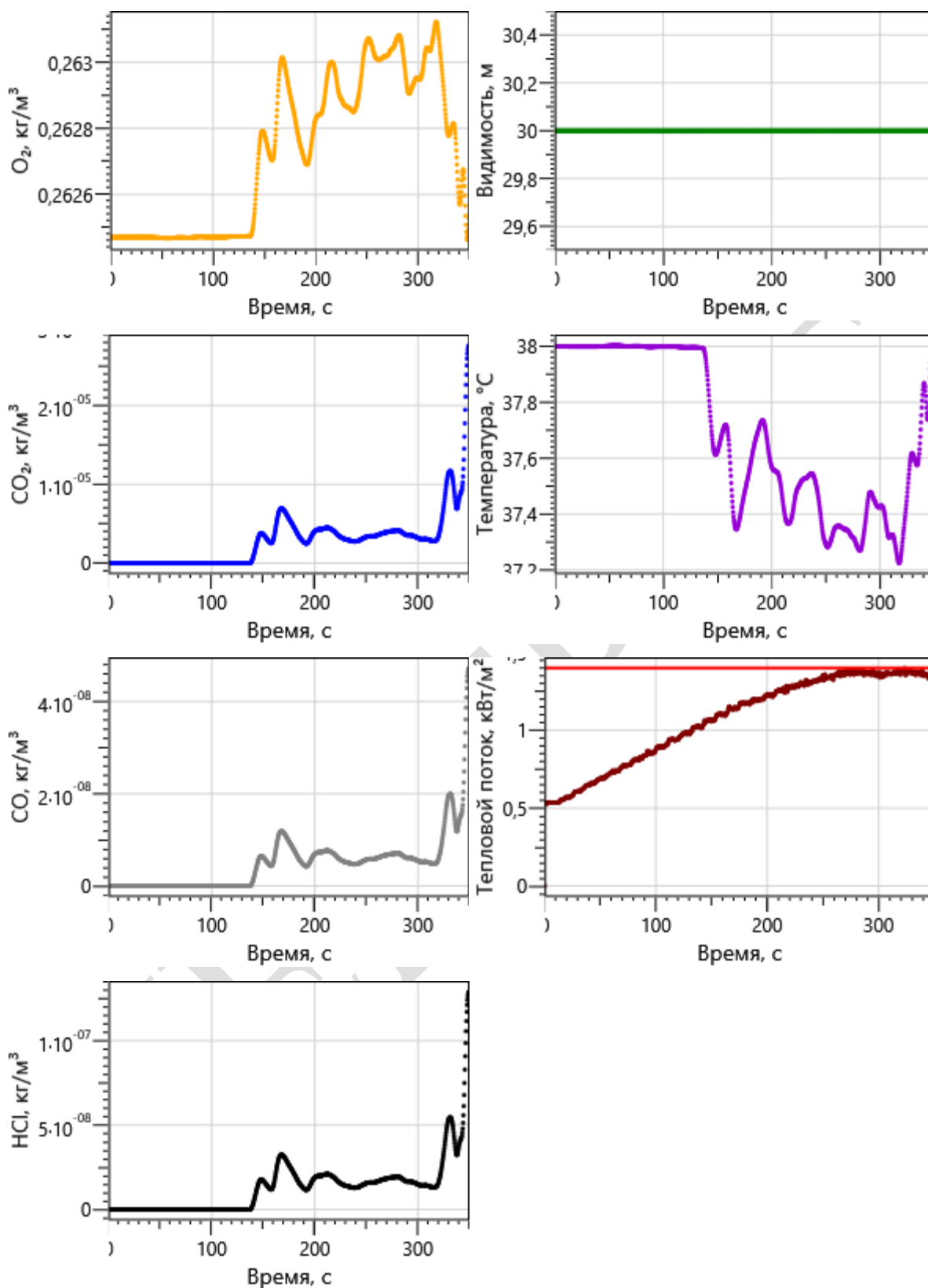
Регистратор 1 (точка «Регистратор 1\_1»)



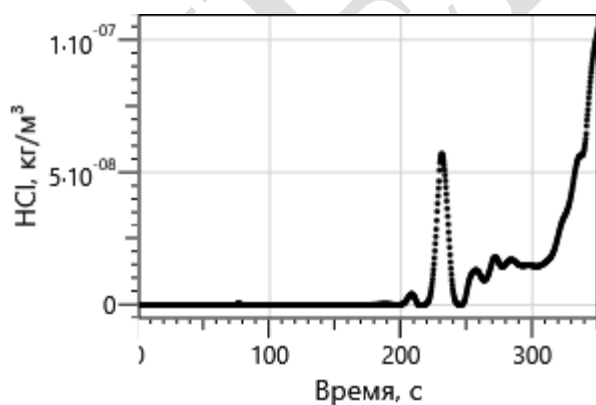
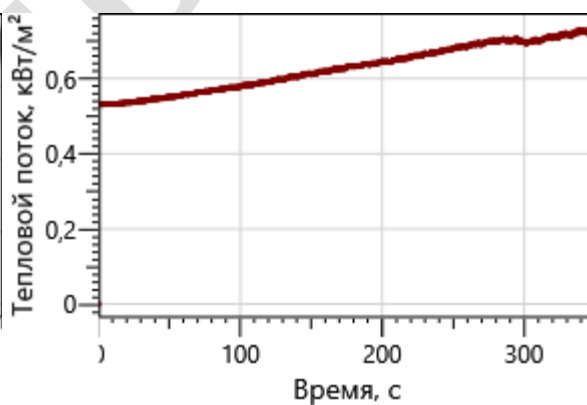
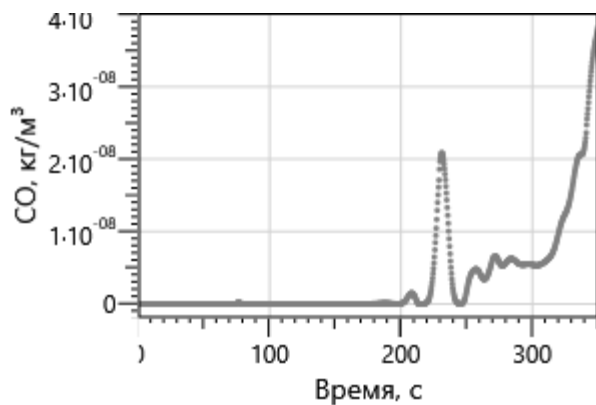
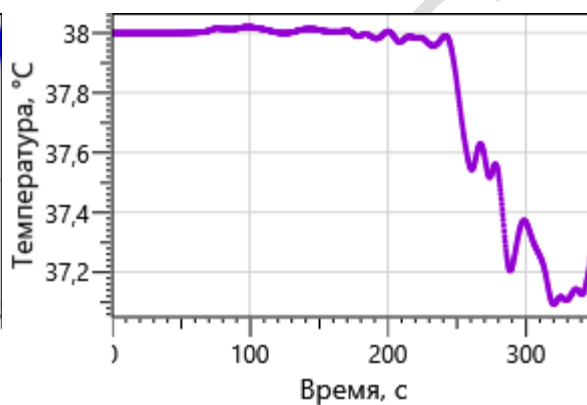
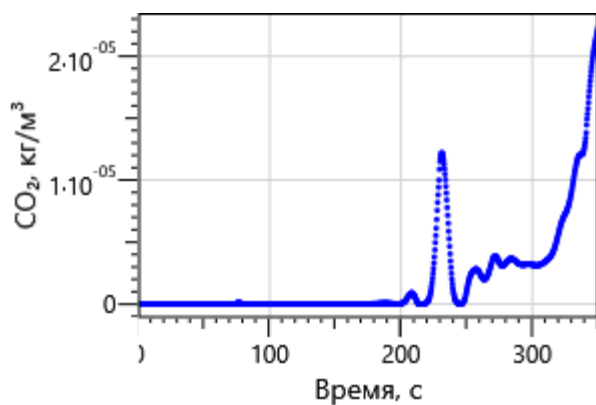
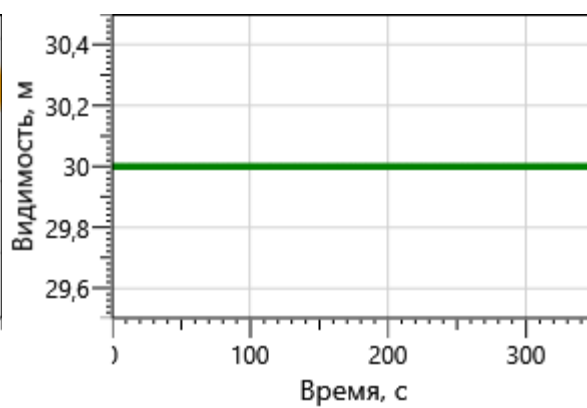
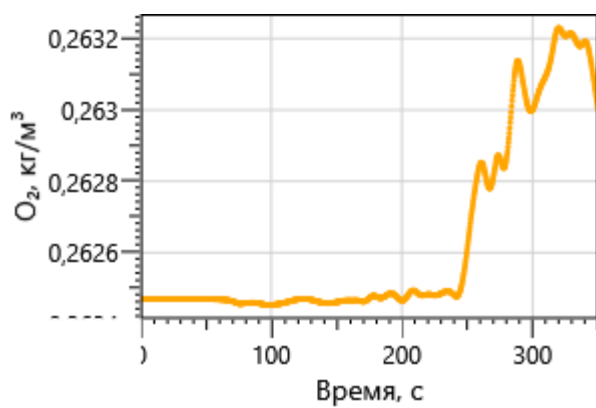


ЦЕНТР ЛБ

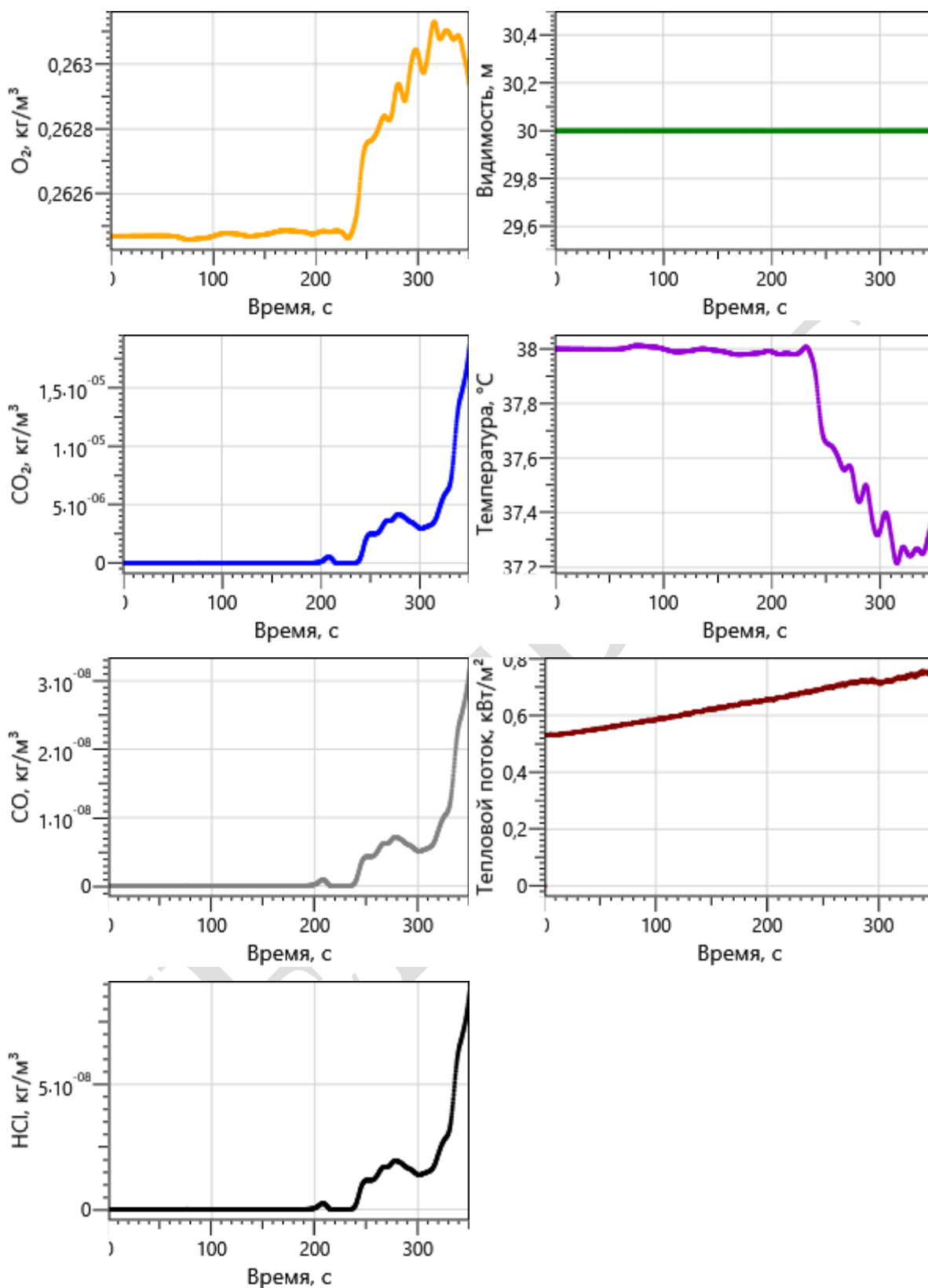
Регистратор 1 (точка «Регистратор 1\_2»)



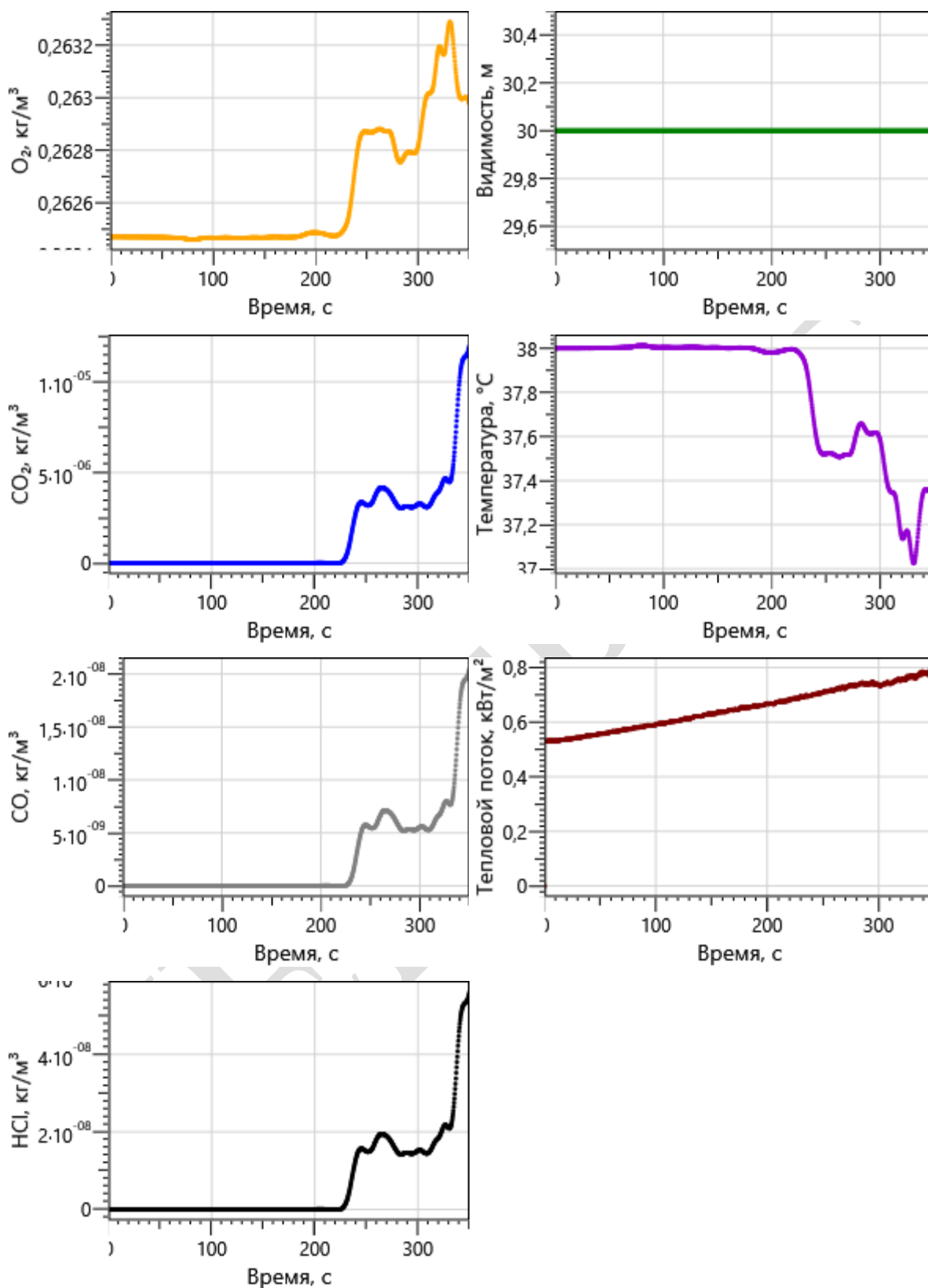
Регистратор 2 (точка «Регистратор 2\_1»)



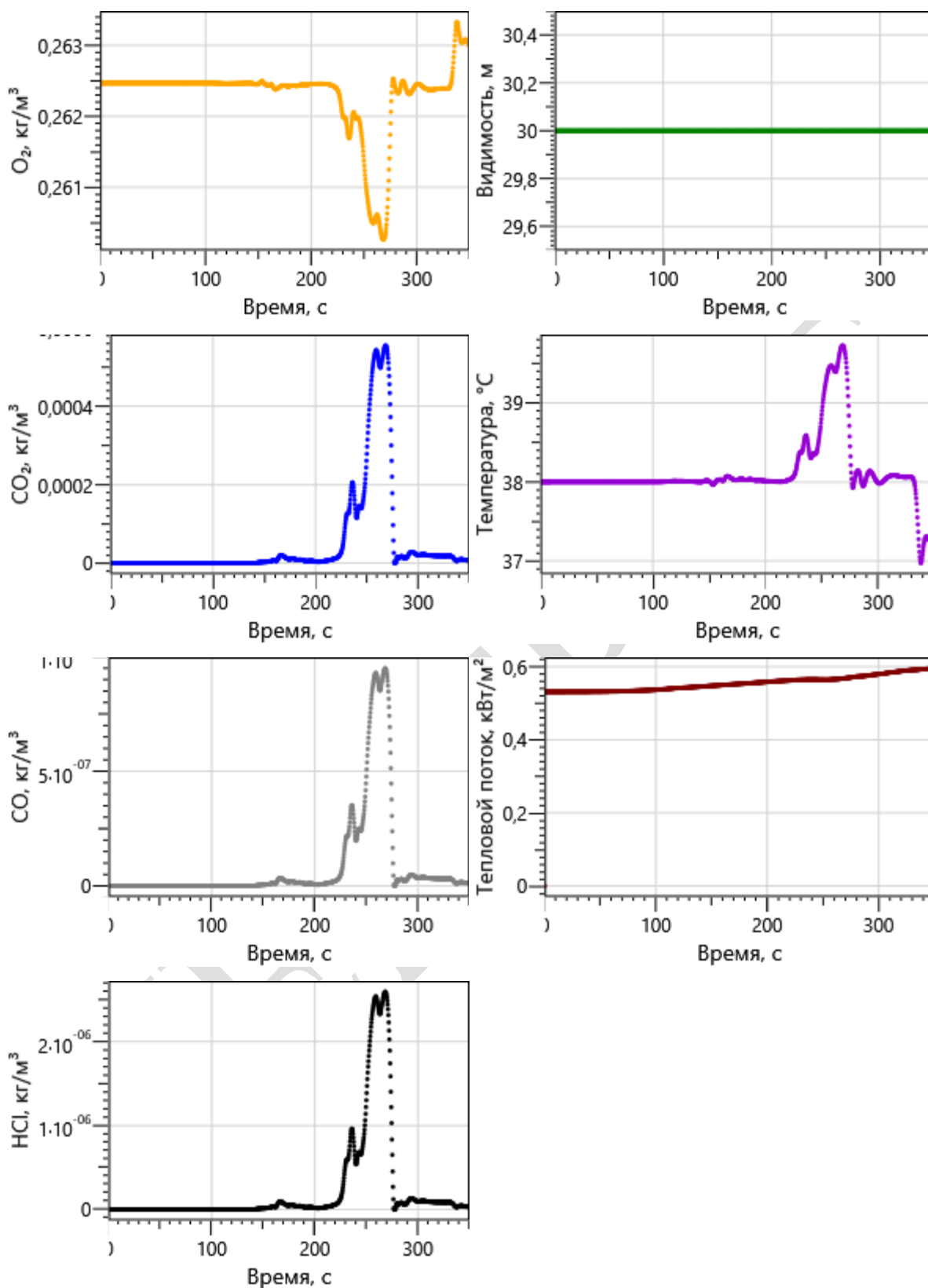
Регистратор 2 (точка «Регистратор 2\_2»)



Регистратор 2 (точка «Регистратор 2\_3»)

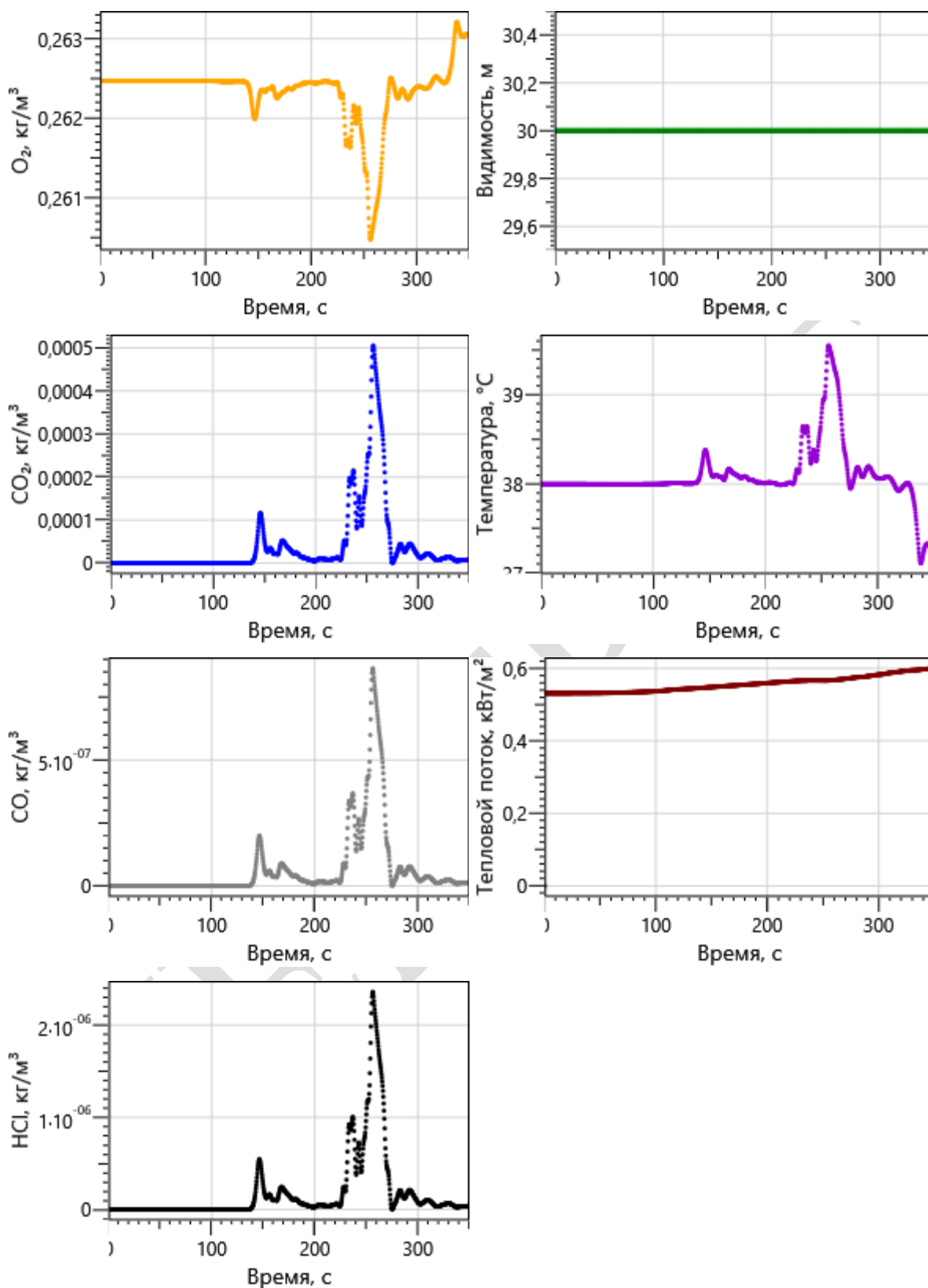


Регистратор 3 (точка «Регистратор 3\_1»)

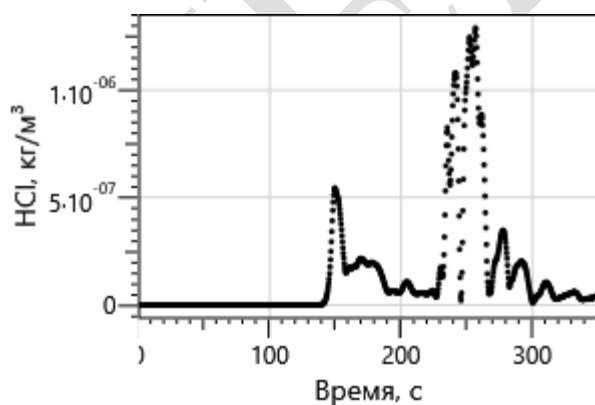
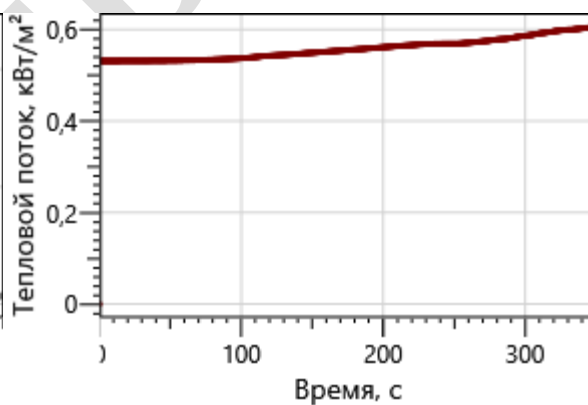
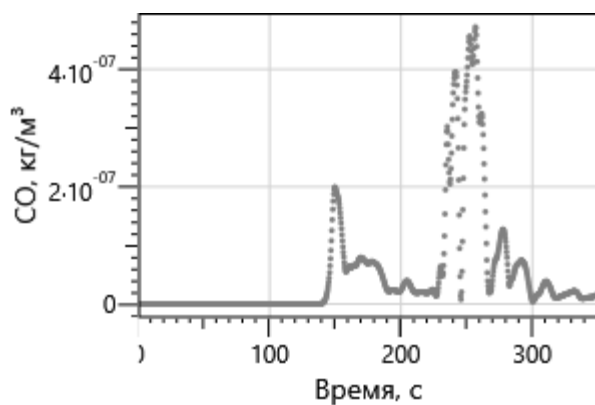
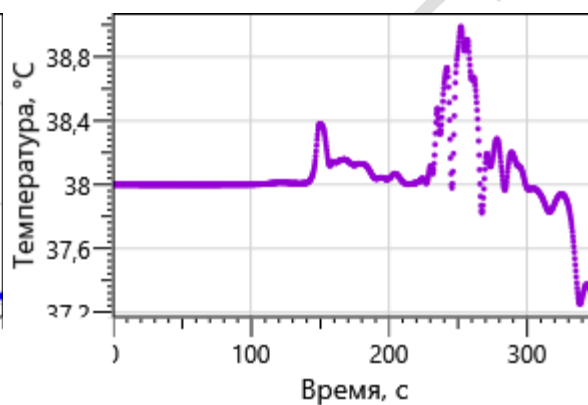
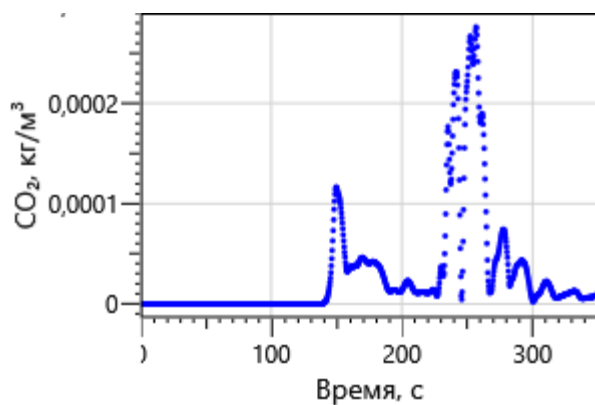
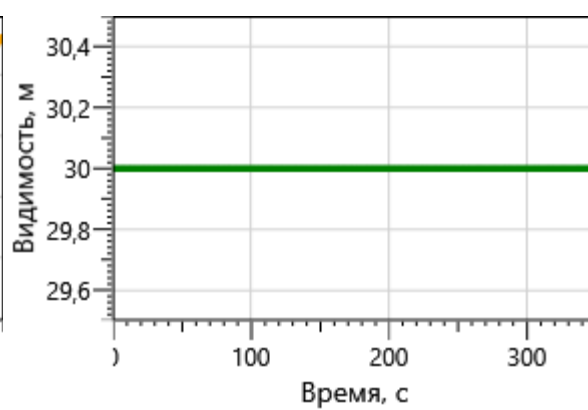
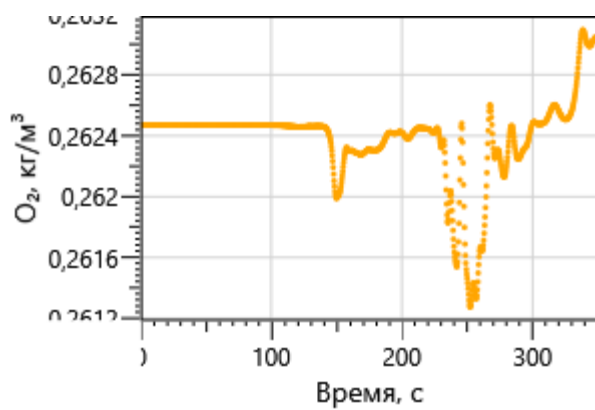




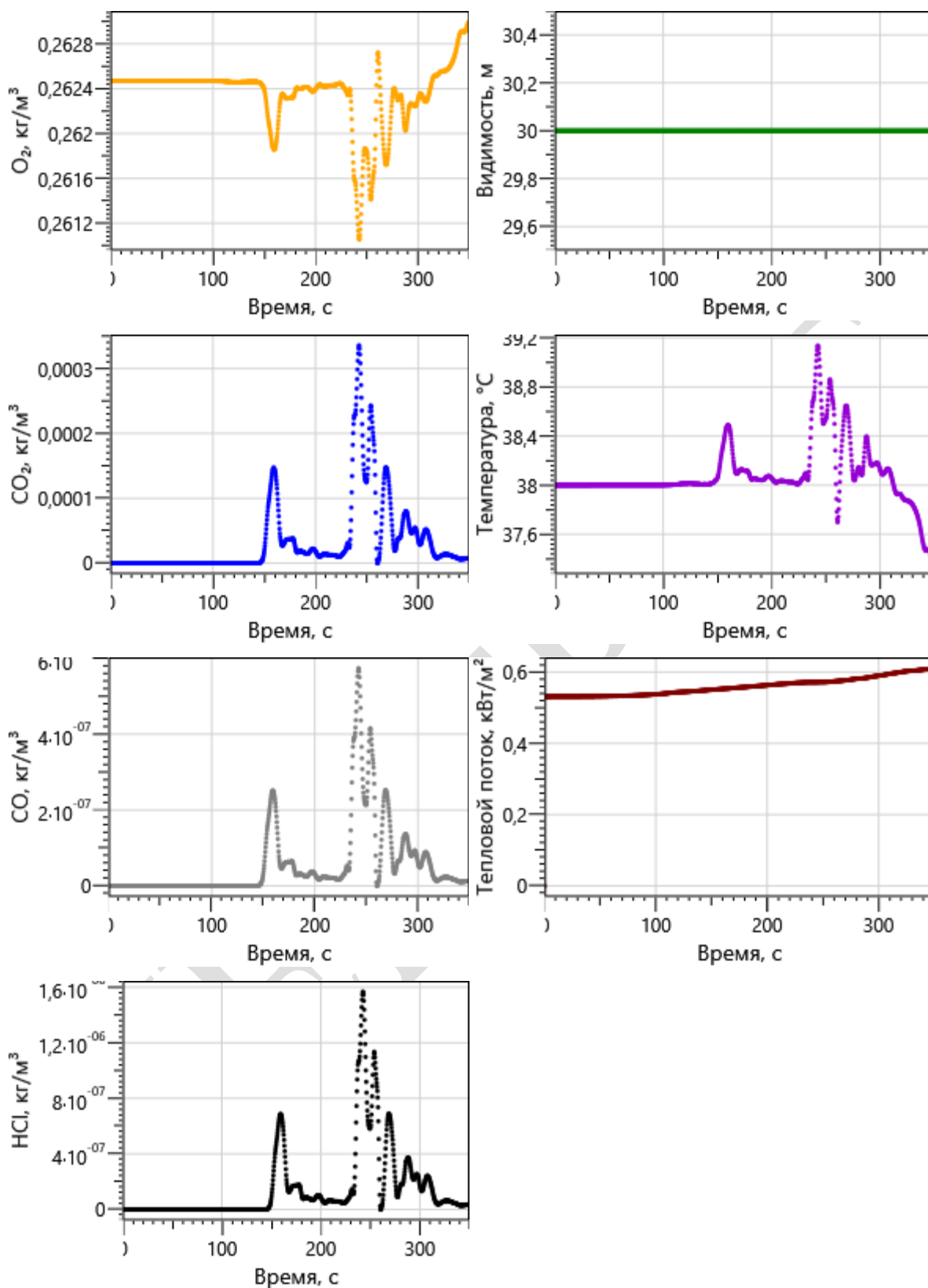
Регистратор 3 (точка «Регистратор 3\_2»)



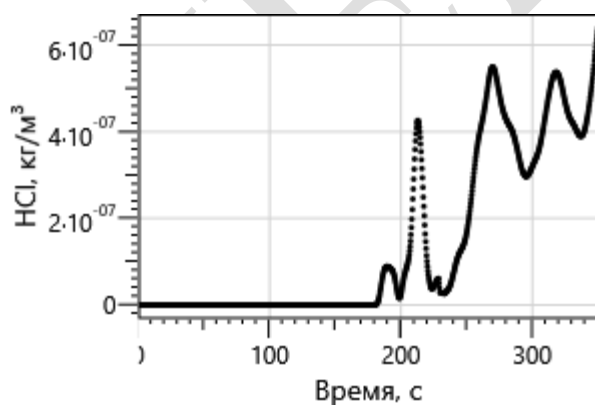
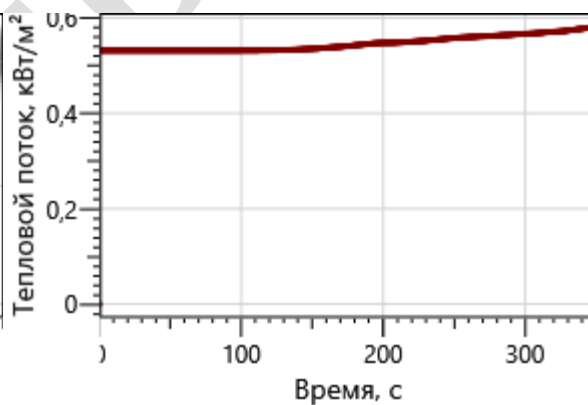
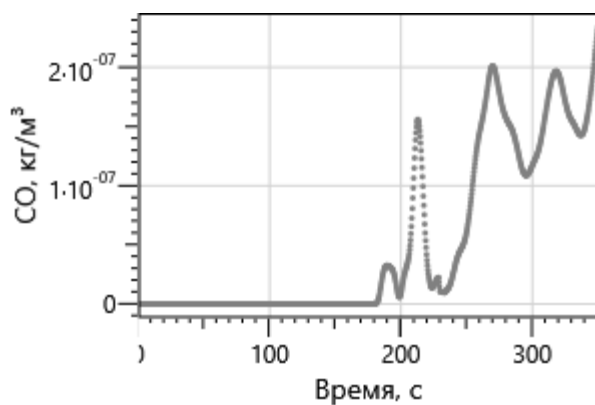
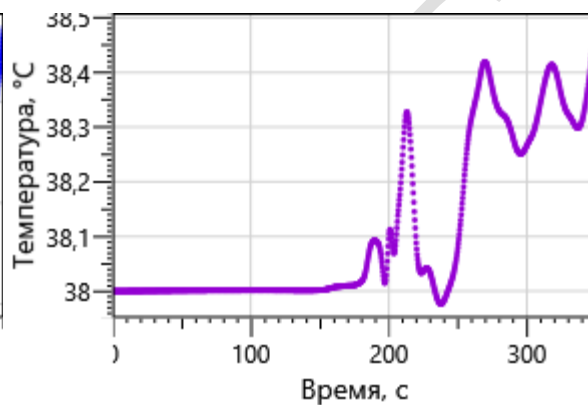
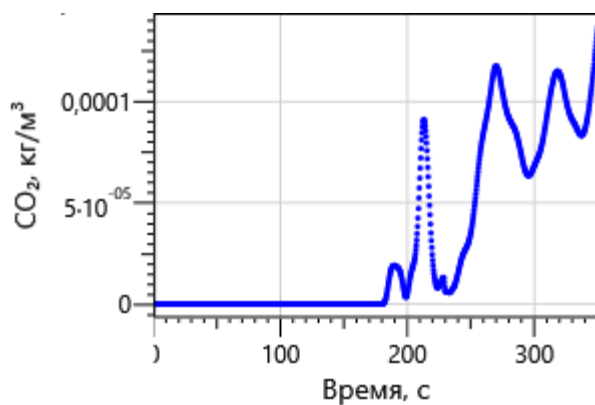
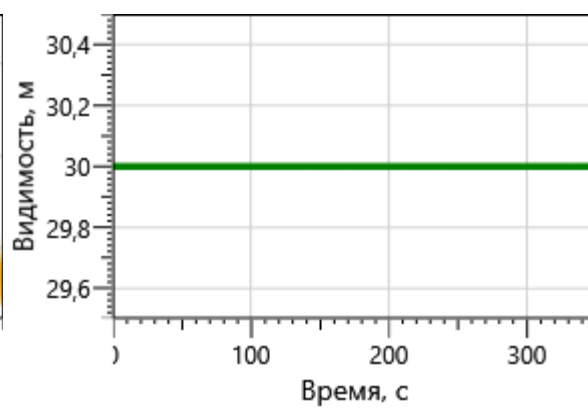
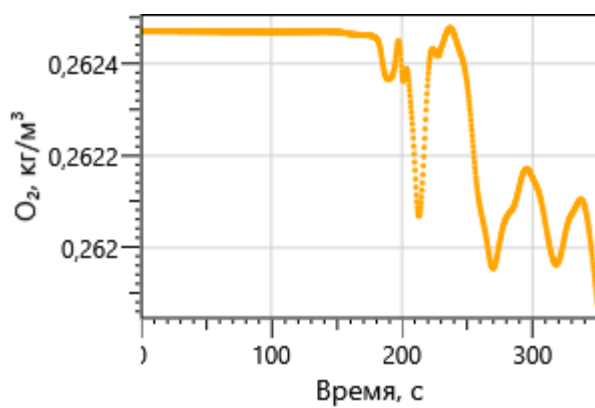
Регистратор 3 (точка «Регистратор 3\_3»)



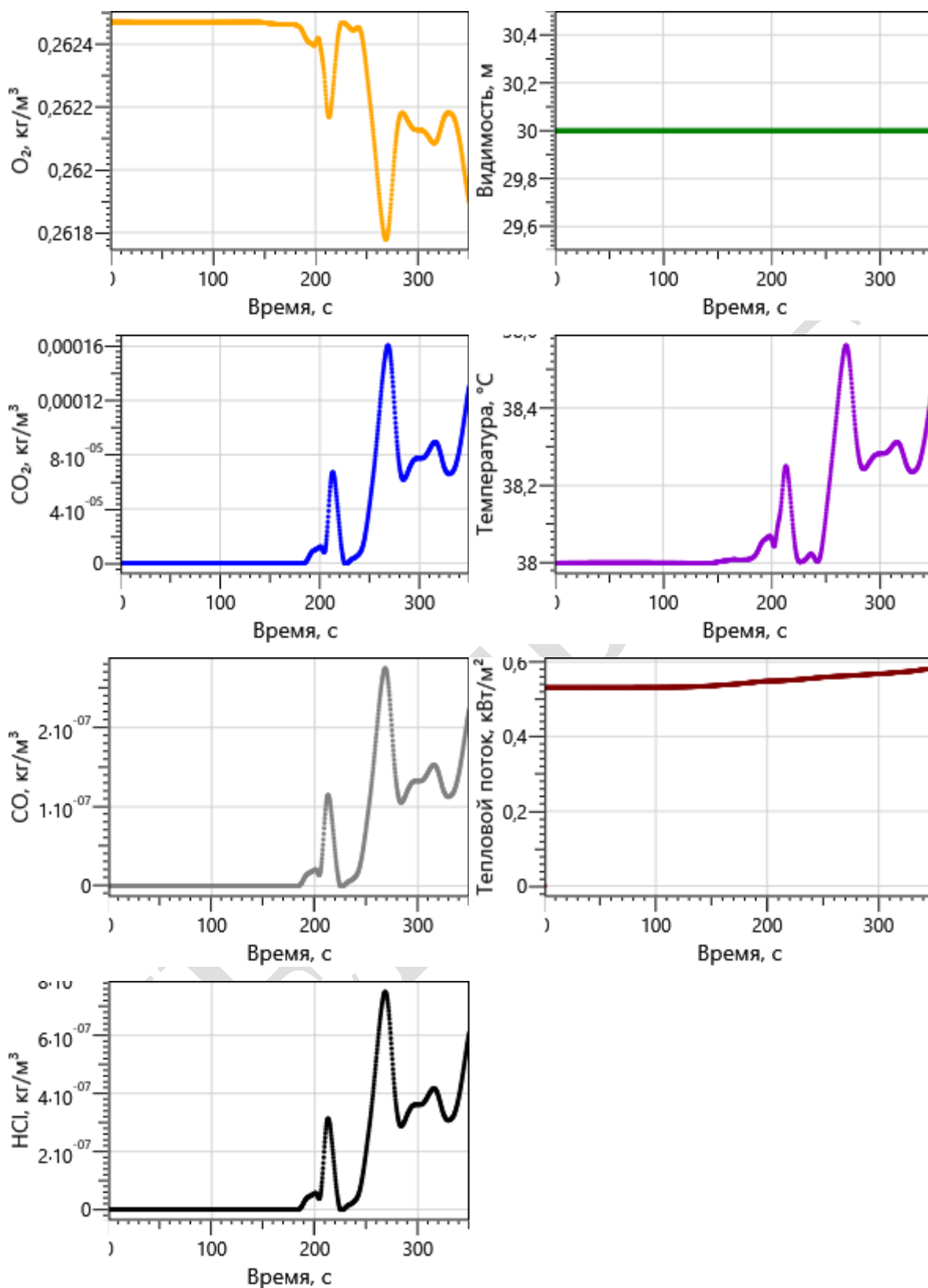
Регистратор 3 (точка «Регистратор 3\_4»)



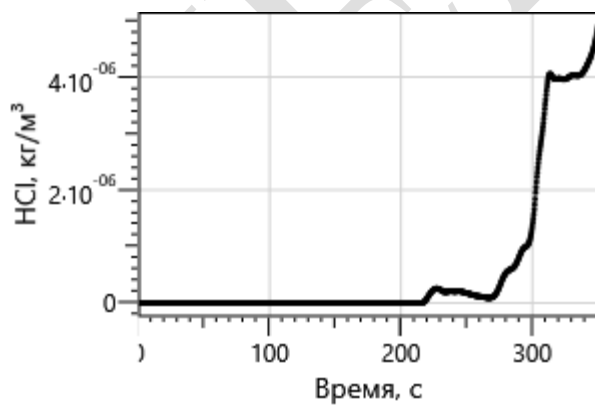
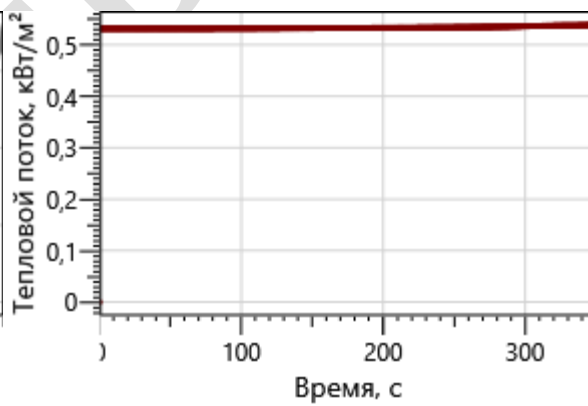
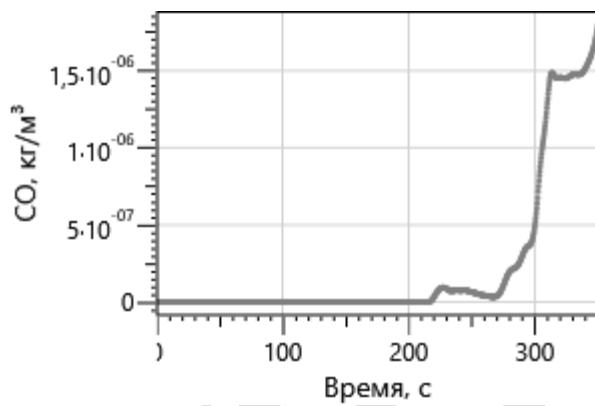
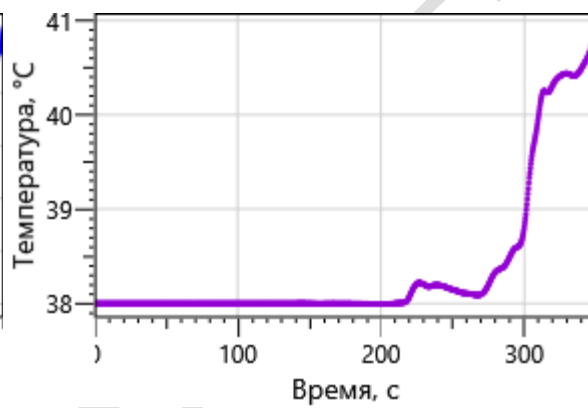
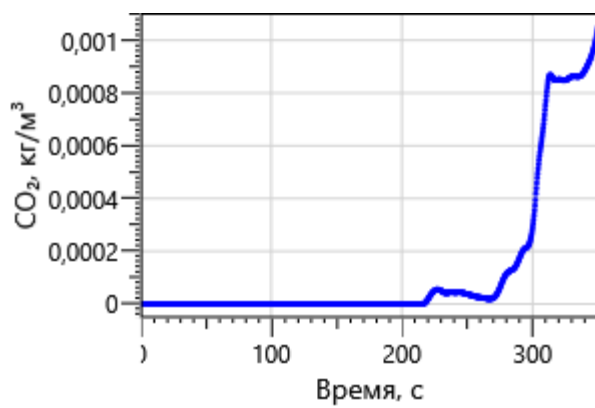
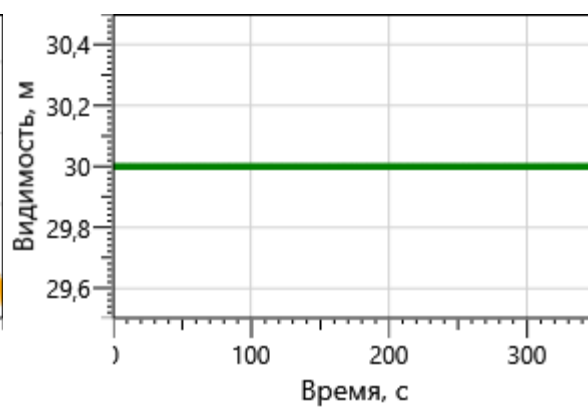
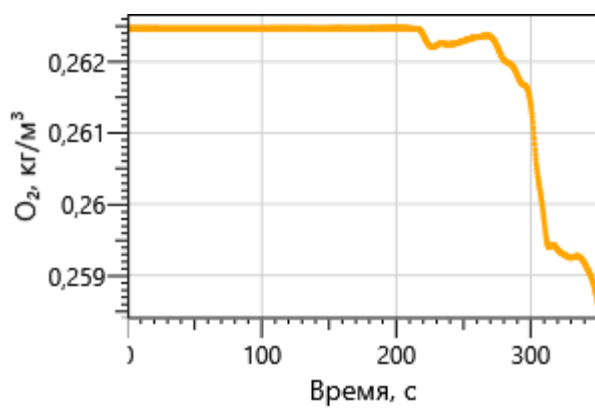
Регистратор 4 (точка «Регистратор 4\_1»)



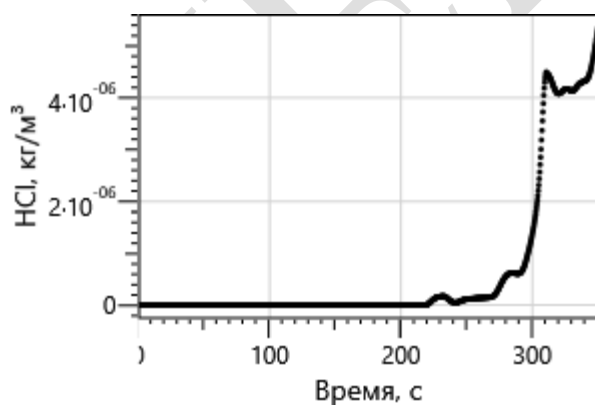
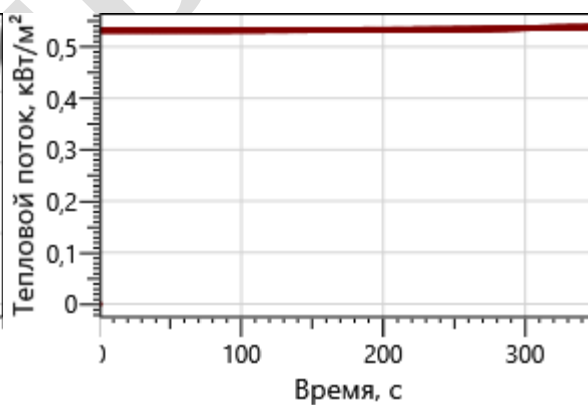
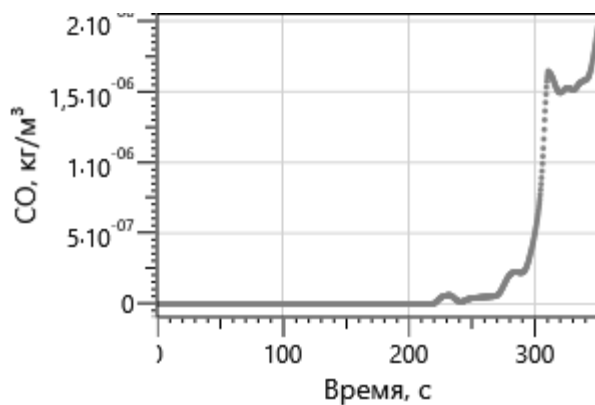
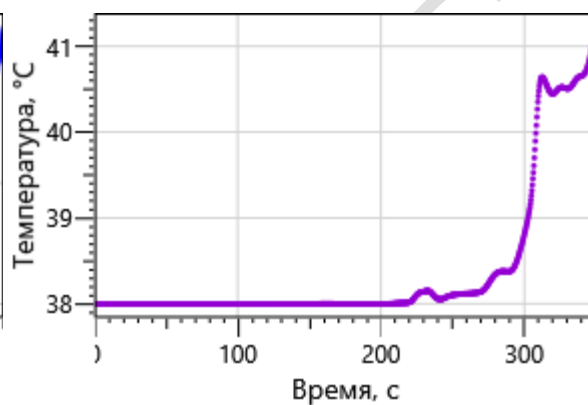
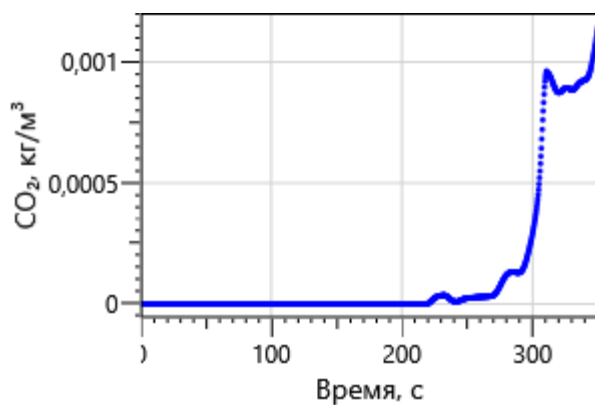
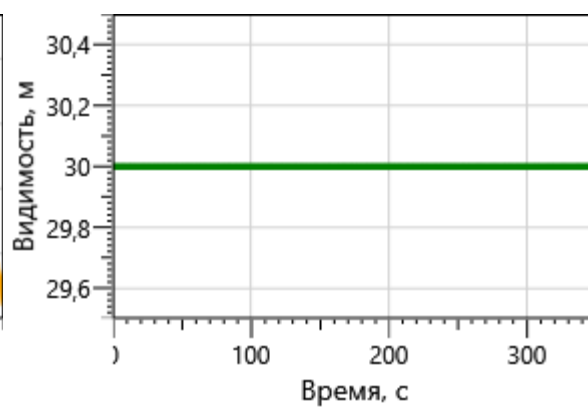
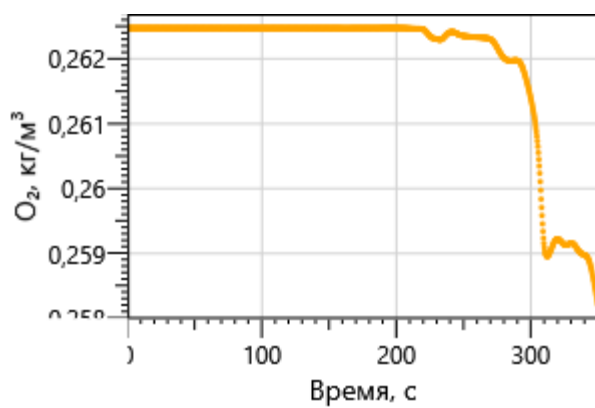
Регистратор 4 (точка «Регистратор 4\_2»)



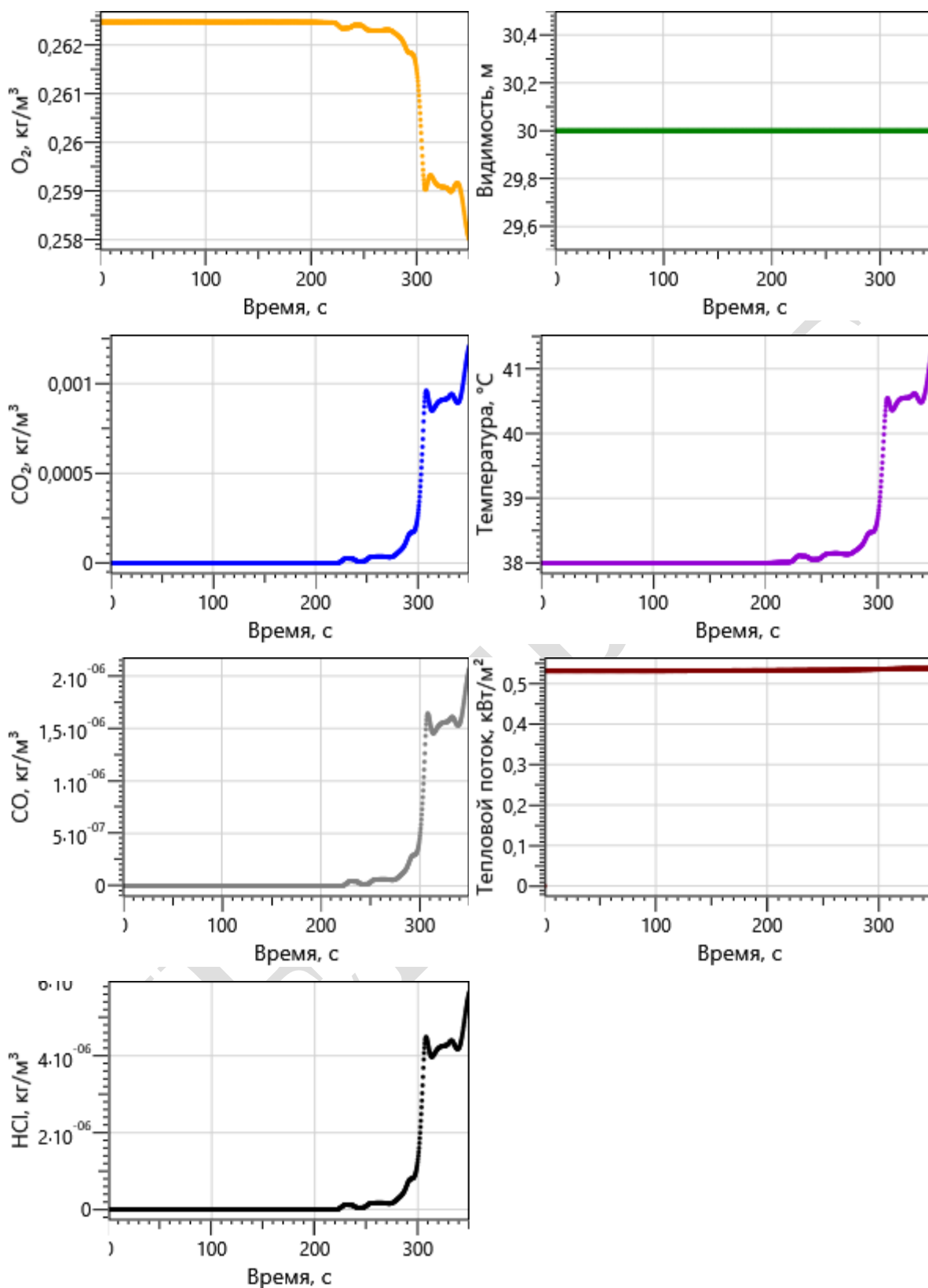
Регистратор 5 (точка «Регистратор 5\_1»)



Регистратор 5 (точка «Регистратор 5\_2»)

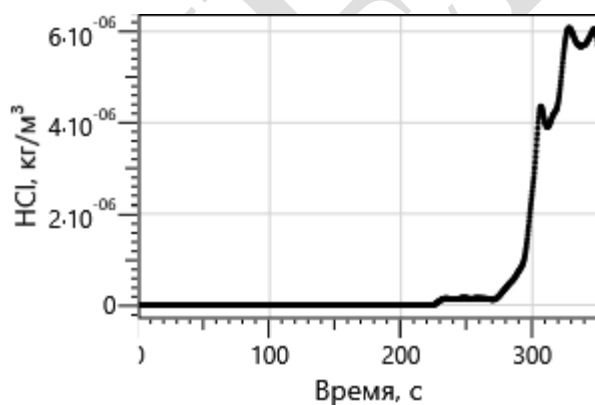
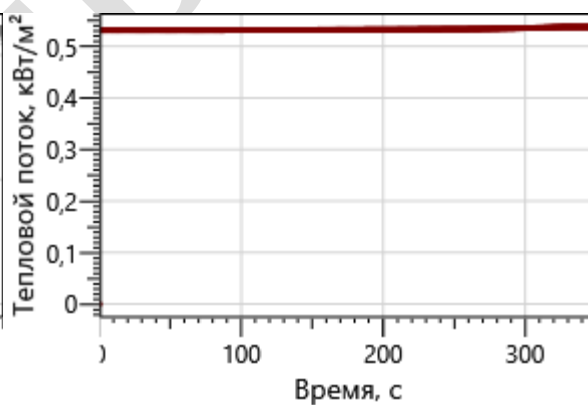
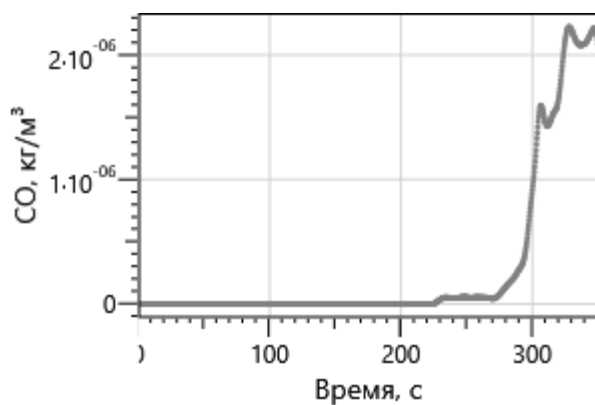
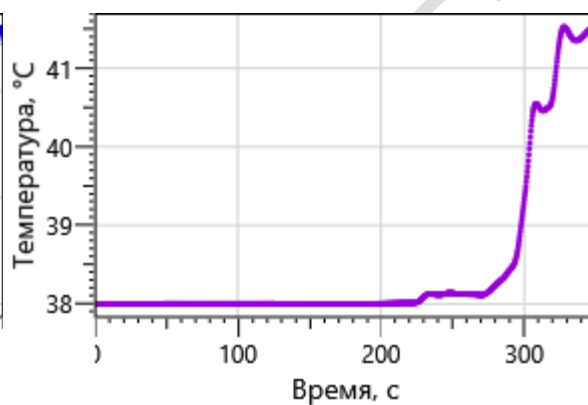
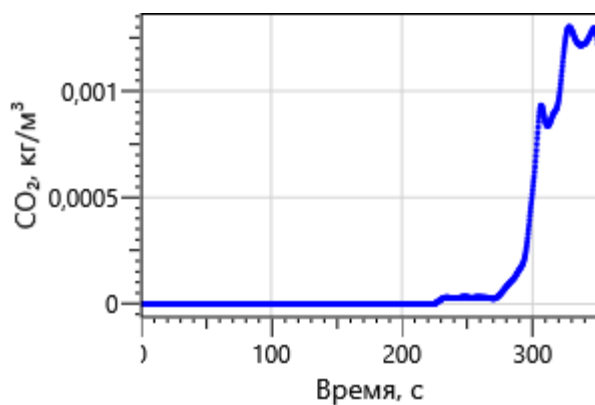
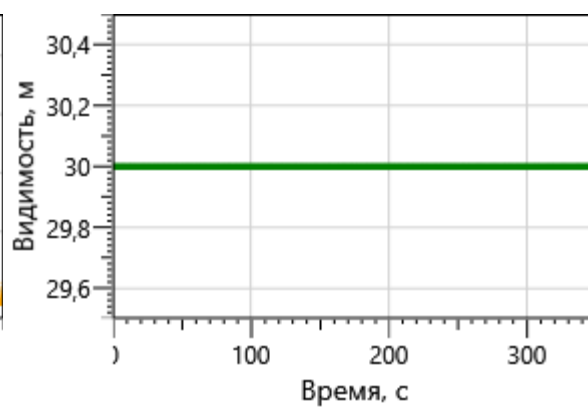
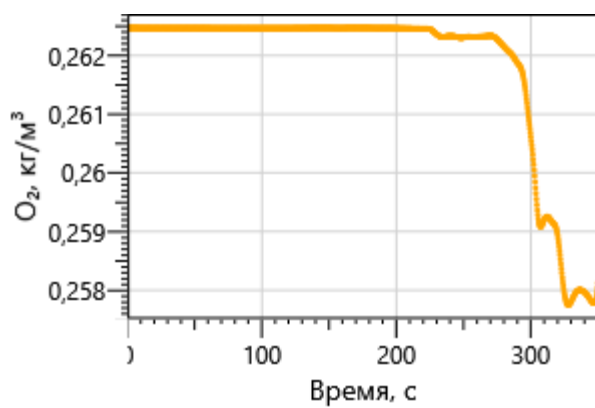


Регистратор 5 (точка «Регистратор 5\_3»)

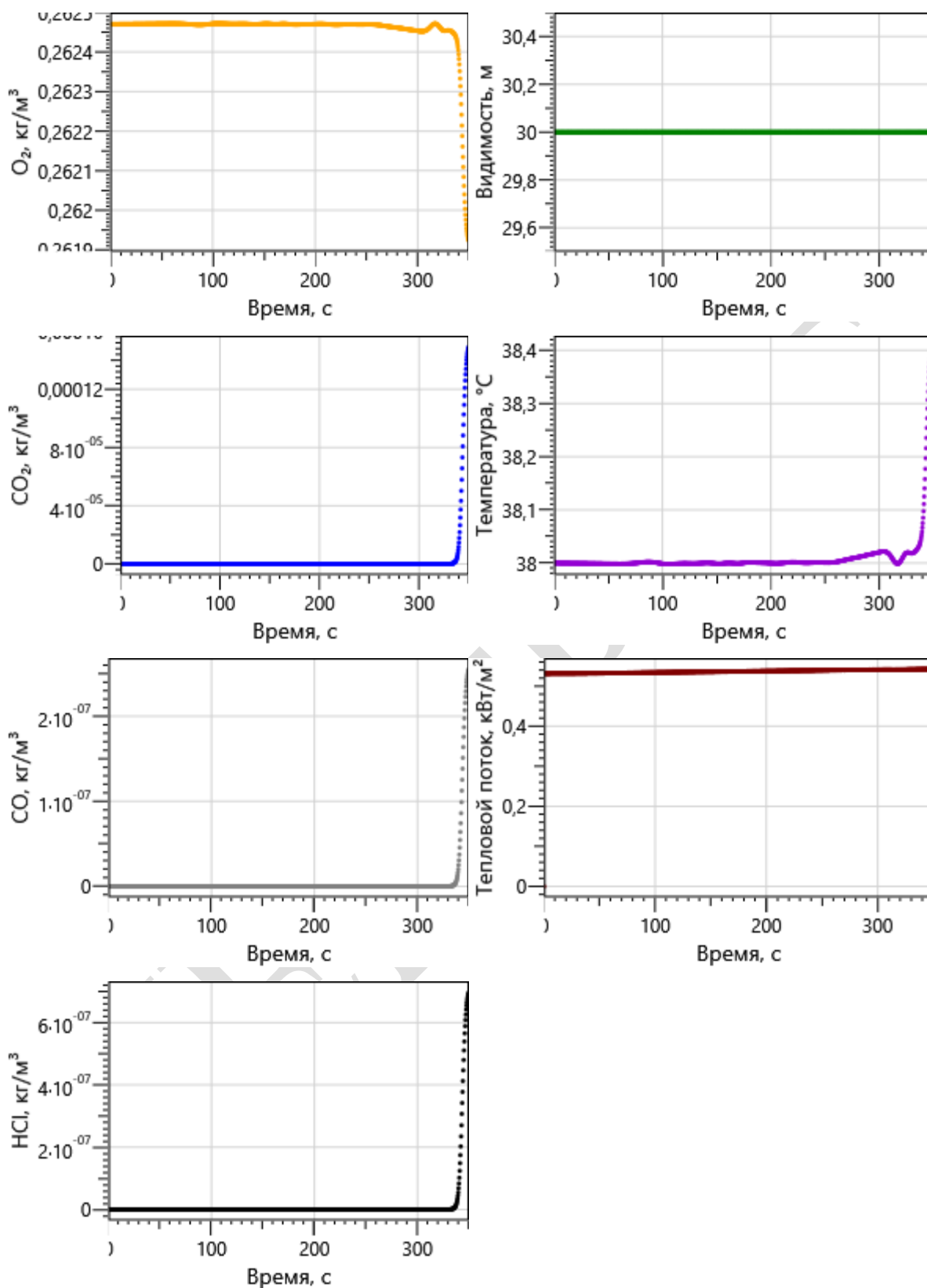




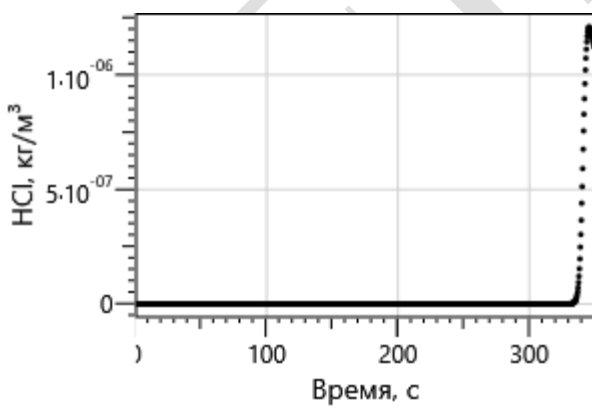
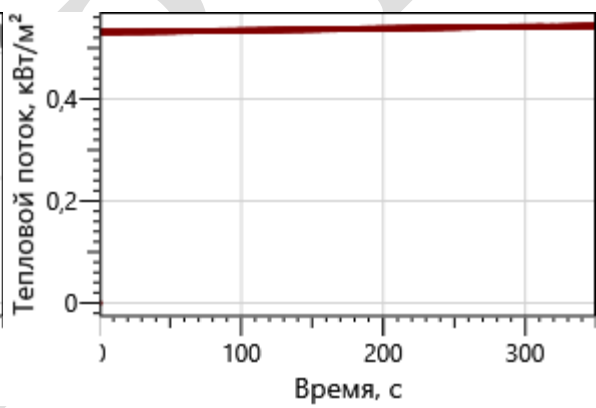
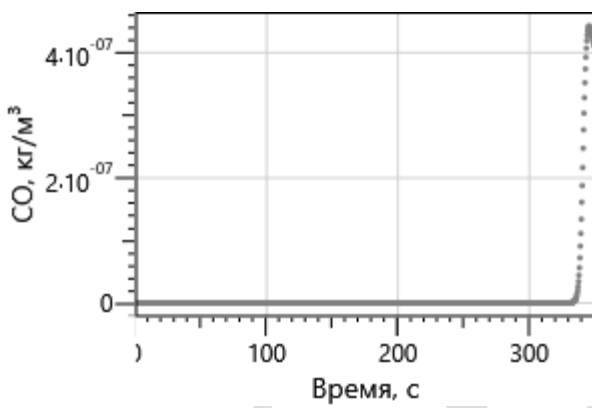
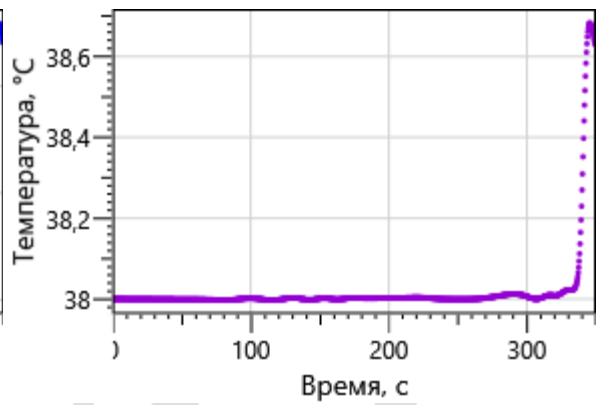
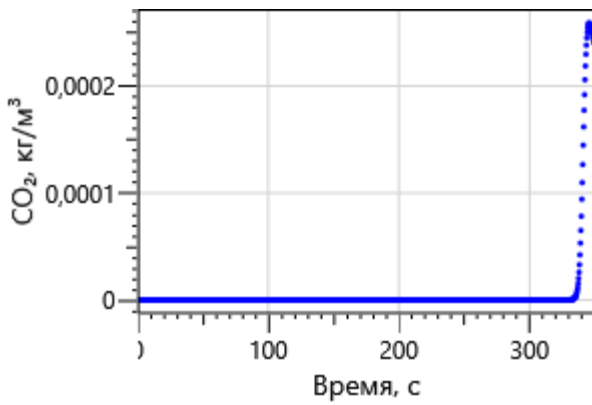
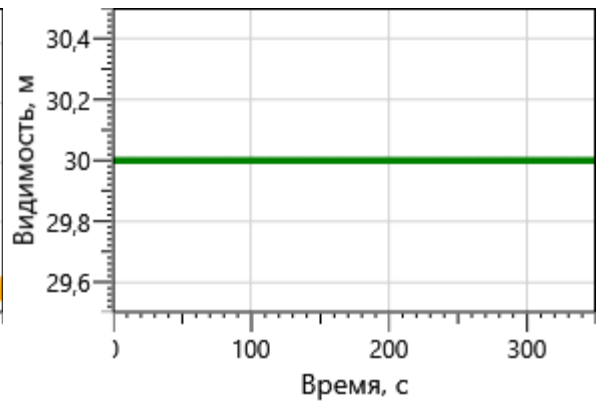
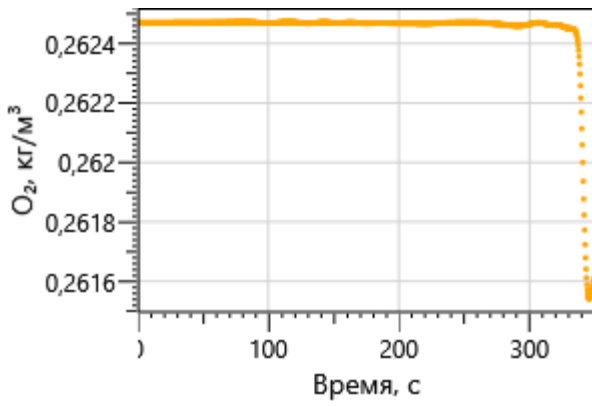
Регистратор 5 (точка «Регистратор 5\_4»)



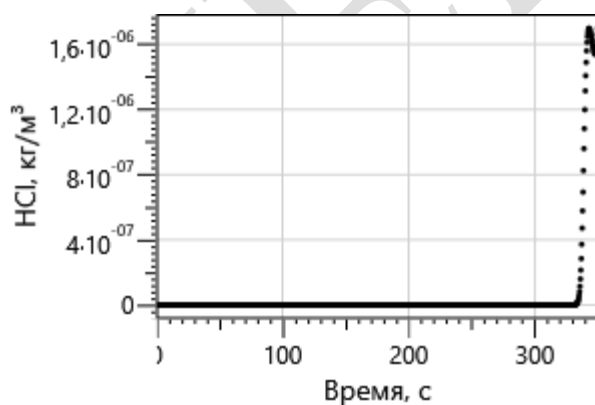
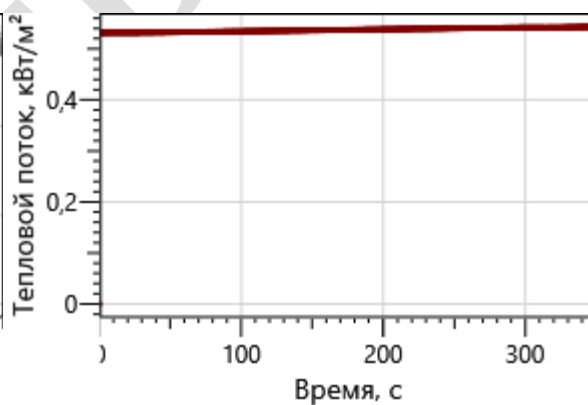
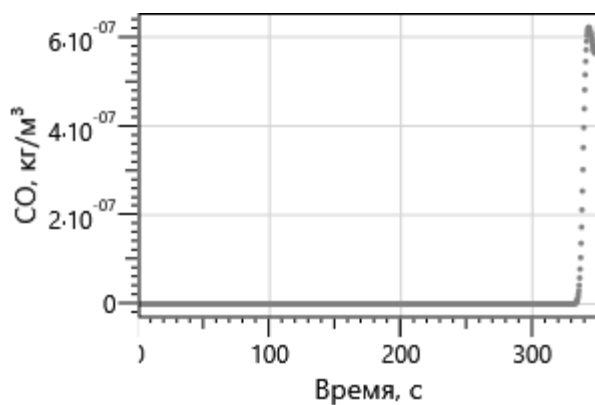
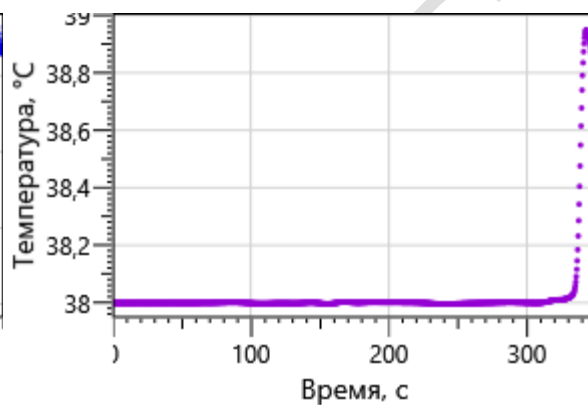
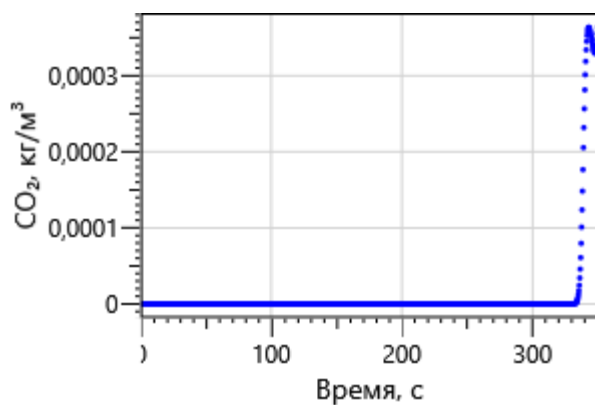
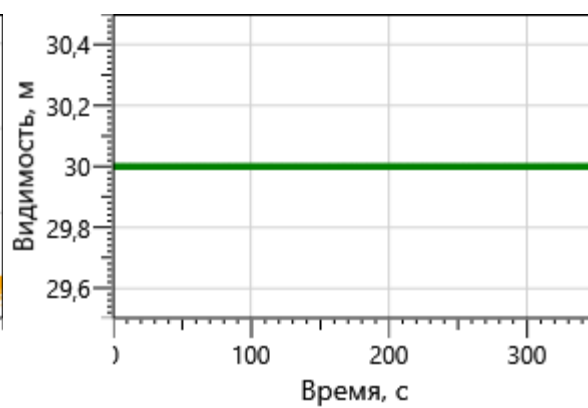
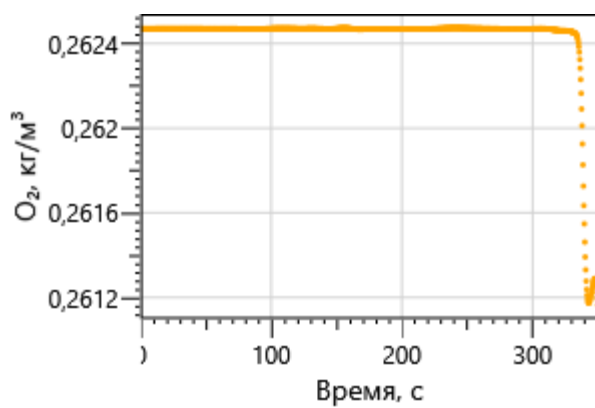
Регистратор 6 (точка «Регистратор 6\_1»)



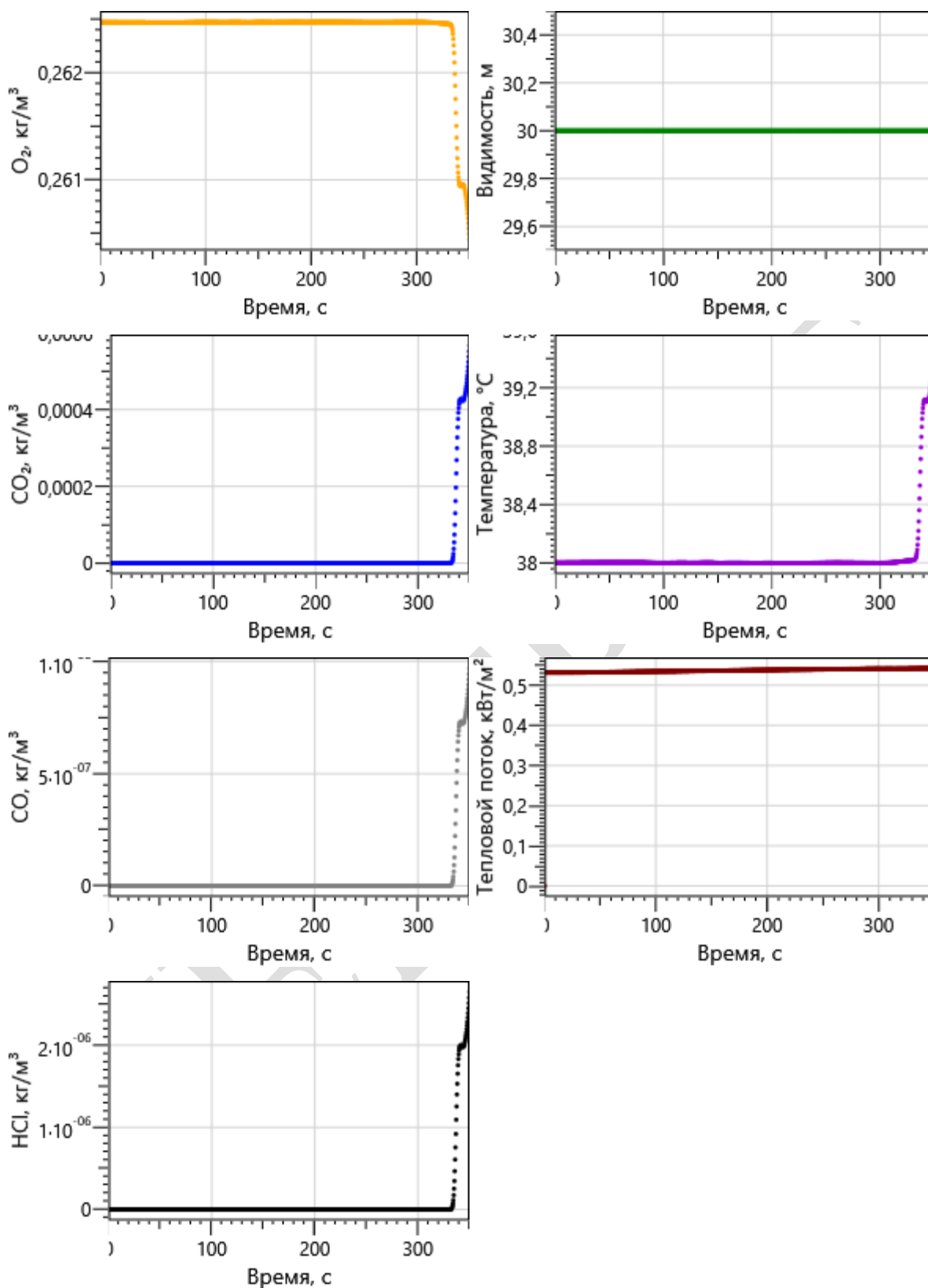
Регистратор 6 (точка «Регистратор 6\_2»)



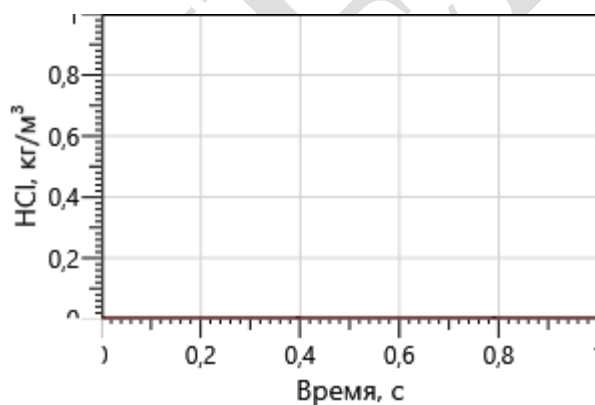
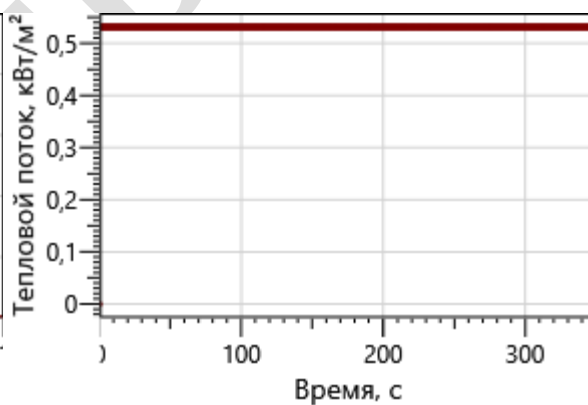
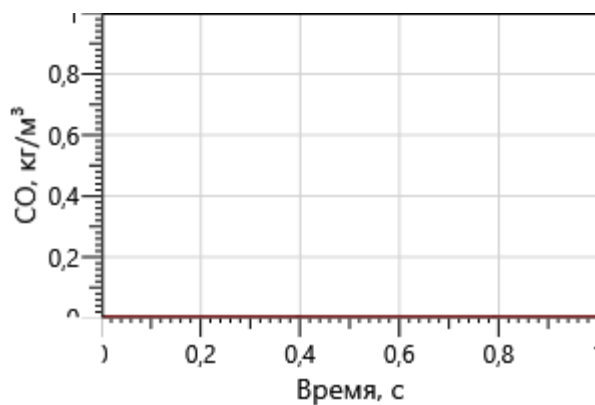
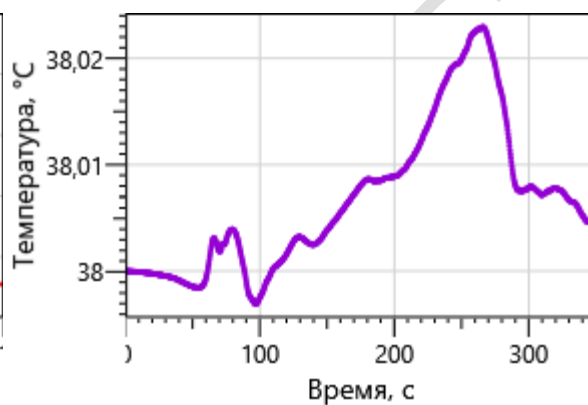
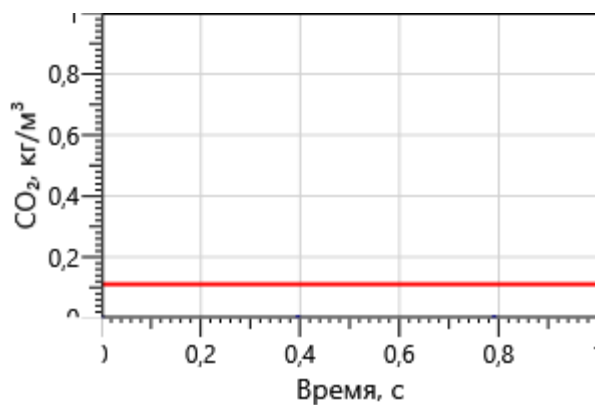
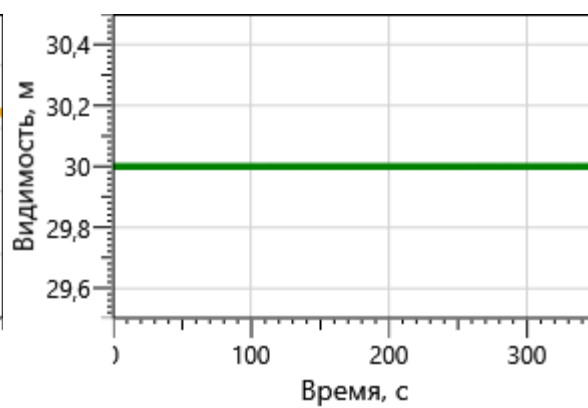
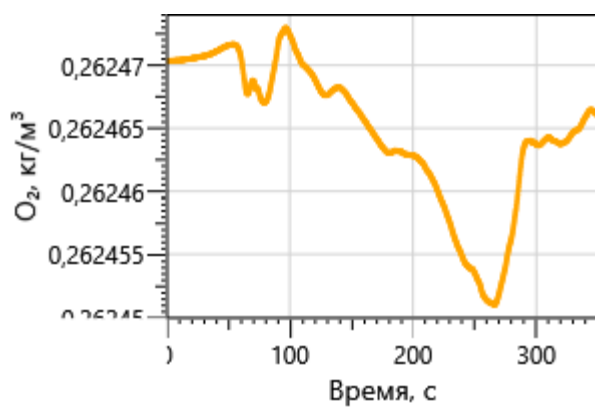
Регистратор 6 (точка «Регистратор 6\_3»)



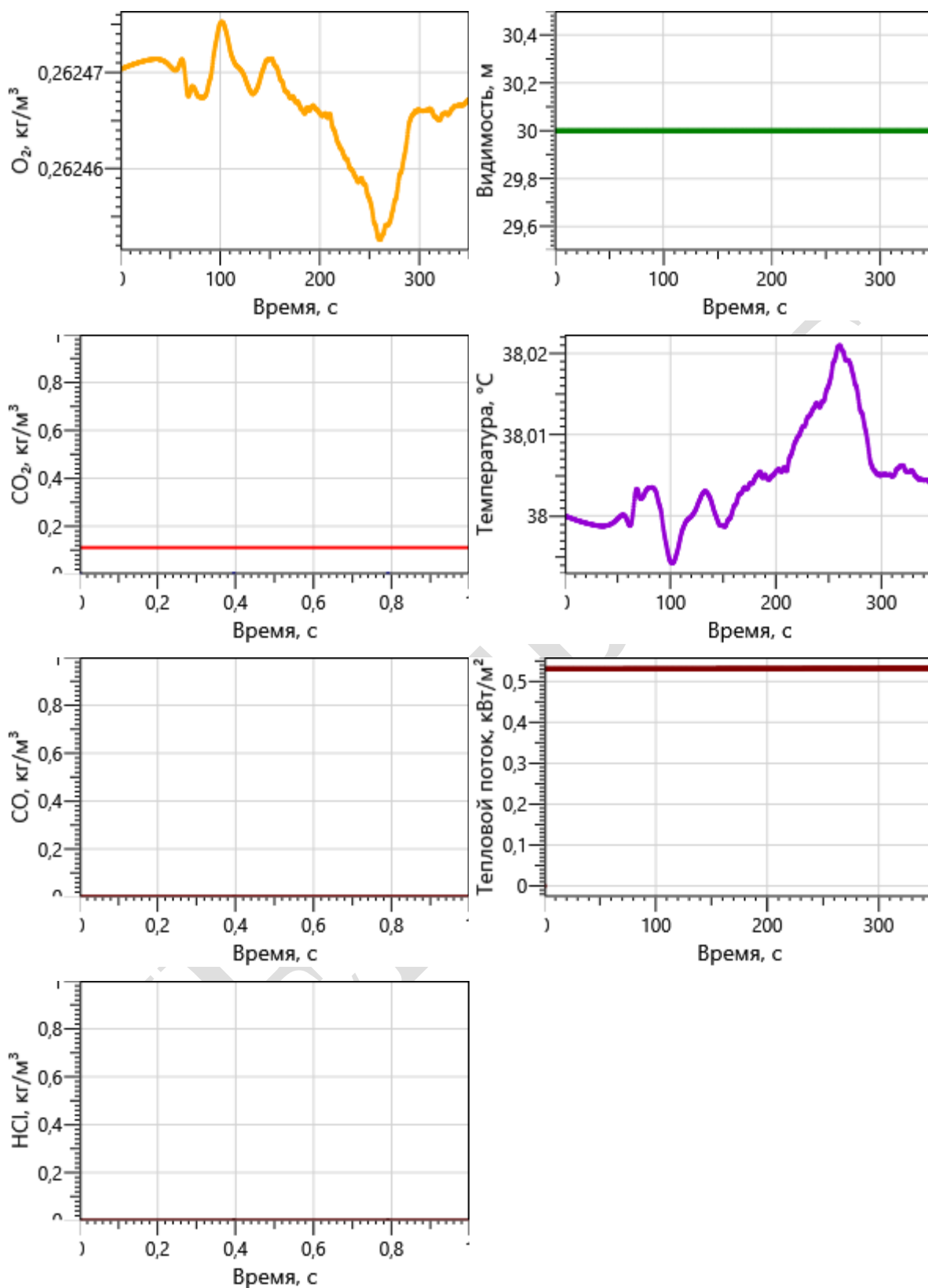
Регистратор 6 (точка «Регистратор 6\_4»)



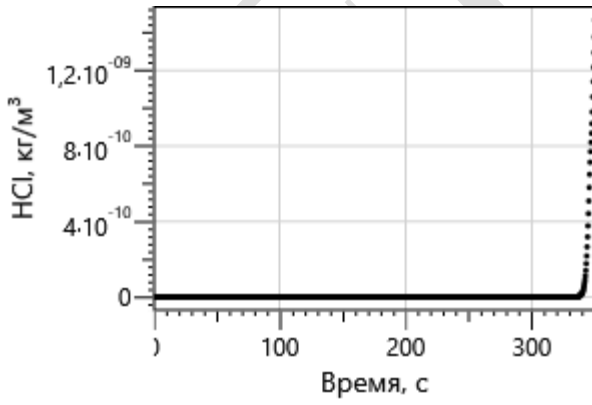
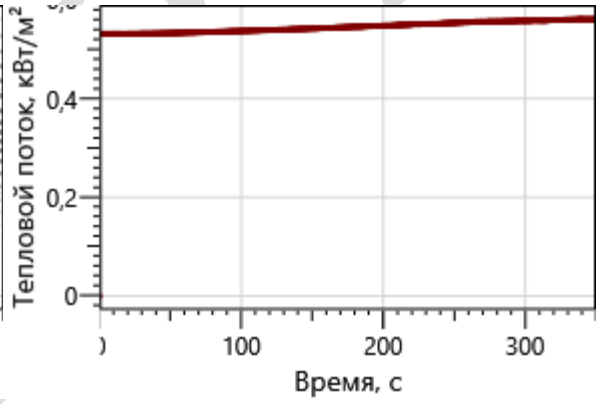
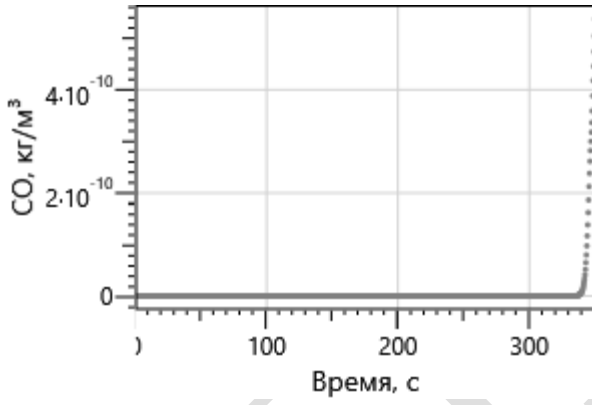
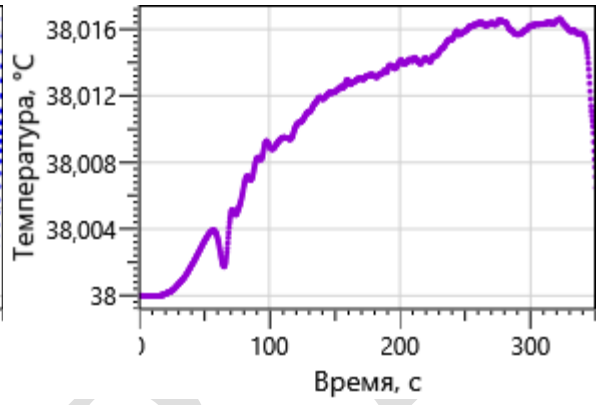
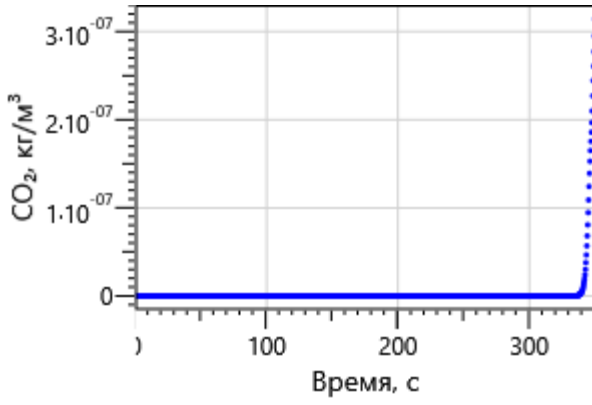
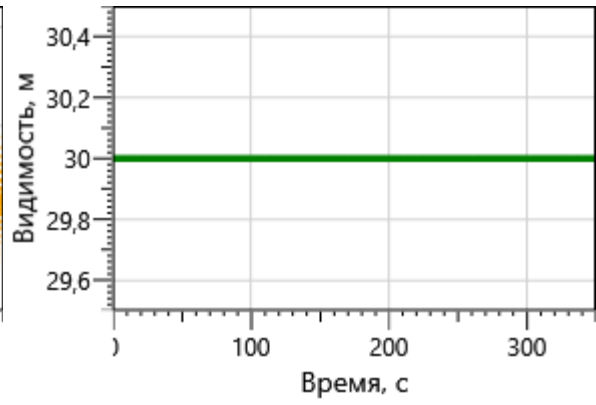
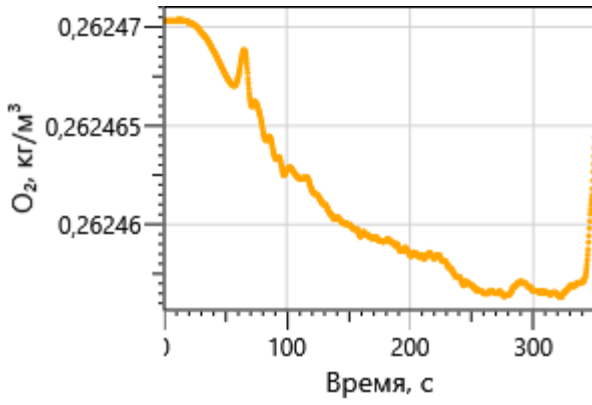
Дверь 18 (точка «Дверь 18\_1»)



Дверь 18 (точка «Дверь 18\_2»)

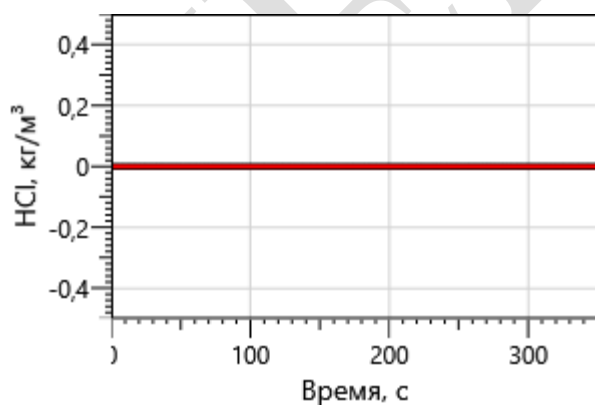
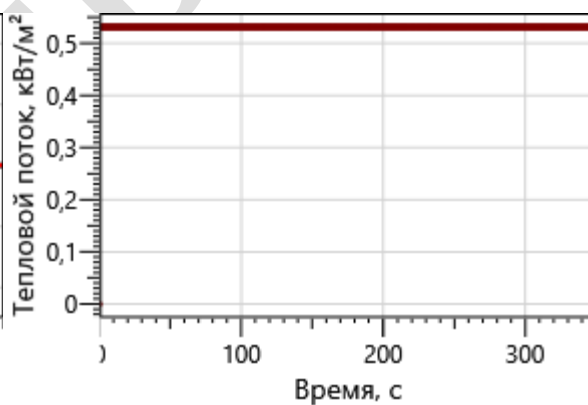
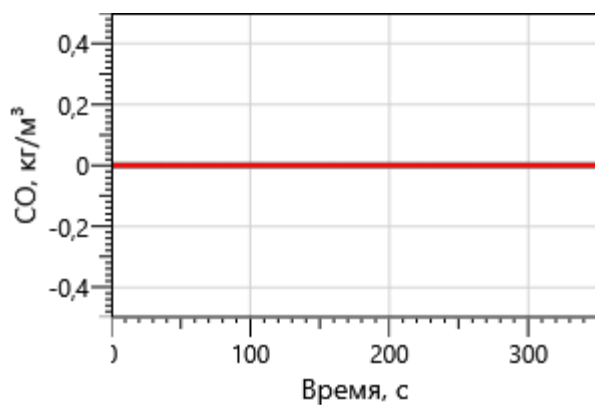
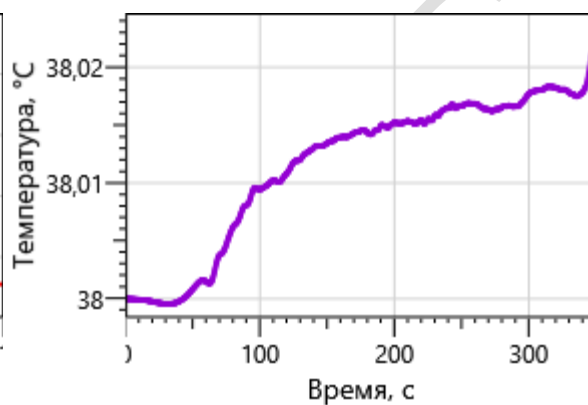
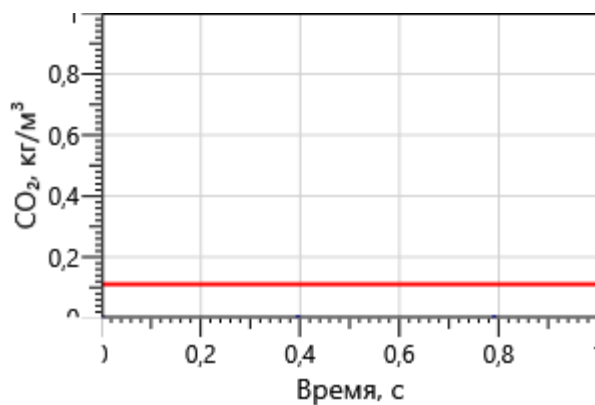
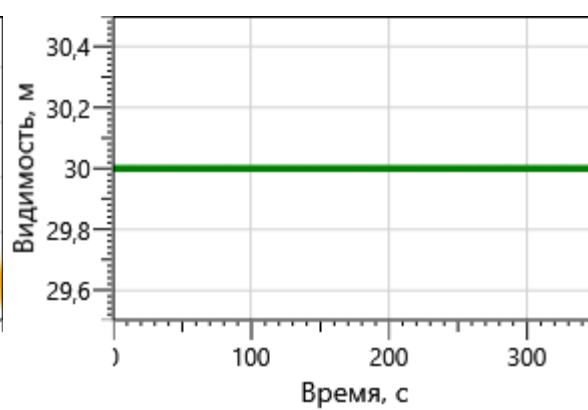
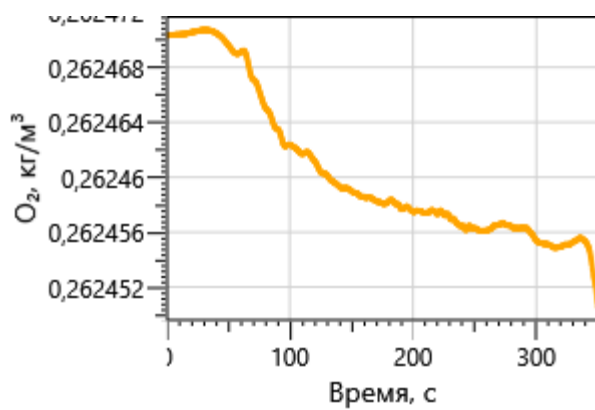


Дверь 10 (точка «Дверь 10\_1»)

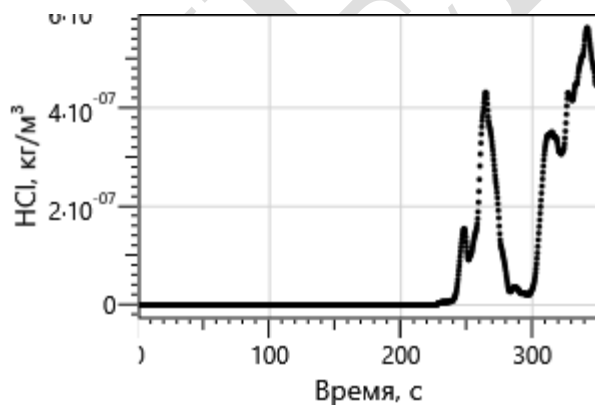
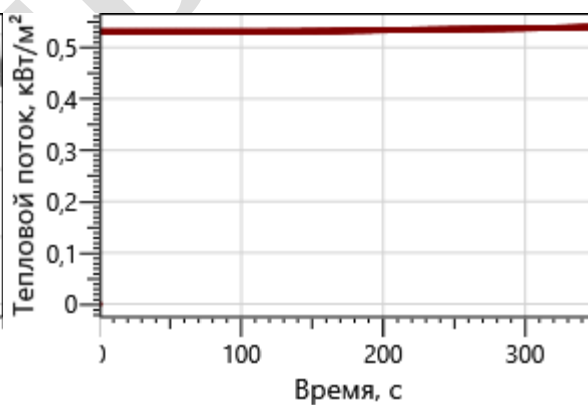
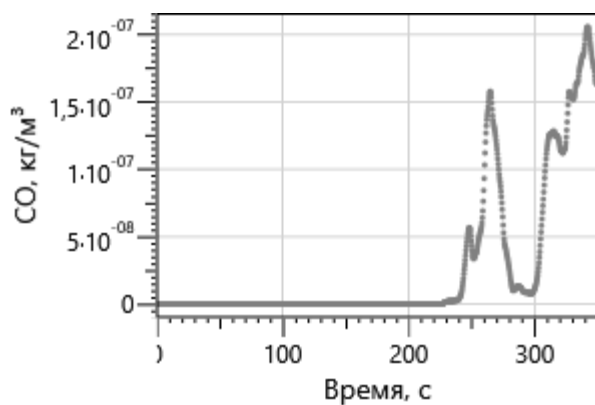
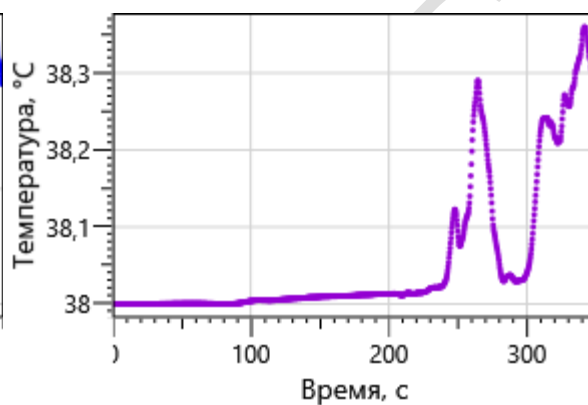
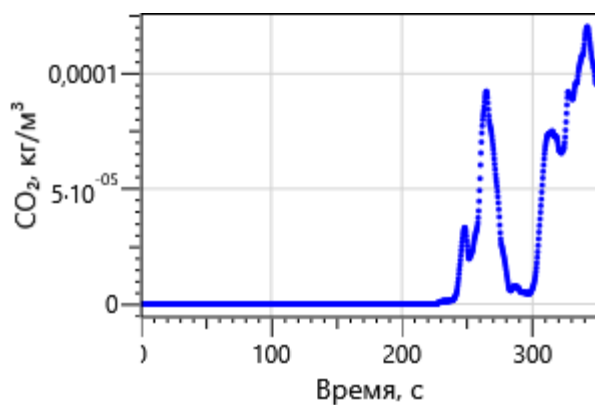
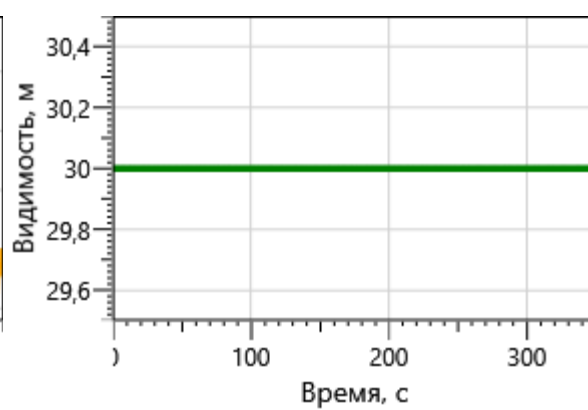
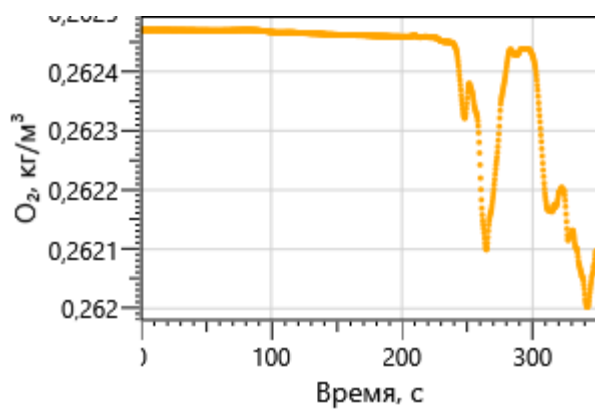




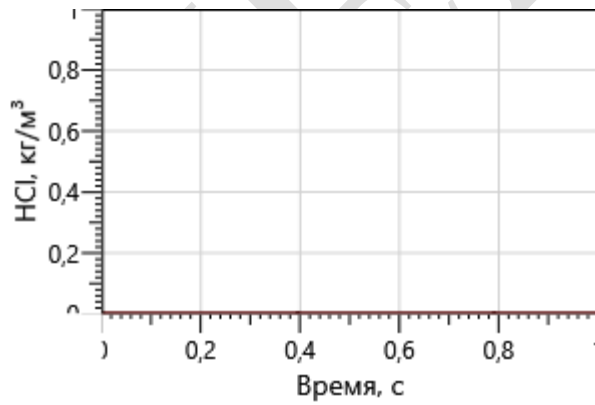
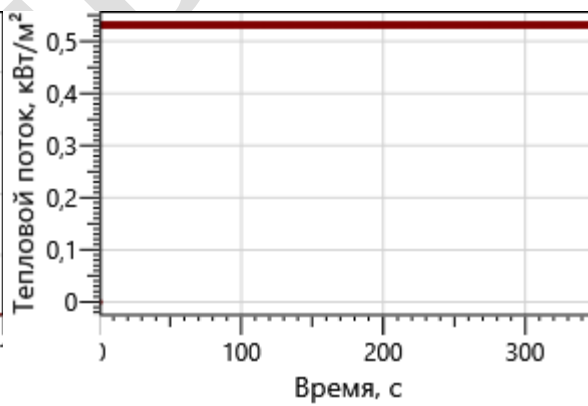
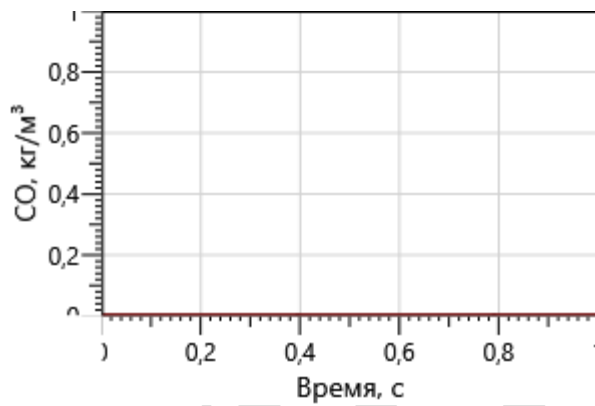
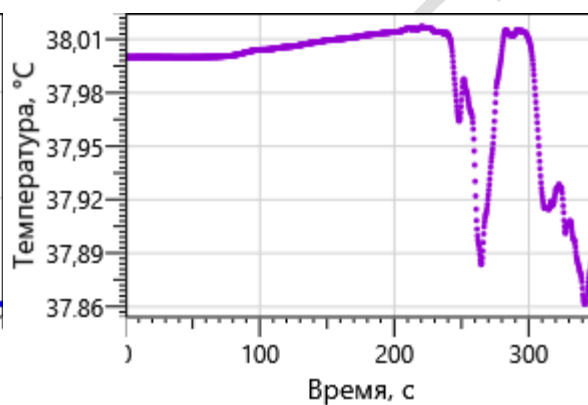
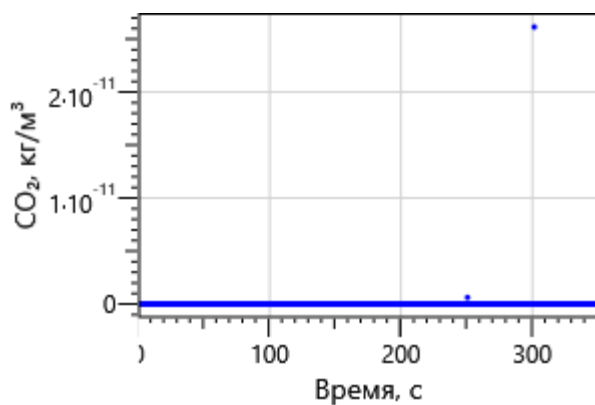
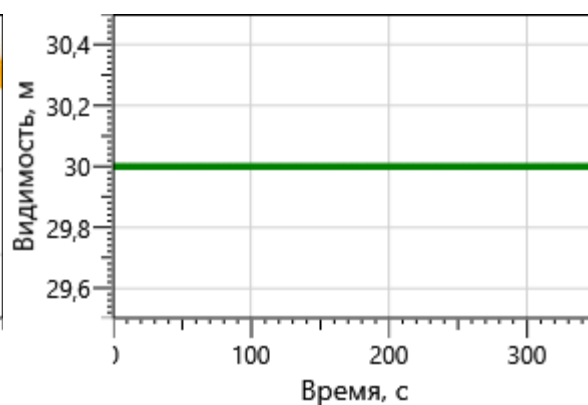
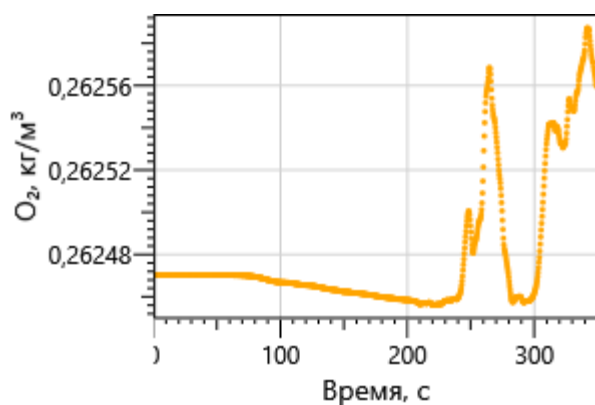
Дверь 10 (точка «Дверь 10\_2»)



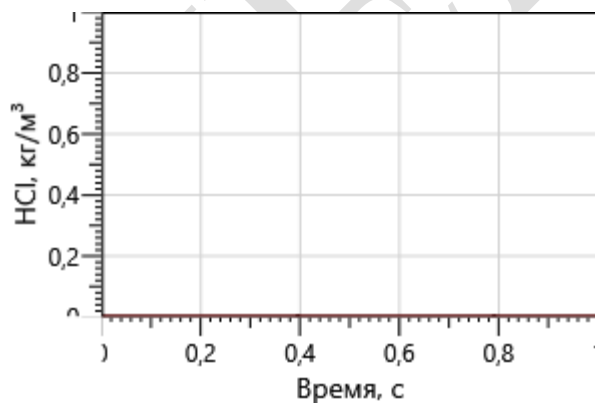
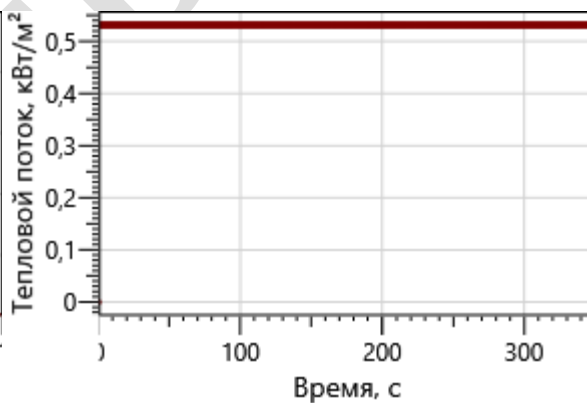
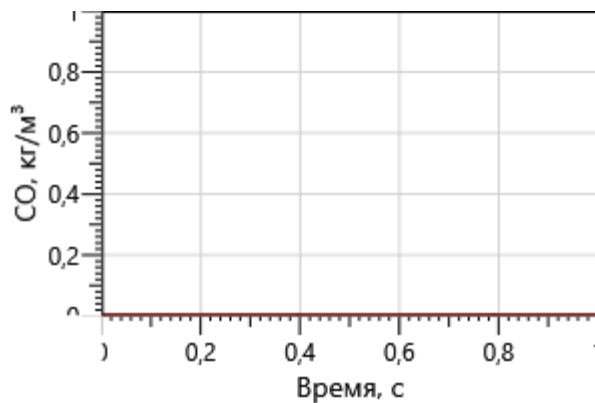
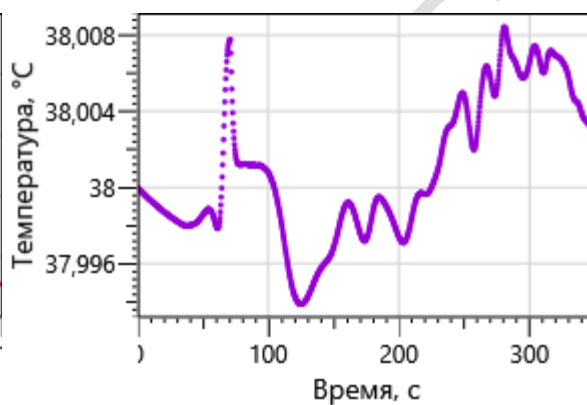
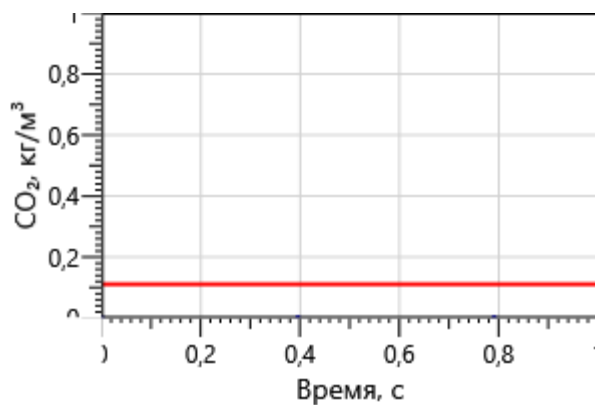
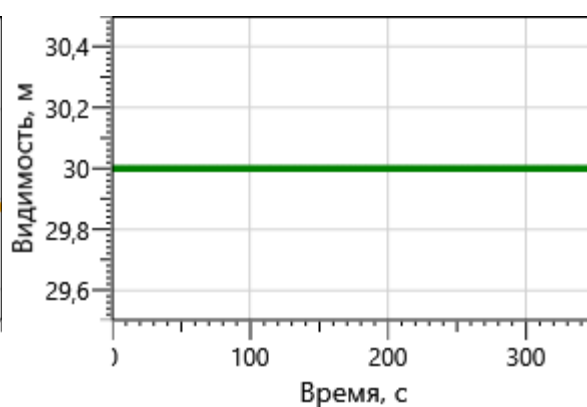
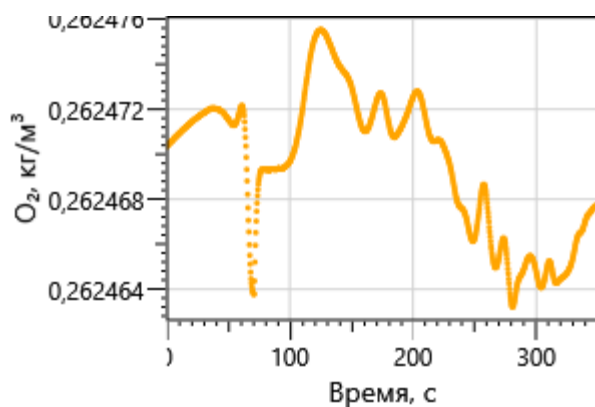
Дверь 9 (точка «Дверь 9\_1»)



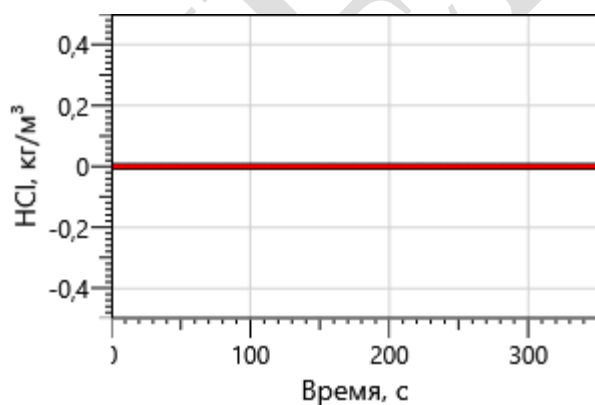
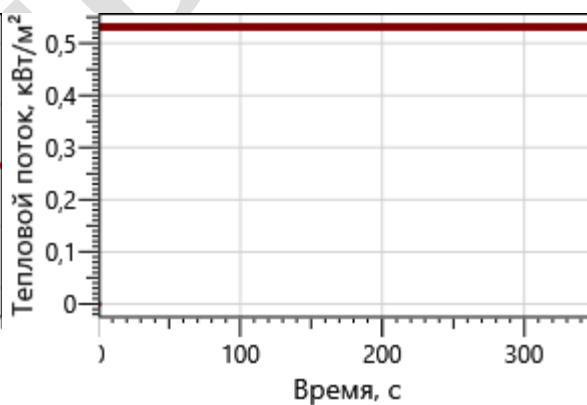
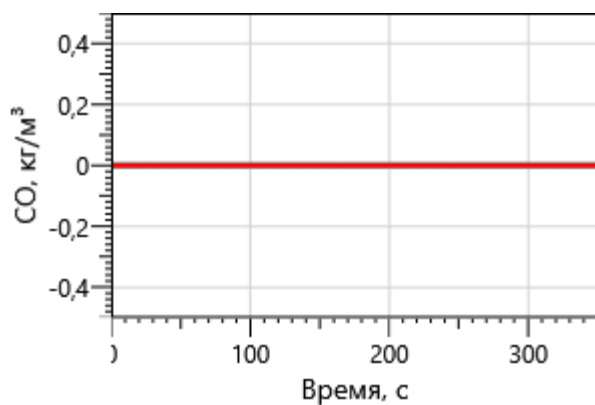
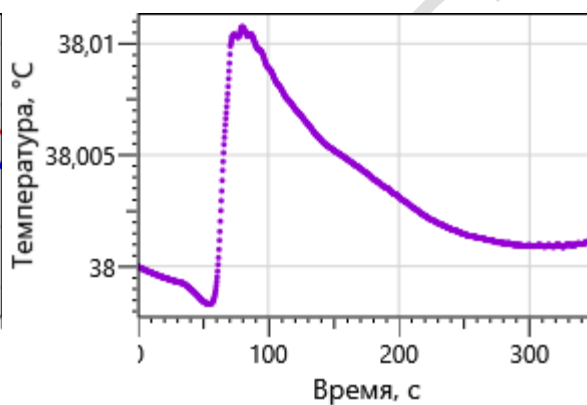
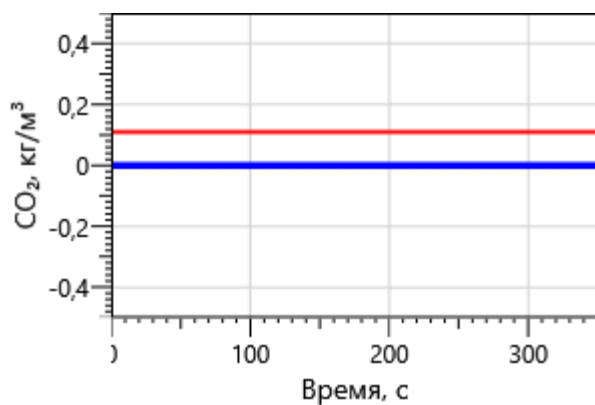
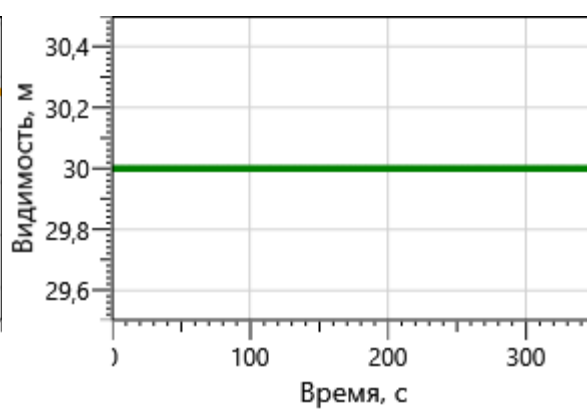
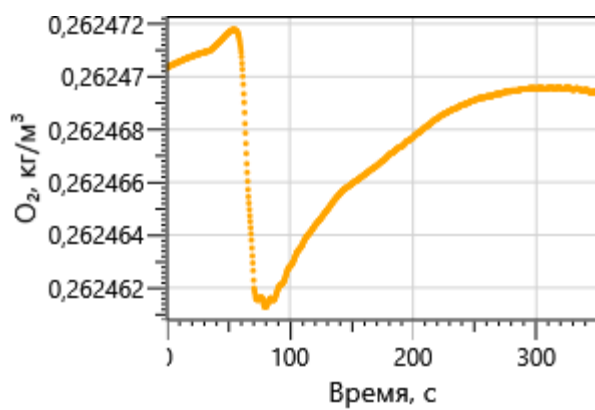
Дверь 9 (точка «Дверь 9\_2»)



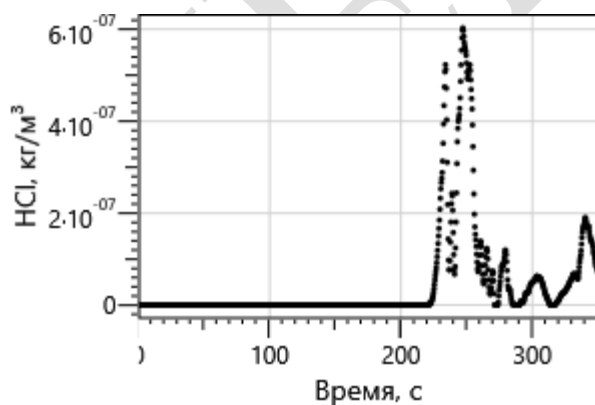
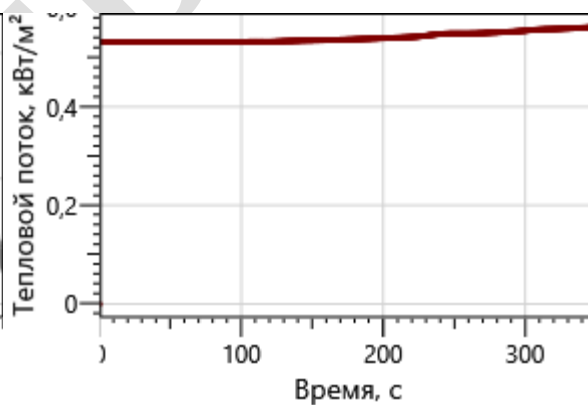
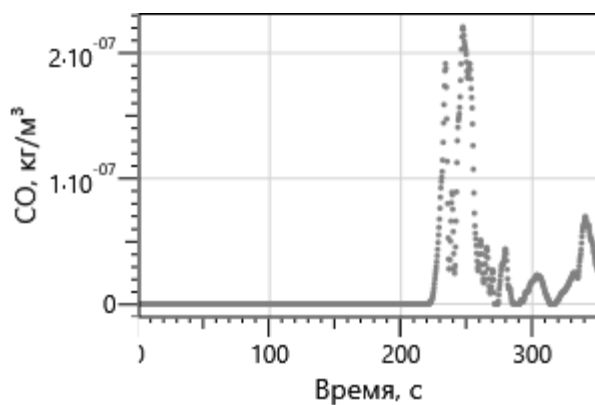
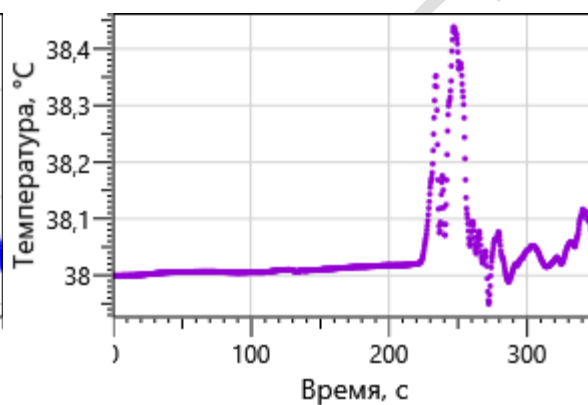
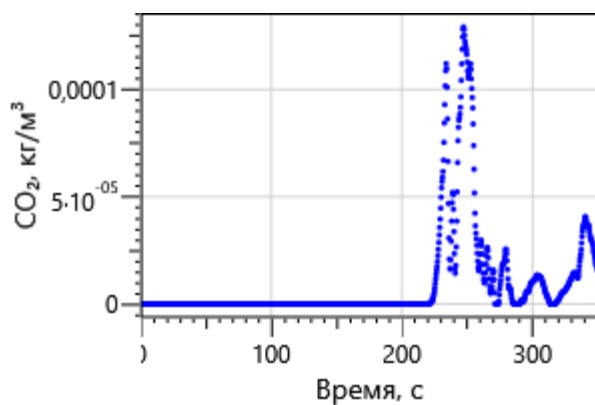
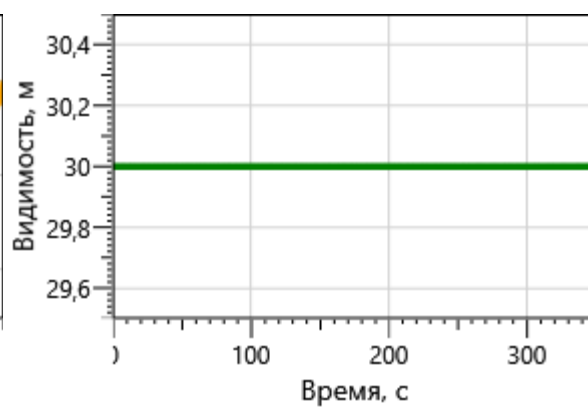
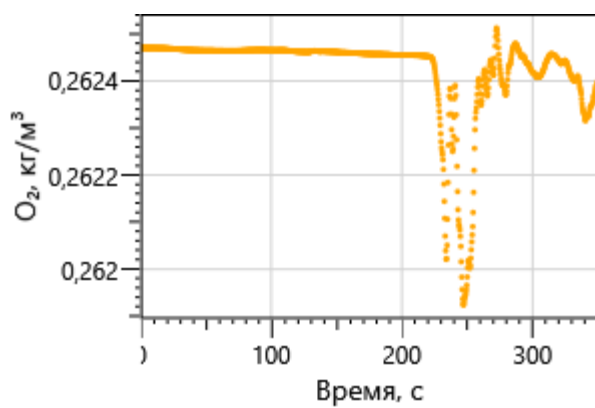
Дверь 19 (точка «Дверь 19\_1»)



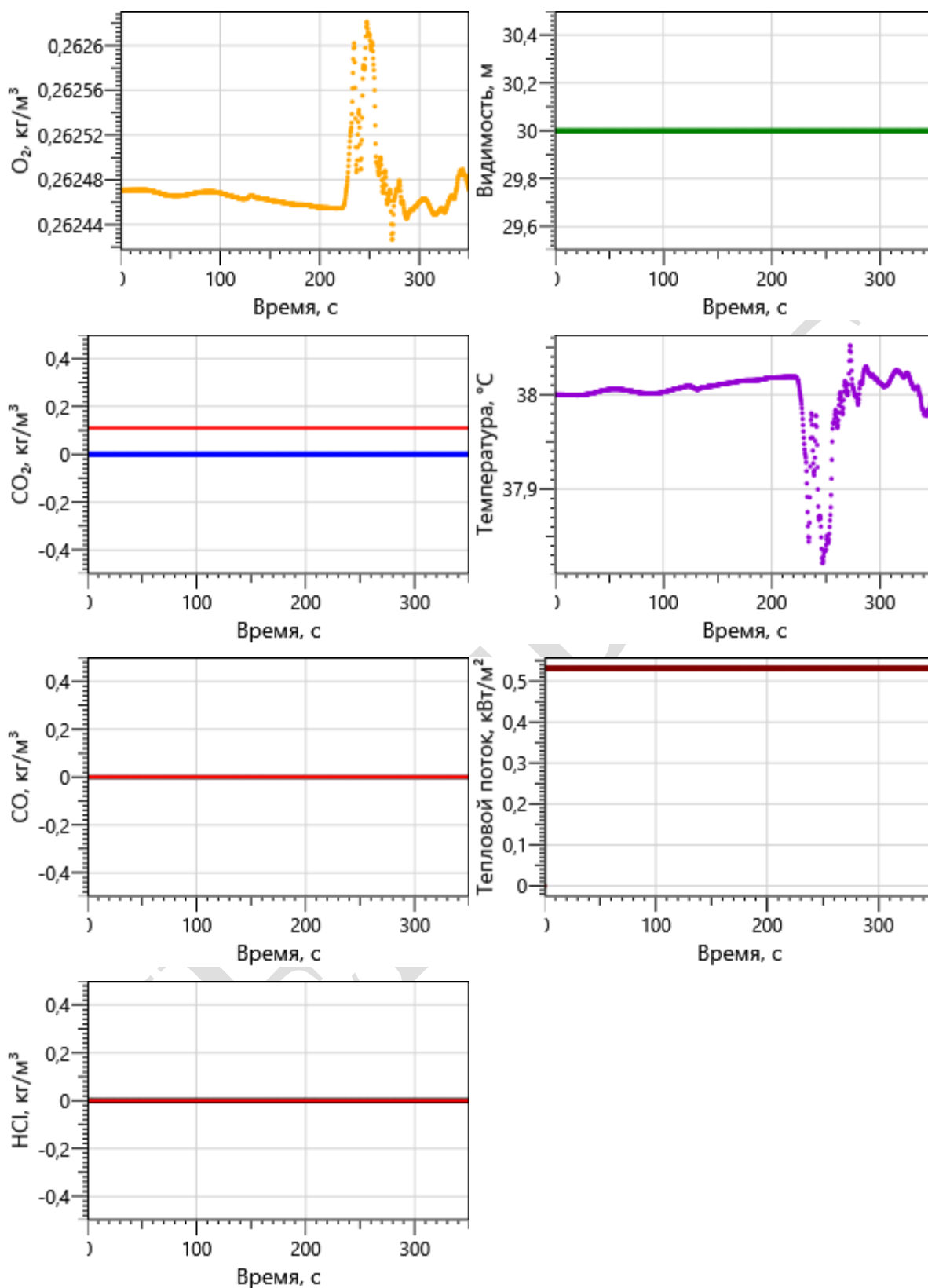
Дверь 19 (точка «Дверь 19\_2»)



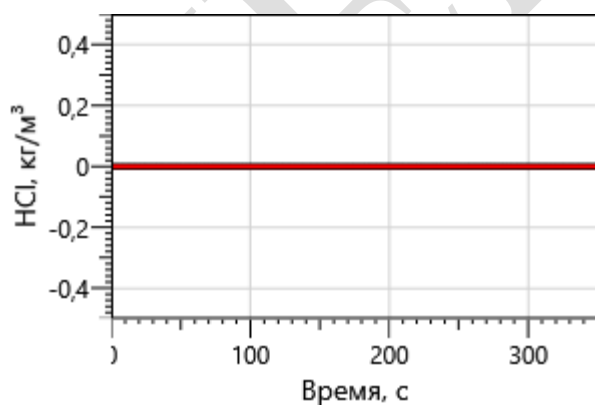
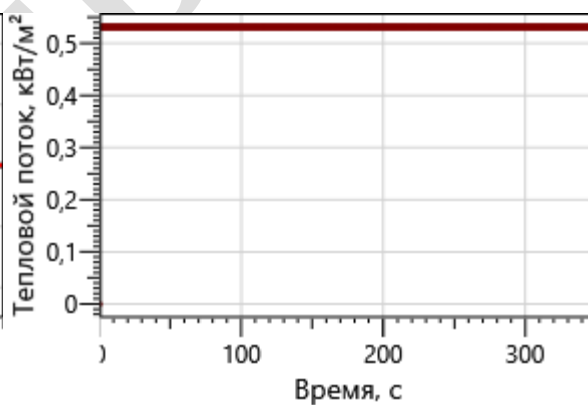
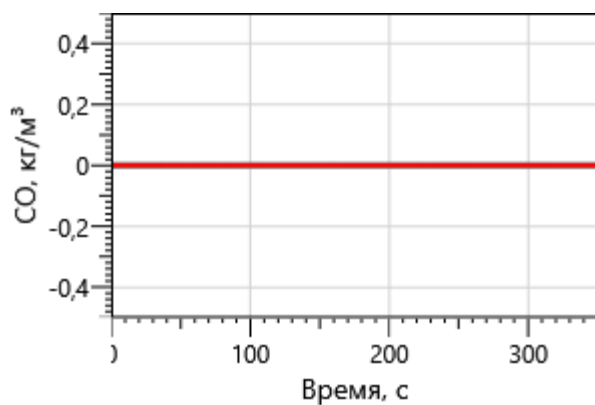
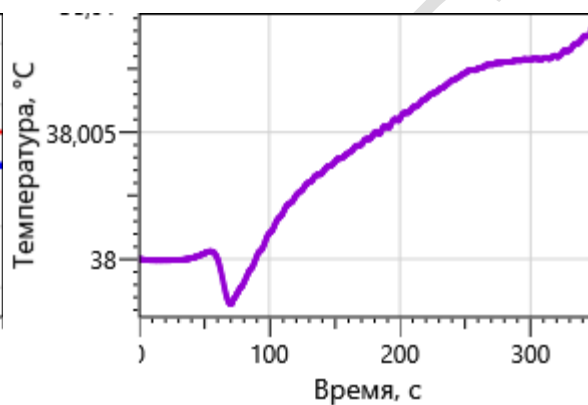
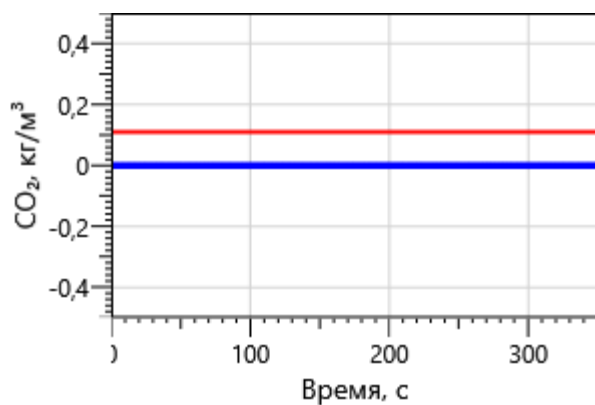
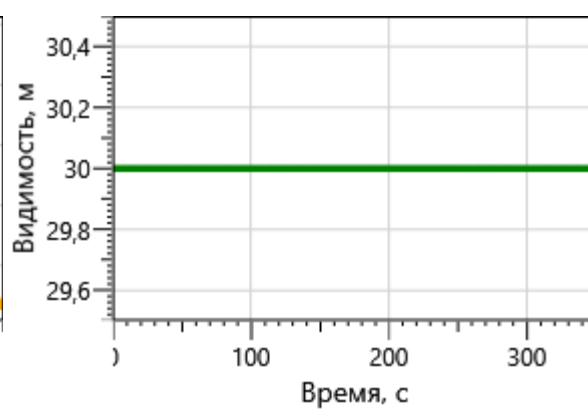
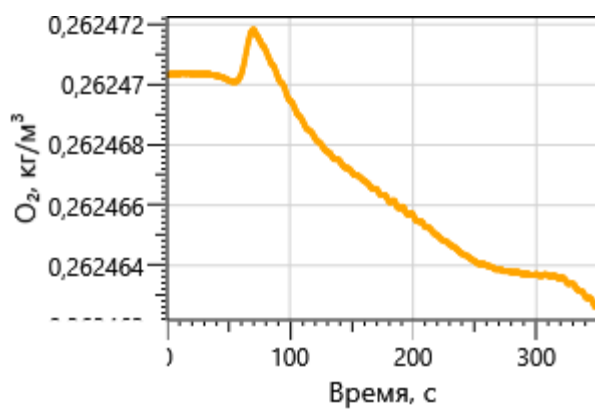
Дверь 7 (точка «Дверь 7\_1»)



Дверь 7 (точка «Дверь 7\_2»)

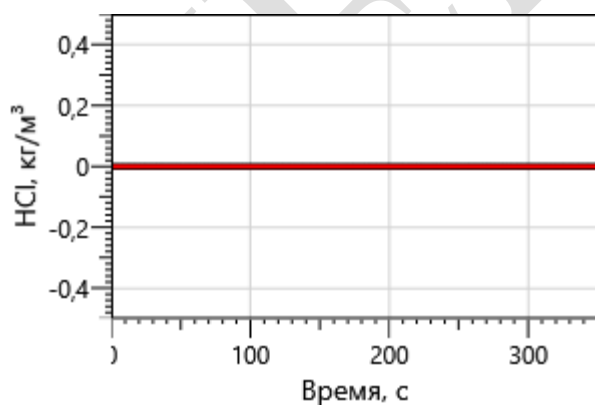
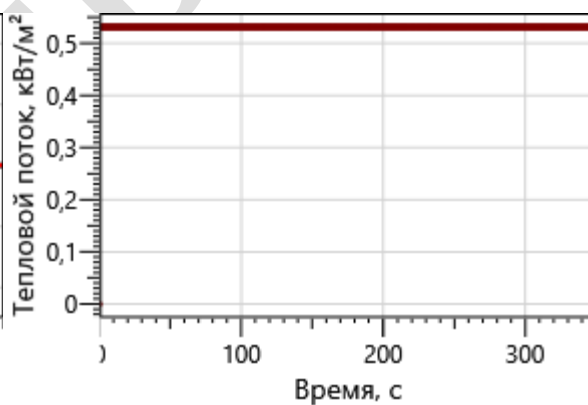
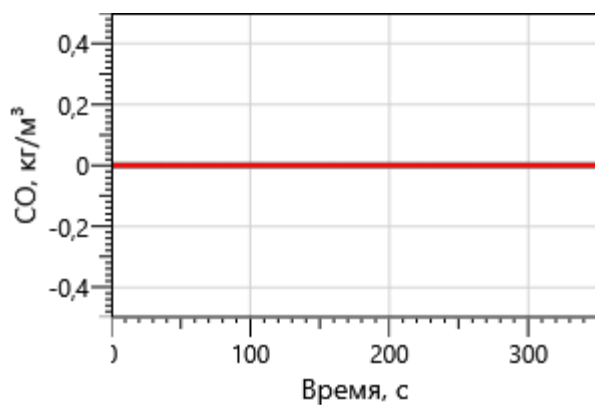
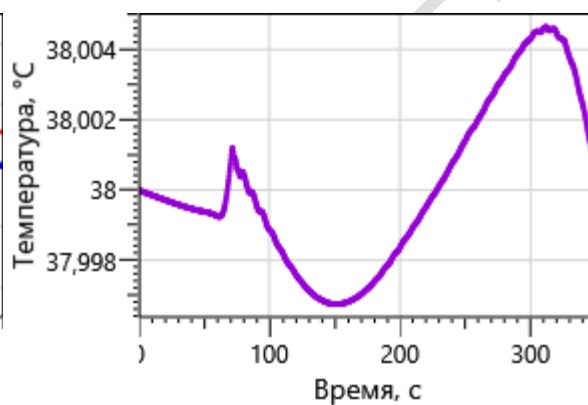
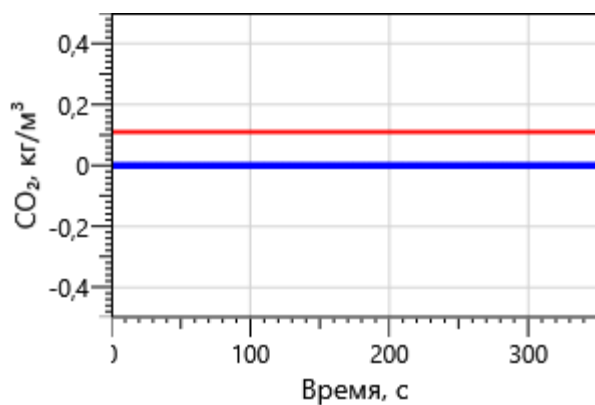
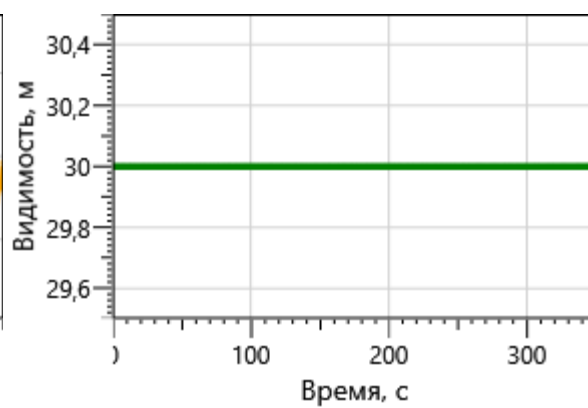
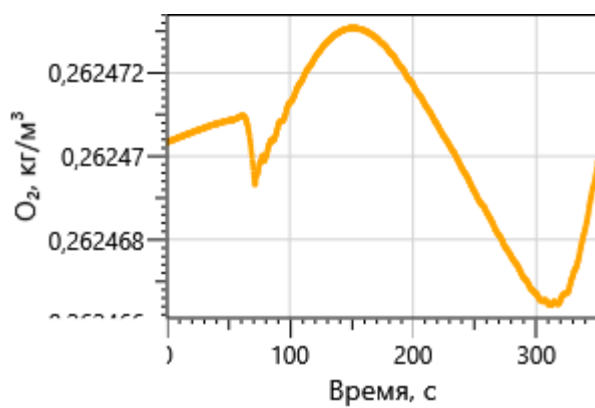


Дверь 47 (точка «Дверь 47\_1»)



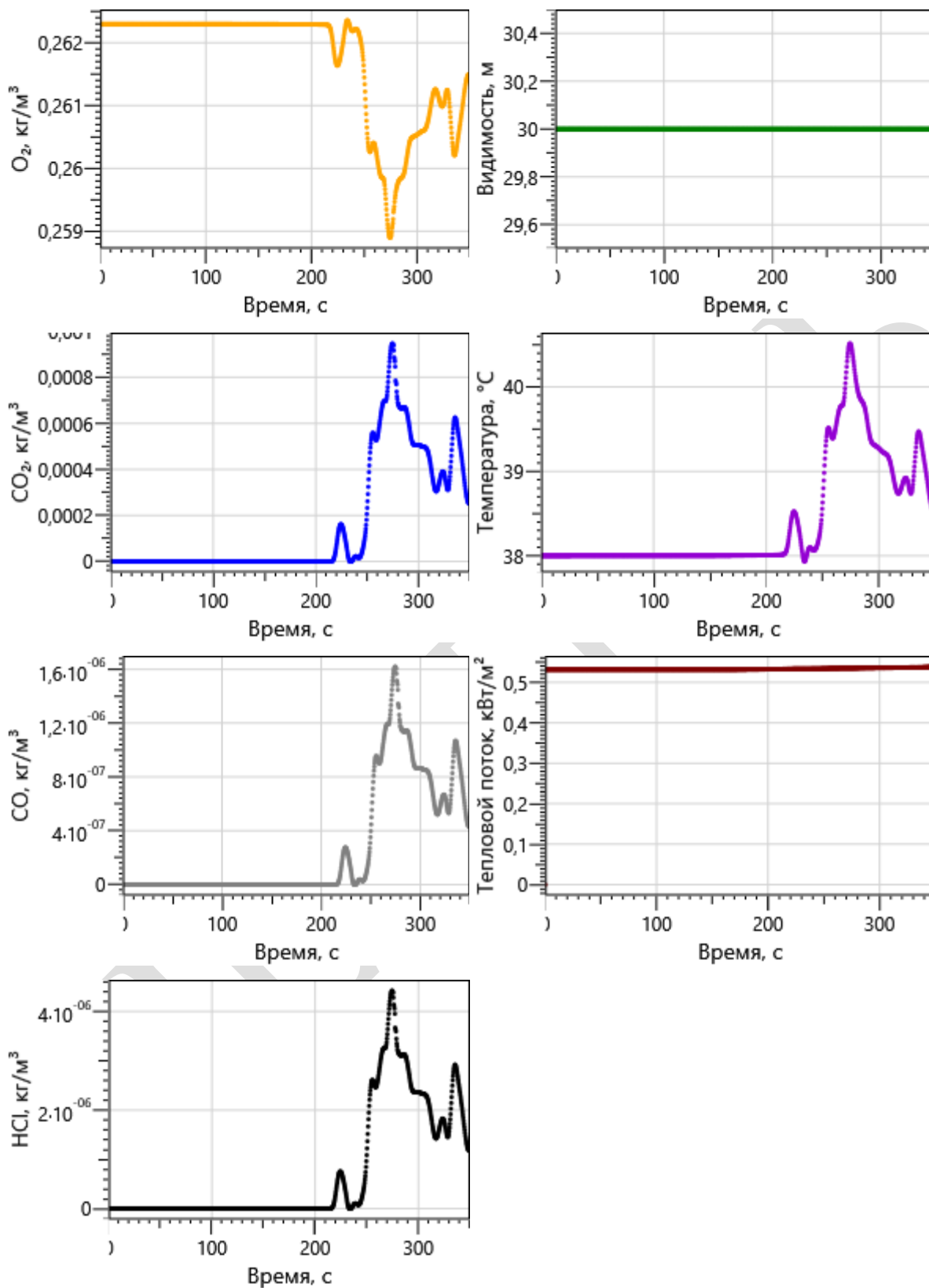


Дверь 47 (точка «Дверь 47\_2»)

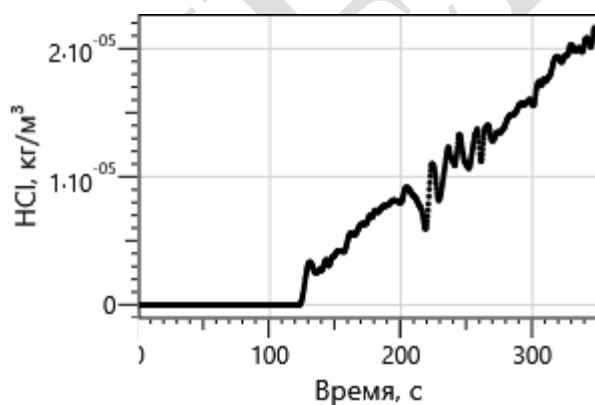
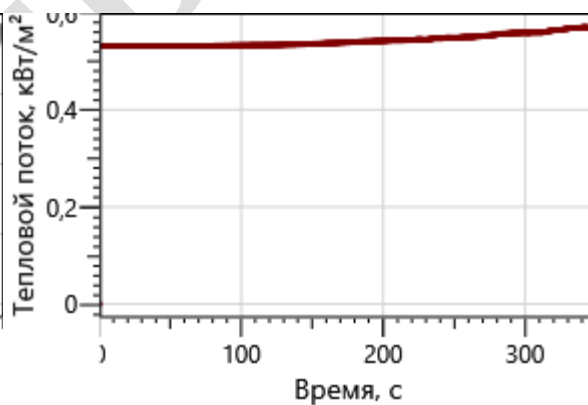
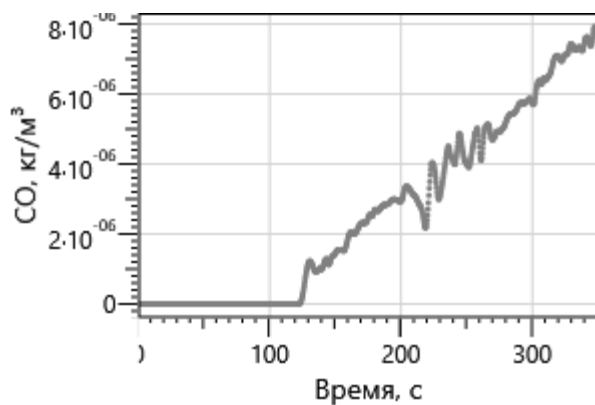
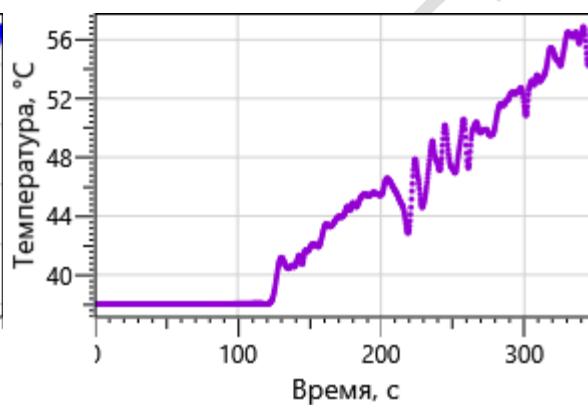
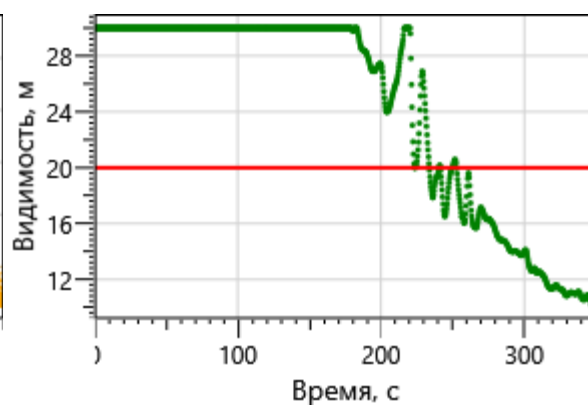
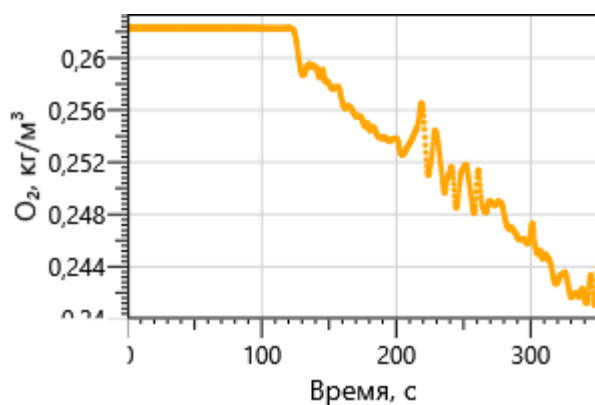


Антресоль на отм.6,15

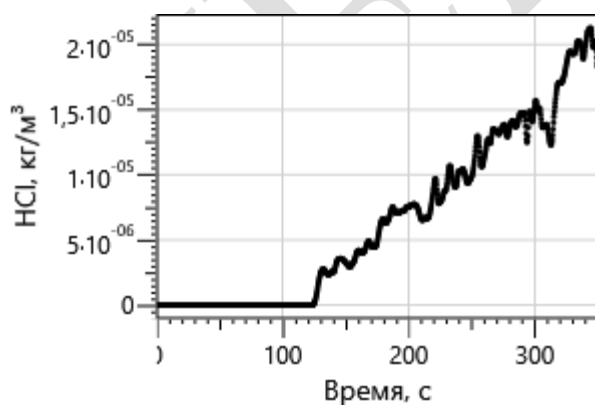
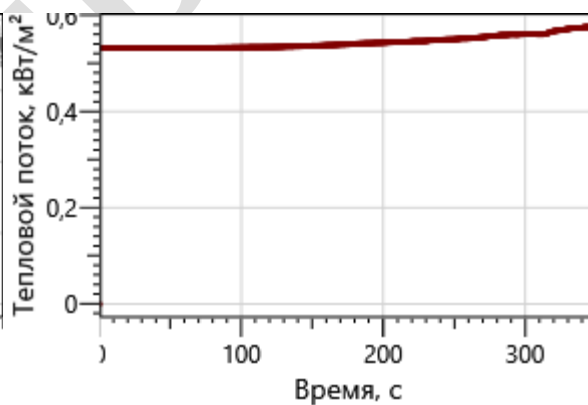
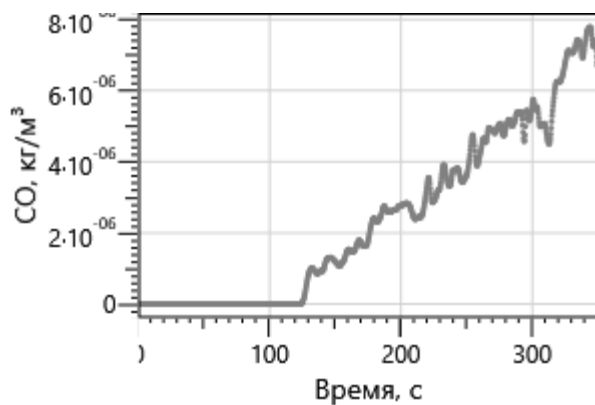
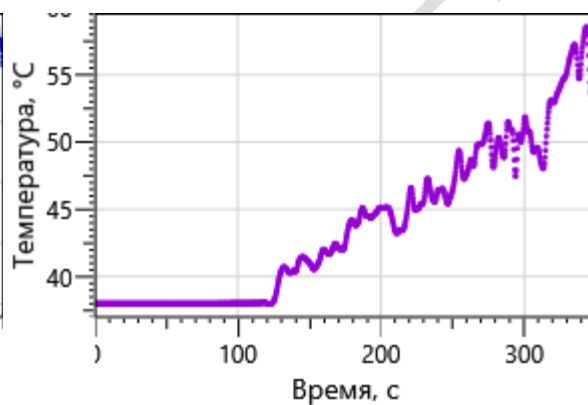
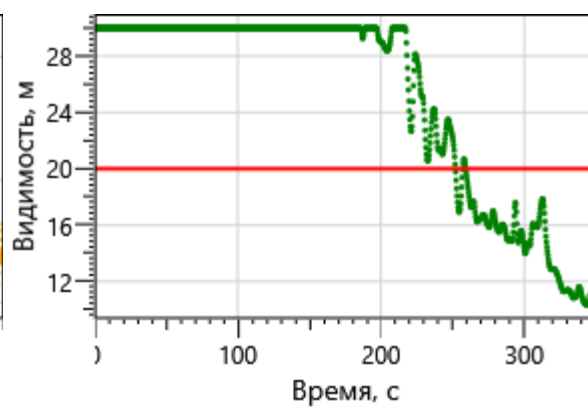
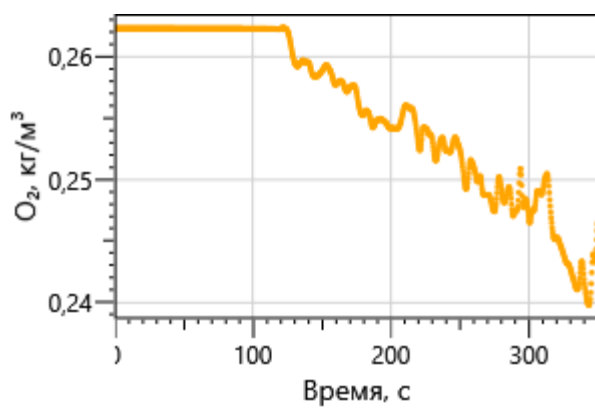
Регистратор 7



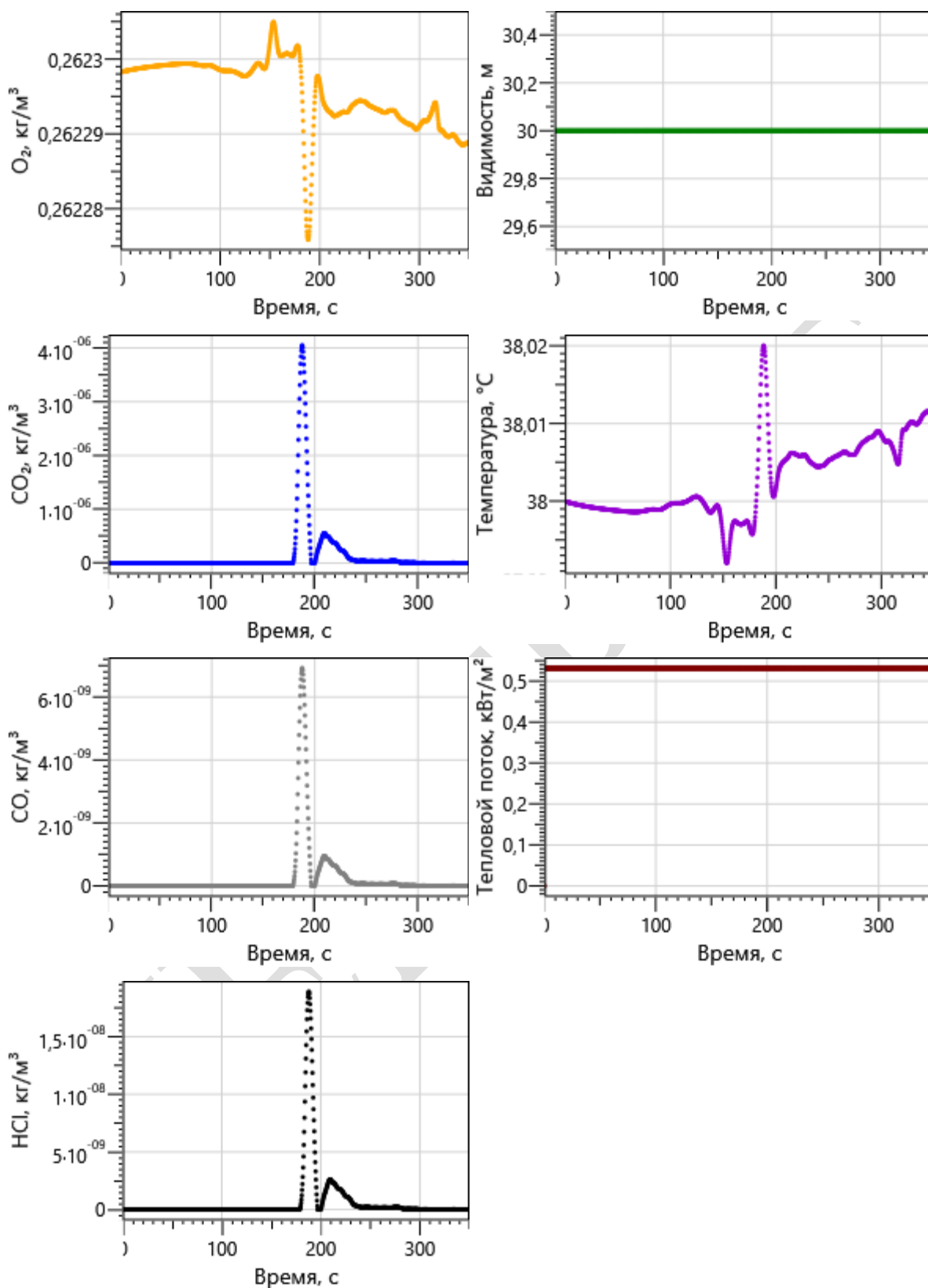
Регистратор 8 (точка «Регистратор 8\_1»)



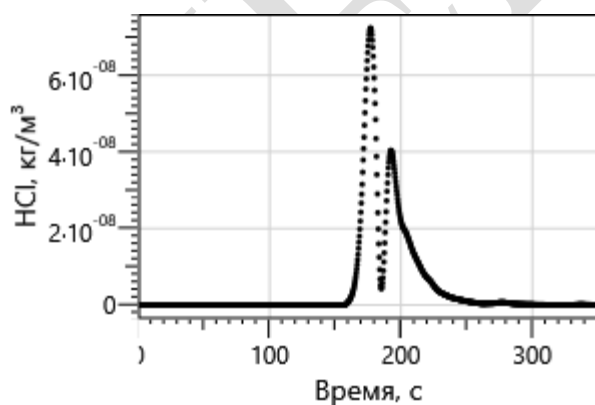
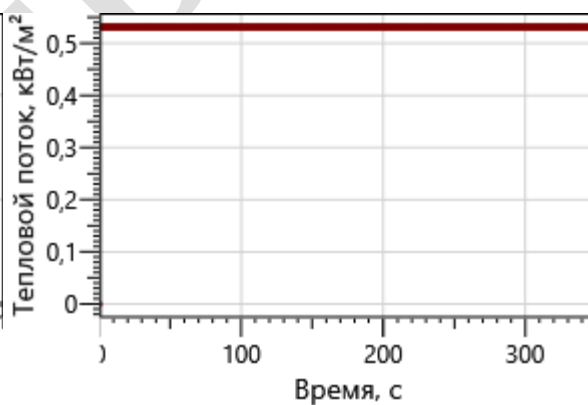
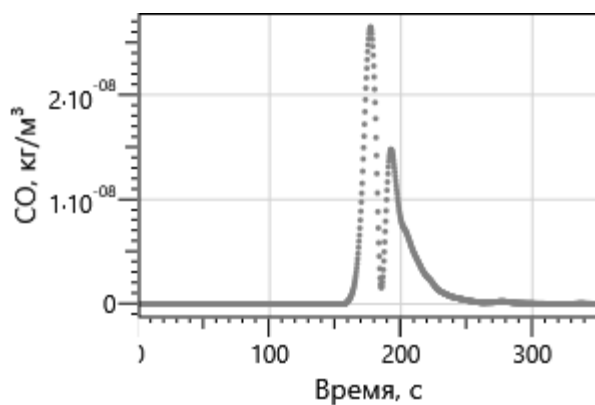
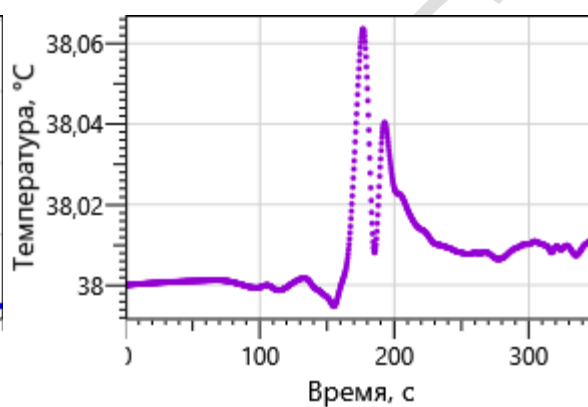
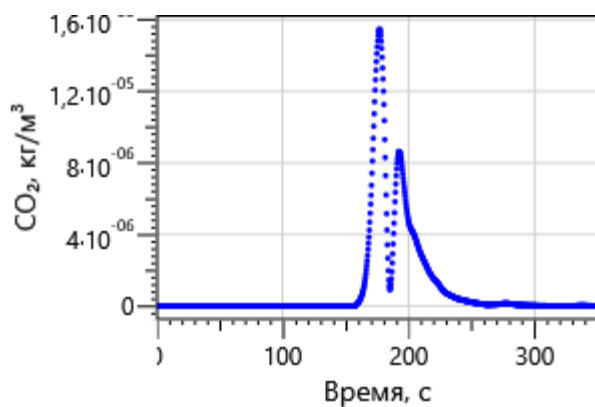
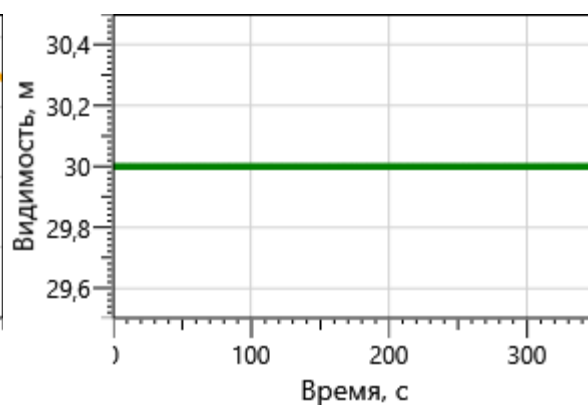
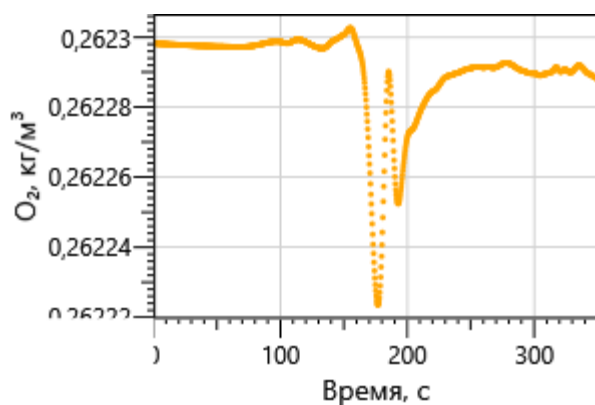
Регистратор 8 (точка «Регистратор 8\_2»)



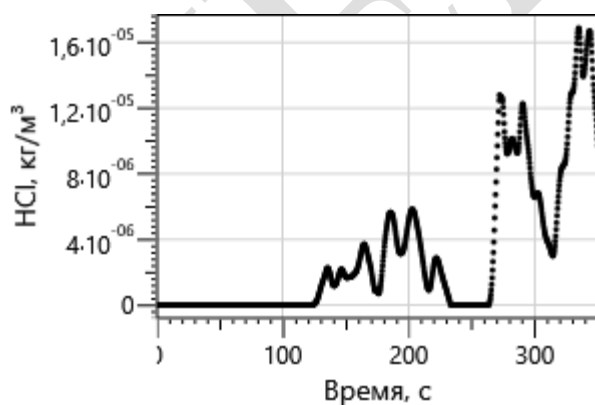
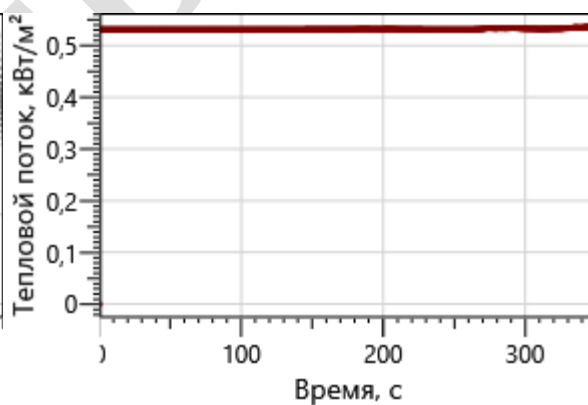
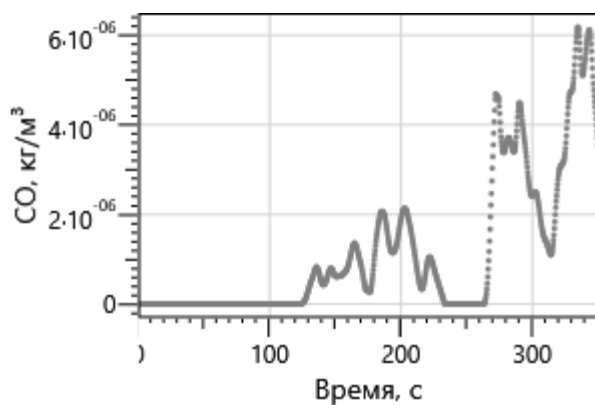
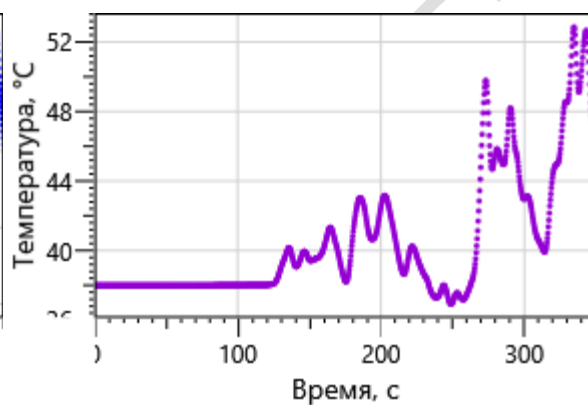
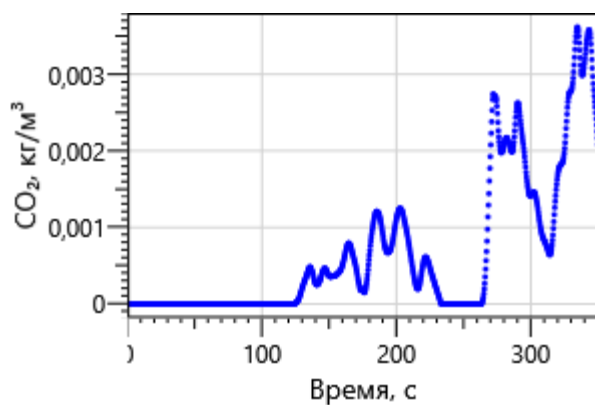
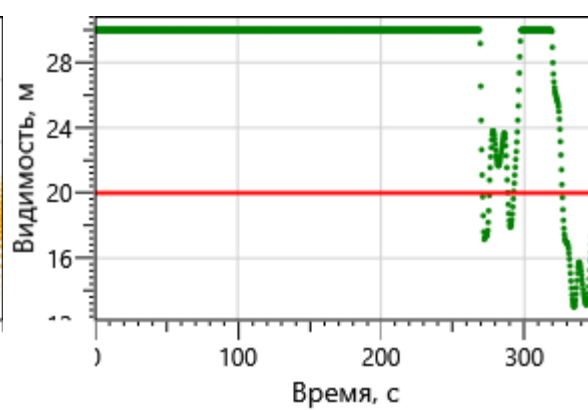
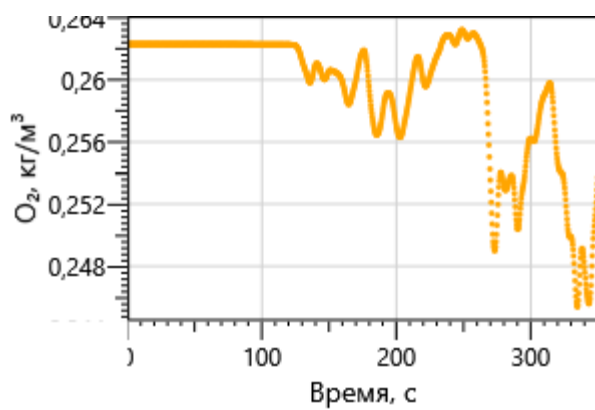
Регистратор 9 (точка «Регистратор 9\_1»)



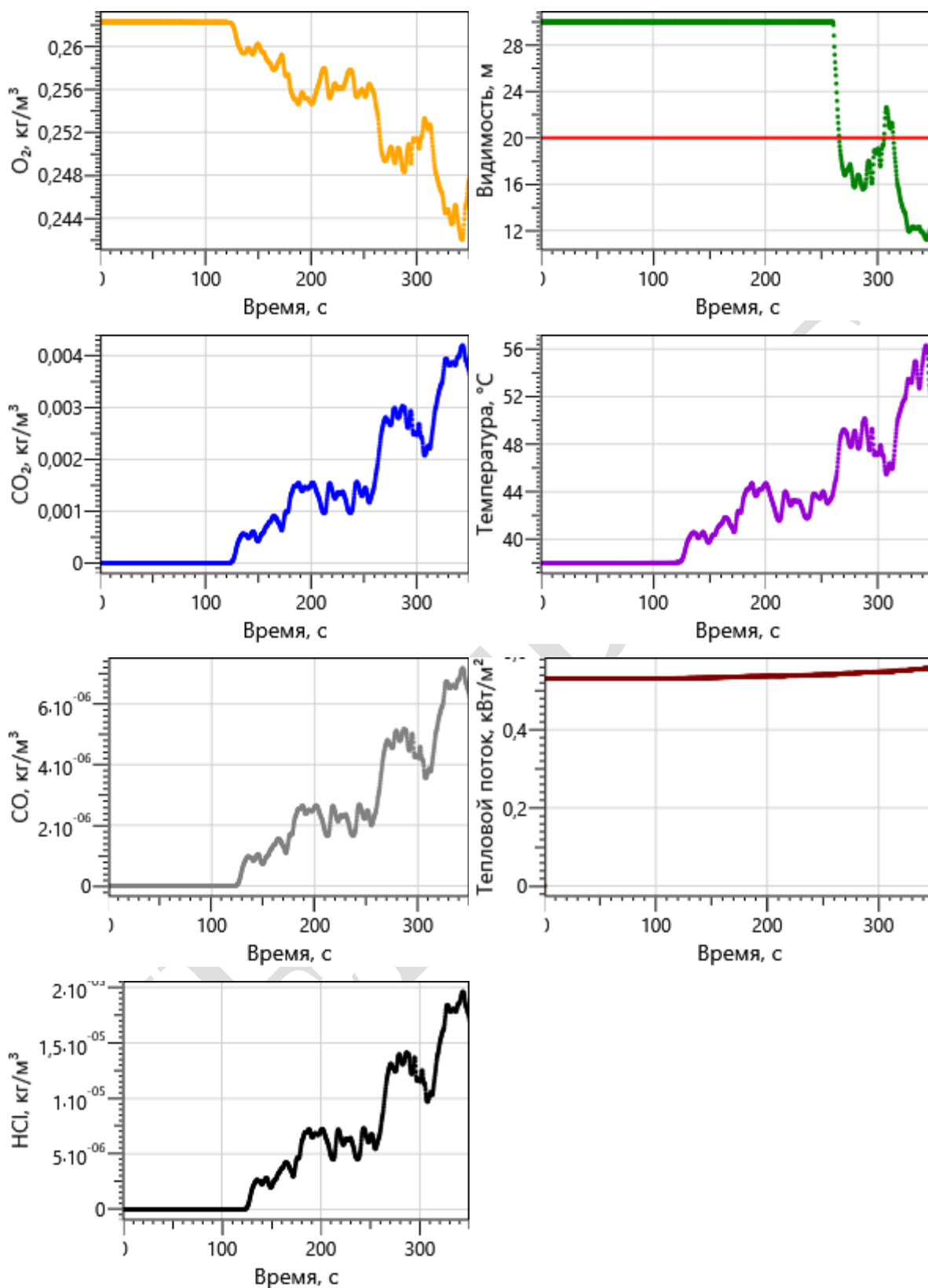
Регистратор 9 (точка «Регистратор 9\_2»)



Дверь 40 (точка «Дверь 40\_1»)

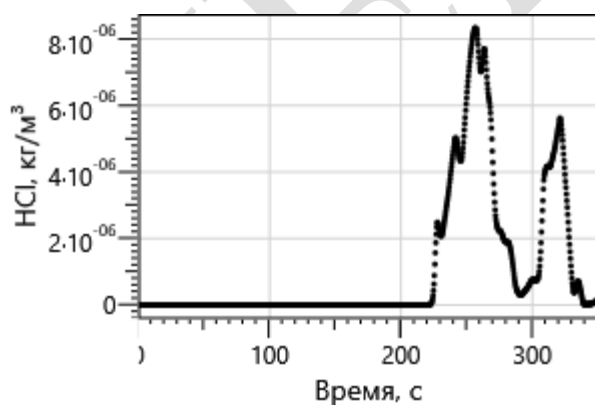
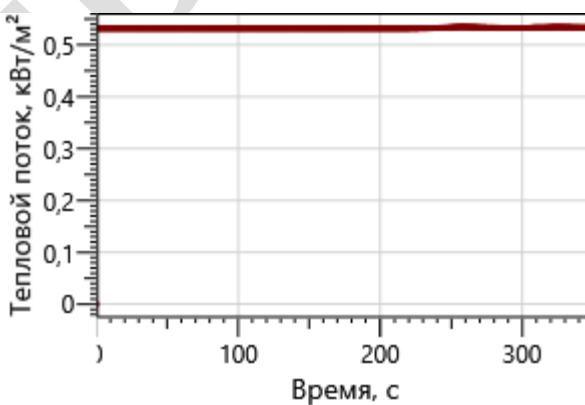
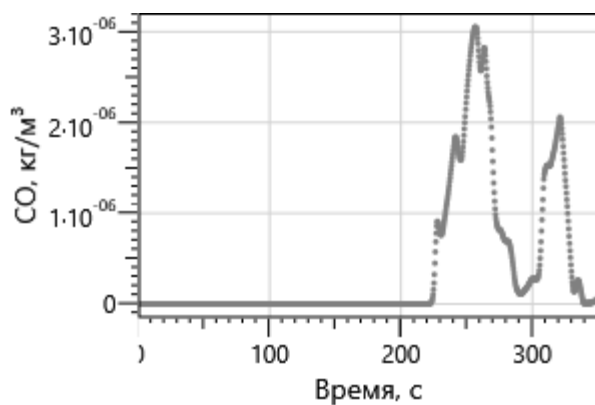
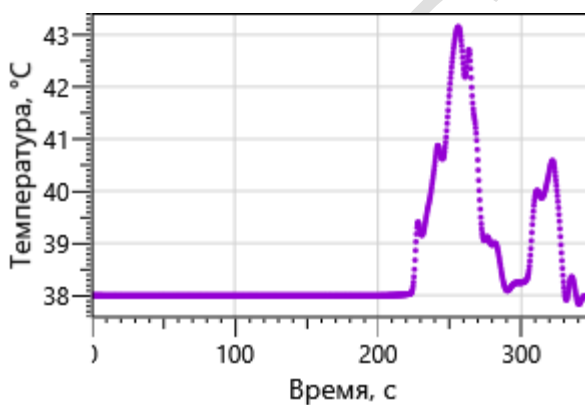
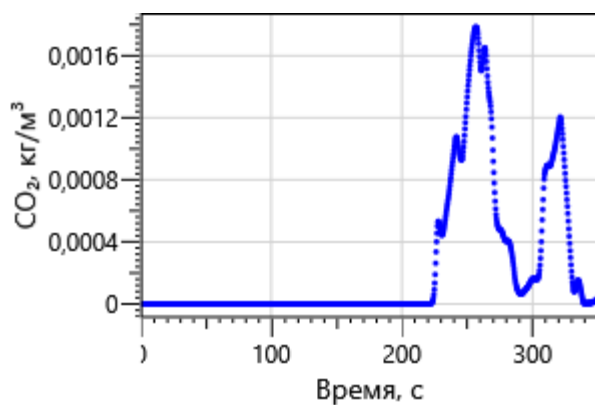
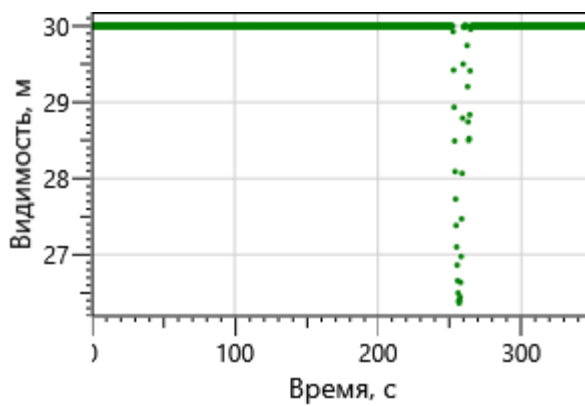
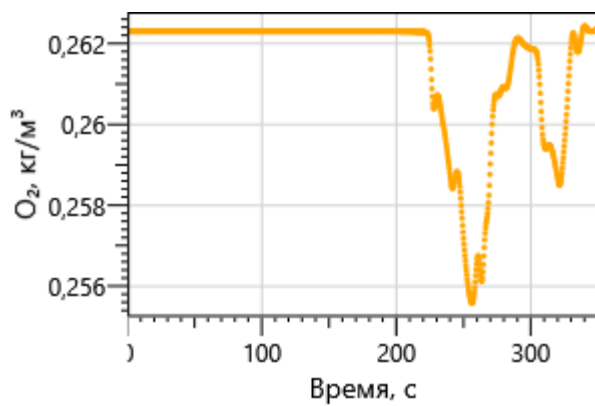


Дверь 40 (точка «Дверь 40\_2»)

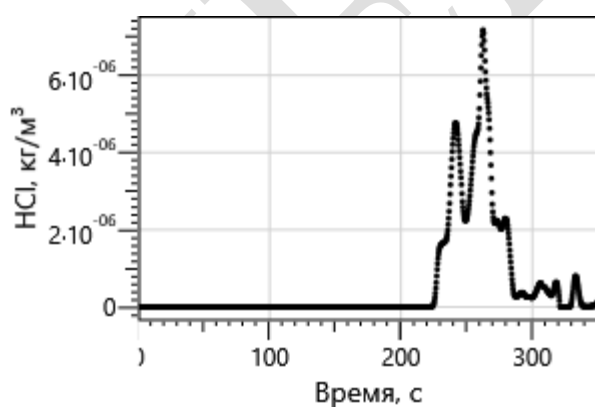
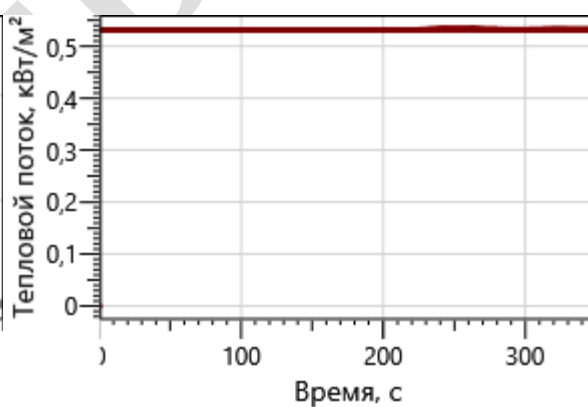
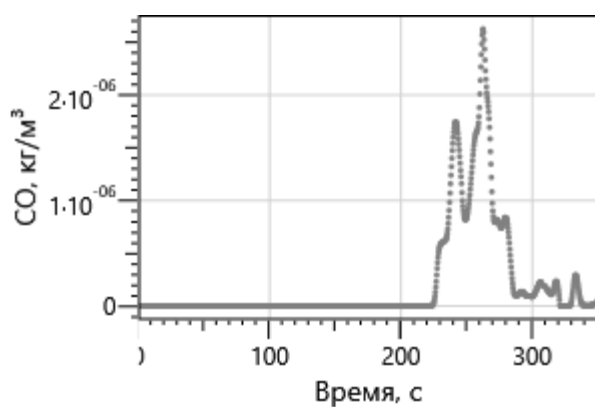
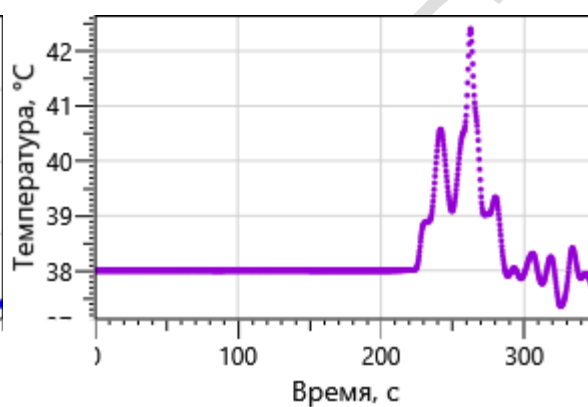
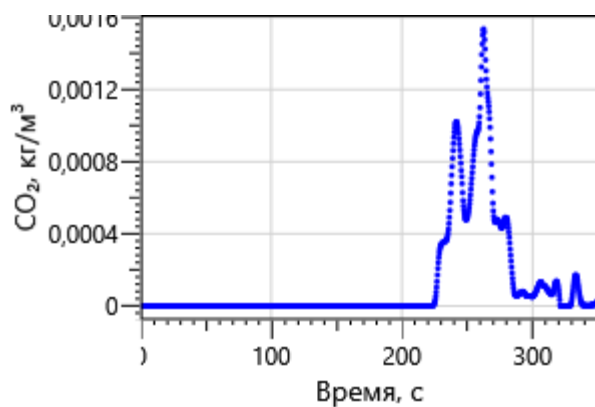
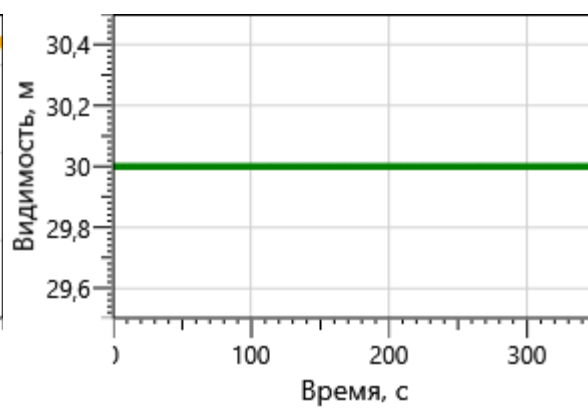
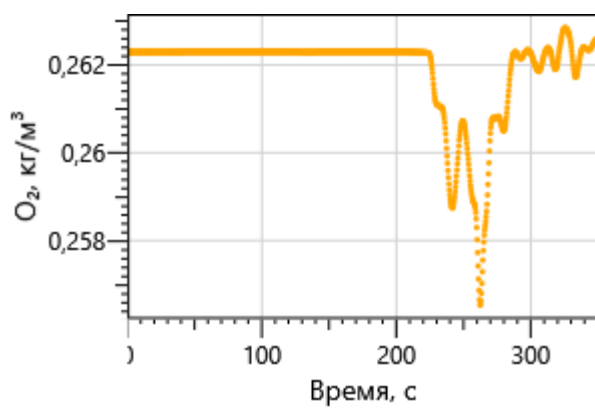




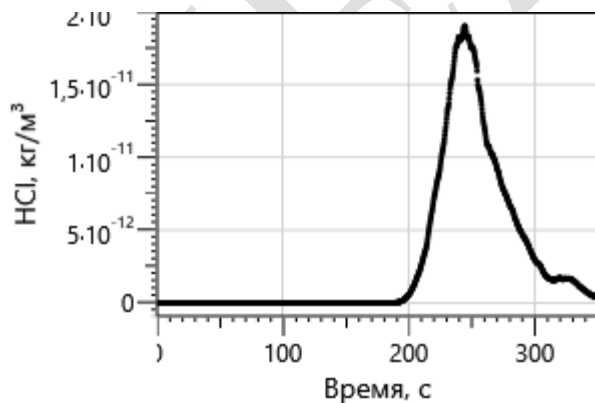
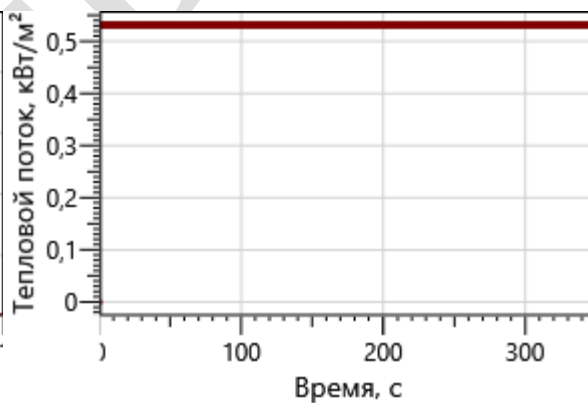
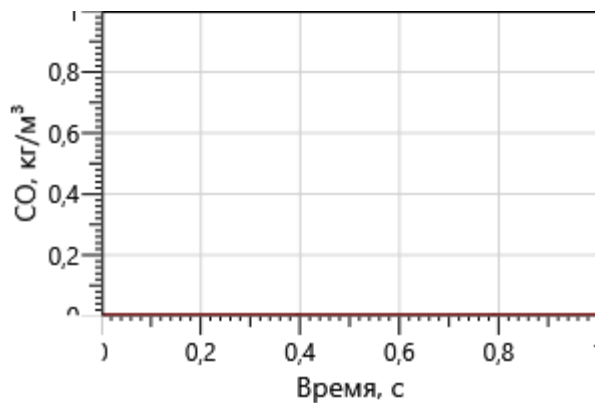
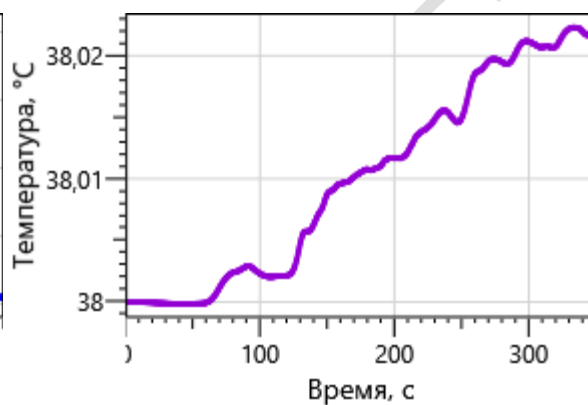
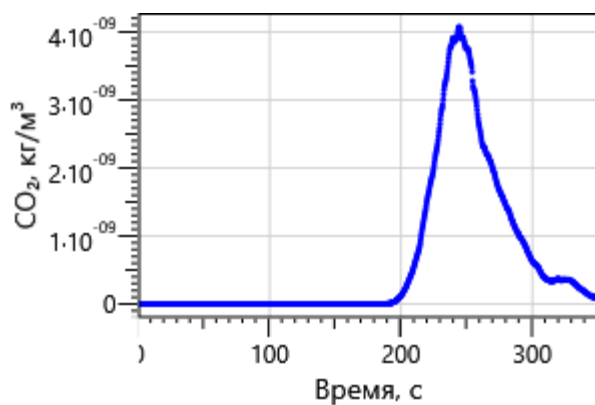
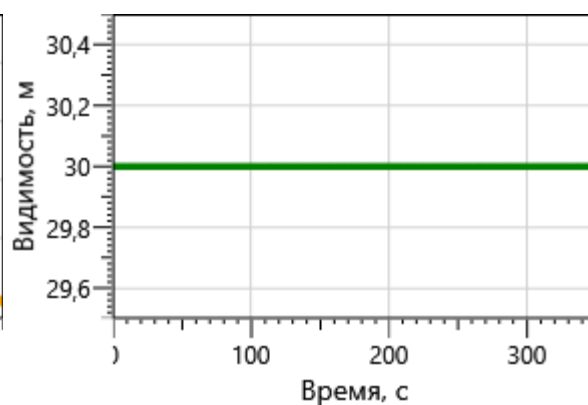
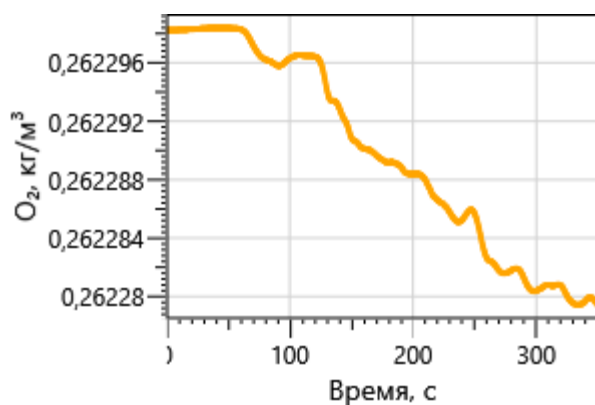
Дверь 43 (точка «Дверь 43\_1»)



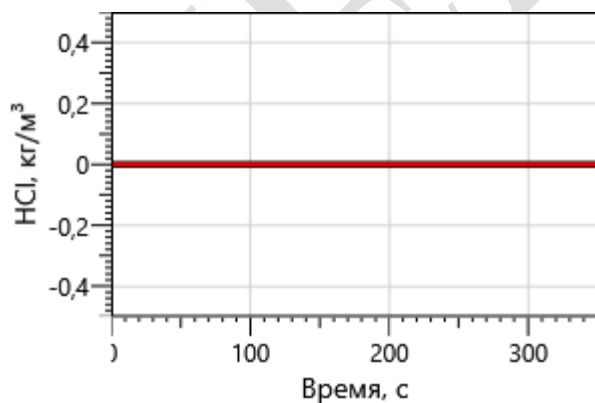
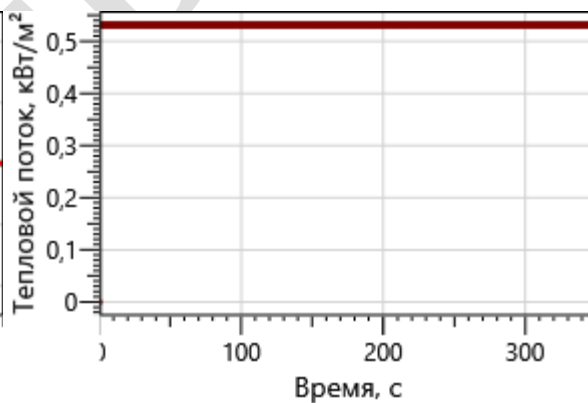
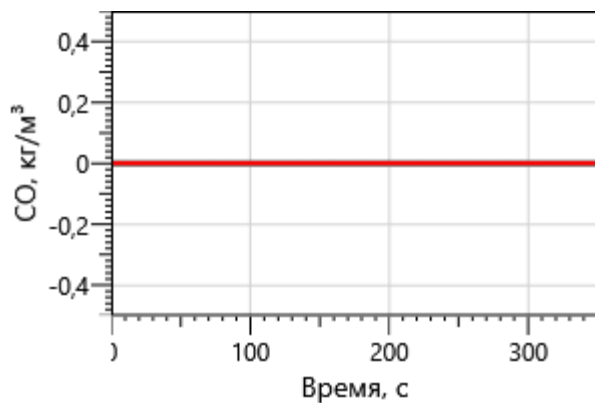
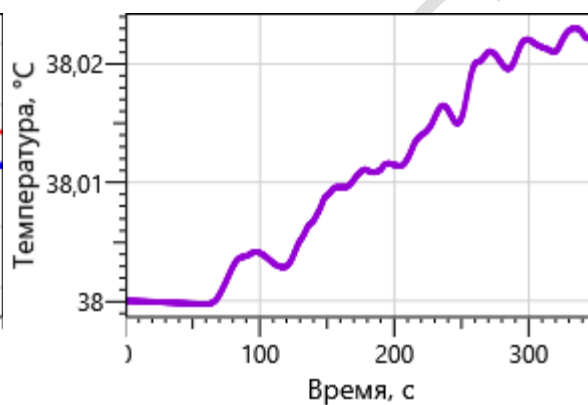
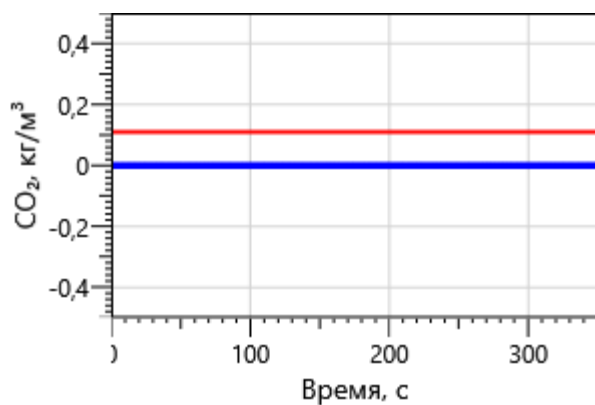
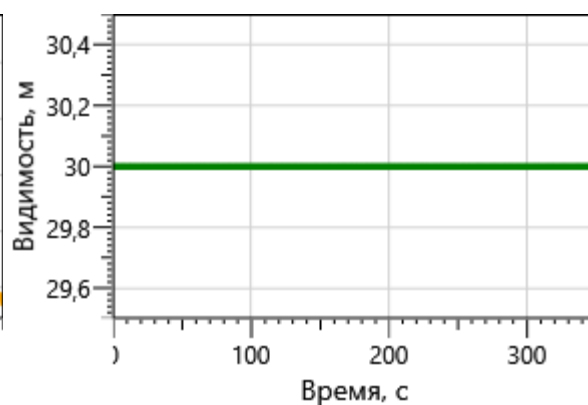
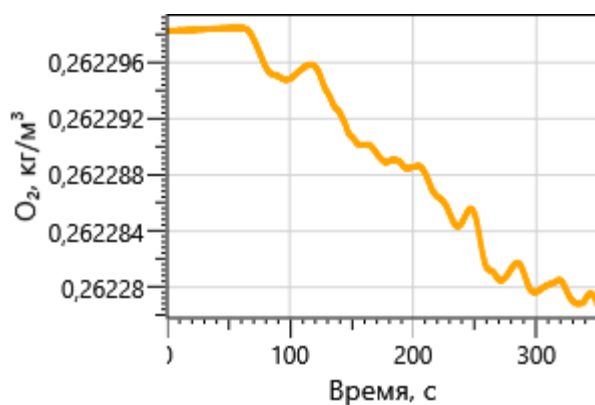
Дверь 43 (точка «Дверь 43\_2»)



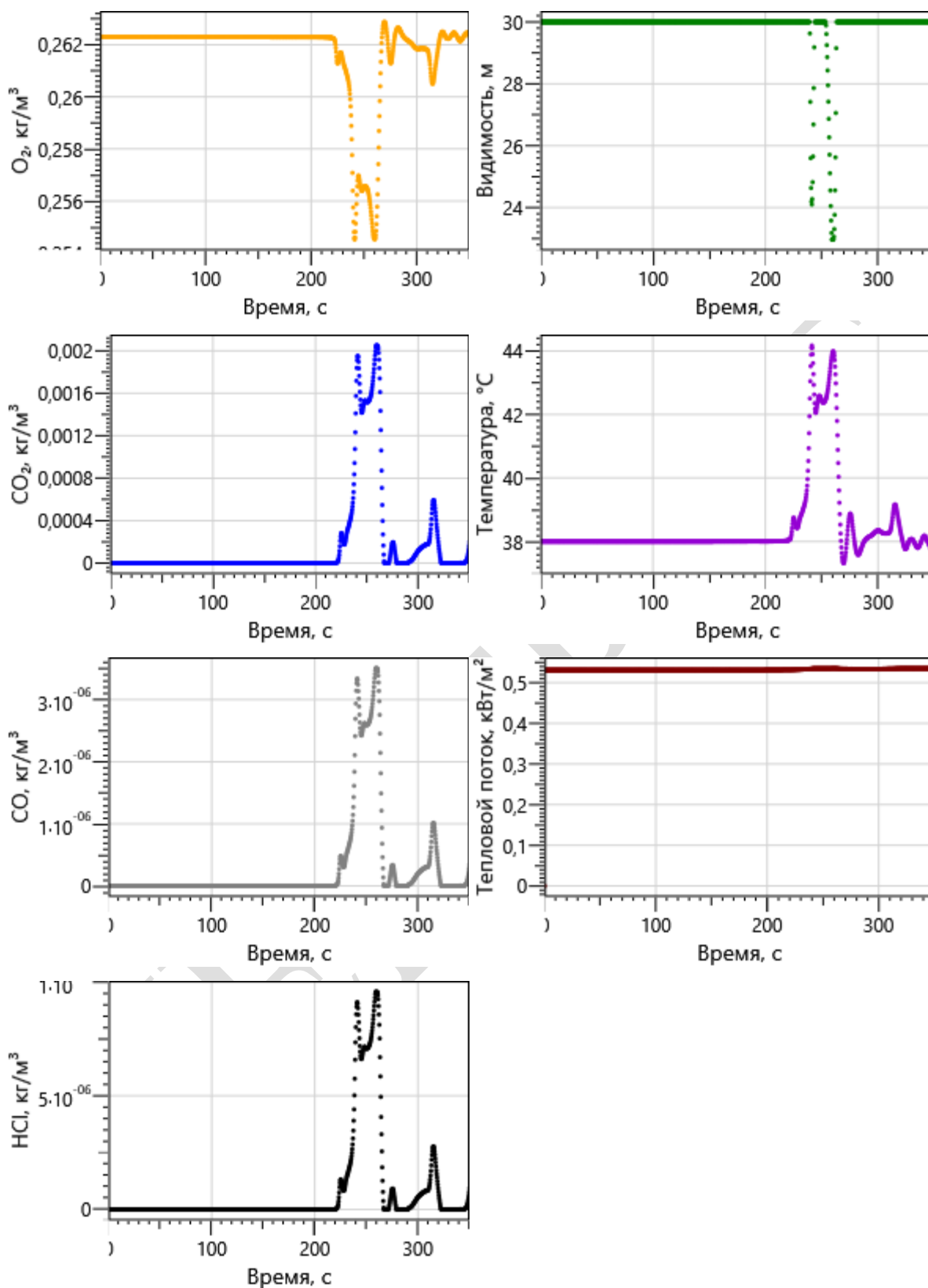
Дверь 44 (точка «Дверь 44\_1»)



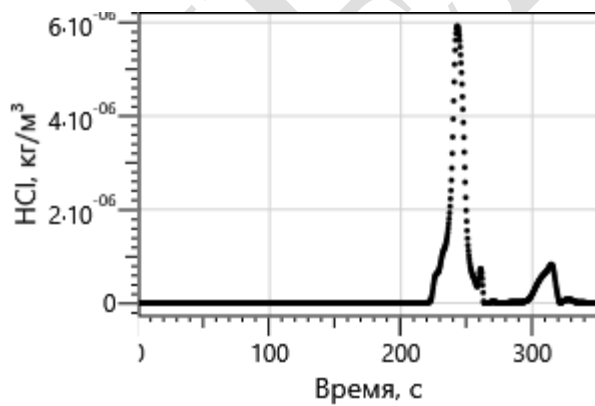
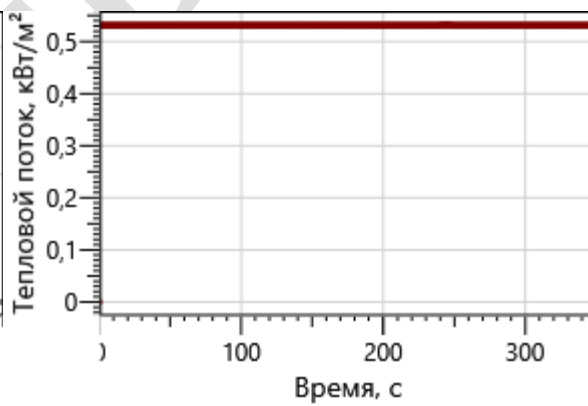
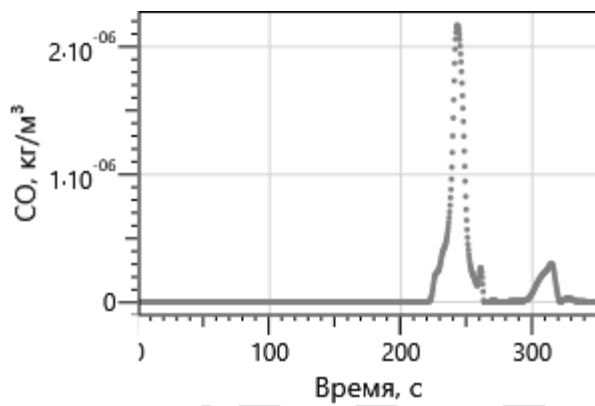
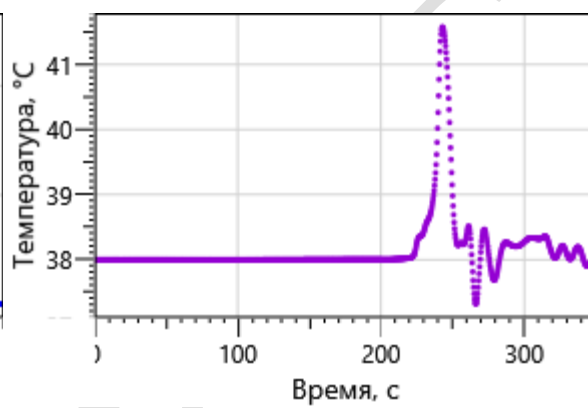
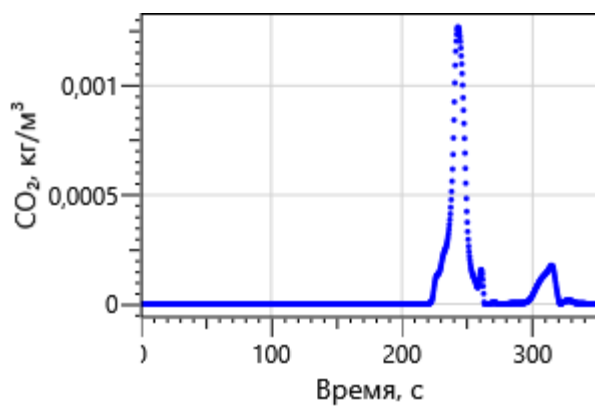
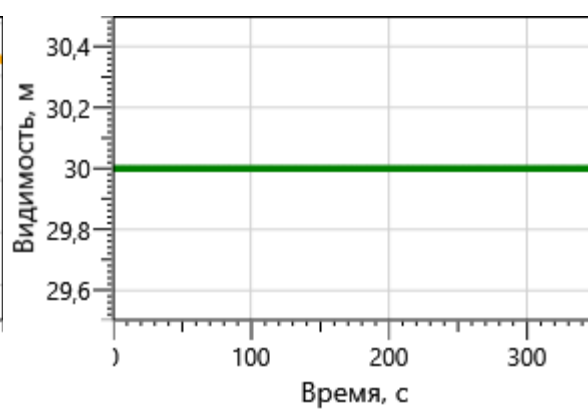
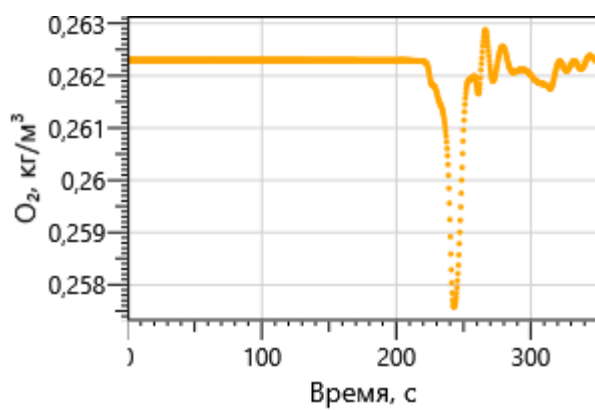
Дверь 44 (точка «Дверь 44\_2»)



Дверь 45 (точка «Дверь 45\_1»)

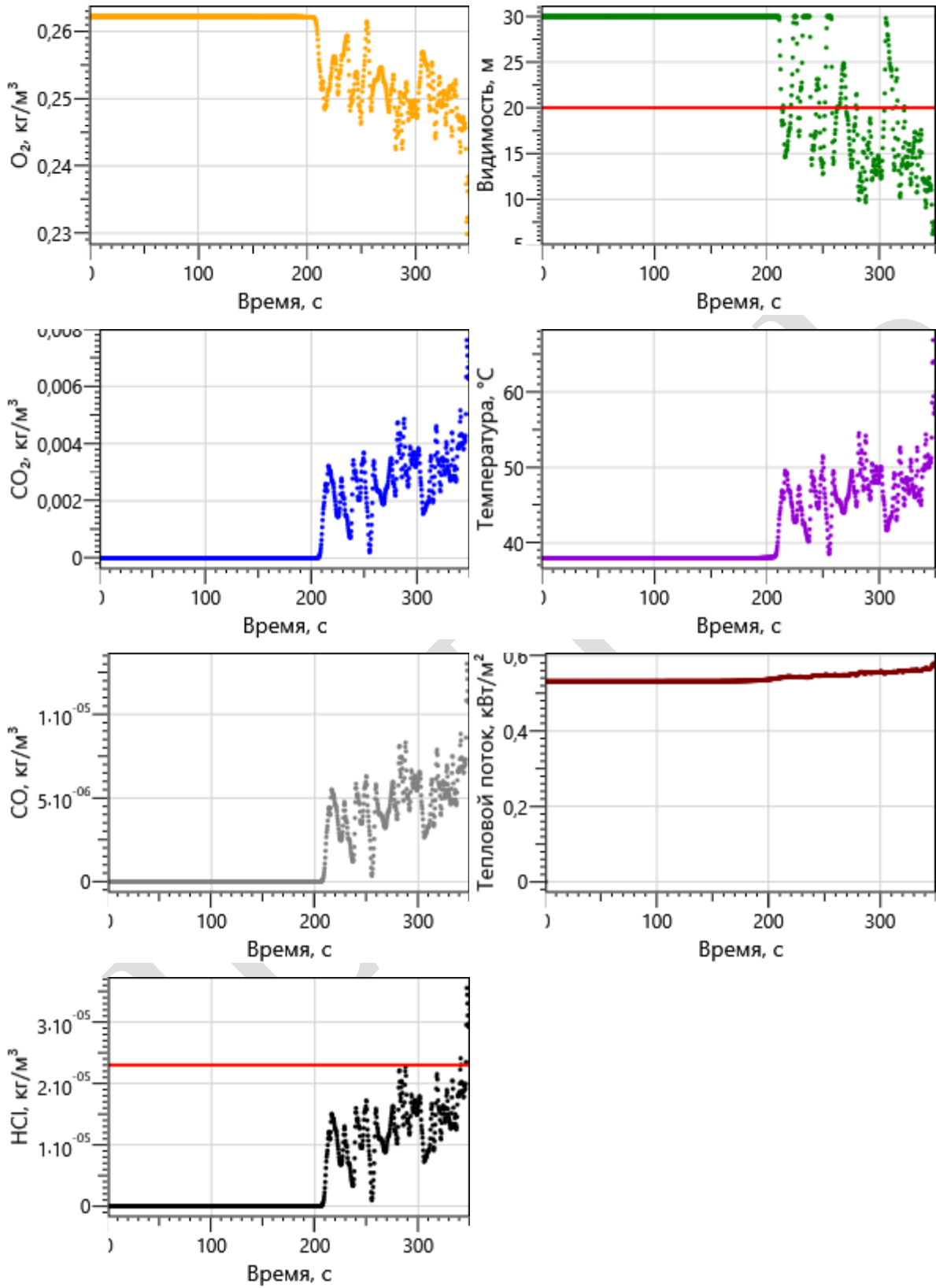


Дверь 45 (точка «Дверь 45\_2»)

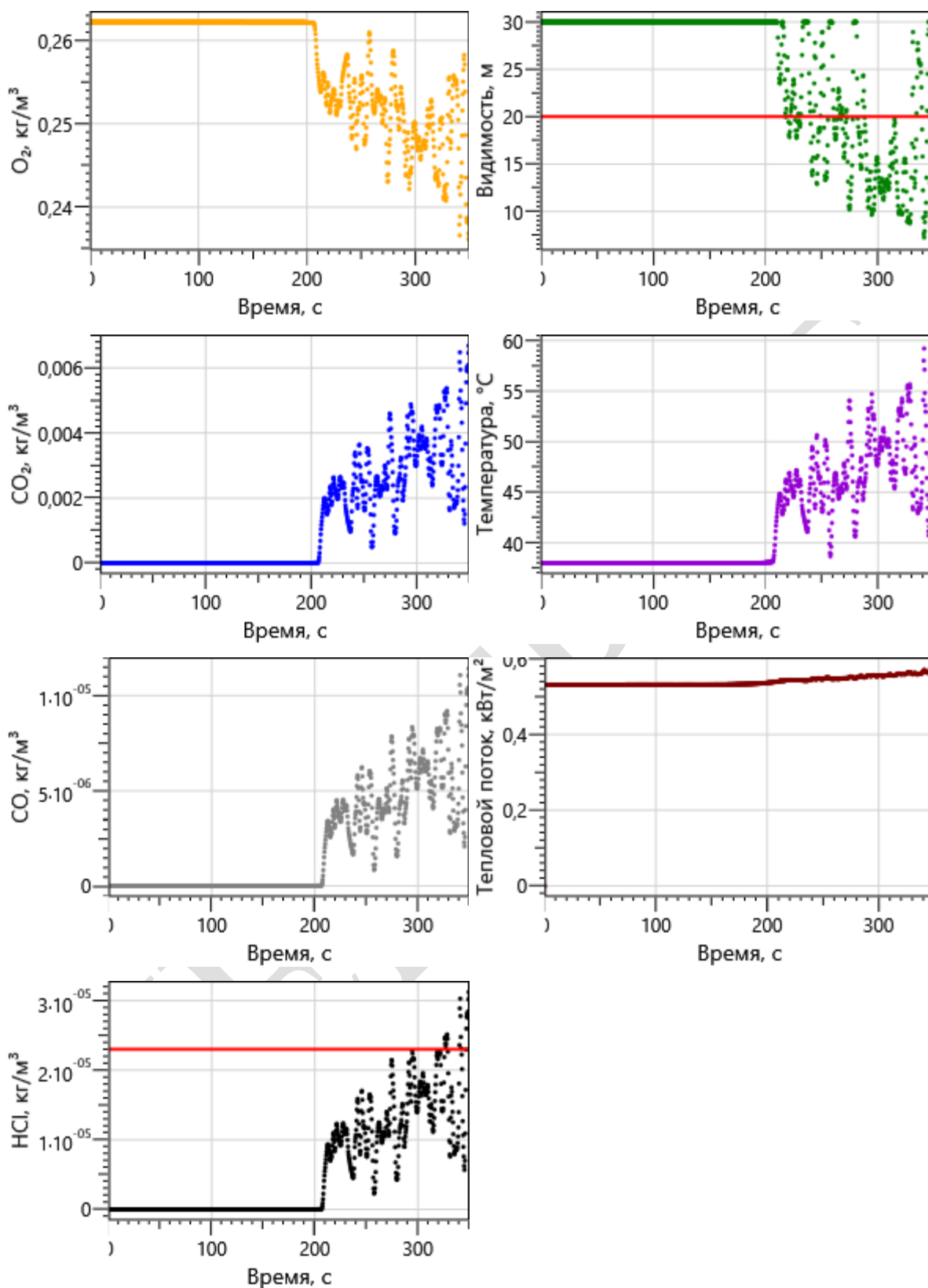


Мезонин

Регистратор 10 (точка «Регистратор 10\_1»)

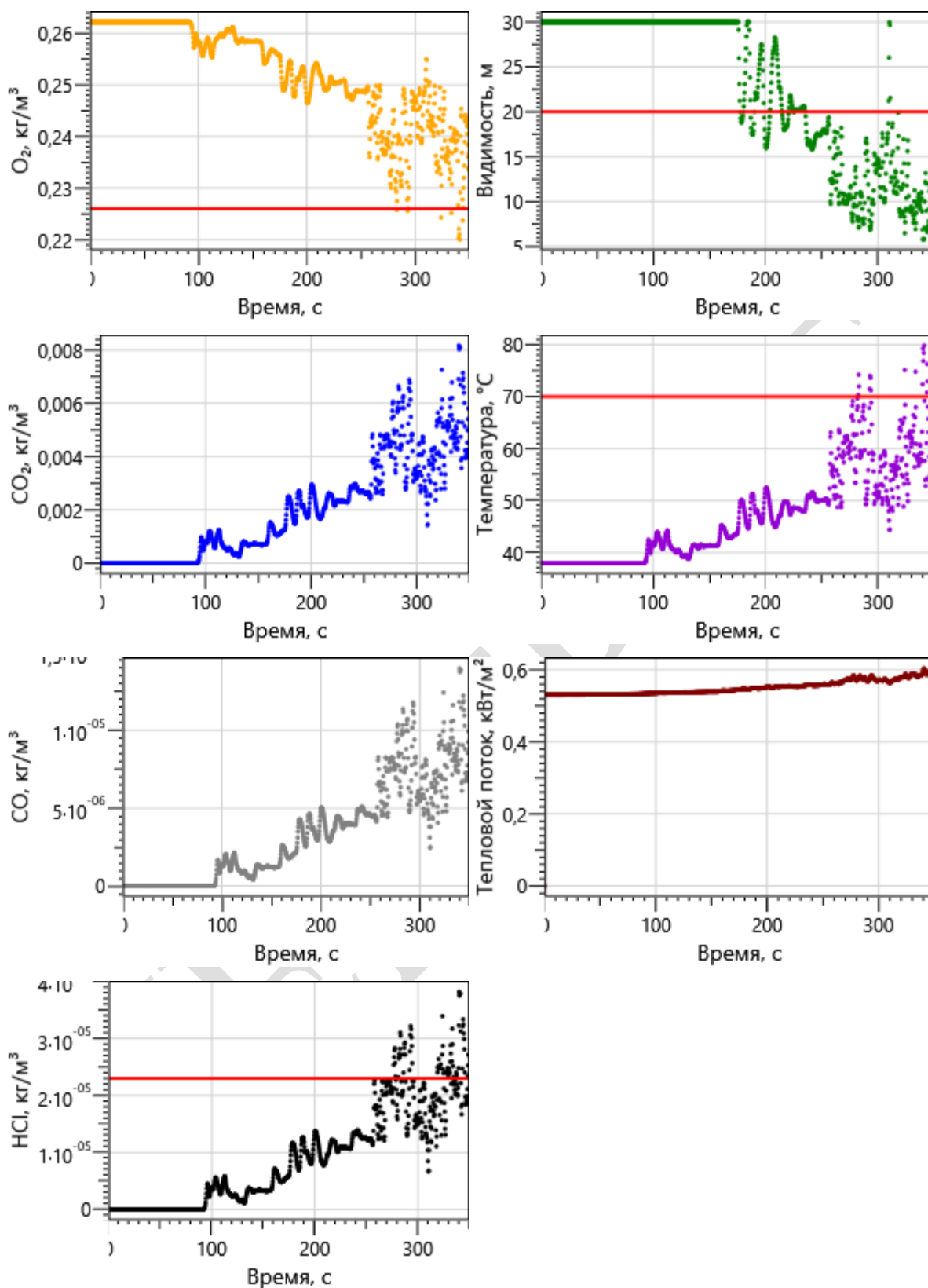


Регистратор 10 (точка «Регистратор 10\_2»)

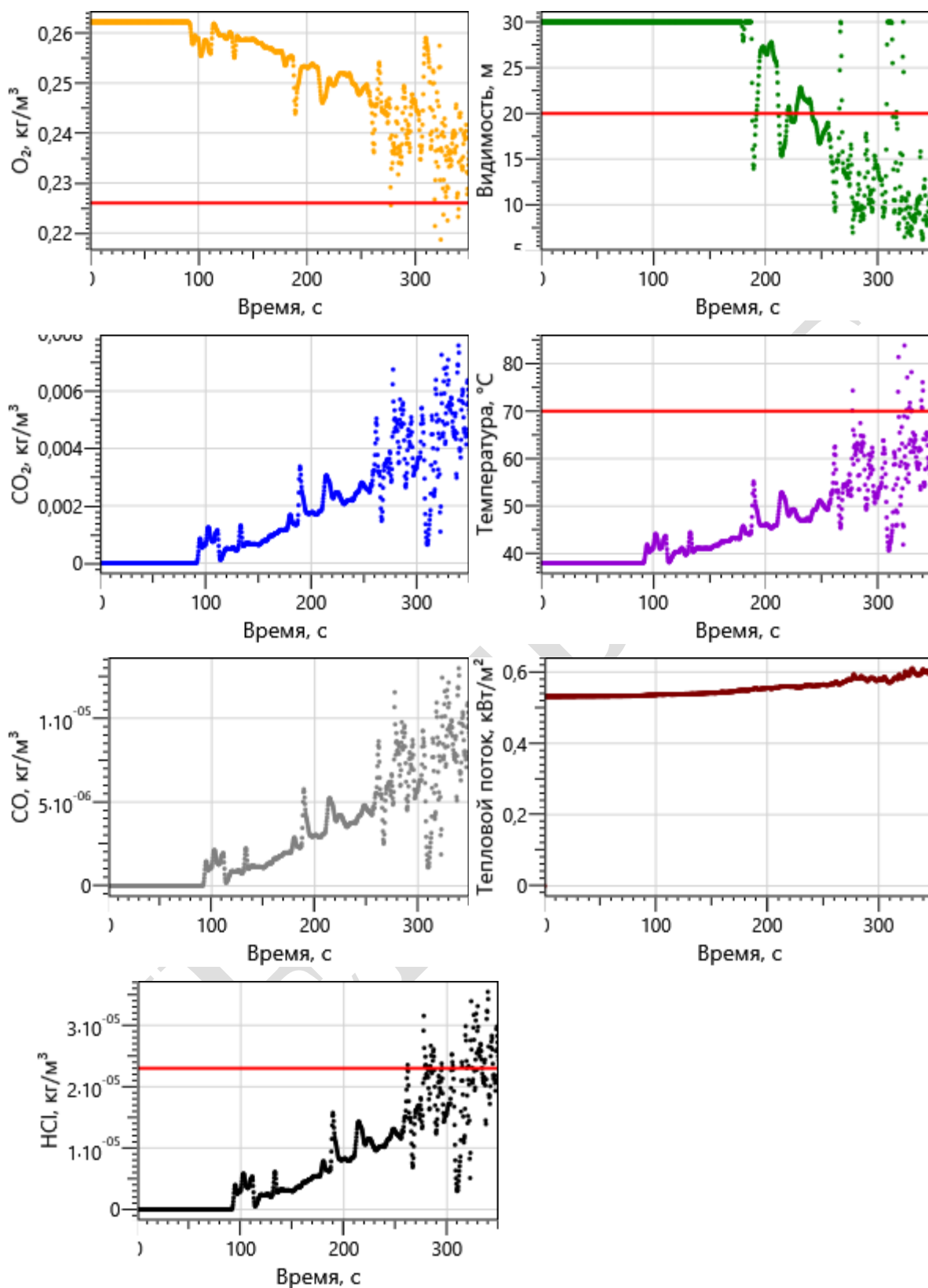




Регистратор 11 (точка «Регистратор 11\_1»)



Регистратор 11 (точка «Регистратор 11\_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 5. Расположение людей

Расположение		Количество людей
Этаж 1		Всего: 110 110 - М1
	Вне помещений	Всего: 110 110 - М1
Антресоль на отм.6,15		Всего: 18 18 - М1
	Вне помещений	Всего: 18 18 - М1
Мезонин		Всего: 12 12 - М1
	Вне помещений	Всего: 12 12 - М1
ИТОГО		Всего: 140 140 - М1

Для определения времени эвакуации были составлены поэтажные расчётные схемы эвакуации.

Следующие рисунки показывают динамику движения людей.

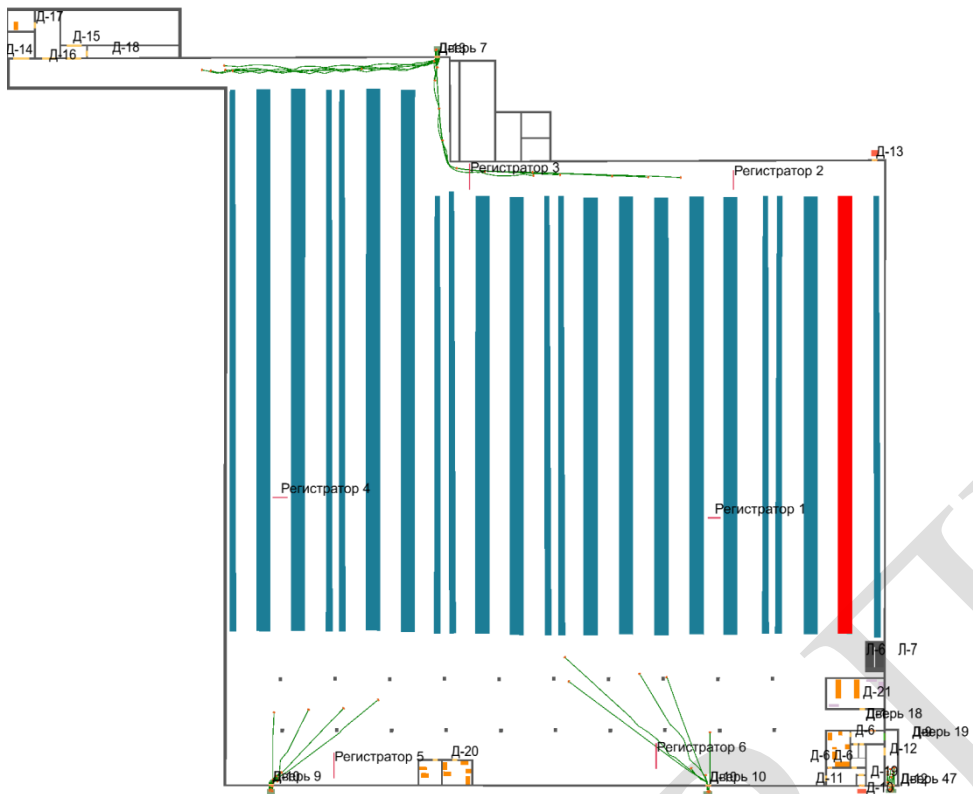


Рисунок 70. Этаж 1. Расположение людей через 50,6 с после начала пожара

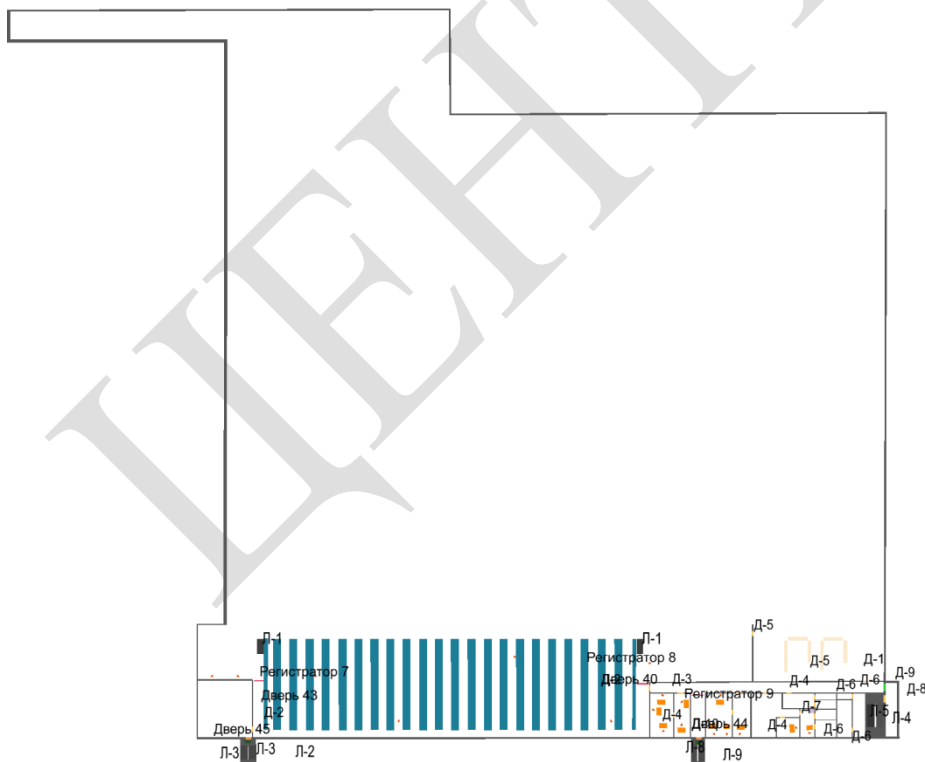


Рисунок 71. Антресоль на отм.6,15. Расположение людей через 50,6 с после начала пожара

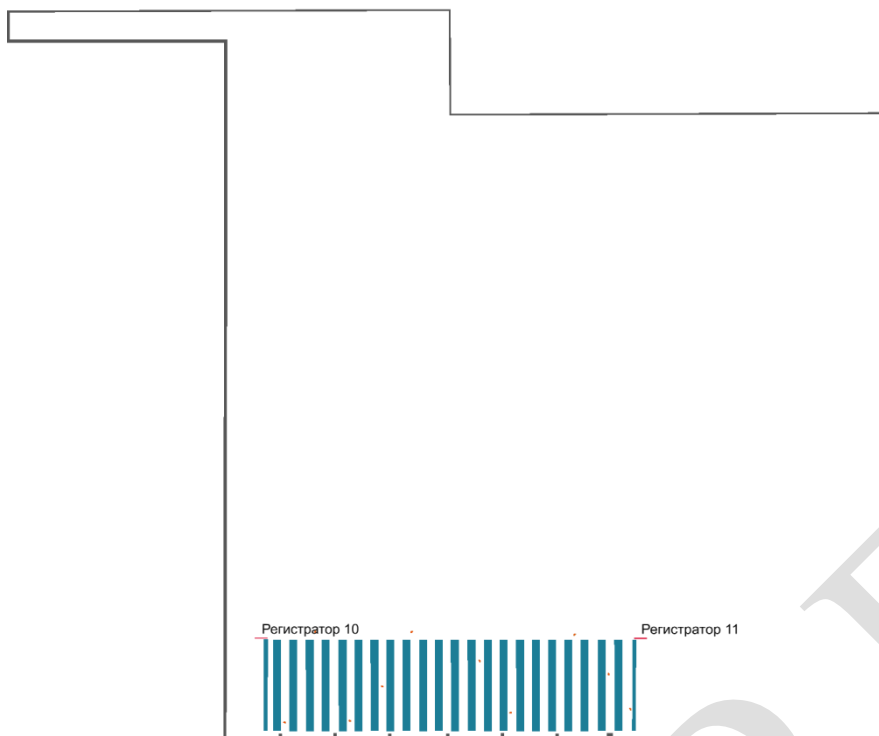


Рисунок 72. Мезонин. Расположение людей через 50,6 с после начала пожара

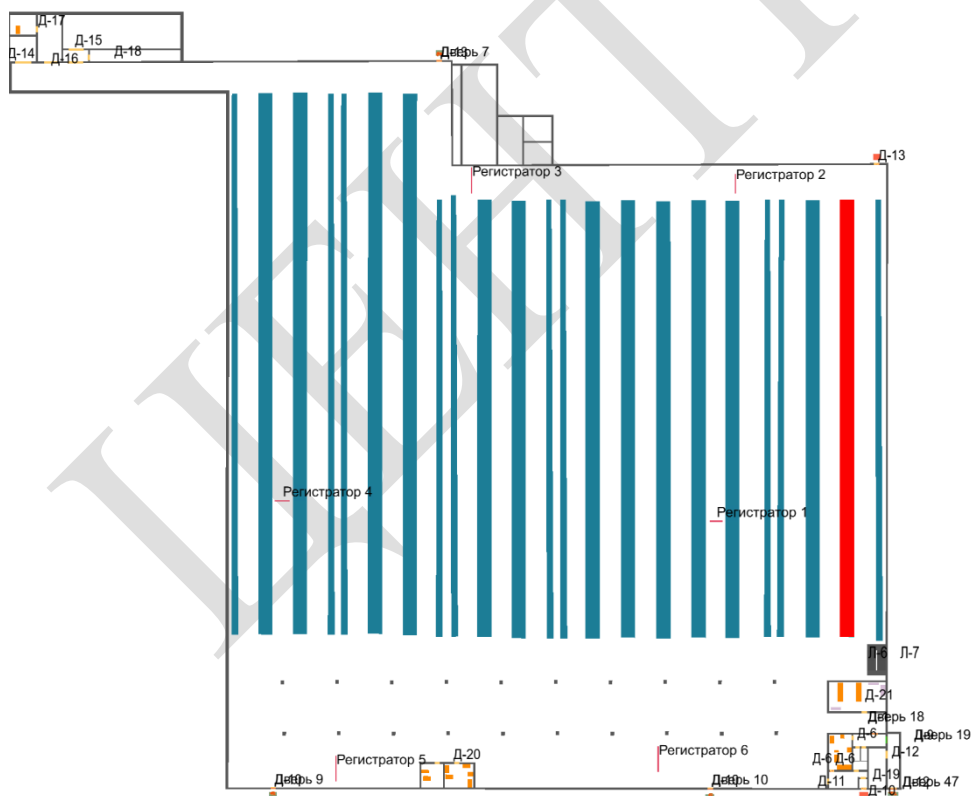


Рисунок 73. Этаж 1. Расположение людей через 91,8 с после начала пожара

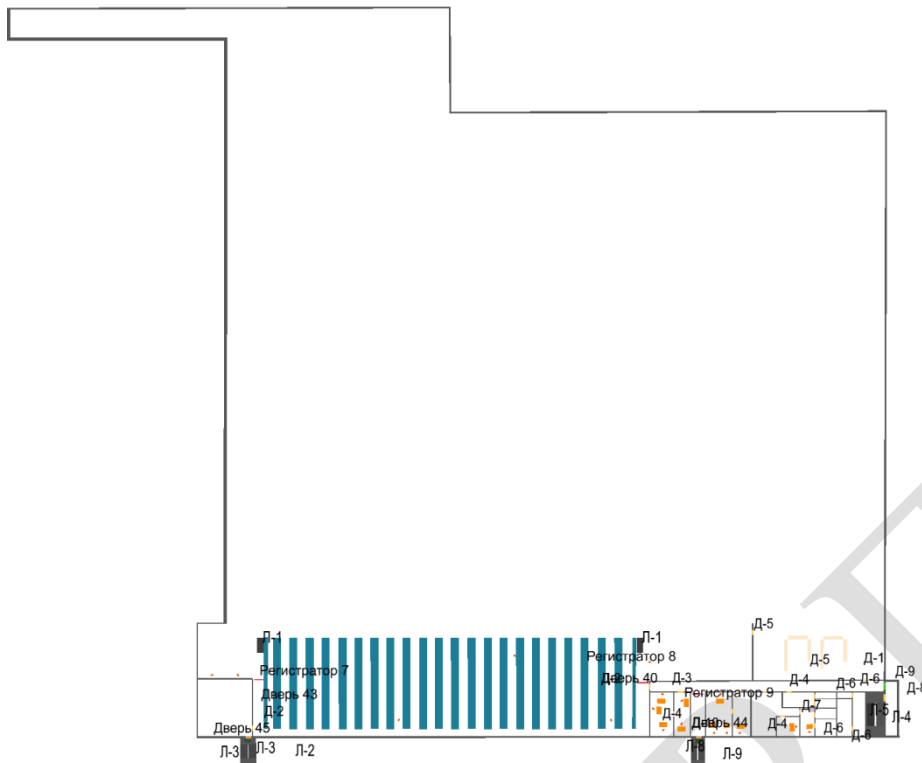


Рисунок 74. Антресоль на отм.6,15. Расположение людей через 91,8 с после начала пожара

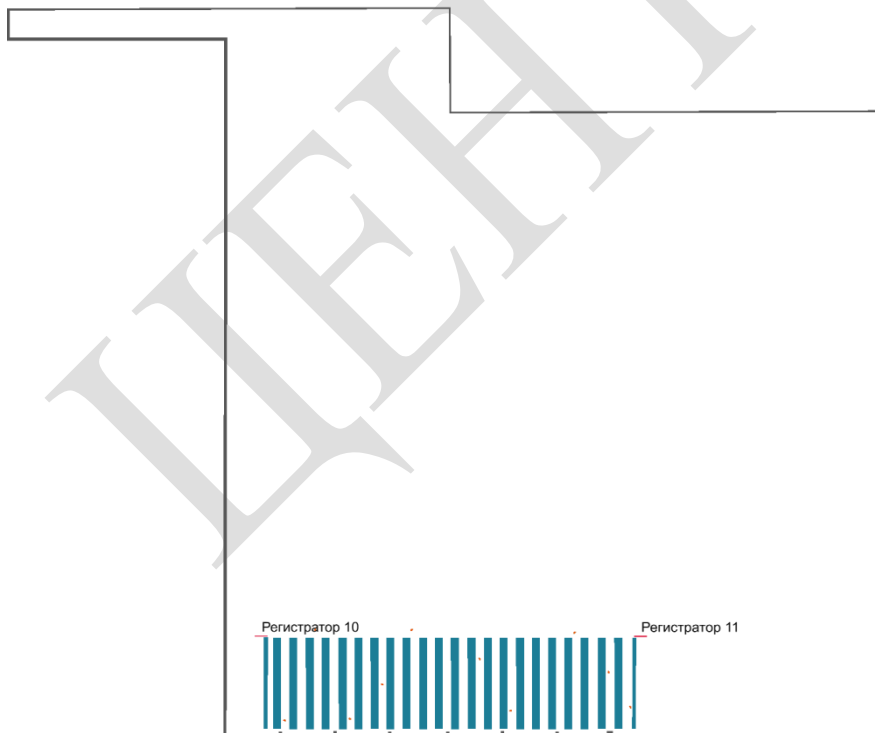


Рисунок 75. Мезонин. Расположение людей через 91,8 с после начала пожара

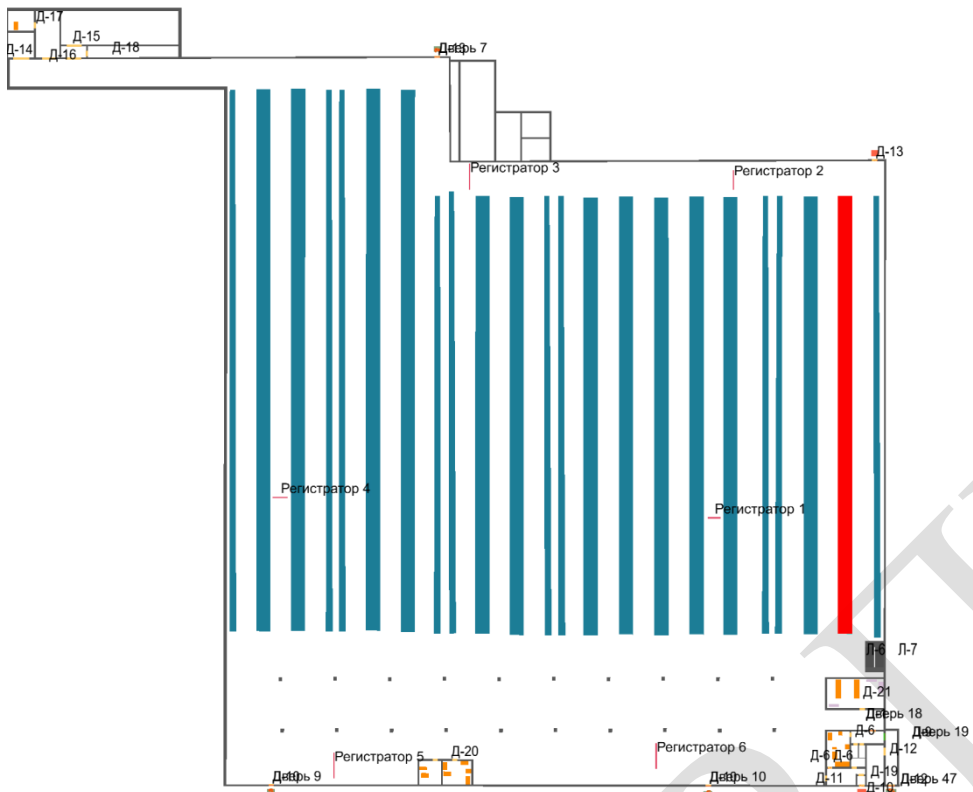


Рисунок 76. Этаж 1. Расположение людей через 132,8 с после начала пожара

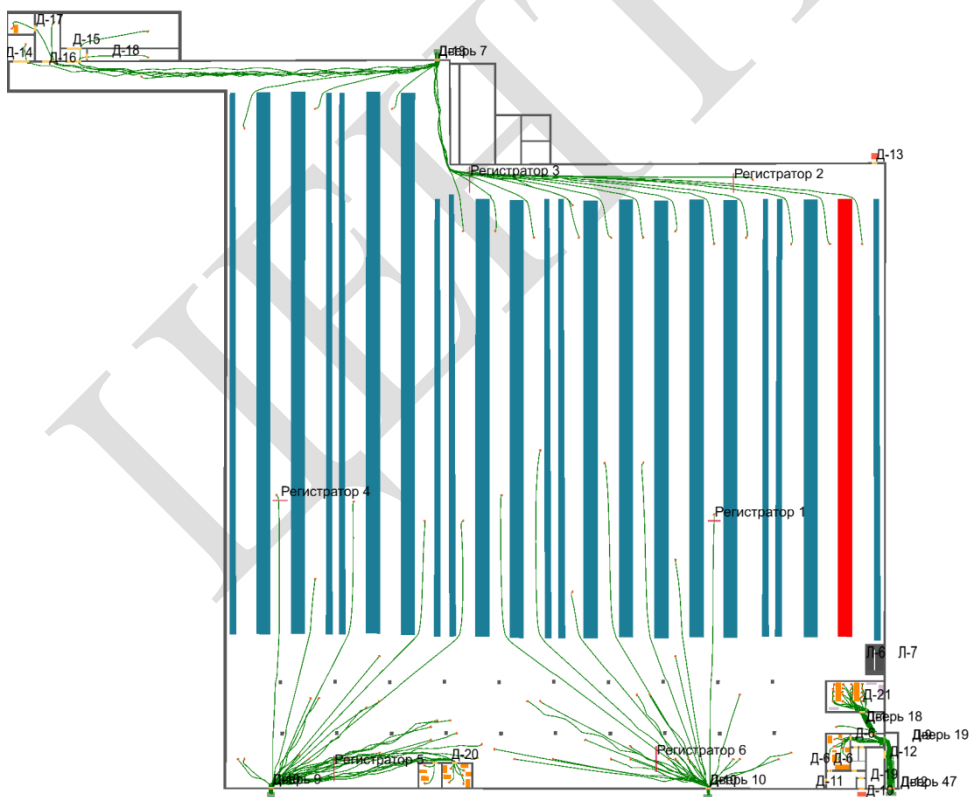


Рисунок 67. Этаж 1. Люди и траектории их движения на этаже.

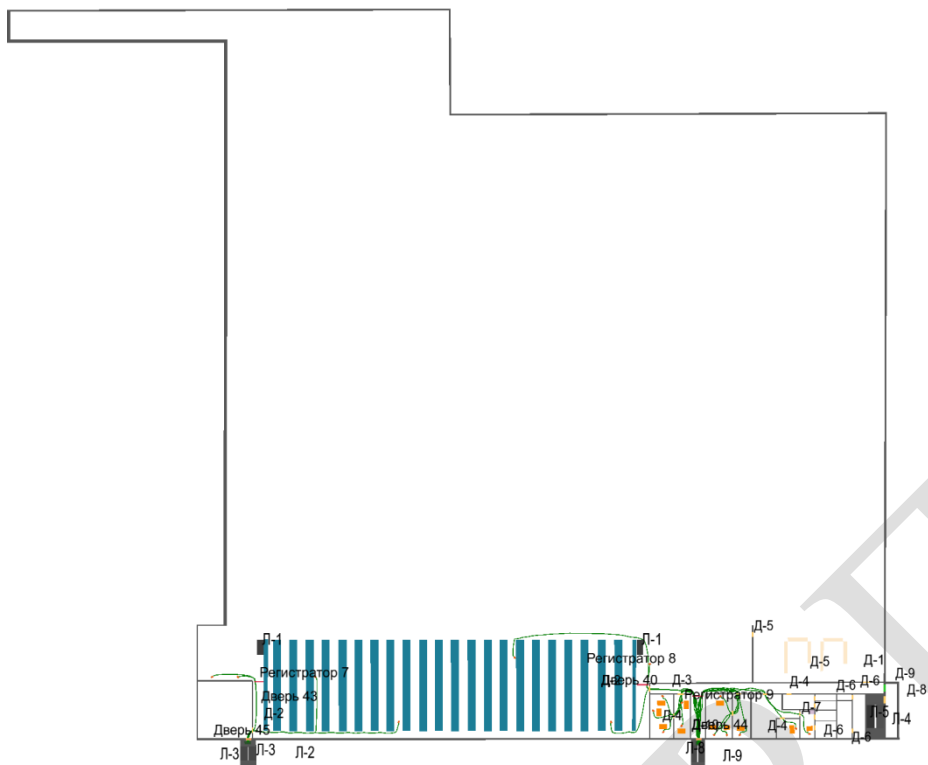


Рисунок 68. Антресоль на отм.6,15. Люди и траектории их движения на этаже.

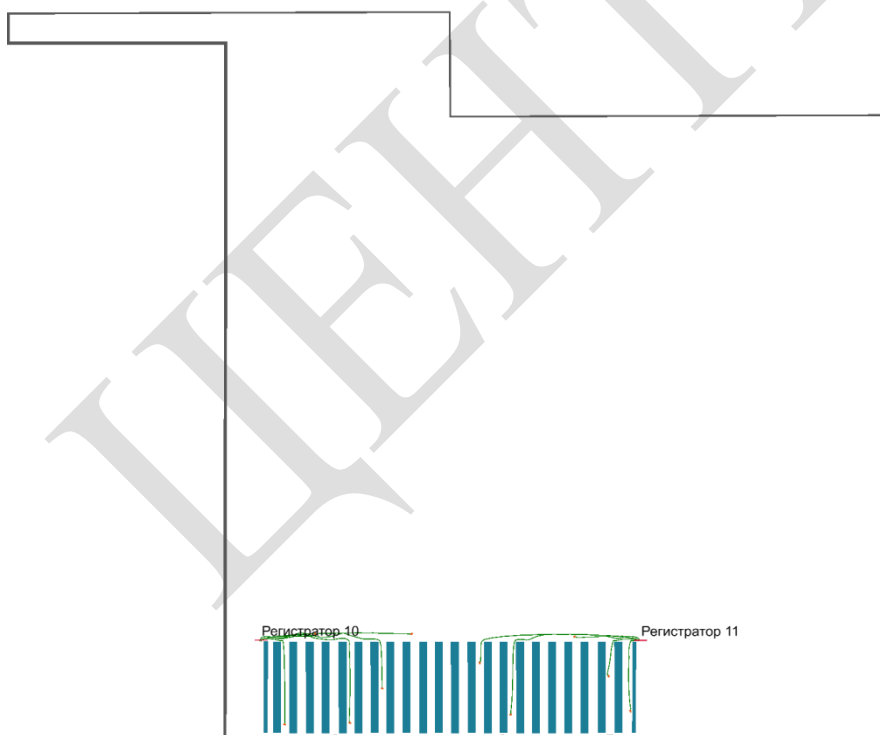


Рисунок 69. Мезонин. Люди и траектории их движения на этаже.



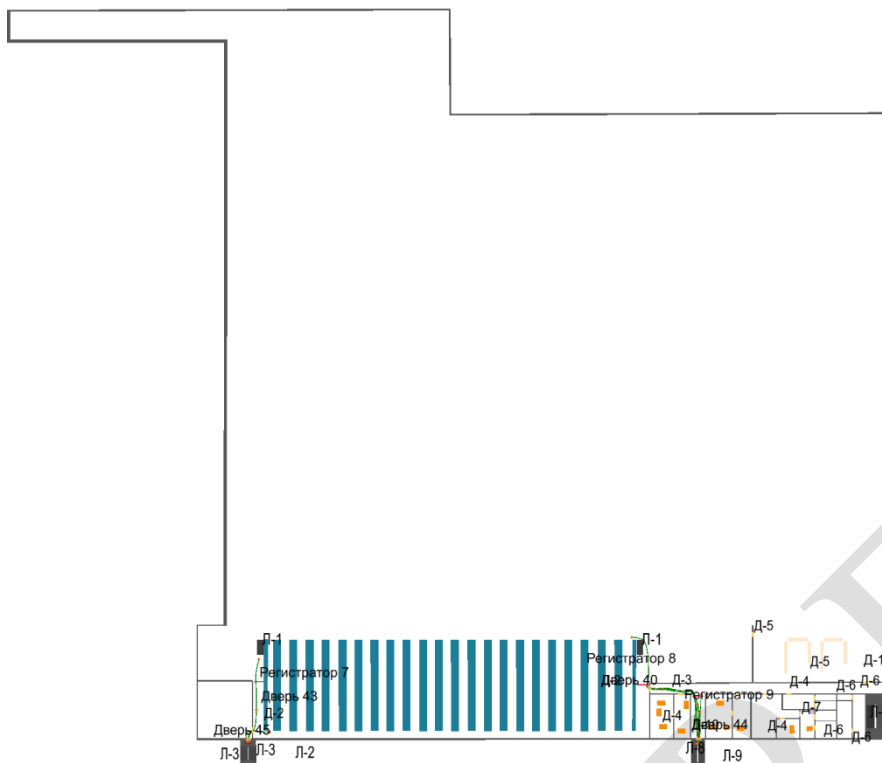


Рисунок 77. Антресоль на отм.6,15. Расположение людей через 132,8 с после начала пожара

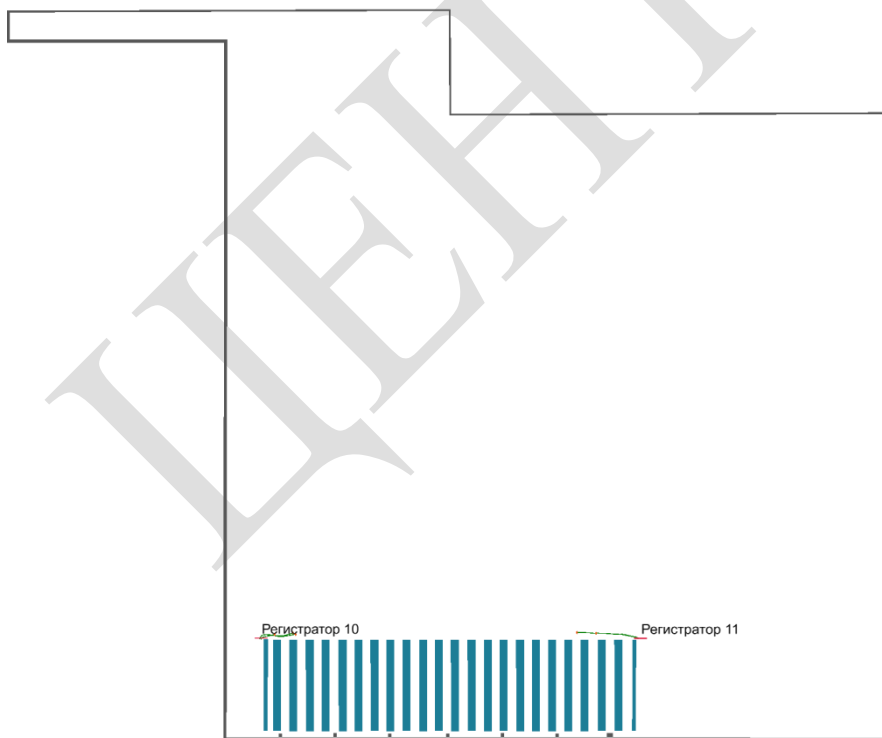


Рисунок 78. Мезонин. Расположение людей через 132,8 с после начала пожара

## Результаты моделирования движения людей

Время начала эвакуации:  $t_{НЭ} = 30$  сек. с этажа очага пожара и 120 сек. с вышележащих этажей

Время существования скоплений:  $t_{СК} = 0$  с

Общее количество людей: 140

Количество эвакуировавшихся людей: 140

### Статистика использования выходов

Расположение	Наименование	Время первого, с	Время последнего, с	Количество людей
Этаж 1				
	Выход 1	34,0	69,0	27
	Выход 2	34,6	63,8	32
	Выход 3	не используется	не используется	0
	Выход 4	36,8	83,0	23
	Выход 5	не используется	не используется	0
	Выход 6	39,0	54,8	28
Антресоль на отм.6,15				
	Выход 7	127,6	147,4	9
	Выход 8	126,8	153,2	19

"не используется" - люди не эвакуируются через выход.

### Статистика прохождения регистраторов

Расположение	Наименование	Время первого, с	Время последнего, с	Количество людей
Этаж 1				
Вне помещений	Дверь 10	33,4	68,6	27
	Дверь 18	33,6	43,2	21
	Дверь 19	34,0	45,6	28
	Дверь 47	38,6	54,4	28
	Дверь 7	36,2	82,4	23
	Дверь 9	34,0	63,4	32
	Регистратор 1	30,6	30,6	1
	Регистратор 2	31,8	45,6	4
	Регистратор 3	35,6	70,2	13
	Регистратор 4	30,4	30,4	1
	Регистратор 5	31,2	45,4	18
Регистратор 6	32,4	60,6	7	
Антресоль на отм.6,15				
Вне помещений	Дверь 40	122,4	144,2	8
	Дверь 43	126,4	146,2	9
	Дверь 44	126,4	152,8	19
	Дверь 45	127,4	147,2	9
	Регистратор 7	121,8	141,2	7
	Регистратор 8	121,8	143,8	7
	Регистратор 9	122,4	148,8	19
Мезонин				
Вне помещений	Регистратор 10	125,0	136,2	5
	Регистратор 11	125,6	138,4	5

Определение вероятности эвакуации

Расположение	Наименование	Время блокирования, $t_{бл}, c$	Необходимое время эвакуации, $0,8 t_{бл}, c$	Время начала эвакуации, $t_{нэ}, c$	Время эвакуации, $t_э = t_{нэ} + t_p, c$	Вероятность эвакуации, $P_э$
Этаж 1						
Вне помещений	Дверь 10	>350	>280	30,0	68,6	0,999
	Дверь 18	>350	>280	30,0	43,2	0,999
	Дверь 19	>350	>280	30,0	45,6	0,999
	Дверь 47	>350	>280	30,0	54,4	0,999
	Дверь 7	>350	>280	30,0	82,4	0,999
	Дверь 9	>350	>280	30,0	63,4	0,999
	Регистратор 1	>350	>280	30,0	30,6	0,999
	Регистратор 2	>350	>280	30,0	45,6	0,999
	Регистратор 3	>350	>280	30,0	70,2	0,999
	Регистратор 4	>350	>280	30,0	30,4	0,999
	Регистратор 5	>350	>280	30,0	45,4	0,999
	Регистратор 6	>350	>280	30,0	60,6	0,999
Антресоль на отм.6,15						
Вне помещений	Дверь 40	265,7	212,6	120,0	144,2	0,999
	Дверь 43	>350	>280	120,0	146,2	0,999
	Дверь 44	>350	>280	120,0	152,8	0,999
	Дверь 45	>350	>280	120,0	147,2	0,999
	Регистратор 7	>350	>280	120,0	141,2	0,999
	Регистратор 8	252,8	202,2	120,0	143,8	0,999
	Регистратор 9	>350	>280	120,0	148,8	0,999
Мезонин						
Вне помещений	Регистратор 10	218,1	174,5	120,0	136,2	0,999
	Регистратор 11	188,3	150,6	120,0	138,4	0,999

### Результаты моделирования процесса эвакуации

Используемые обозначения:

$l$  — расстояние, пройденное человеком по эвакуационным путям каждого типа;

$t_{нэ}$  — время начала эвакуации;

$t_э$  — время эвакуации;

$t_{ск}$  — время нахождения в скоплениях;

Группа мобильности: М1

Площадь: 0,125 м<sup>2</sup>

“Ширина”: 0,5 м (размер прямоугольника, занимаемый человеком, перпендикулярный направлению движения)

“Толщина”: 0,32 м (размер прямоугольника, занимаемый человеком, вдоль направления движения)

Высота: 1,7 м

Цвет:



Параметры движения по эвакуационным путям различного типа:

Тип пути	Движение разрешено	$V_0$ , м/мин	$D_0$ , чел/м <sup>2</sup>	$a$	$D_{max}$ , м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>
Горизонтальный путь	да	100	0,408	0,295	1
Лестница вниз	да	100	0,712	0,4	1
Лестница вверх	да	60	0,536	0,305	1
Пандус вниз	да	115	1,368	0,399	1
Пандус вверх	да	80	0,856	0,399	1
Проем	да	100	0,52	0,295	1

**Сценарий 1**

Этаж 1

<b>l, м</b>	– Горизонтальный путь
67,491	

Имя	Контингент	Выход	l, м	$t_{из}$ , с	$t_э$ , с	$t_{ск}$ , с
Человек 1	M1	Выход 4	67,491	30	70,6	0
Человек 2	M1	Выход 4	69,672	30	72,2	0
Человек 3	M1	Выход 4	71,858	30	73,2	0
Человек 4	M1	Выход 4	68,909	30	71,6	0
Человек 5	M1	Выход 4	47,635	30	58,6	0
Человек 6	M1	Выход 4	36,302	30	51,8	0
Человек 7	M1	Выход 4	22,667	30	43,6	0
Человек 8	M1	Выход 4	11,667	30	37	0
Человек 9	M1	Выход 4	28,333	30	47	0
Человек 10	M1	Выход 4	31,667	30	49	0
Человек 11	M1	Выход 2	46,333	30	57,8	0
Человек 12	M1	Выход 2	34,223	30	51	0
Человек 13	M1	Выход 2	48,333	30	59	0
Человек 14	M1	Выход 2	51,667	30	61	0
Человек 15	M1	Выход 2	56,667	30	64	0
Человек 16	M1	Выход 1	62,333	30	67,4	0
Человек 17	M1	Выход 1	65,333	30	69,2	0
Человек 18	M1	Выход 1	55,987	30	63,6	0
Человек 19	M1	Выход 1	39,16	30	53,6	0
Человек 20	M1	Выход 4	36,968	30	52,2	0
Человек 21	M1	Выход 4	43,333	30	56	0
Человек 22	M1	Выход 4	39,333	30	53,6	0
Человек 23	M1	Выход 4	48,635	30	59,2	0
Человек 24	M1	Выход 2	8,256	30	35,4	0
Человек 25	M1	Выход 2	7,402	30	34,8	0
Человек 26	M1	Выход 2	7,651	30	35,2	0
Человек 27	M1	Выход 2	8,521	30	35,8	0
Человек 28	M1	Выход 2	16,28	30	40	0
Человек 29	M1	Выход 2	17,283	30	40,6	0
Человек 30	M1	Выход 2	13,667	30	38,2	0
Человек 31	M1	Выход 2	20,297	30	42,2	0
Человек 32	M1	Выход 2	23	30	43,8	0
Человек 33	M1	Выход 2	15,682	30	39,6	0
Человек 34	M1	Выход 2	17,974	30	41	0
Человек 35	M1	Выход 2	19,179	30	41,6	0
Человек 36	M1	Выход 2	27,04	30	46,4	0
Человек 37	M1	Выход 2	28,091	30	47,2	0

Человек 38	M1	Выход 2	29,995	30	48,4	0
Человек 39	M1	Выход 2	31,507	30	49,6	0
Человек 40	M1	Выход 2	31,43	30	49,4	0
Человек 41	M1	Выход 2	34,958	30	53	0
Человек 42	M1	Выход 2	35,229	30	52,6	0
Человек 43	M1	Выход 1	35,32	30	51,2	0
Человек 44	M1	Выход 2	31,523	30	50,2	0
Человек 45	M1	Выход 2	29,366	30	48	0
Человек 46	M1	Выход 2	32,011	30	50,6	0
Человек 47	M1	Выход 2	34,004	30	54	0
Человек 48	M1	Выход 2	35,166	30	53,6	0
Человек 49	M1	Выход 2	33,244	30	52,4	0
Человек 50	M1	Выход 2	32,737	30	51,8	0
Человек 51	M1	Выход 1	31,855	30	49,2	0
Человек 52	M1	Выход 1	25,813	30	45,4	0
Человек 53	M1	Выход 1	21,682	30	43,2	0
Человек 54	M1	Выход 1	33,248	30	50	0
Человек 55	M1	Выход 1	30,581	30	48,4	0
Человек 56	M1	Выход 2	27,533	30	47	0
Человек 57	M1	Выход 1	22,189	30	43,6	0
Человек 58	M1	Выход 1	19,859	30	42	0
Человек 59	M1	Выход 1	18,331	30	41,4	0
Человек 60	M1	Выход 1	15,147	30	39,4	0
Человек 61	M1	Выход 1	17,439	30	40,8	0
Человек 62	M1	Выход 1	14,04	30	38,6	0
Человек 63	M1	Выход 1	16,429	30	40,2	0
Человек 64	M1	Выход 1	8,992	30	36	0
Человек 65	M1	Выход 1	8,036	30	35,4	0
Человек 66	M1	Выход 1	6,579	30	34,2	0
Человек 67	M1	Выход 1	6,952	30	34,6	0
Человек 68	M1	Выход 1	7,716	30	35	0
Человек 69	M1	Выход 1	12,914	30	38	0
Человек 70	M1	Выход 1	15,439	30	39,8	0
Человек 71	M1	Выход 6	16,751	30	40,8	0
Человек 72	M1	Выход 6	18,817	30	47	0
Человек 73	M1	Выход 6	18,024	30	45,8	0
Человек 74	M1	Выход 6	18,944	30	49,4	0
Человек 75	M1	Выход 6	16,075	30	41,6	0
Человек 76	M1	Выход 6	18,307	30	47,2	0
Человек 77	M1	Выход 6	16,543	30	43,2	0
Человек 78	M1	Выход 6	14,973	30	39,2	0
Человек 79	M1	Выход 6	23,573	30	54,4	0
Человек 80	M1	Выход 6	26,494	30	54,2	0
Человек 81	M1	Выход 6	21,625	30	53	0
Человек 82	M1	Выход 6	22,905	30	55	0
Человек 83	M1	Выход 6	20,485	30	54	0
Человек 84	M1	Выход 6	20,321	30	51,4	0
Человек 85	M1	Выход 6	19,573	30	51,6	0
Человек 86	M1	Выход 6	21,429	30	52,6	0
Человек 87	M1	Выход 6	19,664	30	50,4	0
Человек 88	M1	Выход 6	18,574	30	50,8	0
Человек 89	M1	Выход 6	16,976	30	44	0
Человек 90	M1	Выход 6	17,887	30	48,2	0
Человек 91	M1	Выход 6	19,313	30	49,8	0
Человек 92	M1	Выход 6	21,266	30	53,8	0
Человек 93	M1	Выход 6	22,63	30	53,6	0
Человек 94	M1	Выход 6	19,974	30	48,8	0

Человек 95	M1	Выход 6	18,778	30	47,6	0
Человек 96	M1	Выход 6	17,591	30	45,2	0
Человек 97	M1	Выход 6	17,076	30	44,6	0
Человек 98	M1	Выход 6	16,706	30	42,2	0
Человек 99	M1	Выход 1	43,653	30	56,2	0
Человек 100	M1	Выход 1	53,32	30	62	0
Человек 101	M1	Выход 1	36,987	30	52,2	0
Человек 102	M1	Выход 4	88,667	30	83,2	0
Человек 103	M1	Выход 4	83,667	30	80,2	0
Человек 104	M1	Выход 4	78	30	76,8	0
Человек 105	M1	Выход 4	70,251	30	72,6	0
Человек 106	M1	Выход 4	66,206	30	69,8	0
Человек 107	M1	Выход 4	58	30	64,8	0
Человек 108	M1	Выход 4	53,667	30	62,2	0
Человек 109	M1	Выход 4	65,603	30	69,4	0
Человек 123	M1	Выход 4	73,27	30	74	0

Антресоль на отм.6,15

<b>l, м</b>	– Горизонтальный путь
29	

Имя	Контингент	Выход	l, м	t <sub>из</sub> , с	t <sub>в</sub> , с	t <sub>ск</sub> , с
Человек 110	M1	Выход 8	29	120	137,4	0
Человек 111	M1	Выход 8	25,854	120	135,8	0
Человек 112	M1	Выход 8	21,223	120	133,4	0
Человек 113	M1	Выход 8	22,094	120	135	0
Человек 114	M1	Выход 8	21,779	120	134,4	0
Человек 115	M1	Выход 8	21,404	120	134	0
Человек 116	M1	Выход 8	15,333	120	129,2	0
Человек 117	M1	Выход 8	11,667	120	127	0
Человек 118	M1	Выход 8	18,441	120	132,8	0
Человек 119	M1	Выход 8	18	120	132	0
Человек 120	M1	Выход 8	17,565	120	131,2	0
Человек 121	M1	Выход 8	19,333	120	132,6	0
Человек 122	M1	Выход 7	12,987	120	127,8	0
Человек 124	M1	Выход 7	16,827	120	130,2	0
Человек 215	M1	Выход 7	20,653	120	132,4	0
Человек 216	M1	Выход 7	26,005	120	135,8	0
Человек 217	M1	Выход 8	46	120	147,6	0
Человек 218	M1	Выход 8	27,617	120	136,6	0

Мезонин

<b>l, м</b>	– Горизонтальный путь
33,106	
3,359	– Лестница вниз

Имя	Контингент	Выход	l, м	t <sub>из</sub> , с	t <sub>в</sub> , с	t <sub>ск</sub> , с
Человек 219	M1	Выход 8	33,106 3,359	120	142,4	0
Человек 220	M1	Выход 8	30,403 3,359	120	140,8	0
Человек 221	M1	Выход 8	31,668 3,359	120	141,6	0

Человек 222	M1	Выход 8	48,611 3,359	120	151,4	0
Человек 223	M1	Выход 8	51,886 3,359	120	153,4	0
Человек 224	M1	Выход 7	37,618 3,359	120	145	0
Человек 225	M1	Выход 7	40,694 3,359	120	146,8	0
Человек 226	M1	Выход 7	41,83 3,359	120	147,6	0
Человек 227	M1	Выход 7	23,235 3,359	120	136,4	0
Человек 228	M1	Выход 7	30,608 3,359	120	141	0
Человек 229	M1	Выход 7	41,73 3,359	120	147,6	0
Человек 230	M1	Выход 7	62,301 3,359	120	159,6	0

## Параметры эвакуационных путей

### Сценарий 1

Двери

Тип	Ширина, м	Высота, м	Количество, шт.	С регистратором
Д-1	1,1	2	2	Дверь 18
Д-2	0,88	2,02	3	Дверь 40 Дверь 43 Дверь 45
Д-3	0,9	2	1	
Д-4	0,78	2,01	4	
Д-5	0,8	2	3	
Д-6	0,7	1,9	11	
Д-7	0,7	2	1	
Д-8	1,13	2	1	
Д-9	1,13	2	2	Дверь 19
Д-10	0,83	1,96	4	Дверь 9 Дверь 10 Дверь 44
Д-11	0,88	2,04	1	
Д-12	1,2	2	2	Дверь 47
Д-13	0,89	2	2	Дверь 7
Д-14	2,5	2	1	
Д-15	2,4	2	2	
Д-16	2,2	2	1	
Д-17	0,9	2,03	1	
Д-18	0,87	2,04	1	
Д-19	0,88	1,98	1	
Д-20	0,81	2,05	2	
Д-21	0,9	2,06	1	

Тип	Ширина, м	Количество, шт.
Л-1	1	2
Л-2	1,2	1
Л-3	1,2	2
Л-4	1,2	1
Л-5	1,2	1
Л-8	1,2	3
Л-10	1,2	1
Л-9	1,2	1
Л-6	1	3
Л-7	1	1

**Вывод по сценарию №1:**  $P_{Э.П.} = 0,999$ , так как выполнено следующее условие:

$$t_p + \tau_{н.э} \leq 0,8 \cdot \tau_{о.и.г}$$



## Сценарий №2 (пожар возникает на отметке +6.15)

Пожар возникает на отметке +6.15. Данный сценарий является одним из самых опасных, так как очаг пожара расположен в помещении с большим количеством горючей нагрузки, характеризующейся высокой скоростью распространения пламени. Для рассмотрения наихудшего варианта развития событий люди, нахождение которых возможно в нескольких помещениях, были приняты в тех помещениях, которые для данного сценария будут давать наиболее неблагоприятный результат (наибольшая удаленность от эвакуационных выходов, эвакуация через помещение с очагом пожара и т.д.).

### Определение времени блокирования путей эвакуации

Рассматриваются значения опасных факторов пожара на высоте расположения регистраторов (по умолчанию на высоте рабочей зоны помещений – 1.7 метра от уровня пола этажа). Для каждого опасного фактора пожара определяется предельно допустимое значение, превышение которого означает блокирование пути эвакуации по данному фактору.

Параметры окружающей среды:

— температура: 38 °С

— температура в помещениях: 20 °С

Горючая нагрузка: Упаковка; бумага+картон+поли(этилен+стирол) (0.4+0.3+0.15+0.15)

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, 2016.

Параметры горючей нагрузки

Параметр	Единица измерения	Значение
Низшая теплота сгорания	кДж/кг	23540
Линейная скорость распространения пламени	м/с	0,004
Удельная массовая скорость выгорания	кг/(м <sup>2</sup> · с)	0,0132
Коэффициент полноты сгорания	—	0,93
Удельная мощность	кВт/м <sup>2</sup>	288,977
Дымообразующая способность	Нп · м <sup>2</sup> /кг	172
Потребление кислорода (O <sub>2</sub> )	кг/кг	1,7
Выделение углекислого газа (CO <sub>2</sub> )	кг/кг	0,679
Выделение угарного газа (CO)	кг/кг	0,112
Выделение хлористого водорода (HCl)	кг/кг	0,0037

Моделировалась динамика развития пожара в течение 350 с.

На этаже "Антресоль на отм.6,15" расположены регистраторы:

— на уровне 7,85 м (на высоте 1,7 м от уровня этажа): "Регистратор 8", "Регистратор 9", "Регистратор 7", "Регистратор 12", "Дверь 40", "Дверь 44"

На этаже "Мезонин" расположены регистраторы:

— на уровне 10,22 м (на высоте 1,7 м от уровня этажа): "Регистратор 11", "Регистратор 10"

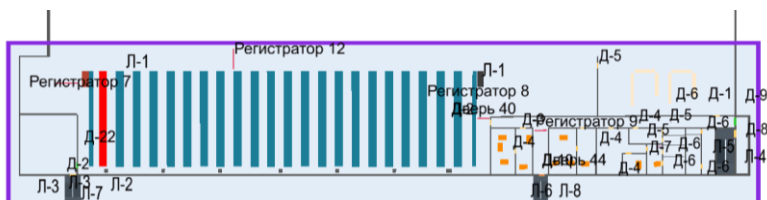


Рисунок 1. Антресоль на отм.6,15. Пожарная модель.



Рисунок 2. Мезонин. Пожарная модель.

Следующие рисунки показывают динамику развития ОФП.



Time: 53.9

Рисунок 3. Антресоль на отм.6,15. Распространение дыма через 54,2 с после начала пожара.

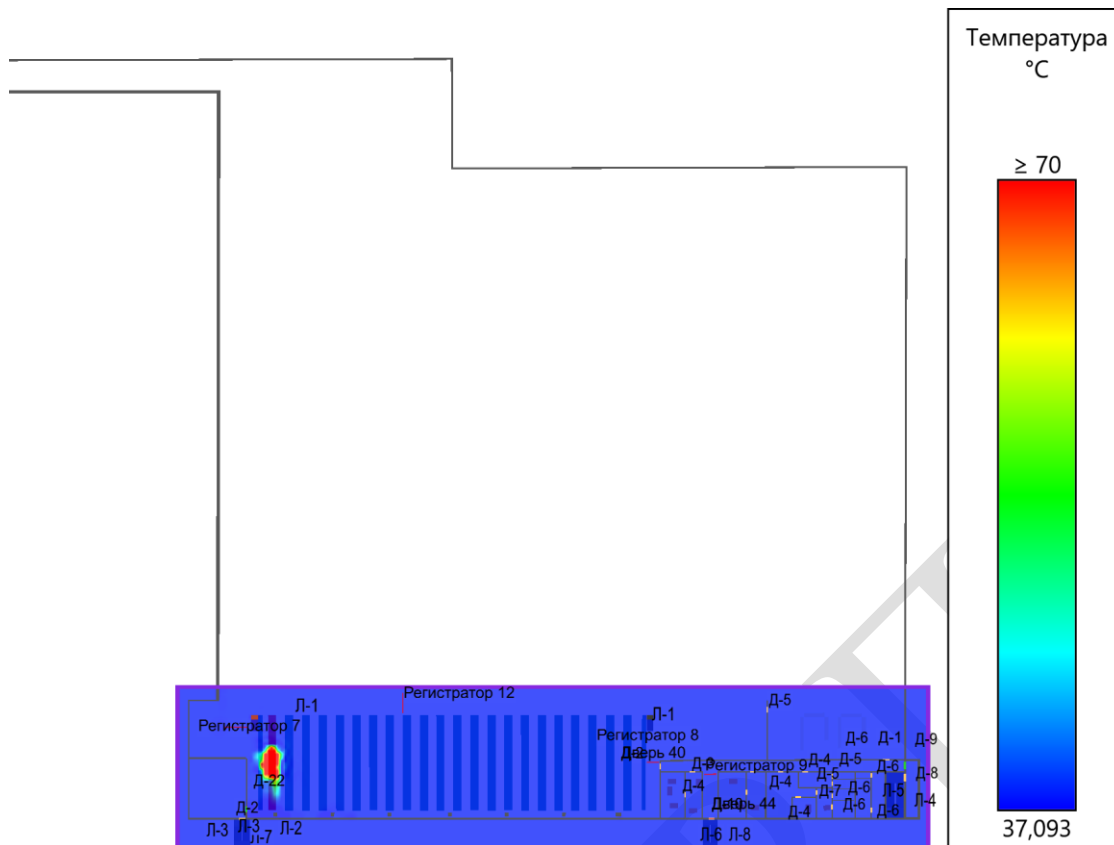


Рисунок 4. Антресоль на отм.6,15. Температура на высоте 1,7 м от уровня этажа.  
Время: 54,2 с.

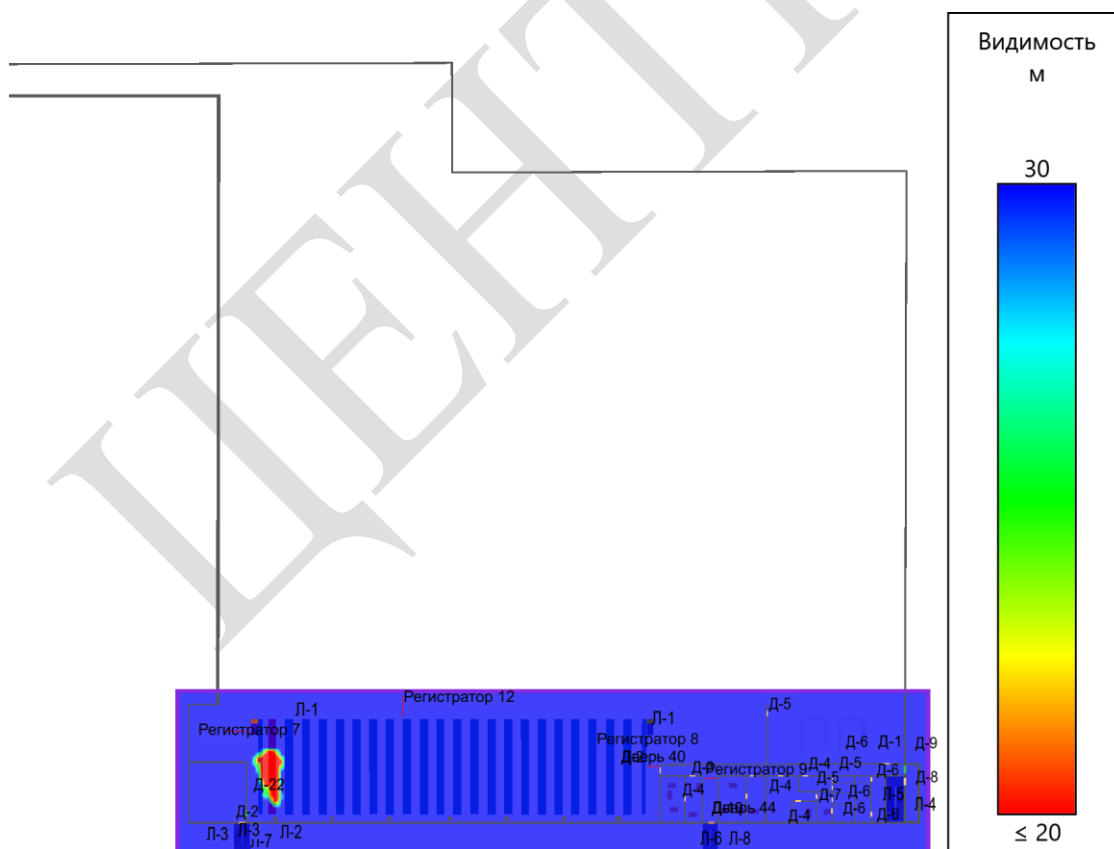


Рисунок 5. Антресоль на отм.6,15. Видимость на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время:  
54,2 с.

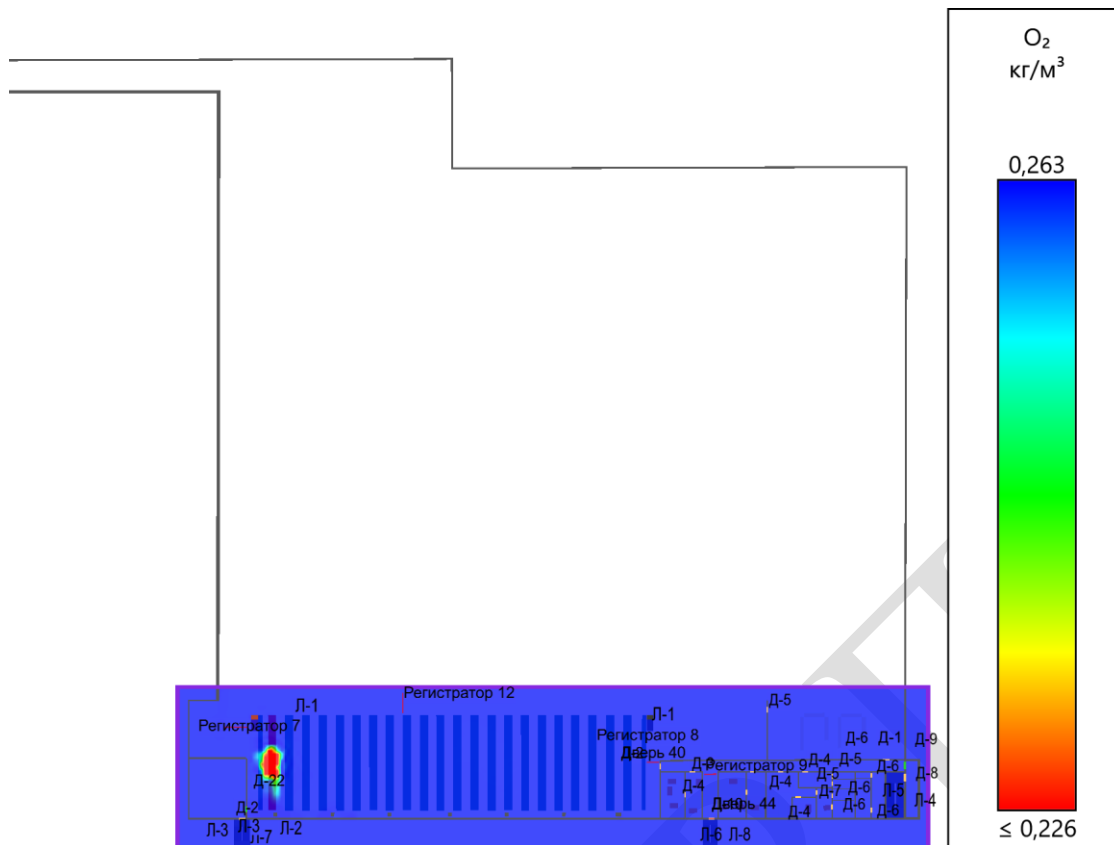


Рисунок 6. Антресоль на отм.6,15.  $O_2$  на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 54,2 с.

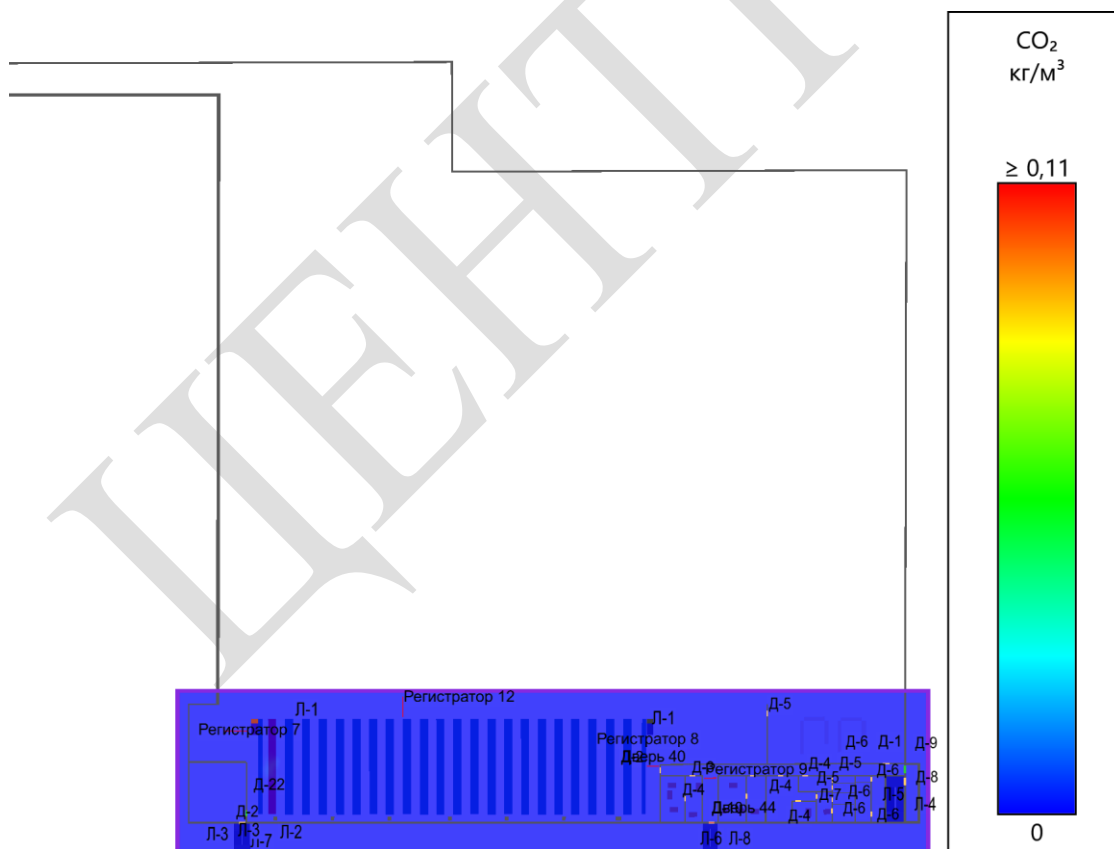


Рисунок 7. Антресоль на отм.6,15.  $CO_2$  на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 54,2 с.

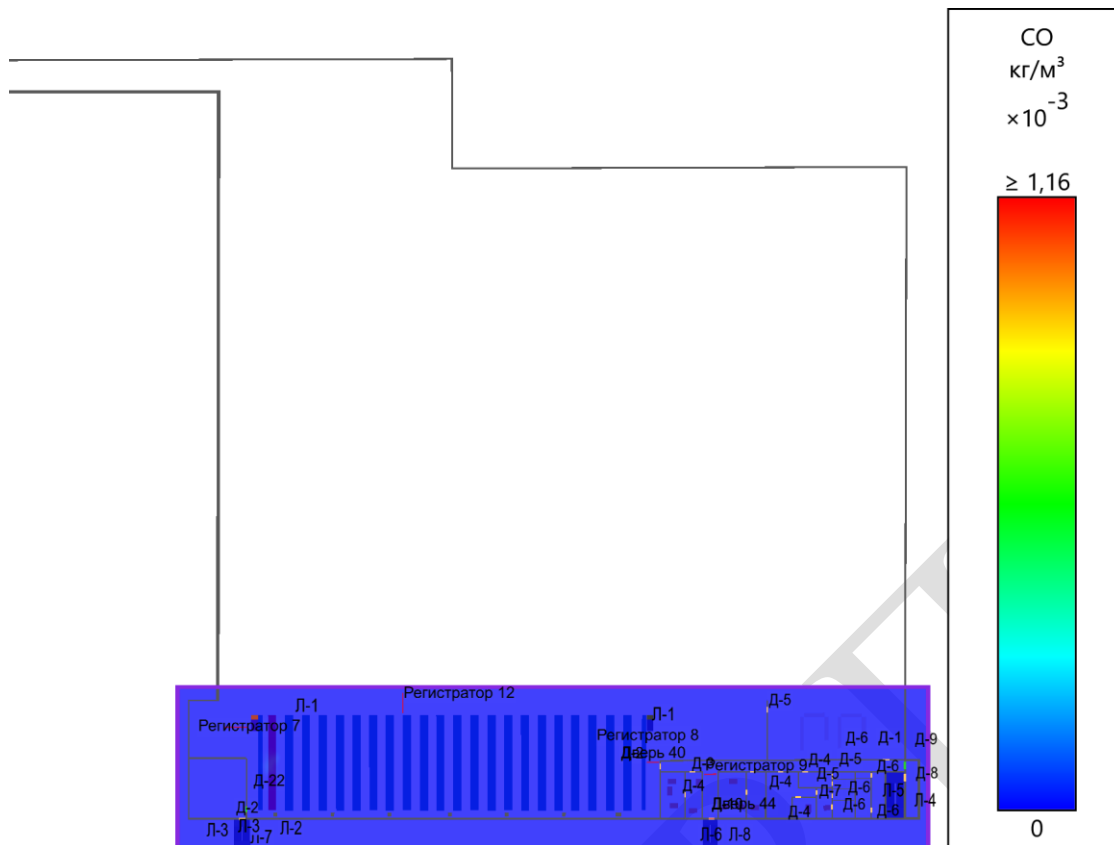


Рисунок 8. Антресоль на отм.6,15. СО на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 54,2 с.

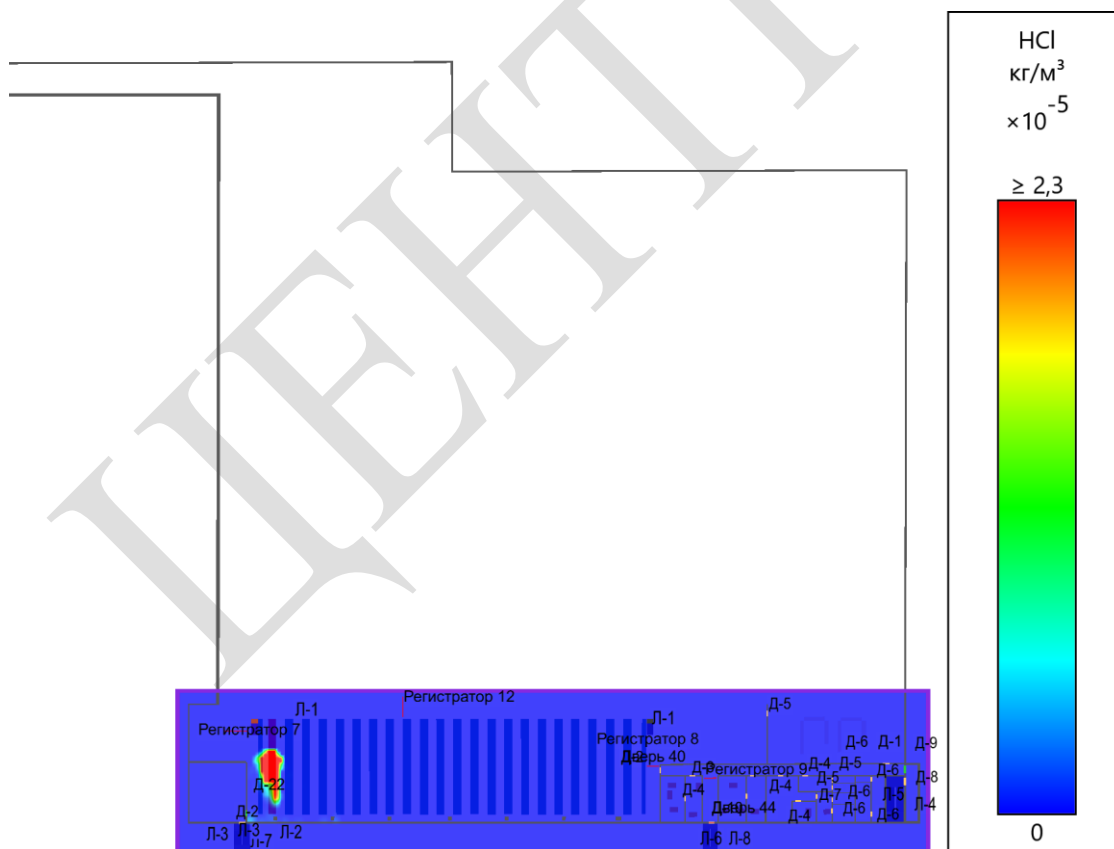
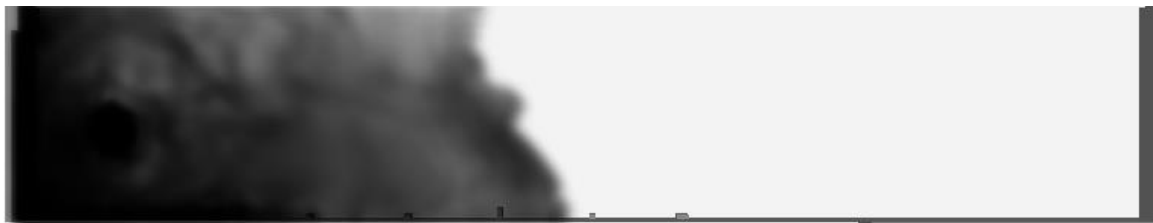


Рисунок 9. Антресоль на отм.6,15. HCl на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 54,2 с.



Time: 53.9



Рисунок 10. Мезонин. Распространение дыма через 54,2 с после начала пожара.

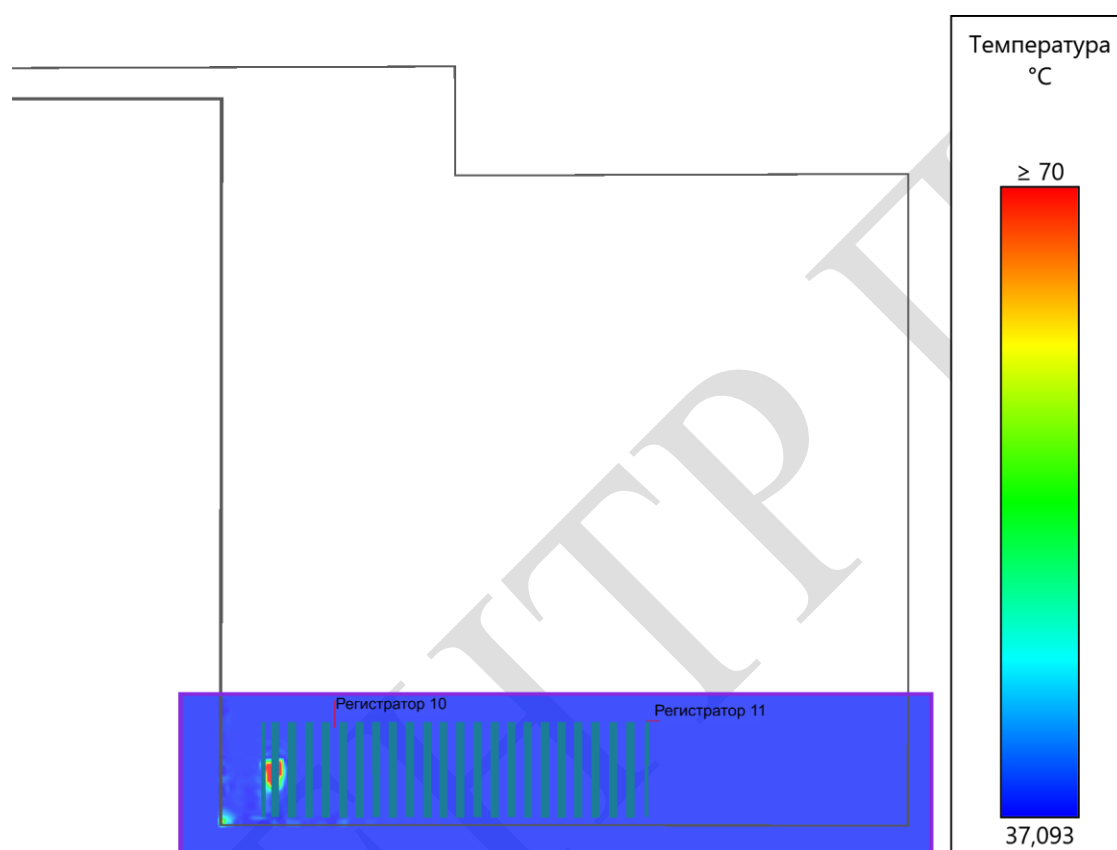


Рисунок 11. Мезонин. Температура на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 54,2 с.

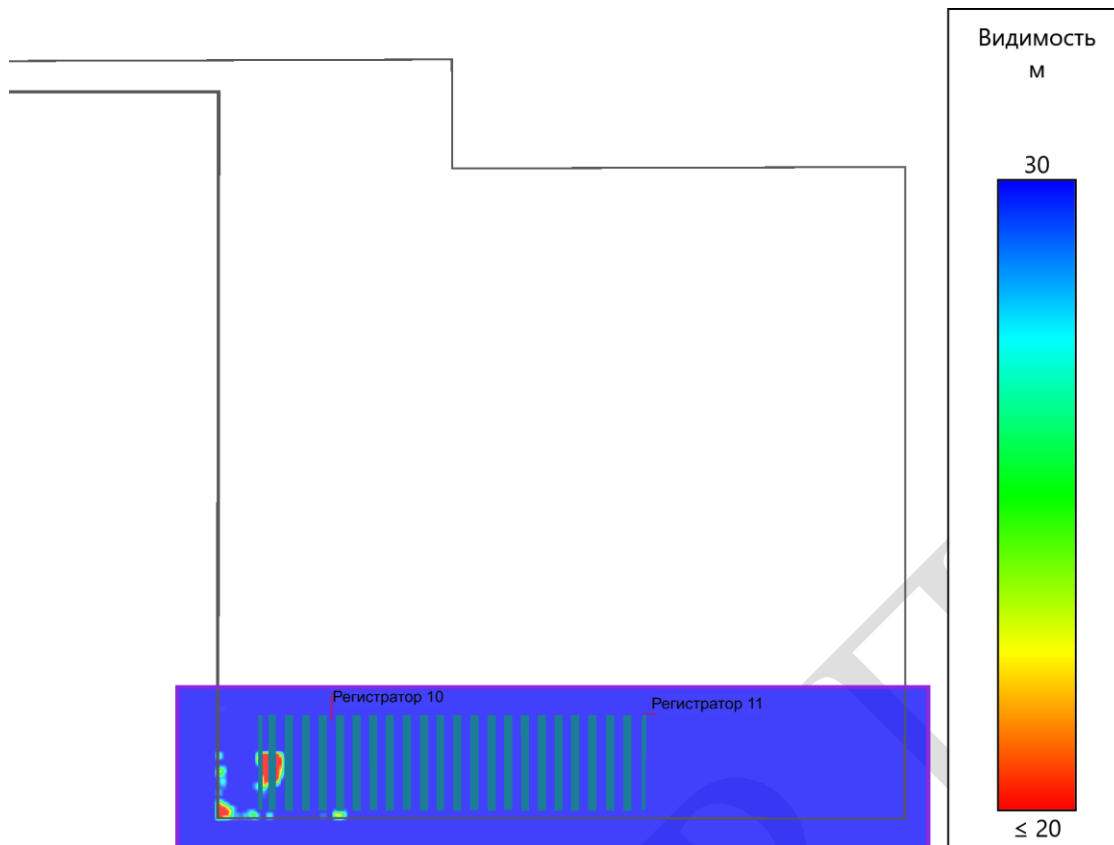


Рисунок 12. Мезонин. Видимость на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 54,2 с.

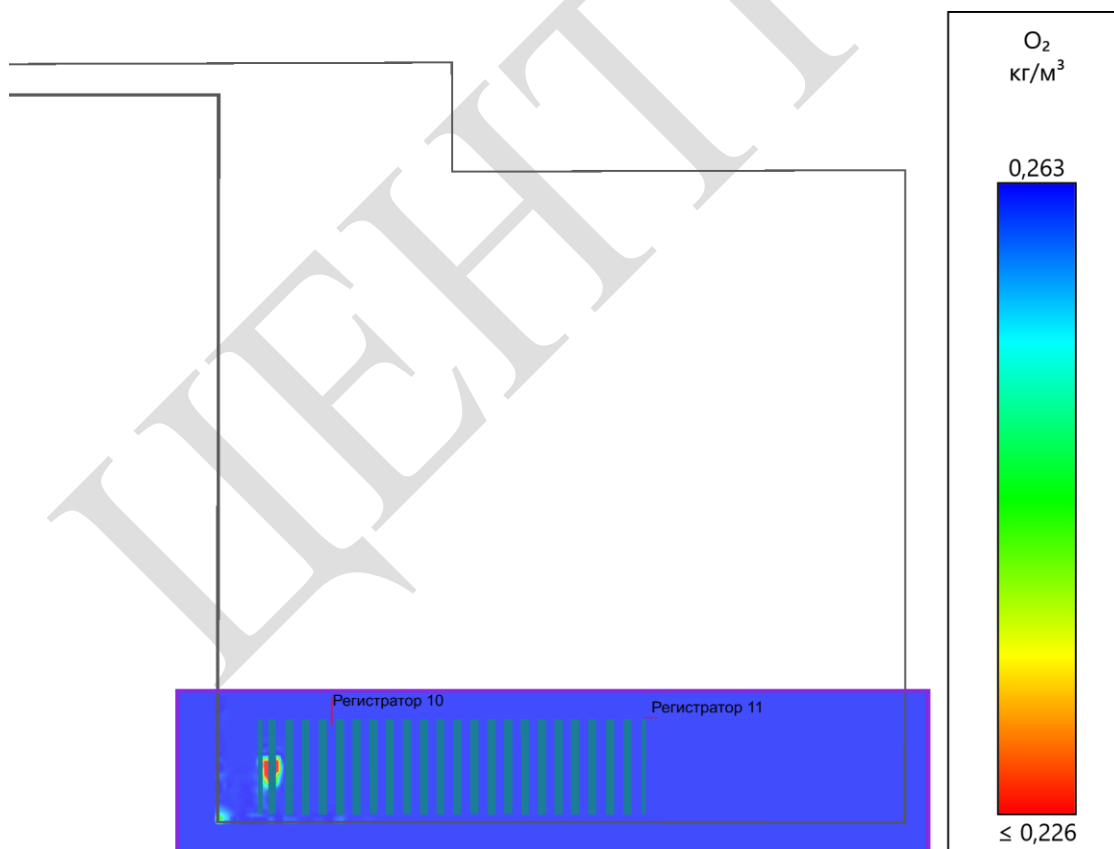


Рисунок 13. Мезонин. O<sub>2</sub> на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 54,2 с.

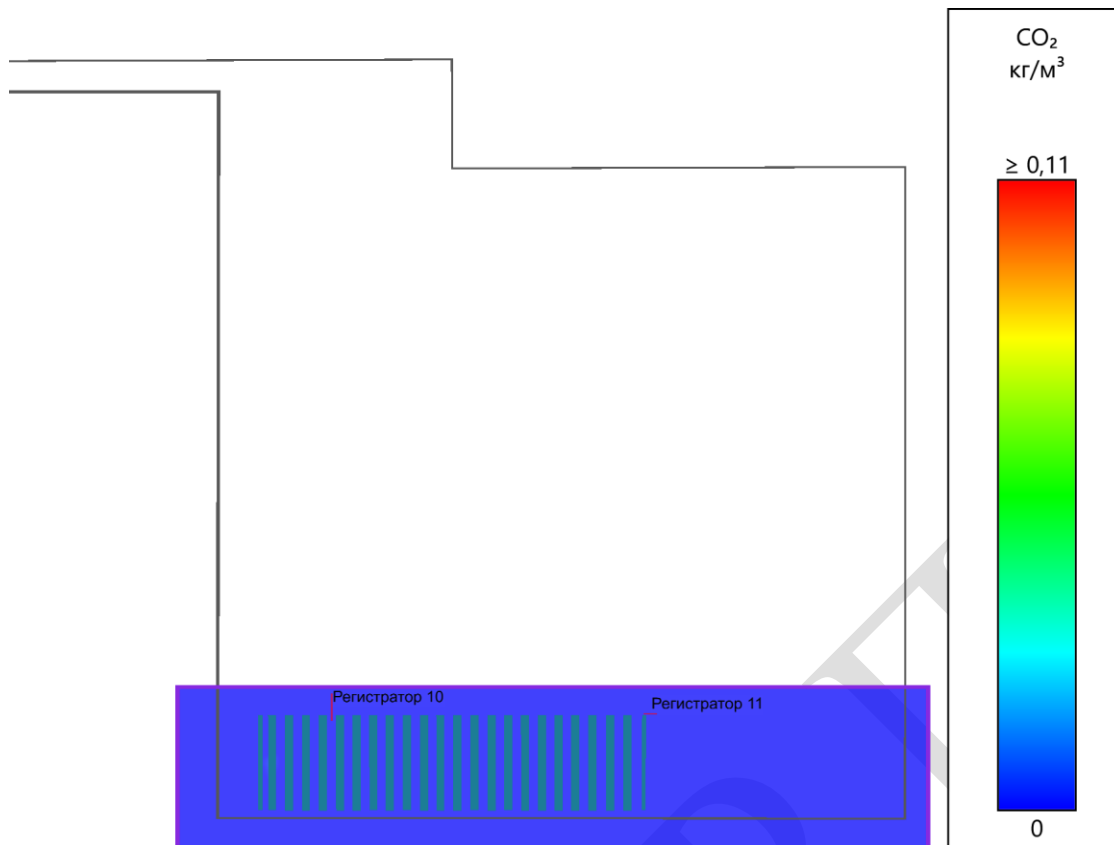


Рисунок 14. Мезонин. CO<sub>2</sub> на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 54,2 с.

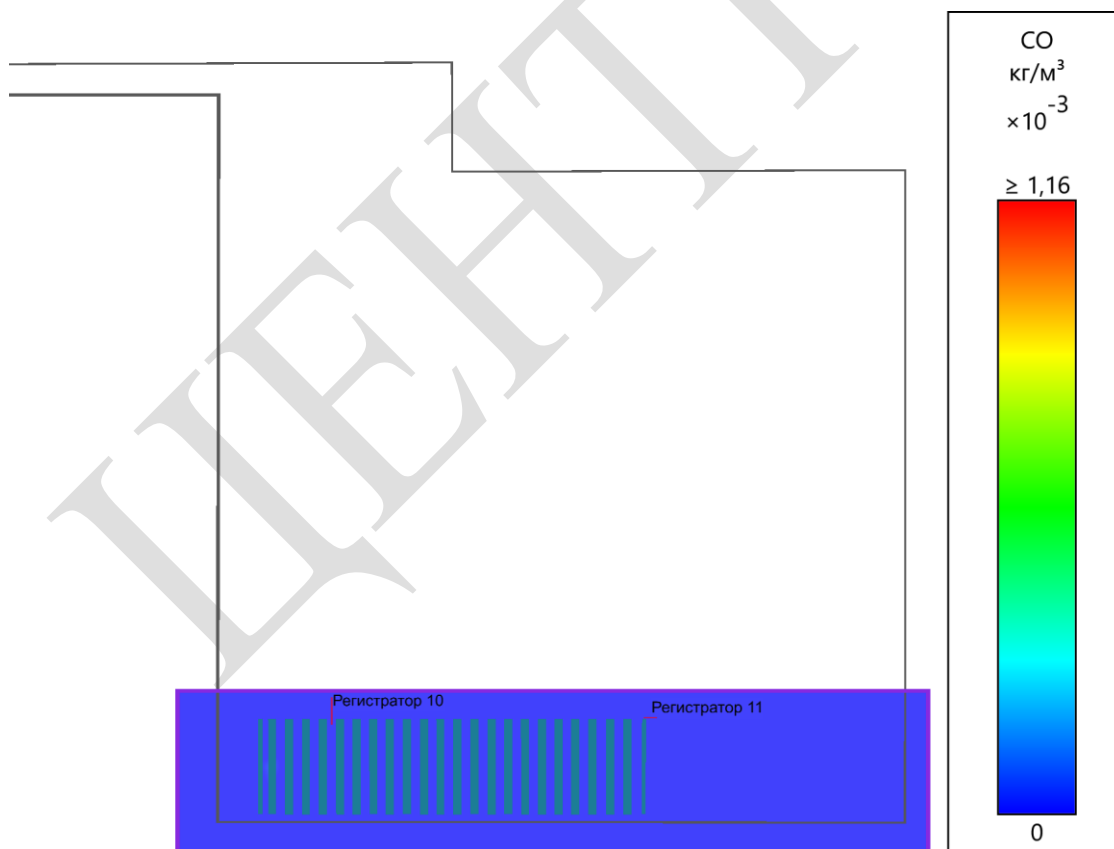


Рисунок 15. Мезонин. CO на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 54,2 с.



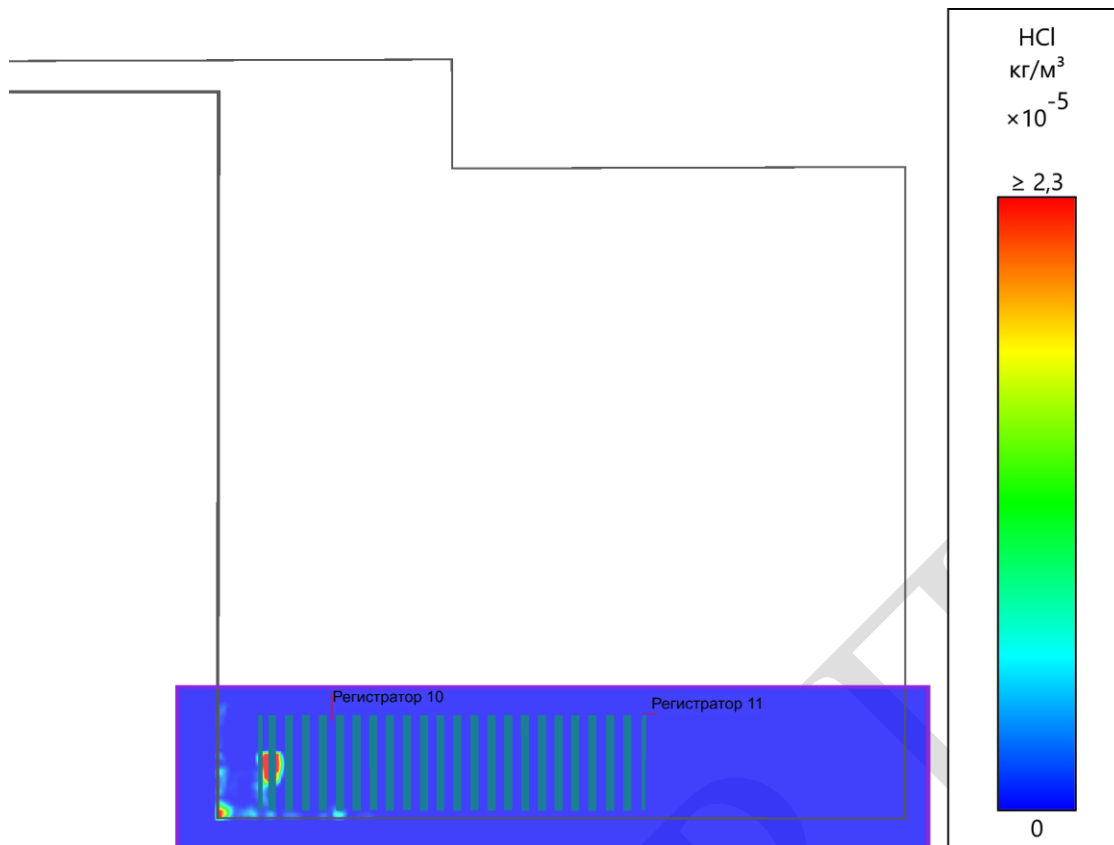


Рисунок 16. Мезонин. HCl на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 54,2 с.



Time: 102.6

Рисунок 17. Антресоль на отм.6,15. Распространение дыма через 102,6 с после начала пожара.



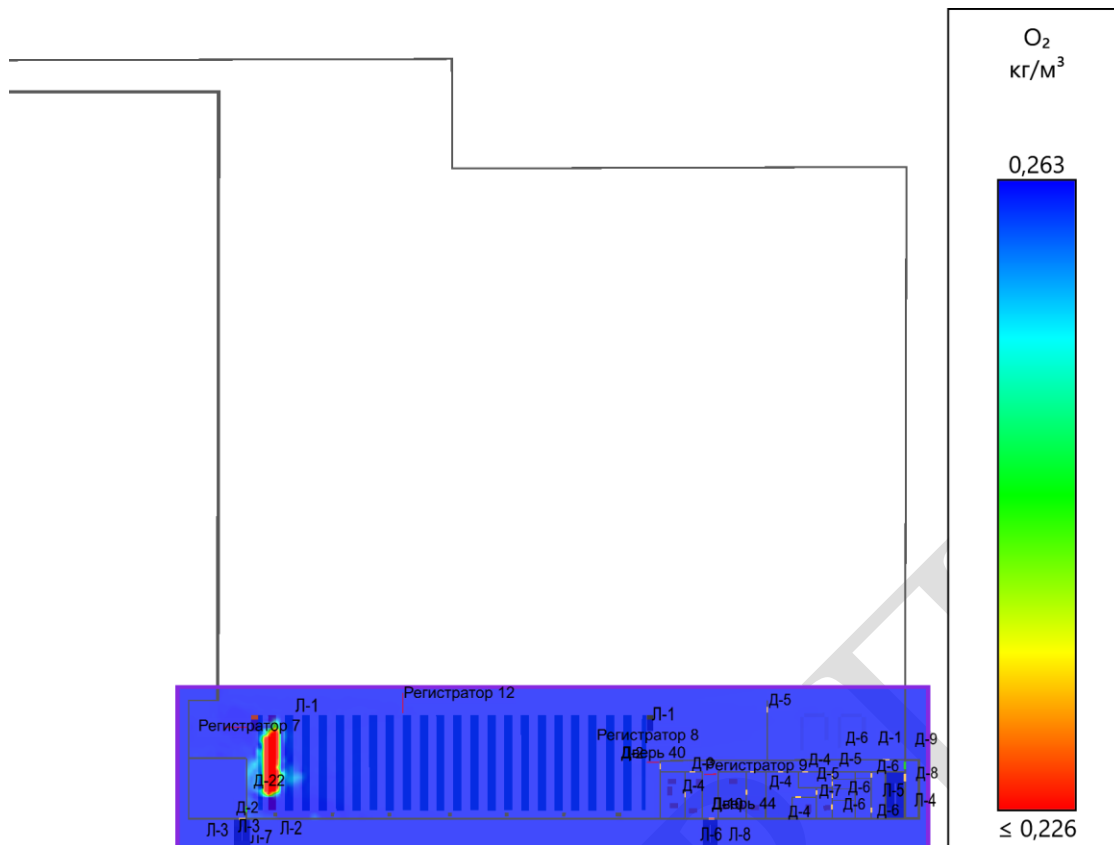


Рисунок 20. Антресоль на отм.6,15.  $O_2$  на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 102,6 с.

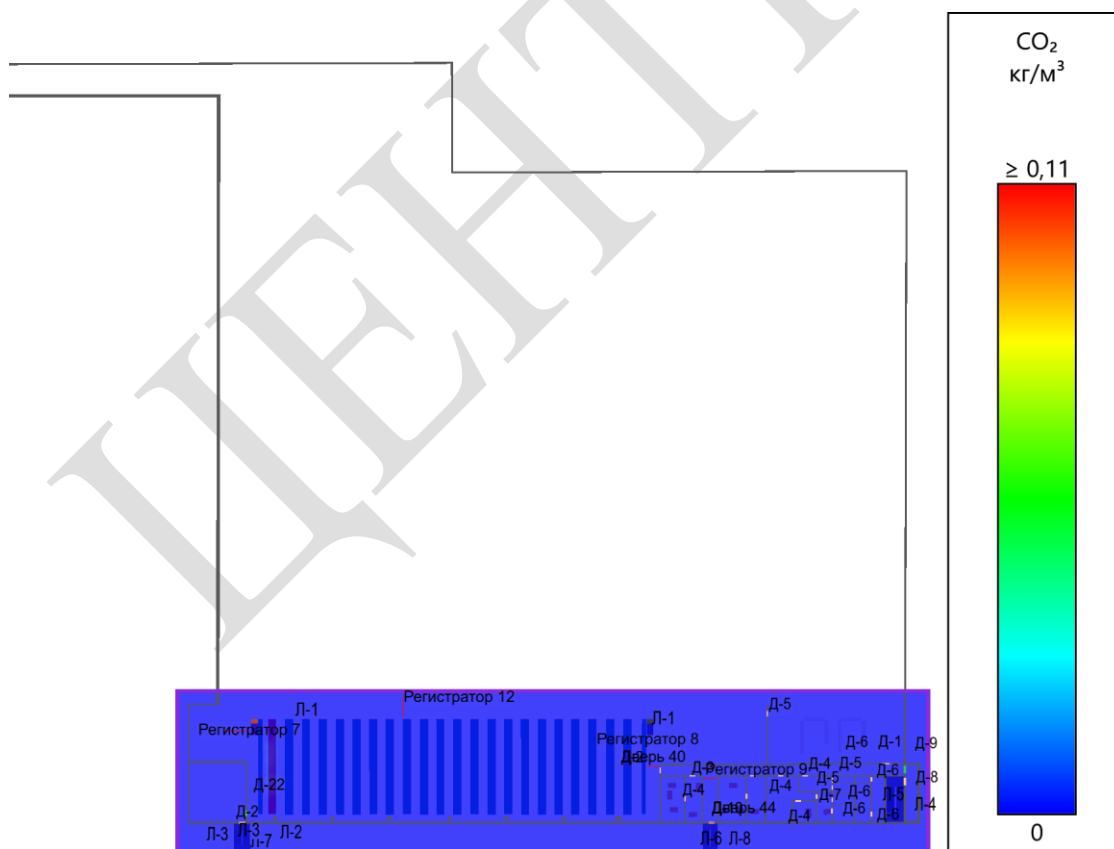


Рисунок 21. Антресоль на отм.6,15.  $CO_2$  на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 102,6 с.

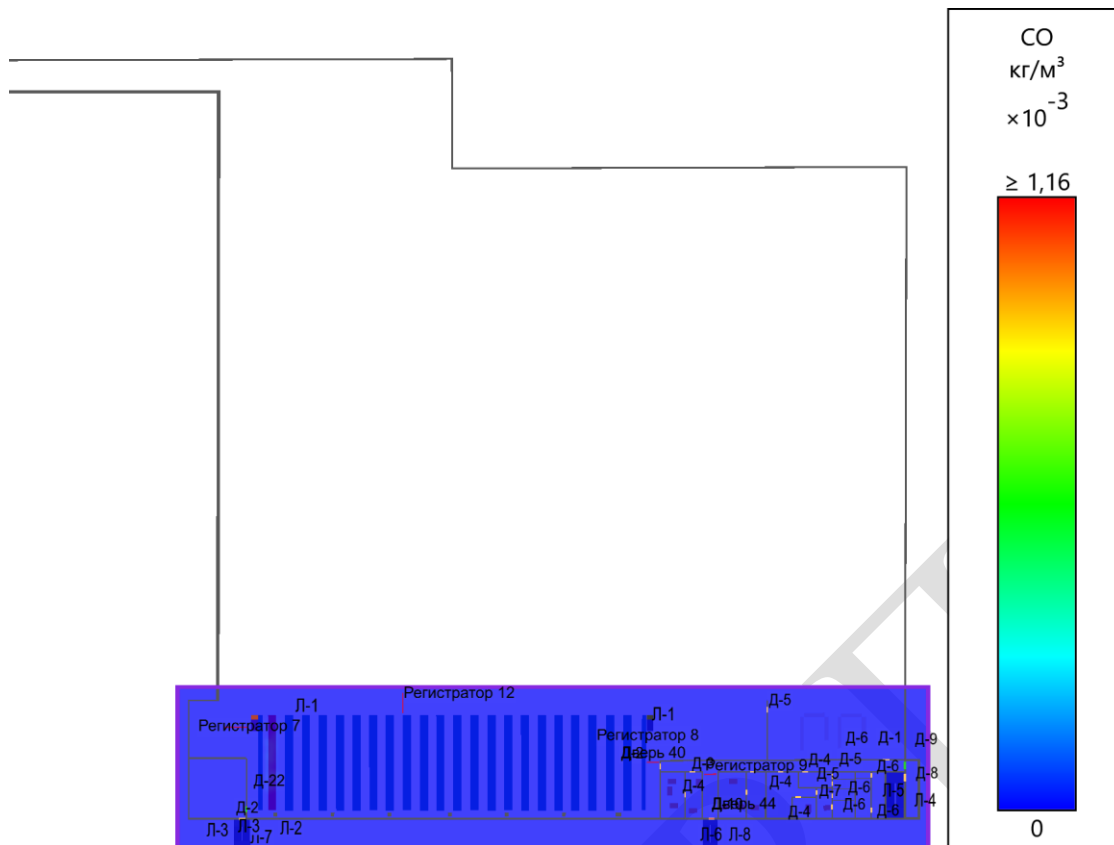


Рисунок 22. Антресоль на отм.6,15. СО на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 102,6 с.

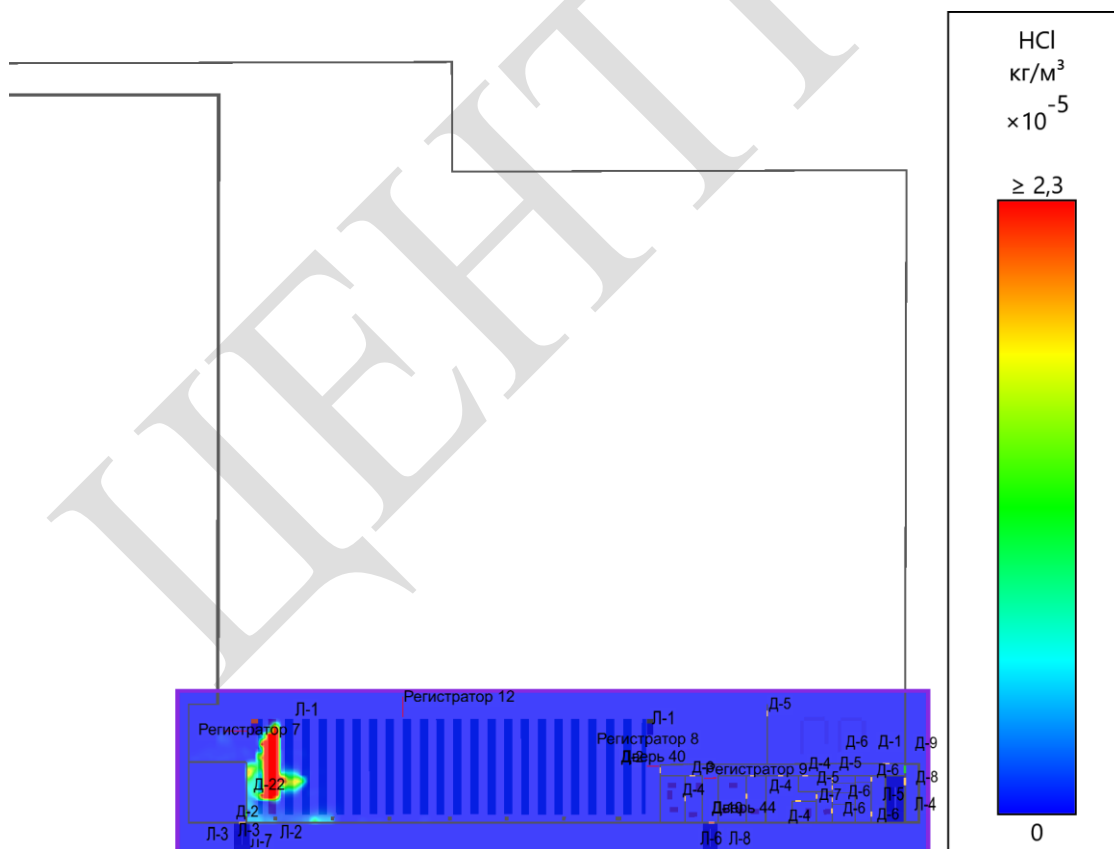


Рисунок 23. Антресоль на отм.6,15. HCl на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 102,6 с.



Time: 102.6

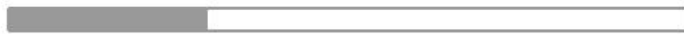


Рисунок 24. Мезонин. Распространение дыма через 102,6 с после начала пожара.

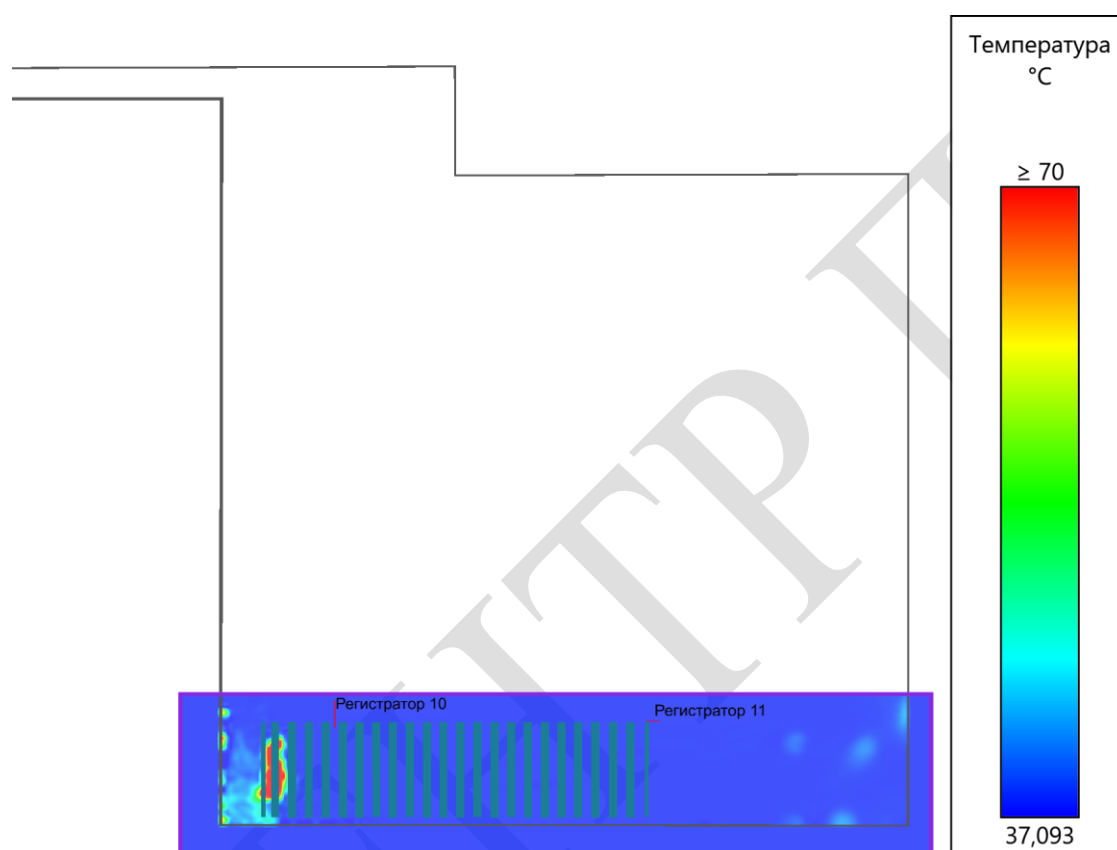


Рисунок 25. Мезонин. Температура на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 102,6 с.

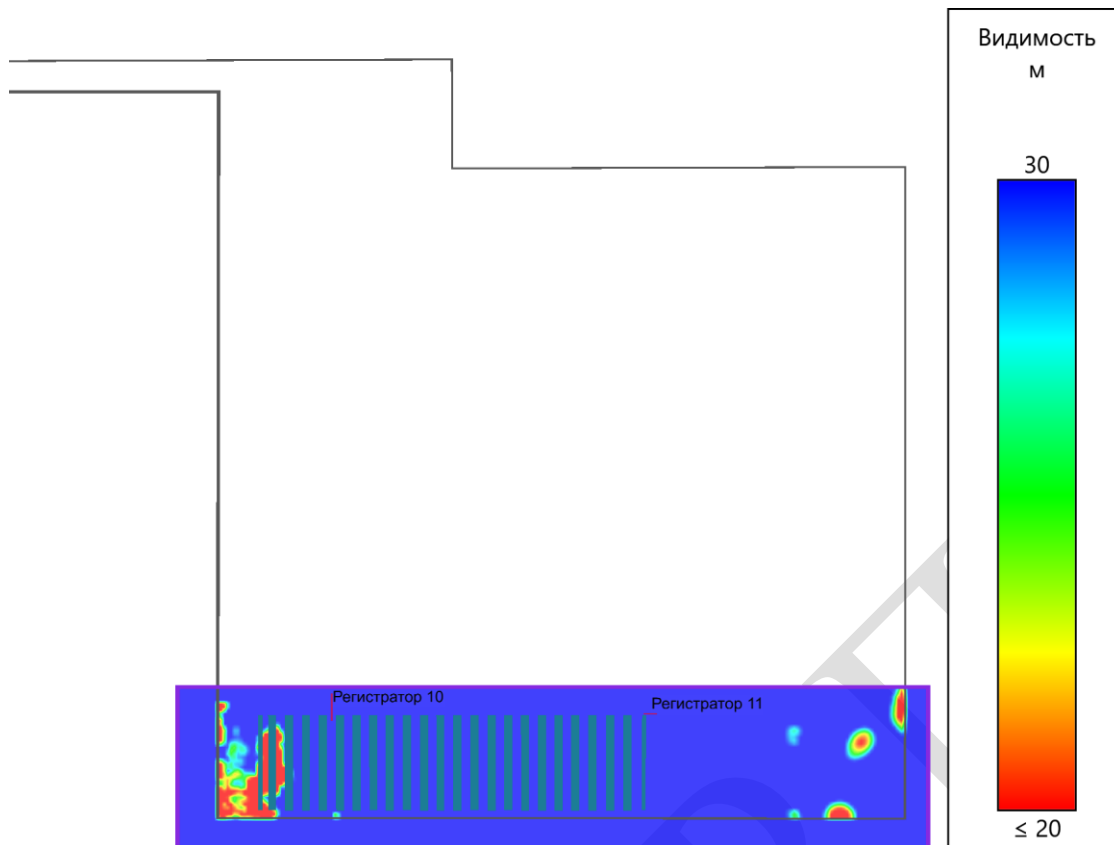


Рисунок 26. Мезонин. Видимость на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 102,6 с.

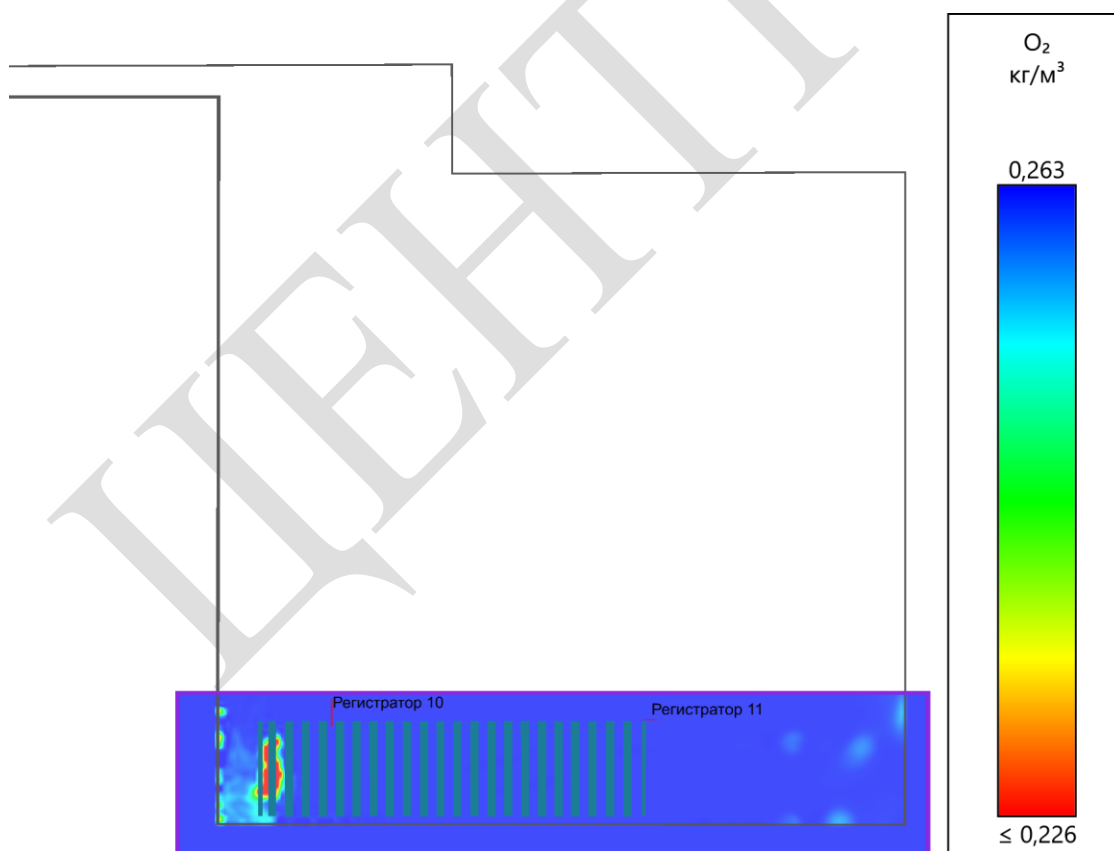


Рисунок 27. Мезонин. O<sub>2</sub> на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 102,6 с.

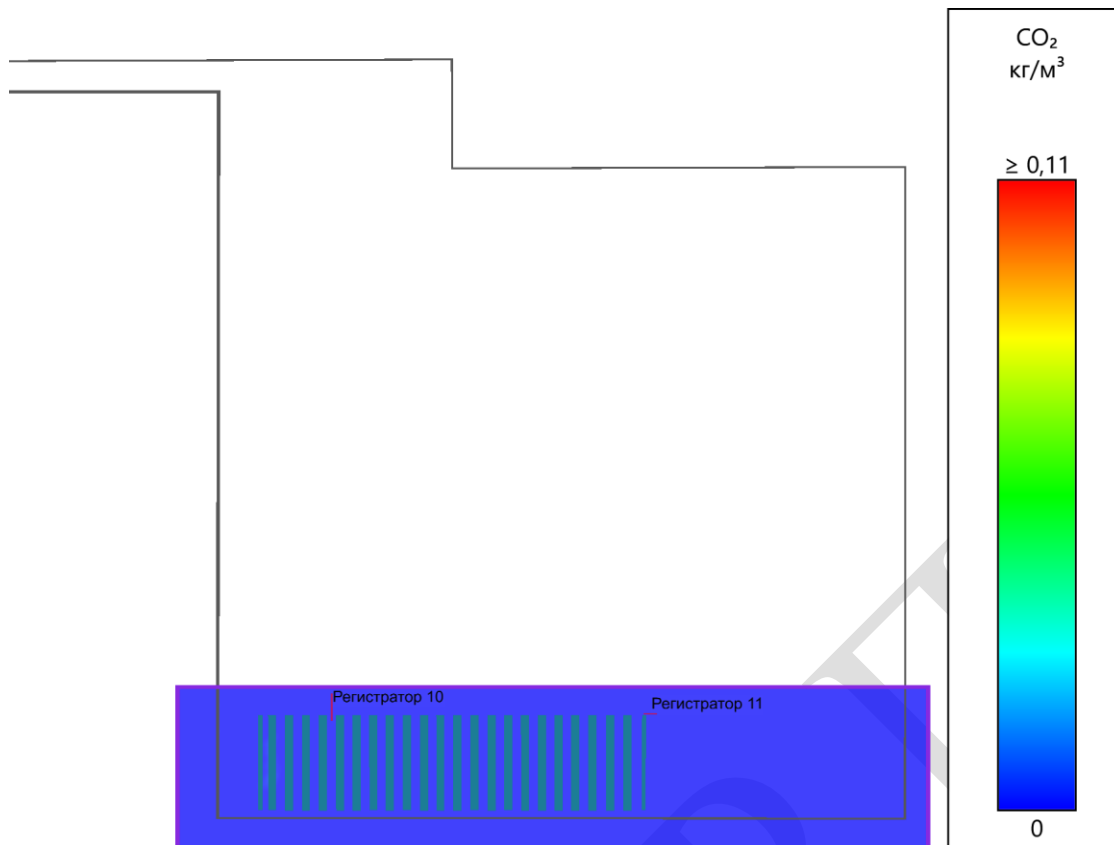


Рисунок 28. Мезонин. CO<sub>2</sub> на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 102,6 с.

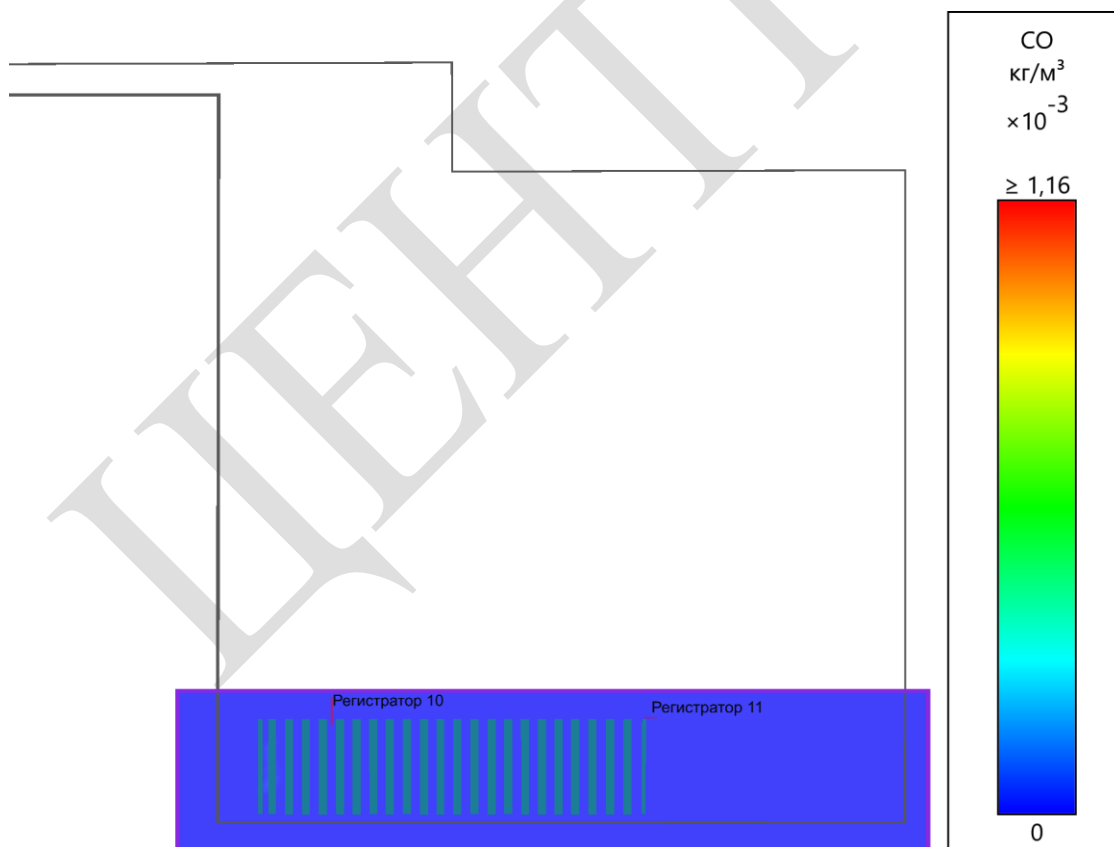


Рисунок 29. Мезонин. CO на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 102,6 с.

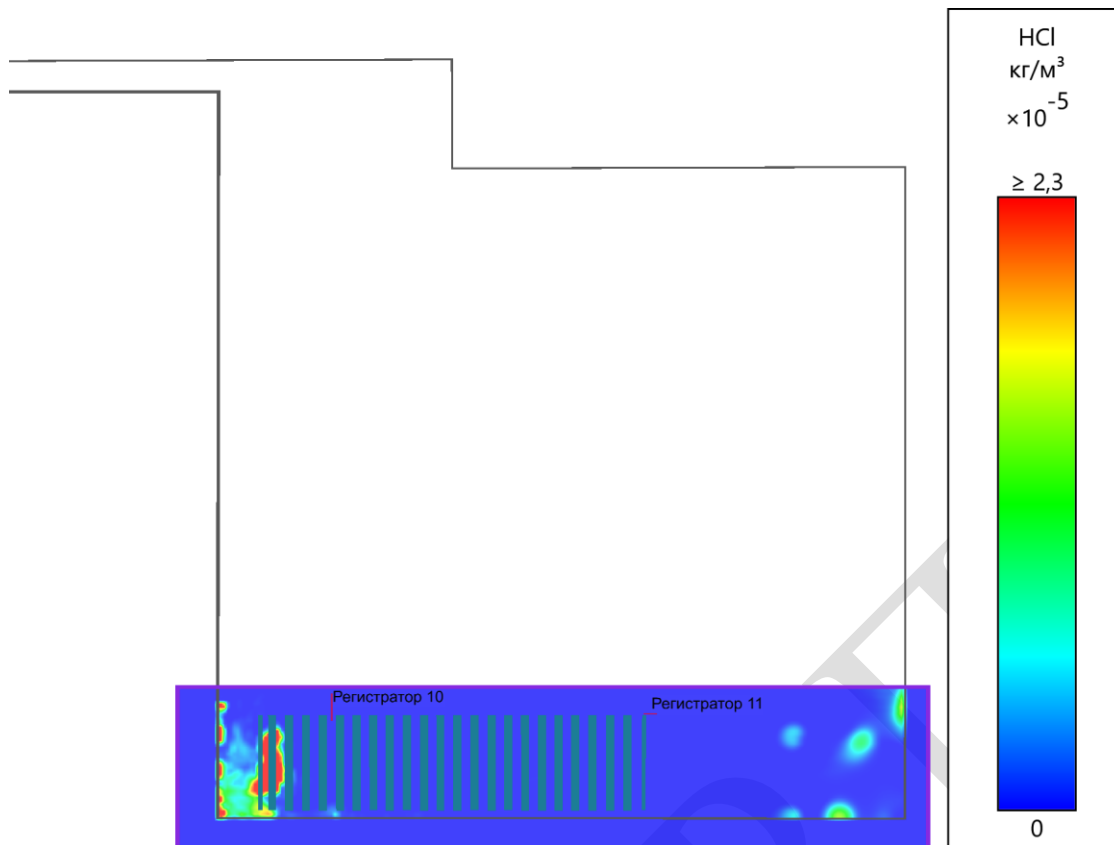


Рисунок 30. Мезонин. HCl на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 102,6 с.



Time: 150.9

Рисунок 31. Антресоль на отм.6,15. Распространение дыма через 151 с после начала пожара.



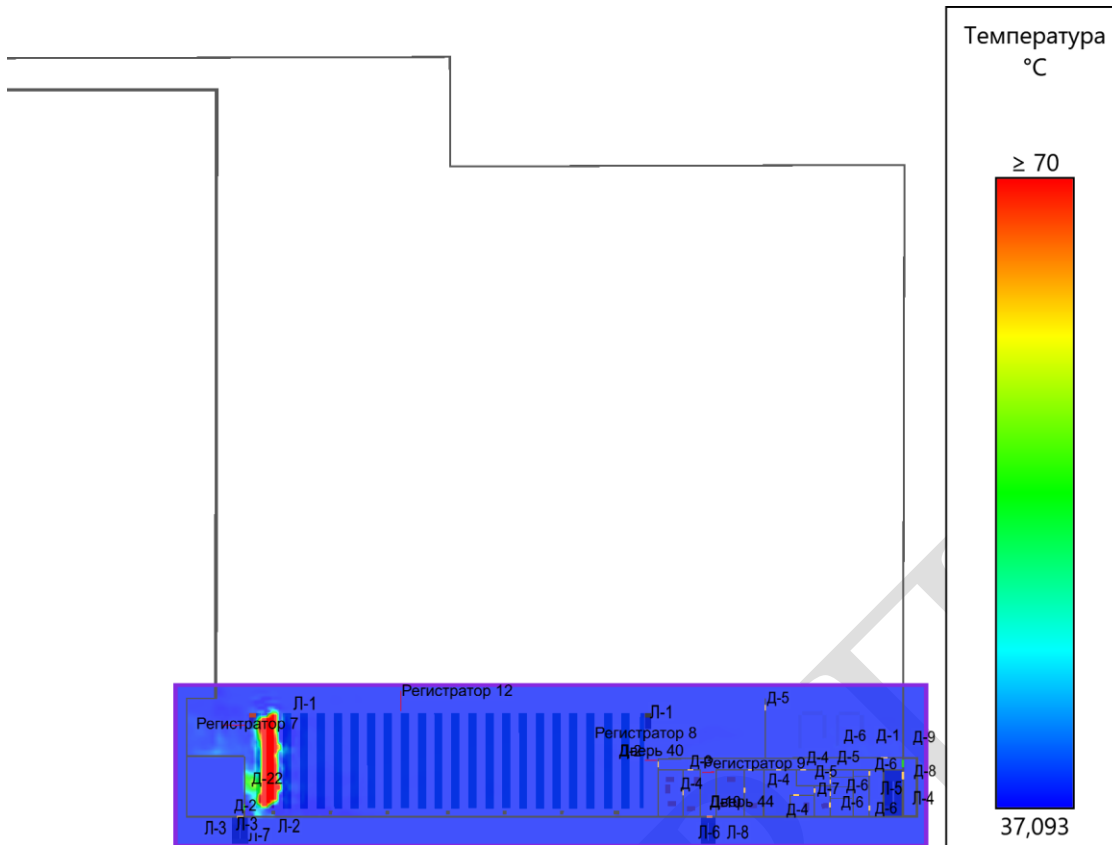


Рисунок 32. Антресоль на отм.6,15. Температура на высоте 1,7 м от уровня этажа.  
Время: 151 с.

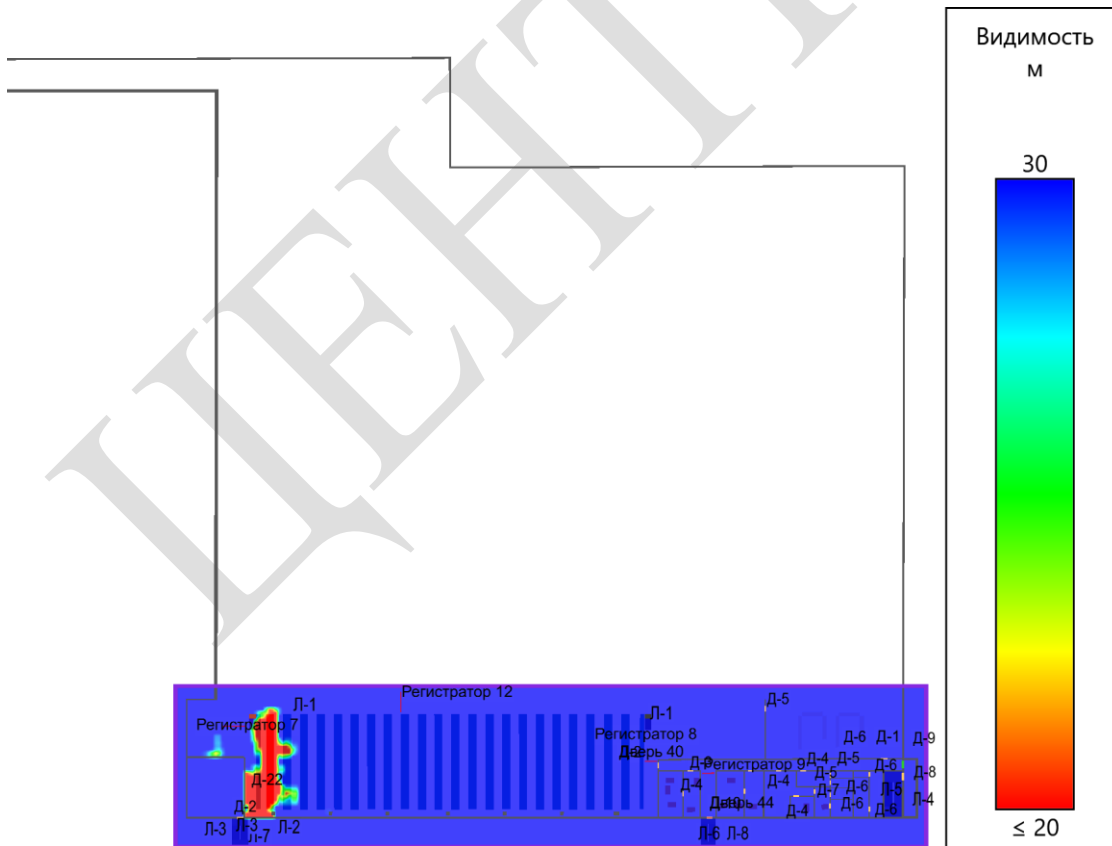


Рисунок 33. Антресоль на отм.6,15. Видимость на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время:  
151 с.

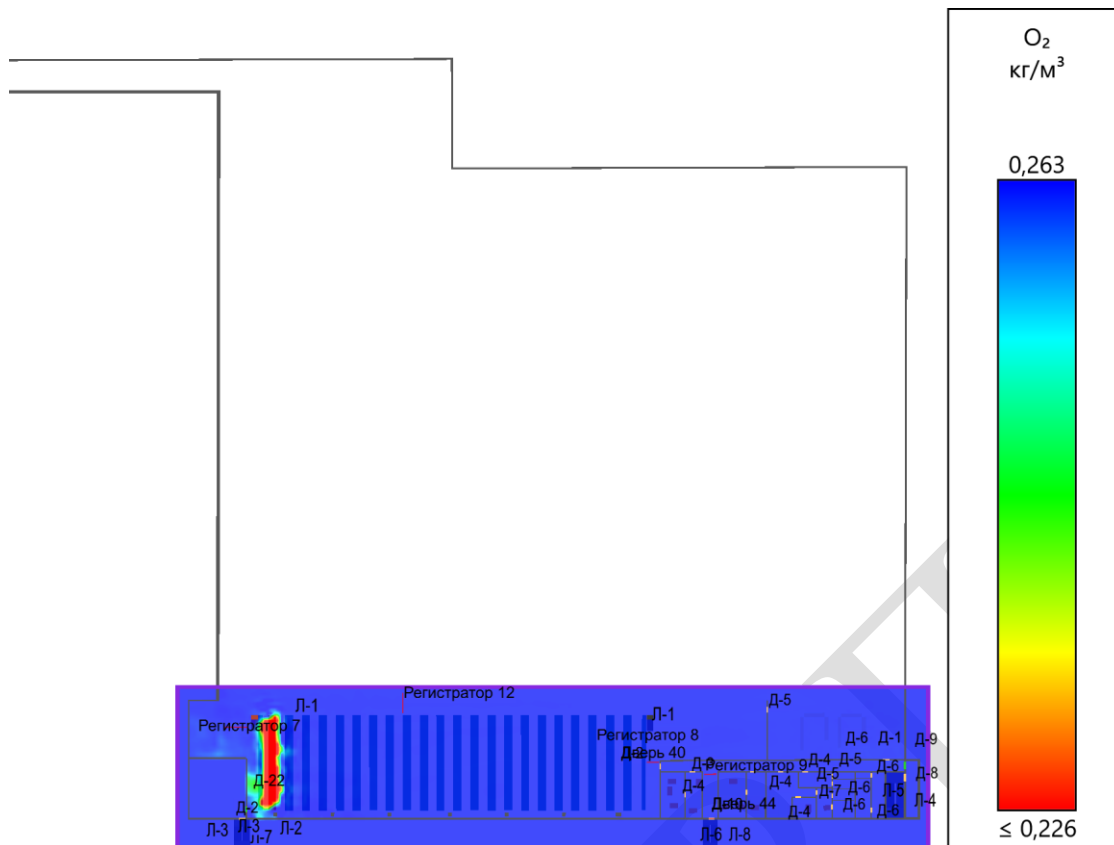


Рисунок 34. Антресоль на отм.6,15.  $O_2$  на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 151 с.

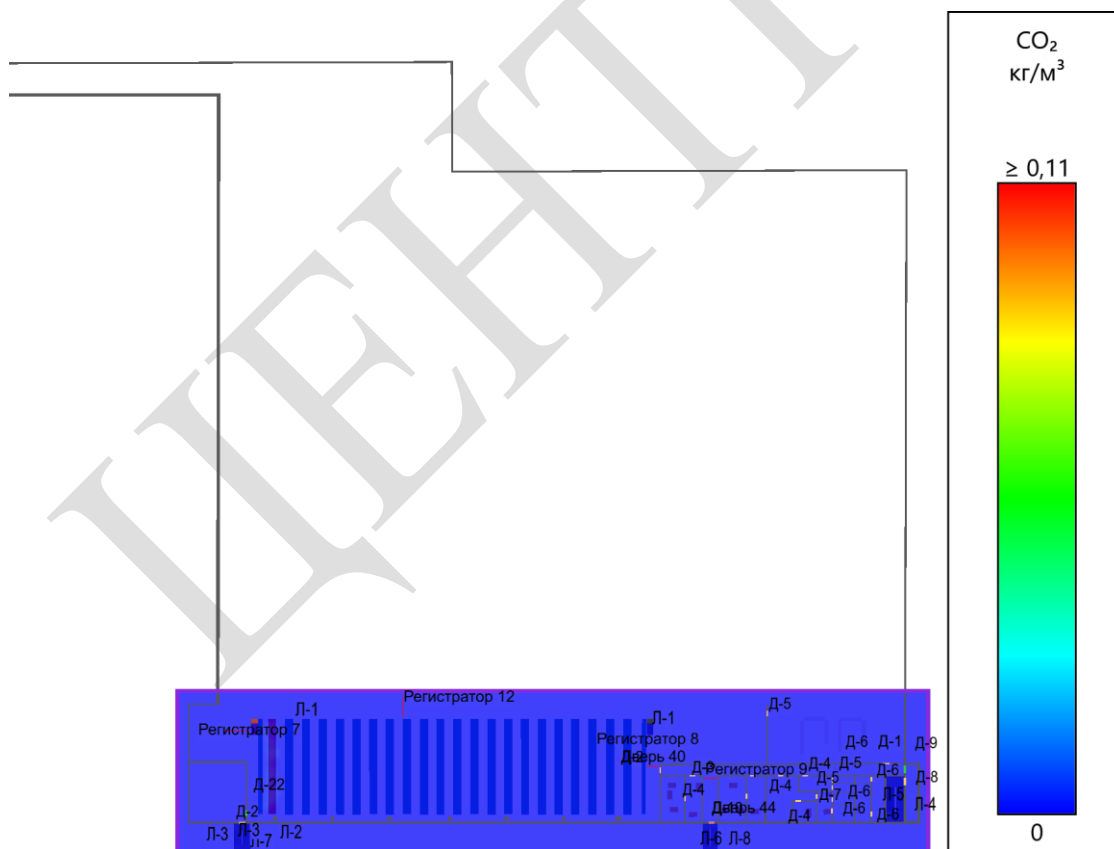


Рисунок 35. Антресоль на отм.6,15.  $CO_2$  на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 151 с.

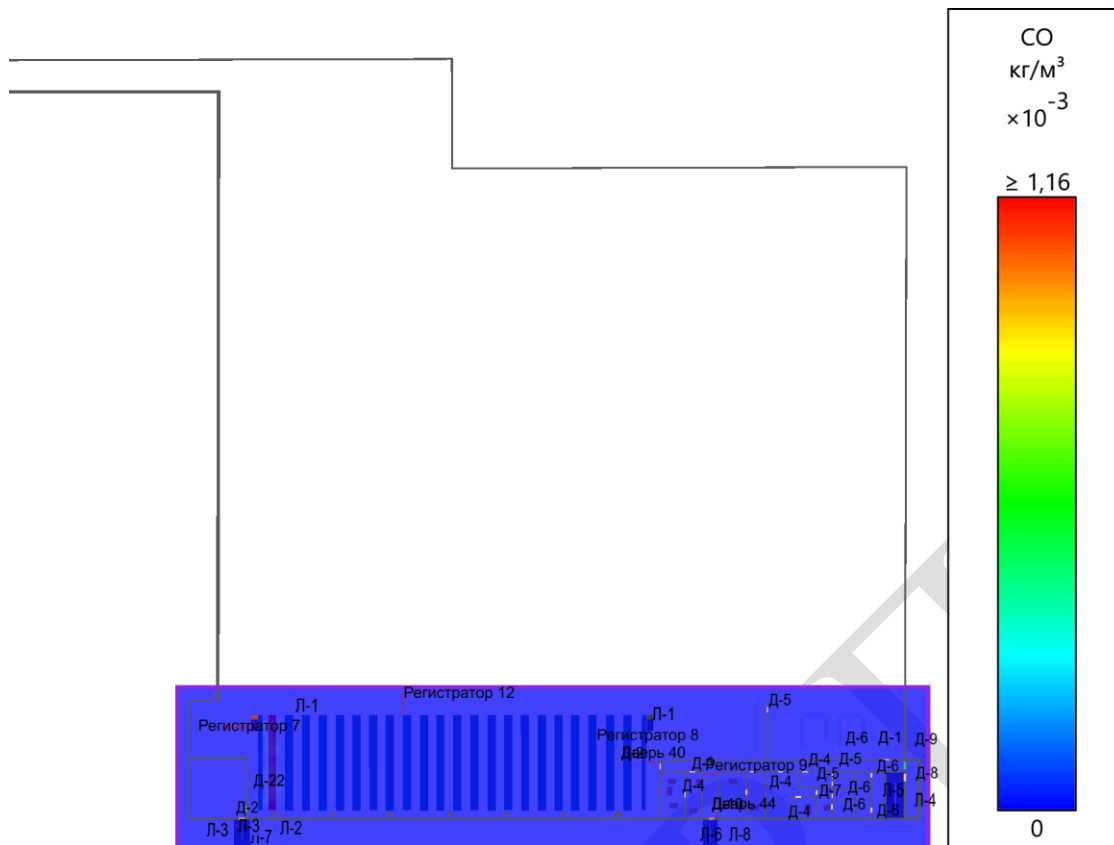


Рисунок 36. Антресоль на отм.6,15. СО на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 151 с.

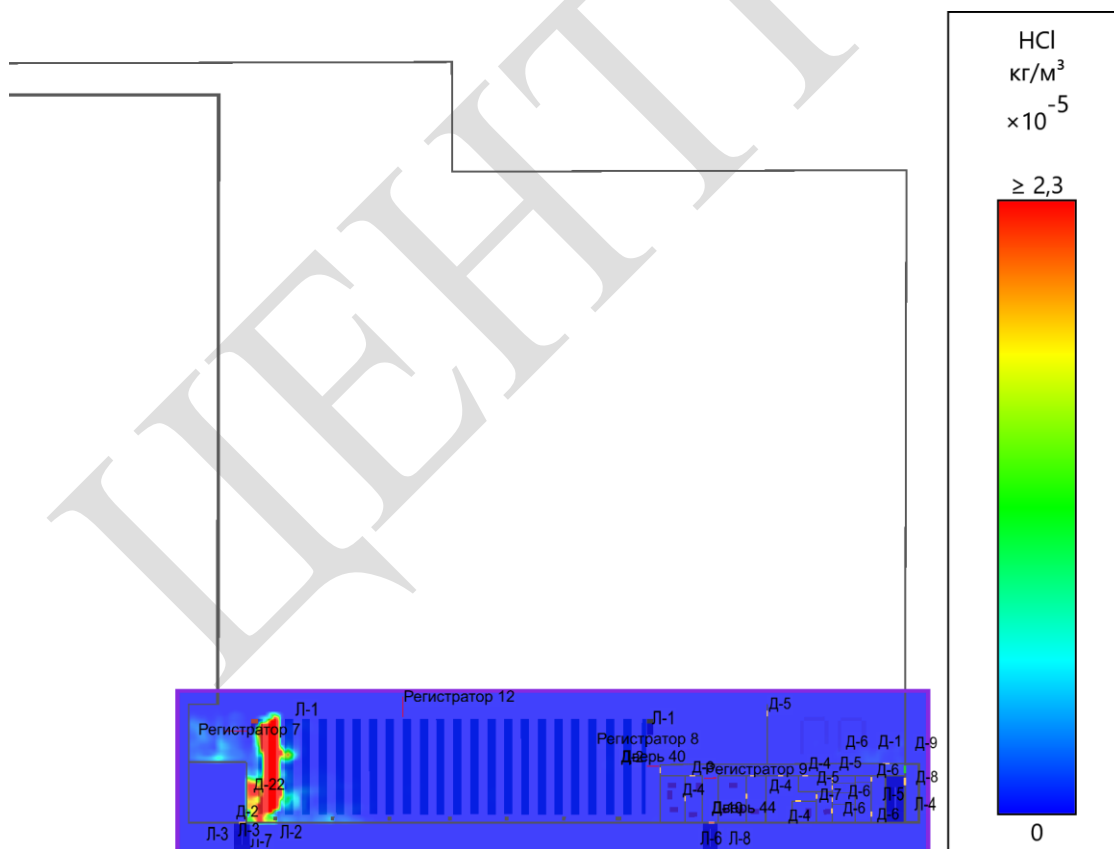


Рисунок 37. Антресоль на отм.6,15. HCl на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 151 с.



Time: 150.9



Рисунок 38. Мезонин. Распространение дыма через 151 с после начала пожара.

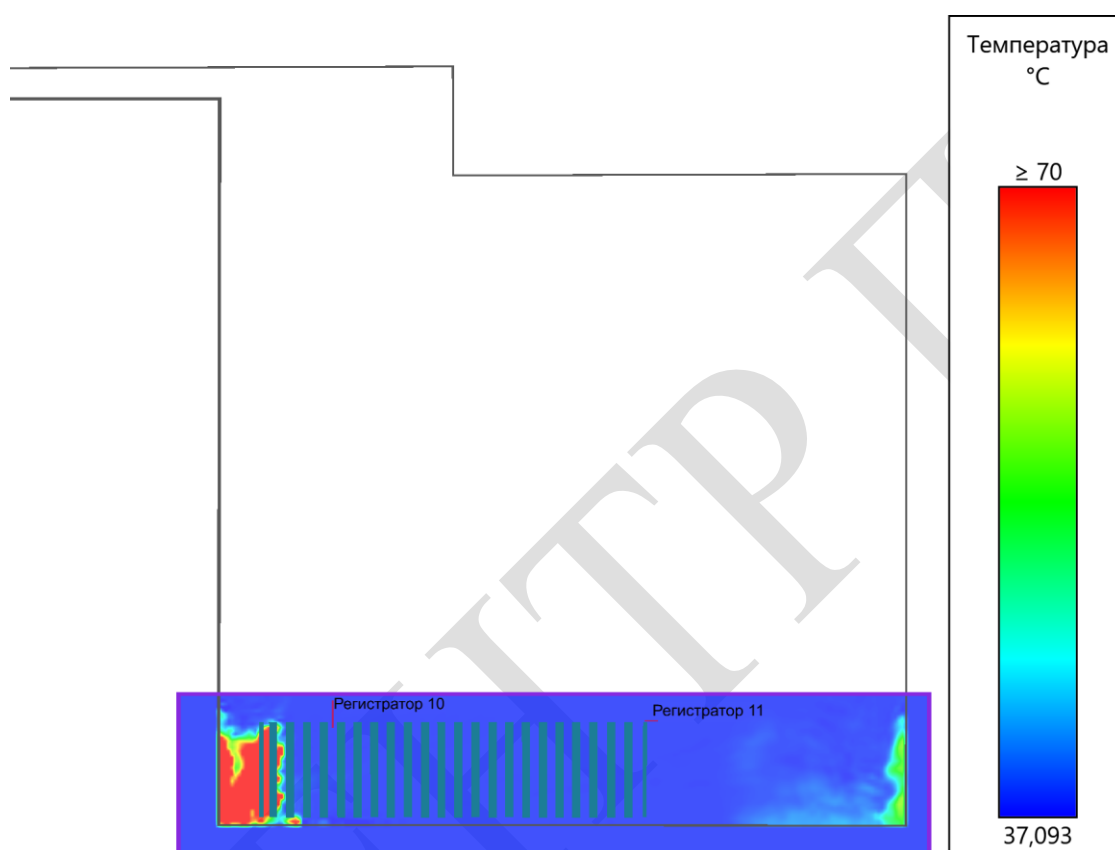


Рисунок 39. Мезонин. Температура на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 151 с.

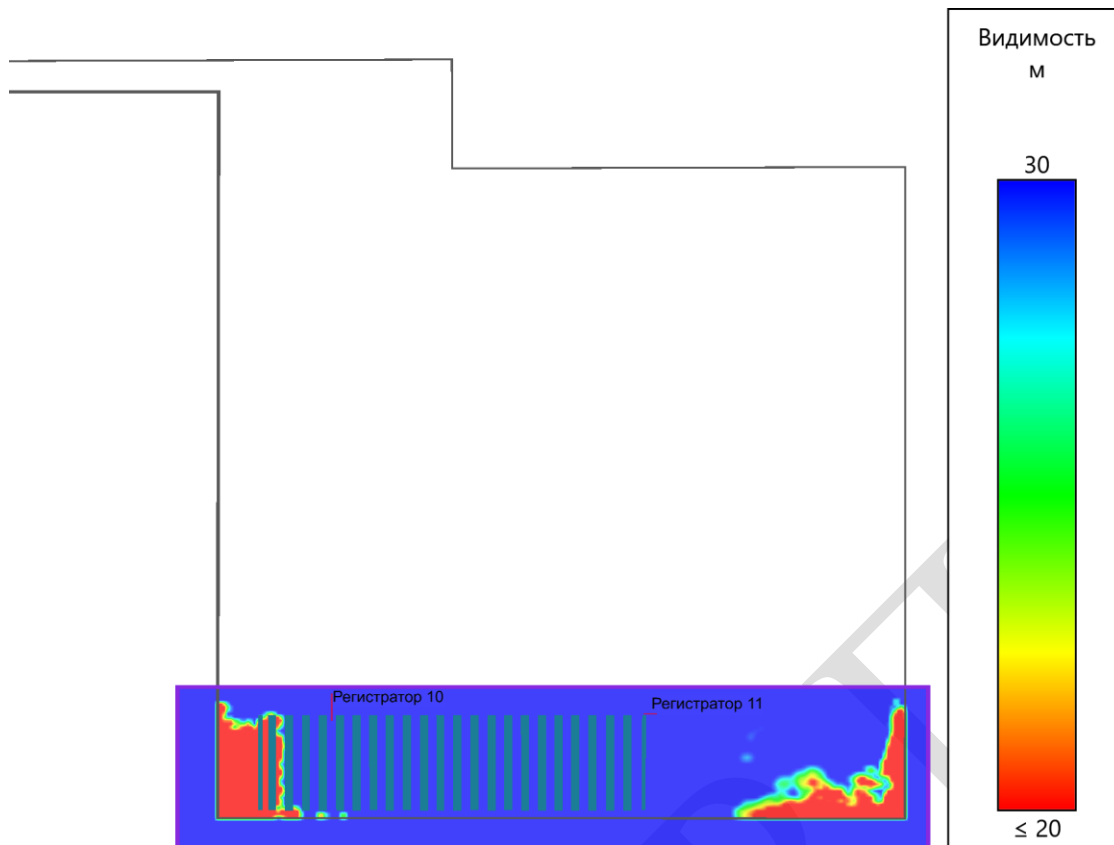


Рисунок 40. Мезонин. Видимость на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 151 с.

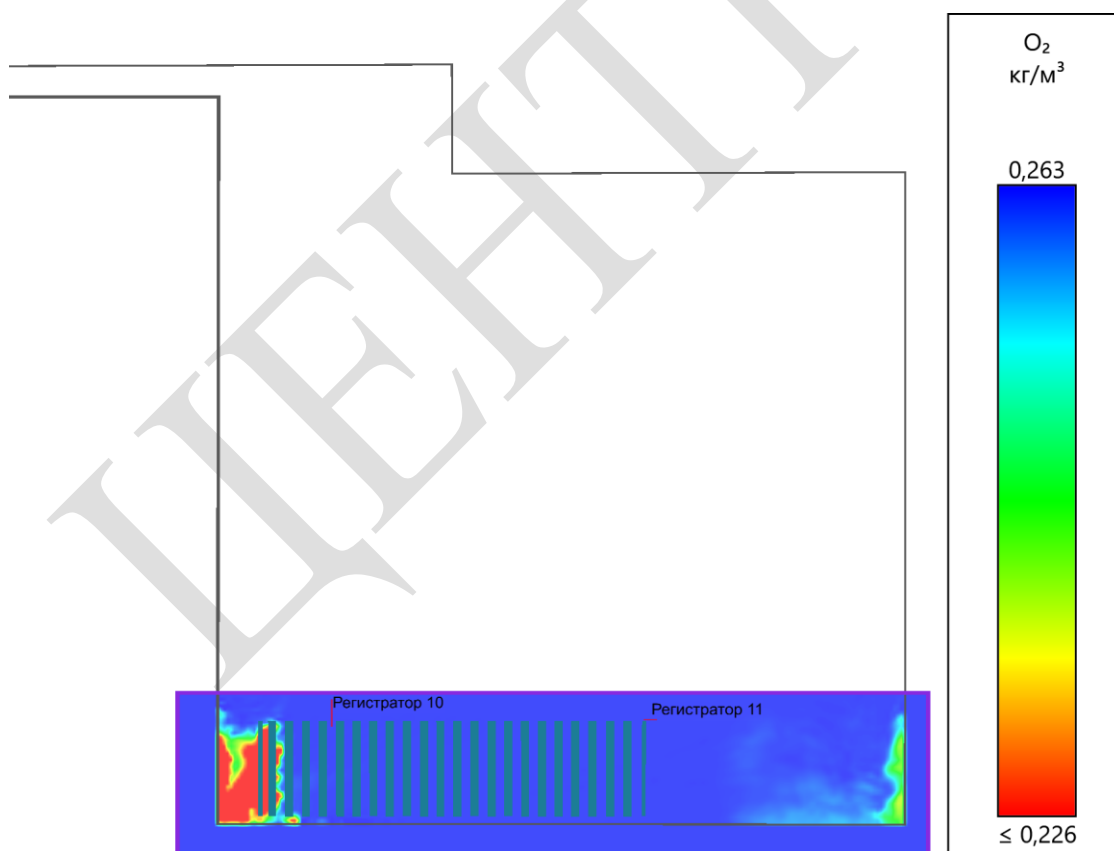


Рисунок 41. Мезонин. O<sub>2</sub> на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 151 с.

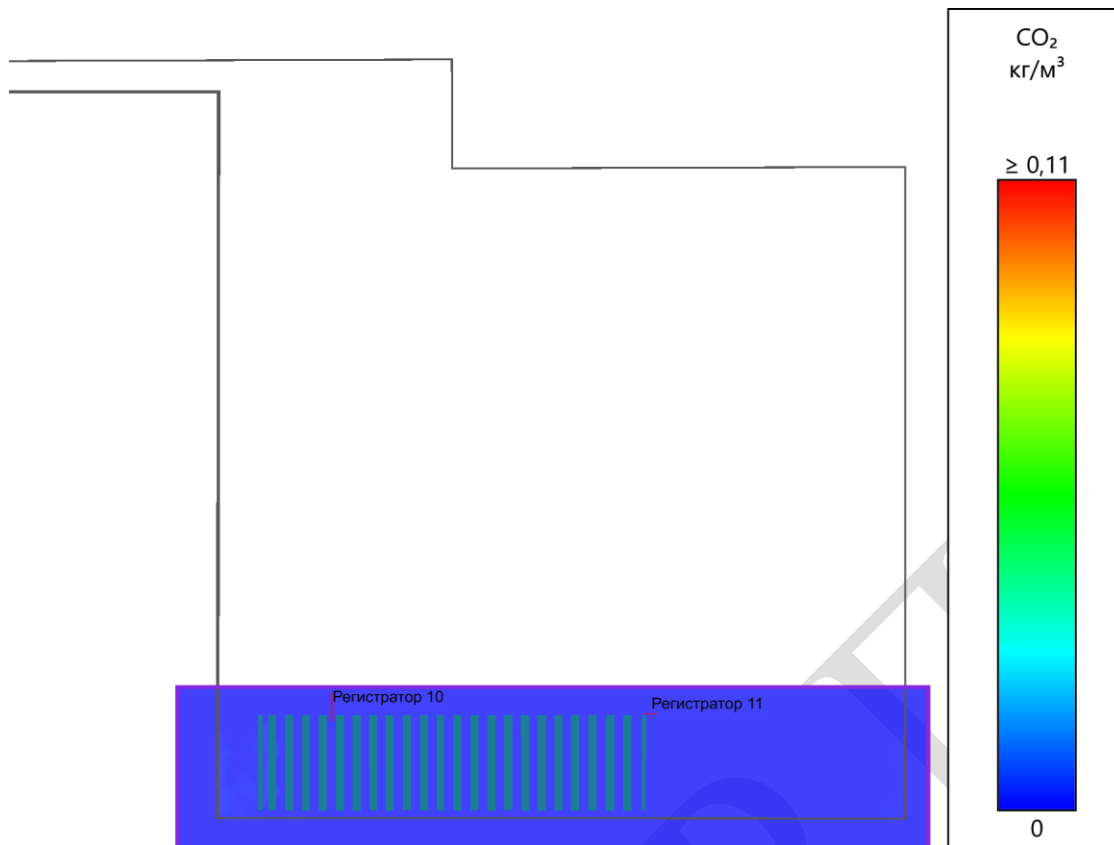


Рисунок 42. Мезонин. CO<sub>2</sub> на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 151 с.

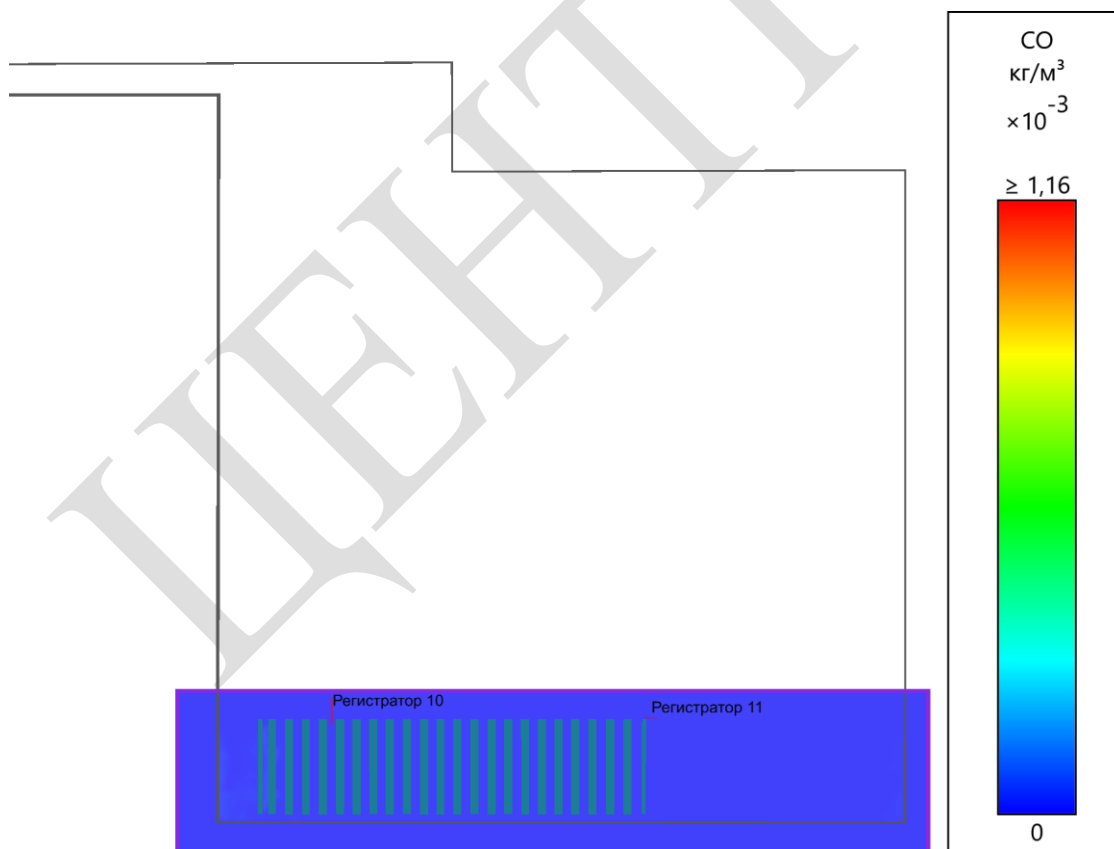


Рисунок 43. Мезонин. CO на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 151 с.

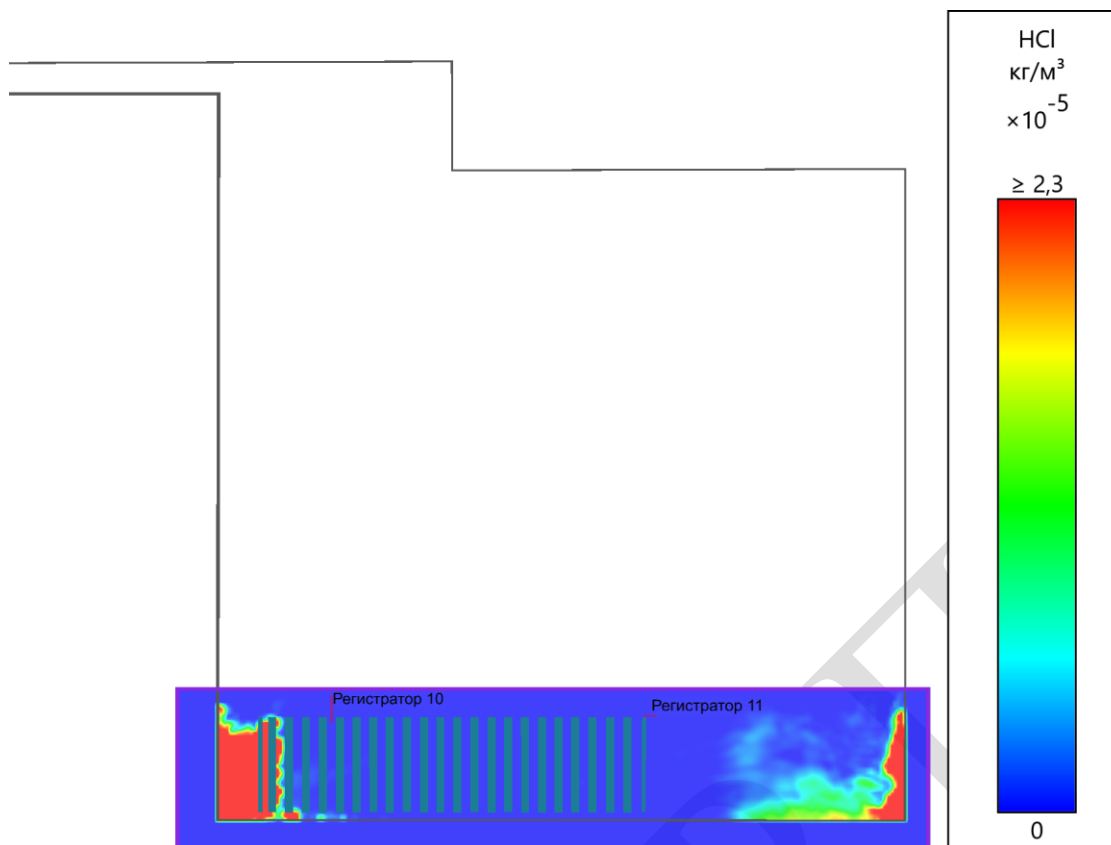


Рисунок 44. Мезонин. HCl на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 151 с.

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

Время блокирования регистраторов

Расположение	Наименование	Время блокирования по каждому ОФП, с						
		Температура	Видимость	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO	HCl	Тепловой поток
Антресоль на отм.6,15								
Вне помещений	Дверь 40	>350	>350	>350	>350	>350	>350	>350
	Дверь 44	>350	>350	>350	>350	>350	>350	>350
	Регистратор 12	>350	>350	>350	>350	>350	>350	>350
	Регистратор 7	>350	>350	>350	>350	>350	>350	44,5
	Регистратор 8	>350	>350	>350	>350	>350	>350	>350
	Регистратор 9	>350	>350	>350	>350	>350	>350	>350
Мезонин								
Вне помещений	Регистратор 10	>350	>350	>350	>350	>350	>350	55,3
	Регистратор 11	>350	>350	>350	>350	>350	>350	>350

### Результаты моделирования процесса развития пожара

Для измерения опасных факторов пожара на путях эвакуации установлены регистраторы. Измерение опасных факторов пожара осуществляется в нескольких контрольных точках, расположенных на регистраторе (1 контрольная точка на 1 метр регистратора). В каждой контрольной точке измеряются все опасные факторы пожара

(температура, видимость, тепловой поток, концентрации кислорода, оксида углерода, диоксида углерода и хлористого водорода).

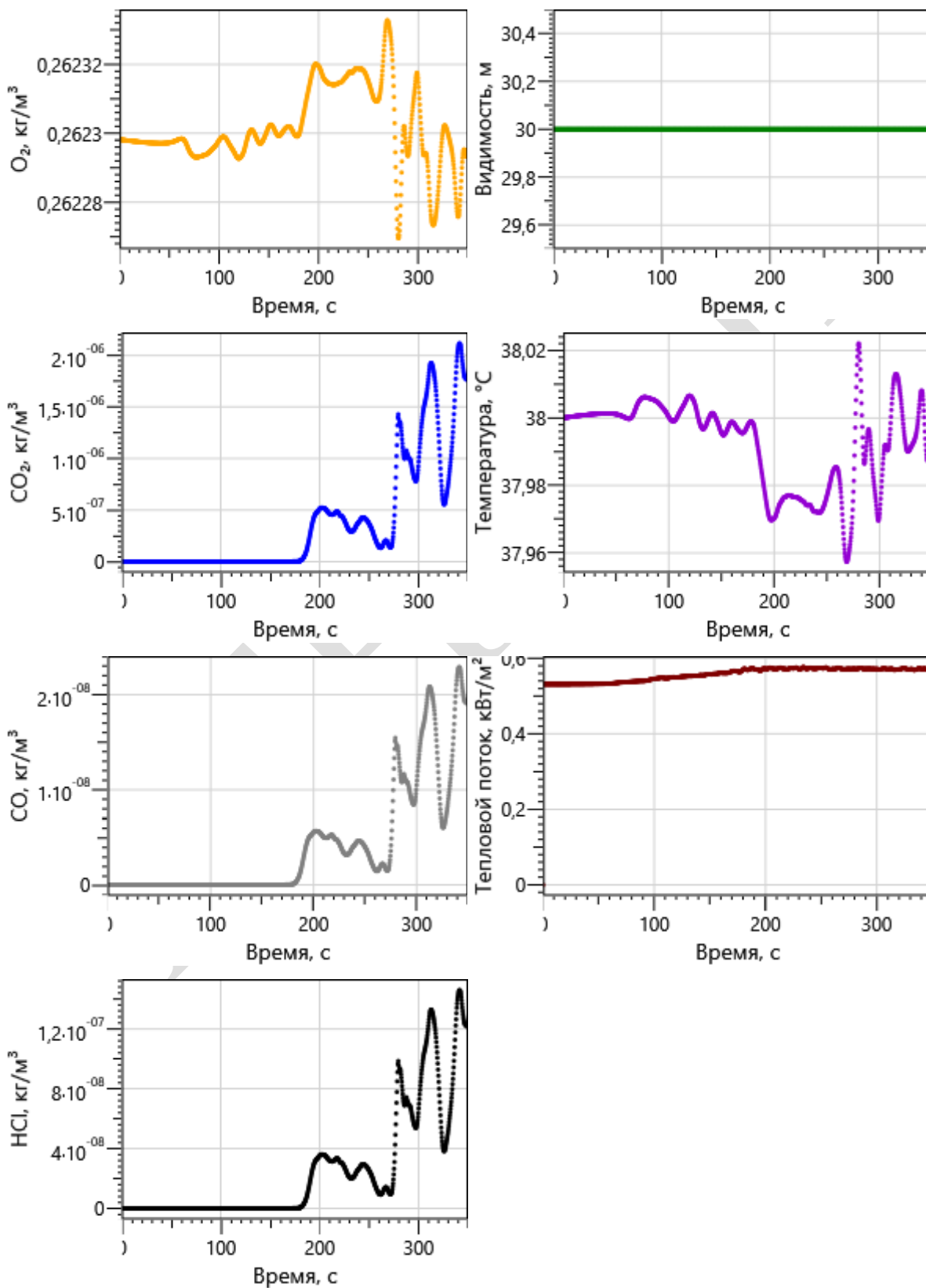
Использованные на графиках обозначения:

● - критическое значение ОФП

## Сценарий 2

Антресоль на отм.6,15

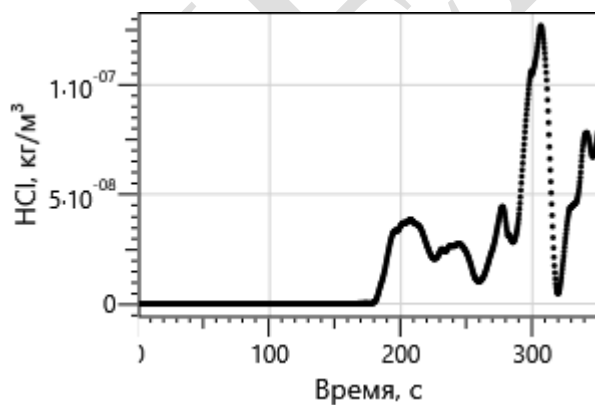
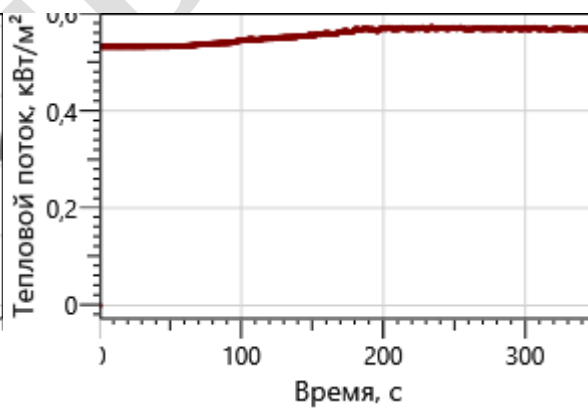
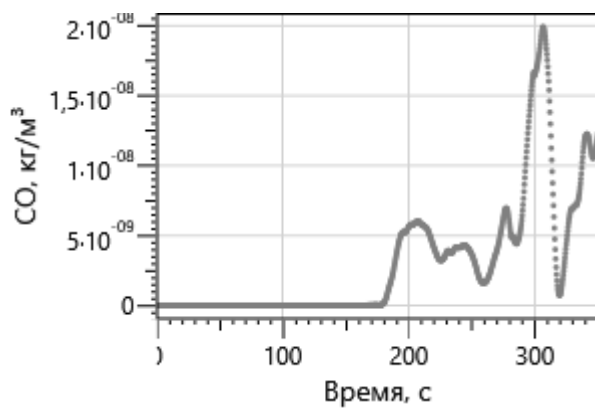
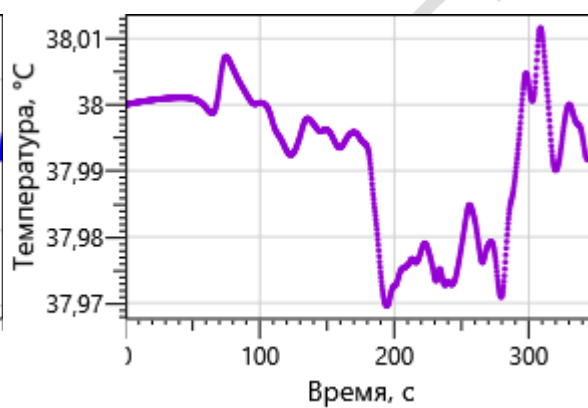
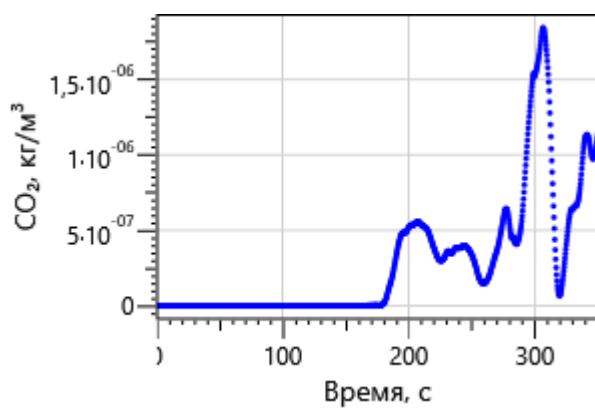
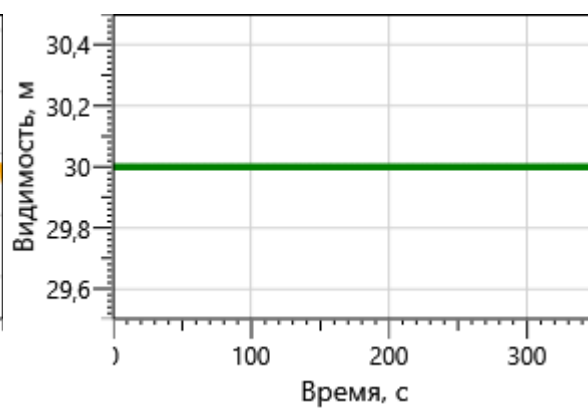
Регистратор 8 (точка «Регистратор 8\_1»)



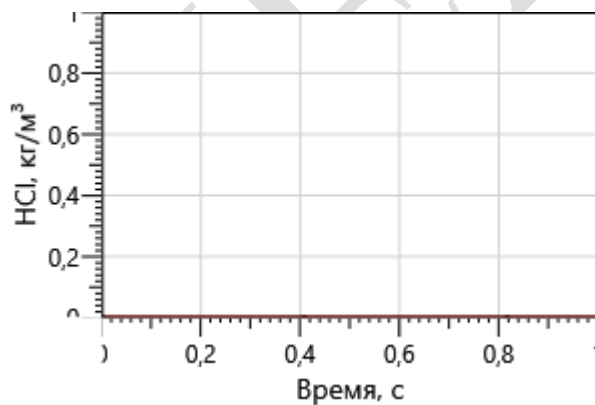
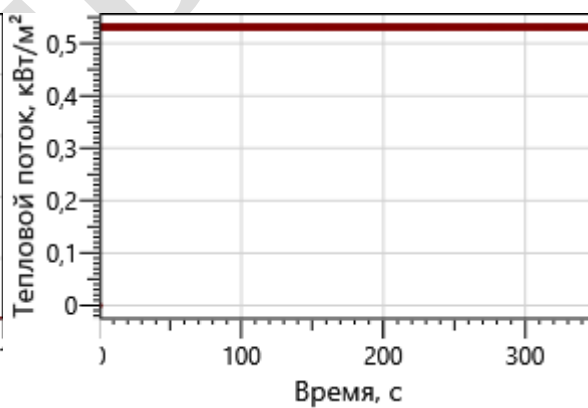
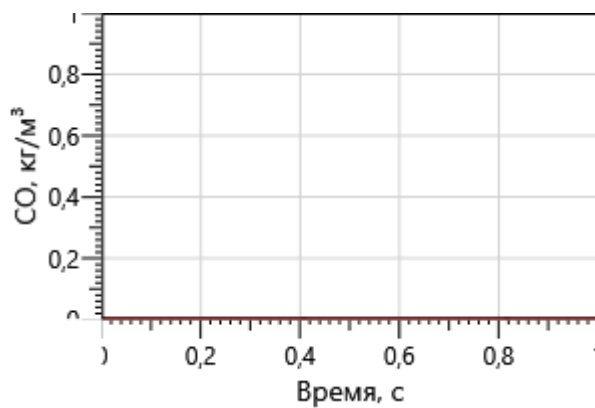
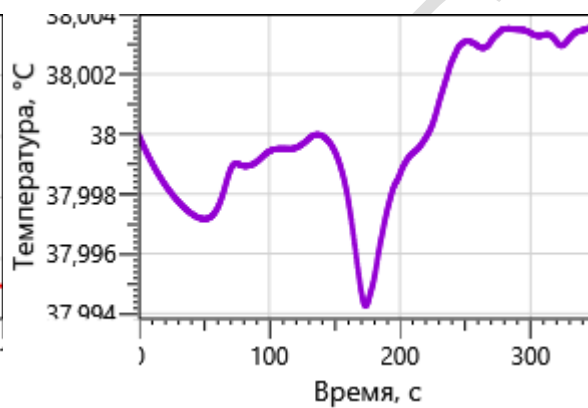
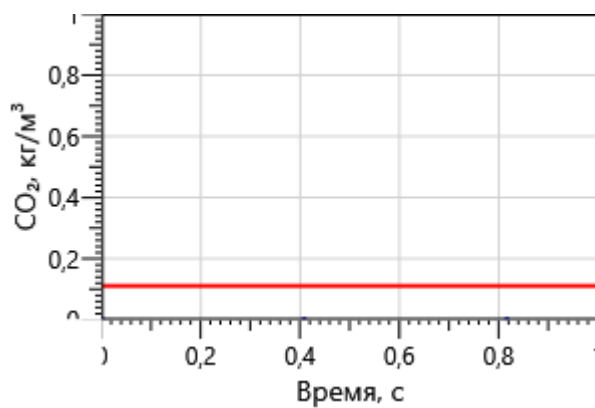
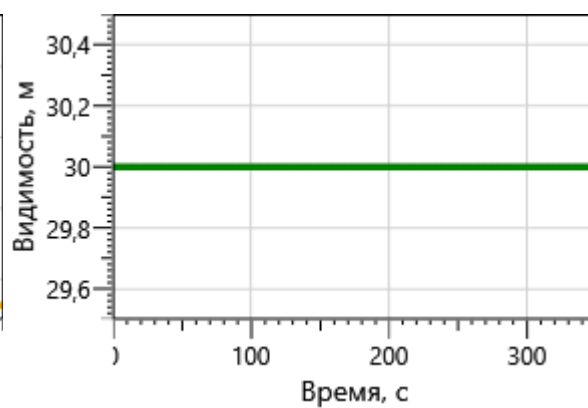
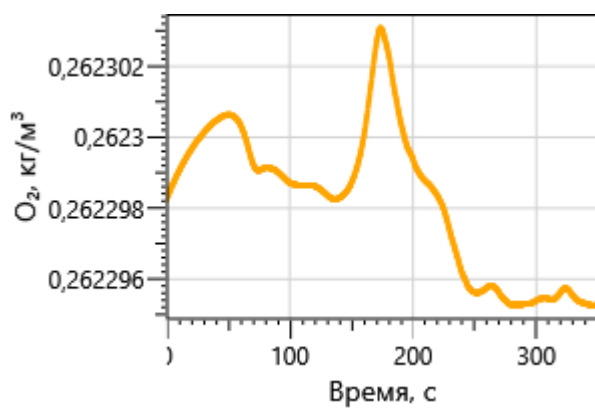


ЦЕНТР ЦБ

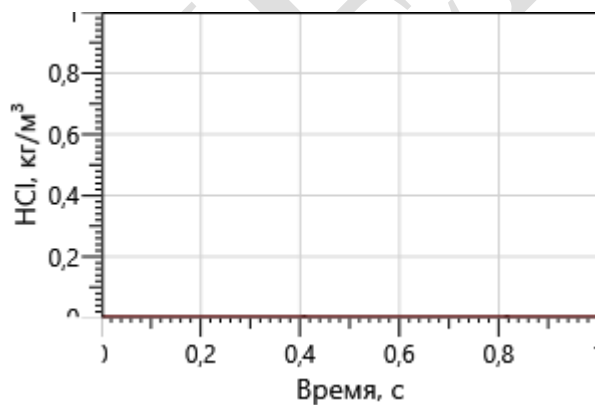
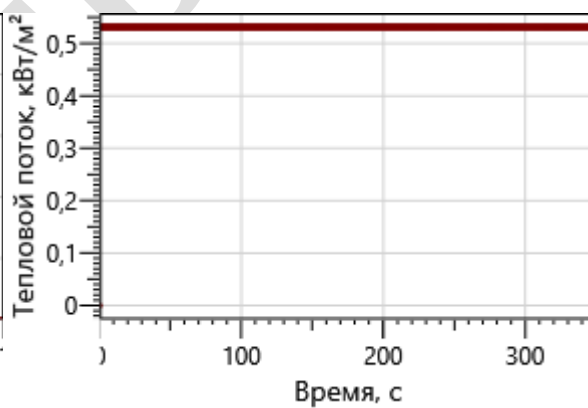
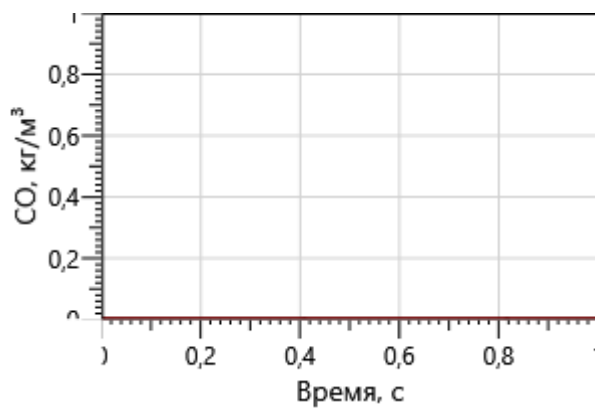
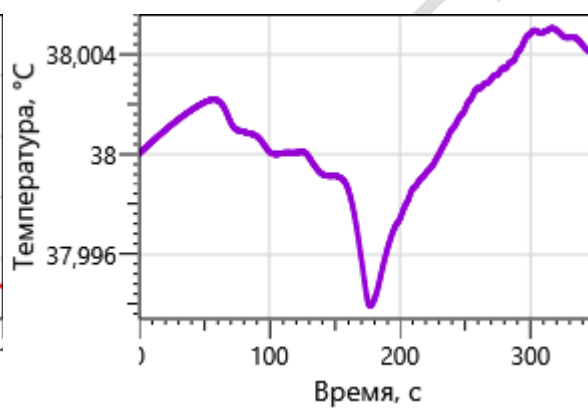
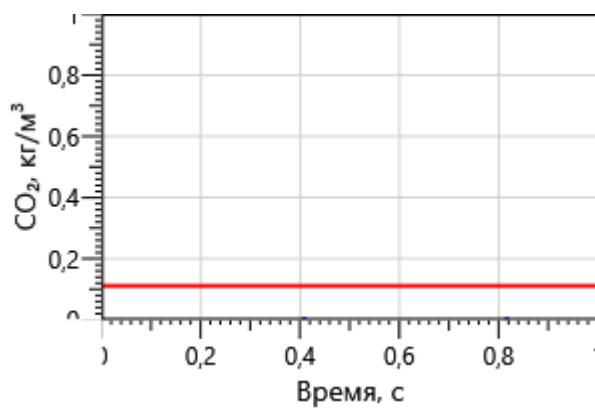
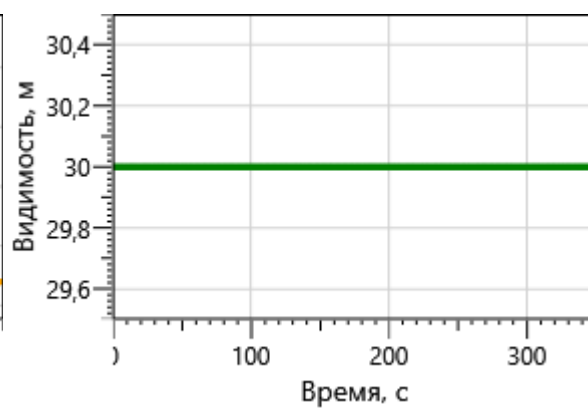
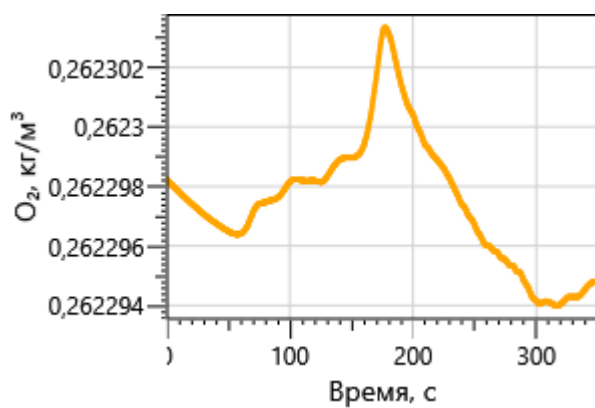
Регистратор 8 (точка «Регистратор 8\_2»)



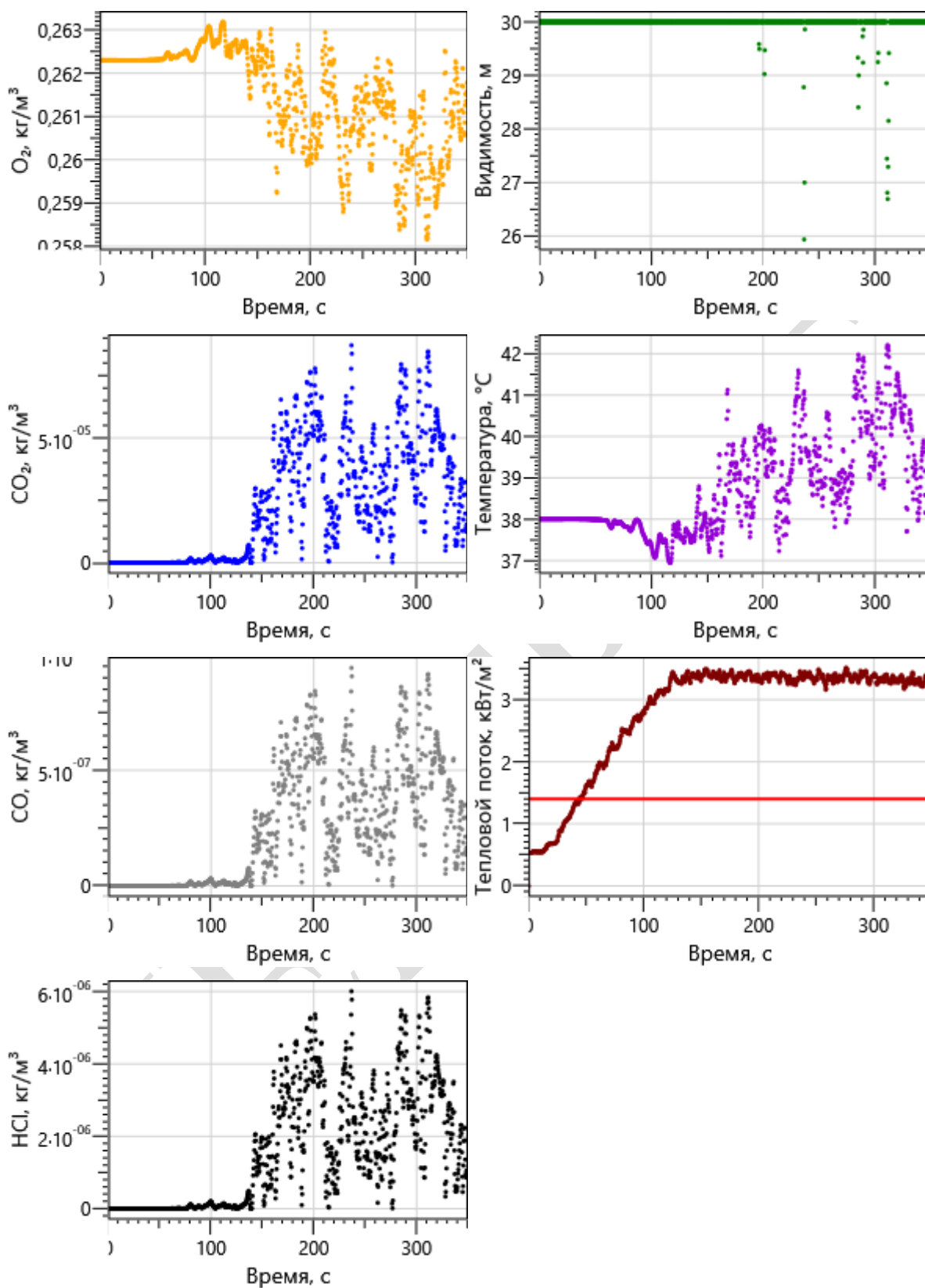
Регистратор 9 (точка «Регистратор 9\_1»)



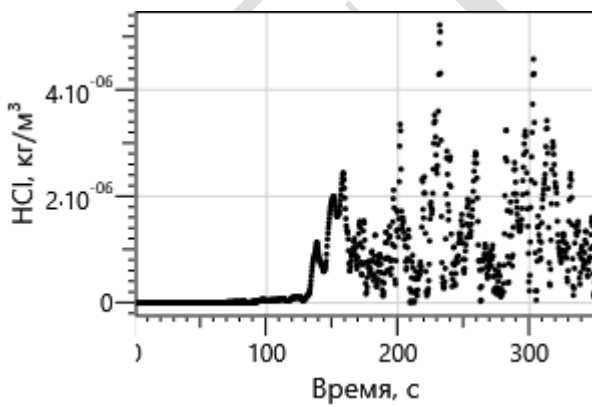
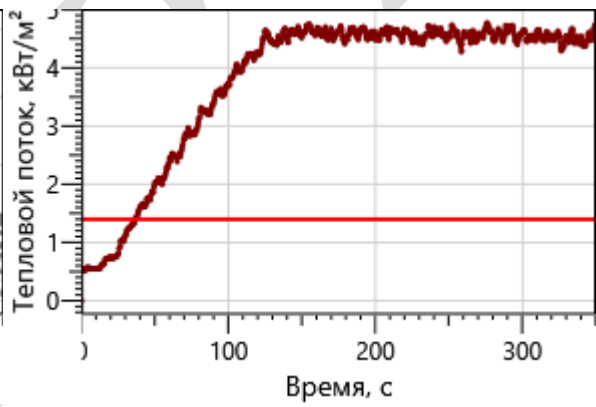
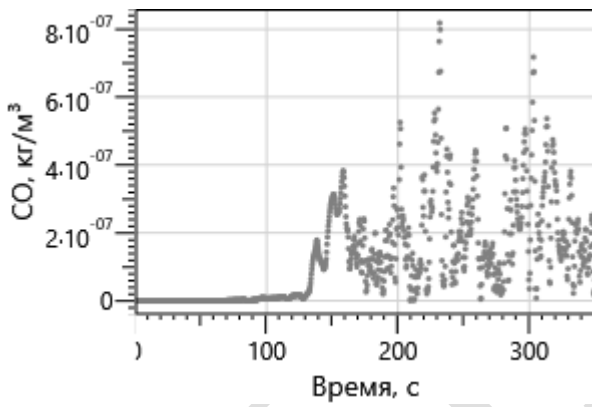
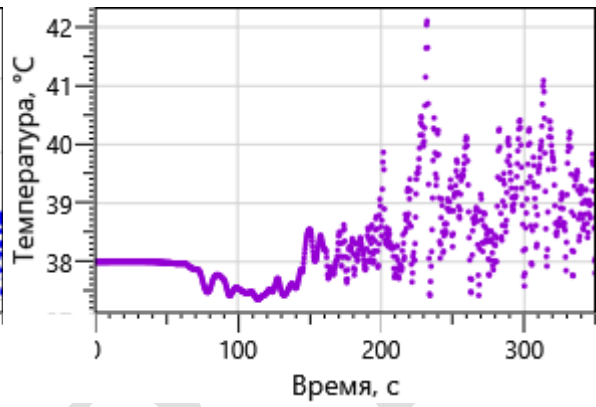
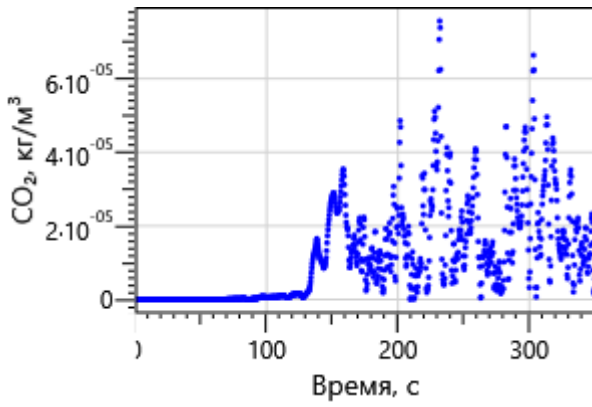
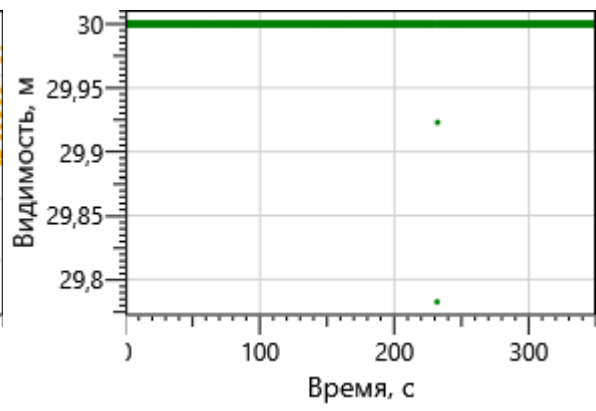
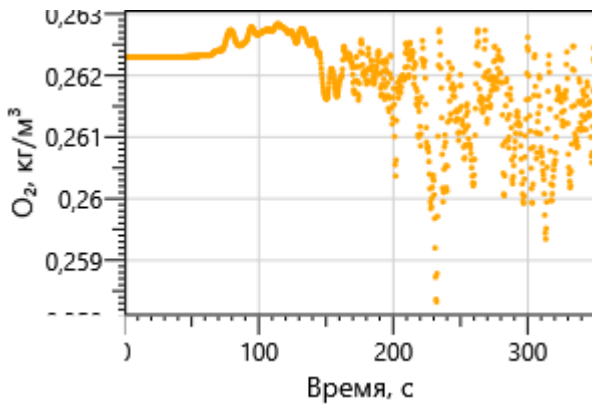
Регистратор 9 (точка «Регистратор 9\_2»)



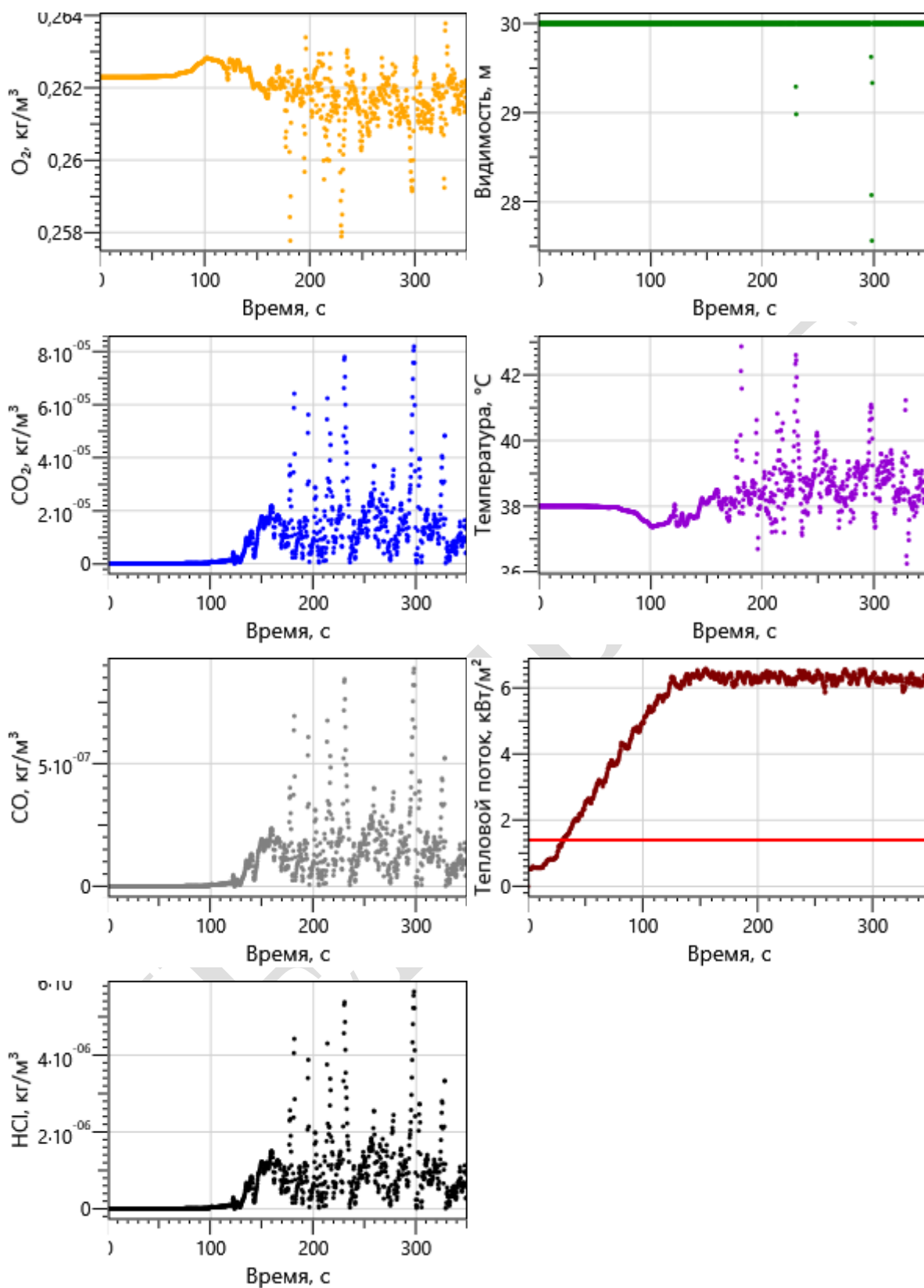
Регистратор 7 (точка «Регистратор 7\_1»)



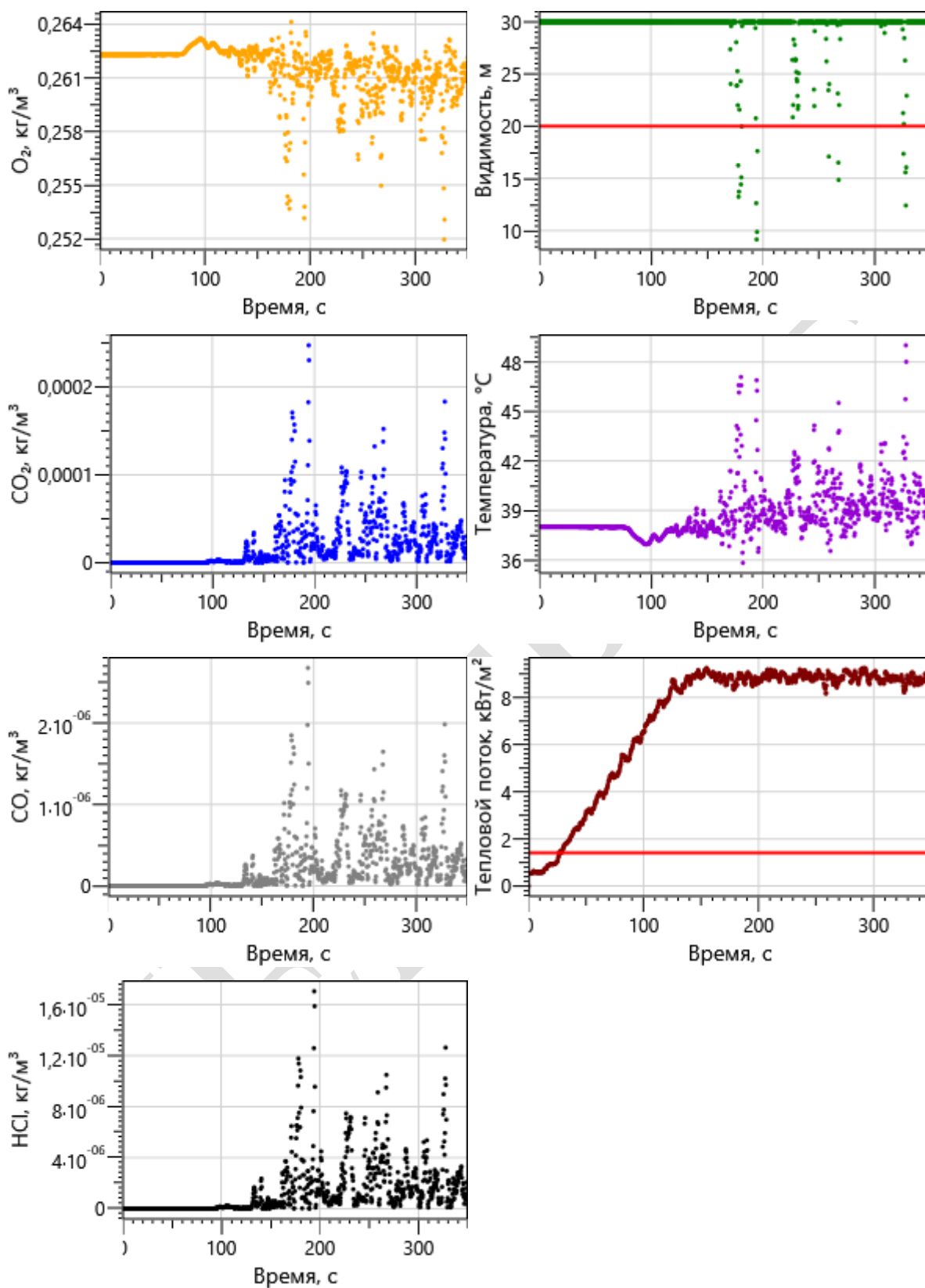
Регистратор 7 (точка «Регистратор 7\_2»)



Регистратор 7 (точка «Регистратор 7\_3»)

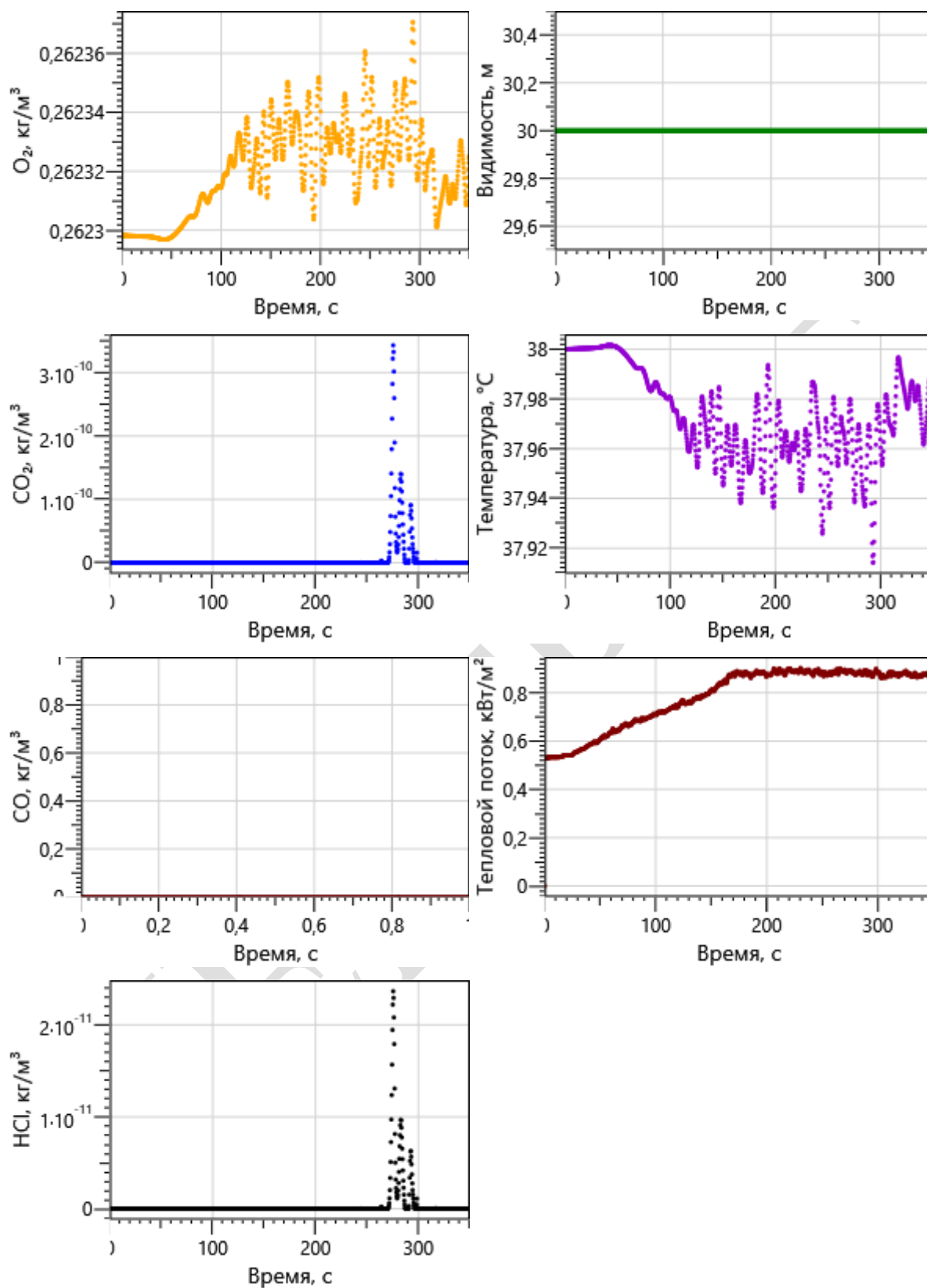


Регистратор 7 (точка «Регистратор 7\_4»)

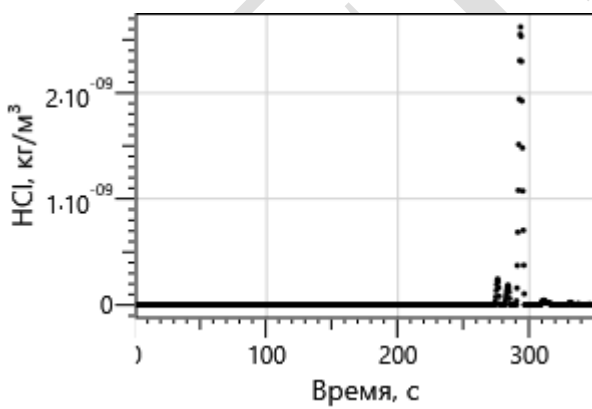
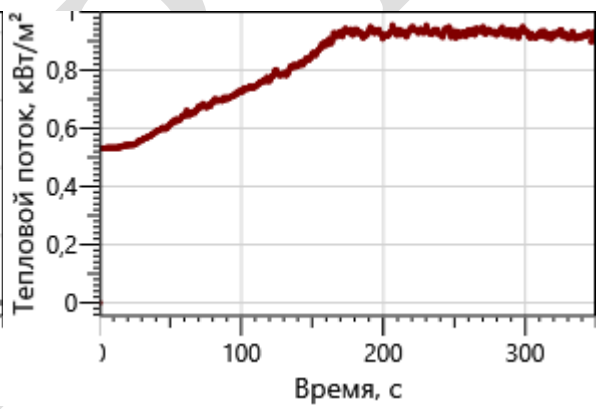
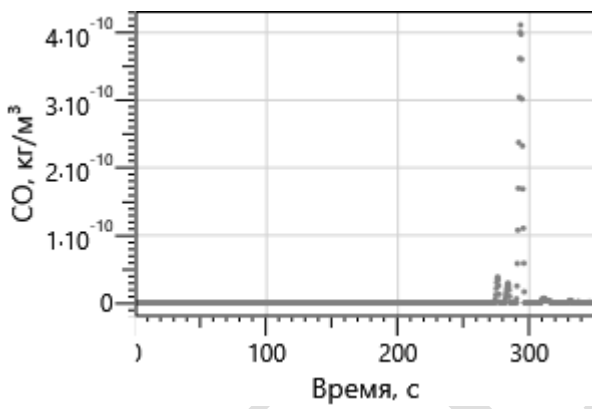
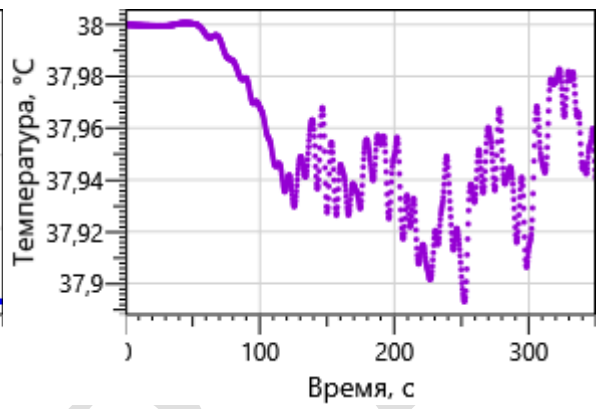
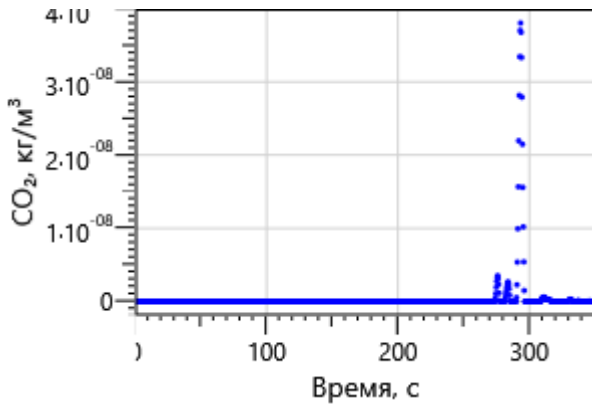
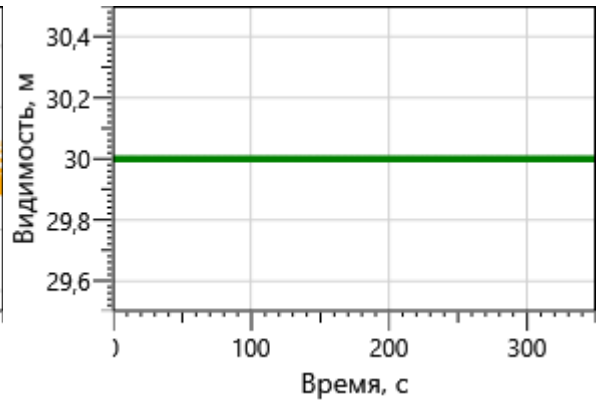
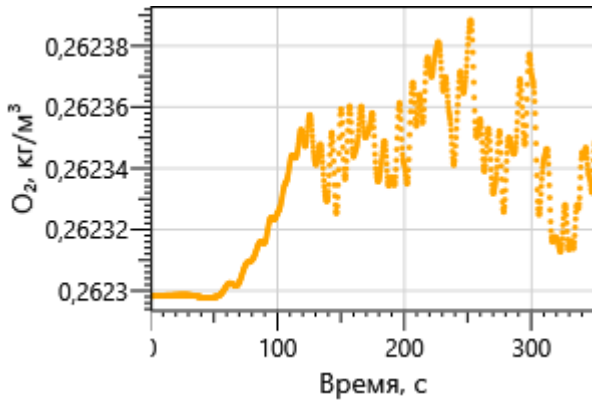




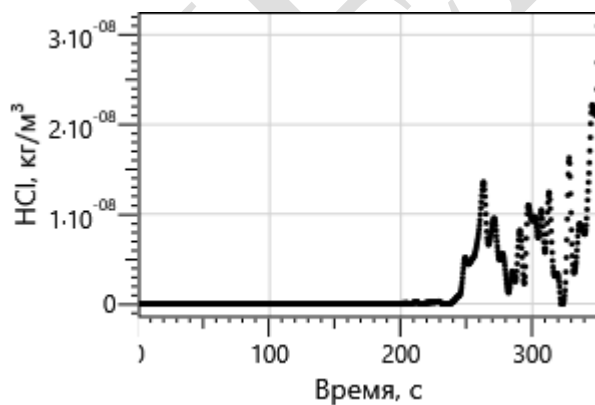
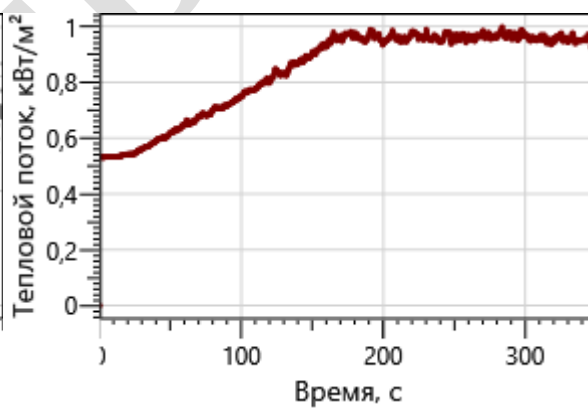
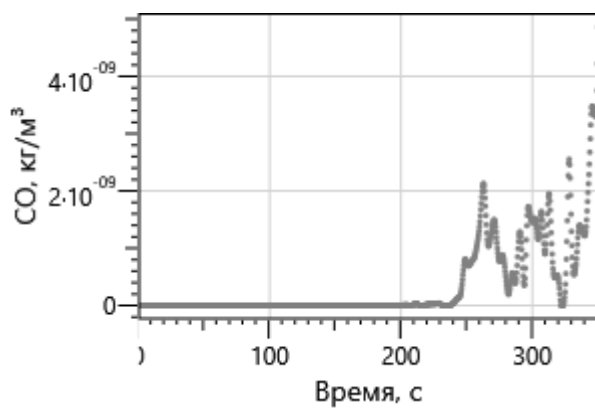
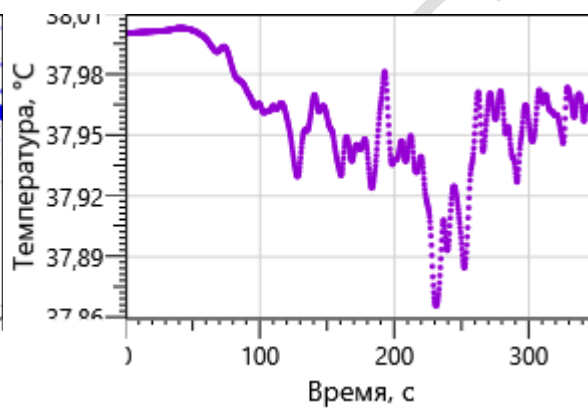
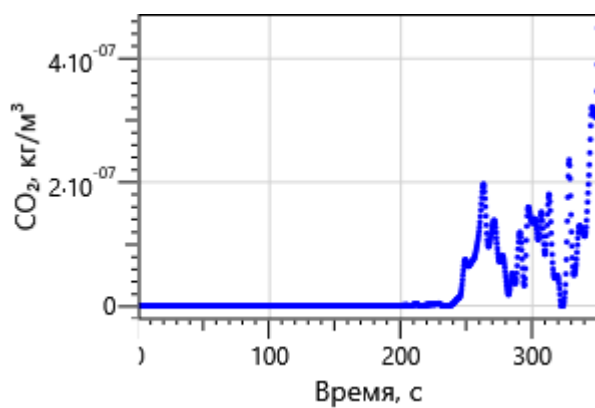
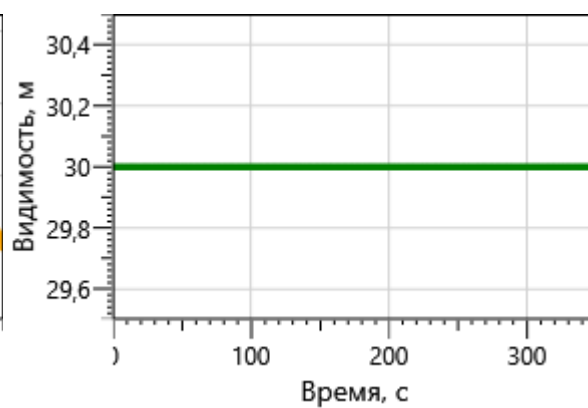
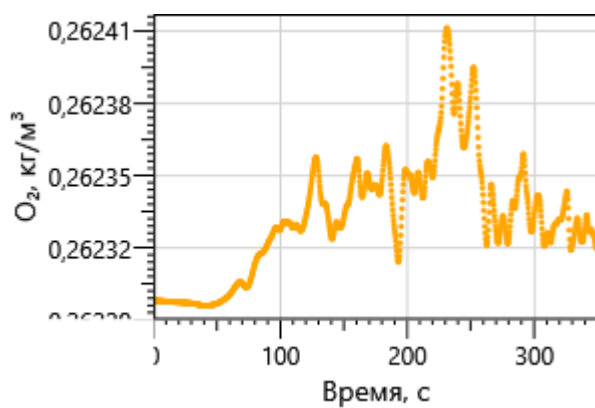
Регистратор 12 (точка «Регистратор 12\_1»)



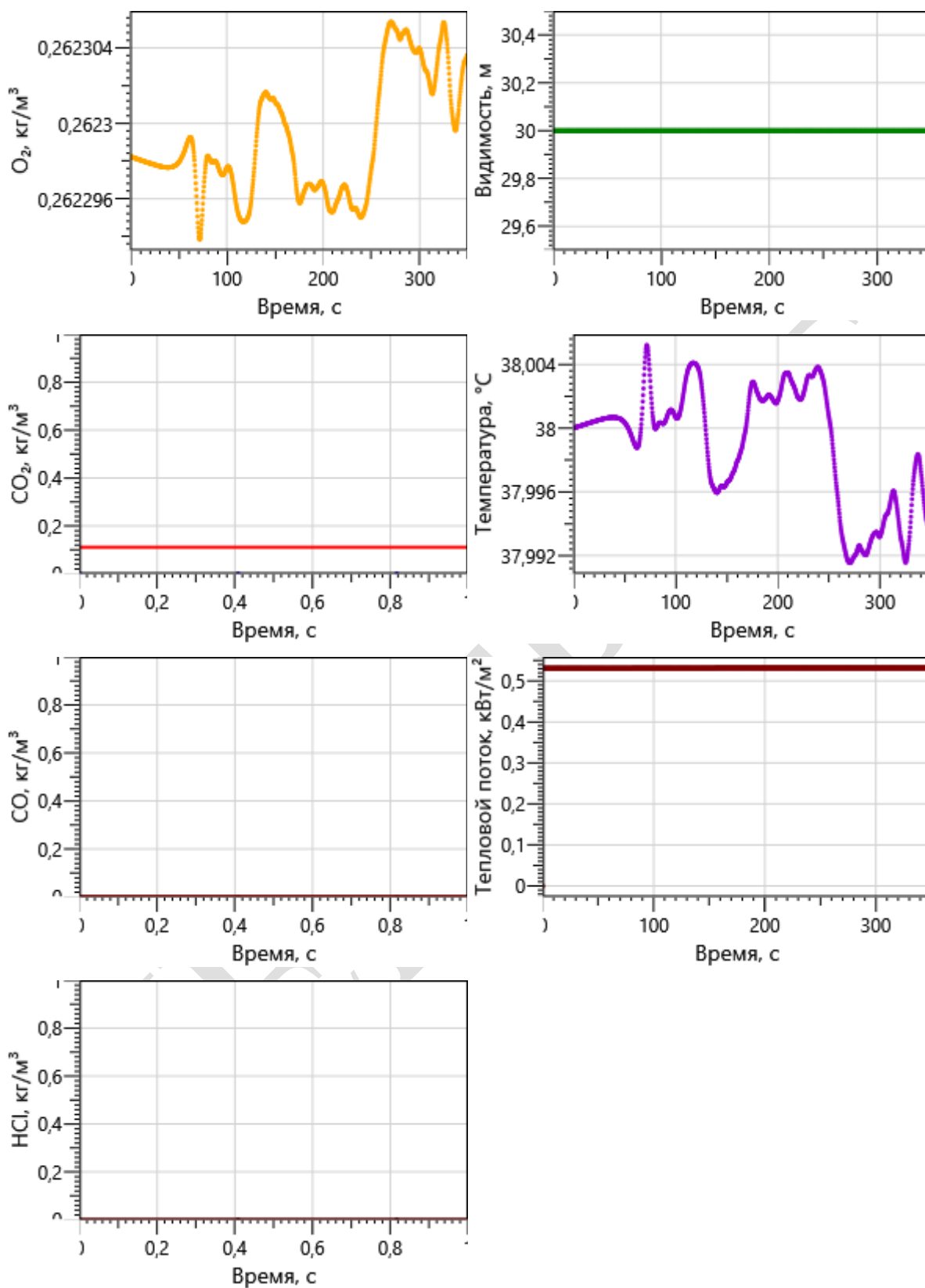
Регистратор 12 (точка «Регистратор 12\_2»)



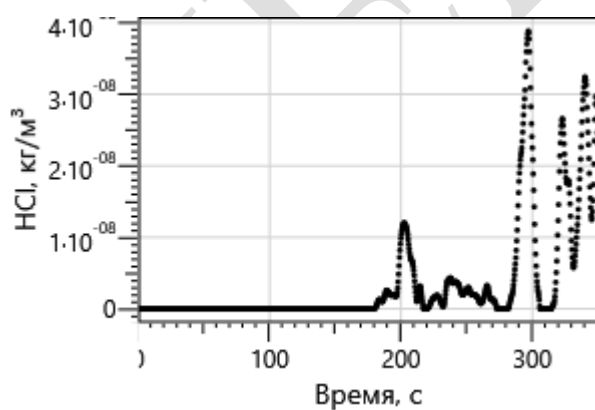
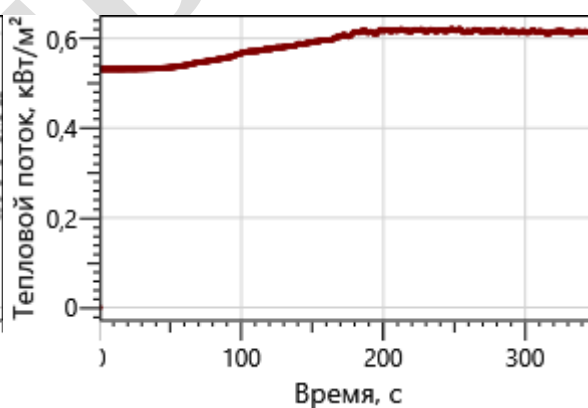
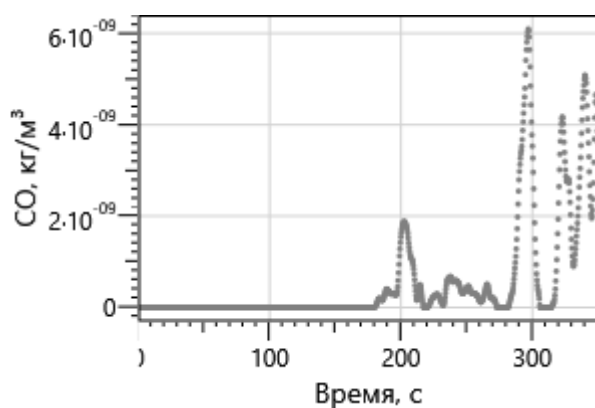
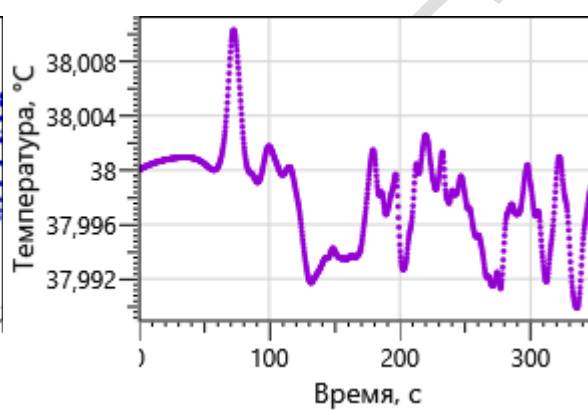
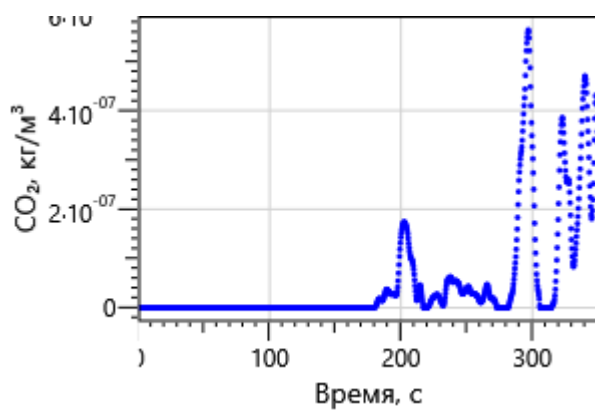
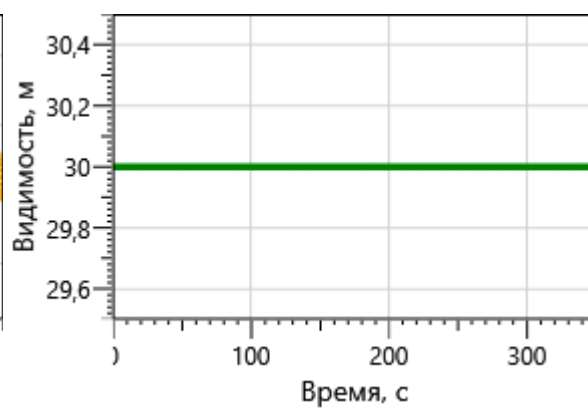
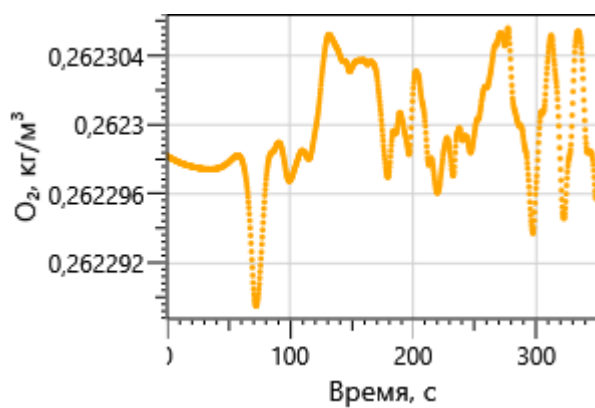
Регистратор 12 (точка «Регистратор 12\_3»)



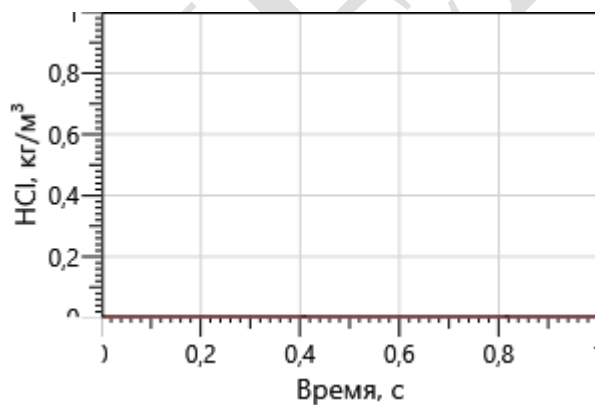
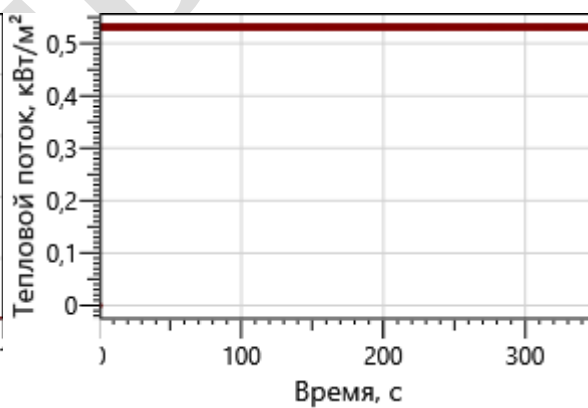
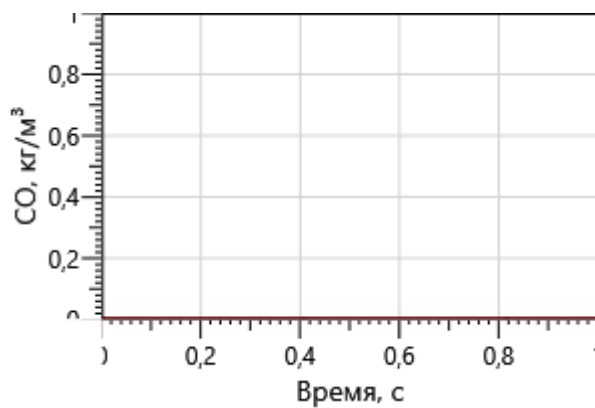
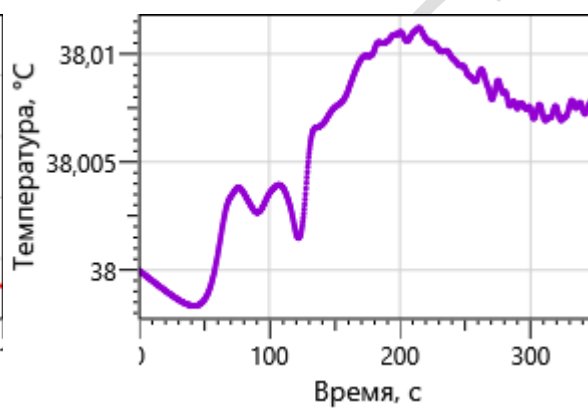
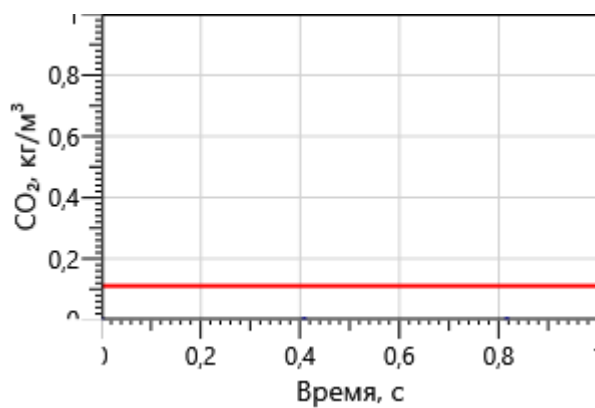
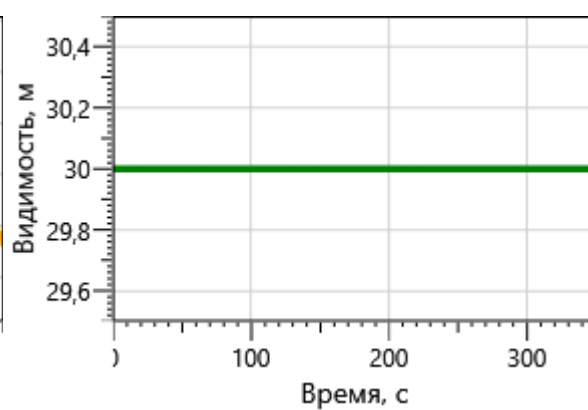
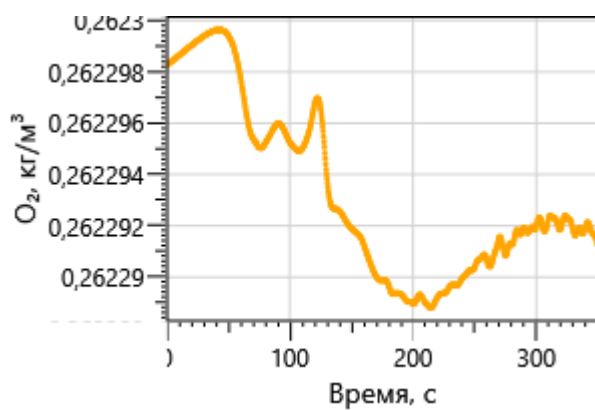
Дверь 40 (точка «Дверь 40\_1»)



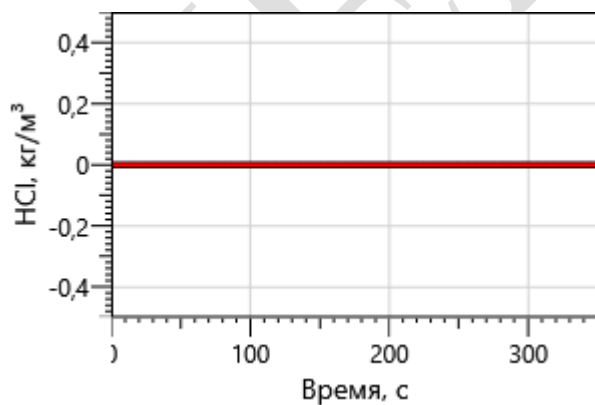
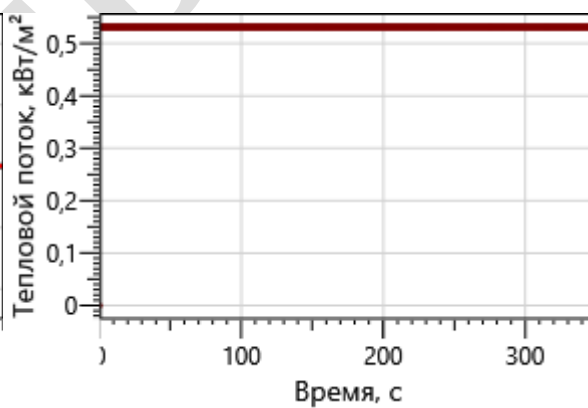
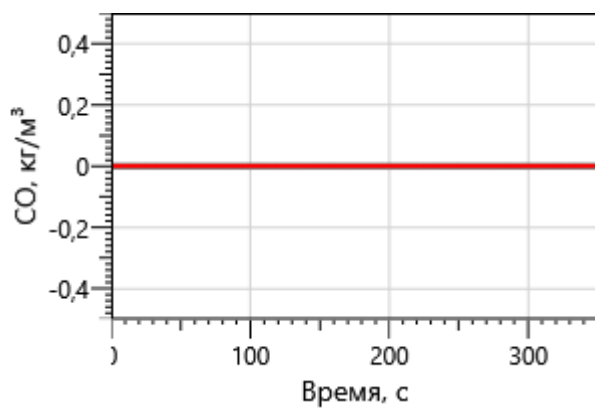
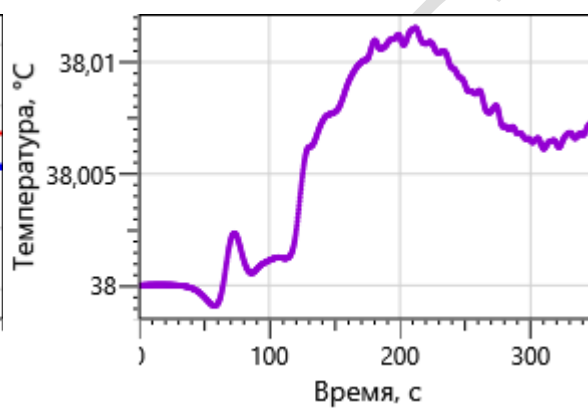
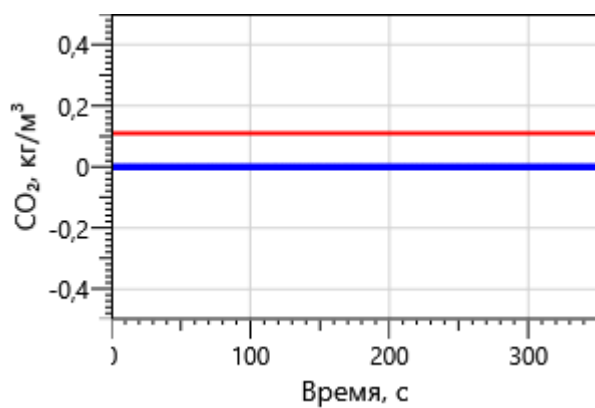
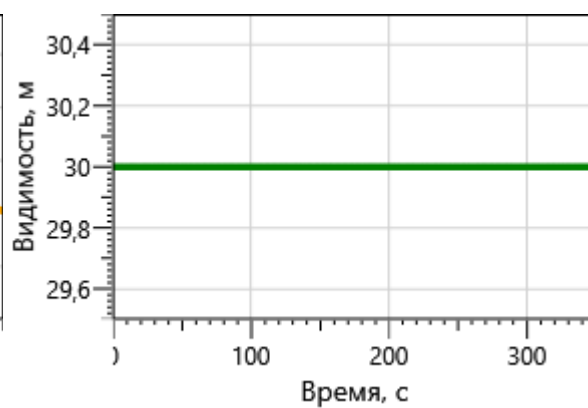
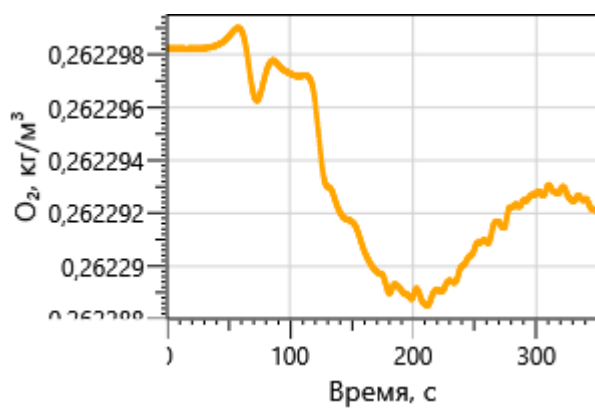
Дверь 40 (точка «Дверь 40\_2»)



Дверь 44 (точка «Дверь 44\_1»)

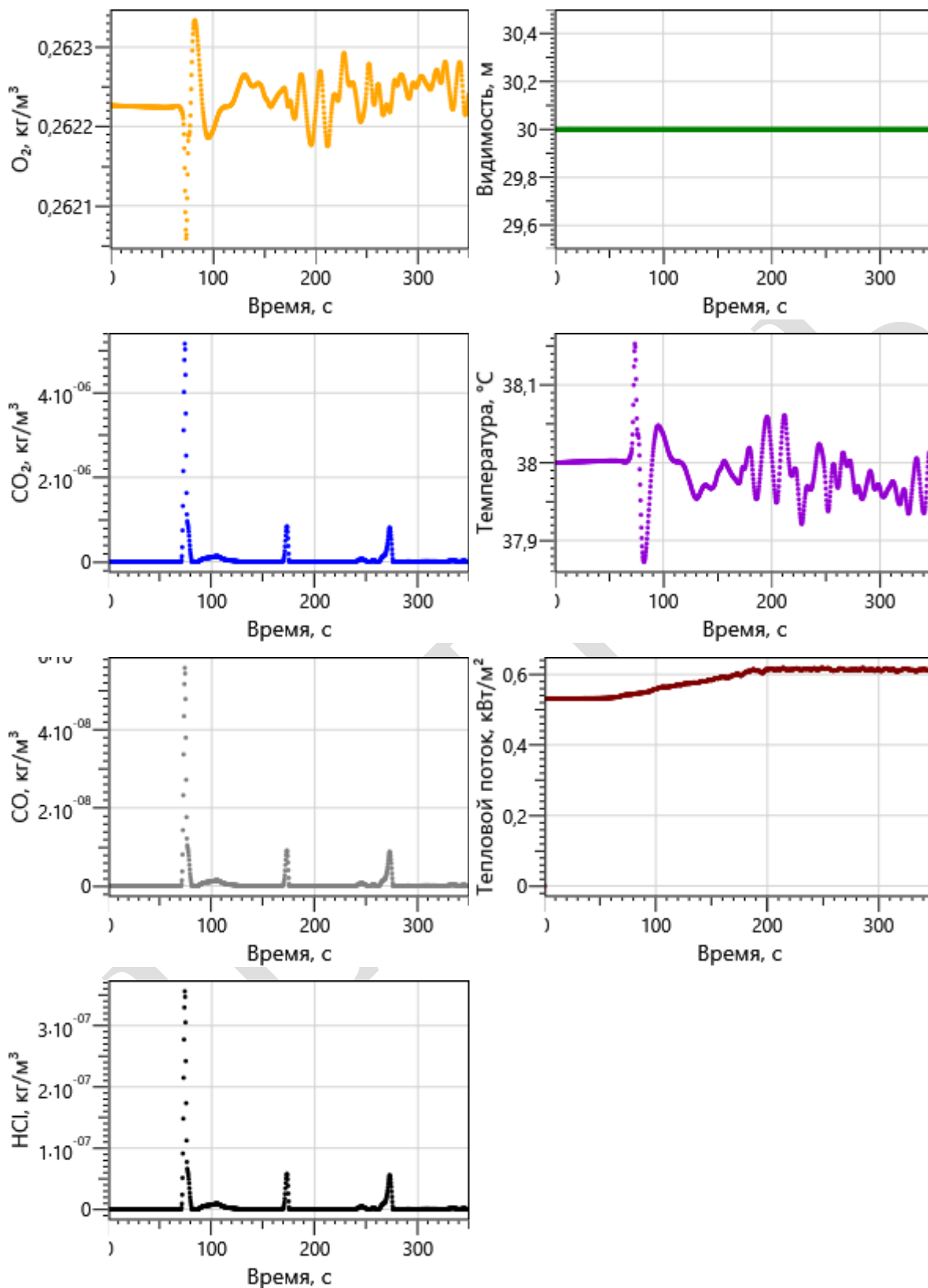


Дверь 44 (точка «Дверь 44\_2»)



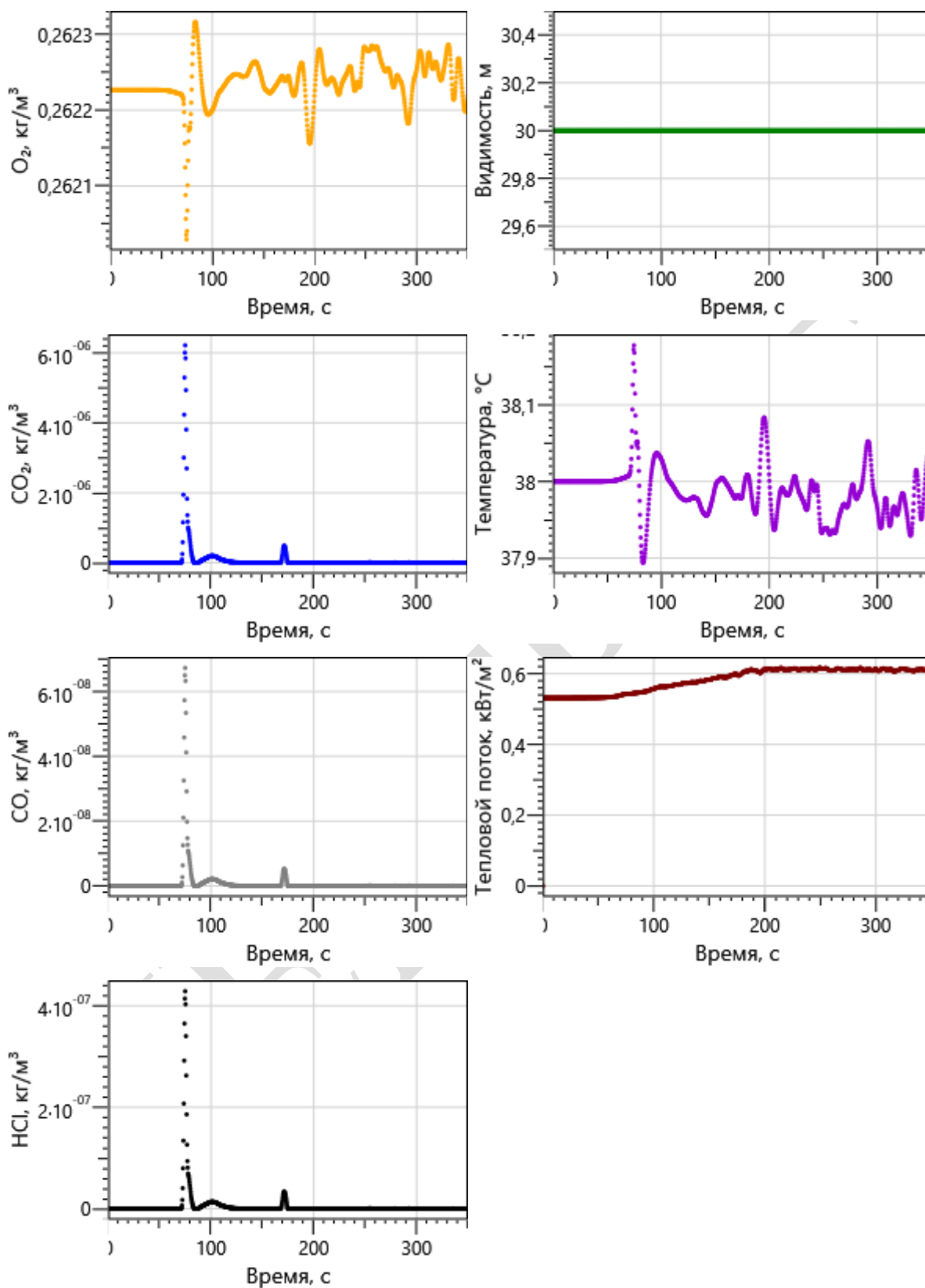
Мезонин

Регистратор 11 (точка «Регистратор 11\_1»)

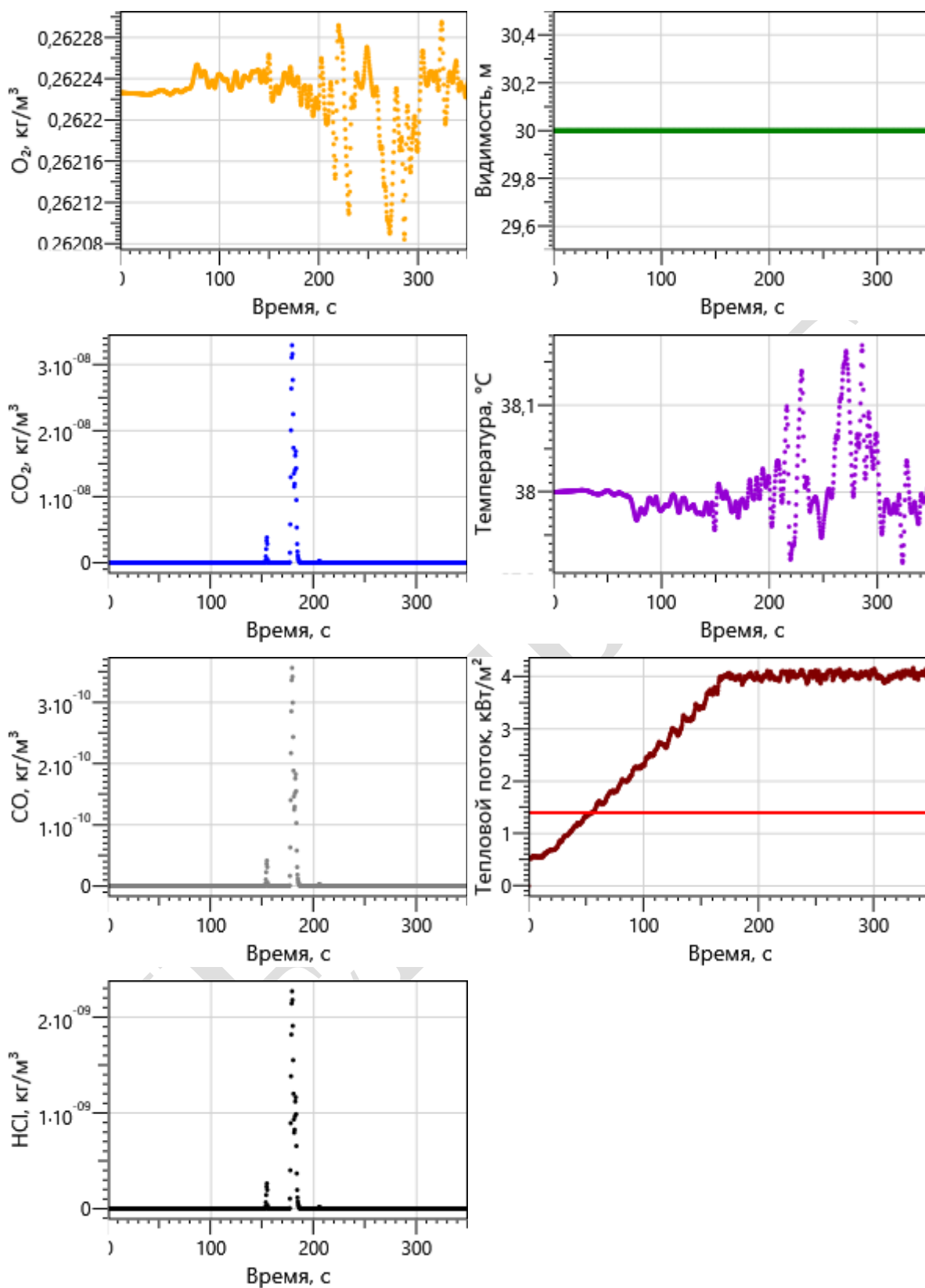




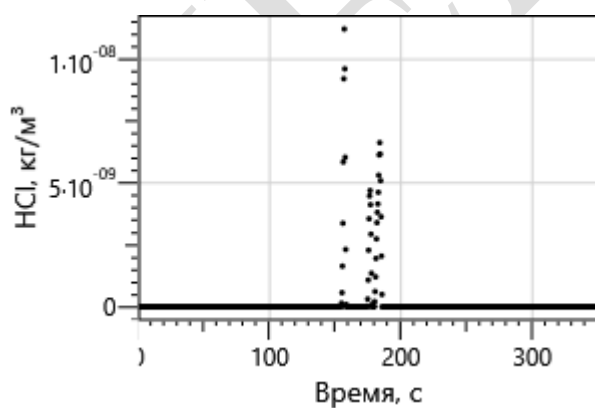
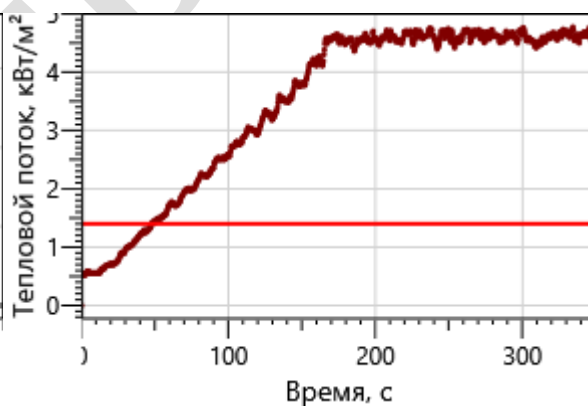
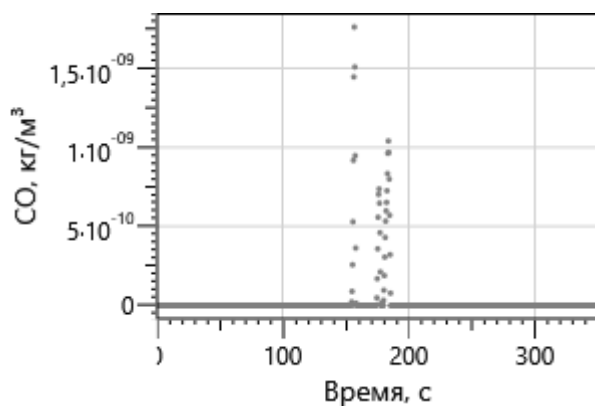
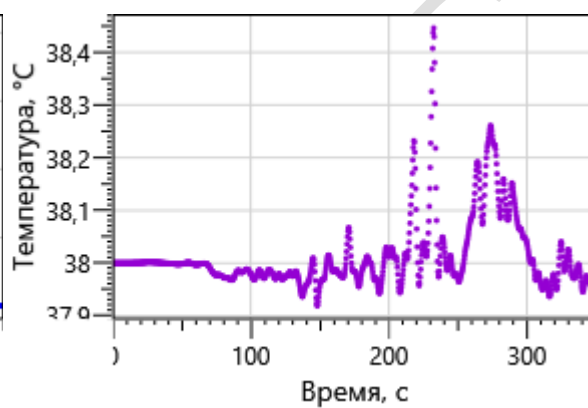
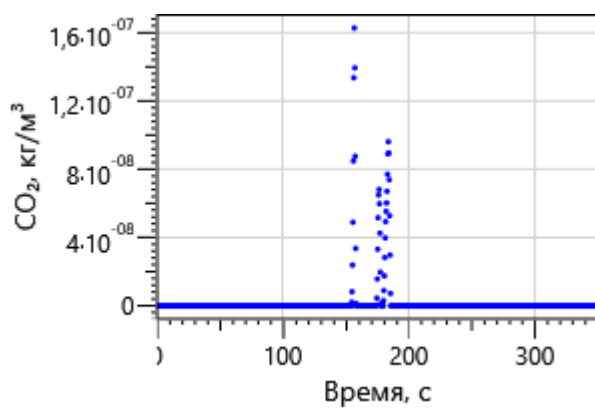
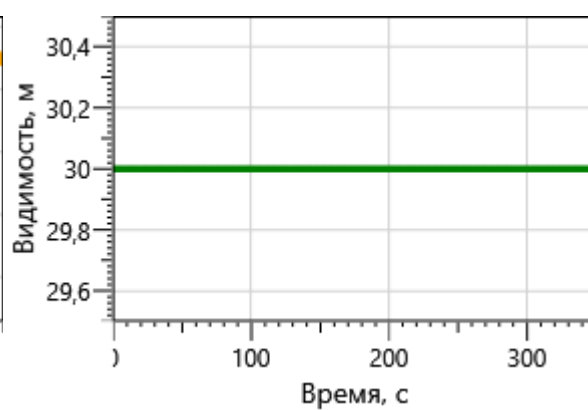
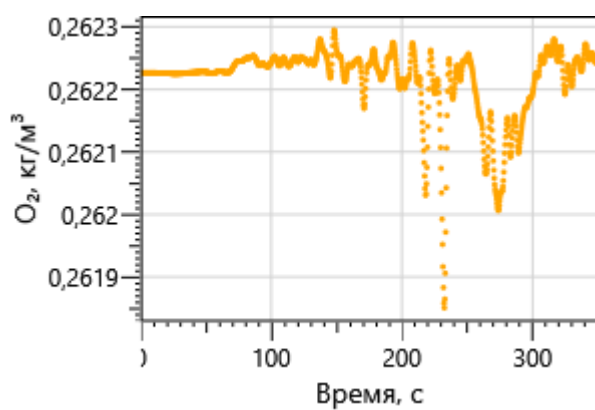
Регистратор 11 (точка «Регистратор 11\_2»)



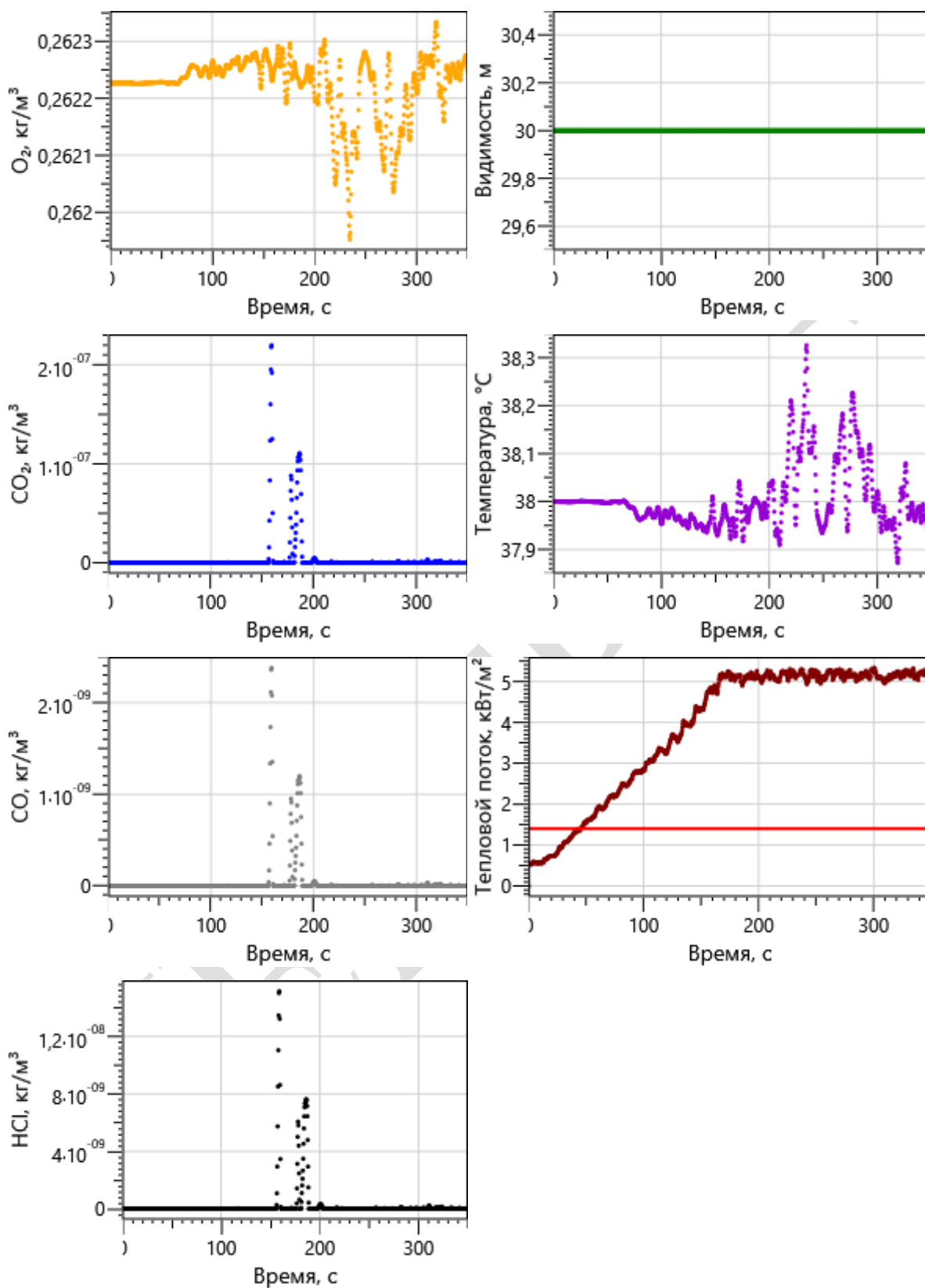
Регистратор 10 (точка «Регистратор 10\_1»)



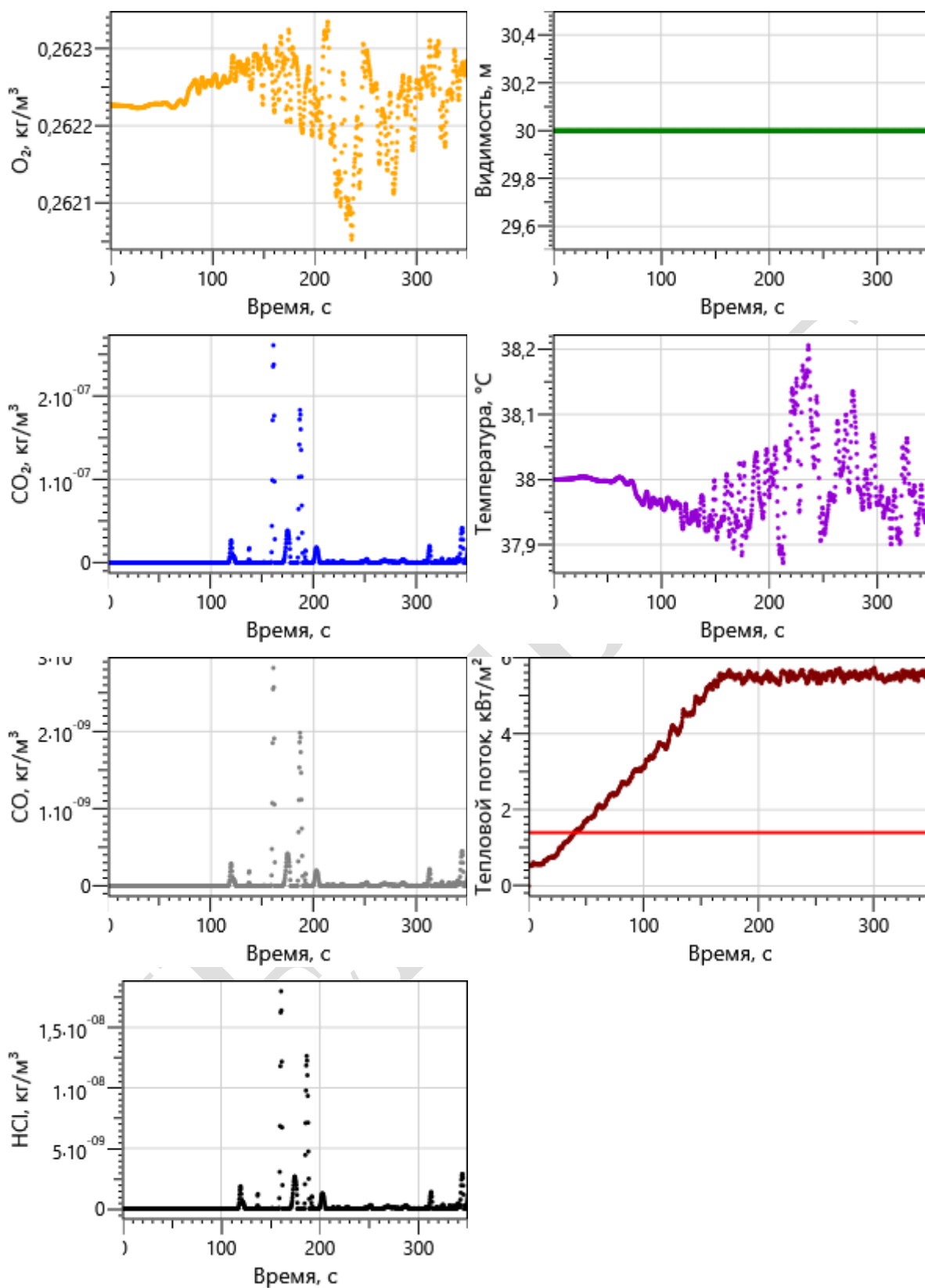
Регистратор 10 (точка «Регистратор 10\_2»)



Регистратор 10 (точка «Регистратор 10\_3»)



Регистратор 10 (точка «Регистратор 10\_4»)



## 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 5. Расположение людей

Расположение		Количество людей
Этаж 1		Всего: 110 110 - М1
	Вне помещений	Всего: 110 110 - М1
Антресоль на отм.6,15		Всего: 18 18 - М1
	Вне помещений	Всего: 18 18 - М1
Мезонин		Всего: 12 12 - М1
	Вне помещений	Всего: 12 12 - М1
ИТОГО		Всего: 140 140 - М1

Для определения времени эвакуации были составлены поэтажные расчётные схемы эвакуации.

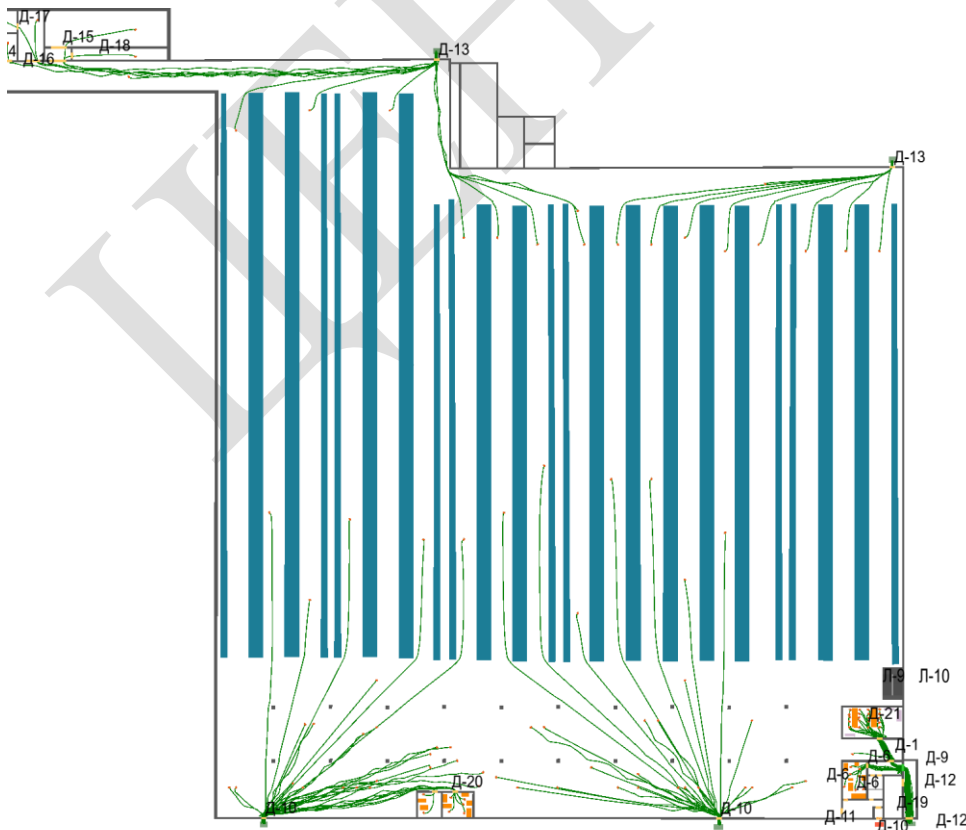


Рисунок 1. Этаж 1. Люди и траектории их движения на этаже.

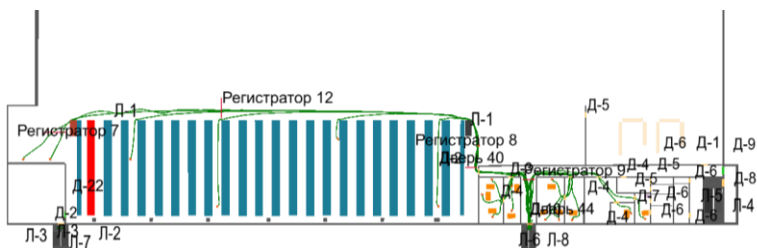


Рисунок 2. Антресоль на отм.6,15. Люди и траектории их движения на этаже.

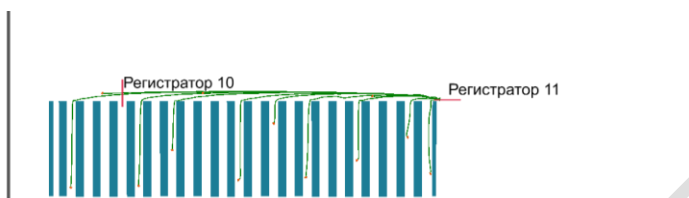


Рисунок 3. Мезонин. Люди и траектории их движения на этаже.

Следующие рисунки показывают динамику движения людей.

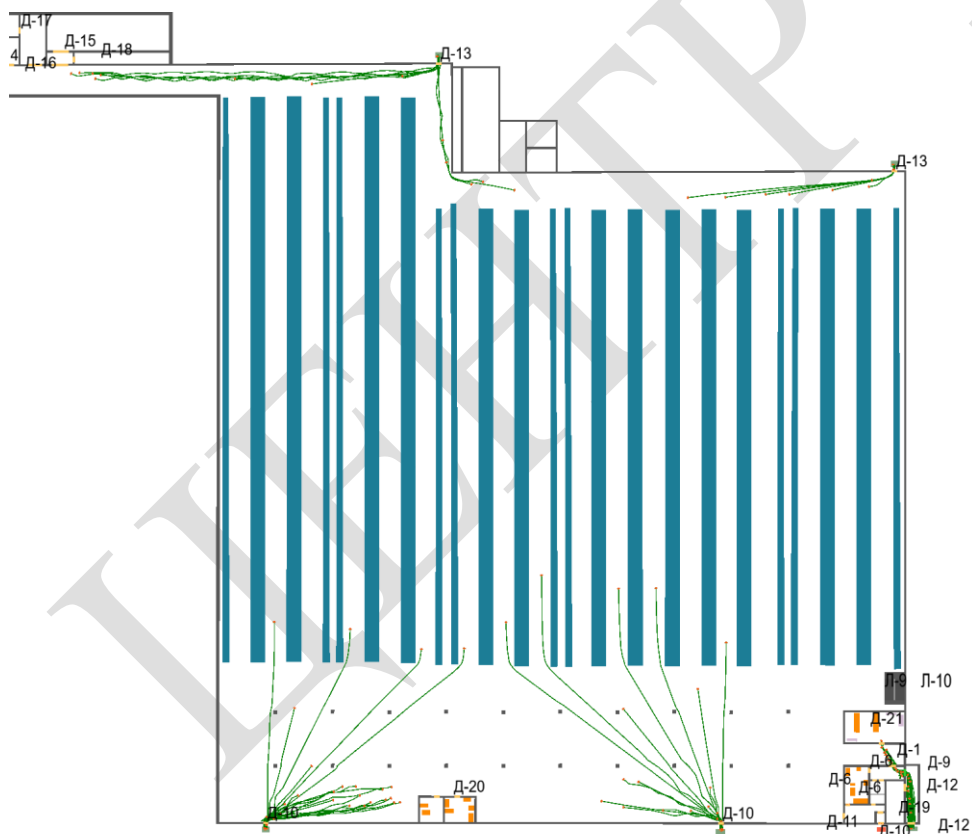


Рисунок 4. Этаж 1. Расположение людей через 39,4 с после начала пожара

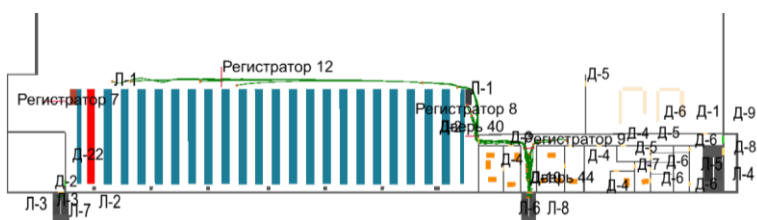


Рисунок 5. Антресоль на отм.6,15. Расположение людей через 39,4 с после начала пожара

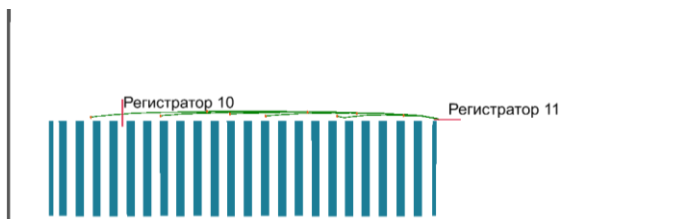


Рисунок 6. Мезонин. Расположение людей через 39,4 с после начала пожара

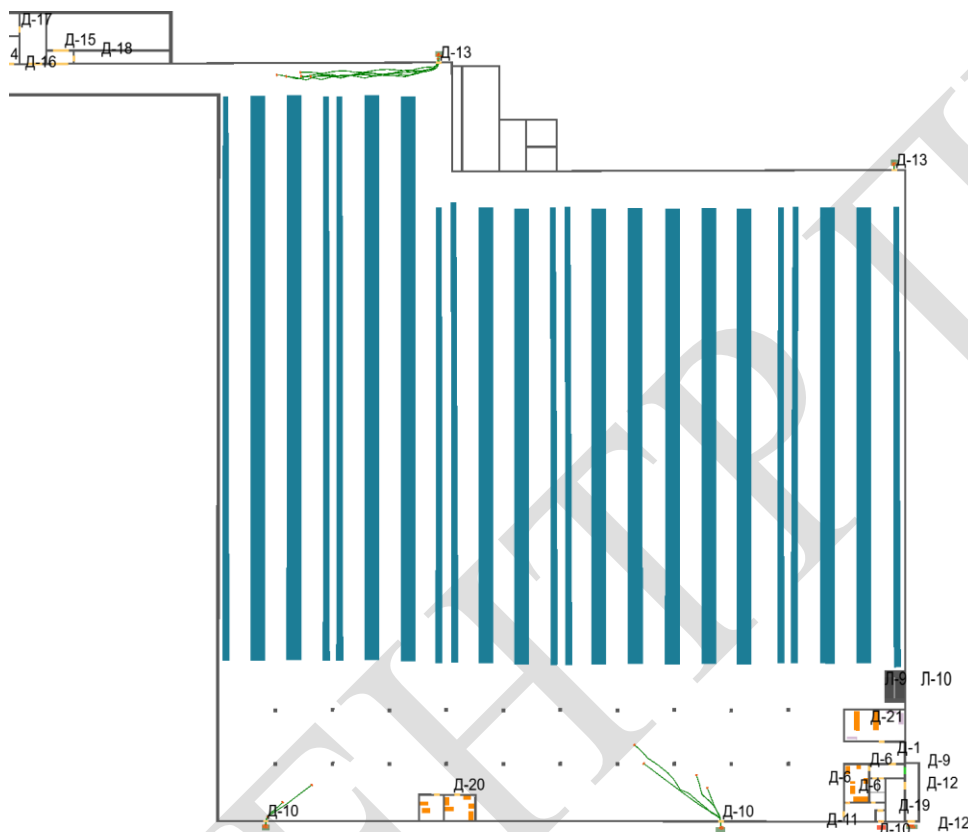


Рисунок 7. Этаж 1. Расположение людей через 58,2 с после начала пожара

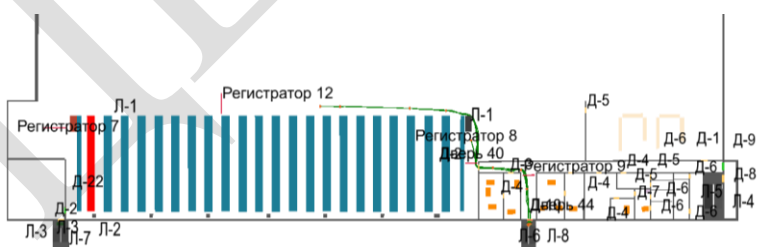


Рисунок 8. Антресоль на отм.6,15. Расположение людей через 58,2 с после начала пожара

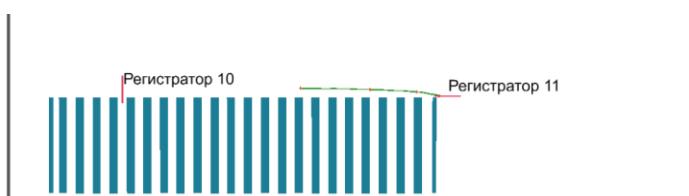


Рисунок 9. Мезонин. Расположение людей через 58,2 с после начала пожара



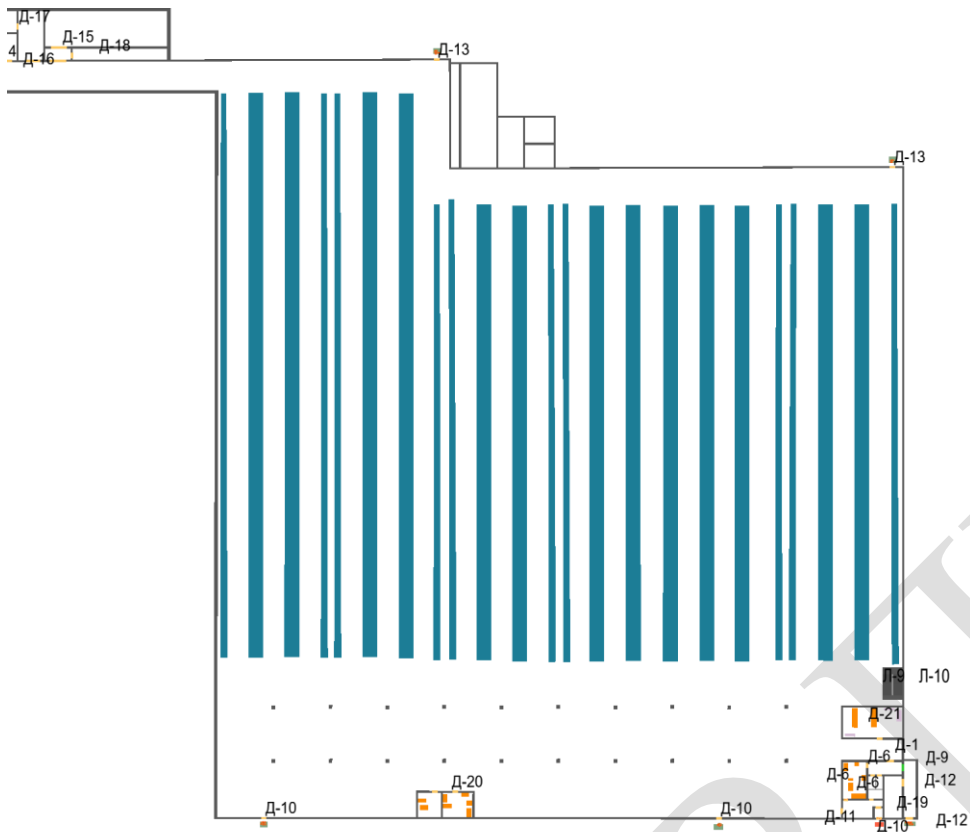


Рисунок 10. Этаж 1. Расположение людей через 77 с после начала пожара

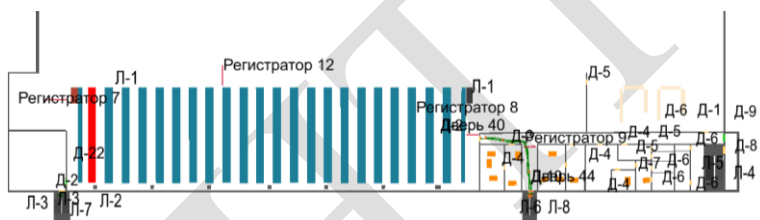


Рисунок 11. Антресоль на отм.6,15. Расположение людей через 77 с после начала пожара

### Результаты моделирования движения людей

Время начала эвакуации для людей, находящихся на отм. +6.15, в том числе на складском мезонине:  $t_{НЭ} = 30$  сек., поскольку пожар может быть не обнаружен одновременно всеми находящимися людьми.

Время существования скоплений:  $t_{СК} = 0$  с

Общее количество людей: 140

Количество эвакуировавшихся людей: 140

#### Статистика использования выходов

Расположение	Наименование	Время первого, с	Время последнего, с	Количество людей
Этаж 1				
	Выход 1	34,0	69,2	27
	Выход 2	34,6	63,8	32
	Выход 3	38,0	58,6	9

	Выход 4	36,8	73,8	14
	Выход 5	не используется	не используется	0
	Выход 6	39,0	54,8	28
Антресоль на отм.6,15				
	Выход 7	не используется	не используется	0
	Выход 8	36,8	86,2	30

"не используется" - люди не эвакуируются через выход.

#### Статистика прохождения регистраторов

Расположение	Наименование	Время первого, с	Время последнего, с	Количество людей
Антресоль на отм.6,15				
Вне помещений	Дверь 40	32,4	76,8	19
	Дверь 44	36,4	85,8	30
	Регистратор 12	41,2	49,2	3
	Регистратор 7	32,6	33,6	2
	Регистратор 8	31,8	76,2	18
	Регистратор 9	32,4	81,8	30
Мезонин				
Вне помещений	Регистратор 10	31,8	42,2	2
	Регистратор 11	35,8	70,6	12

#### Определение вероятности эвакуации

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, $P_э$
Антресоль на отм.6,15						
Вне помещений	Дверь 40	>350	>280	30,0	76,8	0,999
	Дверь 44	>350	>280	30,0	85,8	0,999
	Регистратор 12	>350	>280	30,0	49,2	0,999
	Регистратор 7	44,5	35,6	30,0	33,6	0,999
	Регистратор 8	>350	>280	30,0	76,2	0,999
	Регистратор 9	>350	>280	30,0	81,8	0,999
Мезонин						
Вне помещений	Регистратор 10	55,3	44,3	30,0	42,2	0,999
	Регистратор 11	>350	>280	30,0	70,6	0,999

#### Результаты моделирования процесса эвакуации

Используемые обозначения:

$l$  — расстояние, пройденное человеком по эвакуационным путям каждого типа;

$t_{нэ}$  — время начала эвакуации;

$t_э$  — время эвакуации;

$t_{ск}$  — время нахождения в скоплениях;

Группа мобильности: М1

Площадь: 0,125 м<sup>2</sup>

“Ширина”: 0,5 м (размер прямоугольника, занимаемый человеком, перпендикулярный направлению движения)

“Толщина”: 0,32 м (размер прямоугольника, занимаемый человеком, вдоль направления движения)

Высота: 1,7 м

Цвет: 

Параметры движения по эвакуационным путям различного типа:

Тип пути	Движение разрешено	V <sub>0</sub> , м/мин	D <sub>0</sub> , чел/м <sup>2</sup>	a	D <sub>max</sub> , м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>
Горизонтальный путь	да	100	0,408	0,295	1
Лестница вниз	да	100	0,712	0,4	1
Лестница вверх	да	60	0,536	0,305	1
Пандус вниз	да	115	1,368	0,399	1
Пандус вверх	да	80	0,856	0,399	1
Проем	да	100	0,52	0,295	1

## Сценарий 2

Этаж 1

<b>l, м</b>
67,317

– Горизонтальный путь

Имя	Контингент	Выход	l, м	t <sub>из</sub> , с	t <sub>э</sub> , с	t <sub>ск</sub> , с
Человек 1	M1	Выход 4	67,317	30	70,4	0
Человек 2	M1	Выход 4	69,478	30	72	0
Человек 3	M1	Выход 4	71,923	30	73,2	0
Человек 4	M1	Выход 4	69,145	30	71,6	0
Человек 5	M1	Выход 4	47,667	30	58,6	0
Человек 6	M1	Выход 4	36,302	30	51,8	0
Человек 7	M1	Выход 4	22,667	30	43,6	0
Человек 8	M1	Выход 4	11,667	30	37	0
Человек 9	M1	Выход 4	28,333	30	47	0
Человек 10	M1	Выход 4	31,667	30	49	0
Человек 11	M1	Выход 2	46,333	30	57,8	0
Человек 12	M1	Выход 2	34,285	30	51	0
Человек 13	M1	Выход 2	48,333	30	59	0
Человек 14	M1	Выход 2	51,667	30	61	0
Человек 15	M1	Выход 2	56,667	30	64	0
Человек 16	M1	Выход 1	62,333	30	67,4	0
Человек 17	M1	Выход 1	65,493	30	69,4	0
Человек 18	M1	Выход 1	55,987	30	63,6	0
Человек 19	M1	Выход 1	39,16	30	53,6	0
Человек 20	M1	Выход 4	36,968	30	52,2	0
Человек 21	M1	Выход 4	43,333	30	56	0
Человек 22	M1	Выход 4	39,333	30	53,6	0
Человек 23	M1	Выход 3	48	30	58,8	0
Человек 24	M1	Выход 2	8,256	30	35,4	0
Человек 25	M1	Выход 2	7,402	30	34,8	0
Человек 26	M1	Выход 2	7,651	30	35,2	0
Человек 27	M1	Выход 2	8,521	30	35,8	0

Человек 28	M1	Выход 2	16,24	30	40	0
Человек 29	M1	Выход 2	17,207	30	40,6	0
Человек 30	M1	Выход 2	13,667	30	38,2	0
Человек 31	M1	Выход 2	20,631	30	42,4	0
Человек 32	M1	Выход 2	23	30	43,8	0
Человек 33	M1	Выход 2	15,642	30	39,6	0
Человек 34	M1	Выход 2	17,974	30	41,2	0
Человек 35	M1	Выход 2	19,179	30	41,6	0
Человек 36	M1	Выход 2	27,257	30	46,6	0
Человек 37	M1	Выход 2	27,689	30	47	0
Человек 38	M1	Выход 2	29,906	30	48,4	0
Человек 39	M1	Выход 2	31,661	30	49,4	0
Человек 40	M1	Выход 2	31,438	30	49	0
Человек 41	M1	Выход 2	35,911	30	54	0
Человек 42	M1	Выход 2	35,452	30	53	0
Человек 43	M1	Выход 1	35,32	30	51,2	0
Человек 44	M1	Выход 2	31,53	30	50	0
Человек 45	M1	Выход 2	29,314	30	48	0
Человек 46	M1	Выход 2	32,103	30	50,4	0
Человек 47	M1	Выход 2	33,826	30	52,6	0
Человек 48	M1	Выход 2	33,964	30	53,4	0
Человек 49	M1	Выход 2	32,959	30	52,2	0
Человек 50	M1	Выход 2	32,78	30	51,8	0
Человек 51	M1	Выход 1	31,855	30	49,2	0
Человек 52	M1	Выход 1	25,813	30	45,4	0
Человек 53	M1	Выход 1	21,558	30	43	0
Человек 54	M1	Выход 1	33,248	30	50	0
Человек 55	M1	Выход 1	30,581	30	48,4	0
Человек 56	M1	Выход 2	27,446	30	47,4	0
Человек 57	M1	Выход 1	22,385	30	43,8	0
Человек 58	M1	Выход 1	19,892	30	42	0
Человек 59	M1	Выход 1	18,206	30	41,4	0
Человек 60	M1	Выход 1	15,274	30	39,4	0
Человек 61	M1	Выход 1	17,146	30	40,6	0
Человек 62	M1	Выход 1	14,291	30	38,8	0
Человек 63	M1	Выход 1	16,545	30	40,4	0
Человек 64	M1	Выход 1	8,992	30	36	0
Человек 65	M1	Выход 1	8,036	30	35,4	0
Человек 66	M1	Выход 1	6,579	30	34,2	0
Человек 67	M1	Выход 1	6,952	30	34,6	0
Человек 68	M1	Выход 1	7,716	30	35	0
Человек 69	M1	Выход 1	12,914	30	38	0
Человек 70	M1	Выход 1	15,378	30	40	0
Человек 71	M1	Выход 6	16,751	30	40,8	0
Человек 72	M1	Выход 6	18,817	30	47	0
Человек 73	M1	Выход 6	18,024	30	45,8	0
Человек 74	M1	Выход 6	18,944	30	49,4	0
Человек 75	M1	Выход 6	16,075	30	41,6	0
Человек 76	M1	Выход 6	18,307	30	47,2	0
Человек 77	M1	Выход 6	16,543	30	43,2	0
Человек 78	M1	Выход 6	14,973	30	39,2	0
Человек 79	M1	Выход 6	23,573	30	54,4	0
Человек 80	M1	Выход 6	26,494	30	54,2	0
Человек 81	M1	Выход 6	21,625	30	53	0
Человек 82	M1	Выход 6	22,905	30	55	0
Человек 83	M1	Выход 6	20,485	30	54	0
Человек 84	M1	Выход 6	20,321	30	51,4	0

Человек 85	M1	Выход 6	19,573	30	51,6	0
Человек 86	M1	Выход 6	21,429	30	52,6	0
Человек 87	M1	Выход 6	19,664	30	50,4	0
Человек 88	M1	Выход 6	18,574	30	50,8	0
Человек 89	M1	Выход 6	16,976	30	44	0
Человек 90	M1	Выход 6	17,887	30	48,2	0
Человек 91	M1	Выход 6	19,313	30	49,8	0
Человек 92	M1	Выход 6	21,266	30	53,8	0
Человек 93	M1	Выход 6	22,63	30	53,6	0
Человек 94	M1	Выход 6	19,974	30	48,8	0
Человек 95	M1	Выход 6	18,778	30	47,6	0
Человек 96	M1	Выход 6	17,591	30	45,2	0
Человек 97	M1	Выход 6	17,076	30	44,6	0
Человек 98	M1	Выход 6	16,706	30	42,2	0
Человек 99	M1	Выход 1	43,653	30	56,2	0
Человек 100	M1	Выход 1	53,32	30	62	0
Человек 101	M1	Выход 1	36,987	30	52,2	0
Человек 102	M1	Выход 3	13,667	30	38,2	0
Человек 103	M1	Выход 3	16,333	30	39,8	0
Человек 104	M1	Выход 3	21,27	30	42,8	0
Человек 105	M1	Выход 3	26,333	30	45,8	0
Человек 106	M1	Выход 3	32,667	30	49,6	0
Человек 107	M1	Выход 3	36,333	30	51,8	0
Человек 108	M1	Выход 3	42,333	30	55,4	0
Человек 109	M1	Выход 3	20,27	30	42,2	0
Человек 123	M1	Выход 4	73,27	30	74	0

Антресоль на отм.6,15

<b>l, м</b>
28,624

– Горизонтальный путь

Имя	Контингент	Выход	l, м	t <sub>нэ</sub> , с	t <sub>э</sub> , с	t <sub>ск</sub> , с
Человек 110	M1	Выход 8	28,624	30	47,2	0
Человек 111	M1	Выход 8	25,749	30	45,8	0
Человек 112	M1	Выход 8	21,391	30	44,2	0
Человек 113	M1	Выход 8	21,66	30	44,8	0
Человек 114	M1	Выход 8	21,991	30	45,2	0
Человек 115	M1	Выход 8	20,779	30	43,8	0
Человек 116	M1	Выход 8	15,333	30	39,2	0
Человек 117	M1	Выход 8	11,667	30	37	0
Человек 118	M1	Выход 8	17,713	30	42	0
Человек 119	M1	Выход 8	18,681	30	42,6	0
Человек 120	M1	Выход 8	17,237	30	41	0
Человек 121	M1	Выход 8	19,751	30	43	0
Человек 122	M1	Выход 8	89,633	30	83,8	0
Человек 124	M1	Выход 8	92,953	30	86,4	0
Человек 215	M1	Выход 8	78,966	30	77,4	0
Человек 216	M1	Выход 8	73,9	30	74,6	0
Человек 217	M1	Выход 8	46,335	30	58,2	0
Человек 218	M1	Выход 8	40,667	30	54,4	0

Мезонин

<b>l, м</b>
41,628

– Горизонтальный путь

3,359

– Лестница вниз

Имя	Контингент	Выход	l, м	t <sub>из</sub> , с	t <sub>в</sub> , с	t <sub>ск</sub> , с
Человек 125	M1	Выход 8	41,628 3,359	30	57,6	0
Человек 126	M1	Выход 8	62,301 3,359	30	69,6	0
Человек 219	M1	Выход 8	33,628 3,359	30	52,6	0
Человек 220	M1	Выход 8	30,557 3,359	30	51	0
Человек 221	M1	Выход 8	31,59 3,359	30	51,6	0
Человек 222	M1	Выход 8	48,611 3,359	30	61,4	0
Человек 223	M1	Выход 8	51,589 3,359	30	63,2	0
Человек 224	M1	Выход 8	55,905 3,359	30	65,8	0
Человек 225	M1	Выход 8	67,601 3,359	30	72,8	0
Человек 226	M1	Выход 8	78,211 3,359	30	79,2	0
Человек 227	M1	Выход 8	71,211 3,359	30	75,2	0
Человек 228	M1	Выход 8	88,595 3,359	30	85,8	0

### Параметры эвакуационных путей

#### Сценарий 1

Двери

Тип	Ширина, м	Высота, м	Количество, шт.	С регистратором
Д-1	1,1	2	2	
Д-2	0,88	2,02	2	Дверь 40
Д-3	0,9	2	1	
Д-4	0,78	2,01	4	
Д-5	0,8	2	3	
Д-6	0,7	1,9	11	
Д-7	0,7	2	1	
Д-22	0,88	2,02	1	
Д-8	1,13	2	1	
Д-9	1,13	2	2	
Д-10	0,83	1,96	4	Дверь 44
Д-11	0,88	2,04	1	
Д-12	1,2	2	2	
Д-13	0,89	2	2	
Д-14	2,5	2	1	
Д-15	2,4	2	2	
Д-16	2,2	2	1	
Д-17	0,9	2,03	1	

Д-18	0,87	2,04	1	
Д-19	0,88	1,98	1	
Д-20	0,81	2,05	2	
Д-21	0,9	2,06	1	

Лестницы

Тип	Ширина, м	Количество, шт.
Л-1	1	2
Л-2	1,2	1
Л-3	1,2	2
Л-4	1,2	1
Л-5	1,2	1
Л-8	1,2	3
Л-10	1,2	1
Л-9	1,2	1
Л-6	1	3
Л-7	1	1

**Вывод по сценарию №2:**  $P_{\text{Э.П.}} = 0,999$ , так как выполнено следующее условие:

$$t_p + \tau_{\text{н.э}} \leq 0,8 \cdot \tau_{\text{б.л.и.ж}}$$

### Сценарий №3 (пожар возникает на уровне мезонина)

Пожар возникает на уровне мезонина. Данный сценарий является одним из самых опасных, так как очаг пожара расположен в помещении с большим количеством горючей нагрузки, характеризующейся высокой скоростью распространения пламени. Для рассмотрения наихудшего варианта развития событий люди, нахождение которых возможно в нескольких помещениях, были приняты в тех помещениях, которые для данного сценария будут давать наиболее неблагоприятный результат (наибольшая удаленность от эвакуационных выходов, эвакуация через помещение с очагом пожара и т.д.).

#### Определение времени блокирования путей эвакуации

Рассматриваются значения опасных факторов пожара на высоте расположения регистраторов (по умолчанию на высоте рабочей зоны помещений – 1.7 метра от уровня пола этажа). Для каждого опасного фактора пожара определяется предельно допустимое значение, превышение которого означает блокирование пути эвакуации по данному фактору.

Параметры окружающей среды:

— температура: 38 °С

— температура в помещениях: 20 °С

Горючая нагрузка: Упаковка; бумага+картон+поли(этилен+стирол) (0.4+0.3+0.15+0.15)

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, 2016.

Параметры горючей нагрузки

Параметр	Единица измерения	Значение
Низшая теплота сгорания	кДж/кг	23540
Линейная скорость распространения пламени	м/с	0,004
Удельная массовая скорость выгорания	кг/(м <sup>2</sup> · с)	0,0132
Коэффициент полноты сгорания	—	0,93
Удельная мощность	кВт/м <sup>2</sup>	288,977
Дымообразующая способность	Нп · м <sup>2</sup> /кг	172
Потребление кислорода (O <sub>2</sub> )	кг/кг	1,7
Выделение углекислого газа (CO <sub>2</sub> )	кг/кг	0,679
Выделение угарного газа (CO)	кг/кг	0,112
Выделение хлористого водорода (HCl)	кг/кг	0,0037

Моделировалась динамика развития пожара в течение 200 с.



На этаже "Антресоль на отм.6,15" расположены регистраторы:

— на уровне 7,85 м (на высоте 1,7 м от уровня этажа): "Регистратор 9", "Регистратор 7", "Регистратор 12", "Дверь 25", "Дверь 24", "Дверь 42", "Дверь 44"

На этаже "Мезанин" расположены регистраторы:

— на уровне 10,22 м (на высоте 1,7 м от уровня этажа): "Регистратор 11", "Регистратор 10", "Регистратор 1"

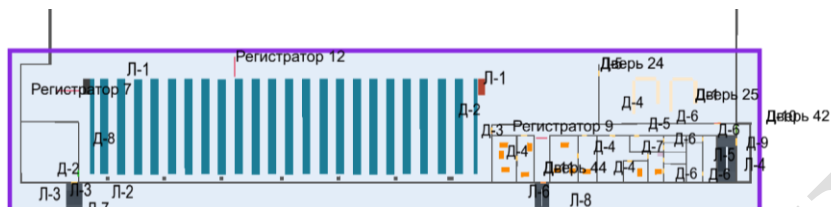


Рисунок 1. Антресоль на отм.6,15. Пожарная модель.

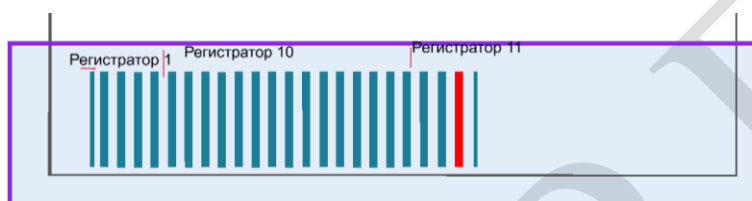


Рисунок 2. Мезанин. Пожарная модель.

Следующие рисунки показывают динамику развития ОФП.

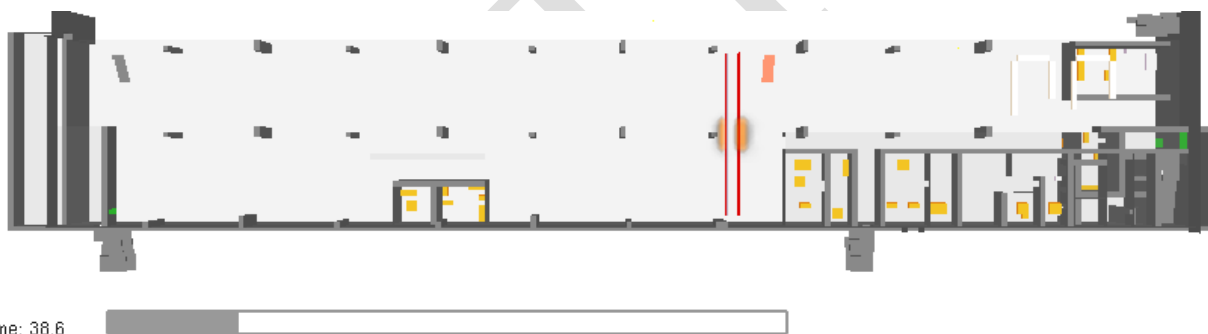


Рисунок 3. Антресоль на отм.6,15. Распространение дыма через 38,6 с после начала пожара.

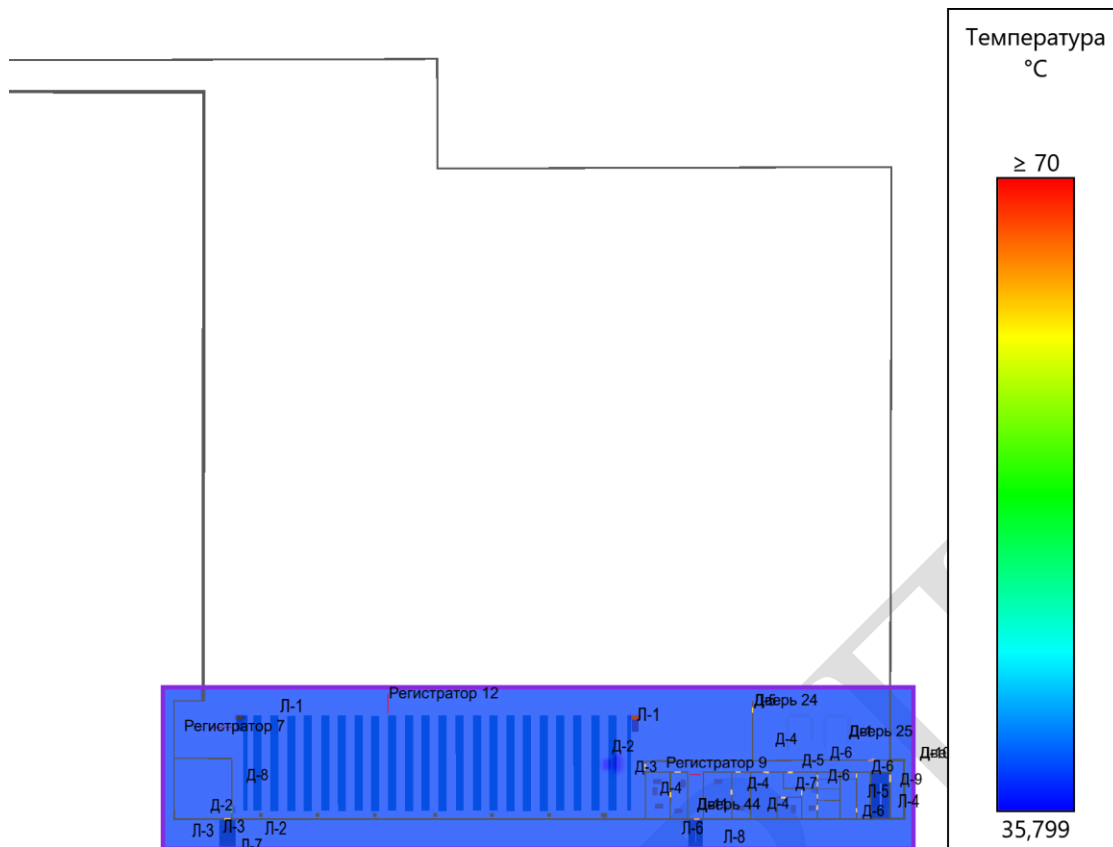


Рисунок 4. Антресоль на отм.6,15. Температура на высоте 1,7 м от уровня этажа.  
Время: 38,6 с.

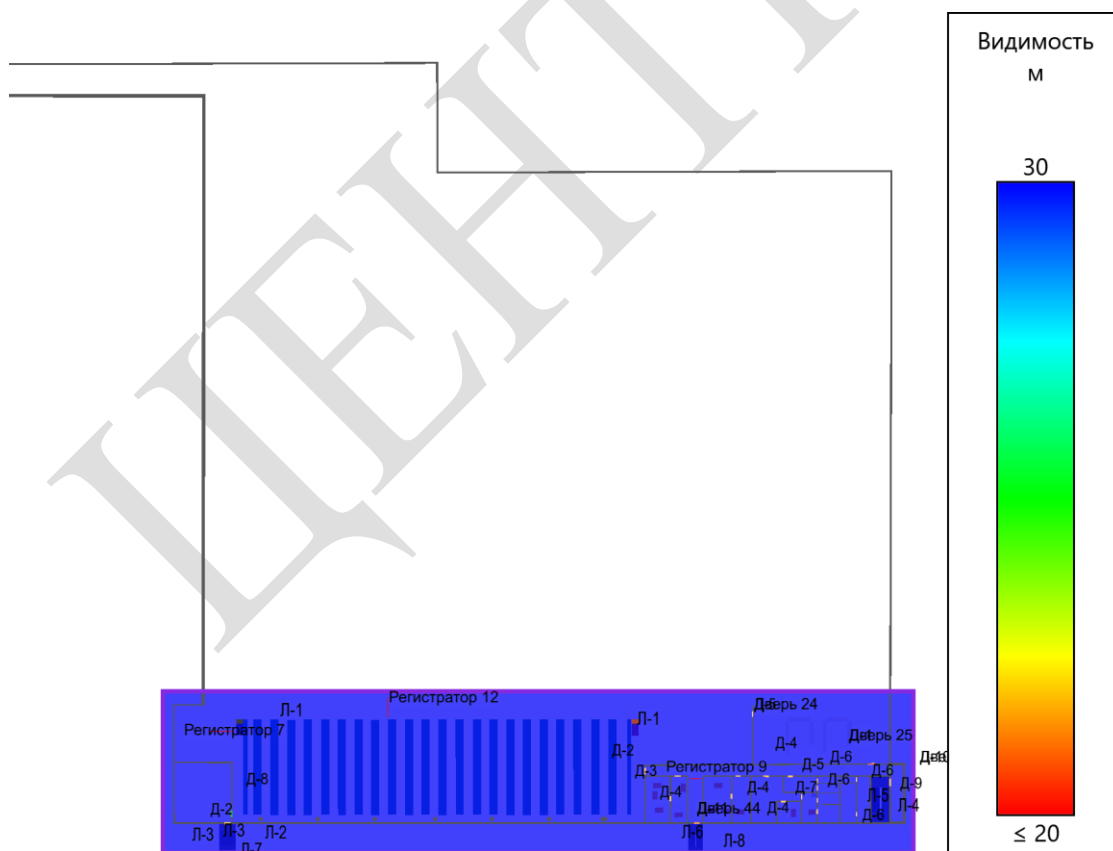


Рисунок 5. Антресоль на отм.6,15. Видимость на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 38,6 с.

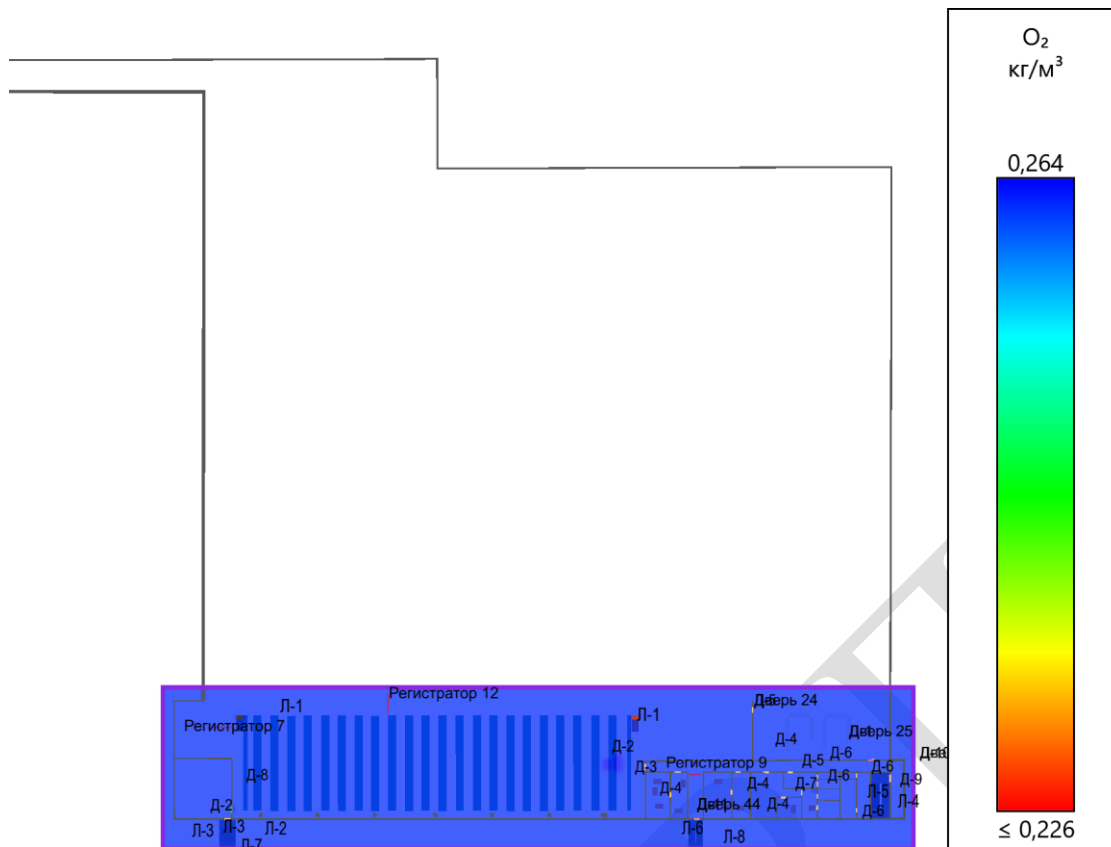


Рисунок 6. Антресоль на отм.6,15.  $O_2$  на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 38,6 с.

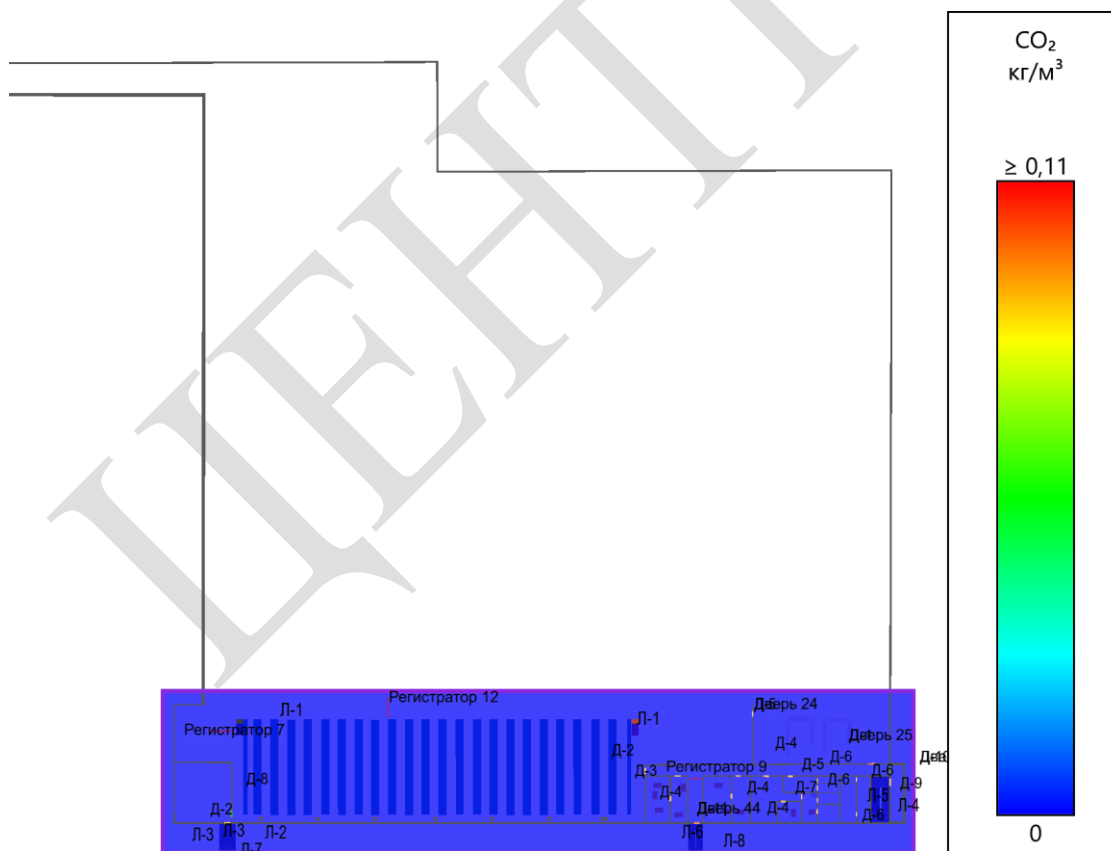


Рисунок 7. Антресоль на отм.6,15.  $CO_2$  на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 38,6 с.

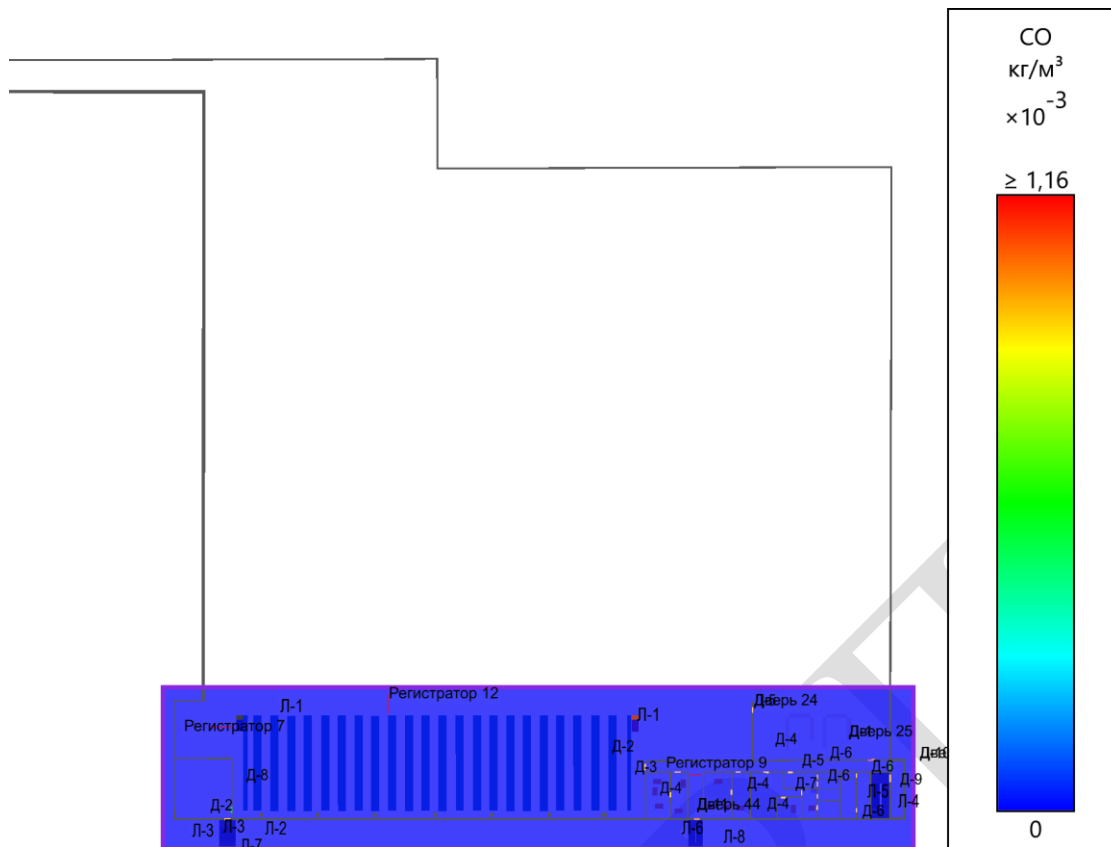


Рисунок 8. Антресоль на отм.6,15. СО на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 38,6 с.

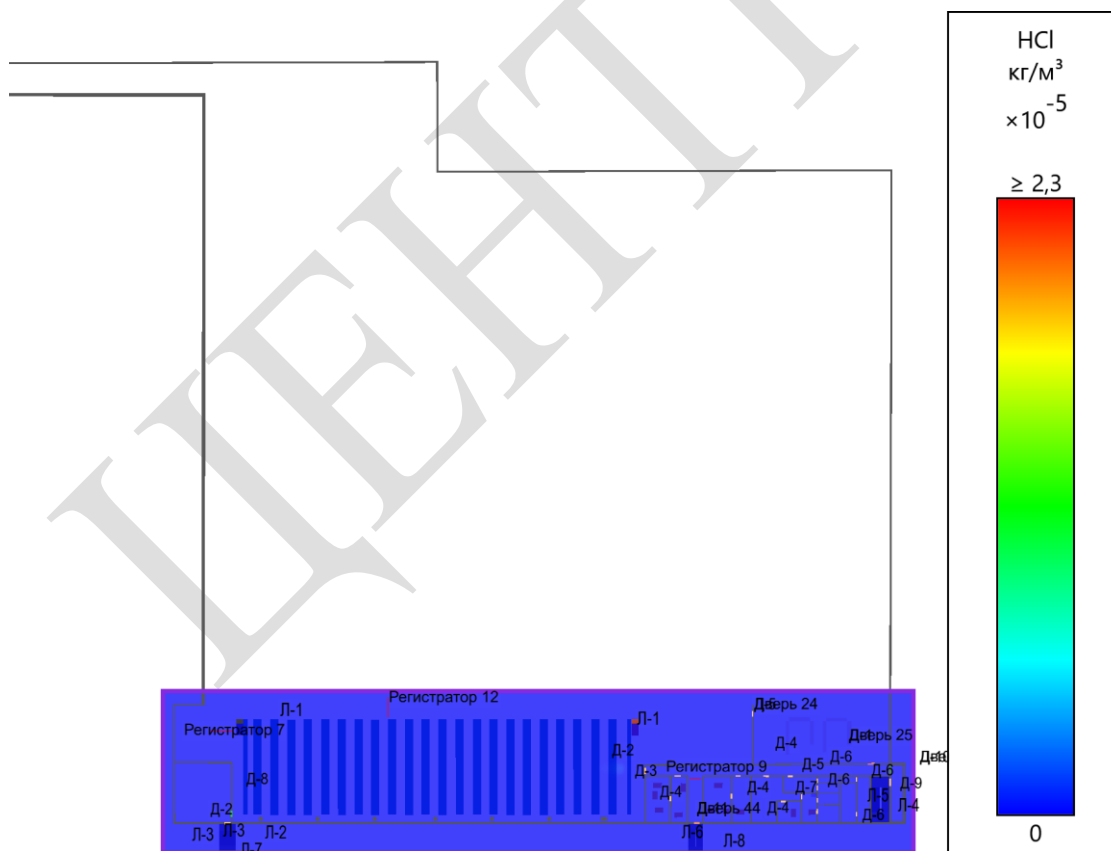


Рисунок 9. Антресоль на отм.6,15. HCl на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 38,6 с.



Time: 38.6



Рисунок 10. Мезанин. Распространение дыма через 38,6 с после начала пожара.

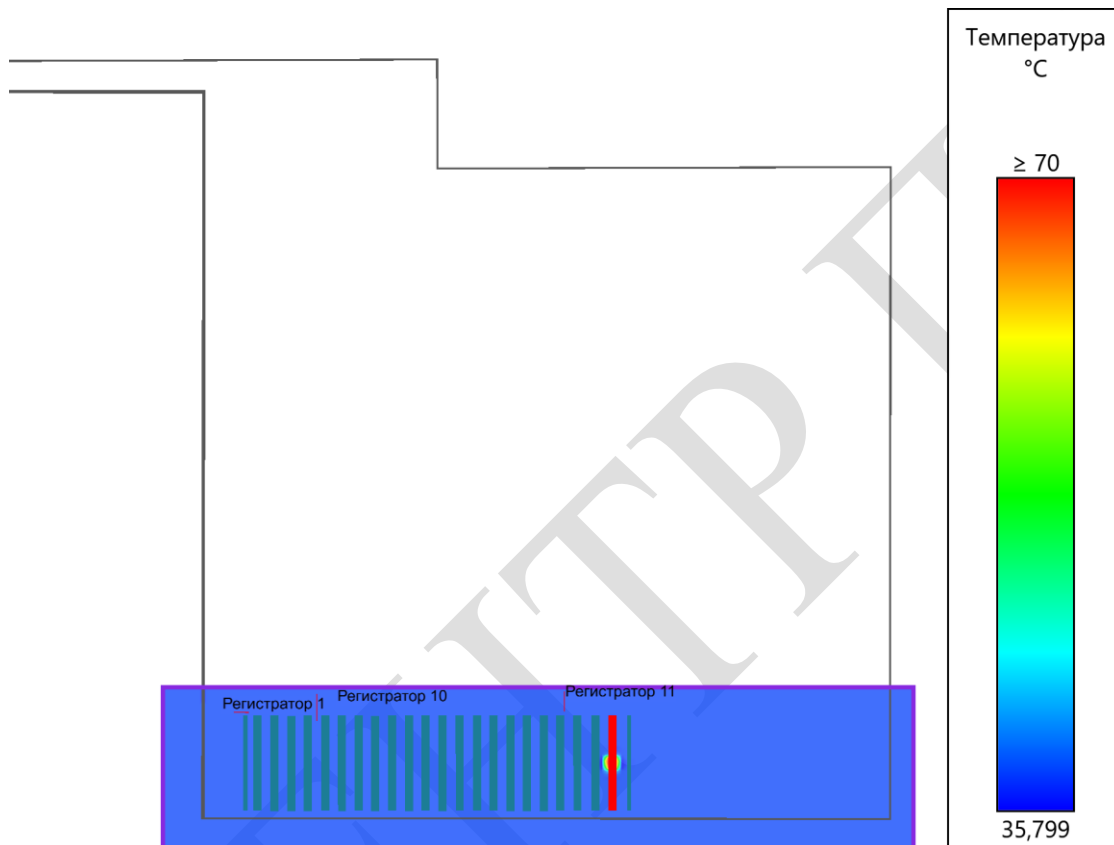


Рисунок 11. Мезанин. Температура на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 38,6 с.

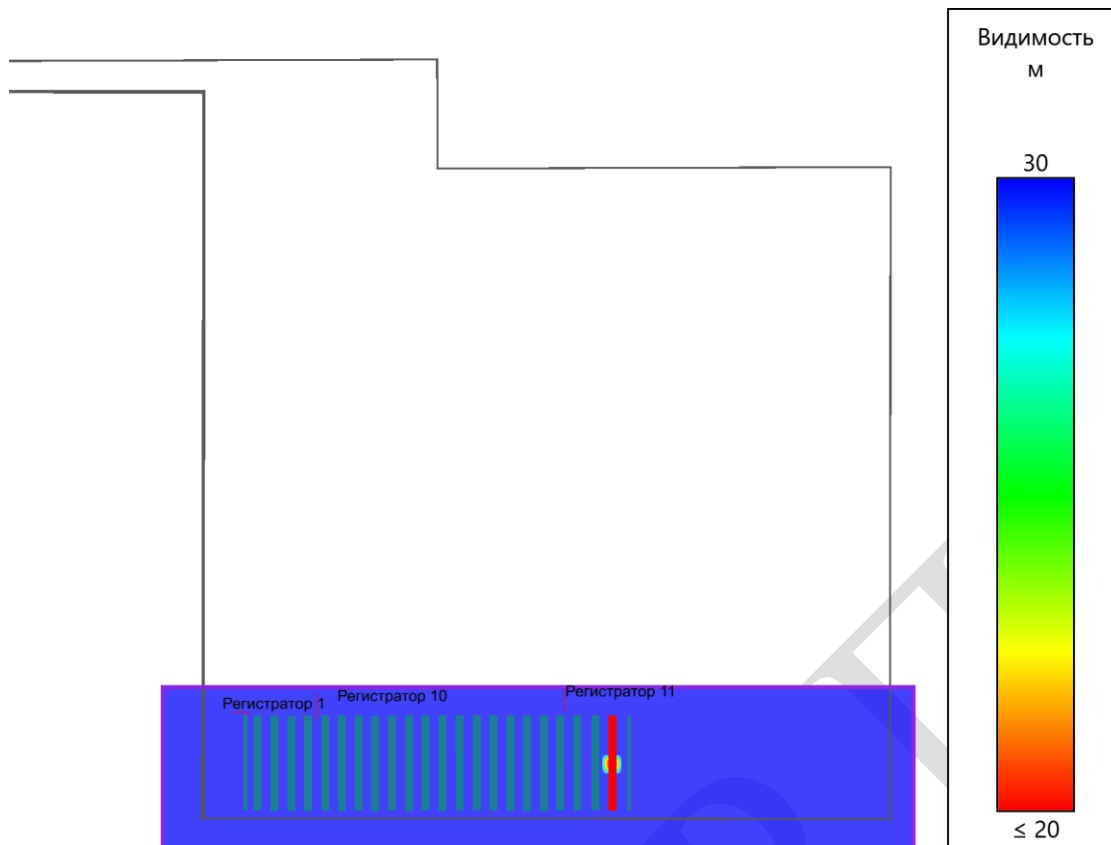


Рисунок 12. Мезанин. Видимость на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 38,6 с.

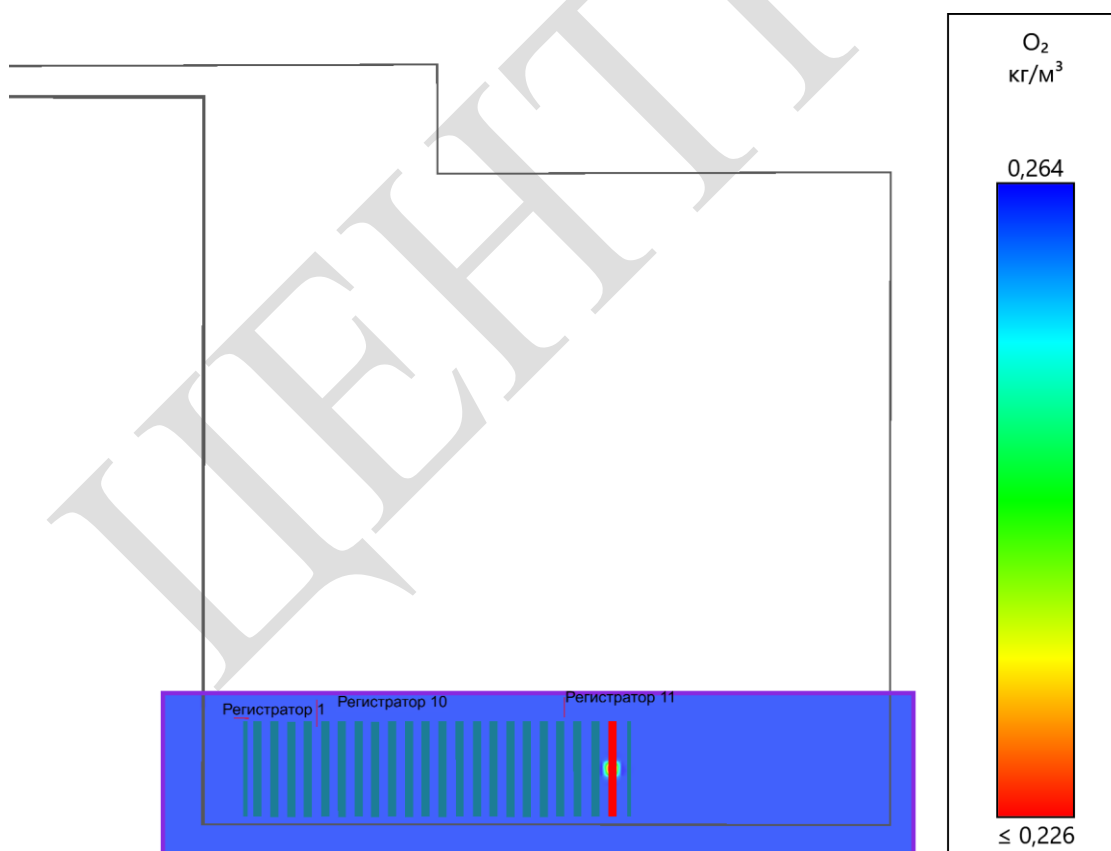


Рисунок 13. Мезанин. O<sub>2</sub> на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 38,6 с.

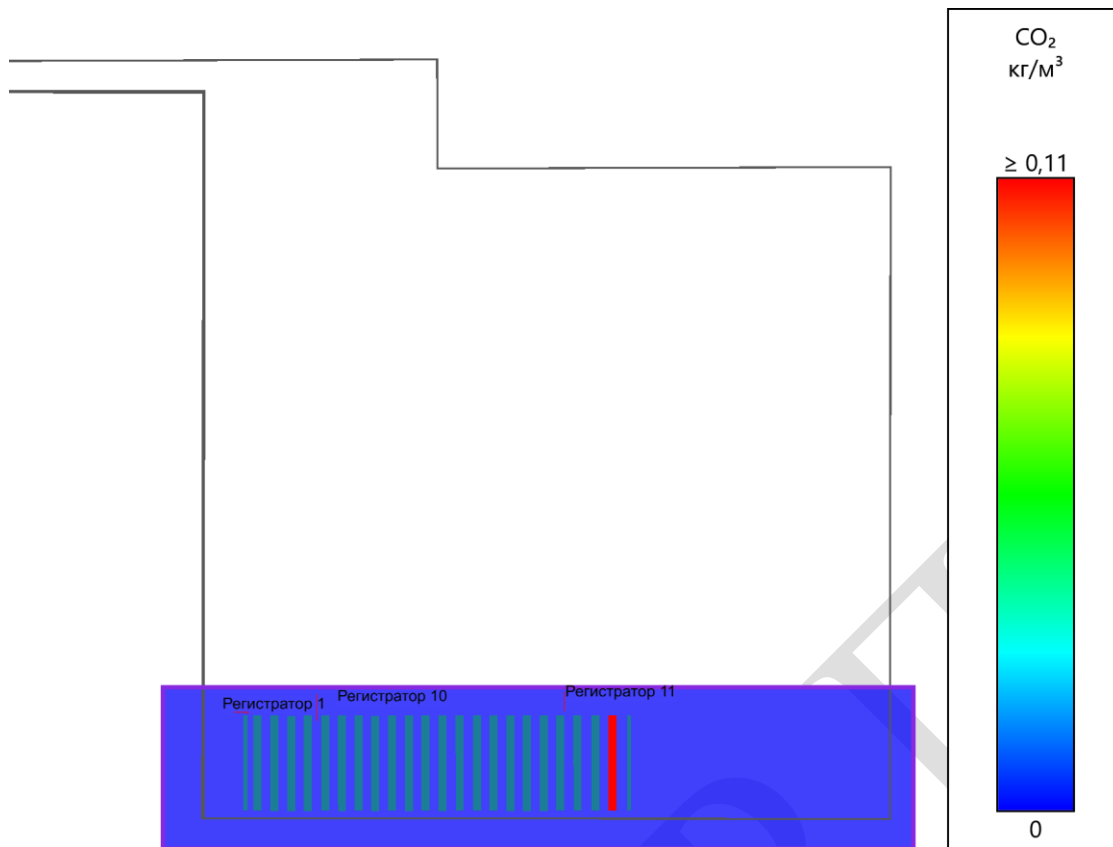


Рисунок 14. Мезанин. CO<sub>2</sub> на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 38,6 с.

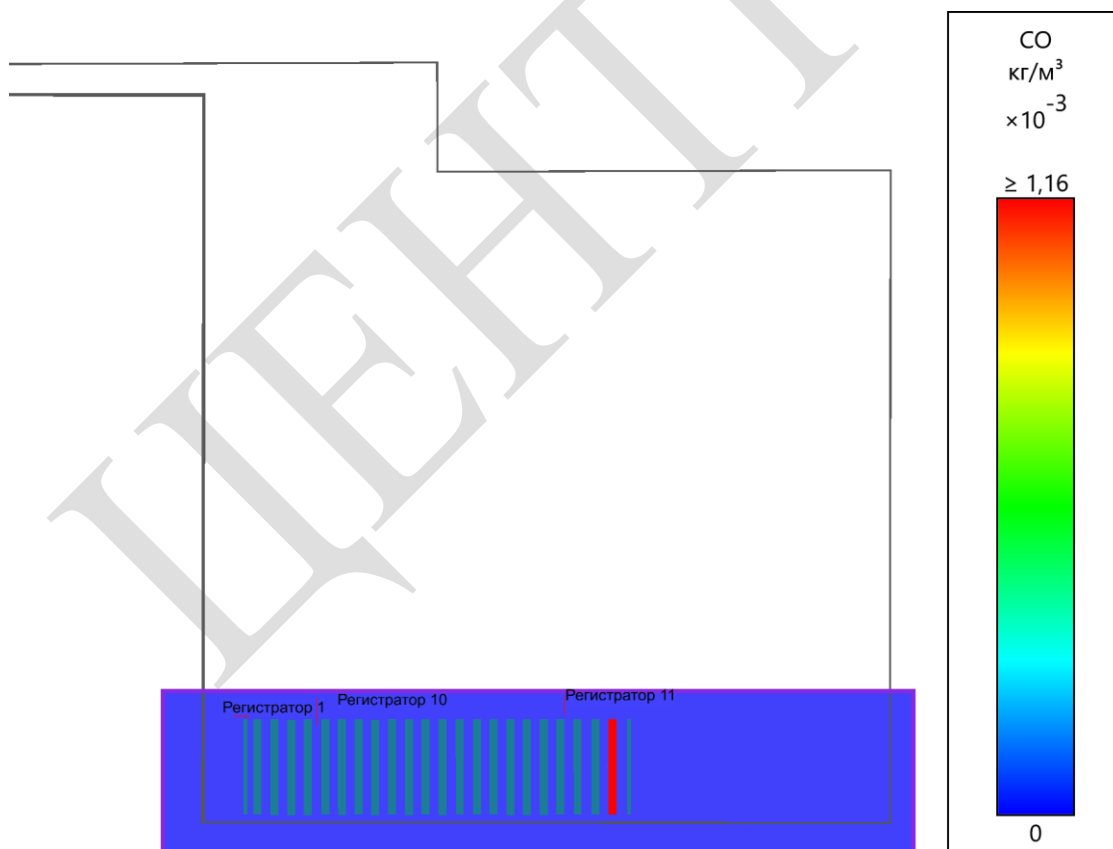


Рисунок 15. Мезанин. CO на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 38,6 с.

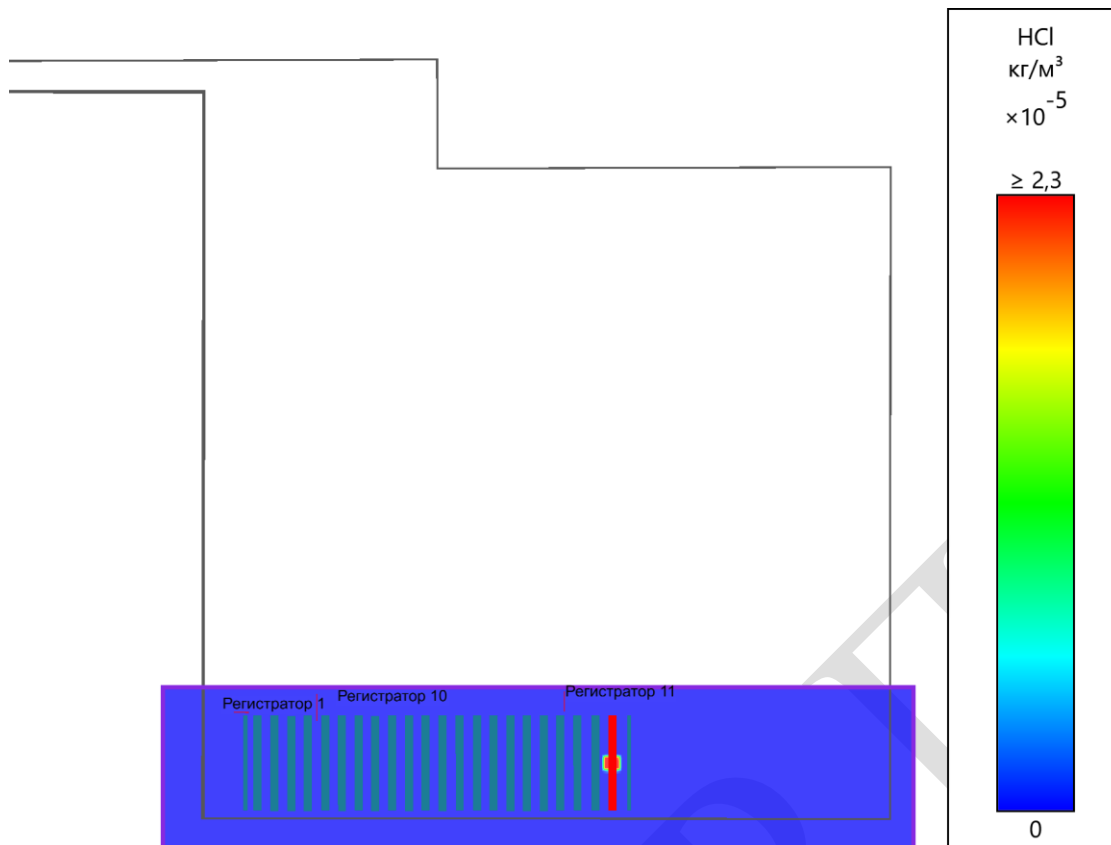
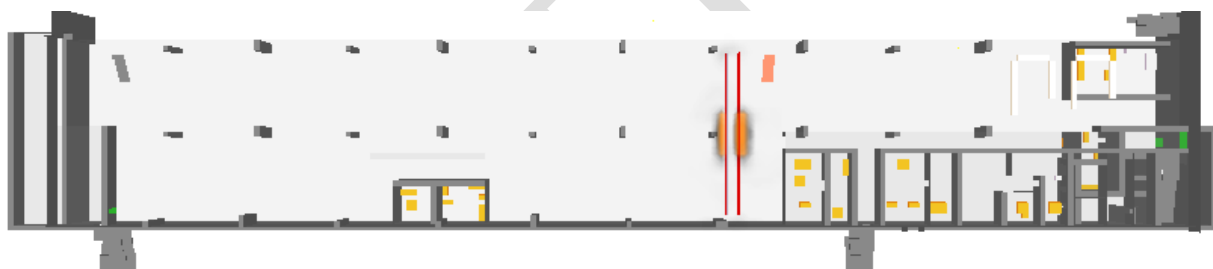


Рисунок 16. Мезанин. HCl на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 38,6 с.



Time: 55.8

Рисунок 17. Антресоль на отм.6,15. Распространение дыма через 55,8 с после начала пожара.



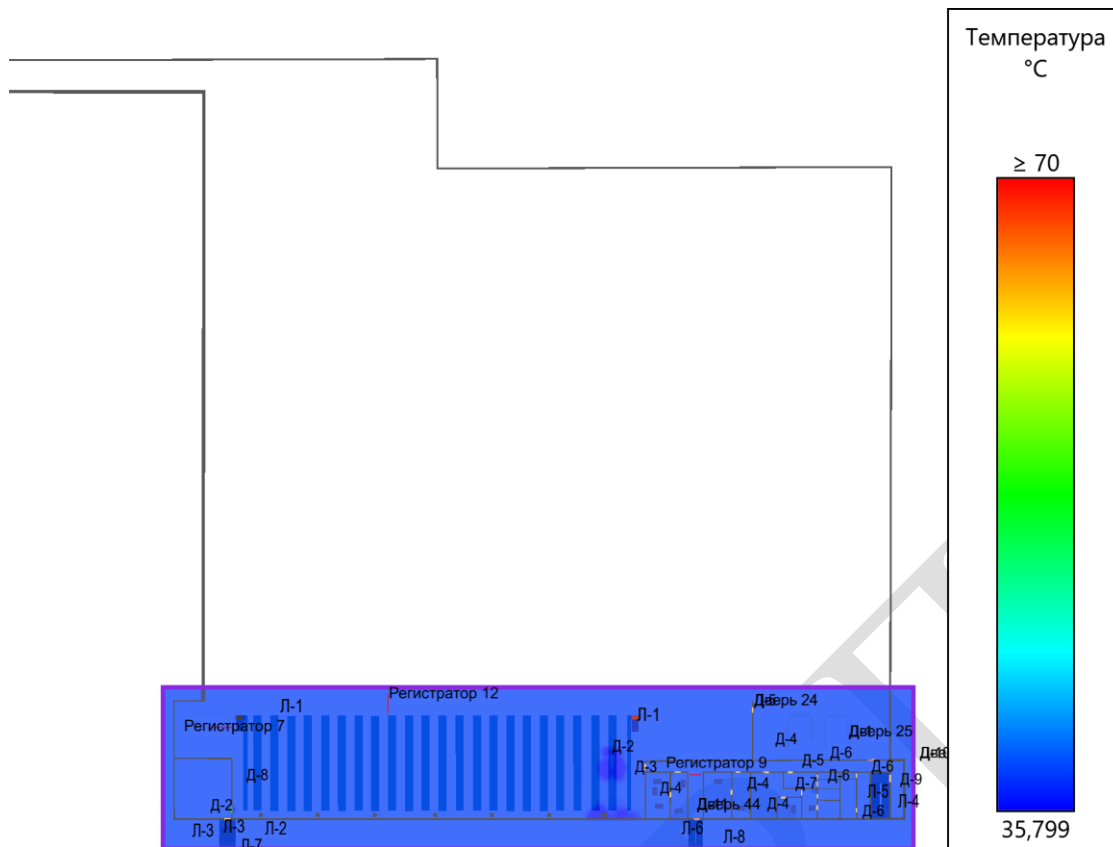


Рисунок 18. Антресоль на отм.6,15. Температура на высоте 1,7 м от уровня этажа.  
 Время: 55,8 с.

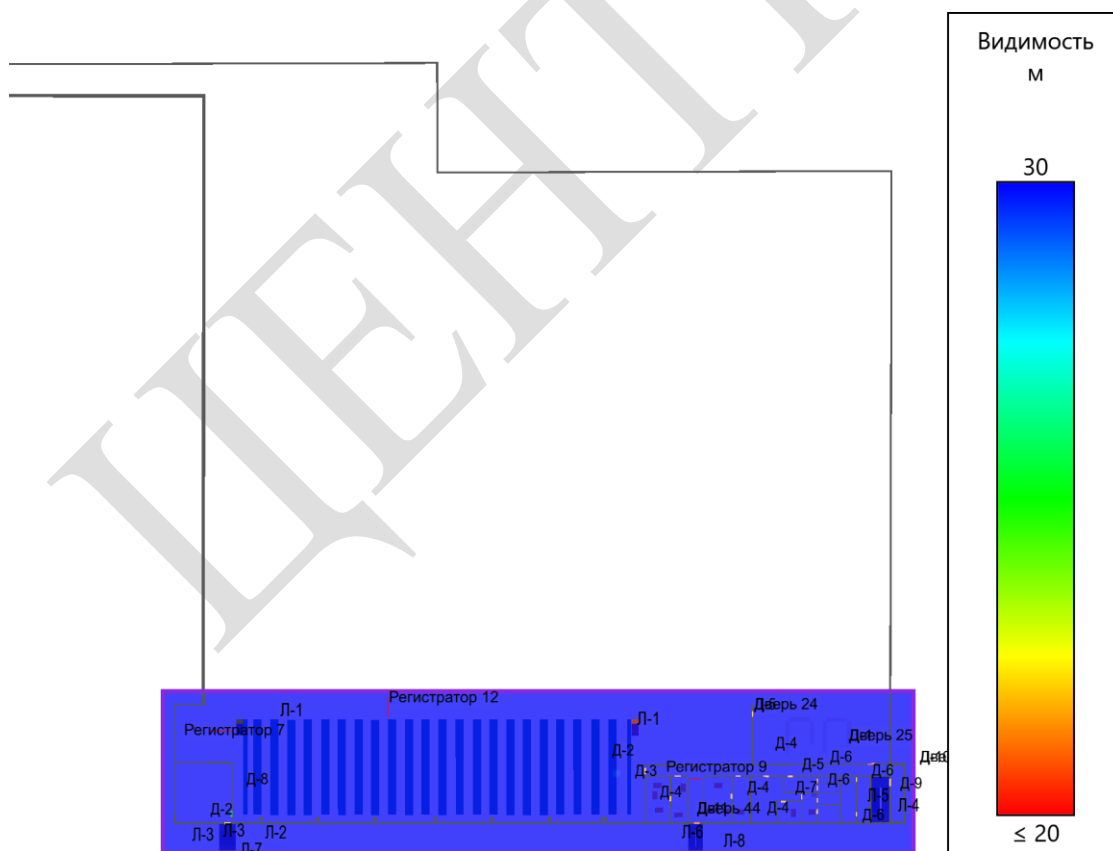


Рисунок 19. Антресоль на отм.6,15. Видимость на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 55,8 с.

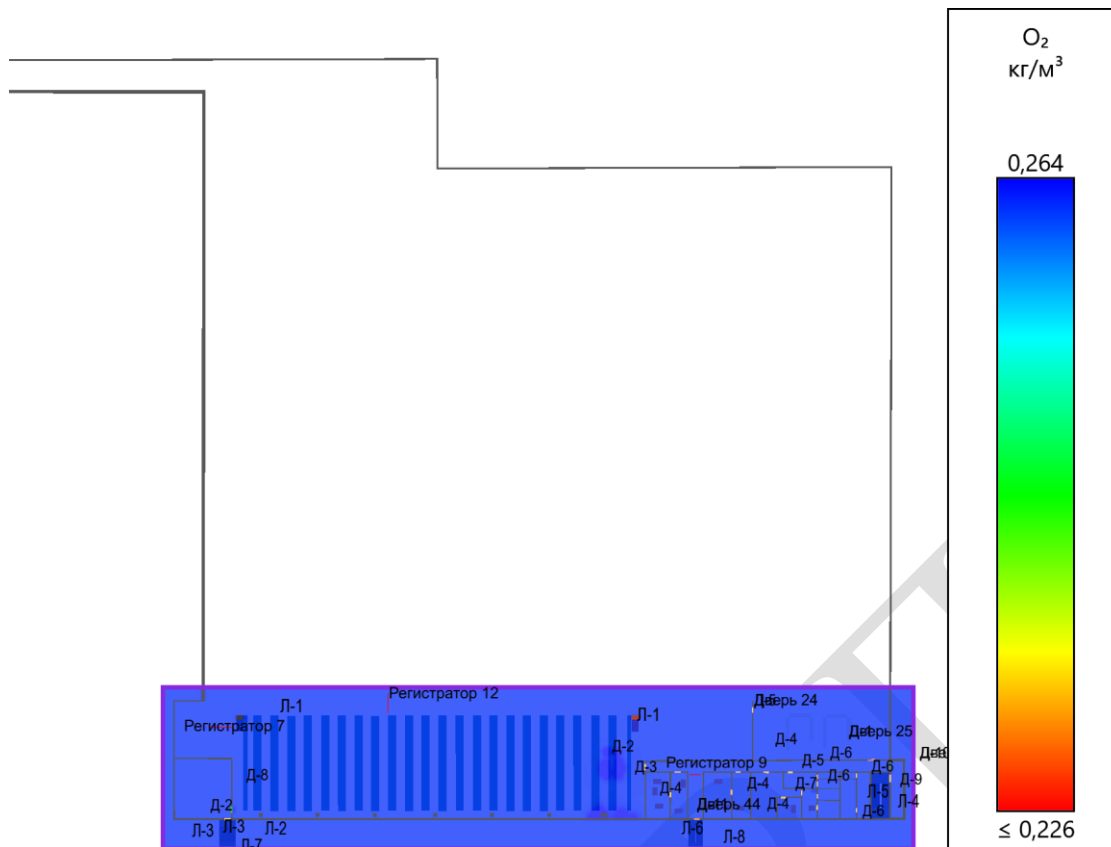


Рисунок 20. Антресоль на отм.6,15.  $O_2$  на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 55,8 с.

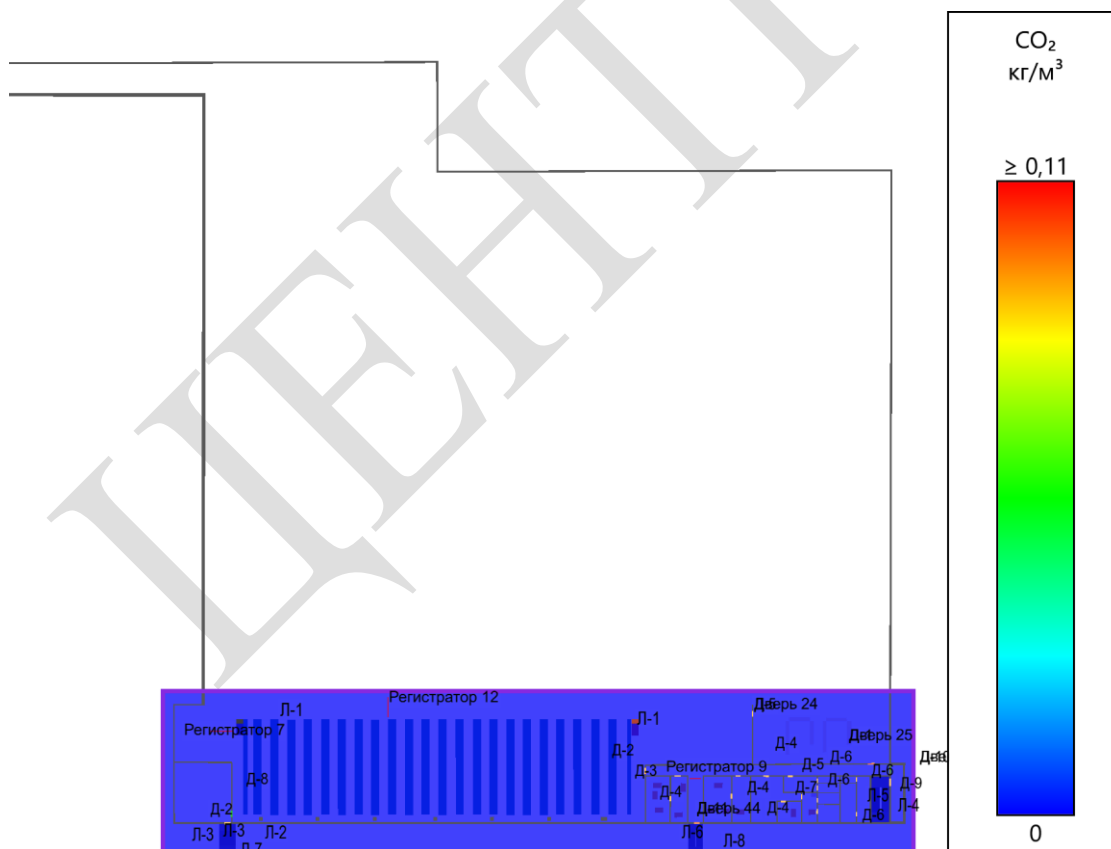


Рисунок 21. Антресоль на отм.6,15.  $CO_2$  на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 55,8 с.

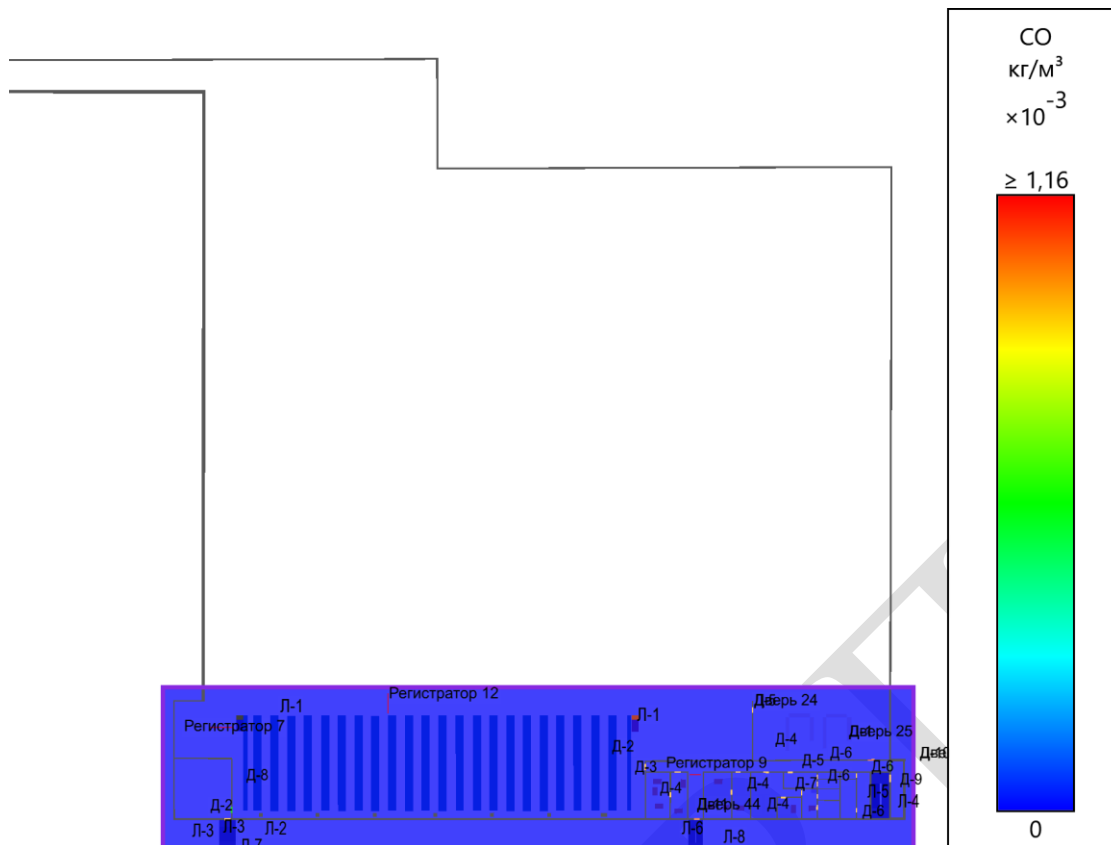


Рисунок 22. Антресоль на отм.6,15. СО на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 55,8 с.

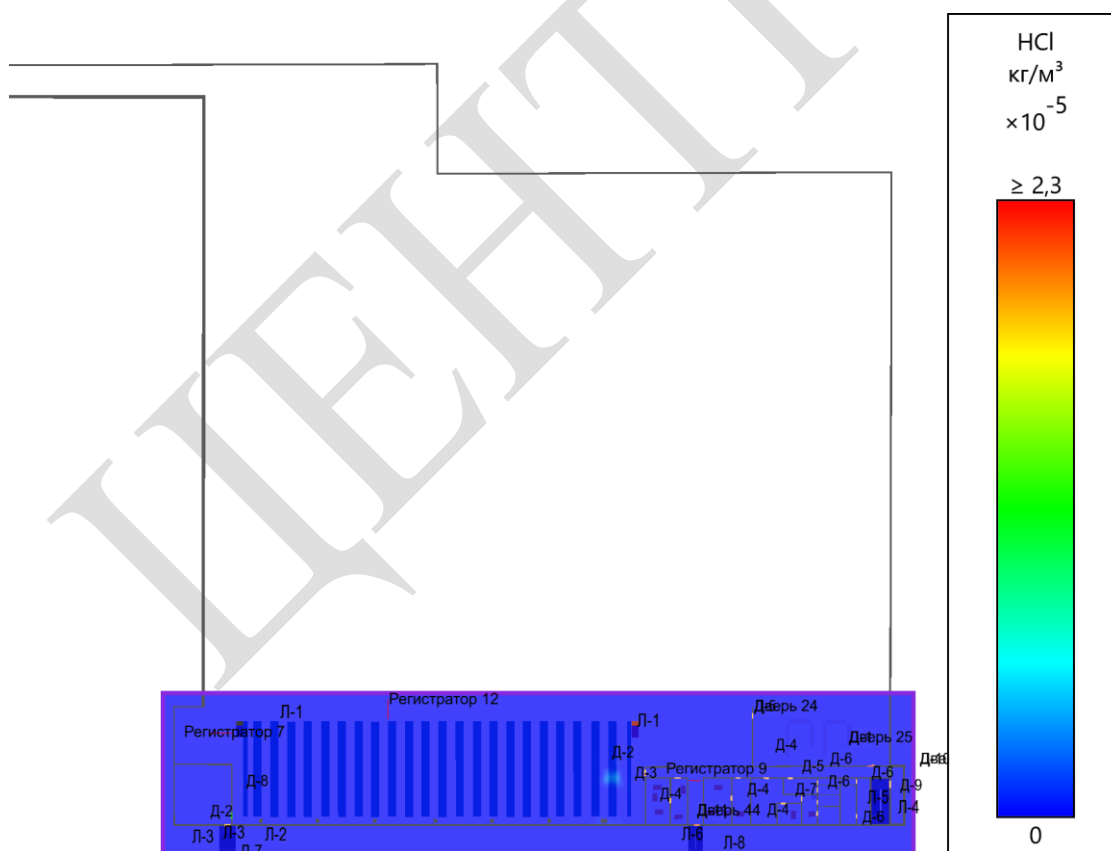


Рисунок 23. Антресоль на отм.6,15. HCl на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 55,8 с.



Time: 55.8



Рисунок 24. Мезанин. Распространение дыма через 55,8 с после начала пожара.

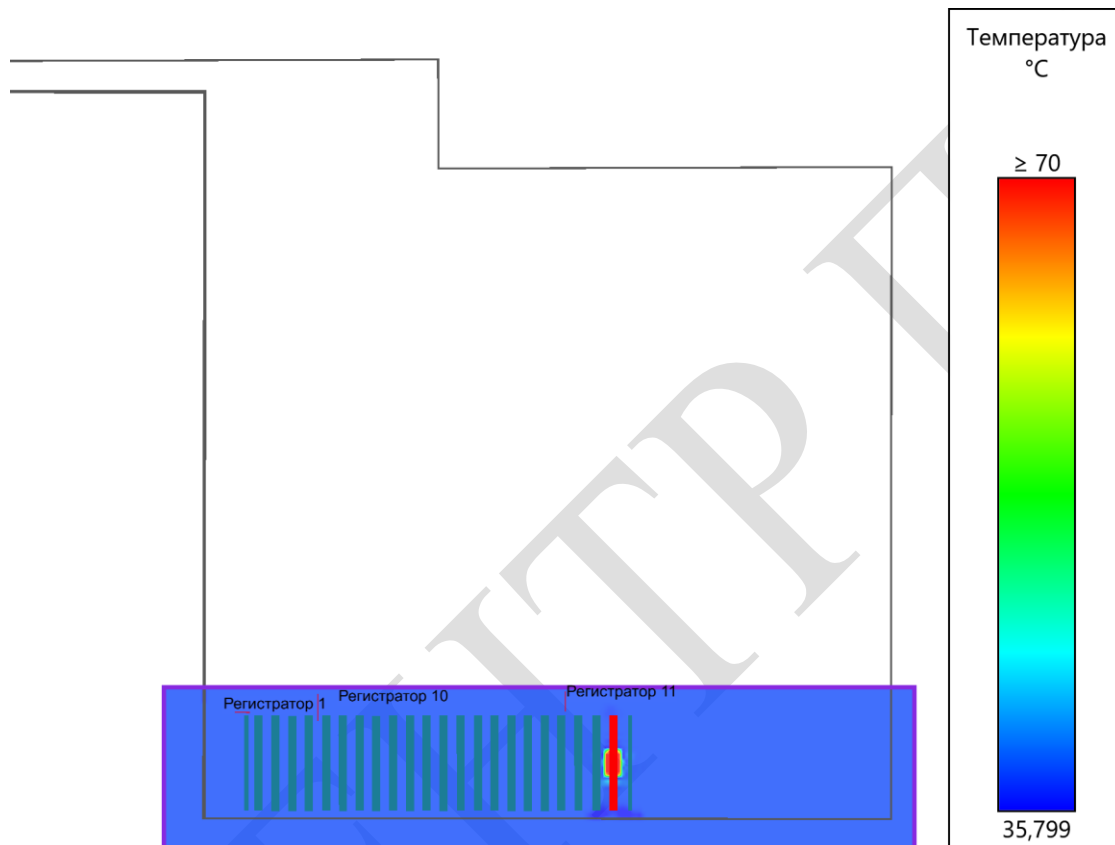


Рисунок 25. Мезанин. Температура на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 55,8 с.

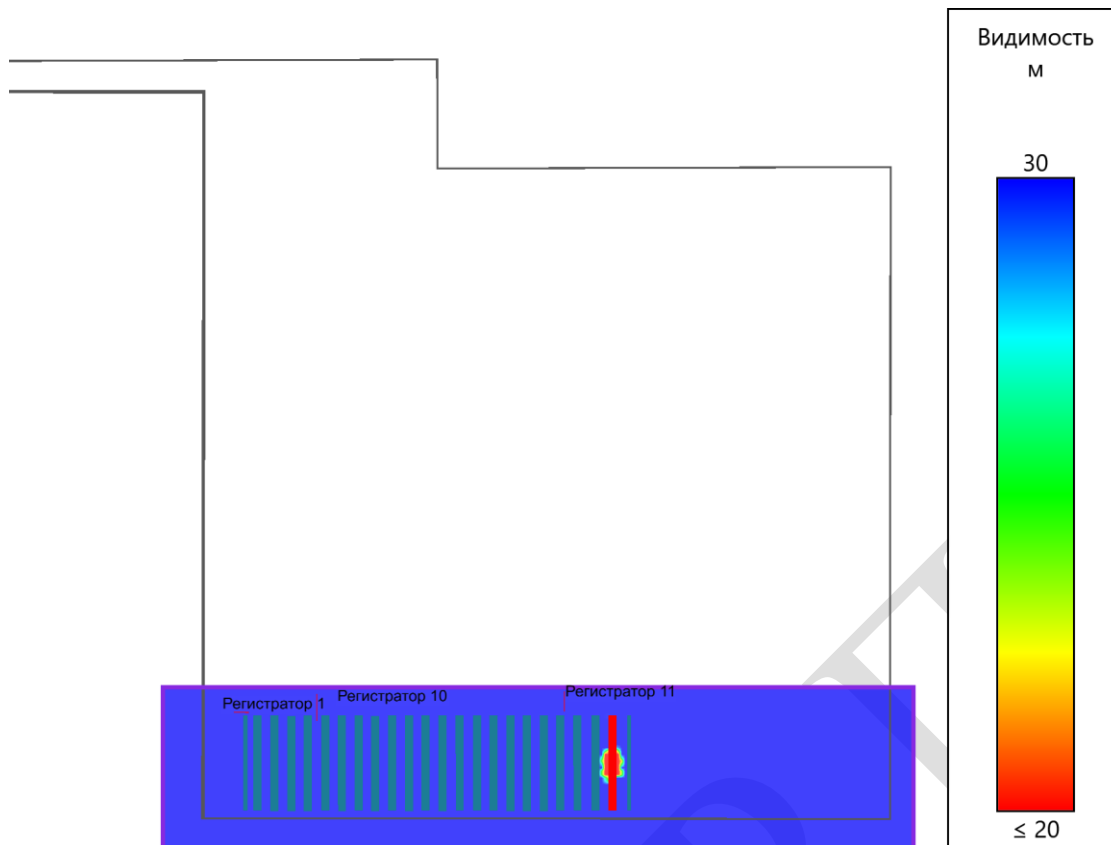


Рисунок 26. Мезанин. Видимость на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 55,8 с.

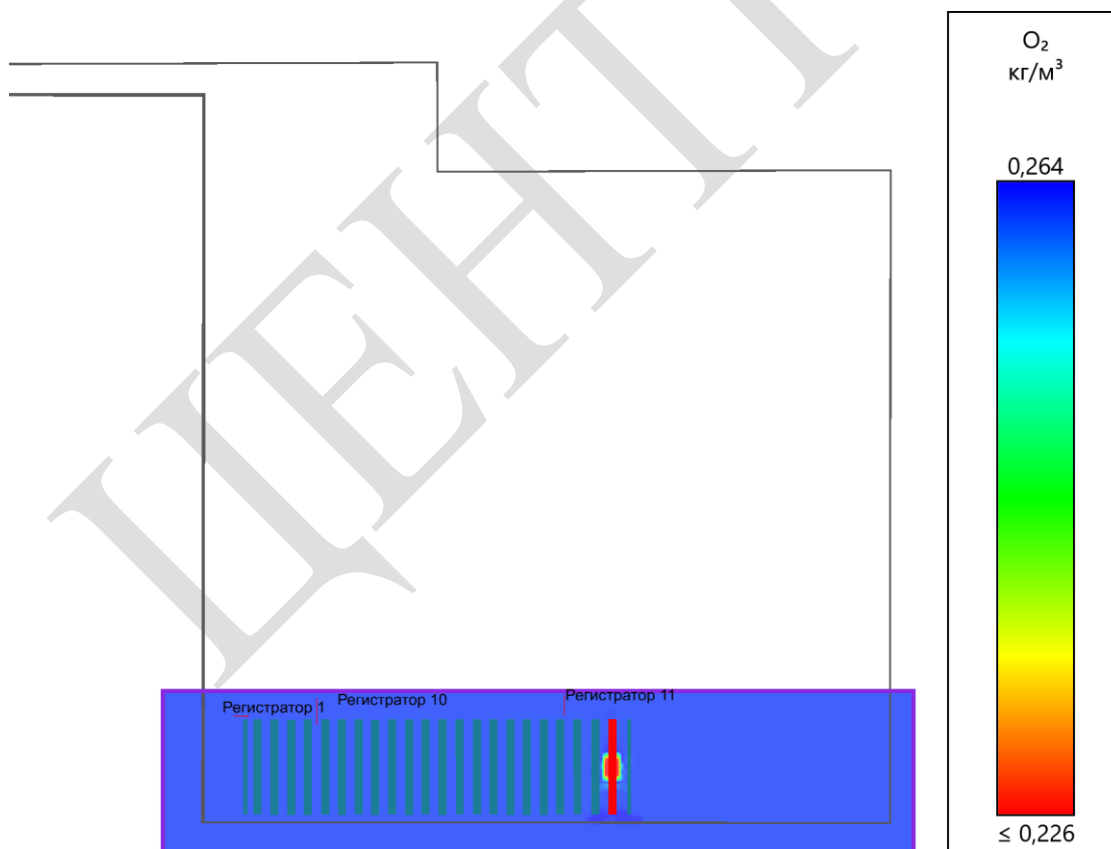


Рисунок 27. Мезанин. O<sub>2</sub> на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 55,8 с.

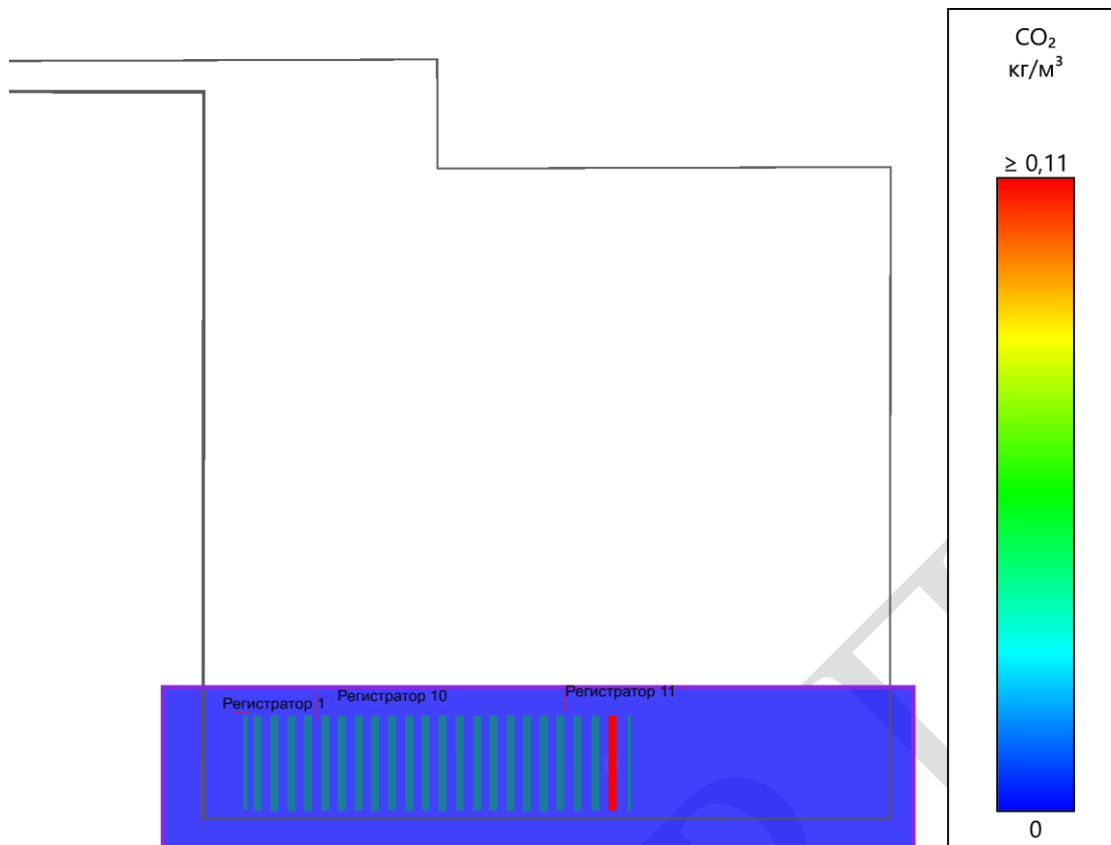


Рисунок 28. Мезанин. CO<sub>2</sub> на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 55,8 с.

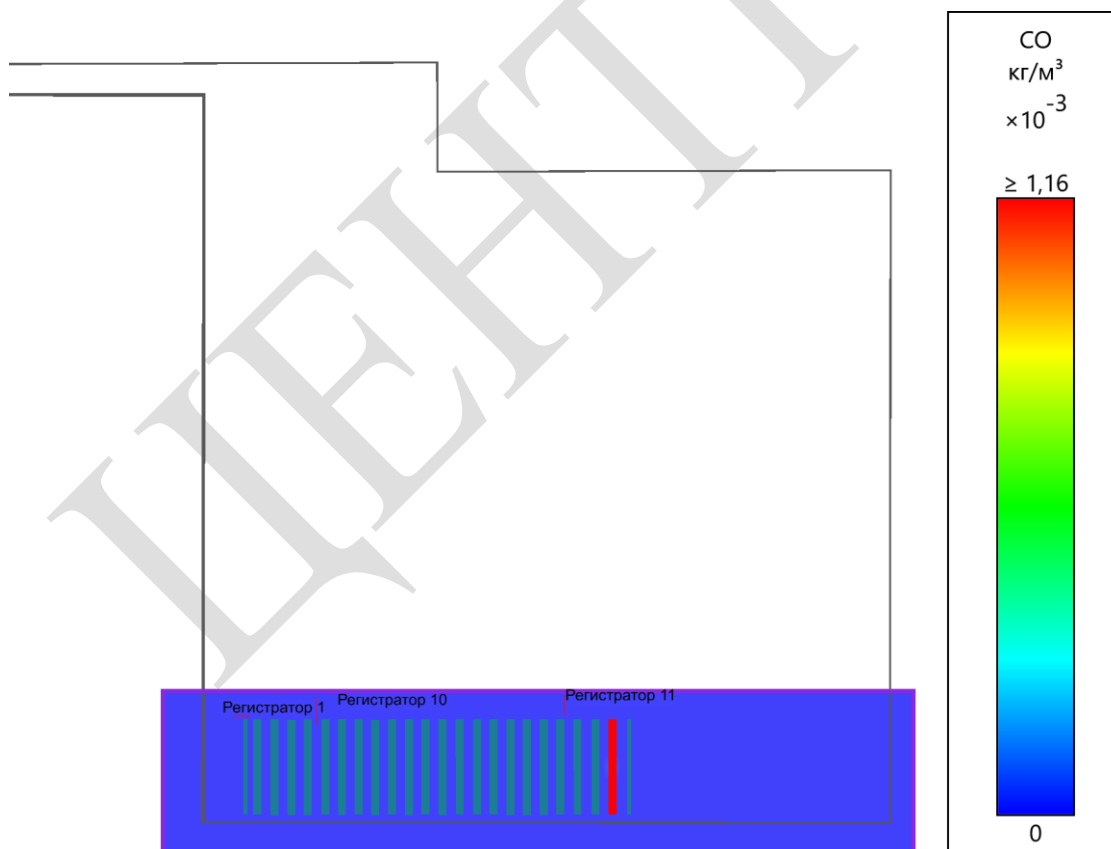


Рисунок 29. Мезанин. CO на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 55,8 с.

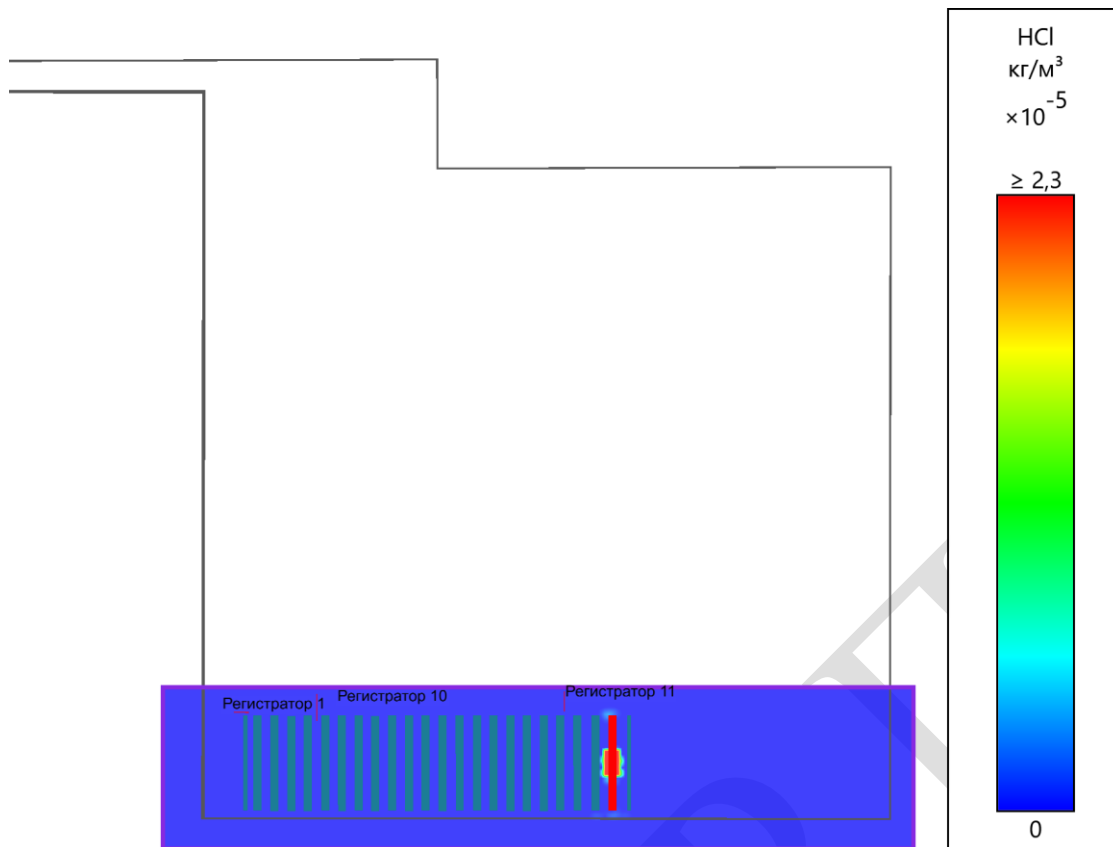
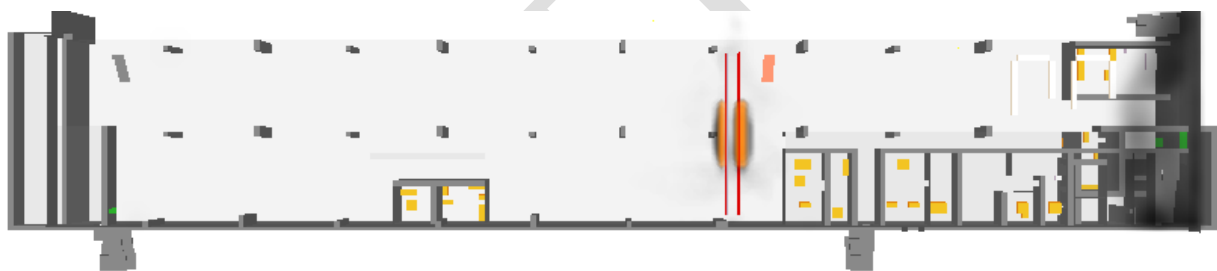


Рисунок 30. Мезанин. HCl на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 55,8 с.



Time: 72.8

Рисунок 31. Антресоль на отм.6,15. Распространение дыма через 72,8 с после начала пожара.





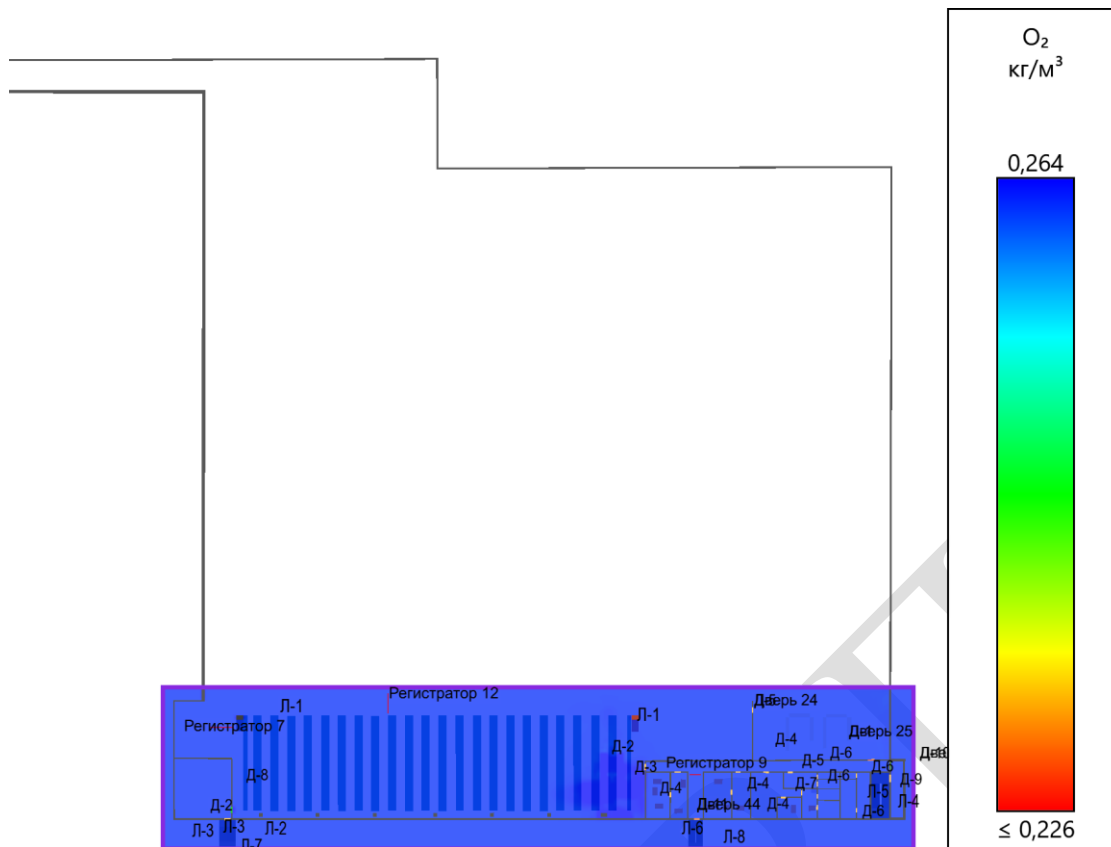


Рисунок 34. Антресоль на отм.6,15.  $O_2$  на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 72,8 с.

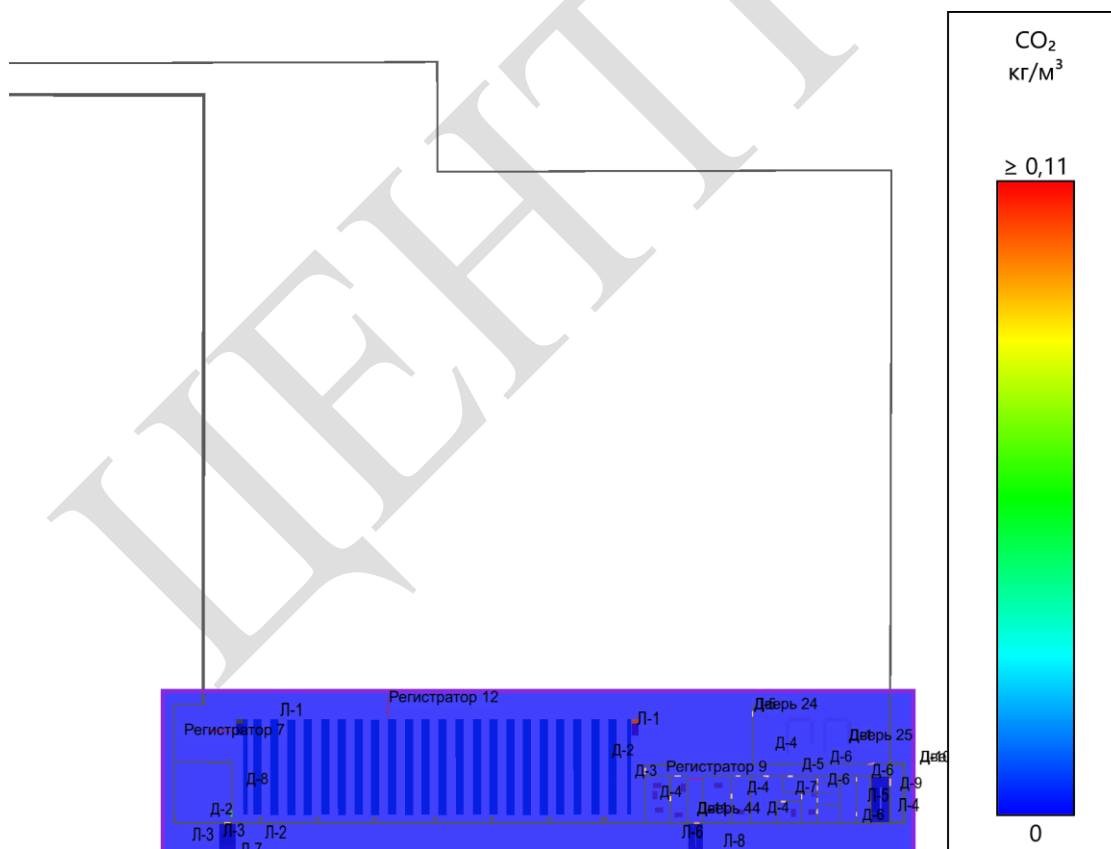


Рисунок 35. Антресоль на отм.6,15.  $CO_2$  на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 72,8 с.

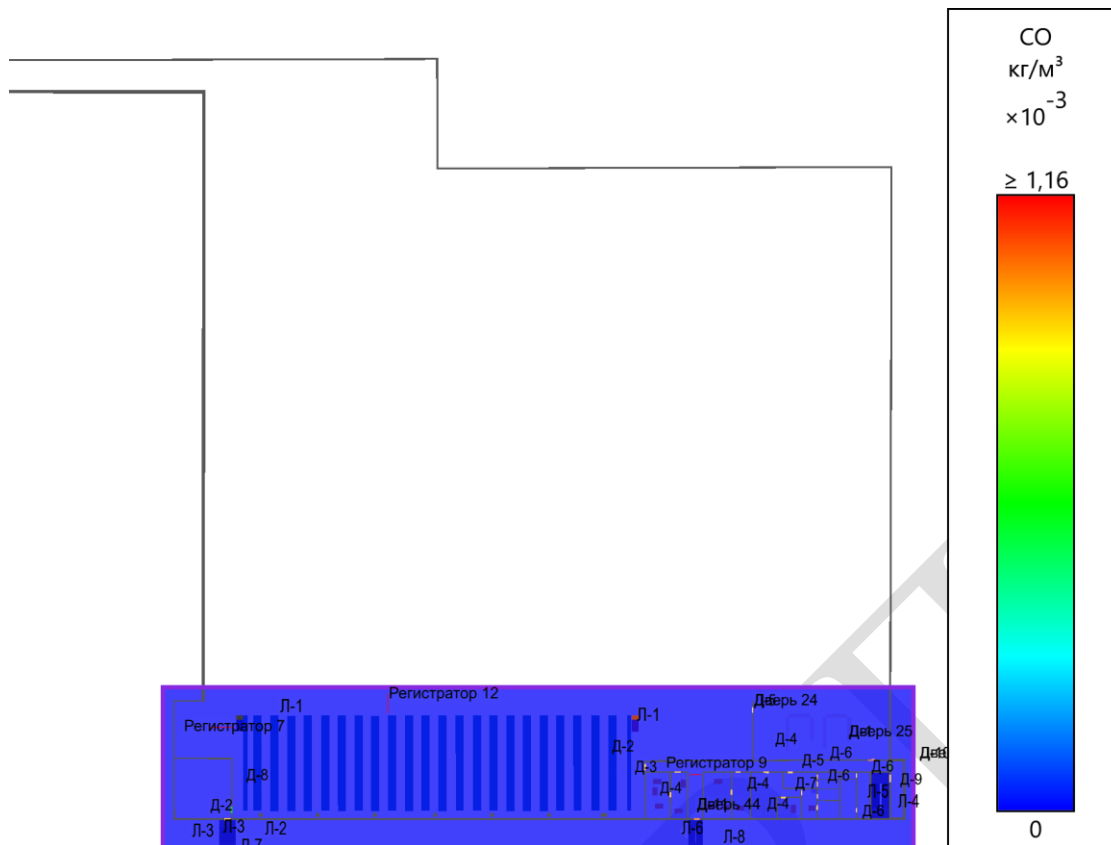


Рисунок 36. Антресоль на отм.6,15. СО на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 72,8 с.

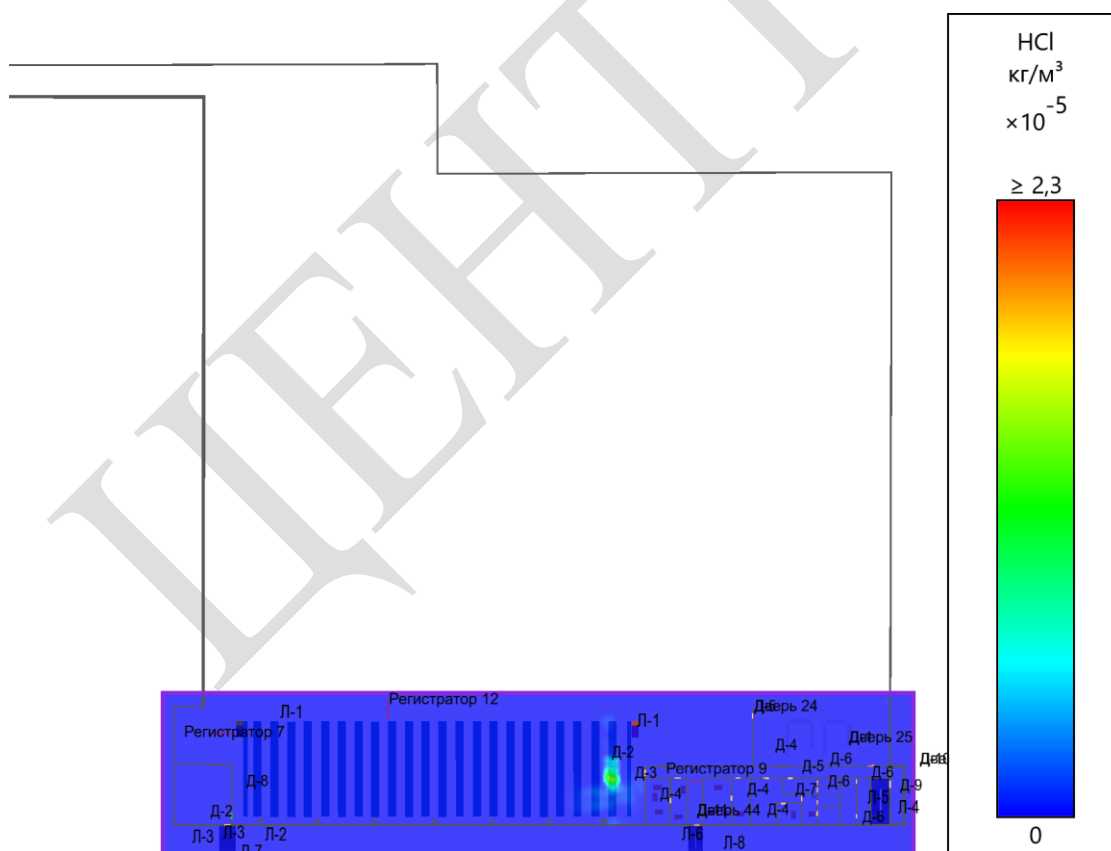


Рисунок 37. Антресоль на отм.6,15. HCl на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 72,8 с.



Time: 72.8



Рисунок 38. Мезанин. Распространение дыма через 72,8 с после начала пожара.

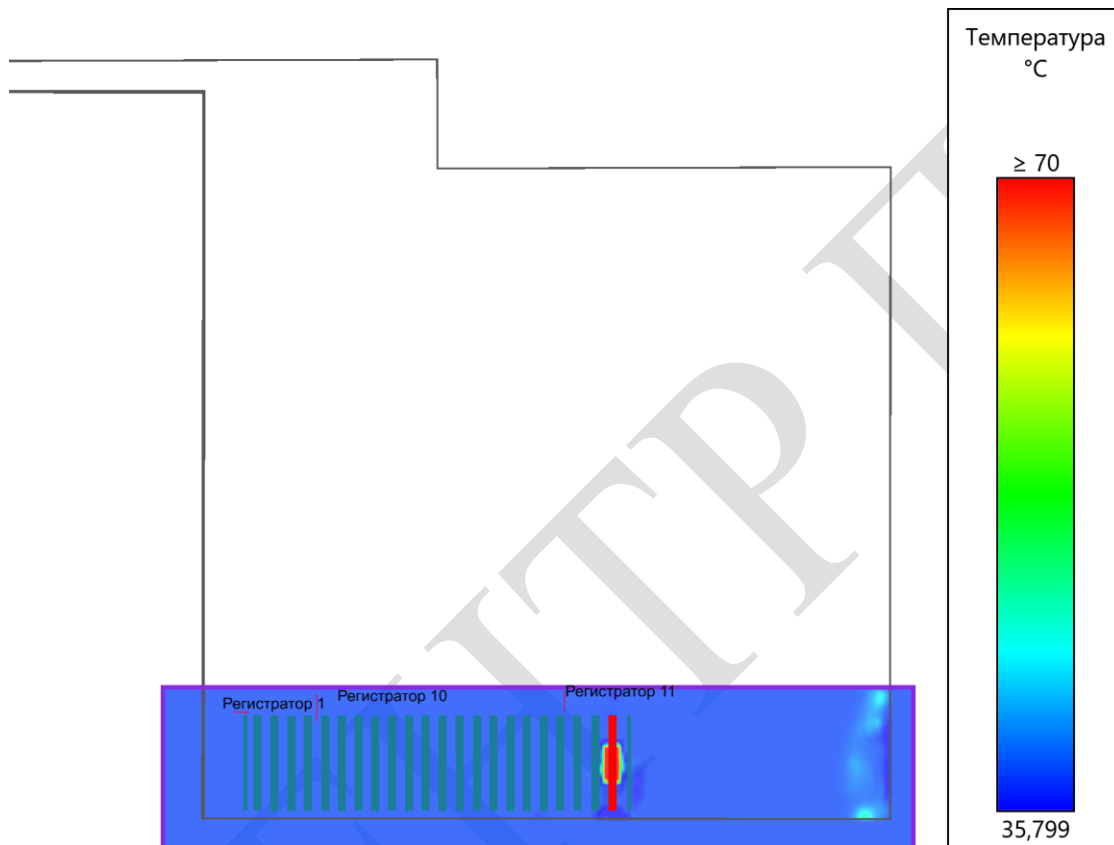


Рисунок 39. Мезанин. Температура на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 72,8 с.

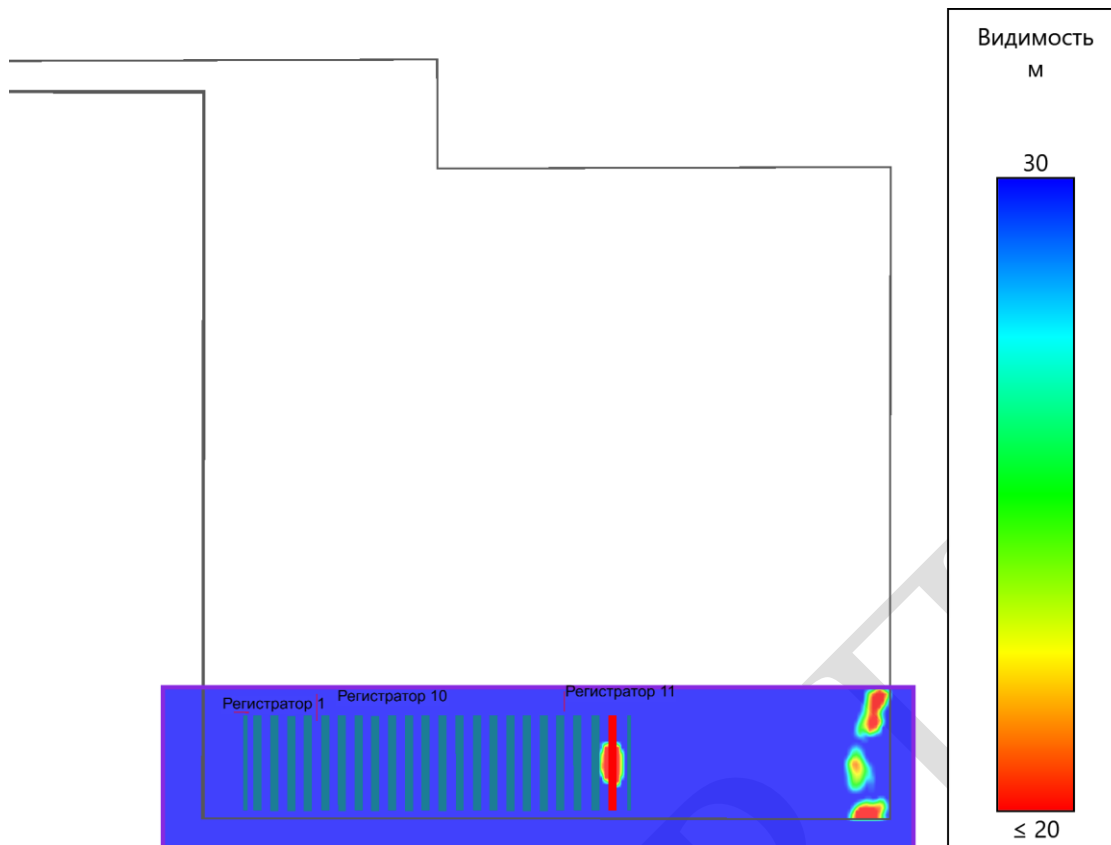


Рисунок 40. Мезанин. Видимость на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 72,8 с.

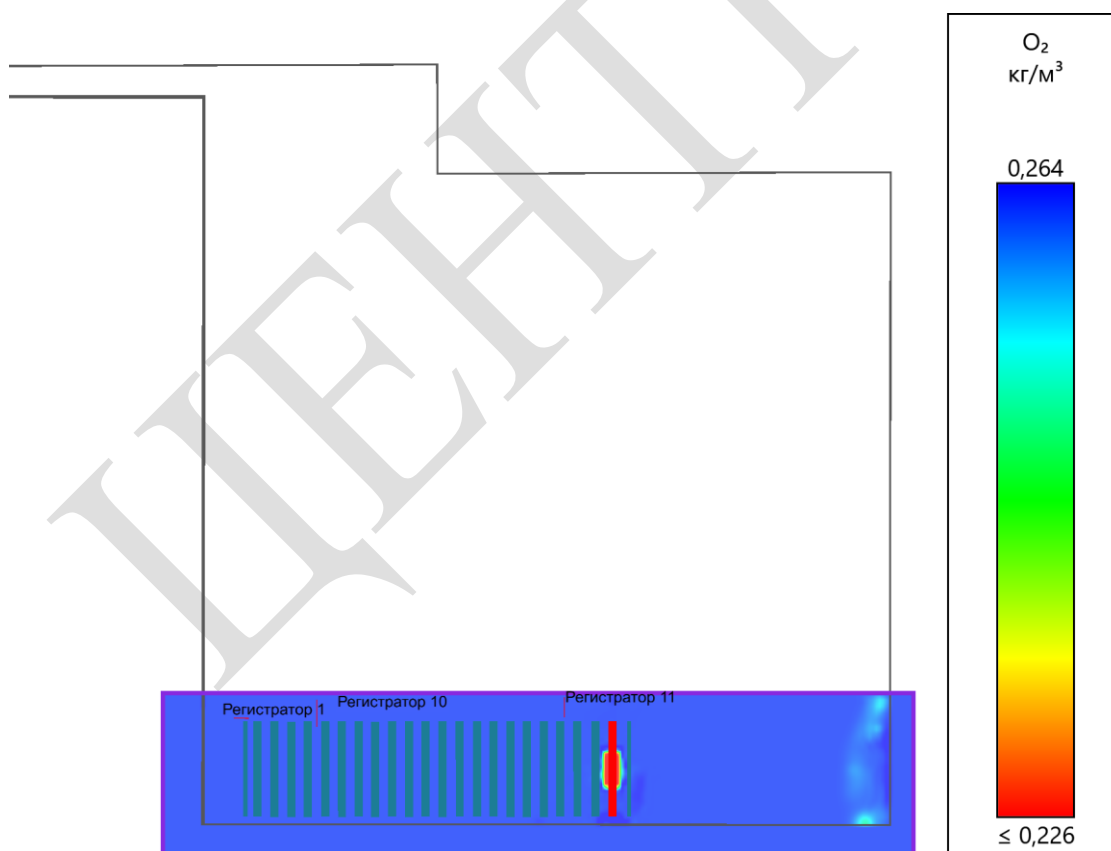


Рисунок 41. Мезанин.  $O_2$  на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 72,8 с.

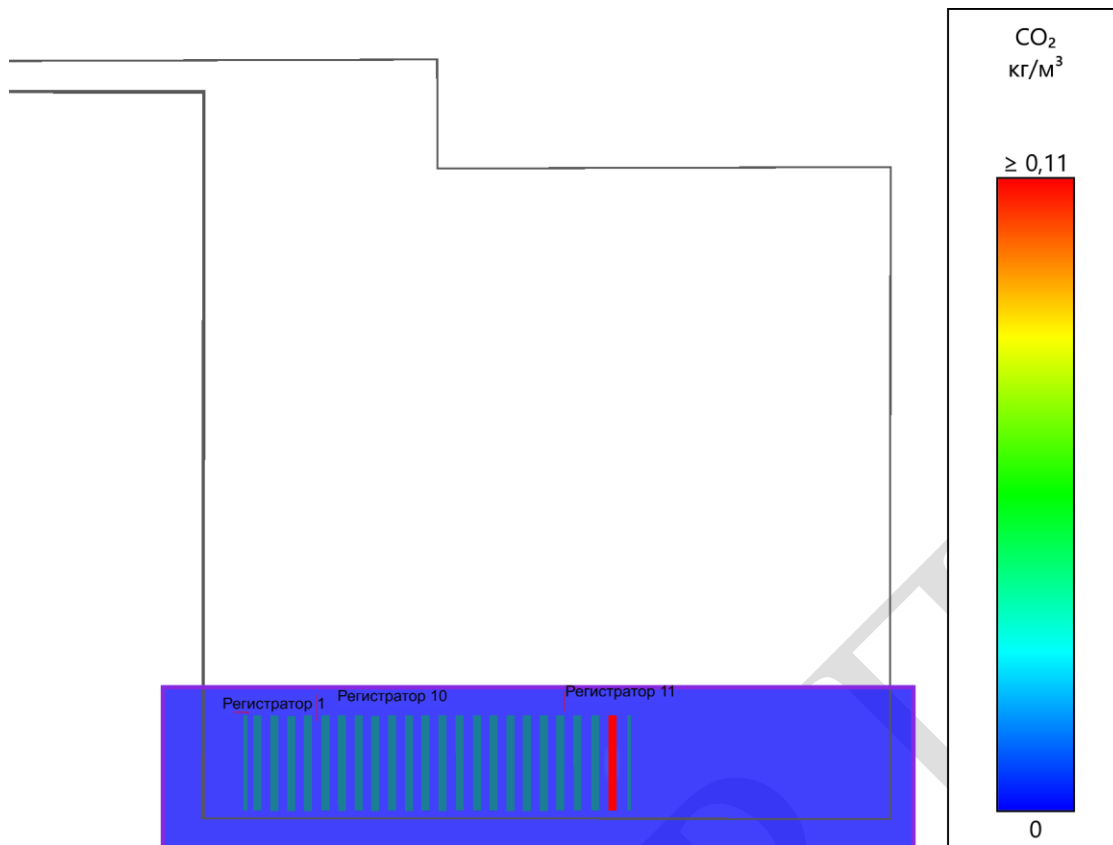


Рисунок 42. Мезанин. CO<sub>2</sub> на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 72,8 с.

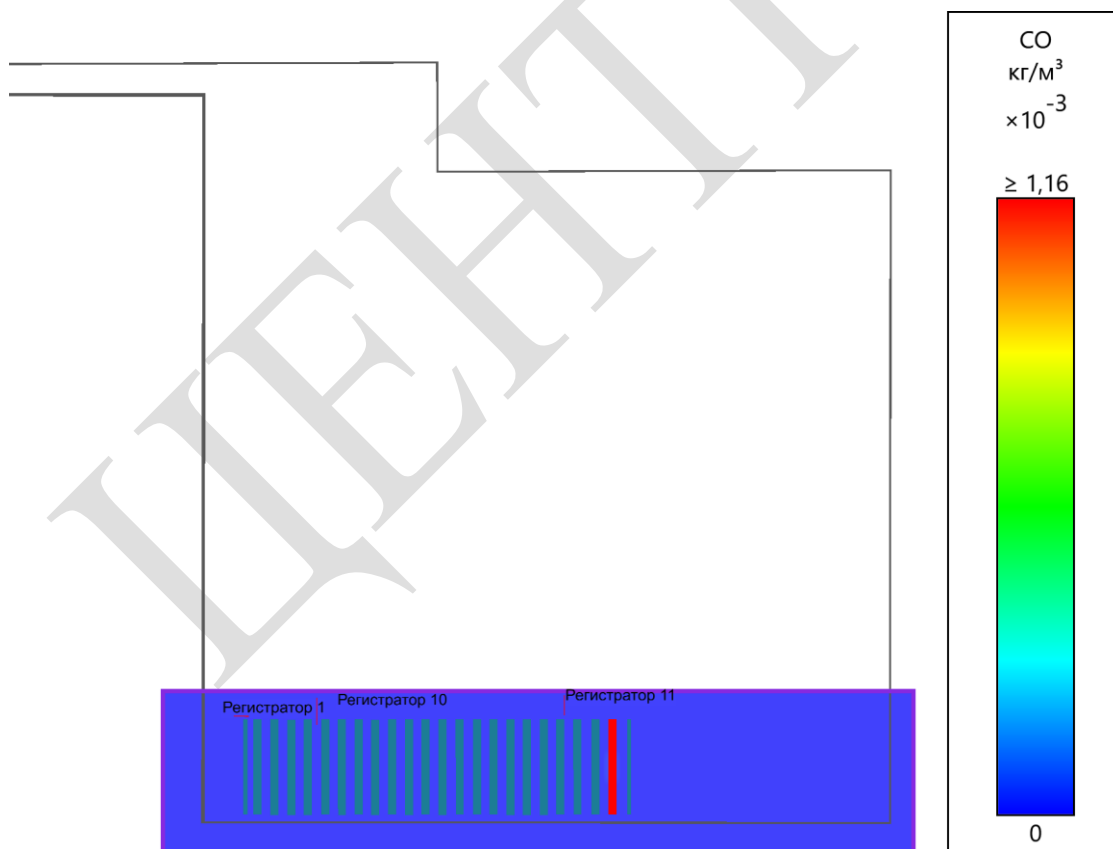


Рисунок 43. Мезанин. CO на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 72,8 с.

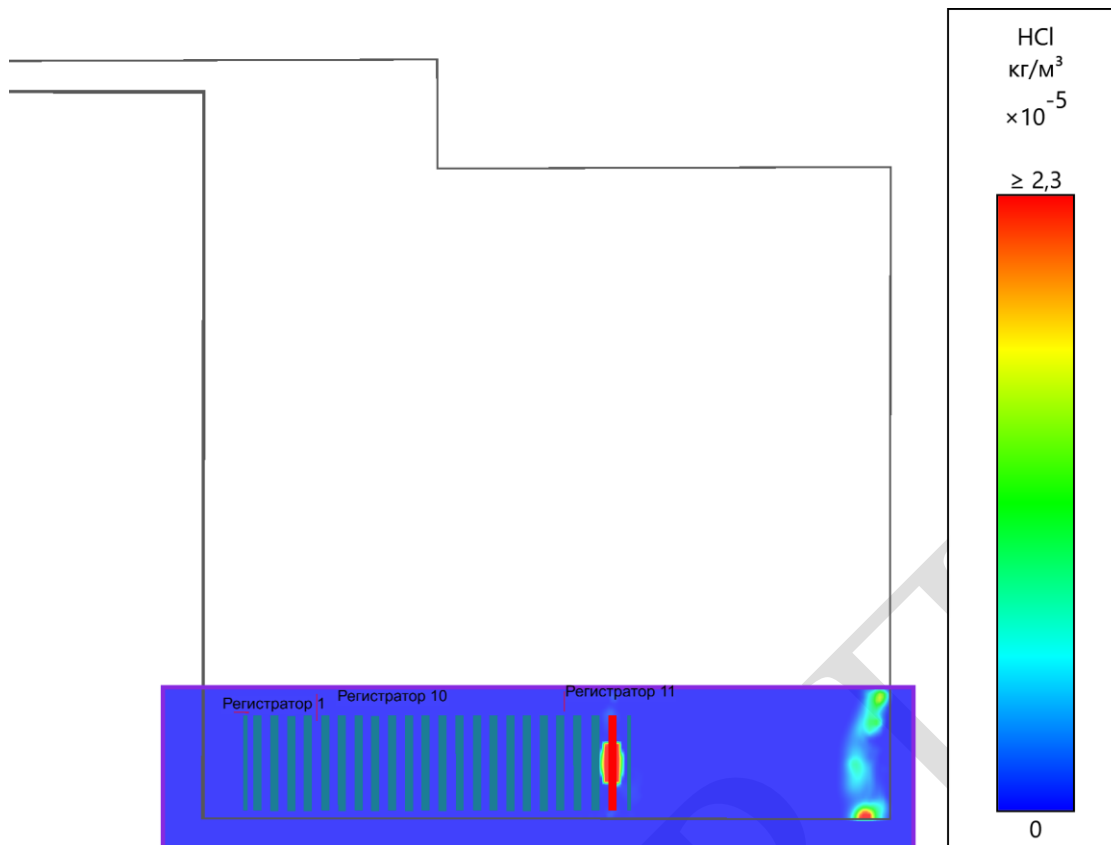


Рисунок 44. Мезанин. HCl на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 72,8 с.

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

Время блокирования регистраторов

Расположение	Наименование	Время блокирования по каждому ОФП, с						
		Температура	Видимость	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO	HC I	Тепловой поток
Антресоль на отм.6,15								
Вне помещений	Дверь 24	>200	>200	>200	>200	>200	>200	71,5
	Дверь 25	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200
	Дверь 42	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200
	Дверь 44	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200
	Регистратор 12	>200	>200	>200	>200	>200	>200	124
	Регистратор 7	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200
	Регистратор 9	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200
Мезанин								
Вне помещений	Регистратор 1	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200
	Регистратор 10	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200
	Регистратор 11	>200	>200	>200	>200	>200	>200	60,9

### Результаты моделирования процесса развития пожара

Для измерения опасных факторов пожара на путях эвакуации установлены регистраторы. Измерение опасных факторов пожара осуществляется в нескольких контрольных точках, расположенных на регистраторе (1 контрольная точка на 1 метр регистратора). В каждой контрольной точке измеряются все опасные факторы пожара

(температура, видимость, тепловой поток, концентрации кислорода, оксида углерода, диоксида углерода и хлористого водорода).

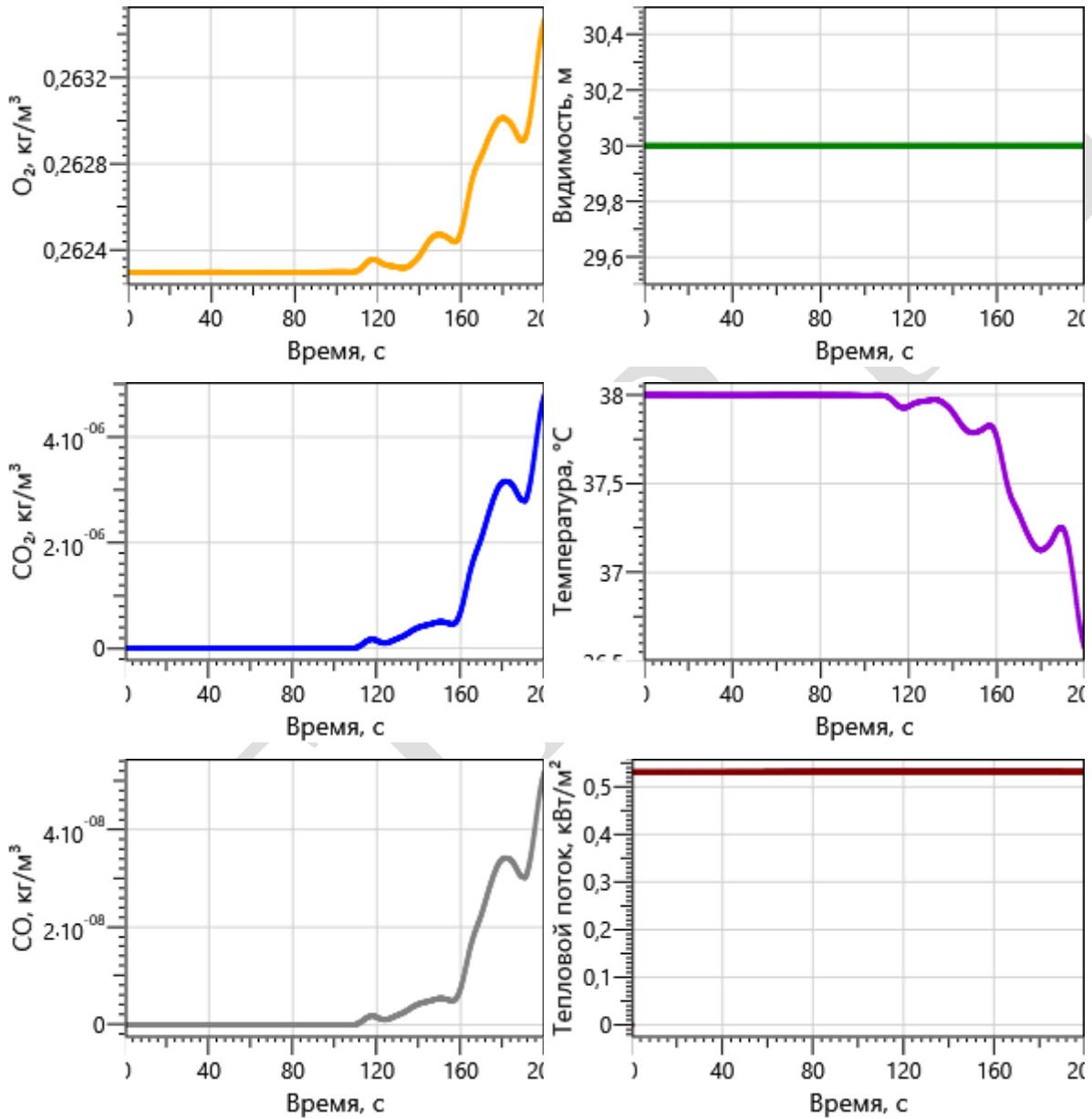
Использованные на графиках обозначения:

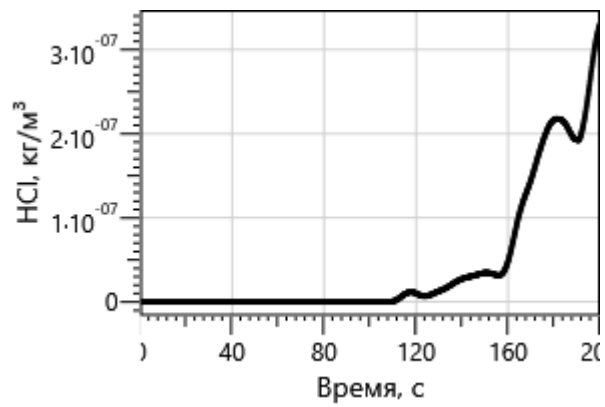
- - критическое значение ОФП

### Сценарий 3

Антресоль на отм.6,15

Регистратор 9 (точка «Регистратор 9\_1»)

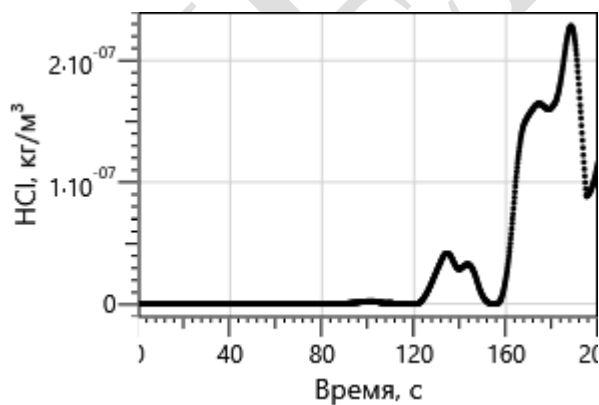
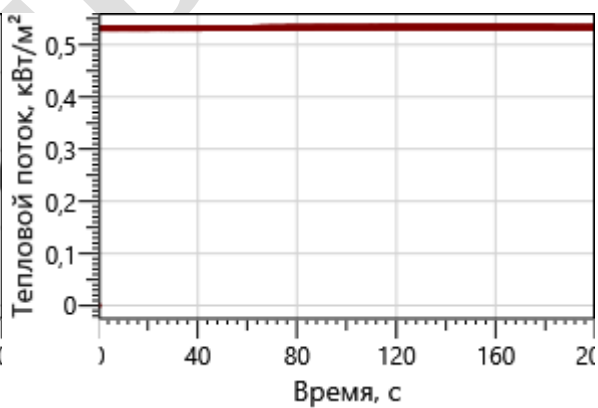
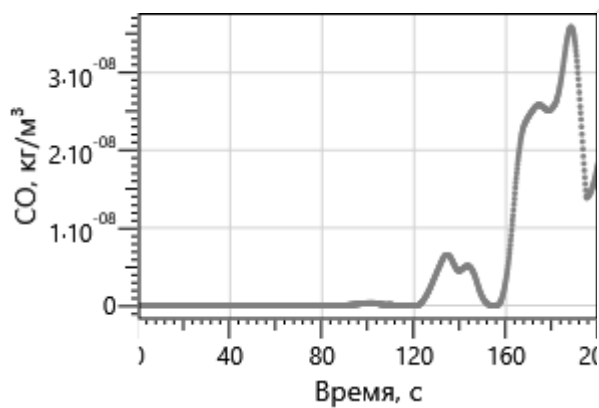
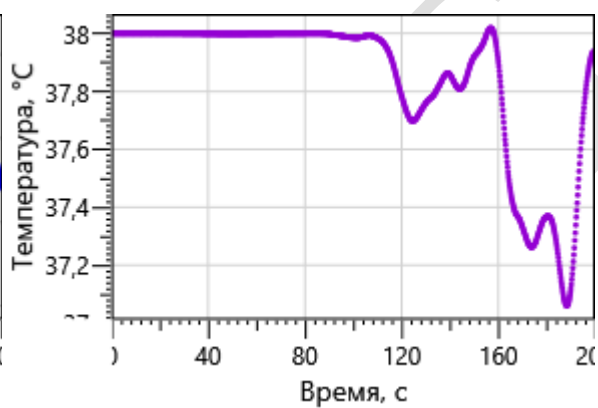
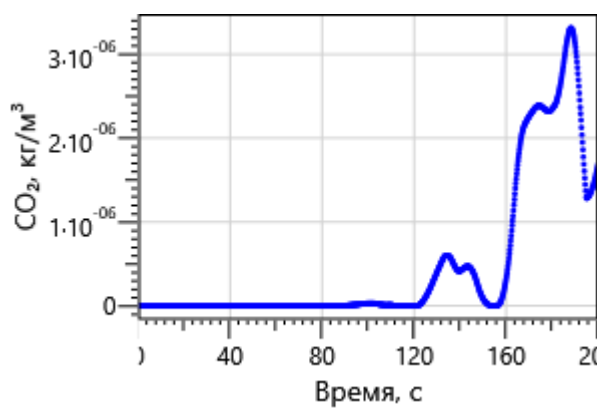
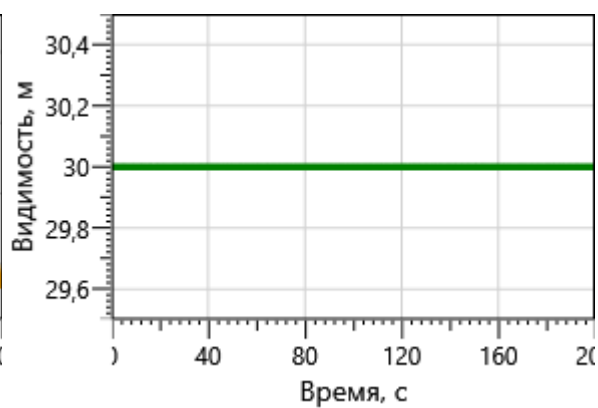
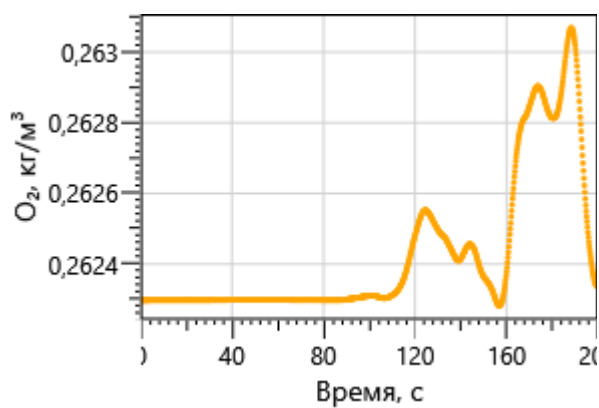




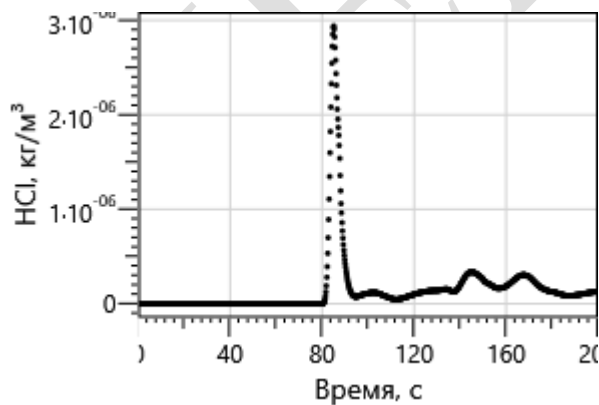
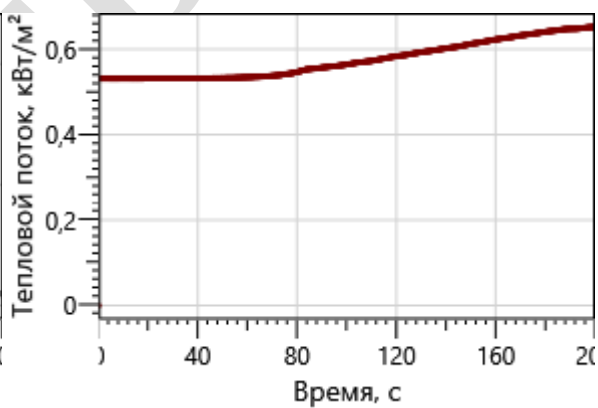
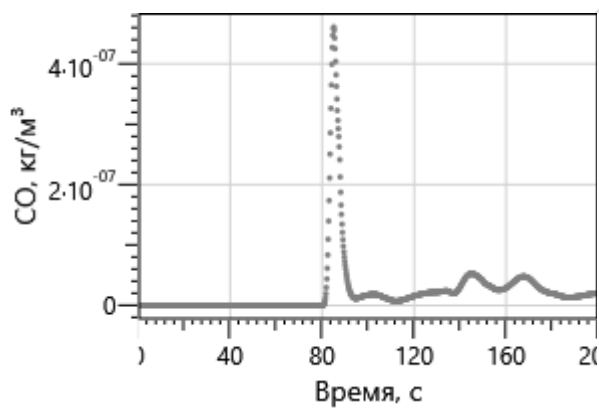
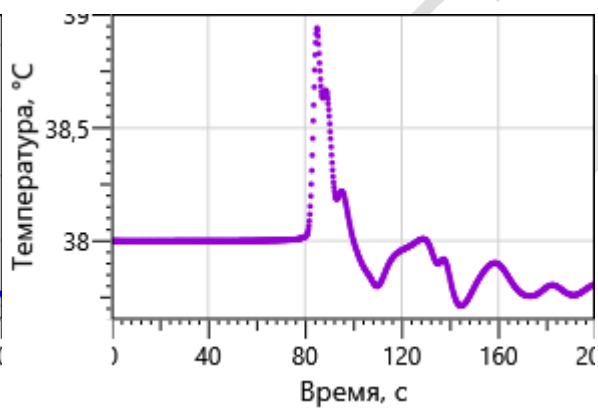
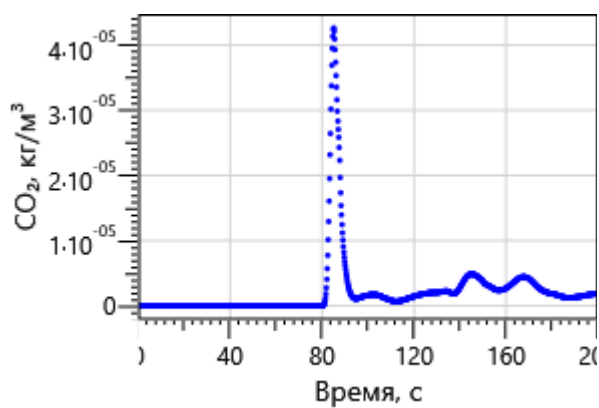
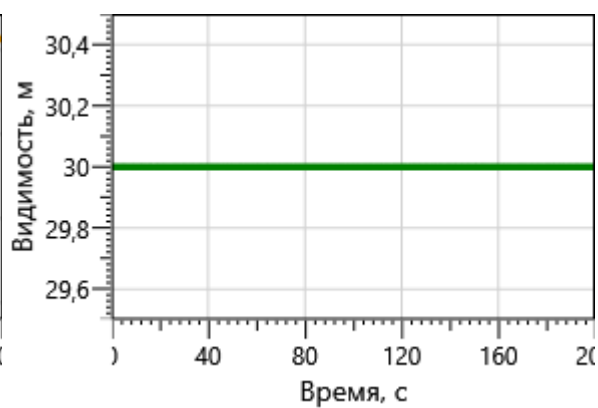
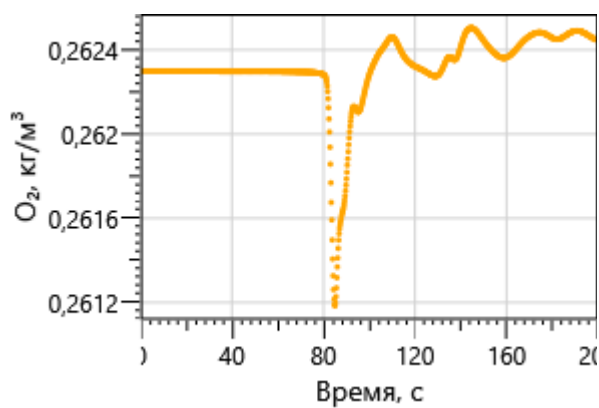
ЦЕНТР ЛБ



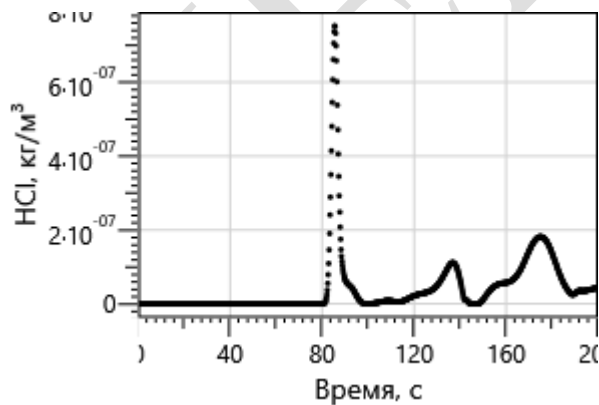
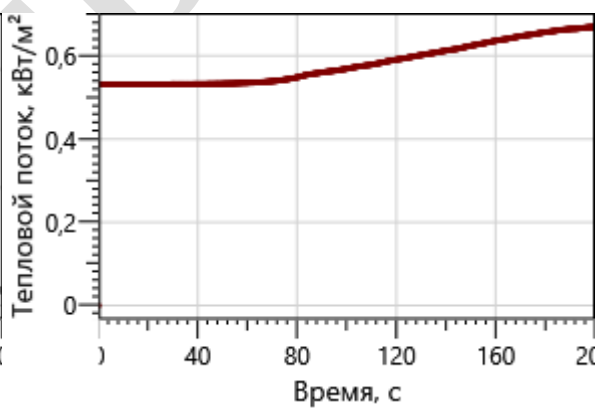
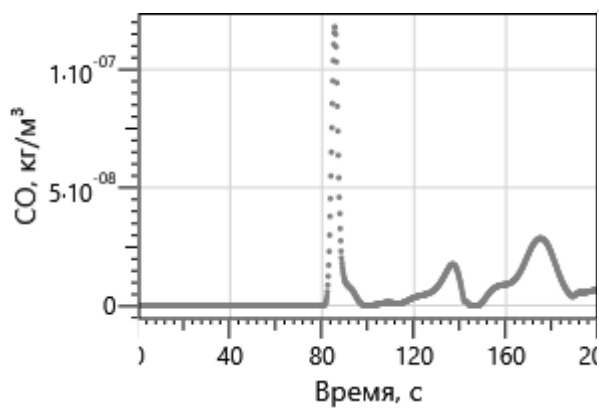
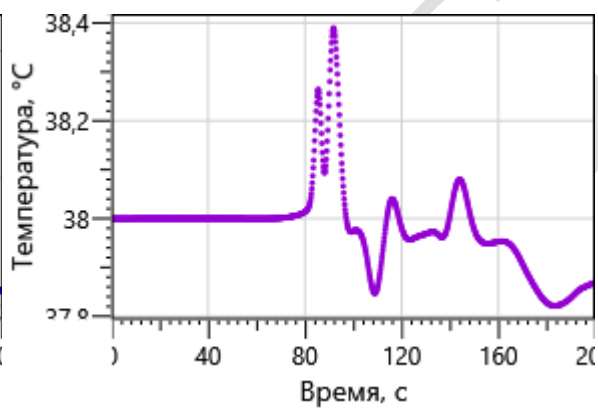
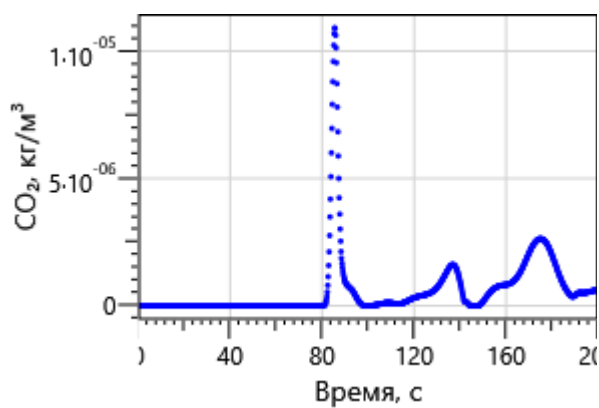
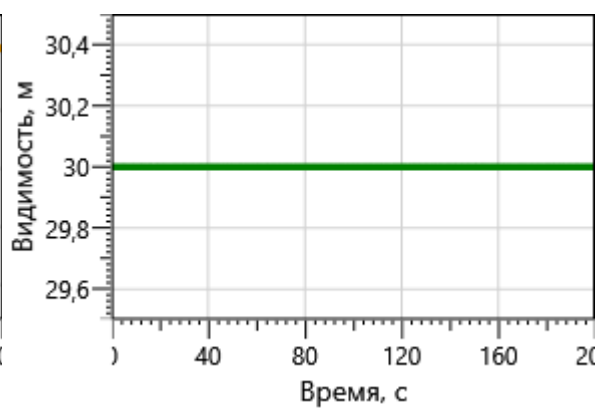
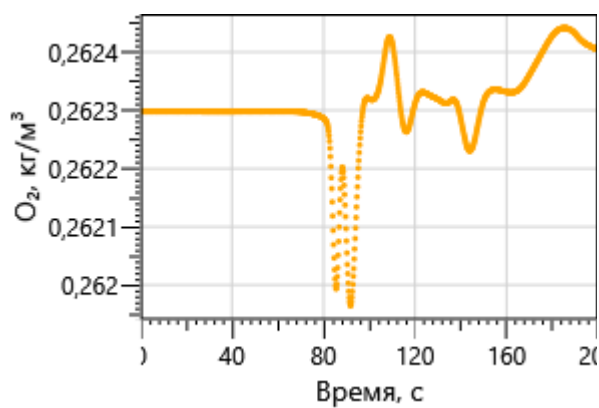
Регистратор 9 (точка «Регистратор 9\_2»)



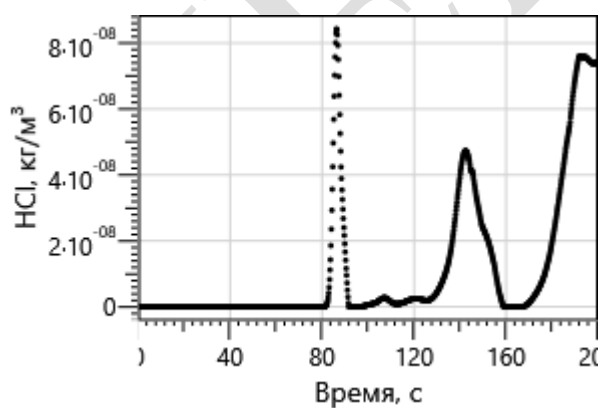
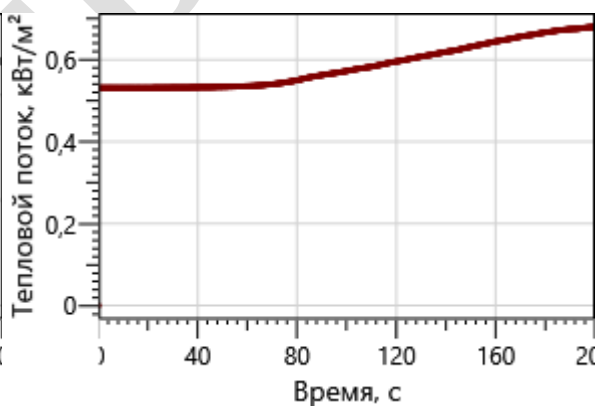
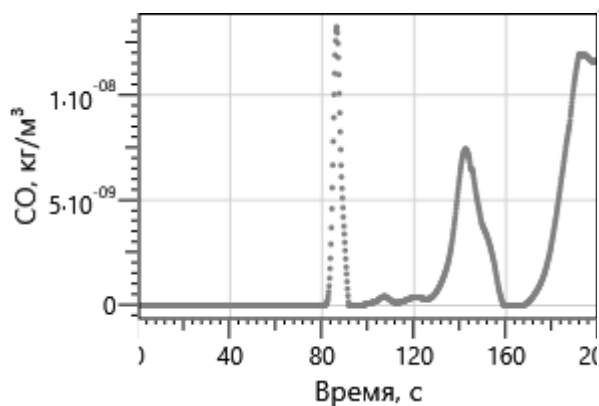
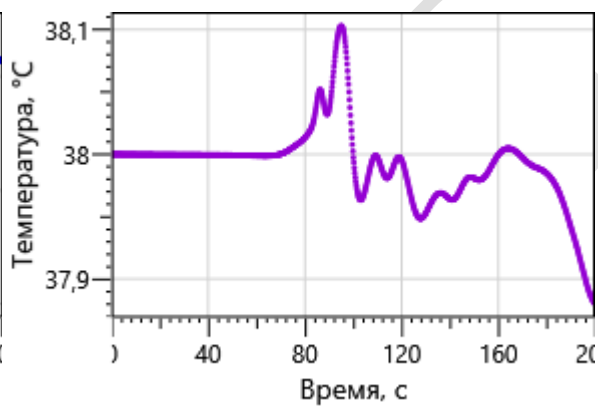
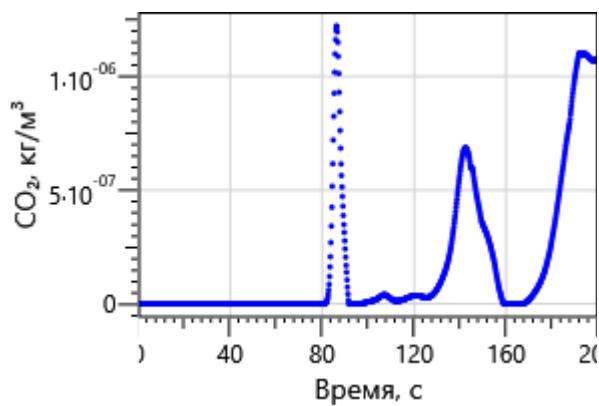
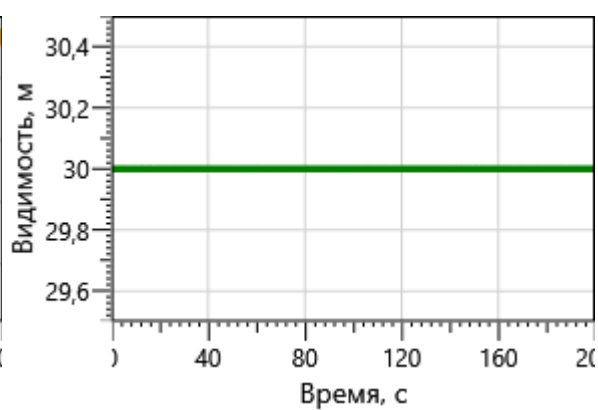
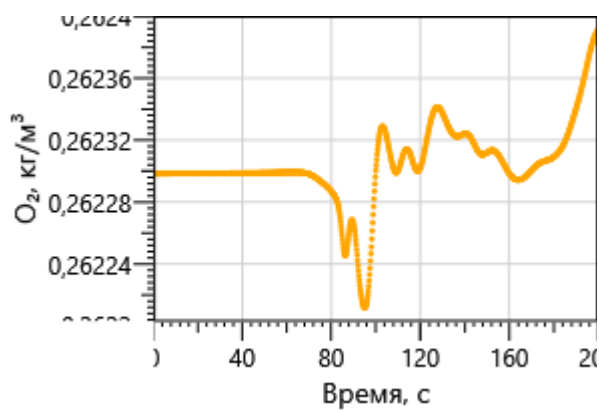
Регистратор 7 (точка «Регистратор 7\_1»)



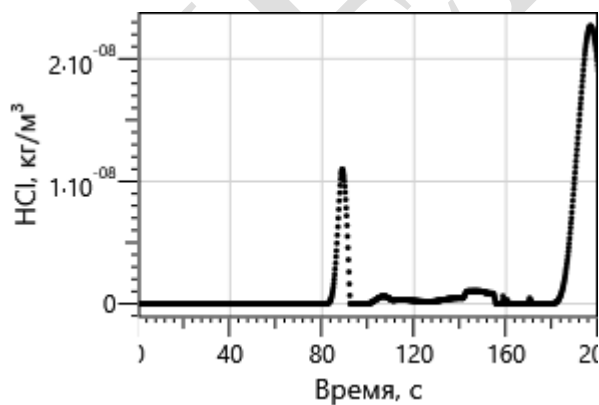
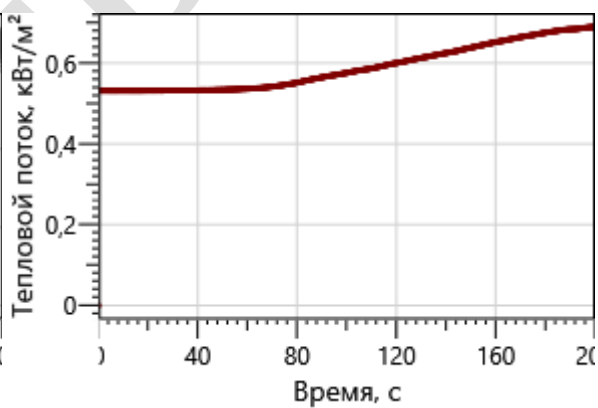
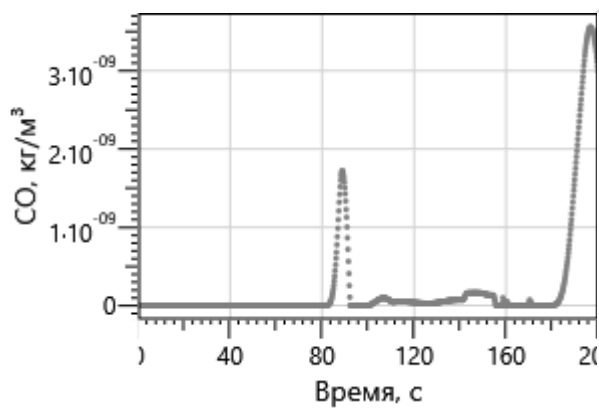
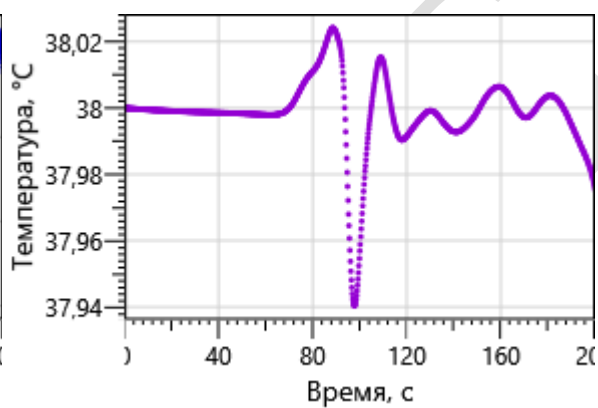
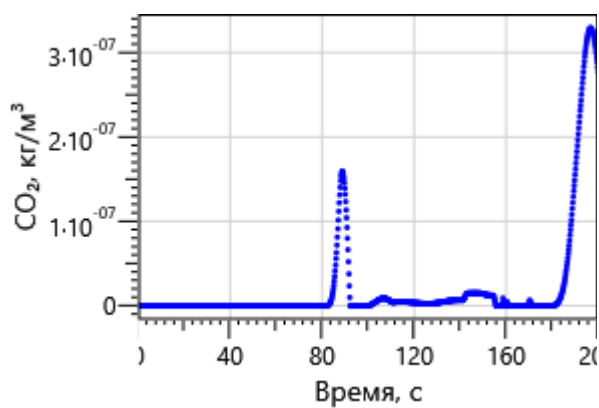
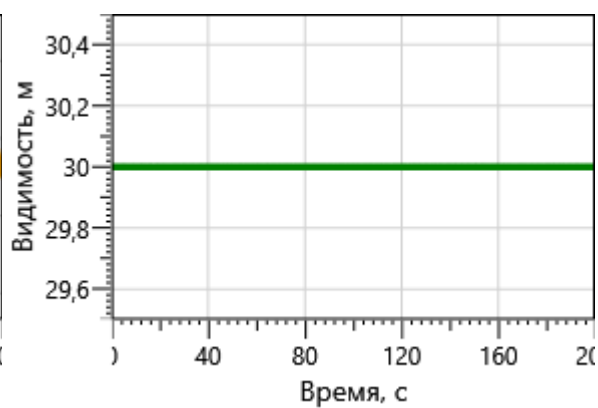
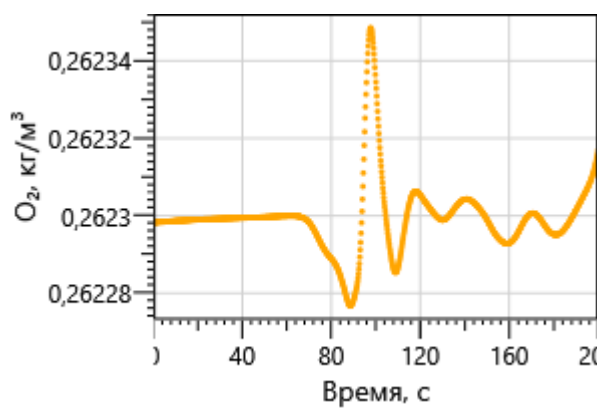
Регистратор 7 (точка «Регистратор 7\_2»)



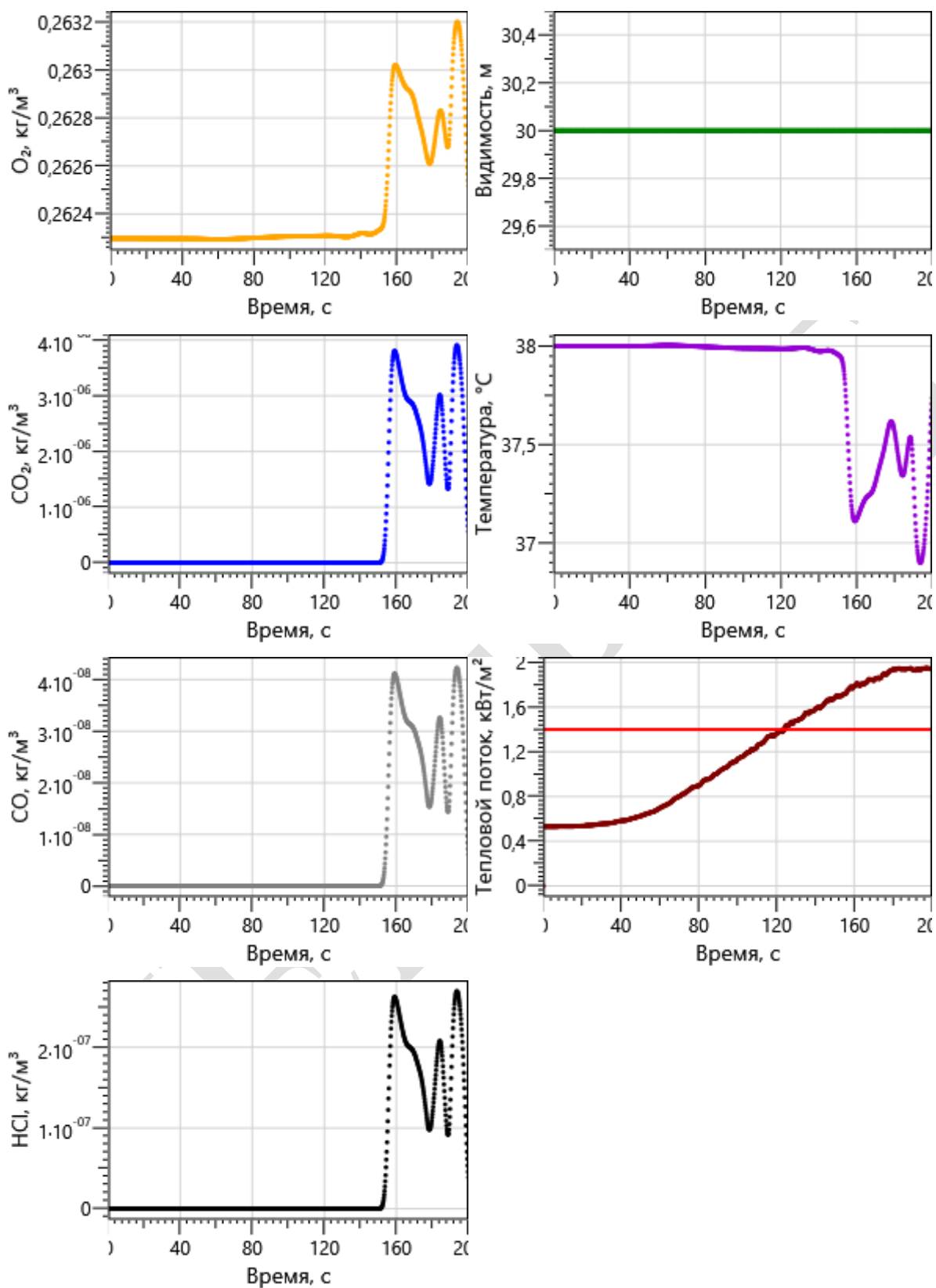
Регистратор 7 (точка «Регистратор 7\_3»)



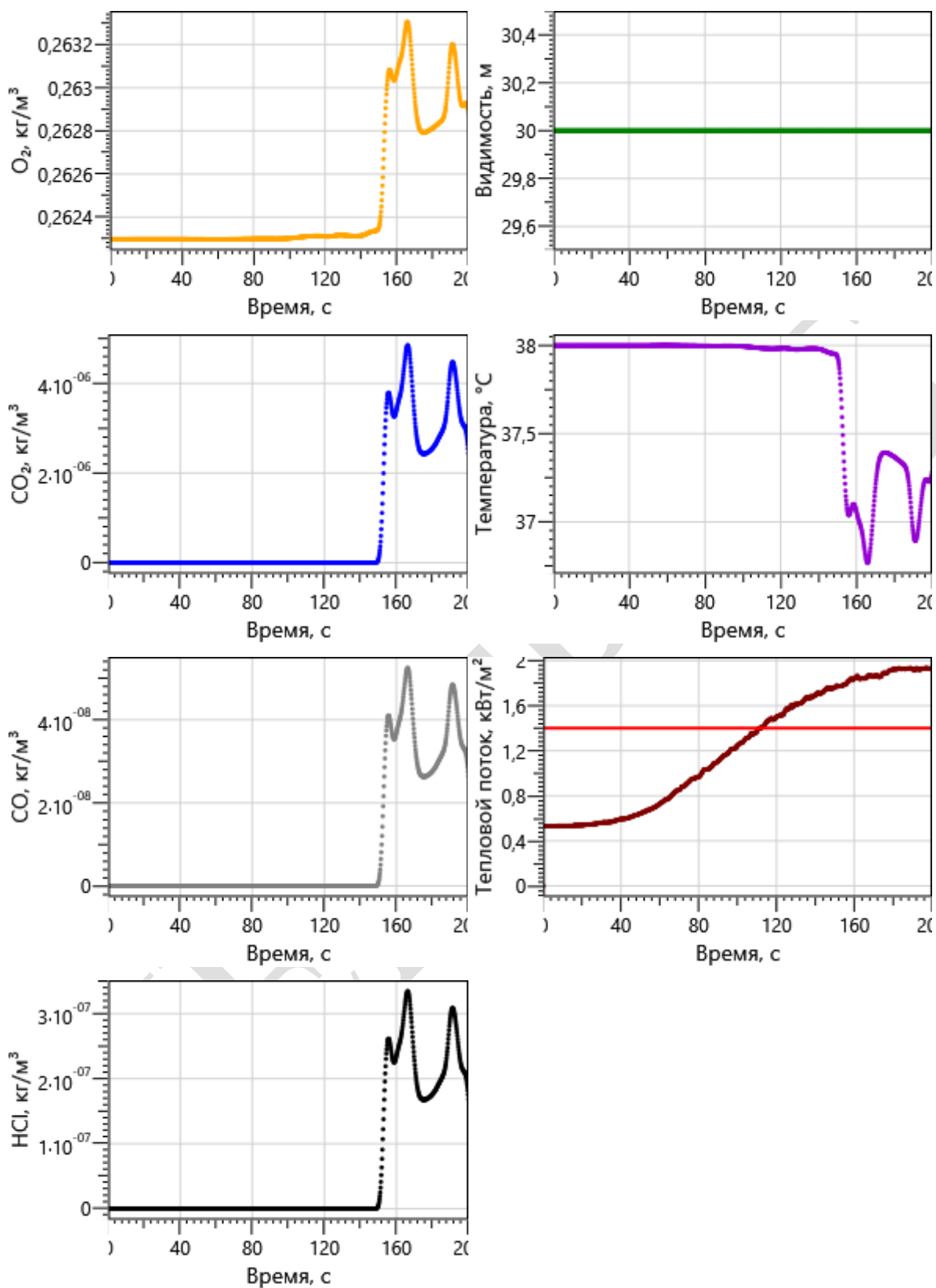
Регистратор 7 (точка «Регистратор 7\_4»)



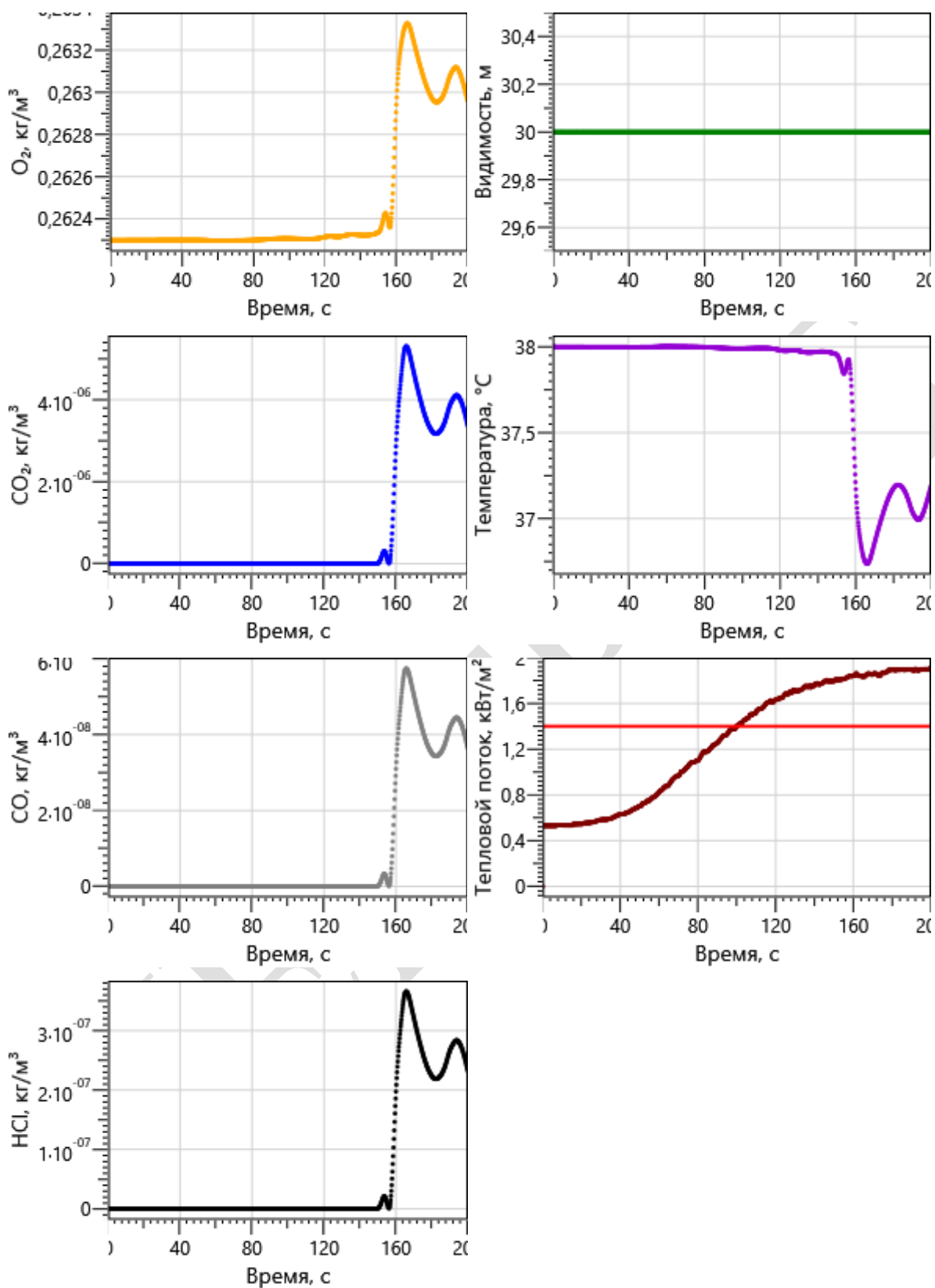
Регистратор 12 (точка «Регистратор 12\_1»)



Регистратор 12 (точка «Регистратор 12\_2»)

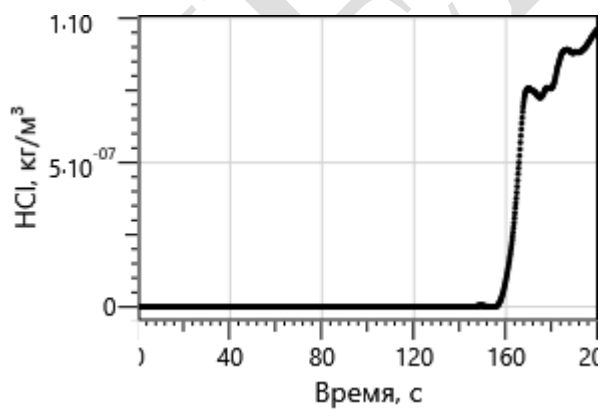
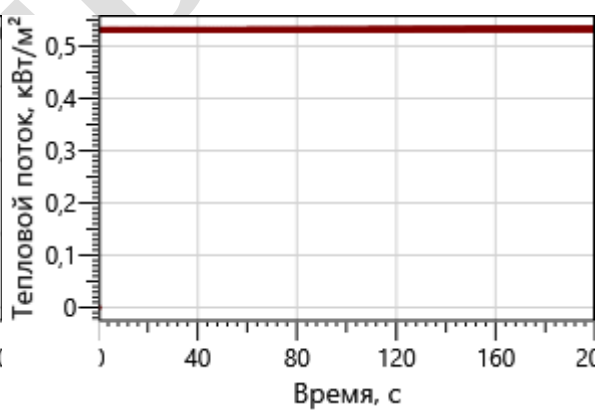
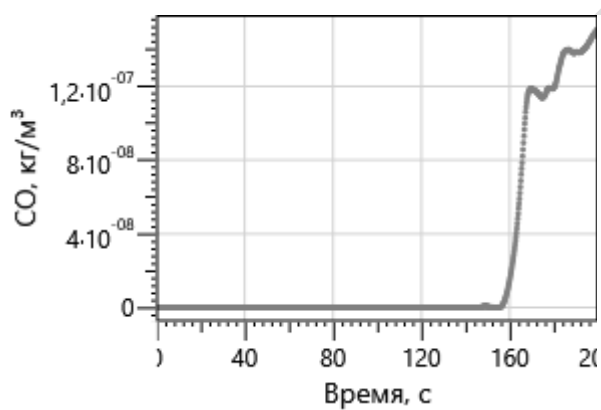
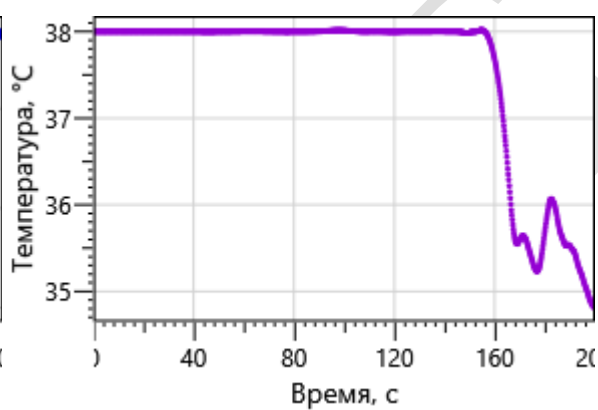
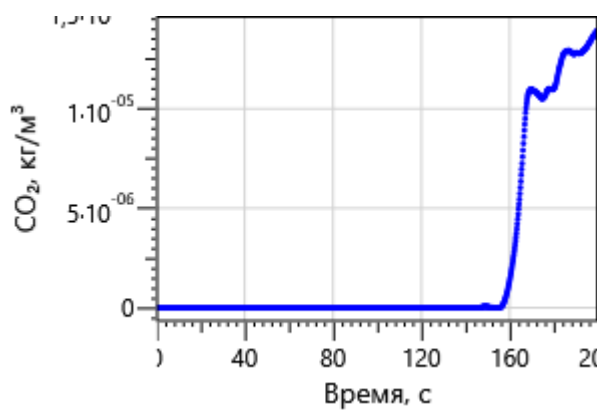
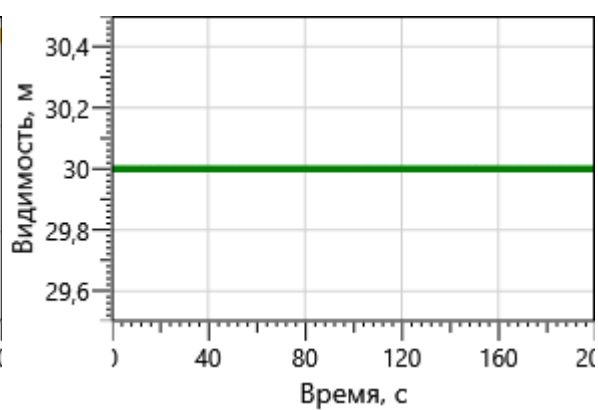
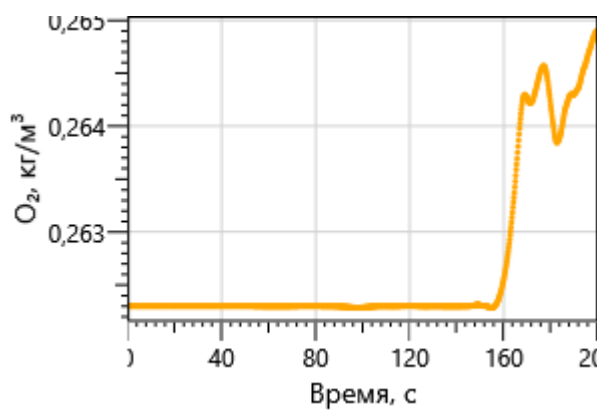


Регистратор 12 (точка «Регистратор 12\_3»)

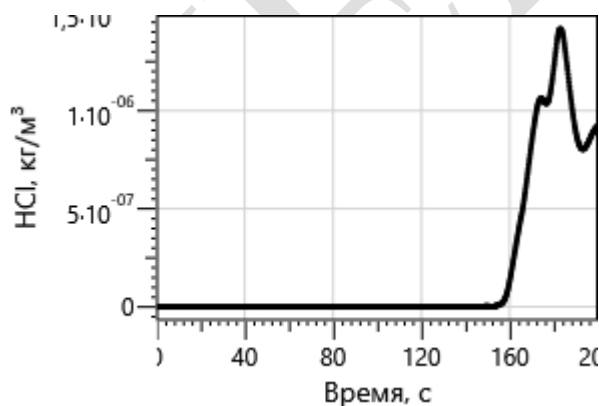
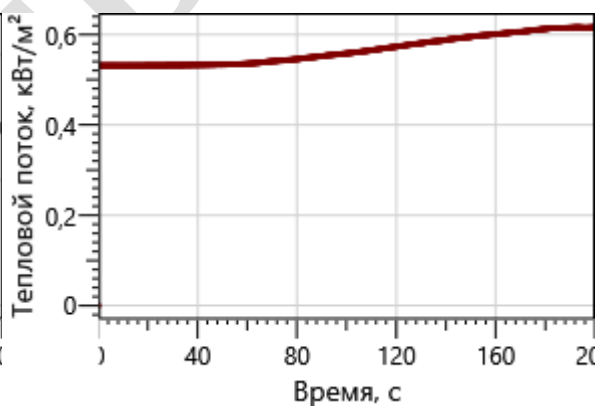
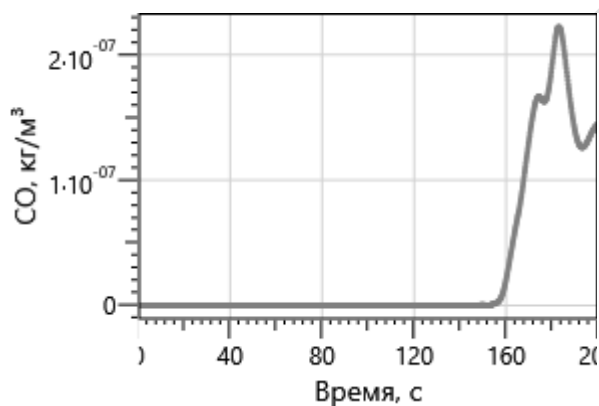
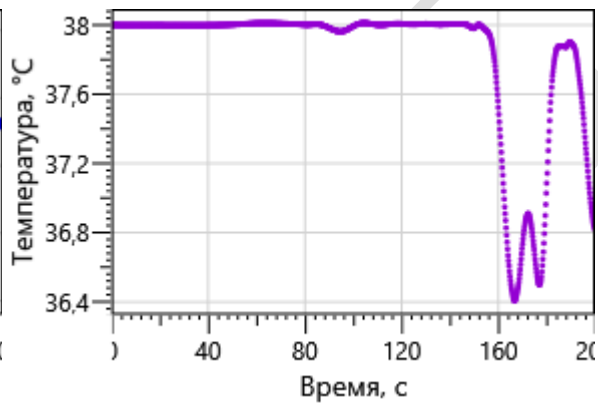
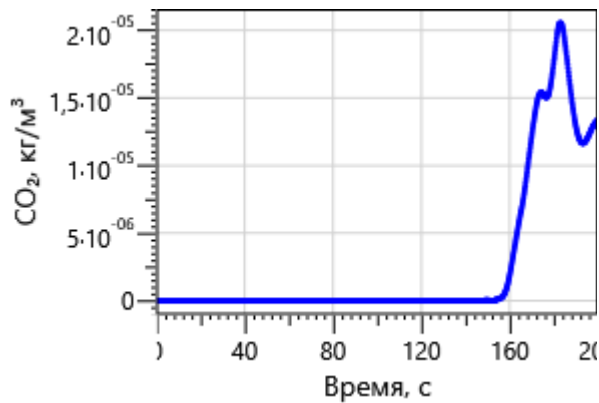
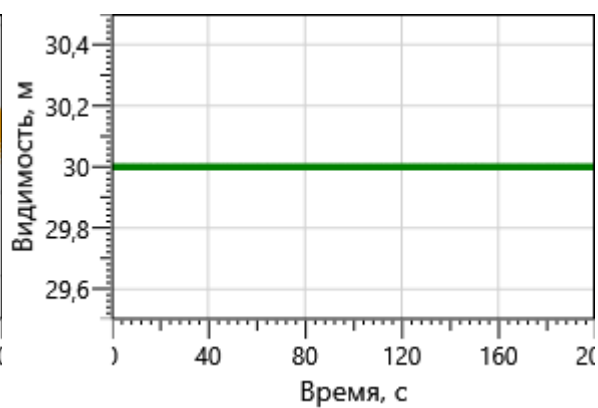
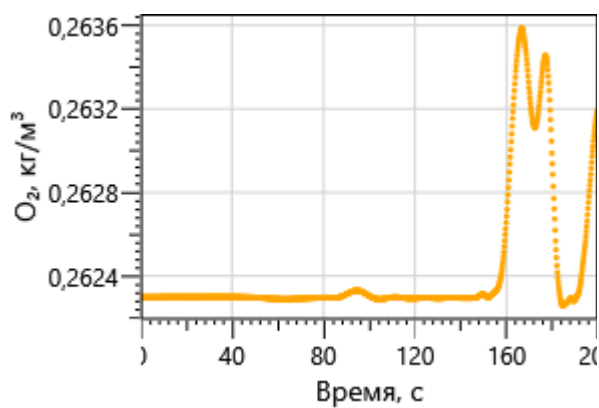




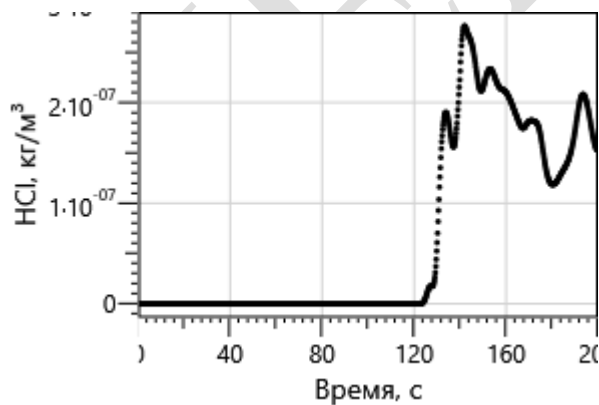
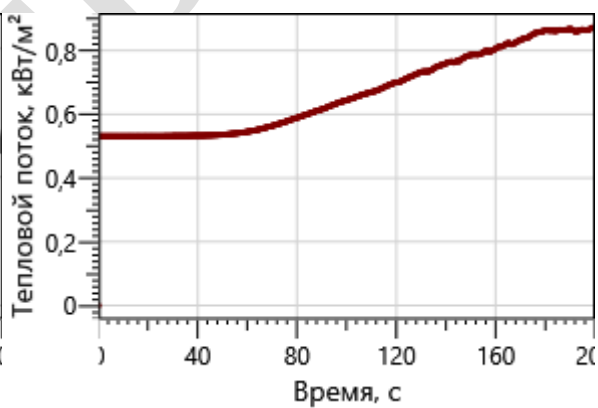
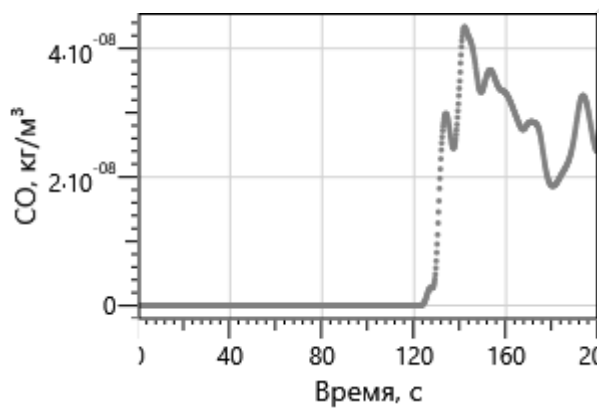
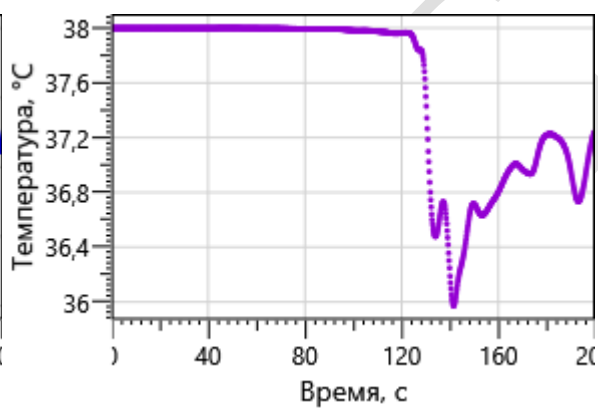
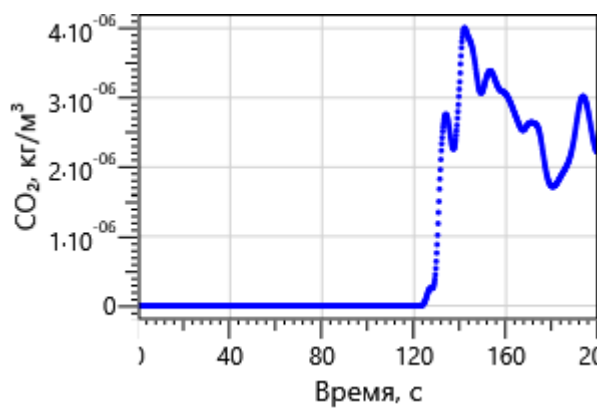
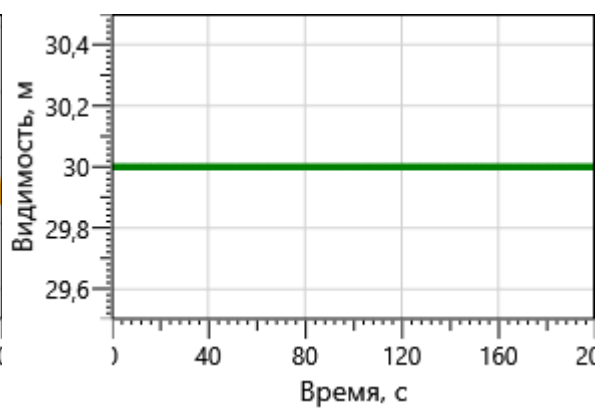
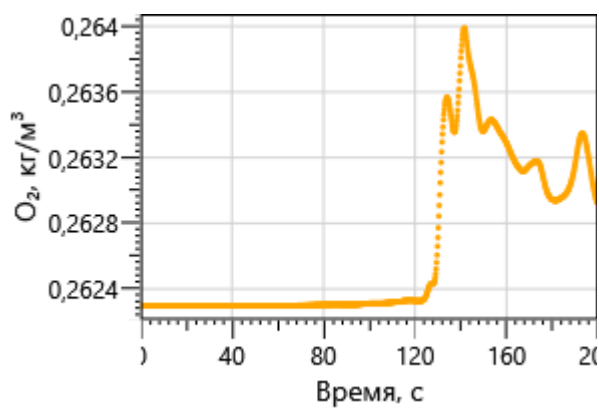
Дверь 25 (точка «Дверь 25\_1»)



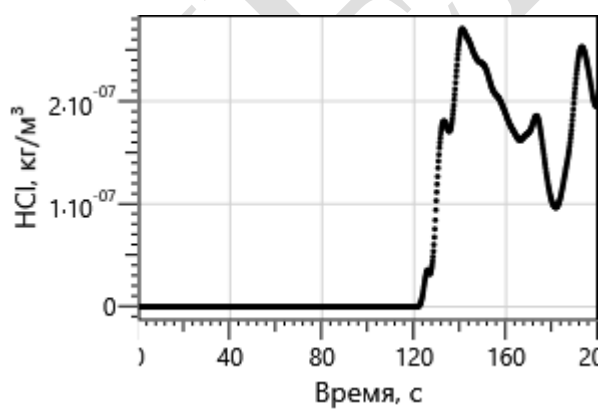
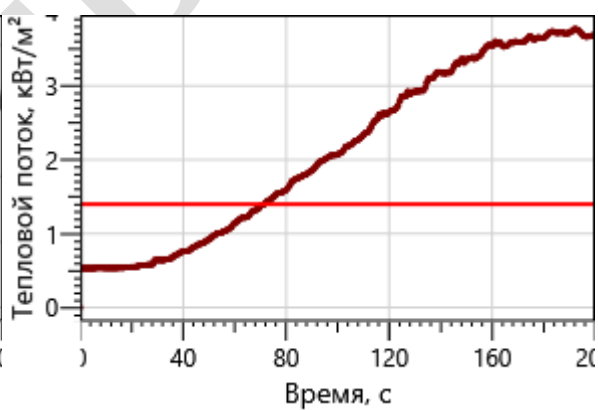
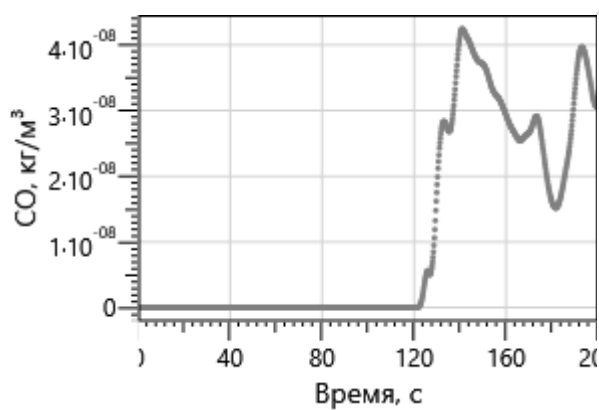
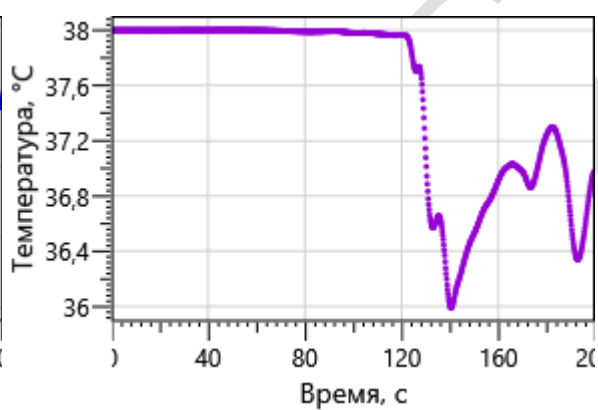
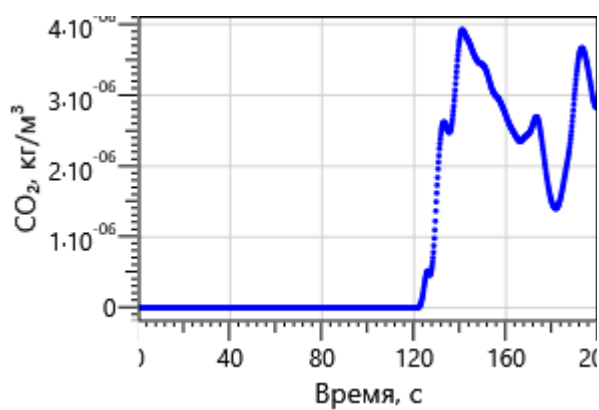
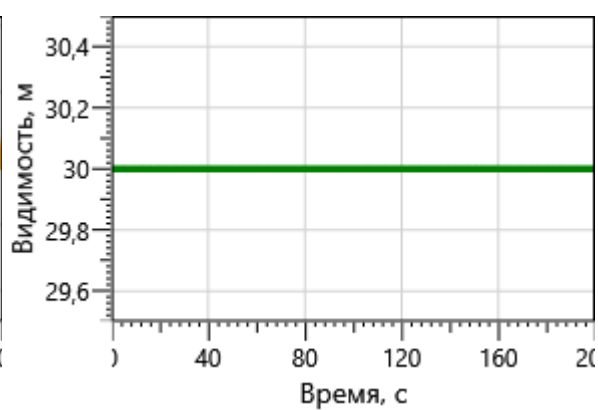
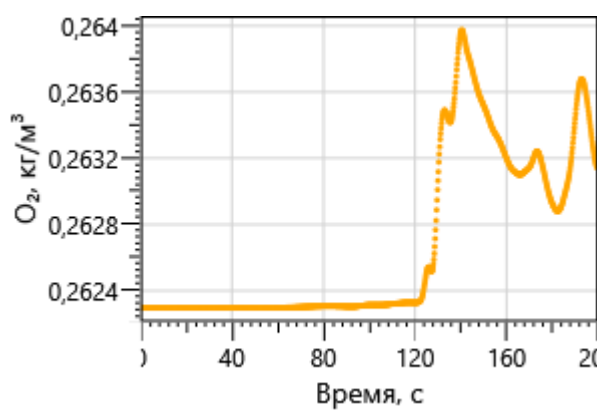
Дверь 25 (точка «Дверь 25\_2»)



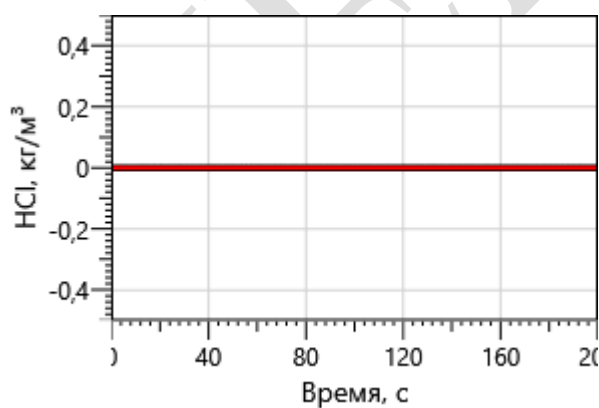
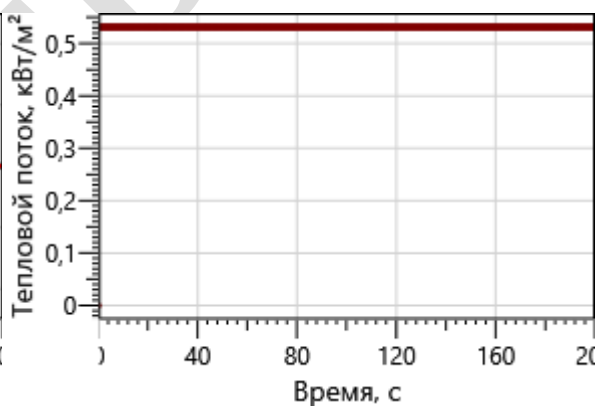
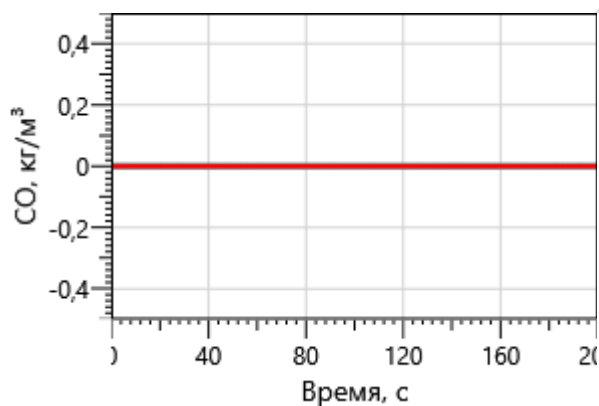
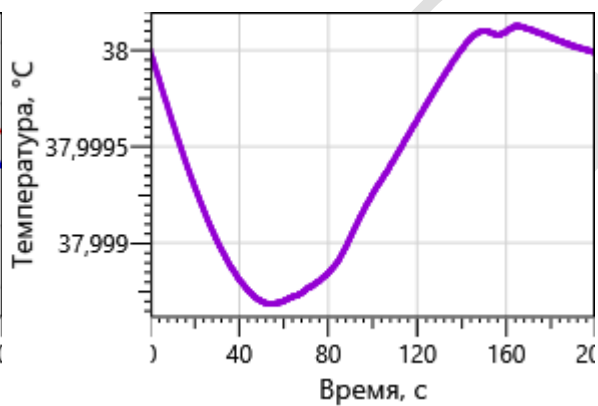
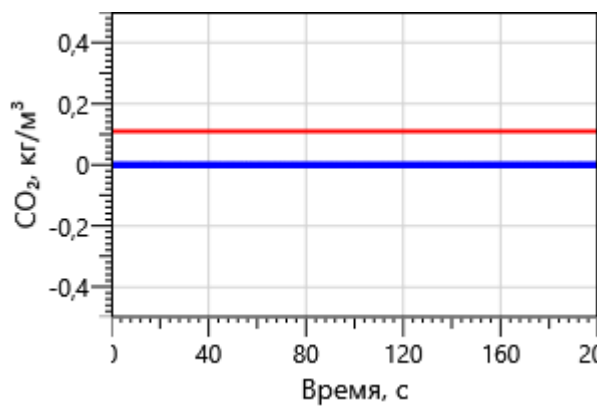
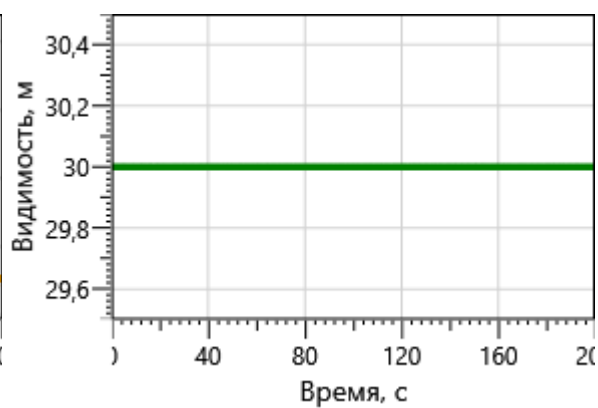
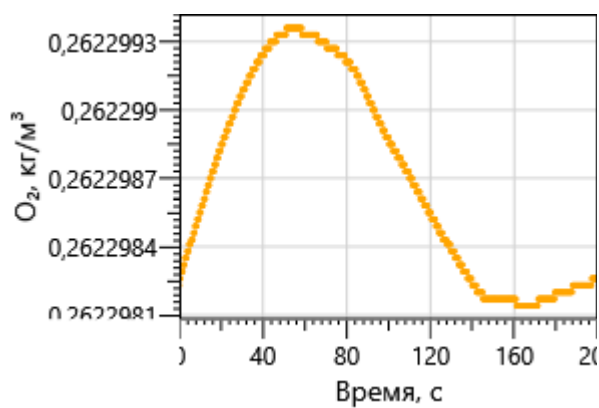
Дверь 24 (точка «Дверь 24\_1»)



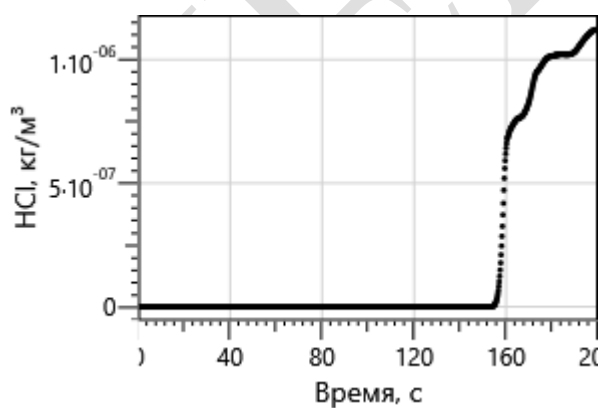
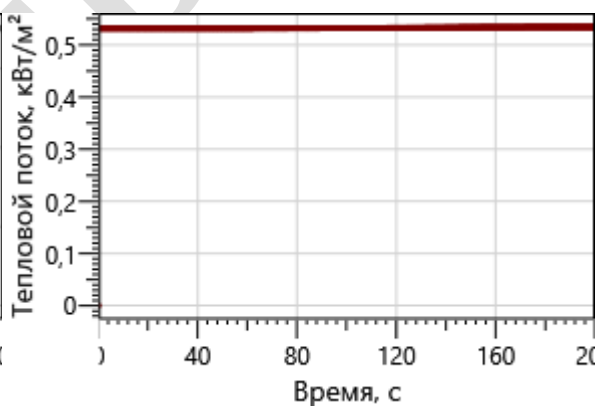
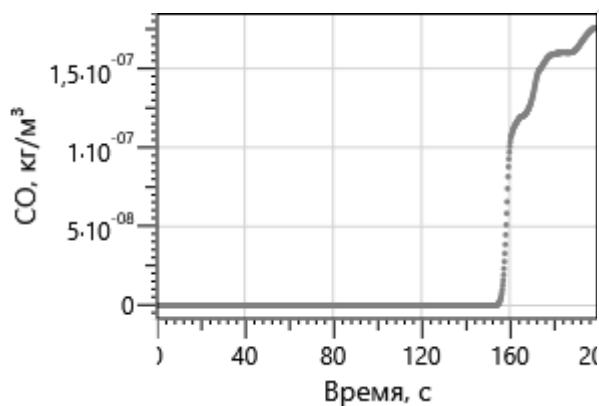
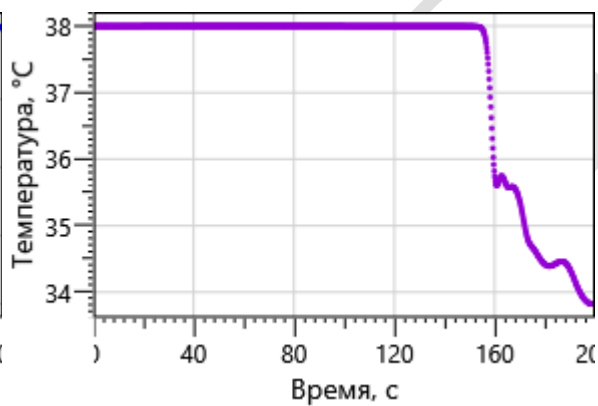
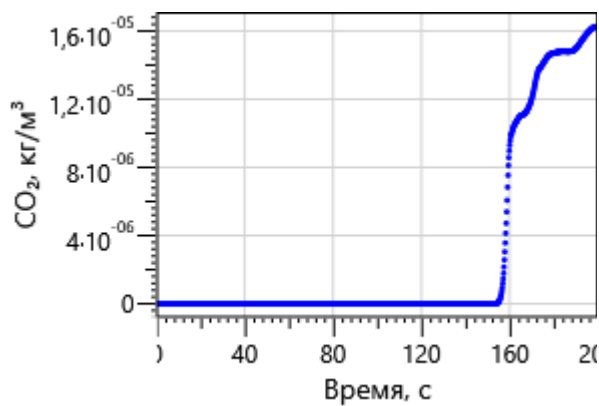
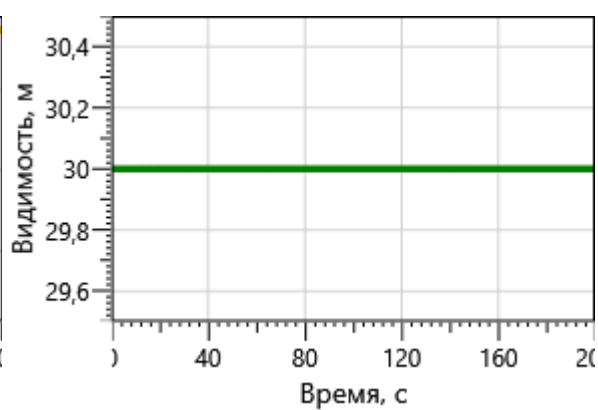
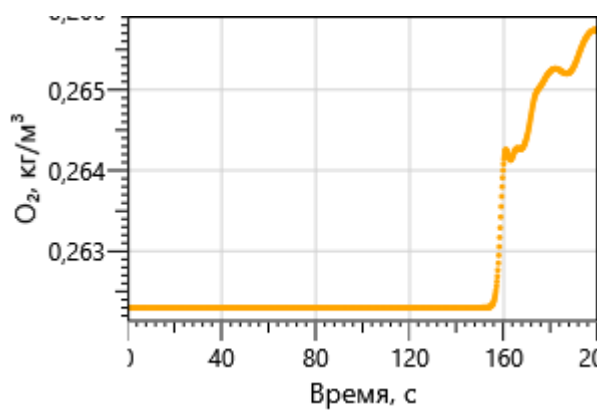
Дверь 24 (точка «Дверь 24\_2»)



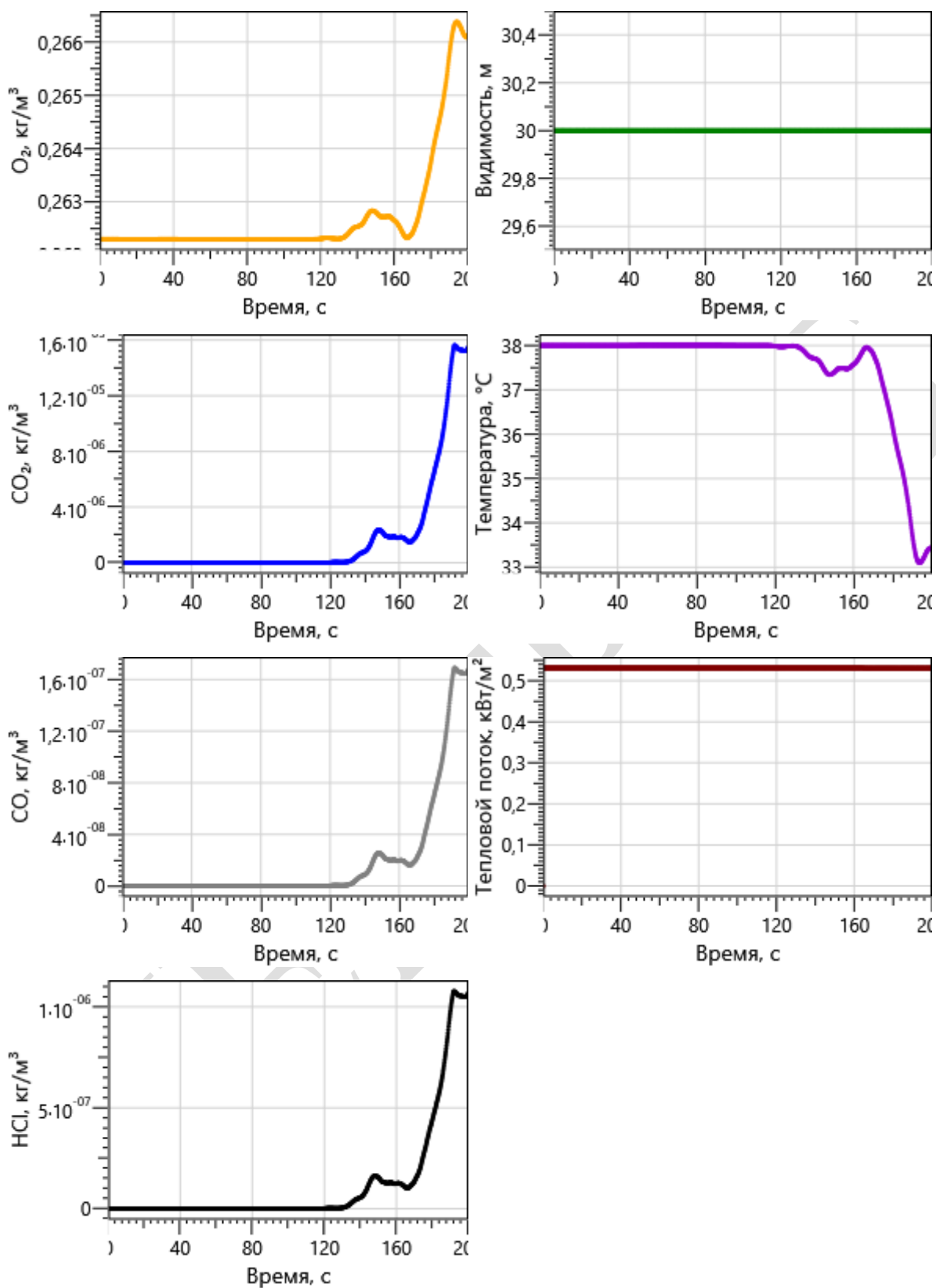
Дверь 42 (точка «Дверь 42\_1»)



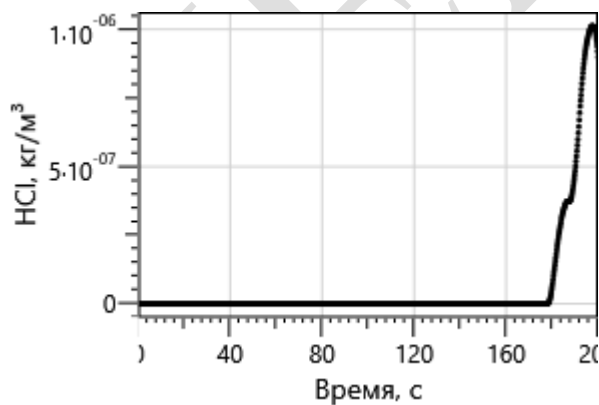
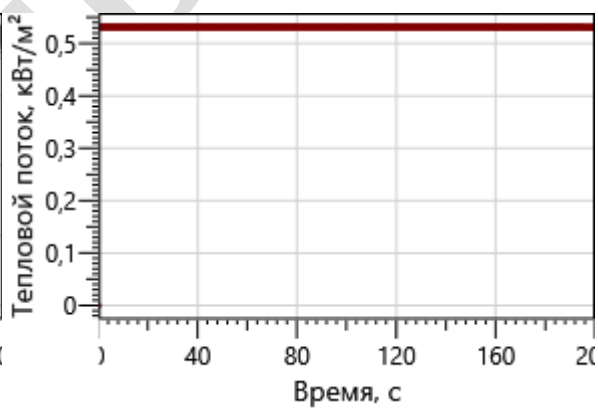
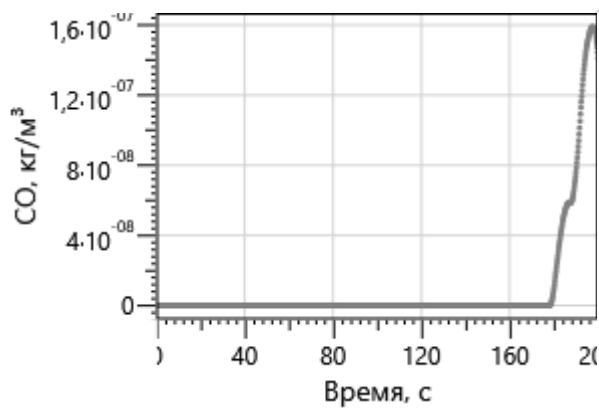
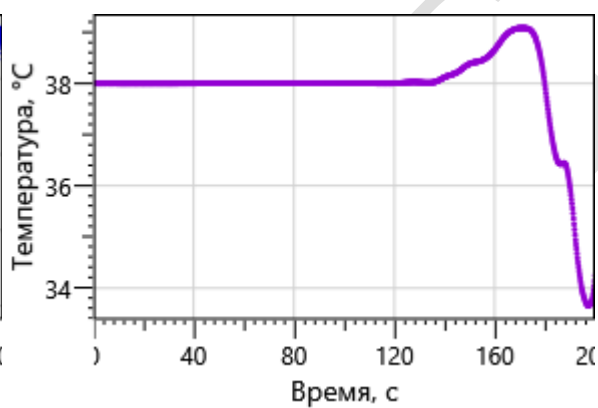
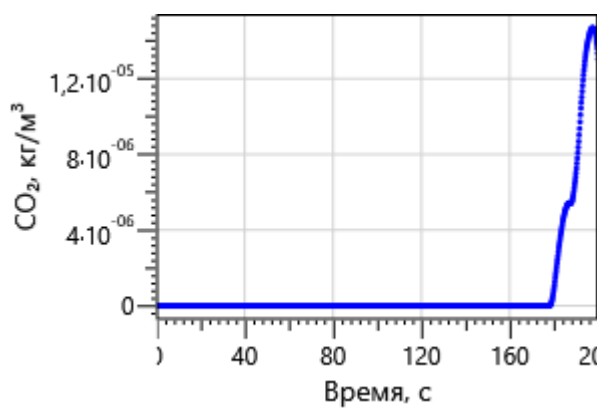
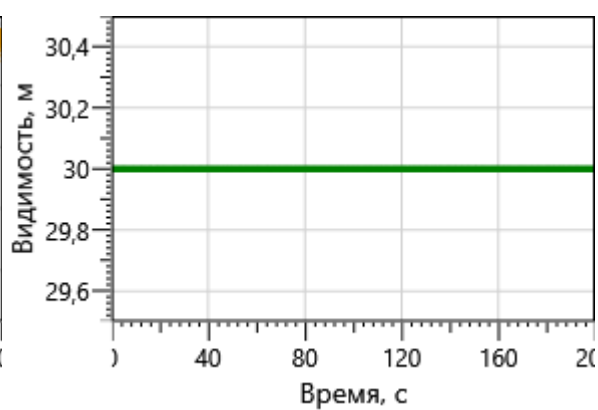
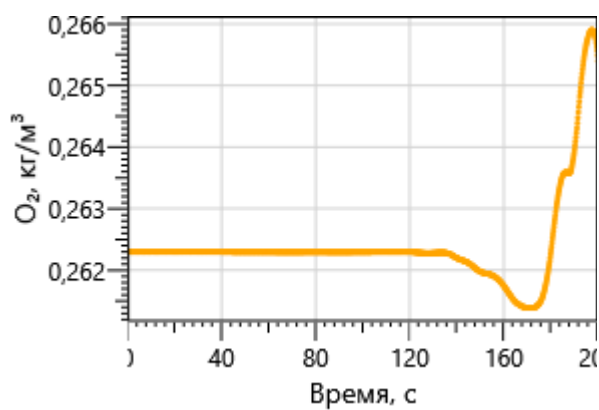
Дверь 42 (точка «Дверь 42\_2»)



Дверь 44 (точка «Дверь 44\_1»)



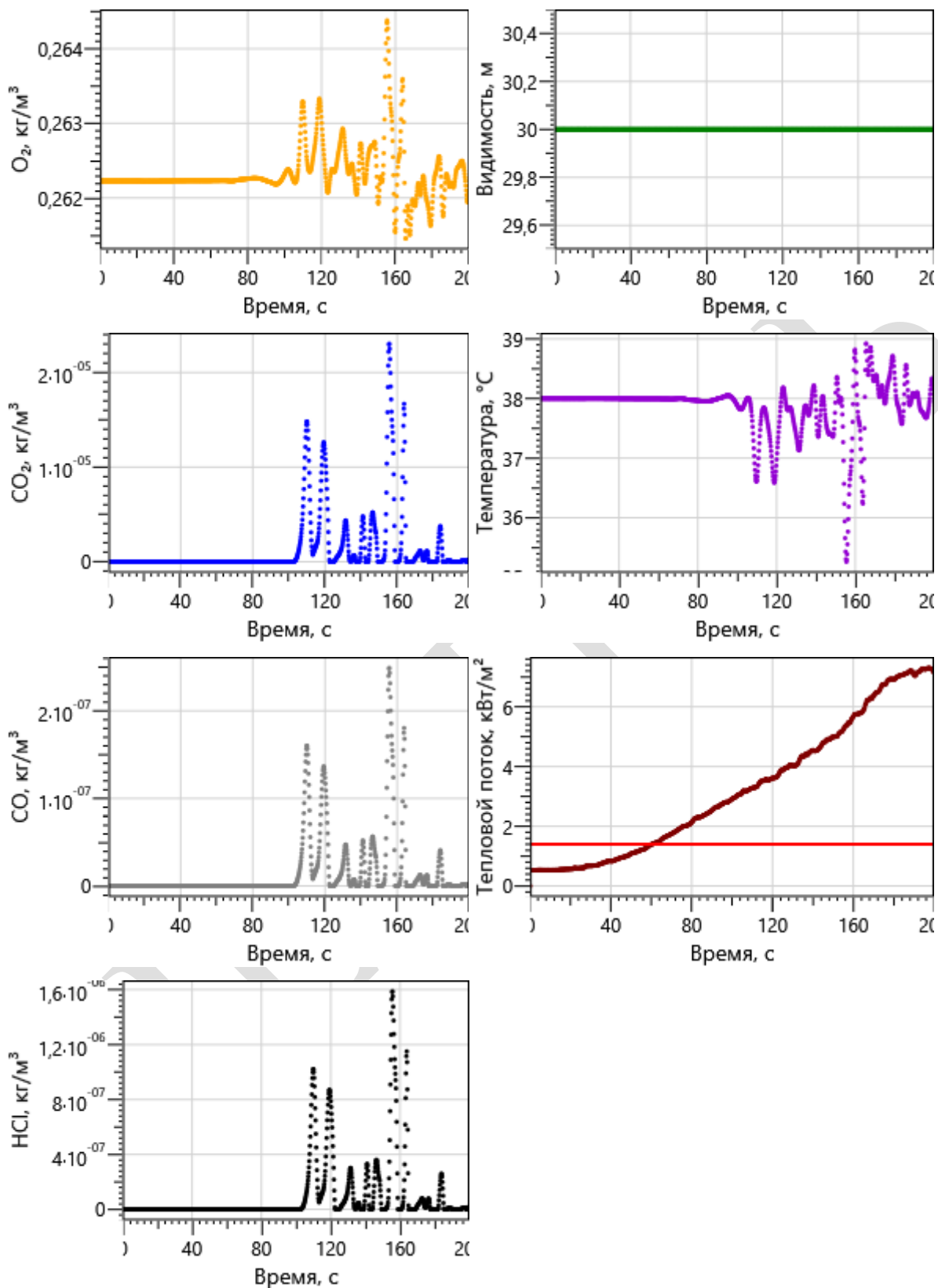
Дверь 44 (точка «Дверь 44\_2»)



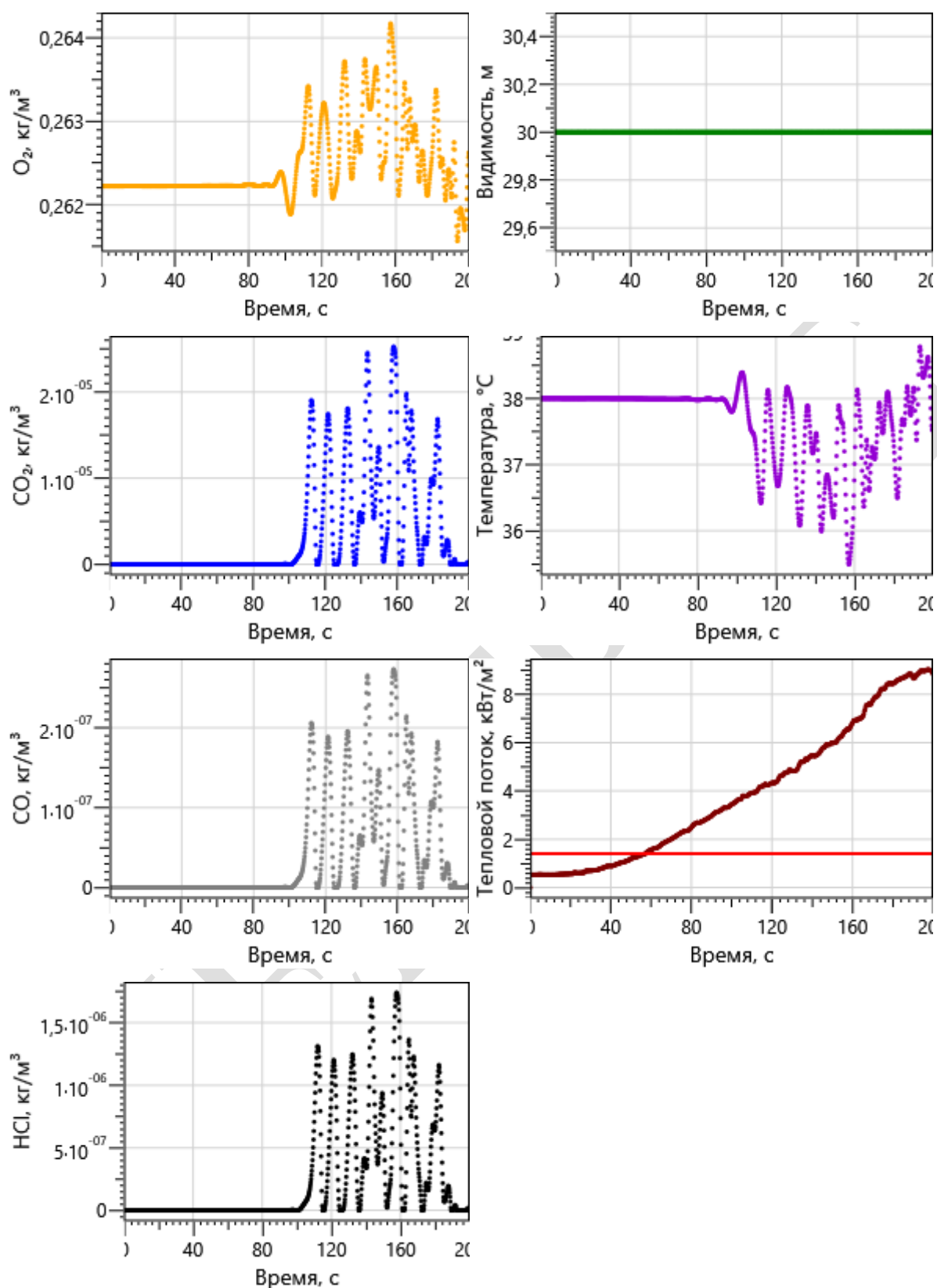


Мезанин

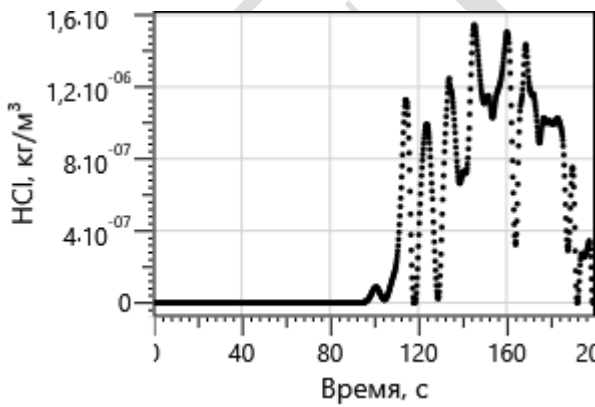
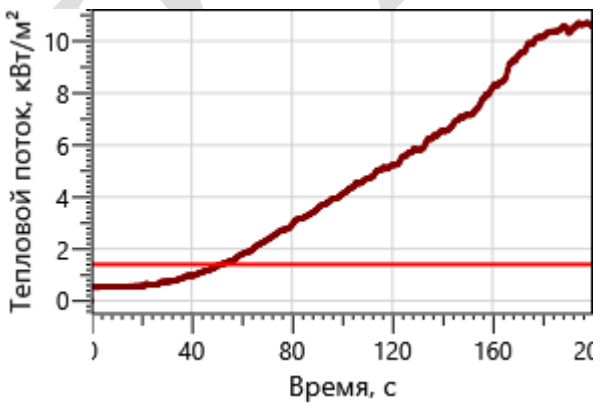
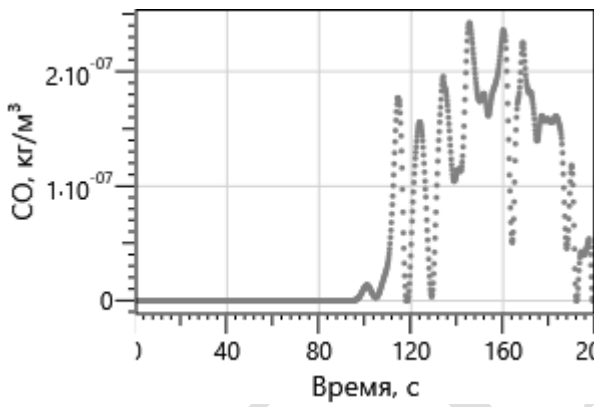
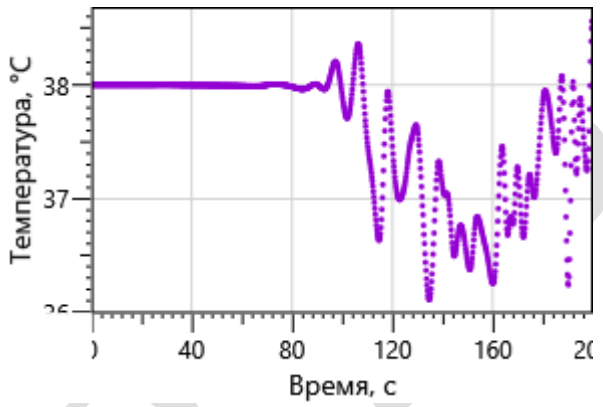
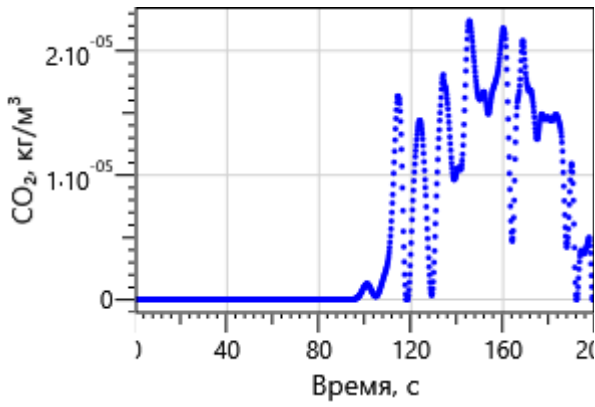
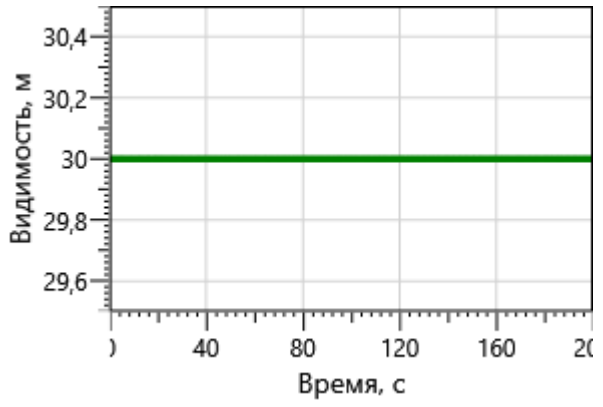
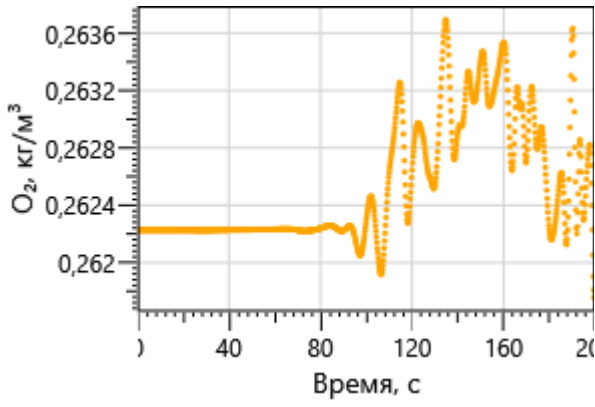
Регистратор 11 (точка «Регистратор 11\_1»)



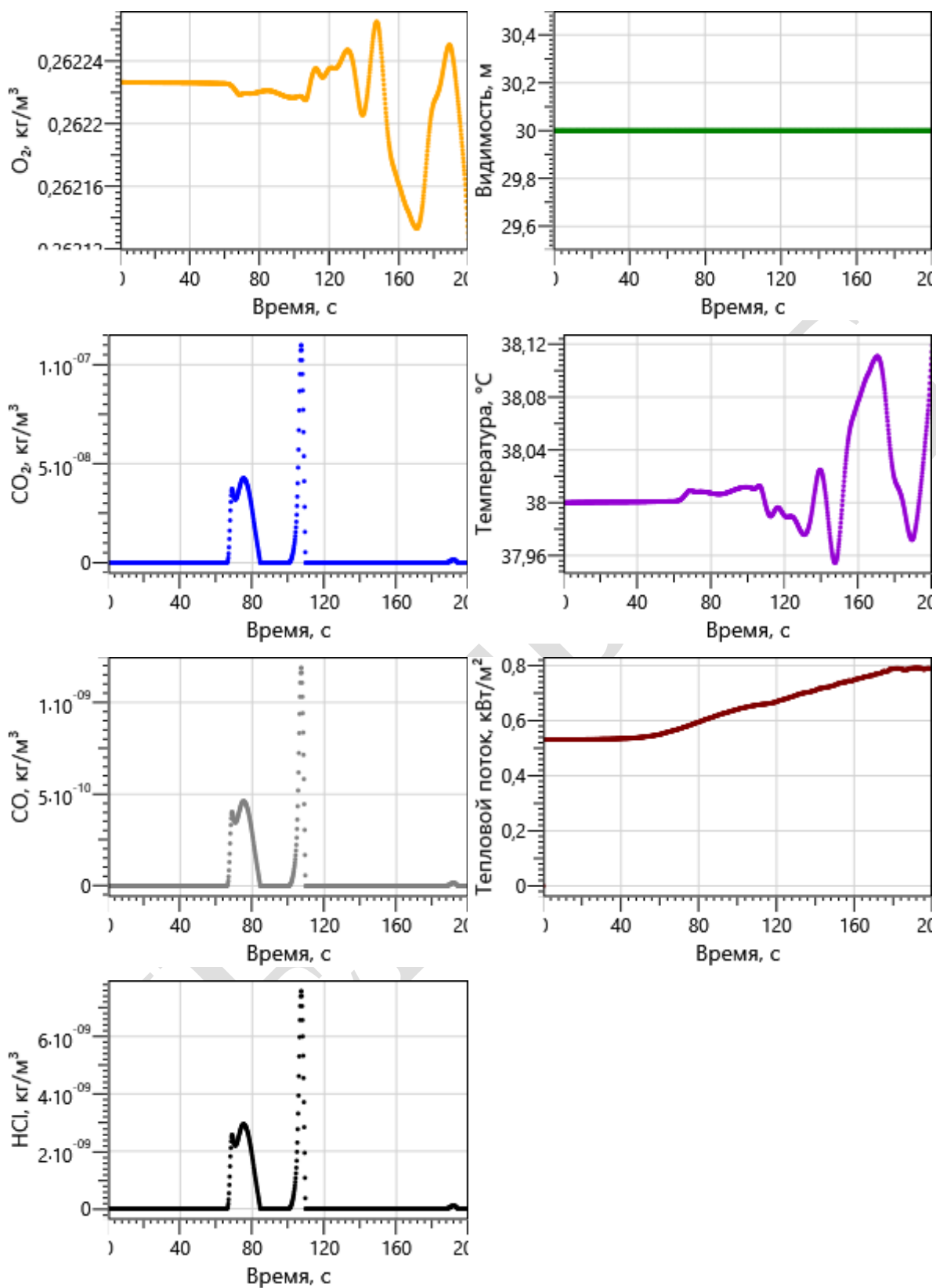
Регистратор 11 (точка «Регистратор 11\_2»)



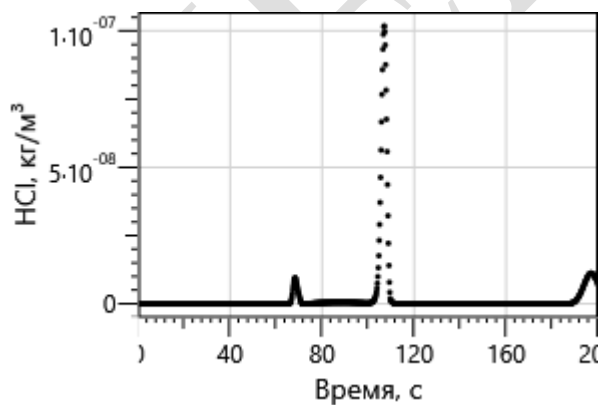
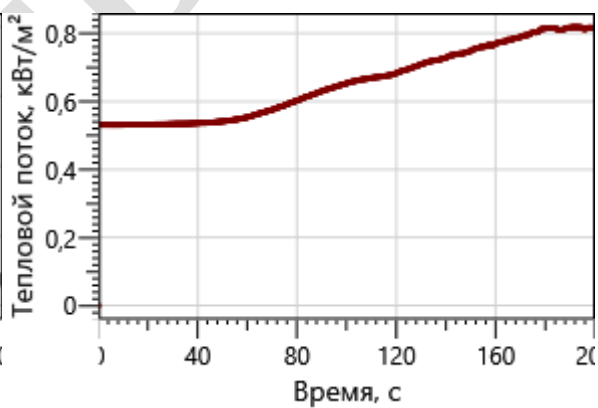
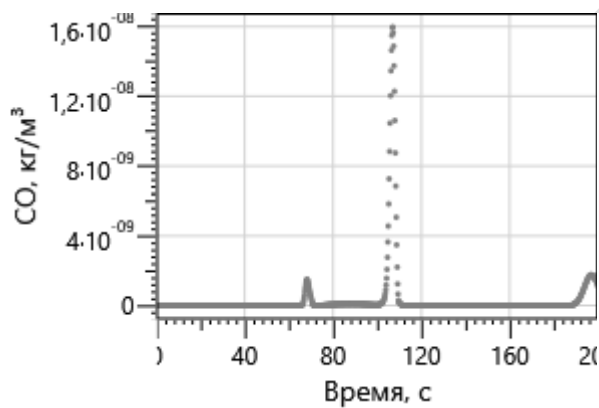
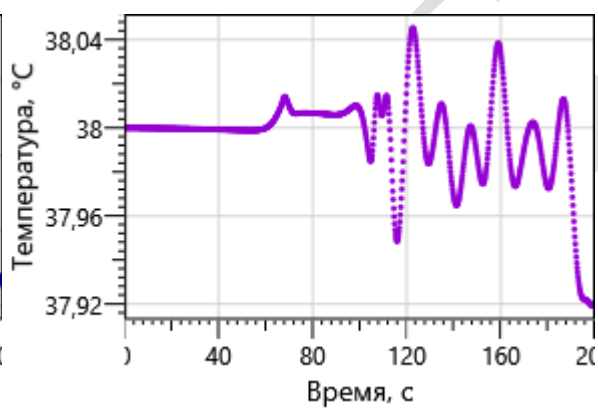
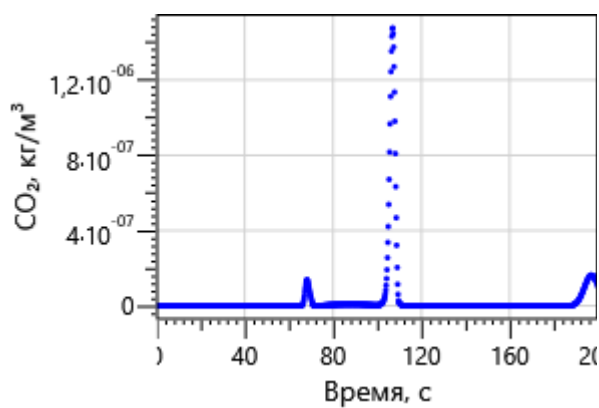
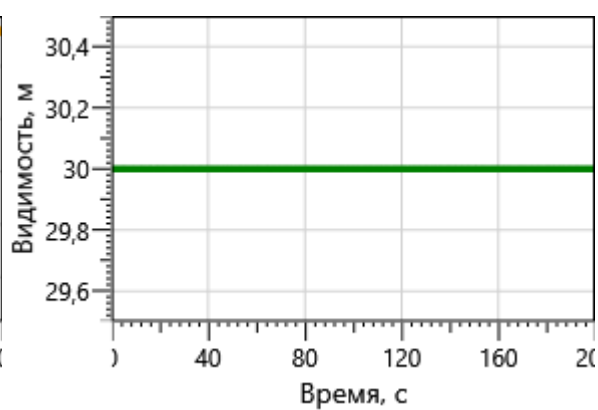
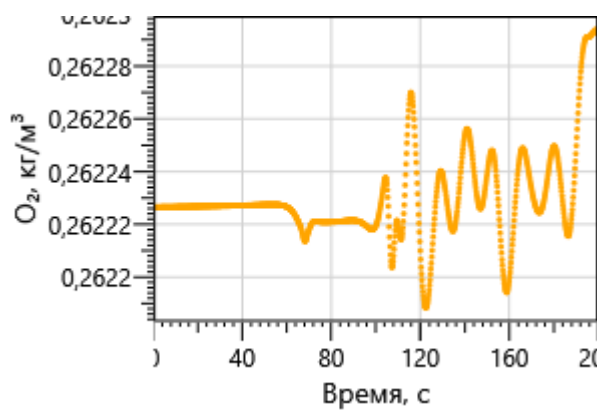
Регистратор 11 (точка «Регистратор 11\_3»)



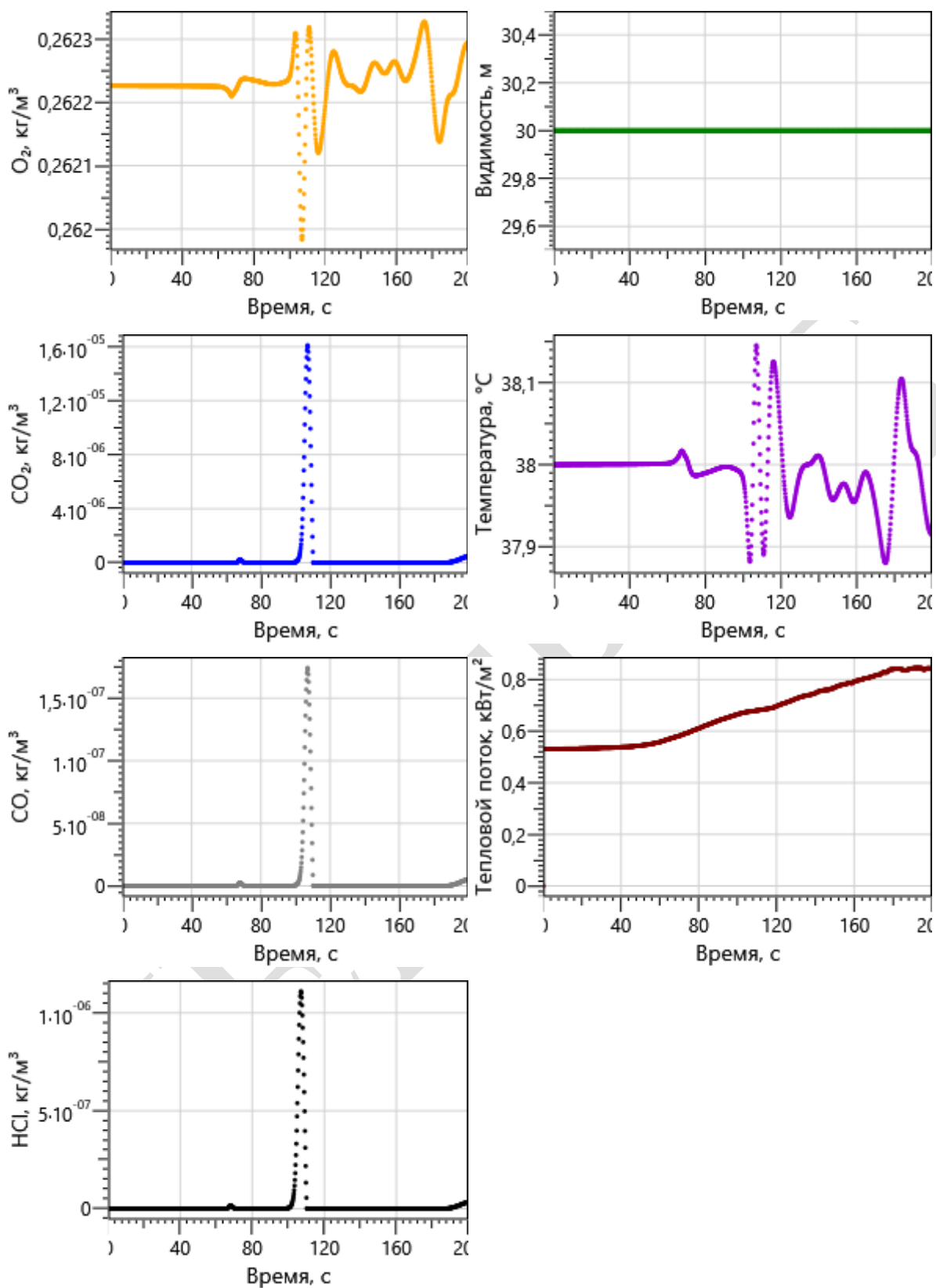
Регистратор 10 (точка «Регистратор 10\_1»)



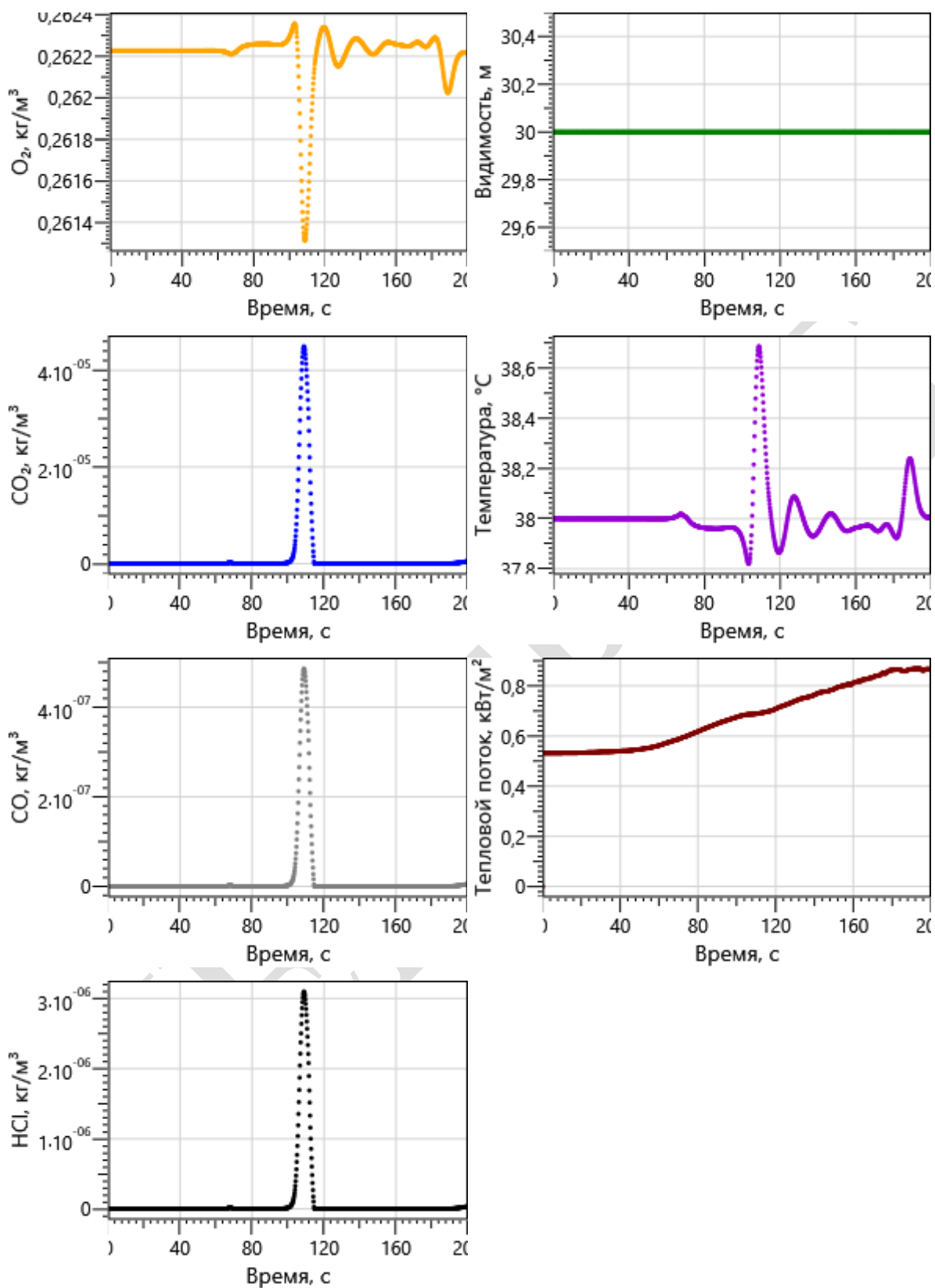
Регистратор 10 (точка «Регистратор 10\_2»)



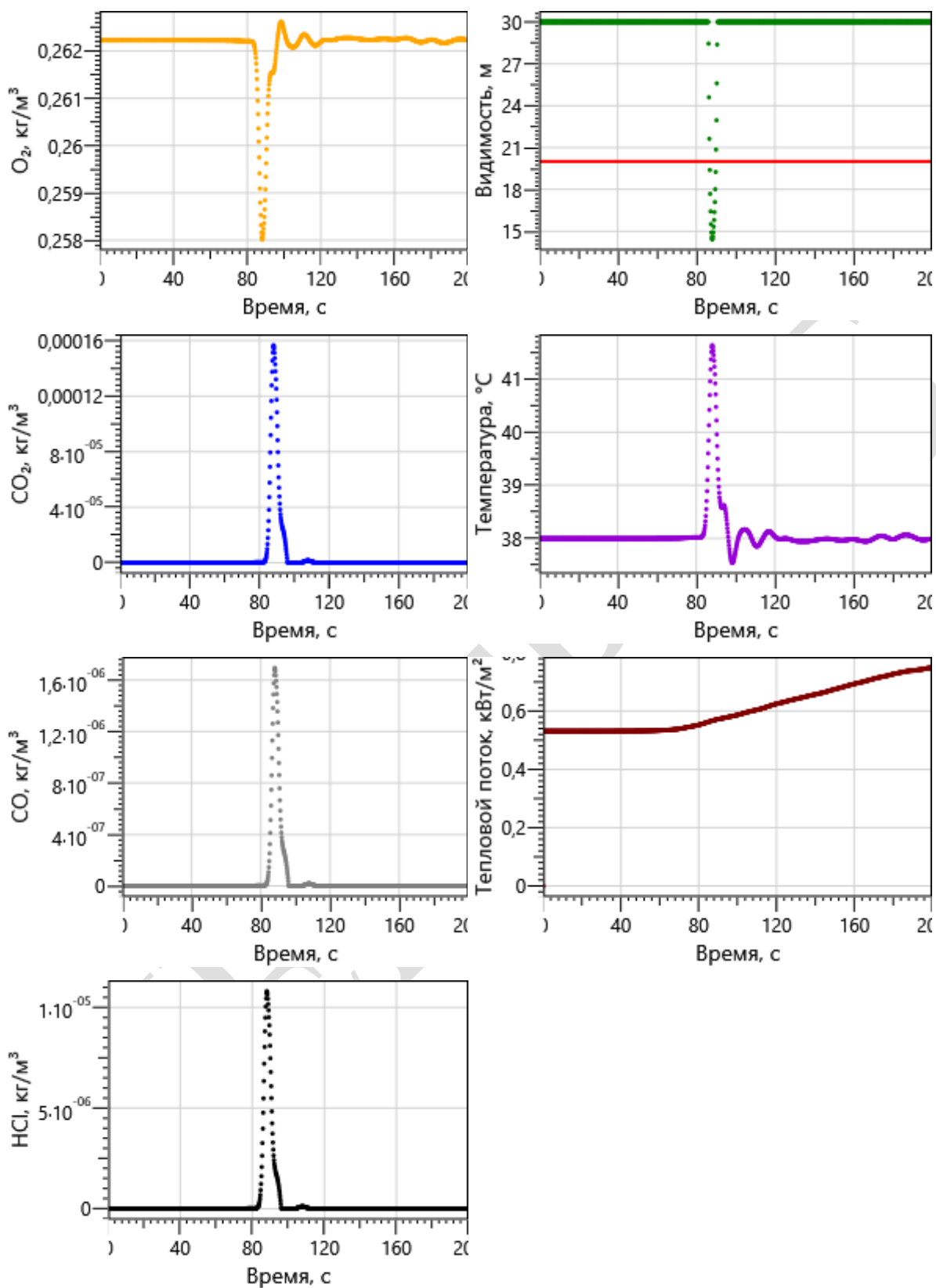
Регистратор 10 (точка «Регистратор 10\_3»)



Регистратор 10 (точка «Регистратор 10\_4»)

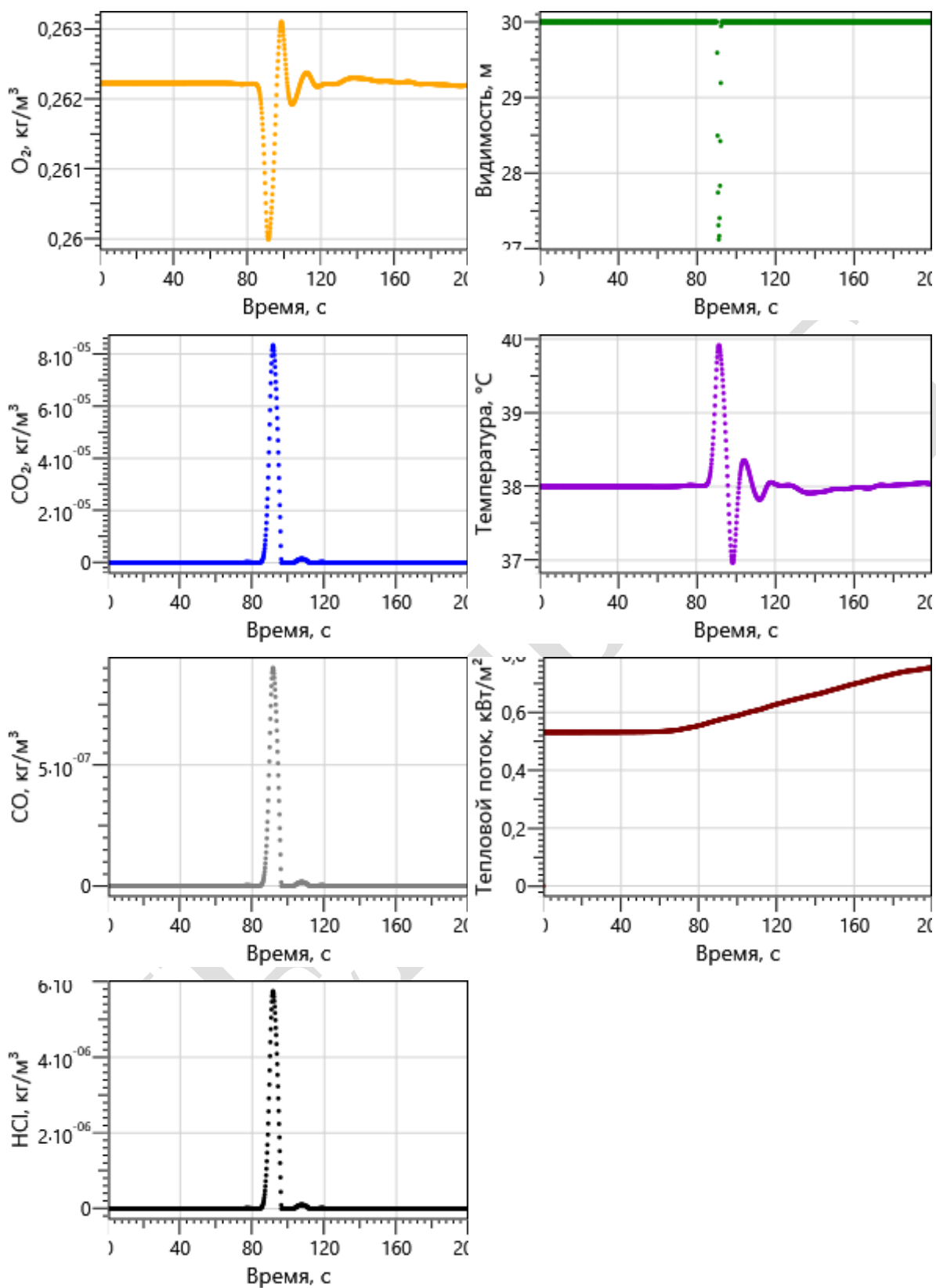


Регистратор 1 (точка «Регистратор 1\_1»)





Регистратор 1 (точка «Регистратор 1\_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.

Расположение людей

Расположение		Количество людей
Этаж 1		Всего: 110 110 - М1
	Вне помещений	Всего: 110 110 - М1
Антресоль на отм.6,15		Всего: 18 18 - М1
	Вне помещений	Всего: 18 18 - М1
Мезонин		Всего: 12 12 - М1
	Вне помещений	Всего: 12 12 - М1
ИТОГО		Всего: 140 140 - М1

Для определения времени эвакуации были составлены поэтажные расчётные схемы эвакуации.

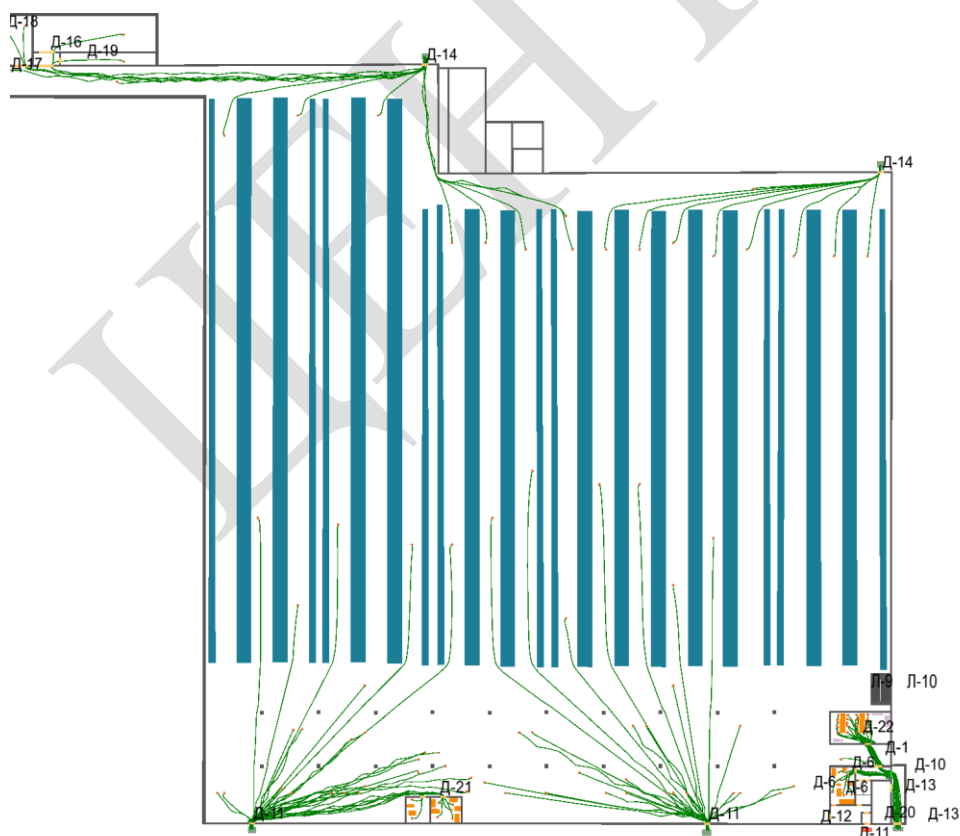


Рисунок 45. Этаж 1. Люди и траектории их движения на этаже.

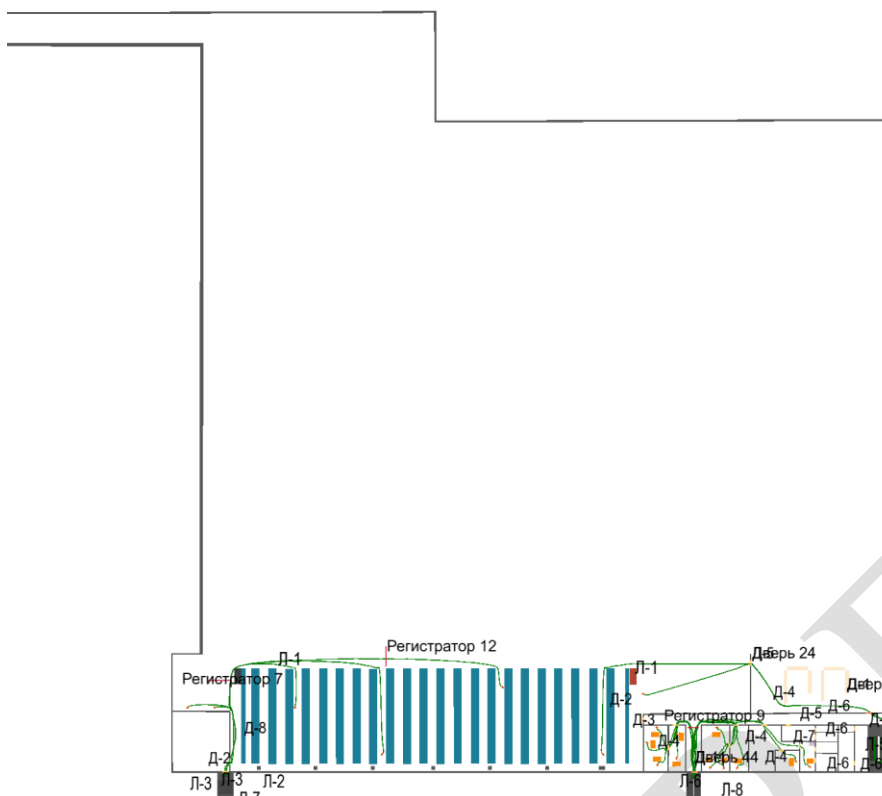


Рисунок 46. Антресоль на отм.6,15. Люди и траектории их движения на этаже.

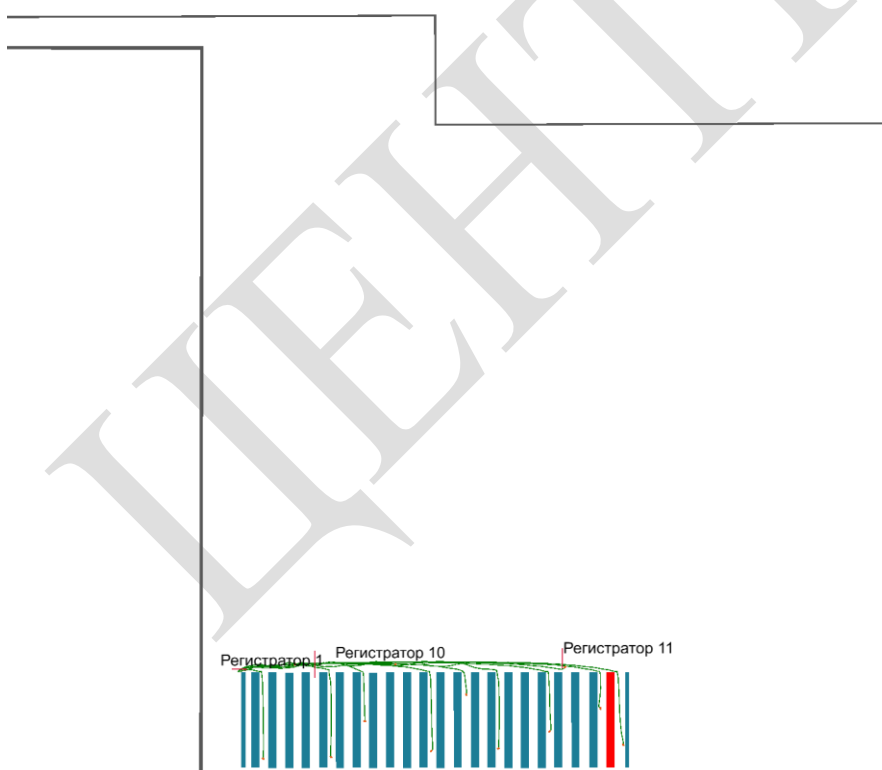


Рисунок 47. Мезанин. Люди и траектории их движения на этаже.

Следующие рисунки показывают динамику движения людей.

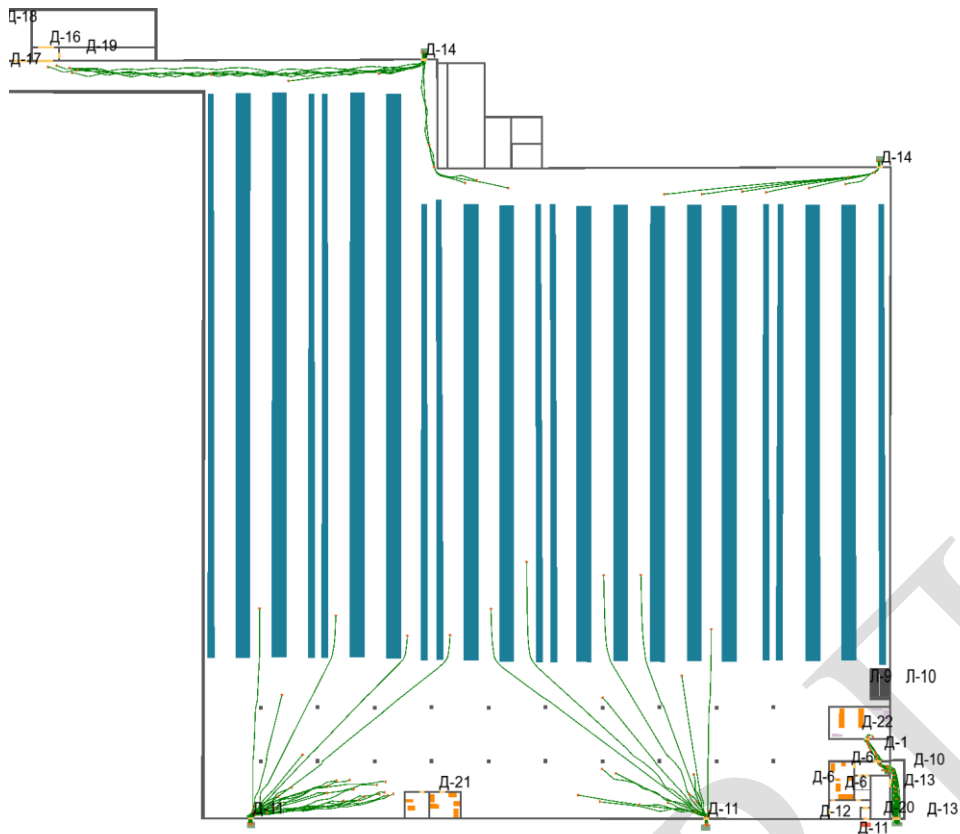


Рисунок 48. Этаж 1. Расположение людей через 38,6 с после начала пожара

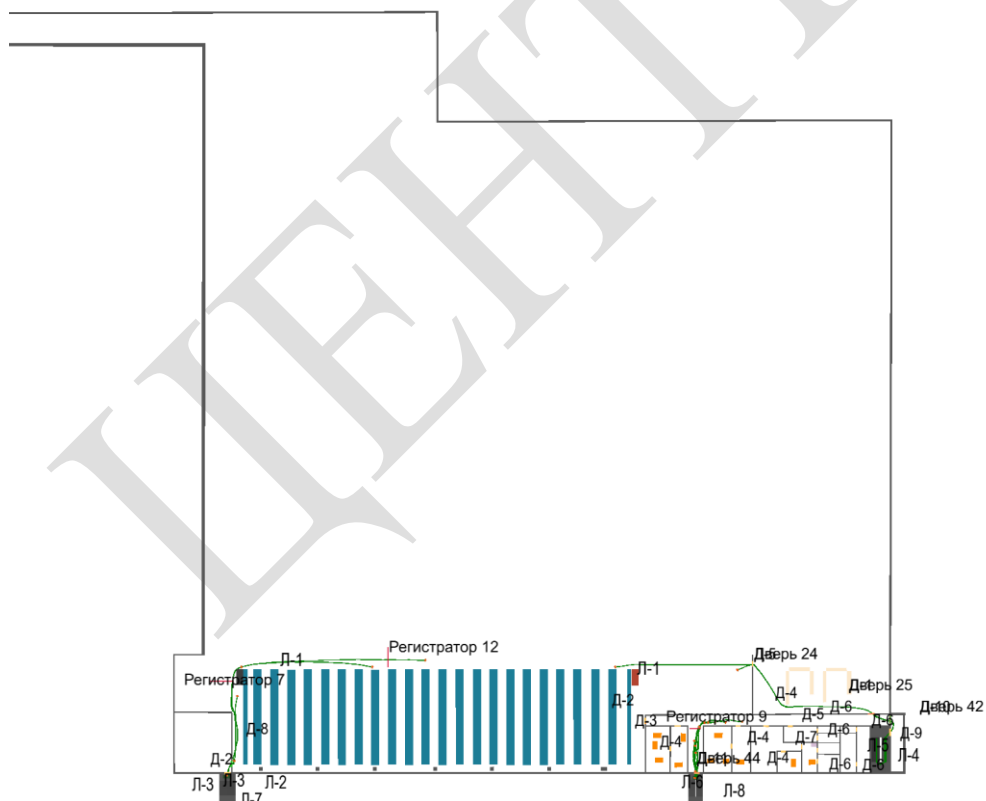


Рисунок 49. Антресоль на отм.6,15. Расположение людей через 38,6 с после начала пожара

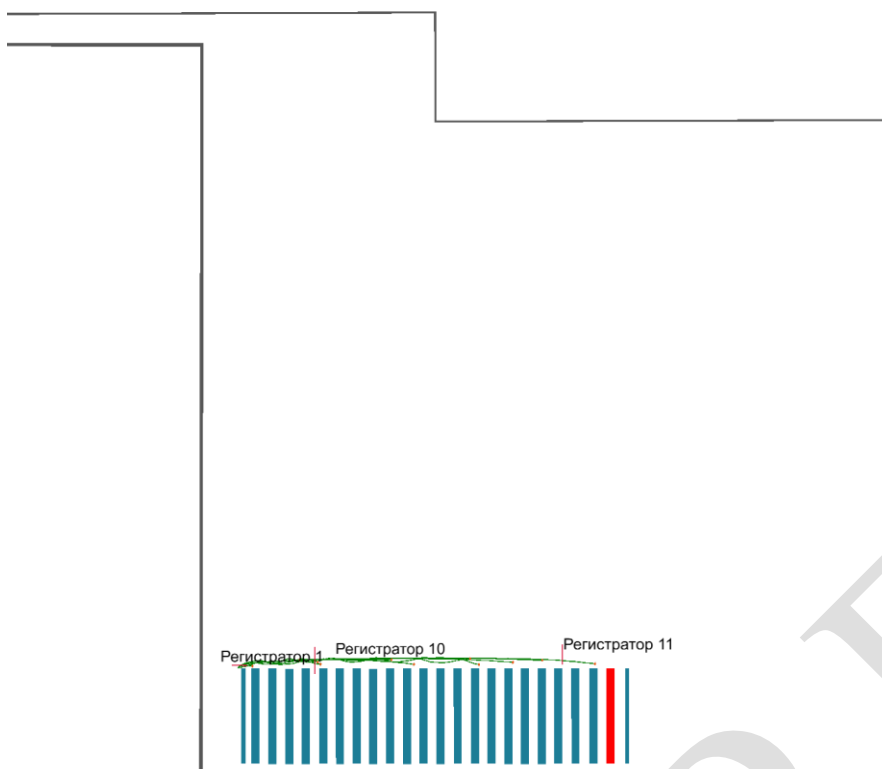


Рисунок 50. Мезанин. Расположение людей через 38,6 с после начала пожара

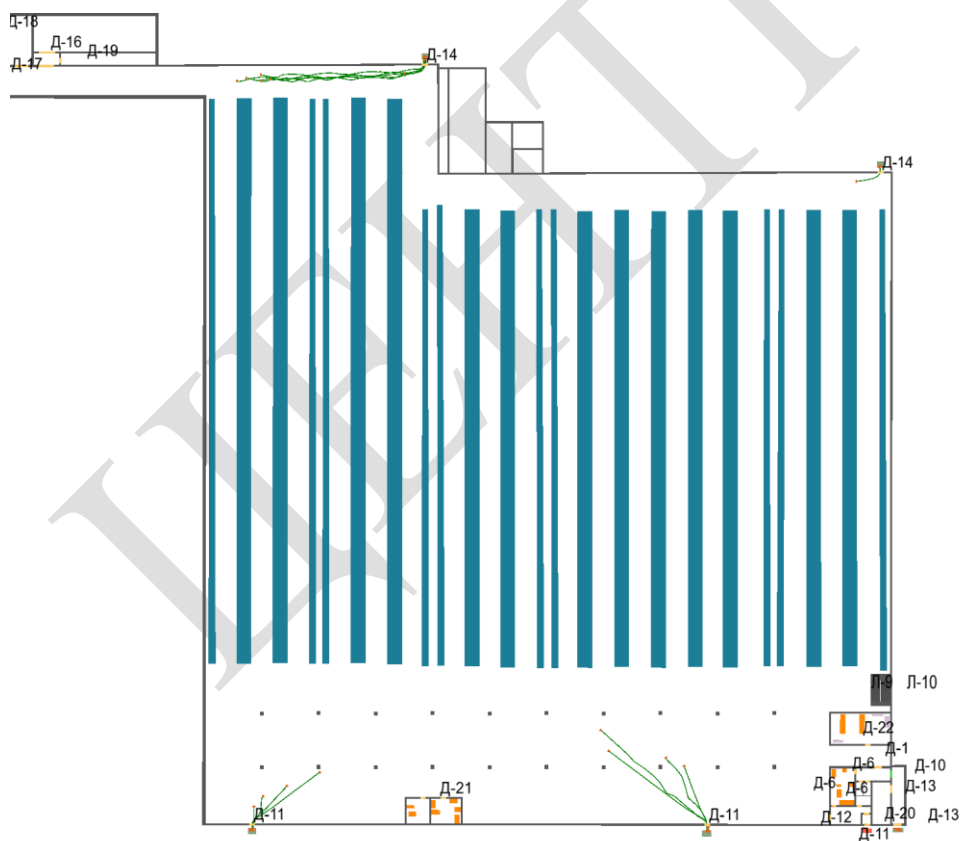


Рисунок 51. Этаж 1. Расположение людей через 55,8 с после начала пожара

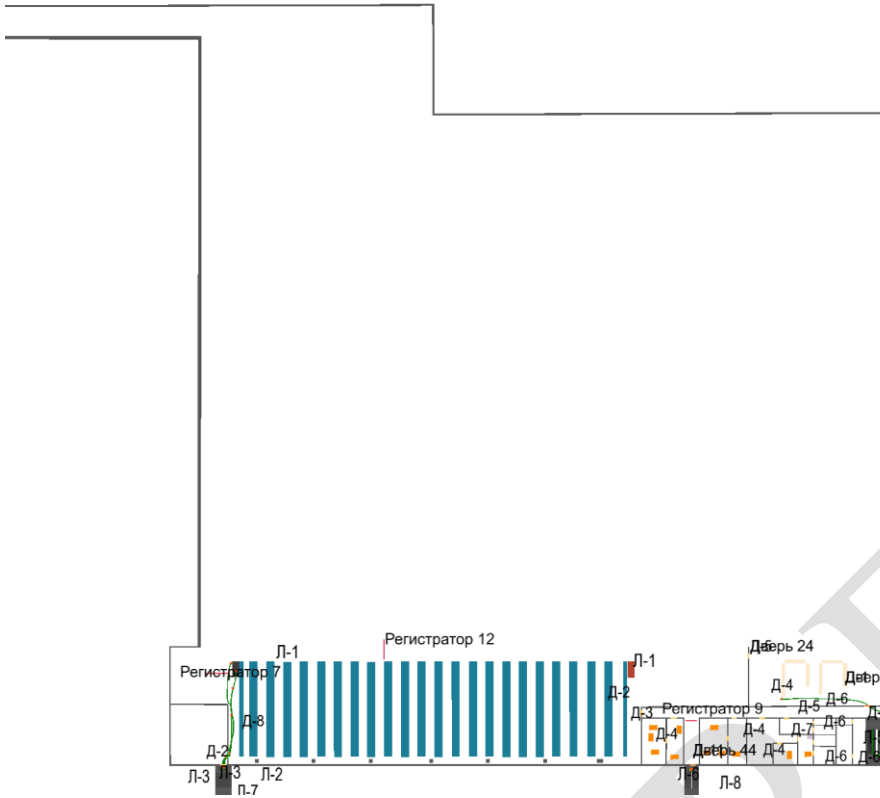


Рисунок 52. Антресоль на отм.6,15. Расположение людей через 55,8 с после начала пожара

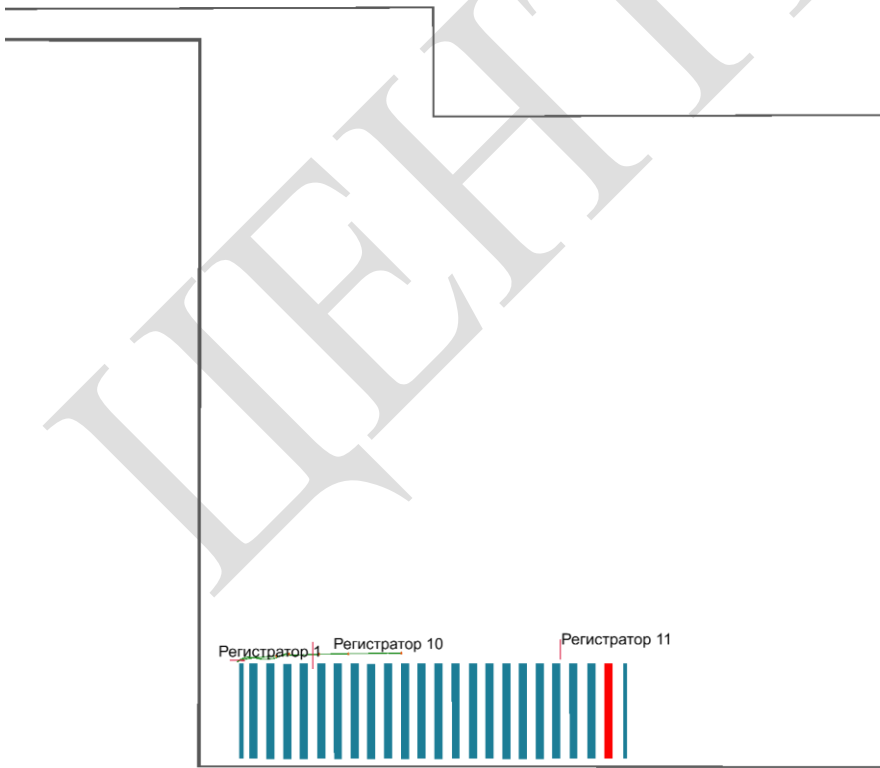


Рисунок 53. Мезанин. Расположение людей через 55,8 с после начала пожара

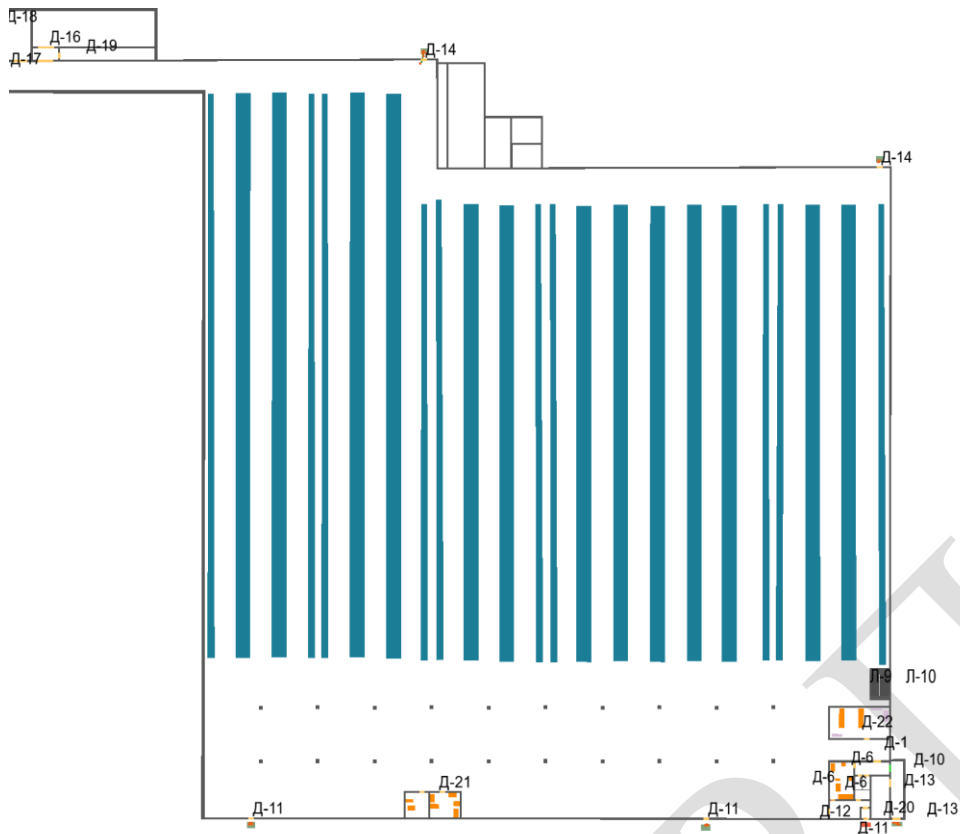


Рисунок 54. Этаж 1. Расположение людей через 72,8 с после начала пожара

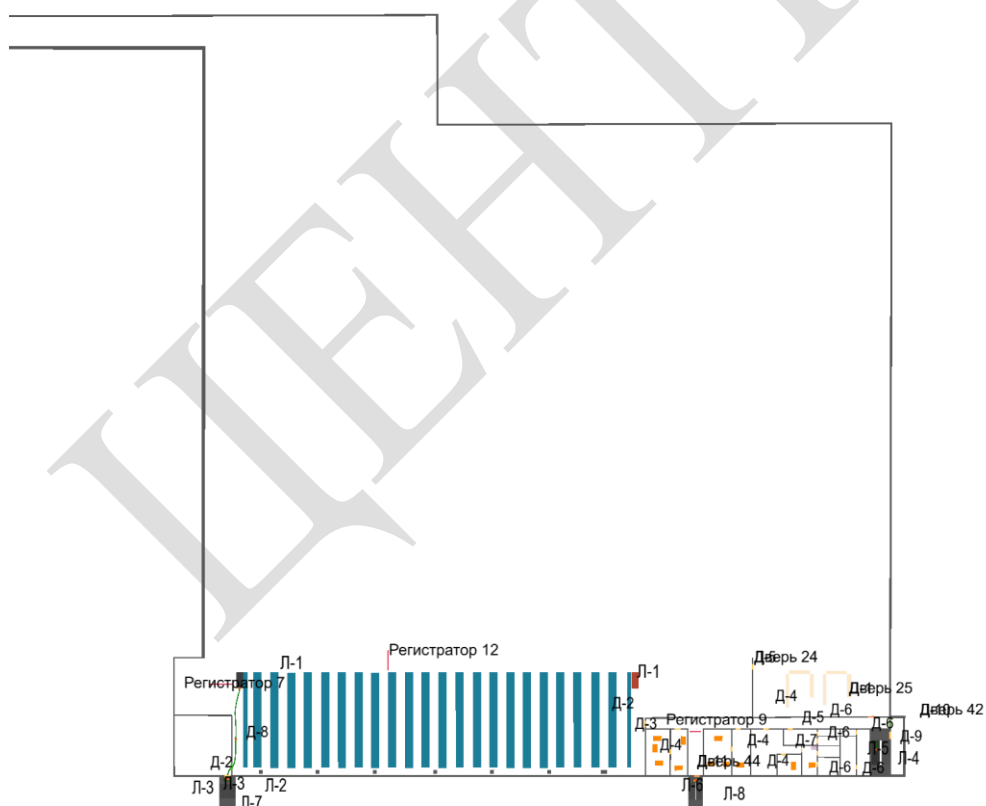


Рисунок 55. Антресоль на отм.6,15. Расположение людей через 72,8 с после начала пожара

## Результаты моделирования движения людей

Время начала эвакуации:  $t_{нэ} = 30$  сек., поскольку пожар может быть не обнаружен одновременно всеми находящимися людьми

Время существования скоплений:  $t_{ск} = 0$  с

Общее количество людей: 140

Количество эвакуировавшихся людей: 140

### Статистика использования выходов

Расположение	Наименование	Время первого, с	Время последнего, с	Количество людей
Этаж 1				
	Выход 1	34,0	69,2	27
	Выход 2	34,6	63,8	32
	Выход 3	38,0	58,6	9
	Выход 4	36,8	73,8	14
	Выход 5	не используется	не используется	0
	Выход 6	39,0	79,0	30
Антресоль на отм.6,15				
	Выход 7	37,6	81,2	17
	Выход 8	36,8	47,0	11

"не используется" - люди не эвакуируются через выход.

### Статистика прохождения регистраторов

Расположение	Наименование	Время первого, с	Время последнего, с	Количество людей
Антресоль на отм.6,15				
Вне помещений	Дверь 24	40,0	50,8	2
	Дверь 25	52,8	63,6	2
	Дверь 42	54,6	65,4	2
	Дверь 44	36,4	46,8	11
	Регистратор 12	41,8	41,8	1
	Регистратор 7	40,2	56,6	3
	Регистратор 9	32,4	42,8	11
Мезанин				
Вне помещений	Регистратор 1	34,8	70,2	11
	Регистратор 10	37,2	63,6	10
	Регистратор 11	36,6	41,4	2

### Определение вероятности эвакуации

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, $P_э$
Антресоль на отм.6,15						
Вне помещений	Дверь 24	71,5	57,2	30,0	50,8	0,999
	Дверь 25	>200	>160	30,0	63,6	0,999
	Дверь 42	>200	>160	30,0	65,4	0,999
	Дверь 44	>200	>160	30,0	46,8	0,999
	Регистратор	124,0	99,2	30,0	41,8	0,999



	12					
	Регистратор 7	>200	>160	30,0	56,6	0,999
	Регистратор 9	>200	>160	30,0	42,8	0,999
<b>Мезанин</b>						
Вне помещений	Регистратор 1	>200	>160	30,0	70,2	0,999
	Регистратор 10	>200	>160	30,0	63,6	0,999
	Регистратор 11	60,9	48,7	30,0	41,4	0,999

## Результаты моделирования процесса эвакуации

Используемые обозначения:

$l$  — расстояние, пройденное человеком по эвакуационным путям каждого типа;

$t_{нэ}$  — время начала эвакуации;

$t_э$  — время эвакуации;

$t_{ск}$  — время нахождения в скоплениях;

Группа мобильности: М1

Площадь: 0,125 м<sup>2</sup>

“Ширина”: 0,5 м (размер прямоугольника, занимаемый человеком, перпендикулярный направлению движения)

“Толщина”: 0,32 м (размер прямоугольника, занимаемый человеком, вдоль направления движения)

Высота: 1,7 м

Цвет: 

Параметры движения по эвакуационным путям различного типа:

Тип пути	Движение разрешено	$V_0$ , м/мин	$D_0$ , чел/м <sup>2</sup>	$a$	$D_{max}$ , м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>
Горизонтальный путь	да	100	0,408	0,295	1
Лестница вниз	да	100	0,712	0,4	1
Лестница вверх	да	60	0,536	0,305	1
Пандус вниз	да	115	1,368	0,399	1
Пандус вверх	да	80	0,856	0,399	1
Проем	да	100	0,52	0,295	1

## Сценарий 3

Этаж 1

<b><math>l</math>, м</b>	– Горизонтальный путь
67,317	

Имя	Контингент	Выход	$l$ , м	$t_{нэ}$ , с	$t_э$ , с	$t_{ск}$ , с
Человек 1	М1	Выход 4	67,317	30	70,4	0
Человек 2	М1	Выход 4	69,478	30	72	0
Человек 3	М1	Выход 4	71,923	30	73,2	0
Человек 4	М1	Выход 4	69,145	30	71,6	0
Человек 5	М1	Выход 4	47,667	30	58,6	0

Человек 6	M1	Выход 4	36,302	30	51,8	0
Человек 7	M1	Выход 4	22,667	30	43,6	0
Человек 8	M1	Выход 4	11,667	30	37	0
Человек 9	M1	Выход 4	28,333	30	47	0
Человек 10	M1	Выход 4	31,667	30	49	0
Человек 11	M1	Выход 2	46,333	30	57,8	0
Человек 12	M1	Выход 2	34,285	30	51	0
Человек 13	M1	Выход 2	48,333	30	59	0
Человек 14	M1	Выход 2	51,667	30	61	0
Человек 15	M1	Выход 2	56,667	30	64	0
Человек 16	M1	Выход 1	62,333	30	67,4	0
Человек 17	M1	Выход 1	65,493	30	69,4	0
Человек 18	M1	Выход 1	55,987	30	63,6	0
Человек 19	M1	Выход 1	39,16	30	53,6	0
Человек 20	M1	Выход 4	36,968	30	52,2	0
Человек 21	M1	Выход 4	43,333	30	56	0
Человек 22	M1	Выход 4	39,333	30	53,6	0
Человек 23	M1	Выход 3	48	30	58,8	0
Человек 24	M1	Выход 2	8,256	30	35,4	0
Человек 25	M1	Выход 2	7,402	30	34,8	0
Человек 26	M1	Выход 2	7,651	30	35,2	0
Человек 27	M1	Выход 2	8,521	30	35,8	0
Человек 28	M1	Выход 2	16,24	30	40	0
Человек 29	M1	Выход 2	17,207	30	40,6	0
Человек 30	M1	Выход 2	13,667	30	38,2	0
Человек 31	M1	Выход 2	20,631	30	42,4	0
Человек 32	M1	Выход 2	23	30	43,8	0
Человек 33	M1	Выход 2	15,642	30	39,6	0
Человек 34	M1	Выход 2	17,974	30	41,2	0
Человек 35	M1	Выход 2	19,179	30	41,6	0
Человек 36	M1	Выход 2	27,257	30	46,6	0
Человек 37	M1	Выход 2	27,689	30	47	0
Человек 38	M1	Выход 2	29,906	30	48,4	0
Человек 39	M1	Выход 2	31,661	30	49,4	0
Человек 40	M1	Выход 2	31,438	30	49	0
Человек 41	M1	Выход 2	35,911	30	54	0
Человек 42	M1	Выход 2	35,452	30	53	0
Человек 43	M1	Выход 1	35,32	30	51,2	0
Человек 44	M1	Выход 2	31,53	30	50	0
Человек 45	M1	Выход 2	29,314	30	48	0
Человек 46	M1	Выход 2	32,103	30	50,4	0
Человек 47	M1	Выход 2	33,826	30	52,6	0
Человек 48	M1	Выход 2	33,964	30	53,4	0
Человек 49	M1	Выход 2	32,959	30	52,2	0
Человек 50	M1	Выход 2	32,78	30	51,8	0
Человек 51	M1	Выход 1	31,855	30	49,2	0
Человек 52	M1	Выход 1	25,813	30	45,4	0
Человек 53	M1	Выход 1	21,558	30	43	0
Человек 54	M1	Выход 1	33,248	30	50	0
Человек 55	M1	Выход 1	30,581	30	48,4	0
Человек 56	M1	Выход 2	27,446	30	47,4	0
Человек 57	M1	Выход 1	22,385	30	43,8	0
Человек 58	M1	Выход 1	19,892	30	42	0
Человек 59	M1	Выход 1	18,206	30	41,4	0
Человек 60	M1	Выход 1	15,274	30	39,4	0
Человек 61	M1	Выход 1	17,146	30	40,6	0
Человек 62	M1	Выход 1	14,291	30	38,8	0

Человек 63	M1	Выход 1	16,545	30	40,4	0
Человек 64	M1	Выход 1	8,992	30	36	0
Человек 65	M1	Выход 1	8,036	30	35,4	0
Человек 66	M1	Выход 1	6,579	30	34,2	0
Человек 67	M1	Выход 1	6,952	30	34,6	0
Человек 68	M1	Выход 1	7,716	30	35	0
Человек 69	M1	Выход 1	12,914	30	38	0
Человек 70	M1	Выход 1	15,378	30	40	0
Человек 71	M1	Выход 6	16,751	30	40,8	0
Человек 72	M1	Выход 6	18,817	30	47	0
Человек 73	M1	Выход 6	18,024	30	45,8	0
Человек 74	M1	Выход 6	18,944	30	49,4	0
Человек 75	M1	Выход 6	16,075	30	41,6	0
Человек 76	M1	Выход 6	18,307	30	47,2	0
Человек 77	M1	Выход 6	16,543	30	43,2	0
Человек 78	M1	Выход 6	14,973	30	39,2	0
Человек 79	M1	Выход 6	23,573	30	54,4	0
Человек 80	M1	Выход 6	26,494	30	54,2	0
Человек 81	M1	Выход 6	21,625	30	53	0
Человек 82	M1	Выход 6	22,905	30	55	0
Человек 83	M1	Выход 6	20,485	30	54	0
Человек 84	M1	Выход 6	20,321	30	51,4	0
Человек 85	M1	Выход 6	19,573	30	51,6	0
Человек 86	M1	Выход 6	21,429	30	52,6	0
Человек 87	M1	Выход 6	19,664	30	50,4	0
Человек 88	M1	Выход 6	18,574	30	50,8	0
Человек 89	M1	Выход 6	16,976	30	44	0
Человек 90	M1	Выход 6	17,887	30	48,2	0
Человек 91	M1	Выход 6	19,313	30	49,8	0
Человек 92	M1	Выход 6	21,266	30	53,8	0
Человек 93	M1	Выход 6	22,63	30	53,6	0
Человек 94	M1	Выход 6	19,974	30	48,8	0
Человек 95	M1	Выход 6	18,778	30	47,6	0
Человек 96	M1	Выход 6	17,591	30	45,2	0
Человек 97	M1	Выход 6	17,076	30	44,6	0
Человек 98	M1	Выход 6	16,706	30	42,2	0
Человек 99	M1	Выход 1	43,653	30	56,2	0
Человек 100	M1	Выход 1	53,32	30	62	0
Человек 101	M1	Выход 1	36,987	30	52,2	0
Человек 102	M1	Выход 3	13,667	30	38,2	0
Человек 103	M1	Выход 3	16,333	30	39,8	0
Человек 104	M1	Выход 3	21,27	30	42,8	0
Человек 105	M1	Выход 3	26,333	30	45,8	0
Человек 106	M1	Выход 3	32,667	30	49,6	0
Человек 107	M1	Выход 3	36,333	30	51,8	0
Человек 108	M1	Выход 3	42,333	30	55,4	0
Человек 109	M1	Выход 3	20,27	30	42,2	0
Человек 123	M1	Выход 4	73,27	30	74	0

Антресоль на отм.6,15

<b>l, м</b>	
28,624	– Горизонтальный путь
0	– Лестница вниз

Имя	Контингент	Выход	l, м	t <sub>нэ</sub> , с	t <sub>э</sub> , с	t <sub>ск</sub> , с
Человек 110	M1	Выход 8	28,624 0	30	47,2	0
Человек 111	M1	Выход 8	25,813 0	30	45,8	0
Человек 112	M1	Выход 8	21,392 0	30	44	0
Человек 113	M1	Выход 8	21,456 0	30	44,4	0
Человек 114	M1	Выход 8	22,065 0	30	45	0
Человек 115	M1	Выход 8	21,018 0	30	43,6	0
Человек 116	M1	Выход 8	15,333 0	30	39,2	0
Человек 117	M1	Выход 8	11,667 0	30	37	0
Человек 118	M1	Выход 8	17,696 0	30	41,6	0
Человек 119	M1	Выход 8	18,969 0	30	42	0
Человек 120	M1	Выход 8	17,291 0	30	40,8	0
Человек 121	M1	Выход 6	54,108 9,812	30	68,4	0
Человек 122	M1	Выход 7	12,987 0	30	37,8	0
Человек 124	M1	Выход 7	16,827 0	30	40,2	0
Человек 215	M1	Выход 7	31,493 0	30	49	0
Человек 216	M1	Выход 7	51,16 0	30	60,8	0
Человек 217	M1	Выход 7	59,469 0	30	65,8	0
Человек 218	M1	Выход 6	72,055 9,812	30	79,2	0

Мезанин

l, м	
69,435	– Горизонтальный путь
3,359	– Лестница вниз

Имя	Контингент	Выход	l, м	t <sub>нэ</sub> , с	t <sub>э</sub> , с	t <sub>ск</sub> , с
Человек 125	M1	Выход 7	69,435 3,359	30	74	0
Человек 126	M1	Выход 7	54,984 3,359	30	65,4	0
Человек 219	M1	Выход 7	81,777 3,359	30	81,4	0
Человек 220	M1	Выход 7	73,922 3,359	30	76,6	0
Человек 221	M1	Выход 7	63,104 3,359	30	70,2	0
Человек	M1	Выход 7	51,393	30	63,4	0

222			3,359			
Человек 223	M1	Выход 7	65,506 3,359	30	71,6	0
Человек 224	M1	Выход 7	37,618 3,359	30	55	0
Человек 225	M1	Выход 7	40,881 3,359	30	57	0
Человек 226	M1	Выход 7	41,177 3,359	30	57,4	0
Человек 227	M1	Выход 7	22,667 3,359	30	46	0
Человек 228	M1	Выход 7	30,608 3,359	30	50,8	0

## Параметры эвакуационных путей

### Сценарий 3

Двери

Тип	Ширина, м	Высота, м	Количество, шт.	С регистратором
Д-1	1,1	2	2	Дверь 25
Д-2	0,88	2,02	2	
Д-3	0,9	2	1	
Д-4	0,78	2,01	4	
Д-5	0,8	2	3	Дверь 24
Д-6	0,7	1,9	11	
Д-7	0,7	2	1	
Д-8	0,88	2,02	1	
Д-9	1,13	2	1	
Д-10	1,13	2	2	Дверь 42
Д-11	0,83	1,96	4	Дверь 44
Д-12	0,88	2,04	1	
Д-13	1,2	2	2	
Д-14	0,89	2	2	
Д-15	2,5	2	1	
Д-16	2,4	2	2	
Д-17	2,2	2	1	
Д-18	0,9	2,03	1	
Д-19	0,87	2,04	1	
Д-20	0,88	1,98	1	
Д-21	0,81	2,05	2	
Д-22	0,9	2,06	1	

Лестницы

Тип	Ширина, м	Количество, шт.
Л-1	1	2
Л-2	1,2	1
Л-3	1,2	2
Л-4	1,2	1
Л-5	1,2	1
Л-8	1,2	3

Л-10	1,2	1
Л-9	1,2	1
Л-6	1	3
Л-7	1	1

**Вывод по сценарию №3:**  $P_{Э.П.} = 0,999$ , так как выполнено следующее условие:  
$$t_p + \tau_{н.э} \leq 0,8 \cdot \tau_{бл.ij}$$

ЦЕНТР ЛБ



МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ,  
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

## СВИДЕТЕЛЬСТВО ОБ АККРЕДИТАЦИИ

№ 37/00013

Общество с ограниченной ответственностью «Центр пожарной безопасности»

(полное наименование организации, аккредитованной для осуществления определенного вида деятельности)

ООО «Центр ПБ»

(сокращенное наименование организации, аккредитованной для осуществления определенного вида деятельности)

(Фирменное наименование организации, аккредитованной для осуществления определенного вида деятельности)

153032, г. Иваново, ул. Станкостроителей, д. 5А, стр. 1, оф.26.

(юридический адрес)

153032, г. Иваново, ул. Станкостроителей, д. 5А, стр. 1, оф.26.

(фактический адрес)

3702531368/1073702032161

(ИНН/ОГРН)

### АККРЕДИТОВАНА В КАЧЕСТВЕ ОРГАНИЗАЦИИ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПО НАПРАВЛЕНИЮ:

обследование объекта защиты, проведение расчетов по оценке пожарного риска, подготовка вывода о выполнении (не выполнении) условий соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности и разработка мер по обеспечению выполнения условий, при которых объект защиты будет соответствовать требованиям пожарной безопасности.

Выдано: 17 июня 2014 г.

Действительно: 17 июня 2019 г.

Руководитель органа аккредитации



В.А. Фролов  
(фамилия и инициалы)

М.П.