

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ООО «Рога и копыта»  
С.С. Сидоров

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2012 г.

М.П.

## ОТЧЕТ

по результатам определения расчетного времени  
эвакуации людей при пожаре из здания  
Детского сада на 60 мест с начальной школой на 100 учащихся,  
1-го этапа строительства объекта: Школа в с. Старомужичье  
Загонского района, Баварской области

расположенного по адресу: 000000, Баварская область, Загонский район,  
с. Старомужичье, ул. Совхозная, 00

**Автор против свободного распространения настоящего документа  
в сети интернет или вне его.**

**Документ загружен на интернет ресурс исключительно с целью  
ознакомления пользователей интернет-сайта <http://proektanti.ru/> с  
компетенциями автора**

г. Урюпинск  
2012 год

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	3
2. ЦЕЛЬ РАБОТЫ .....	5
3. ЗАДАЧИ РАБОТЫ .....	5
4. ПРИЧИНЫ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ .....	6
5. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ И СВЯЗАННЫЕ С НЕЙ ОГРАНИЧЕНИЯ.....	7
6. КРИТЕРИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОЙ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ.....	8
7. ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА ЗАЩИТЫ .....	10
8. РАСЧЕТНАЯ МОДЕЛЬ .....	16
9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОГО ВРЕМЕНИ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ .....	28
9.1. Методика определения расчетного времени эвакуации людей при пожаре.....	28
9.2. Выбор и обоснование расчетных сценариев.....	29
9.3. Результаты расчета времени эвакуации по Сценарию 01 .....	31
9.4. Результаты расчета времени эвакуации по Сценарию 02 .....	39
9.5. Результаты расчета времени эвакуации по Сценарию 03 .....	46
10. МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ ПОЖАРА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ БЛОКИРОВАНИЯ .....	52
10.1. Математическая модель развития пожара .....	52
10.2. Выбор и формулировка сценариев развития пожара.....	53
10.3. Результаты моделирования динамики развития пожара по Сценарию 01 .....	55
10.4. Результаты моделирования динамики развития пожара по Сценарию 02 .....	59
11. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ ПО ЭВАКУАЦИОННЫМ ПУТЯМ.....	64
11. ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ .....	66
12. ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ НОРМАТИВНЫХ ПРАВОВЫХ АКТОВ, НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ И СПРАВОЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ .....	67
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 .....	68
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 .....	69

Загружено на сайт <http://pro-con.ru/>

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая работа выполнена на основании договора от 1 февраля 2012 г. № 1, заключенного между Управлением по строительству, архитектуре, жилищно-коммунальному и дорожному хозяйству администрации муниципального района Загонский и ООО «Рога и копыта».

### Экспертная организация, выполнившая определение расчетного времени эвакуации людей при пожаре

Исполнителем работы является ООО «Рога и копыта», аккредитованное в области оценки соответствия объектов защиты (продукции) установленным требованиям пожарной безопасности путем независимой оценки пожарного риска.

Полное наименование экспертной организации: Общество с ограниченной ответственностью «Рога и копыта».

Сокращенное наименование экспертной организации: ООО «Рога и копыта».

Юридический адрес экспертной организации: 000000, Баварская область, г. Урюпинск, ул. Петербургская, д. 10.

Адрес места нахождения экспертной организации: 000000, Баварская область, г. Урюпинск, ул. Петербургская, д. 10.

ОГРН: 0000000000000.

ИНН / КПП: 0000000000 / 0000000000.

Телефон: (8888) 0000000000, 00000000.

Аккредитована в качестве организации, осуществляющей деятельность по направлению: обследование объекта защиты, проведение расчетов по оценке пожарного риска, подготовка вывода о выполнении (невыполнении) условий соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности и разработка мер по обеспечению выполнения условий, при которых объект защиты будет соответствовать требованиям пожарной безопасности.

Свидетельство об аккредитации № 000/Х/0000, выдано МЧС России 00 декабря 0000 г.

### Сведения о должностных лицах экспертной организации, выполнивших определение расчетного времени эвакуации людей при пожаре

Определение расчетного времени эвакуации людей при пожаре выполнено директором ООО «Рога и копыта» Сидоровым Сникерсом Самуиловичем, аттестованным в качестве эксперта по оценке пожарных рисков (удостоверение № 1028, выдано Академией ГПС МЧС России, г. Москва).

### Дата выполнения настоящей работы

Настоящая работа по определению расчетного времени эвакуации людей при пожаре из здания Детского сада на 60 мест с начальной школой на 100 учащихся, 1-го этапа строительства объекта: Школа в с. Старомужичье Загонского района, Баварской области выполнена в период с 22 февраля по 02 марта 2012 г.

### Идентификационные данные объекта защиты

Под объектом защиты для целей настоящей работы понимается объект капитального строительства – здание Детского сада на 60 мест с начальной школой на 100 учащихся, 1-й этап строительства объекта: Школа в с. Старомужичье Загонского района.

Адрес местонахождения: 000000, Баварская область, Загонский район, с. Старомужичье, ул. Совхозная, 76.

Проектная документация по объекту: «Школа в с. Старомужичье Загонского района. 1-й этап строительства. Детский сад на 60 мест с начальной школой на 100 учащихся» разработана ООО «ПроектКолхоз».

Загружено на сайт [proektanti.ru](http://proektanti.ru) автором блога <http://fire-consult.ru/>

## 2. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Настоящая работа выполнена с целью оценки соответствия предусмотренных проектной документацией количества и размеров эвакуационных выходов и путей эвакуации из здания Детского сада на 60 мест с начальной школой на 100 учащихся требованиям безопасной эвакуации людей при пожаре.

## 3. ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Основными задачами настоящей работы являются:

1. Определить критерии обеспечения безопасной эвакуации людей из объекта защиты.
2. Выполнить определение расчетного времени эвакуации людей из здания Детского сада на 60 мест с начальной школой на 100 учащихся.
3. Сопоставить полученные в ходе проведения расчетов результаты с критериями безопасной эвакуации людей.
4. Сформулировать вывод о соответствии или несоответствии количества и параметров эвакуационных путей и выходов критериям безопасной эвакуации людей.
5. В случае не соответствия количества и параметров эвакуационных путей и выходов критериям безопасной эвакуации людей – разработать оптимальные организационные и технические решения для обеспечения безопасной эвакуации людей из помещений и из здания при пожаре.

#### 4. ПРИЧИНЫ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Необходимость выполнения настоящей работы вызвана допущенными при проектировании и строительстве объекта защиты нарушениями требований нормативных документов по пожарной безопасности к ширине эвакуационных выходов и путей эвакуации:

1. Ширины эвакуационных выходов из помещений групповых ячеек детского сада составляют менее 1,2 м; фактические ширины отдельных выходов составляют 0,77 м, 0,9 м, 0,91 м, 1,0 м (нарушение п. 6.16 СНиП 21-01-97\* «Пожарная безопасность зданий и сооружений»).
2. Ширины эвакуационных выходов из коридора 2-го этажа в лестничные клетки, при числе эвакуирующихся через них более 50 человек, составляют менее 1,2 м; фактические ширины выходов – 1,13 м (нарушение п. 6.16 СНиП 21-01-97\* «Пожарная безопасность зданий и сооружений»).
3. Ширина выхода из лестничной клетки, расположенной в осях Иа-Жа / За-4а, в тамбур перед выходом наружу, а также ширина выхода из тамбура непосредственно наружу, менее ширины маршей лестницы, а также меньше 1,2 м при числе эвакуирующихся через них более 50 человек; фактические ширины дверных проемов в свету составляют 0,9 м и 0,91 м соответственно (нарушение п. 6.16 СНиП 21-01-97\* «Пожарная безопасность зданий и сооружений»).
4. Ширина выхода из лестничной клетки, расположенной в осях Ба-Да / За-4а, в тамбур перед выходом наружу, а также ширина выхода из тамбура непосредственно наружу, при числе эвакуирующихся через них более 50 человек, меньше 1,2 м; фактические ширины дверных проемов в свету составляют 1,19 м (нарушение п. 6.16 СНиП 21-01-97\* «Пожарная безопасность зданий и сооружений»).
5. Ширины маршей лестниц составляют менее 1,2 м; фактически равны 1,15 – 1,18 м (нарушение п. 1.96 СНиП 2.08.02-89\* «Общественные здания и сооружения»).

## 5. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ И СВЯЗАННЫЕ С НЕЙ ОГРАНИЧЕНИЯ

Полученные в ходе выполнения настоящей работы результаты определения расчетного времени эвакуации людей при пожаре могут быть использованы для подтверждения соответствия (либо не соответствия) объекта защиты требованиям пожарной безопасности.

Настоящая работа не является отчетом по результатам выполнения расчетов по оценке пожарного риска. Расчет по оценке пожарного риска в ходе выполнения настоящей работы не проводился. Полученные в ходе выполнения настоящей работы результаты определения расчетного времени эвакуации людей могут быть использованы при проведении расчетов по оценке пожарного риска.

В ходе настоящей работы выполнена проверка расчетным способом соответствия количества и ширины эвакуационных путей и выходов, а также протяженности путей эвакуации условиям безопасной эвакуации людей при пожаре.

Выполнение рекомендаций, разработанных в ходе настоящей работы, является достаточным условием для обеспечения безопасной эвакуации людей при пожаре – в части, касающейся количества, ширины эвакуационных путей и выходов, а также протяженности путей эвакуации.

Результаты настоящей работы являются действительными при способе использования объекта защиты, предусмотренном проектной документацией, а также максимальной численности находящихся в нем людей, описанных в разделе 7 настоящего Отчета.

Результаты настоящей работы не могут быть использованы для каких-либо целей в случае:

- изменения способа использования (функционального назначения) объекта защиты,
- изменения контингента людей, находящихся в здании,
- существенного (более 10%) увеличения численности людей, которые могут одновременно находиться в здании,
- изменения объемно-планировочных решений помещений и здания, количества и геометрических размеров эвакуационных выходов и путей эвакуации.

## 6. КРИТЕРИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОЙ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ

Для проверки соответствия количества и размеров эвакуационных путей и эвакуационных выходов требованиям безопасной эвакуации людей при пожаре были принят следующий критерий:

Вероятность эвакуации людей по эвакуационным путям, определяемая в соответствии с приложением 2 ГОСТ 12.1.004-91\* «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования» [1], должна составлять 0,999.

В соответствии с приложением 2 ГОСТ 12.1.004-91\* [1] вероятность эвакуации по эвакуационным путям  $P_{Э.П.}$  вычисляют по зависимости:

$$P_{Э.П.} = \begin{cases} \frac{\tau_{\text{бл}} - t_p}{\tau_{\text{н.э}}}, & \text{если } t_p < \tau_{\text{бл}} < (t_p + \tau_{\text{н.э}}); \\ 0,999, & \text{если } (t_p + \tau_{\text{н.э}}) \leq \tau_{\text{бл}}; \\ 0, & \text{если } t_p \geq \tau_{\text{бл}}, \end{cases} \quad (1)$$

где  $\tau_{\text{бл}}$  – время от начала пожара до блокирования эвакуационных путей в результате распространения на них ОФП, имеющих предельно допустимые для людей значения, мин;

$t_p$  – расчетное время эвакуации людей, мин;

$\tau_{\text{н.э}}$  – интервал времени от возникновения пожара до начала эвакуации людей, мин.

Время  $\tau_{\text{бл}}$  вычисляют путем расчета значений допустимой концентрации дыма и других опасных факторов пожара на эвакуационных путях в различные моменты времени. Допускается время  $\tau_{\text{бл}}$  принимать равным необходимому времени эвакуации  $t_{\text{нб}}$ .

Необходимое время эвакуации рассчитывается как произведение критической для человека продолжительности пожара на коэффициент безопасности. Предполагается, что каждый опасный фактор воздействует на человека независимо от других.

Расчетное время эвакуации людей из помещений и зданий устанавливается по расчету времени движения одного или нескольких людских потоков через эвакуационные выходы от наиболее удаленных мест размещения людей.

Значение времени начала эвакуации  $\tau_{\text{н.э}}$  для зданий (сооружений) без систем оповещения вычисляют по результатам исследования поведения людей при пожарах в зданиях конкретного назначения.

При наличии в здании системы оповещения о пожаре значение  $\tau_{\text{н.э}}$  принимают равным времени срабатывания системы с учетом ее инерционности. При отсутствии необходимых исходных данных для определения времени начала эвакуации в зданиях (сооружениях) без систем оповещения величину  $\tau_{\text{н.э}}$  следует принимать равной 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  $\tau_{н.э}$  допускается принимать равным нулю. В этом случае вероятность ( $P_{э.п.}$ ) вычисляют по зависимости:

$$P_{э.п.} = \begin{cases} 0,999, & \text{если } t_p \leq t_{нб}; \\ 0, & \text{если } t_p \geq t_{нб}, \end{cases} \quad (2)$$

где  $t_{нб}$  – необходимое время эвакуации из зальных помещений.

Примечание. Зданиями (сооружениями) без систем оповещения считают те здания (сооружения), возникновение пожара внутри которых может быть замечено одновременно всеми находящимися там людьми.

Расчет  $t_{нб}$  производится для наиболее опасного варианта развития пожара, характеризующегося наибольшим темпом нарастания ОФП в рассматриваемом помещении. Необходимое время эвакуации людей  $t_{нб}$ , мин, из рассматриваемого помещения рассчитывают по формуле:

$$t_{нб} = \frac{0,8 \cdot t_{кр}}{60}. \quad (3)$$

Значения критической продолжительности пожара  $t_{кр}$  рассчитывают по условию достижения каждым из ОФП предельно допустимых значений в зоне пребывания людей.

Загружено на сайт [proektanti.ru](http://proektanti.ru) автором блога <http://fire-comput.ru/>

## 7. ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА ЗАЩИТЫ

Участок под строительство расположен по ул. Совхозная на территории существующего детского сада в с. Старомужичье Загонского района Баварской области.

Здание детского сада двухэтажное с подвальным (техническим) этажом. В плане имеет прямоугольную форму. Размеры здания в осях 48,0×12,0 м с выносом 2-го этажа над главным крыльцом размерами в осях 12,0×3,0 м. Высота наземных этажей составляет 3,3 м, подвала – 2,8 ÷ 3,3 м. Средняя высота здания от поверхности проезда для пожарных машин до верха наружных стен – 8,28 м.

Площадь застройки здания детского сада составляет – 736,41 м<sup>2</sup>, общая площадь – 1 758,29 м<sup>2</sup>; строительный объем – 4 430,72 м<sup>3</sup>.

Функционально здание состоит из двух частей:

- на 1-м этаже расположен детский сад на 60 мест;
- на 2-м этаже – начальная школа на 100 учащихся.

В соответствии с п. 5.21 СНИП 21-01-97\* «Пожарная безопасность зданий и сооружений» класс функциональной пожарной опасности группы помещений, расположенной на 1-м этаже здания – Ф1.1 (детские дошкольные учреждения, специализированные дома престарелых и инвалидов (неквартирные), больницы, спальные корпуса школ-интернатов и детских учреждений). Класс функциональной пожарной опасности группы помещений, расположенной на 2-м этаже здания – Ф4.1 (школы, внешкольные учебные заведения, средние специальные учебные заведения, профессионально-технические училища).

В здании размещены следующие помещения и группы помещений:

- на 1-м этаже – три групповые ячейки, в состав которых входят: спальные помещения, игровые-столовые, приемные-раздевалки и санитарные узлы; зал для музыкальных и гимнастических занятий; медицинский бокс-изолятор; помещения прачечной (прачечная, гладильная-сушильная); вспомогательные и санитарные помещения;
- на 2-м этаже – четыре учебных класса, два из которых – со спальнями-игровыми; зал универсального назначения; раздевальные помещения и санитарные узлы;
- в подвальном этаже (техническом подполье) размещен ввод водопровода в здание, водомерный и тепловой узлы, электрощитовое помещение, трубопроводы из негорючих материалов.

Планы наземных этажей здания приведены на рисунках 1 – 2. Назначение помещений указано в таблице 1.

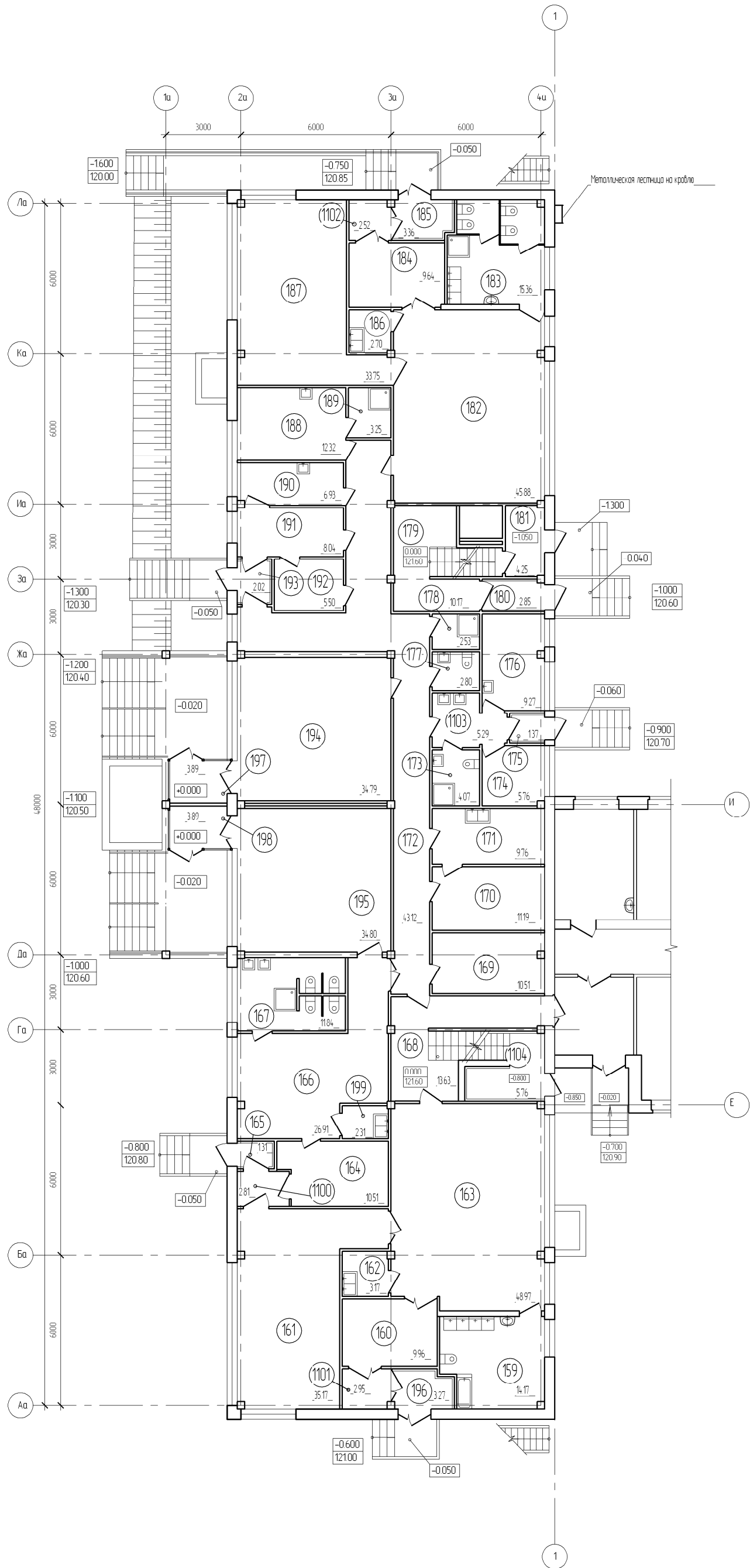


Рис. 1. План 1-го этажа здания Детского сада на 60 мест с начальной школой на 100 учащихся

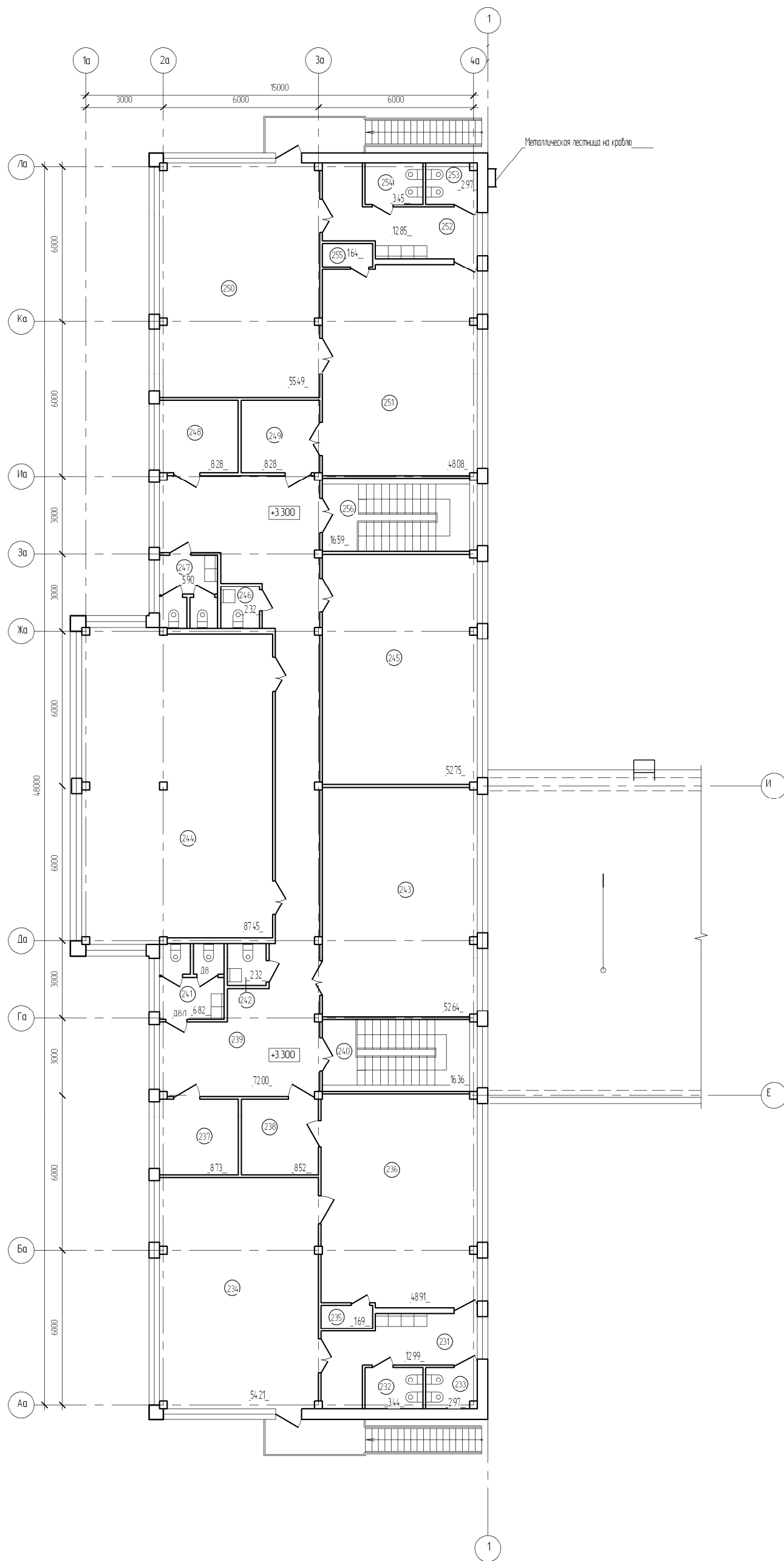


Рис. 2. План 2-го этажа здания Детского сада на 60 мест с начальной школой на 100 учащихся

Экспликация помещений здания Детского сада на 60 мест  
с начальной школой на 100 учащихся

Номер помещения	Наименование помещения	Площадь, м <sup>2</sup>
<b>1-й этаж</b>		
159	Туалетная	14,17
160	Приемная-раздевалка	9,96
161	Спальня-веранда	35,17
162	Буфетная	3,17
163	Игровая-столовая	48,97
164	Приемная-раздевалка	10,51
165	Тамбур	131
166	Игровая-столовая	26,91
167	Туалетная	11,84
168	Лестничная клетка	13,63
169	Кладовая временного хранения отходов	10,51
170	Кладовая кухонной посуды	11,19
171	Моечная кухонной посуды	9,76
172	Коридор	43,12
173	Душ	4,07
174	Палата	5,76
175	Тамбур	137
176	Медицинский кабинет	9,27
177	Служебный санузел	2,80
178	Помещение уборочного инвентаря	2,53
179	Лестничная клетка	10,17
180	Тамбур	2,85
181	Тамбур	4,25
182	Игровая-столовая	45,88
183	Туалетная	15,36
184	Приемная-раздевалка	9,64
185	Тамбур	3,36
186	Буфетная	2,70
187	Спальня-веранда	33,75
188	Комната персонала	12,32
189	Душевая	3,25
190	Прачечная	6,93
191	Гладильная-сушильная	8,04
192	Хранилище чистого белья	5,50
193	Тамбур	2,02
194	Комната музыкальных и гимнастических занятий	34,79
195	Спальня-веранда	34,80
196	Тамбур	3,27
197	Тамбур	3,89
198	Тамбур	3,89
199	Тамбур	2,31
1100	Тамбур	2,81
1101	Тамбур	2,95

Номер помещения	Наименование помещения	Площадь, м <sup>2</sup>
1102	Тамбур	2,52
1103	Тамбур	5,29
1104	Тамбур	5,76
<b>2-й этаж</b>		
231	Умывальная	12,99
232	Санузел	3,44
233	Санузел	2,97
234	Спальня-игровая	54,21
235	Подсобное помещение	1,69
236	Класс	48,91
237	Раздевалка	8,73
238	Раздевалка	8,52
239	Рекреация	72,00
240	Лестничная клетка	16,36
241	Санузел	6,82
242	Санузел преподавательский	2,32
243	Класс	52,64
244	Зал универсального назначения	87,45
245	Класс	52,75
246	Санузел преподавательский	2,32
247	Санузел	5,90
248	Раздевалка	8,28
249	Раздевалка	8,28
250	Спальня-игровая	55,49
251	Класс	48,08
252	Умывальная	12,85
253	Санузел	2,97
254	Санузел	3,45
255	Подсобное помещение	1,64
256	Лестничная клетка	16,59

Здание детского сада каркасно-панельное по серии ИИ-04.

Конструктивные решения здания:

- несущим является железобетонный каркас, состоящий из колонн и ригелей;
- фундаменты под колонны стаканного типа железобетонные, под стены ленточные из сборных бетонных блоков и железобетонных подушек;
- перекрытия и покрытия из сборных железобетонных панелей с круглыми пустотами толщиной 220 мм;
- наружные стены из керамзитобетонных панелей толщиной 400 мм;
- внутренние лестницы из сборных железобетонных маршей и площадок;
- перегородки кирпичные и железобетонные толщиной 80 – 120 мм;
- кровля совмещенная рулонная из 4-х слоев рубероида с утеплителем из керамзитобетона.

Степень огнестойкости здания – II.

Класс конструктивной пожарной опасности здания – С0.

Количество детей дошкольного возраста, которые могут находиться в здании, составляет 60 человек: 3 группы по 20 человек в каждой. Начальная школа, расположенная на 2-м этаже здания, рассчитана на 4 учебных класса по 25 человек в каждом.

Максимальное количество персонала, которое может одновременно находиться в здании, для целей настоящей работы определено оценочно и составляет 18 человек: 13 человек на 1-м и 5 – на 2-м этаже.

Из наземной части здания имеется 11 эвакуационных выходов. Каждая из групповых ячеек детского сада, расположенного на 1-м этаже здания имеет не менее двух эвакуационных выходов. Со второго этажа здания предусмотрено четыре эвакуационных выхода: два выхода в обычные лестничные клетки типа Л1 и два выхода на наружные лестницы 3-го типа. Этажи здания, имеющие различные классы функциональной пожарной опасности, обеспечены самостоятельными эвакуационными выходами. Из подвального этажа предусмотрено два выхода непосредственно наружу. Указанные выходы выполнены в объеме общих лестничных клеток и отделены от наземной части лестничных клеток глухими противопожарными перегородками 1-го типа.

В соответствии с требованиями НПБ 110-03 «Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией» здание защищено автоматической установкой пожарной сигнализации.

Для внутреннего пожаротушения в здании запроектировано отдельное внутреннее пожаротушение из стальных труб  $\varnothing$  50 мм по ГОСТ 10704-91 с установкой пожарных кранов  $\varnothing$  50 мм с рукавами длиной 20 м и огнетушителями в пожарных шкафах, оформленных по ГОСТ 12.4.026-76.

Наружное пожаротушение объекта защиты предусмотрено от существующих сетей села Старомужичье  $\varnothing$ 100 мм и  $\varnothing$ 125 мм, проходящих по ул. Ленинградская и Куйбышева. Давление в сети составляет 30 м, схема сетей – кольцевая. Проектом предусмотрена установка двух пожарных гидрантов в местах врезки питающих здание водопроводных линий в существующий водопровод.

## 8. РАСЧЕТНАЯ МОДЕЛЬ

Для целей определения расчетного времени эвакуации людей при пожаре и моделирования динамики развития пожара, была составлена пространственная модель (топология) объекта защиты.

Модель объекта защиты построена на основании проектной документации, предоставленной заказчиком настоящей работы.

При построении топологии в полном объеме учтены имеющиеся на объекте защиты нарушения требований нормативных документов по пожарной безопасности к ширине эвакуационных выходов и путей эвакуации, допущенные в ходе проектирования и строительства, указанные в разделе 4 настоящего Отчета.

Построение расчетной модели выполнено в комплексе программ «СИТИС: Спринт» для расчета пожарного риска.

Расчетная модель показана на рисунках 3 – 8, параметры топологии приведены в таблице 2.

Обозначения элементов топологии приняты в соответствии с экспликацией помещений согласно проектной документации.

Загружено на сайт [proektanti.ru](http://fire-sprunt.ru) автором блога <http://fire-sprunt.ru>



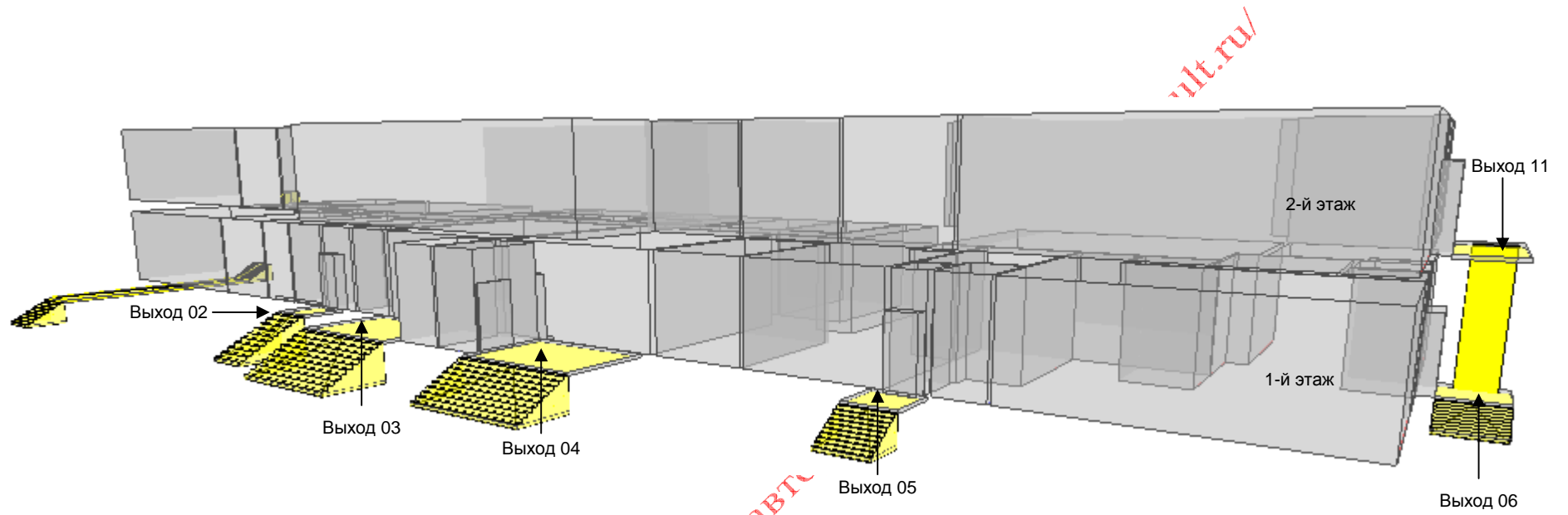


Рис. 3. Общий вид модели со стороны фасада Ла – Аа

Загружено на сайт [proektant.ru](http://proektant.ru)

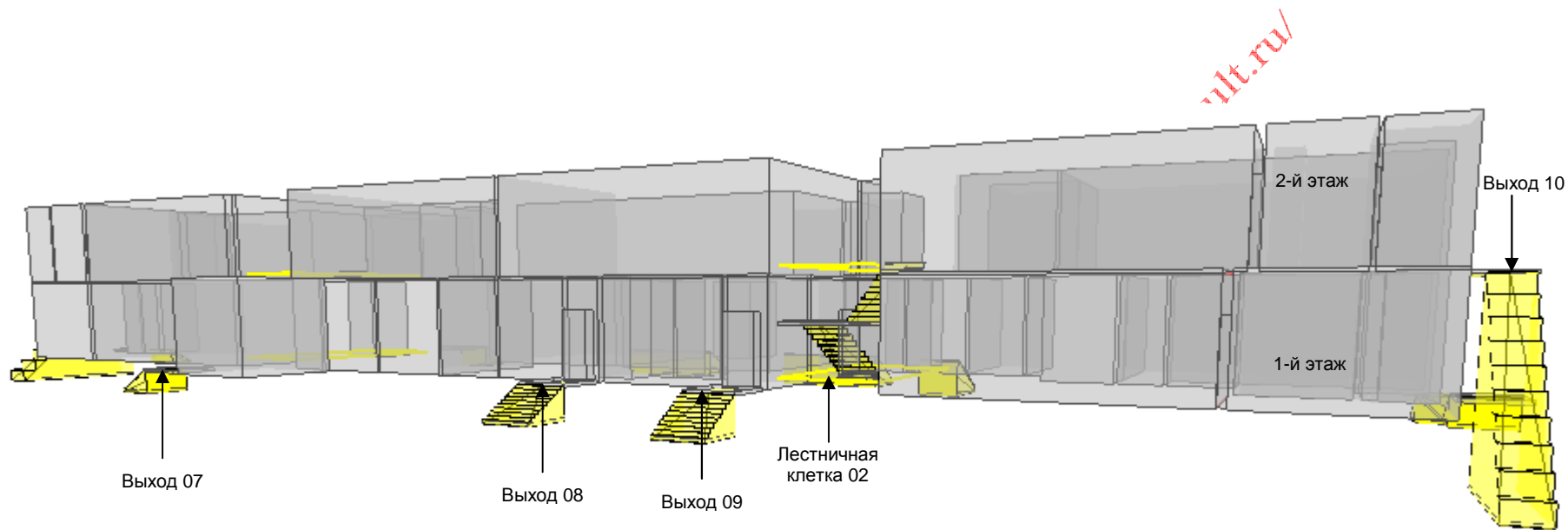


Рис. 4. Общий вид модели со стороны фасада Аа – Ла

Загружено на сайт [proektanti.ru](http://proektanti.ru)

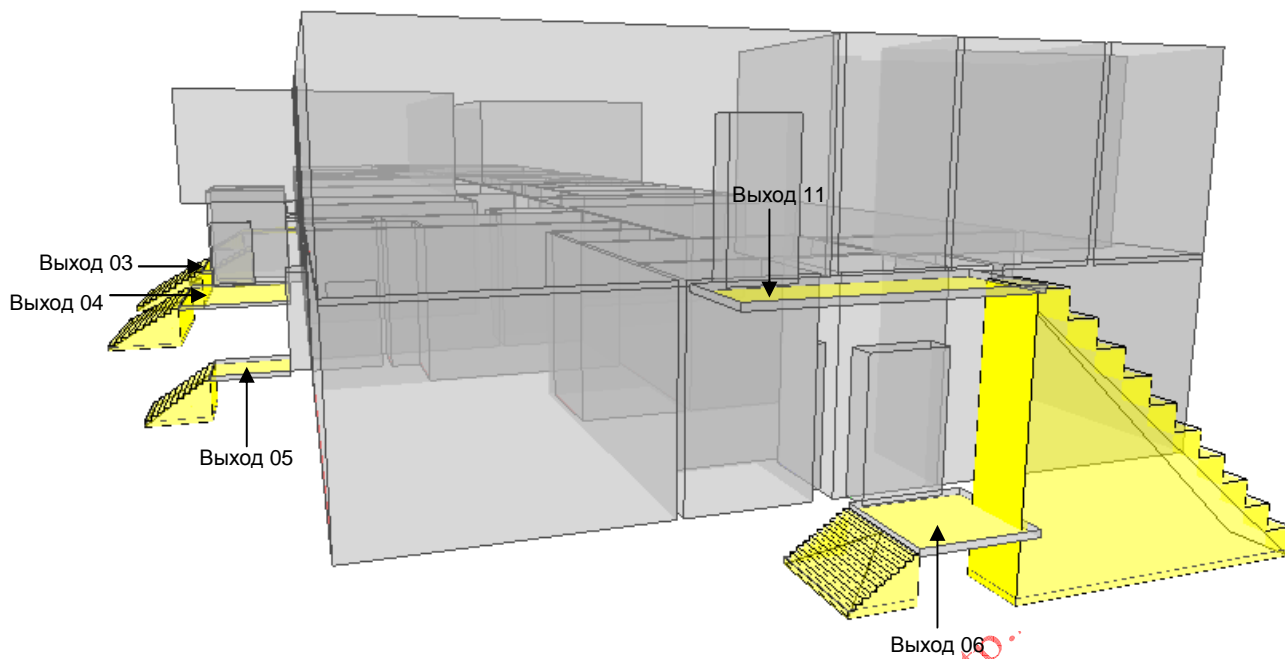


Рис. 5. Общий вид модели со стороны фасада 1а – 4а

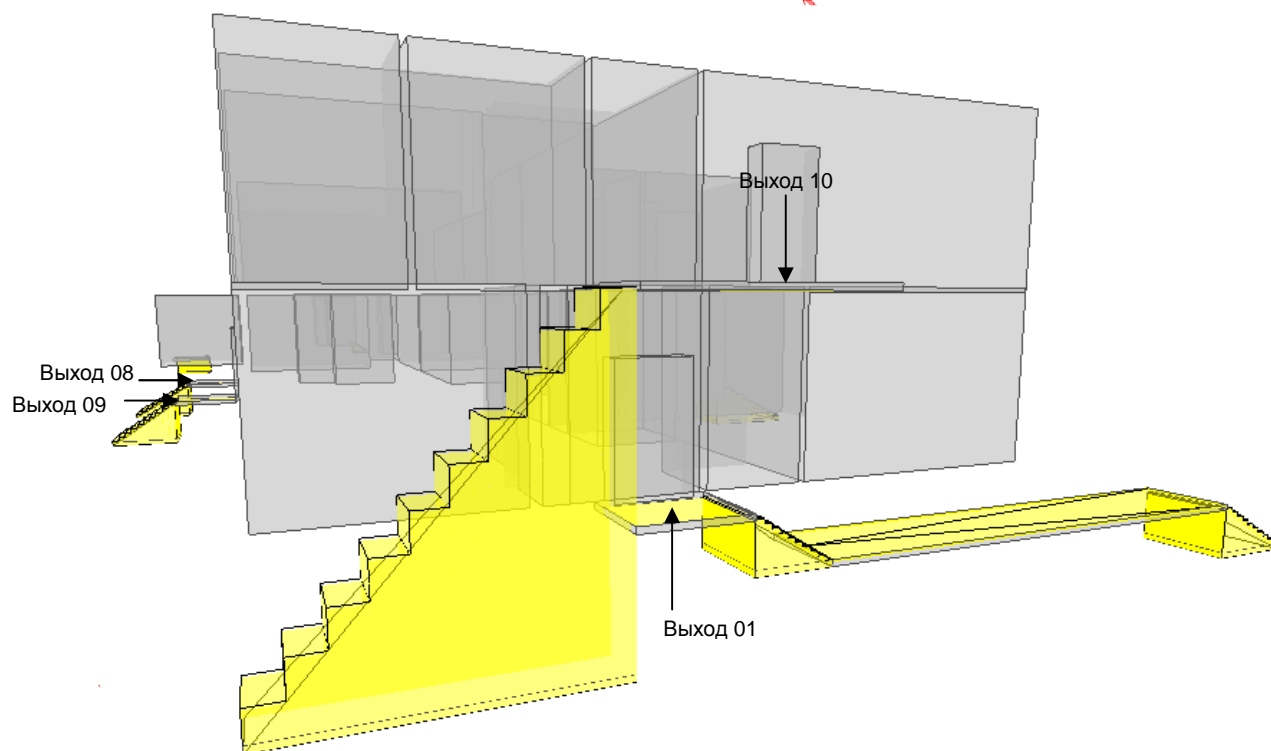


Рис. 6. Общий вид модели со стороны фасада 4а – 1а

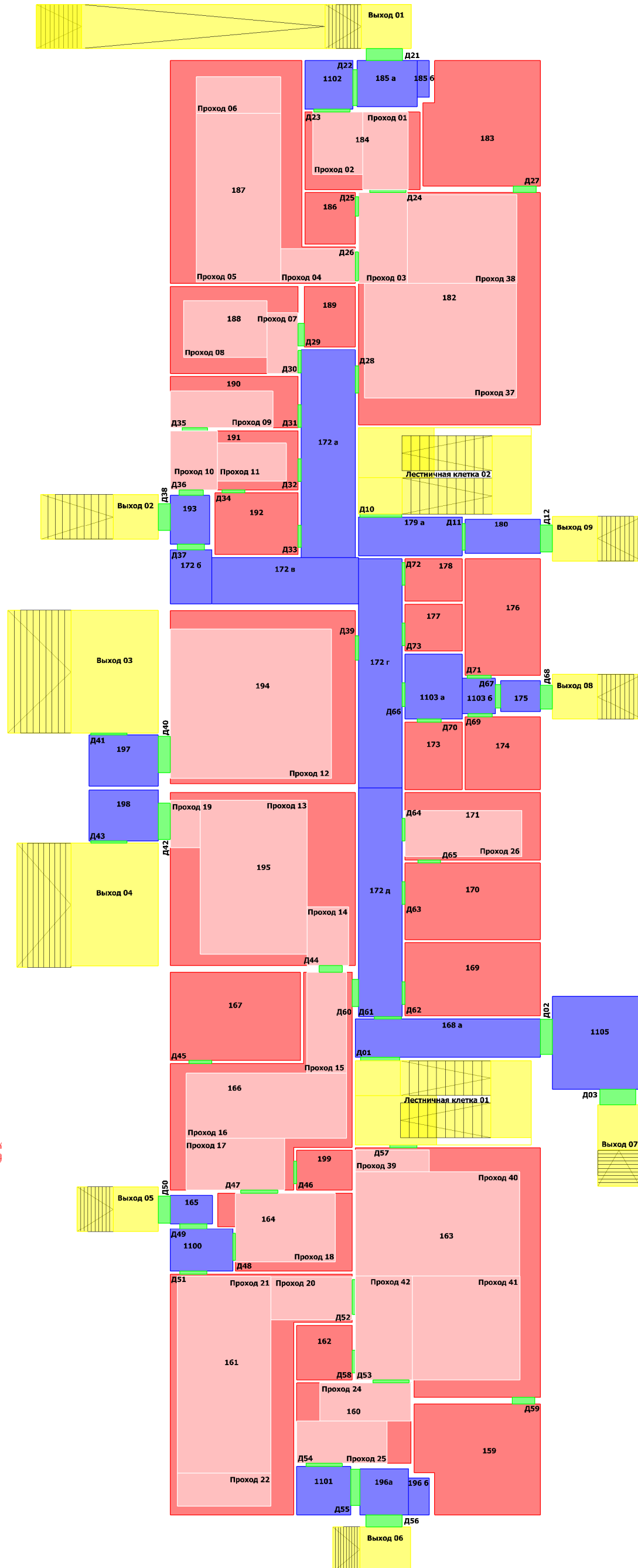


Рис. 7. Топология 1-го этажа здания Детского сада на 60 мест с начальной школой на 100 учащихся

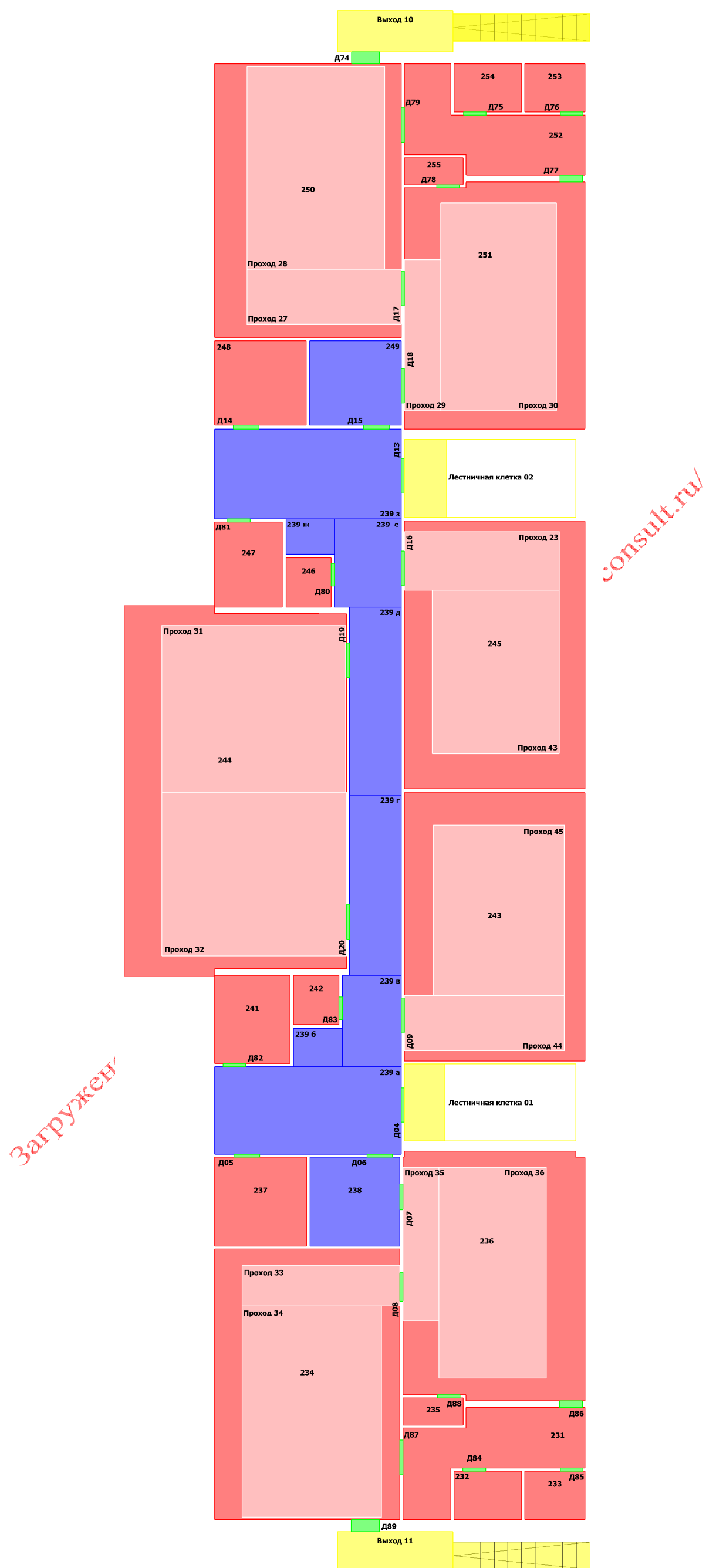


Рис. 8. Топология 2-го этажа здания Детского сада на 60 мест с начальной школой на 100 учащихся

Геометрические размеры помещений,  
эвакуационных выходов и путей эвакуации

Этаж	Объект	Дочерний объект	Длина, м	Ширина, м	Высота, м	Зазор, м	Площадь, м <sup>2</sup>
<b>1-й этаж</b>					<b>3,30</b>		
	159				3,00		14,58
		Д59	0,22	0,75	2,00	0,00	
	160		3,80	2,69	3,00		10,22
		Д54	0,10	1,20	2,00	0,00	
		Проход 24	3,03	1,29	0,10	0,00	
		Проход 25	3,01	1,40	0,10	0,00	
	161				3,00		35,92
		Д51	0,10	0,90	2,00	0,00	
		Д52	0,10	1,15	2,00	0,00	
		Проход 20	2,71	1,43	0,10	0,00	
		Проход 21	6,54	3,11	0,10	0,00	
		Проход 22	3,11	1,09	0,10	0,00	
	162		1,85	1,80	3,00		3,33
		Д58	0,10	0,75	2,00	0,00	
	163				3,00		49,81
		Д53	0,10	1,20	2,00	0,00	
		Д57	0,10	0,90	2,00	0,00	
		Проход 39	2,46	0,73	0,10	0,00	
		Проход 40	5,46	3,47	0,10	0,00	
		Проход 41	3,59	3,43	0,10	0,00	
		Проход 42	3,43	1,89	0,10	0,00	
	164				3,00		10,75
		Д48	0,08	0,90	2,00	0,00	
		Проход 18	3,32	2,30	0,10	0,00	
	165		1,40	0,94	3,00	0,00	1,32
		Д50	0,40	0,90	2,00	0,00	
	166				3,00		27,57
		Д47	0,10	1,24	2,00	0,00	
		Д60	0,20	0,90	2,00	0,00	
		Проход 15	3,36	1,32	0,10	0,00	
		Проход 16	5,32	2,16	0,10	0,00	
		Проход 17	3,27	1,72	0,10	0,00	
	167		4,33	2,94	3,00		12,73
		Д45	0,10	0,75	2,00	0,00	
	168 а		6,15	1,29	3,00	0,02	7,93
		Д01	0,12	1,30	2,00	0,00	
		Д02	0,40	1,19	2,00	0,00	
	169		4,50	2,42	3,00		10,89
		Д62	0,10	0,75	2,00	0,00	
	170		4,50	2,55	3,00		11,47
		Д63	0,10	0,75	2,00	0,00	
	171		4,50	2,23	3,00		10,03
		Д64	0,10	0,75	2,00	0,00	
		Д65	0,10	0,75	2,00	0,00	
		Проход 26	3,89	1,52	0,10	0,00	

Этаж	Объект	Дочерний объект	Длина, м	Ширина, м	Высота, м	Зазор, м	Площадь, м <sup>2</sup>
	172 а		6,91	1,80	3,00	0,00	12,43
	172 б		1,79	1,38	3,00	0,00	2,47
		Д37	0,18	0,90	2,00	0,00	
	172 в		4,87	1,53	3,00	0,00	7,45
	172 г		7,60	1,45	3,00	0,00	11,01
		Д66	0,10	0,80	2,00	0,00	
	172 д		7,58	1,45	3,00	0,00	11,00
		Д61	0,07	0,90	2,00	0,00	
	173		2,23	1,90	3,00		4,24
		Д70	0,10	0,80	2,00	0,00	
	174		2,50	2,40	3,00		6,01
		Д69	0,10	0,80	2,00	0,00	
	175		1,32	1,04	3,00	0,00	1,37
		Д68	0,40	0,80	2,00	0,00	
	176		3,85	2,50	3,00		9,62
		Д71	0,10	0,80	2,00	0,00	
	177		1,90	1,55	3,00		2,94
		Д73	0,10	0,75	2,00	0,00	
	178		1,90	1,40	3,00		2,66
		Д72	0,10	0,75	2,00	0,00	
	179 а		3,45	1,30	3,00	0,00	4,48
		Д10	0,10	0,40	2,00	0,00	
		Д11	0,10	0,90	2,00	0,00	
	180		2,50	1,15	3,00	0,00	2,88
		Д12	0,40	0,91	2,00	0,00	
	182		7,70	6,05	3,00		46,58
		Д24	0,10	1,20	2,00	0,00	
		Д28	0,10	0,91	2,00	0,00	
		Проход 03	3,00	1,63	0,10	0,00	
		Проход 37	5,06	3,81	0,10	0,00	
		Проход 38	3,64	2,94	0,10	0,00	
	183				3,00		15,76
		Д27	0,22	0,75	2,00	0,00	
	184		3,83	2,59	3,00		9,91
		Д23	0,10	1,20	2,00	0,00	
		Проход 01	2,59	1,51	0,10	0,00	
		Проход 02	2,08	1,66	0,10	0,00	
	185 а		2,01	1,53	3,00	0,00	3,07
		Д21	0,40	1,20	2,00	0,00	
	185 б		1,22	0,39	3,00	0,00	0,48
	186		1,70	1,68	3,00		2,85
		Д25	0,10	0,65	2,00	0,00	
	187				3,00		34,50
		Д26	0,10	0,95	2,00	0,00	
		Проход 04	2,48	1,11	0,10	0,00	
		Проход 05	5,60	2,81	0,10	0,00	
		Проход 06	2,81	1,22	0,10	0,00	
	188		4,25	2,90	3,00		12,32
		Д30	0,10	0,75	2,00	0,00	
		Проход 07	2,02	1,04	0,10	0,00	
		Проход 08	2,77	1,89	0,10	0,00	
	189		2,00	1,70	3,00		3,40

Этаж	Объект	Дочерний объект	Длина, м	Ширина, м	Высота, м	Зазор, м	Площадь, м <sup>2</sup>
		Д29	0,20	0,75	2,00	0,00	
190			4,25	1,70	3,00		7,22
		Д31	0,10	0,75	2,00	0,00	
		Д35	0,10	0,85	2,00	0,00	
		Проход 09	3,41	1,22	0,10	0,00	
191			4,25	1,95	3,00		8,29
		Д32	0,10	0,75	2,00	0,00	
		Д36	0,18	0,80	2,00	0,00	
		Проход 10	1,95	1,57	0,10	0,00	
		Проход 11	2,28	1,26	0,10	0,00	
192			2,77	2,06	3,00		5,69
		Д33	0,10	0,75	2,00	0,00	
		Д34	0,10	0,75	2,00	0,00	
193			1,64	1,30	3,00	0,00	2,14
		Д38	0,40	0,90	2,00	0,00	
194			6,15	5,74	3,00		35,28
		Д39	0,10	0,80	2,00	0,00	
		Д40	0,40	1,20	2,00	0,00	
		Проход 12	5,36	4,95	0,10	0,00	
195			6,15	5,74	3,00		35,30
		Д42	0,40	1,20	2,00	0,00	
		Д44	0,22	0,77	2,00	0,00	
		Проход 13	5,12	3,55	0,10	0,00	
		Проход 14	1,95	1,38	0,10	0,00	
		Проход 19	1,57	1,00	0,10	0,00	
196 б			1,22	0,69	3,00	0,00	0,84
196а			1,62	1,53	3,00	0,00	2,48
		Д56	0,40	1,20	2,00	0,00	
197			2,30	1,69	3,00	0,00	3,89
		Д41	0,07	1,20	2,00	0,00	
198			2,30	1,69	3,00	0,00	3,89
		Д43	0,07	1,20	2,00	0,00	
199			1,85	1,32	3,00		2,44
		Д46	0,10	0,75	2,00	0,00	
1100			2,08	1,40	3,00	0,00	2,92
		Д49	0,18	0,90	2,00	0,00	
1101			1,80	1,61	3,00	0,00	2,90
		Д55	0,30	1,20	2,00	0,00	
1102			1,61	1,60	3,00	0,00	2,58
		Д22	0,13	1,20	2,00	0,00	
1103 а			2,17	1,90	3,00	0,00	4,12
1103 б			1,20	1,10	3,00	0,00	1,31
		Д67	0,18	0,80	2,00	0,00	
1105			3,16	3,10	3,00	0,00	9,80
		Д03	0,51	1,19	2,00	0,00	
	Выход 01		1,46	1,66	0,10	0,00	
	Выход 02		1,50	1,50	0,10	0,00	
	Выход 03		2,90	4,08	0,10	0,00	
	Выход 04		2,90	4,08	0,10	0,00	
	Выход 05		1,50	1,50	0,10	0,00	
	Выход 06		1,50	1,69	0,10	0,00	
	Выход 07		1,45	1,50	0,10	0,00	



Этаж	Объект	Дочерний объект	Длина, м	Ширина, м	Высота, м	Зазор, м	Площадь, м <sup>2</sup>
	Выход 08		1,50	1,50	0,10	0,00	
	Выход 09		1,50	1,50	0,10	0,00	
	Лестничная клетка 01		5,85	2,79			
		Марш 01	3,00	1,15		0,00	
		Марш 02	3,00	1,15		0,00	
		Площадка 01	1,50	1,16		0,00	
		Площадка 02	2,70	1,63		0,00	
		Площадка 03	2,55	1,35		0,00	
	Лестничная клетка 02		5,75	2,85			
		Марш 03	3,00	1,19		0,00	
		Марш 04	3,00	1,15		0,00	
		Площадка 05	2,52	1,65		0,00	
		Площадка 06	1,45	1,20		0,00	
		Площадка 07	2,59	1,30		0,00	
	Рампа 01		1,20	1,46	0,10	0,00	1,75
	Рампа 02		8,10	1,46	0,10	0,00	11,82
	Рампа 03		1,50	1,46	0,10	0,00	2,19
	Рампа 04		2,40	1,50	0,10	0,00	3,60
	Рампа 05		2,10	4,08	0,10	0,00	8,57
	Рампа 06		1,80	4,13	0,10	0,00	7,43
	Рампа 07		1,20	1,50	0,10	0,00	1,80
	Рампа 08		0,90	1,50	0,10	0,00	1,35
	Рампа 09		1,19	1,40	0,10	0,00	1,67
	Рампа 10		1,50	1,50	0,10	0,00	2,25
	Рампа 11		1,50	1,50	0,10	0,00	2,25
<b>2-й этаж</b>					<b>3,30</b>		
	231				3,00		13,39
		Д86	0,22	0,75	2,00	0,00	
		Д87	0,10	1,15	2,00	0,00	
	232		2,25	1,60	3,00		3,60
		Д84	0,10	0,75	2,00	0,00	
	233		2,00	1,60	3,00		3,20
		Д85	0,10	0,75	2,00	0,00	
	234		8,96	6,15	3,00		55,10
		Д08	0,10	0,95	2,00	0,00	
		Д89	0,40	0,93	2,00	0,00	
		Проход 33	5,24	1,34	0,10	0,00	
		Проход 34	7,01	4,63	0,10	0,00	
	235		2,00	0,90	3,00		1,80
		Д88	0,10	0,75	2,00	0,00	
	236				3,00		49,60
		Д07	0,10	0,85	2,00	0,00	
		Проход 35	5,09	1,20	0,10	0,00	
		Проход 36	6,99	3,57	0,10	0,00	
	237		3,05	2,94	3,00		8,97
		Д05	0,10	0,85	2,00	0,00	
	238		2,98	2,94	3,00	0,00	8,76
		Д06	0,10	0,85	2,00	0,00	
	239 е		2,94	2,23	3,00	0,00	6,56
	239 а		6,20	2,90	3,00	0,00	17,98

Этаж	Объект	Дочерний объект	Длина, м	Ширина, м	Высота, м	Зазор, м	Площадь, м <sup>2</sup>
		Д04	0,10	1,13	2,00	0,00	
	239 б		1,62	1,29	3,00	0,00	2,09
	239 в		3,04	1,96	3,00	0,00	5,95
	239 г		5,96	1,72	3,00	0,00	10,23
	239 д		6,26	1,72	3,00	0,00	10,74
	239 ж		1,60	1,19	3,00	0,00	1,90
	239 з		6,20	2,98	3,00	0,00	18,48
		Д13	0,10	1,13	2,00	0,00	
	241		2,94	2,50	3,00		7,36
		Д82	0,10	0,75	2,00	0,00	
	242		1,63	1,50	3,00		2,44
		Д83	0,12	0,75	2,00	0,00	
	243		8,90	6,00	3,00		53,40
		Д09	0,10	1,15	2,00	0,00	
		Проход 44	5,32	1,83	0,10	0,00	
		Проход 45	5,64	4,35	0,10	0,00	
	244				3,00		88,56
		Д19	0,10	1,15	2,00	0,00	
		Д20	0,10	1,15	2,00	0,00	
		Проход 31	6,10	5,56	0,10	0,00	
		Проход 32	6,14	5,41	0,10	0,00	
	245		8,92	6,00	3,00		53,51
		Д16	0,10	1,15	2,00	0,00	
		Проход 23	5,15	1,94	0,10	0,00	
		Проход 43	5,43	4,23	0,10	0,00	
	246		1,63	1,50	3,00		2,44
		Д80	0,10	0,75	2,00	0,00	
	247		2,84	2,25	3,00		6,39
		Д81	0,10	0,75	2,00	0,00	
	248		3,04	2,80	3,00		8,51
		Д14	0,12	0,85	2,00	0,00	
	249		3,04	2,80	3,00	0,00	8,51
		Д15	0,12	0,85	2,00	0,00	
	250		9,10	6,20	3,00		56,42
		Д17	0,10	1,15	2,00	0,00	
		Д74	0,40	0,93	2,00	0,00	
		Проход 27	5,13	1,80	0,10	0,00	
		Проход 28	6,75	4,58	0,10	0,00	
	251				3,00		48,78
		Д18	0,10	1,15	2,00	0,00	
		Проход 29	5,02	1,20	0,10	0,00	
		Проход 30	6,91	3,85	0,10	0,00	
	252				3,00		13,24
		Д77	0,22	0,75	2,00	0,00	
		Д79	0,10	1,15	2,00	0,00	
	253		2,00	1,60	3,00		3,20
		Д76	0,10	0,75	2,00	0,00	
	254		2,25	1,60	3,00		3,60
		Д75	0,10	0,75	2,00	0,00	
	255		1,95	0,90	3,00		1,75
		Д78	0,10	0,75	2,00	0,00	
	Выход 10		1,37	3,84	0,10	0,00	

Этаж	Объект	Дочерний объект	Длина, м	Ширина, м	Высота, м	Зазор, м	Площадь, м <sup>2</sup>
	Выход 11		1,37	3,84	0,10	0,00	
	Лестничная клетка 01		5,70	2,55			
		Площадка 04	2,55	1,35		0,00	
	Лестничная клетка 02		5,70	2,59			
		Площадка 08	2,59	1,40		0,00	
	Рампа 12		4,55	0,90	0,10	0,00	4,09
	Рампа 13		4,55	0,90	0,10	0,00	4,09

Загружено на сайт [projectanti.ru](http://fire-consult.ru/) автором блога <http://fire-consult.ru/>

## **9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОГО ВРЕМЕНИ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ**

### **9.1. Методика определения расчетного времени эвакуации людей при пожаре**

Специфика объекта защиты заключается в том, что основной контингент находящихся в здании людей составляют дети в возрасте от 2-х до 10-ти лет.

За прошедшие десятилетия были изучены параметры взрослых здоровых людей для их эвакуации из зданий различного назначения в нормальных и аварийных условиях, а также людей с физическими ограничениями. Эвакуация детей и подростков долгое время оставалась без должного внимания [5].

В результате этого, расчётные зависимости между параметрами движения потоков детей и подростков, эвакуирующегося из зданий учебно-воспитательных учреждений, отсутствуют как в ГОСТ 12.1.004-91\* [1], так и в Методике [2], утвержденной приказом МЧС России от 30.06.2009 г. № 382.

В 2008–2010 г.г. Учебно-научным комплексом проблем пожарной безопасности в строительстве Академии Государственной противопожарной службы МЧС России впервые были проведены натурные наблюдения людских потоков, состоящих из детей разных возрастных групп, с целью установления научно обоснованных зависимостей между скоростью движения потоков и их плотностью. В результате теоретического анализа результатов натурных наблюдений движения впервые были установлены психофизические закономерности связи между скоростью движения и плотностью людских потоков в зданиях учебно-воспитательных учреждений, а также получены расчетные зависимости, позволяющие моделировать эвакуационные потоки в таких зданиях при помощи имитационно-стохастической модели движения людских потоков [6].

Результаты этих исследований были использованы для определения расчетного времени эвакуации людей при пожаре в настоящей работе.

Имитационно-стохастическая модель движения людских потоков описана в приложении № 4 к Методике определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности [2].

Зависимости, принятые для определения расчетного времени эвакуации детей, приведены в таблице 3 [6].

Значения расчетных параметров движения людских потоков  
в зданиях учебно-воспитательных учреждений

Возрастные группы детей	Значения параметров	Величина параметров по видам пути			
		горизонтальный	проем	лестница вниз	лестница вверх
Дети дошкольного возраста	$V_{0,j}$	60	60	47	47
	$D_{0,j}$	0,023	0,036	0,019	0,023
	$a_j$	0,275	0,35	0,19	0,275
Дети школьного возраста	$V_{0,j}$	65	65	65	55
	$D_{0,j}$	0,045	0,045	0,045	0,055
	$a_j$	0,298	0,298	0,298	0,39

Параметры, указанные в таблице:

$V_{0,i}$  – скорость свободного движения людей в потоке при плотности людского потока  $D_j$  меньше  $D_{0,j}$ , м/мин;

$D_{0,j}$  – предельное значение плотности людского потока, до достижения которого возможно свободное движение людей по  $j$ -му виду пути (плотность не влияет на скорость движения людей);

$a_j$  – коэффициент адаптации людей к изменениям плотности потока при движении по  $j$ -му виду пути.

Площади горизонтальных проекций детей различного возраста приняты согласно приложения 5 к Методике [2] и [6]:

- дети дошкольного возраста 0,03 м<sup>2</sup>/чел.;
- дети 7 – 9 лет 0,04 м<sup>2</sup>/чел.;
- дети 10 – 13 лет 0,06 м<sup>2</sup>/чел.

Математическая модель эвакуации людей при пожаре в настоящей работе была реализована при помощи программы «СИТИС: Флоутек ВД 2.55».

Изготовитель ООО «СИТИС», г. Екатеринбург.

Сертификат соответствия № РОСС RU.СП15.Н00345 выдан ООО ЦСПС (Орган по сертификации программной продукции в строительстве), срок действия с 15.10.2010 по 14.10.2012.

## 9.2. Выбор и обоснование расчетных сценариев

Выбор расчетных сценариев осуществлялся экспертным путем на основе анализа пожарной опасности здания, объемно-планировочных решений объекта защиты, параметров эвакуационных путей и выходов, а также количества и мест размещения людей в помещениях.

Сценарии эвакуации основывались на возможных сценариях возникновения и развития пожаров, при которых можно ожидать наихудших последствий для находящихся в здании людей.

С целью получения достоверных результатов, учитывающих, в том числе, возможные задержки, образующиеся при слиянии потоков, движущихся из различных помещений и с различных этажей, в проходах, коридорах и в лестничных клетках, в ходе расчета моделировалась эвакуация людей до выходов из здания наружу.

Для определения вероятности эвакуации определялось время прохождения людскими потоками расчетных точек, размещенных на этаже пожара, и время выхода последнего человека с этажа пожара.

Количество детей и персонала, одновременно находящихся в помещениях объекта защиты, определялось следующим образом:

- в каждой из трех групповых ячеек детского сада, расположенных на 1-м этаже, находится по 20 детей и 2 взрослых человека (персонал);
- в комнате музыкальных и гимнастических занятий на 1-м этаже (помещение 194) находится 1 человек (взрослый);
- 2 работника находятся в комнате персонала на 1-м этаже (помещение 188);
- по 1 человеку находится в прачечной и гладильной-сушильной (помещения 190 и 191 соответственно);
- 2 работника находятся в медицинском кабинете (помещение 176);
- на 2-м этаже, в каждом из четырех учебных классов находятся по 25 детей младшего школьного возраста (7 – 9 лет) и 1 педагогу;
- в зале универсального назначения, расположенном на 2-м этаже (помещение 244), находится 1 работник.

Общее количество людей в помещениях объекта защиты, принятое для расчета времени эвакуации, составило 178 человек. В том числе:

- детей дошкольного возраста – 60 человек,
- детей младшего школьного возраста – 100 человек,
- взрослых людей – 18 человек.

Размещение людей в помещениях объекта защиты одинаково во всех расчетных сценариях.

Средняя площадь горизонтальной проекции человека для персонала была принята как для взрослого человека в летней одежде; для воспитанников детского сада – как для детей дошкольного возраста, для учащихся начальной школы – как для детей 7 – 9 лет в летней одежде.

#### Сценарий 01.

Первоначально было проведено определение расчетного времени полной одновременной эвакуации людей из всех помещений здания. Эвакуация моделировалась через наиболее привычные и часто используемые в режиме нормального функционирования объекта защиты эвакуационные выходы.

Люди располагаются в помещениях, наиболее удаленных от эвакуационных выходов: дети на 1-м этаже здания – в спальнях, дети на 2-м этаже – в спальнях-игровых (в классах, в которых они предусмотрены).

В реальности именно так может происходить эвакуация из здания при проведении учебных тренировок, при возможных ложных тревогах системы

оповещения о пожаре, а также в случае угрозы возникновения чрезвычайных ситуаций, не связанных с пожаром и блокированием одного или нескольких выходов с этажей, из здания либо его части.

При пожаре такой ход эвакуации возможен при медленном темпе его развития в начальной стадии (после обнаружения), либо при его возникновении в средней части этажа, вдали от эвакуационных выходов из здания.

#### Сценарий 02.

Эвакуация при возникновении пожара на 2-м этаже здания, непосредственно в одном из учебных классов около выхода из помещения в коридор (помещение 236).

Дети первоначально находятся в помещении очага пожара. После его возникновения начинают эвакуироваться через запасной эвакуационный выход – на лестницу 3-го типа.

ОФП распространяются по учебному классу и в коридор, блокируя выход из коридора в Лестничную клетку 01. Все люди, находящиеся в других помещениях 2-го этажа, эвакуируются в Лестничную клетку 02.

В расчетном сценарии имитируется блокирование Лестничной клетки 01, т.к. выходы из нее имеют меньшую ширину, чем выходы из Лестничной клетки 02.

Из помещений 1-го этажа люди эвакуируются в обычном режиме. Пересечения эвакуационных потоков отсутствуют. В связи с этим, моделирование эвакуации из помещений 1-го этажа в данном расчетном сценарии не осуществлялось.

Время начала эвакуации из помещений, за исключением помещения очага пожара, принято равным 0,5 мин, в соответствии с ГОСТ 12.1.004-91\* [1].

#### Сценарий 03.

Эвакуация при возникновении пожара на 1-м этаже здания, в одной из групповых ячеек детского сада.

Пожар происходит в помещении 163 (игровая-столовая) при нахождении детей и персонала в соседнем помещении 161 (спальня-веранда). Эвакуация детей и персонала из помещения 161 осуществляется через Выход 05, имеющий наименьшую ширину.

Эвакуация из соседней групповой ячейки (помещения 164, 166, 195), осуществляется также через Выход 05 – т.к. этот выход является основным для указанной группы в режиме нормального функционирования здания, но с задержкой 0,5 минуты [1].

Из остальных помещений 1-го этажа эвакуация начинается также с задержкой 0,5 минуты.

Из помещений 2-го люди эвакуируются в обычном режиме (время начала эвакуации 2 мин). Пересечения эвакуационных потоков отсутствуют. В связи с этим, моделирование эвакуации из помещений 2-го этажа в данном расчетном сценарии не осуществлялось.

### **9.3. Результаты расчета времени эвакуации по Сценарию 01**

В ходе данного расчетного сценария определялось время полной одновременной эвакуации людей из всех помещений здания. Эвакуация моделировалась через

наиболее привычные и часто используемые в режиме нормального функционирования объекта защиты эвакуационные выходы.

Люди располагаются в помещениях, наиболее удаленных от эвакуационных выходов: дети на 1-м этаже здания – в спальнях, дети на 2-м этаже – в спальнях-игровых (в классах, в которых они предусмотрены).

Результатом вычислений по Сценарию 01 является время непосредственного движения людей до эвакуационных выходов.

Оно не включает в себя время обнаружения пожара, время оповещения людей о пожаре (в т.ч. инерционность СОУЭ), время реакции людей после их оповещения о пожаре (в т.ч., время, затрачиваемое на проверку достоверности сообщения, оповещение других людей, сообщение о пожаре в пожарную охрану и руководству организации, одевание, сбор вещей и документов, а также возможные попытки самостоятельного тушения пожара).

Распределение людей по объектам топологии и маршруты эвакуации, принятые в расчетном сценарии, показаны в таблицах 4 – 11.

Таблица 4

Распределение людей по помещениям и эвакуационным выходам для расчета времени эвакуации по «Сценарию 01»: Выход 01

Наименование элемента топологии	Площадь проекции, м <sup>2</sup>	Группа мобильности	Количество людей
<b>1-й этаж, Выход 01</b>			
Проход 05	0.030	Дети дошкольного возраста	20
Проход 06	0.100	M1	2
		Всего M1	2
		Всего Дети дошкольного возраста	20
		<b>Всего:</b>	<b>22</b>

Таблица 5

Распределение людей по помещениям и эвакуационным выходам для расчета времени эвакуации по «Сценарию 01»: Выход 02

Наименование элемента топологии	Площадь проекции, м <sup>2</sup>	Группа мобильности	Количество людей
<b>1-й этаж, Выход 02</b>			
188	0.100	M1	2
190	0.100	M1	1
191	0.100	M1	1
		Всего M1	4
		<b>Всего:</b>	<b>4</b>



Таблица 6

Распределение людей по помещениям и эвакуационным выходам  
для расчета времени эвакуации по «Сценарию 01»: Выход 03

Наименование элемента топологии	Площадь проекции, м <sup>2</sup>	Группа мобильности	Количество людей
<b>1-й этаж, Выход 03</b>			
194	0.100	M1	1
		Всего M1	1
		<b>Всего:</b>	<b>1</b>

Таблица 7

Распределение людей по помещениям и эвакуационным выходам  
для расчета времени эвакуации по «Сценарию 01»: Выход 05

Наименование элемента топологии	Площадь проекции, м <sup>2</sup>	Группа мобильности	Количество людей
<b>1-й этаж, Выход 05</b>			
Проход 13	0.030	Дети дошкольного возраста	20
Проход 19	0.100	M1	2
		Всего M1	2
		Всего Дети дошкольного возраста	20
		<b>Всего:</b>	<b>22</b>

Таблица 8

Распределение людей по помещениям и эвакуационным выходам  
для расчета времени эвакуации по «Сценарию 01»: Выход 06

Наименование элемента топологии	Площадь проекции, м <sup>2</sup>	Группа мобильности	Количество людей
<b>1-й этаж, Выход 06</b>			
Проход 21	0.030	Дети дошкольного возраста	20
Проход 22	0.100	M1	2
		Всего M1	2
		Всего Дети дошкольного возраста	20
		<b>Всего:</b>	<b>22</b>

Таблица 9

Распределение людей по помещениям и эвакуационным выходам  
для расчета времени эвакуации по «Сценарию 01»: Выход 07

Наименование элемента топологии	Площадь проекции, м <sup>2</sup>	Группа мобильности	Количество людей
<b>2-й этаж, Лестничная клетка 01</b>			
Проход 32	0.100	M1	1

Наименование элемента топологии	Площадь проекции, м <sup>2</sup>	Группа мобильности	Количество людей
Проход 33	0.100	M1	1
Проход 34	0.040	Дети школьного возраста	25
Проход 44	0.100	M1	1
Проход 45	0.040	Дети школьного возраста	25
		Всего M1	3
		Всего Дети школьного возраста	50
		<b>Всего:</b>	<b>53</b>

Таблица 10

Распределение людей по помещениям и эвакуационным выходам для расчета времени эвакуации по «Сценарию 01»: Выход 08

Наименование элемента топологии	Площадь проекции, м <sup>2</sup>	Группа мобильности	Количество людей
<b>1-й этаж, Выход 08</b>			
176	0.100	M1	2
		Всего M1	2
		<b>Всего:</b>	<b>2</b>

Таблица 11

Распределение людей по помещениям и эвакуационным выходам для расчета времени эвакуации по «Сценарию 01»: Выход 09

Наименование элемента топологии	Площадь проекции, м <sup>2</sup>	Группа мобильности	Количество людей
<b>2-й этаж, Лестничная клетка 02</b>			
Проход 23	0.100	M1	1
Проход 27	0.100	M1	1
Проход 28	0.040	Дети школьного возраста	25
Проход 43	0.040	Дети школьного возраста	25
		Всего M1	2
		Всего Дети школьного возраста	50
		<b>Всего:</b>	<b>52</b>

Расчетные схемы и схемы разбиения маршрутов на участки для определения времени эвакуации людей из помещений здания, принятые в расчетном сценарии, приведены на рисунках 9 – 12.

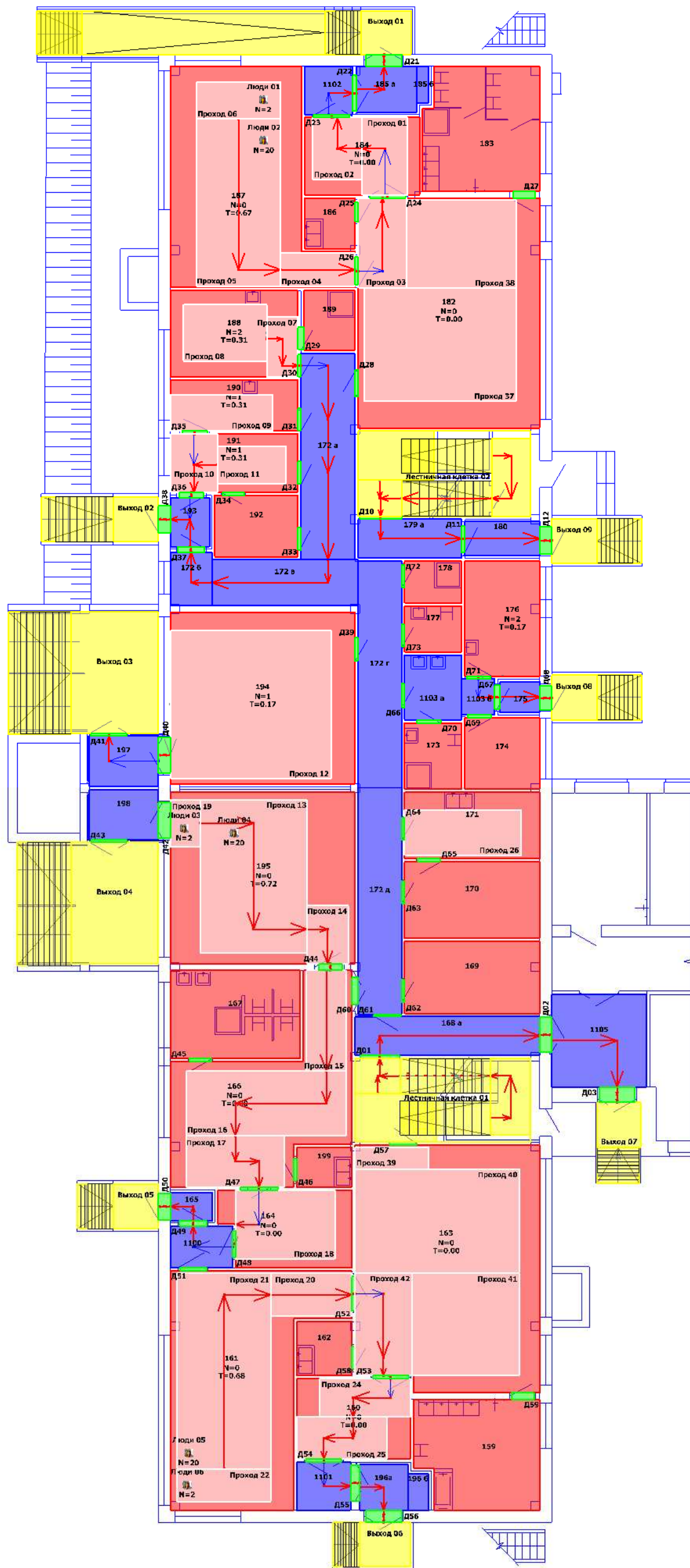


Рис. 9. Расчетная схема эвакуации из помещений 1-го этажа здания Детского сада на 60 мест с начальной школой на 100 учащихся (Сценарий 01)

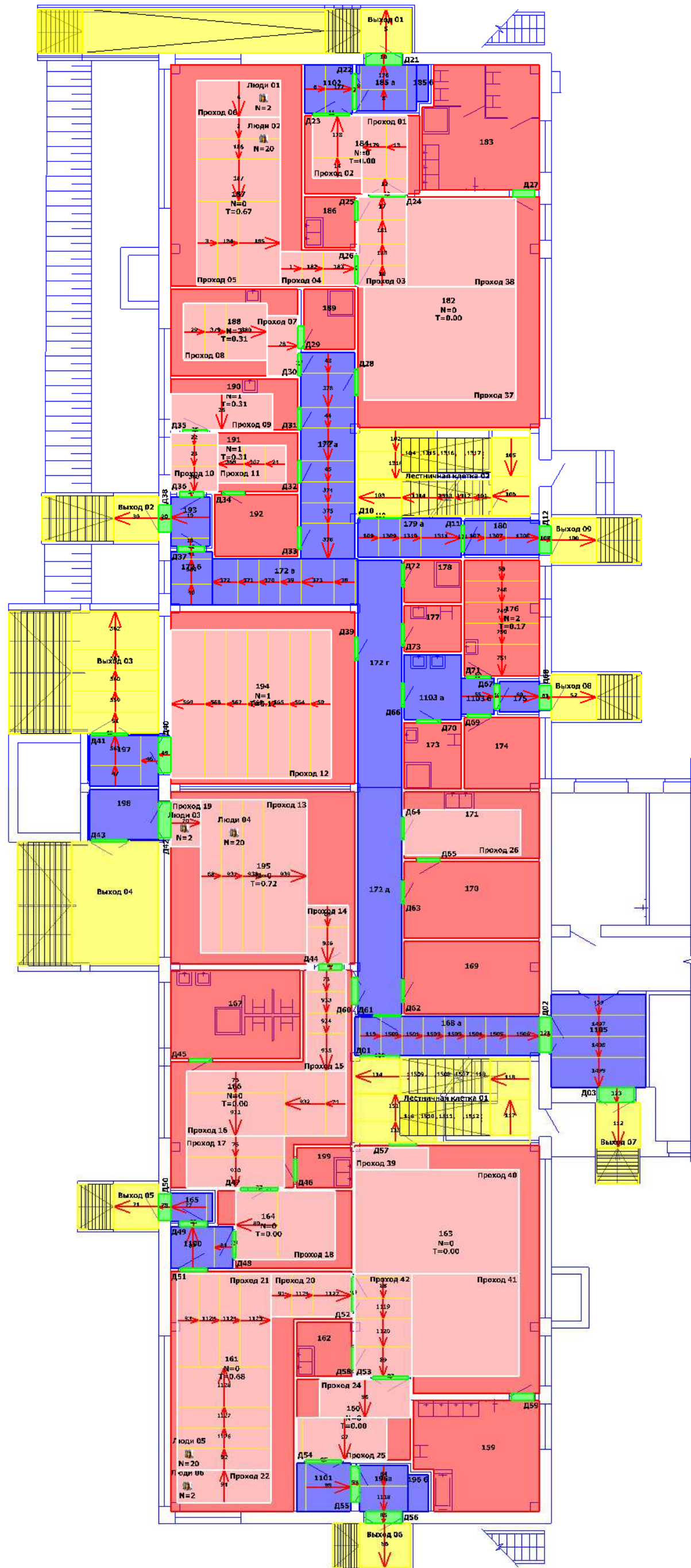


Рис. 10. Схема разбиения на участки маршрутов эвакуации из помещений 1-го этажа здания Детского сада на 60 мест с начальной школой на 100 учащихся (Сценарий 01)

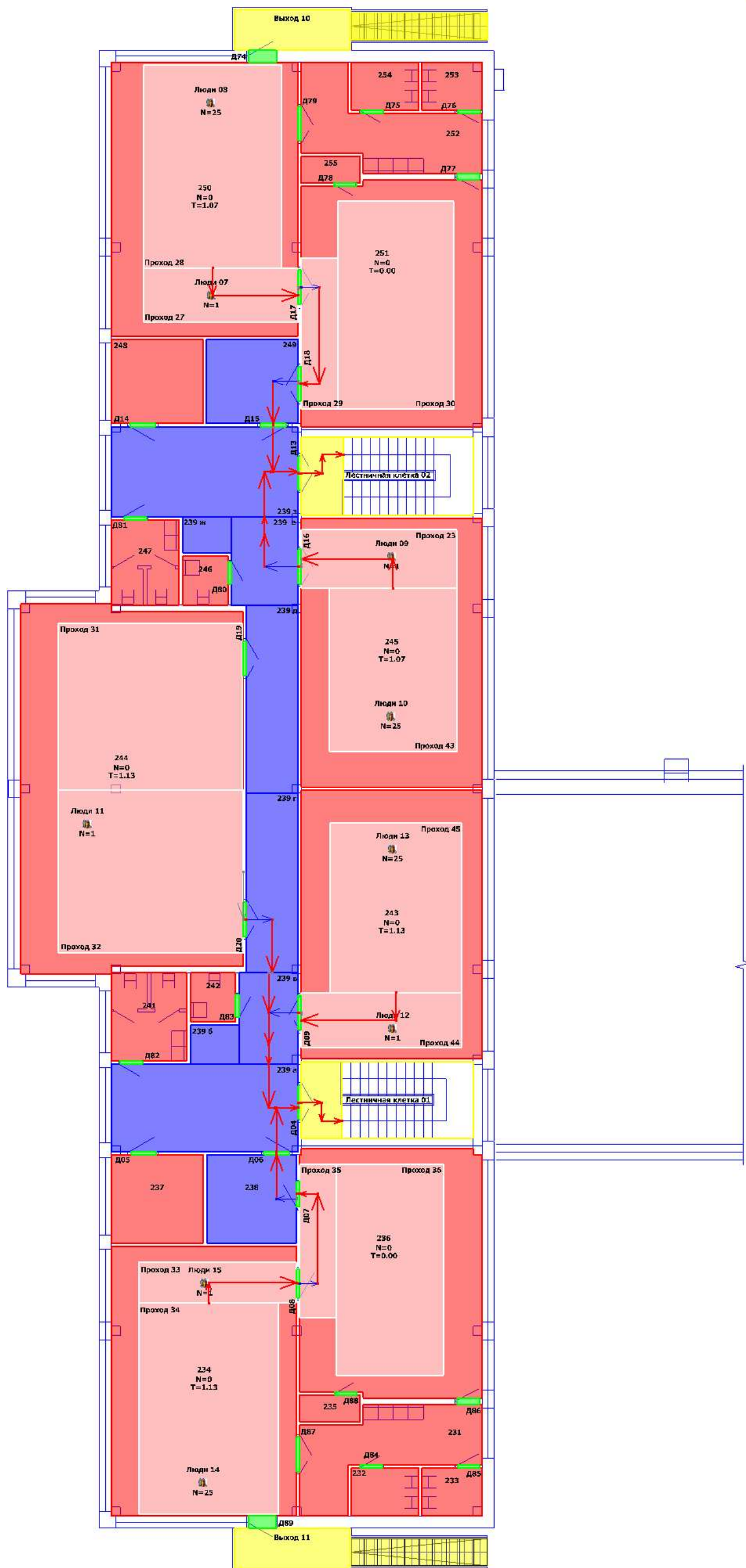


Рис. 11. Расчетная схема эвакуации из помещений 2-го этажа здания Детского сада на 60 мест с начальной школой на 100 учащихся (Сценарий 01)

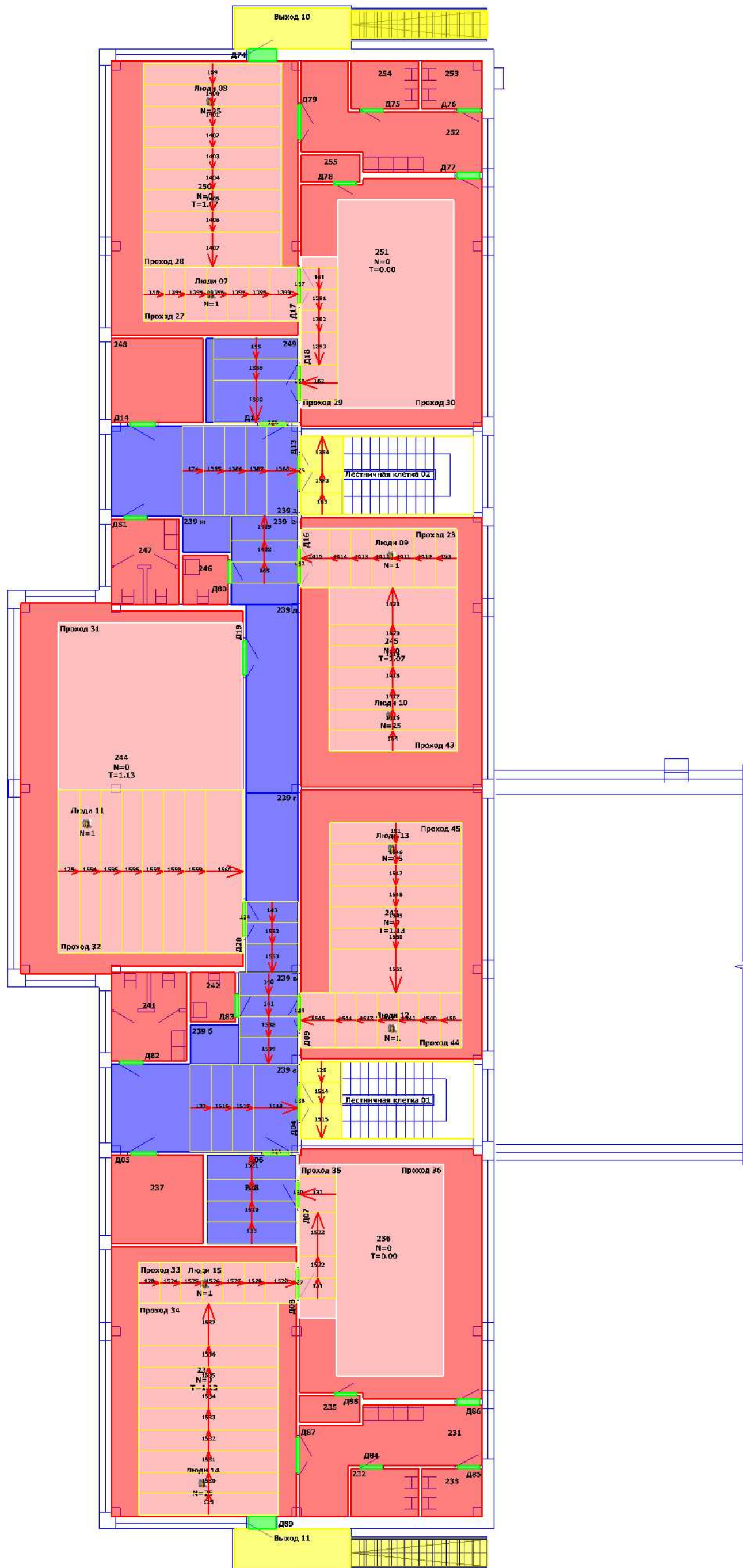


Рис. 12. Схема разбиения на участки маршрутов эвакуации из помещений 2-го этажа здания Детского сада на 60 мест с начальной школой на 100 учащихся (Сценарий 01)

Время эвакуации составило:

- через Выход 01 – 0,67 минуты;
- через Выход 02 – 0,31 минуты;
- через Выход 03 – 0,17 минуты;
- через Выход 05 – 0,72 минуты;
- через Выход 06 – 0,68 минуты;
- через Выход 07 – 1,13 минуты;
- через Выход 08 – 0,17 минуты;
- через Выход 09 – 1,07 минуты.

Время выхода людей со 2-го этажа здания в лестничные клетки составило:

- в Лестничную клетку 01 – 0,60 минуты;
- в Лестничную клетку 02 – 0,58 минуты.

Время выхода последнего человека из здания составило 1,13 минуты.

В ходе эвакуации участки с высокой плотностью людского потока не образовывались.

#### **9.4. Результаты расчета времени эвакуации по Сценарию 02**

В ходе данного расчетного сценария определялось время эвакуации при возникновении пожара на 2-м этаже здания, непосредственно в одном из учебных классов около выхода из помещения в коридор (помещение 236).

Дети первоначально находятся в помещении очага пожара. После его возникновения начинают эвакуироваться через запасной эвакуационный выход – на лестницу 3-го типа (Выход 11).

ОФП распространяются по учебному классу (помещение 236) и в коридор, блокируя выход из коридора в Лестничную клетку 01. Все люди, находящиеся в других помещениях 2-го этажа, эвакуируются в Лестничную клетку 02.

В расчетном сценарии имитируется блокирование Лестничной клетки 01, т.к. выходы из нее имеют меньшую ширину, чем выходы из Лестничной клетки 02.

Из помещений 1-го этажа люди эвакуируются в обычном режиме. Время начала эвакуации людей с 1-го этажа составляет 2 минуты. Распространение опасных факторов пожара в течение указанного времени на 1-й этаж не ожидается. Пересечения эвакуационных потоков отсутствуют. В связи с этим, моделирование эвакуации из помещений 1-го этажа в данном расчетном сценарии не осуществлялось.

Время начала эвакуации из помещений 2-го этажа, за исключением помещения очага пожара, принято равным 0,5 мин, в соответствии с ГОСТ 12.1.004-91\* [1].

С целью получения полной и объективной информации о ходе эвакуации, а также для последующего сравнения расчетного времени эвакуации с временем блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара, в помещении очага пожара, на путях распространения опасных факторов пожара и в местах возможного образования скоплений (в помещениях перед выходами наружу, в

коридоры, соседние помещения или в лестничные клетки) в элементах топологии были установлены расчетные точки:

- РТ 01 – в помещении очага пожара (помещение 236), перед выходом из него в соседнее помещение (помещение 234), на пути движения к выходу на лестницу 3-го типа (Выход 11);
- РТ 02 – в помещении 236, соседнем с помещением очага пожара, перед выходом из него на лестницу 3-го типа (Выход 11);
- РТ 03, РТ 04, РТ 05 – в поэтажном коридоре (элементы топологии 239 в, 239 д и 239 з соответственно), на путях движения эвакуационных потоков из помещений 2-го этажа и перед выходом в Лестничную клетку 02.

В ходе расчета фиксировалось как выхода людей наружу из здания, так и прохождения эвакуационными потоками расчетных точек.

Распределение людей по объектам топологии и маршруты эвакуации, принятые в расчетном сценарии, показаны в таблицах 12 – 13.

Таблица 12

Распределение людей по помещениям и эвакуационным выходам для расчета времени эвакуации по «Сценарию 02»: Выход 09

Наименование элемента топологии	Площадь проекции, м <sup>2</sup>	Группа мобильности	Количество людей
<b>2-й этаж, Лестничная клетка 02</b>			
Проход 23	0.100	М1	1
Проход 27	0.100	М1	1
Проход 28	0.040	Дети школьного возраста	25
Проход 32	0.100	М1	1
Проход 43	0.040	Дети школьного возраста	25
Проход 44	0.100	М1	1
Проход 45	0.040	Дети школьного возраста	25
		Всего М1	4
		Всего Дети школьного возраста	75
		<b>Всего:</b>	<b>79</b>

Таблица 13

Распределение людей по помещениям и эвакуационным выходам для расчета времени эвакуации по «Сценарию 02»: Выход 11

Наименование элемента топологии	Площадь проекции, м <sup>2</sup>	Группа мобильности	Количество людей
<b>2-й этаж, Выход 11</b>			
Проход 35	0.100	М1	1
Проход 36	0.040	Дети школьного возраста	25
		Всего М1	1
		Всего Дети школьного возраста	25
		<b>Всего:</b>	<b>26</b>



Расчетные схемы и схемы разбиения маршрутов на участки для определения времени эвакуации людей из помещений здания, принятые в расчетном сценарии, приведены на рисунках 13 – 16.

Загружено на сайт [proektanti.ru](http://proektanti.ru) автором блога <http://fire-consult.ru/>

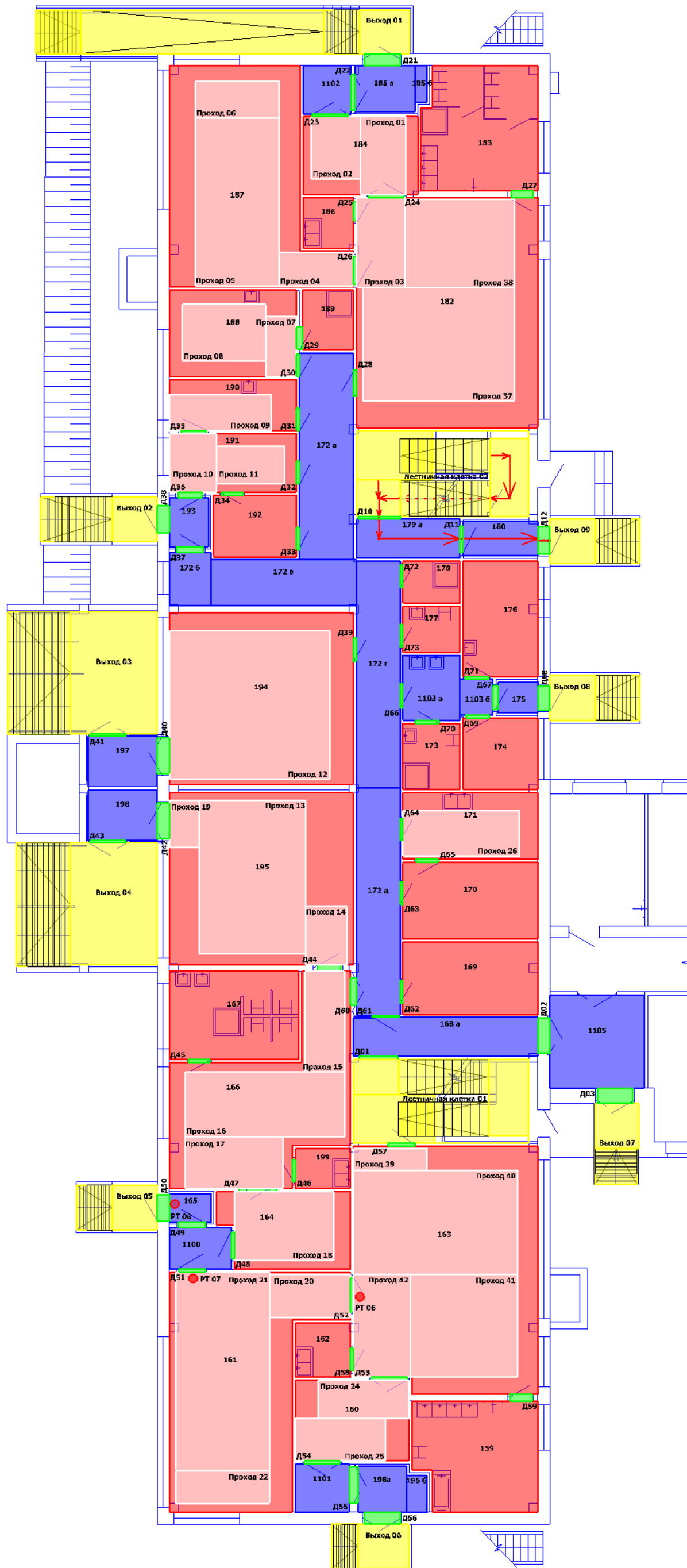


Рис. 13. Расчетная схема эвакуации из помещений 1-го этажа здания Детского сада на 60 мест с начальной школой на 100 учащихся (Сценарий 02)

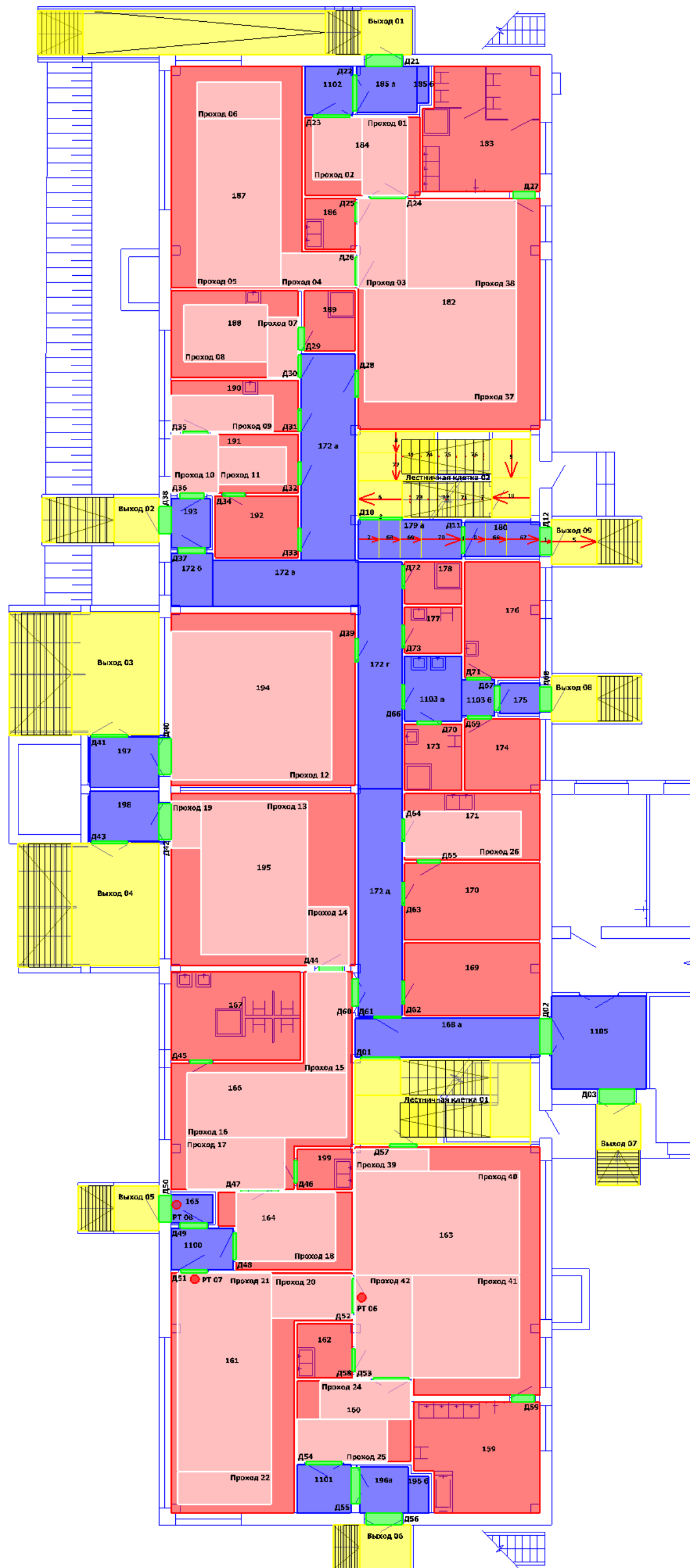


Рис. 14. Схема разбиения на участки маршрутов эвакуации из помещений 1-го этажа здания Детского сада на 60 мест с начальной школой на 100 учащихся (Сценарий 02)

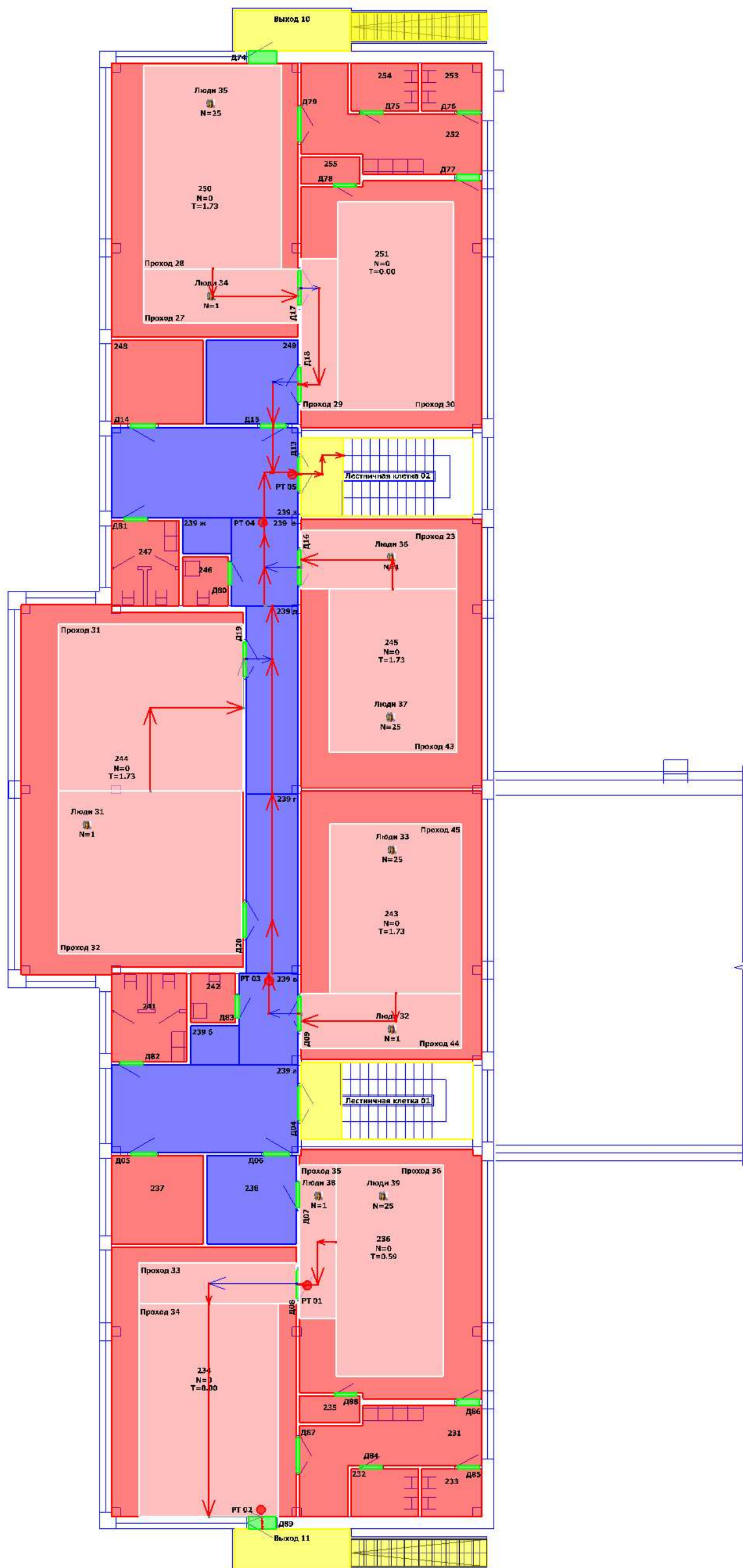


Рис. 15. Расчетная схема эвакуации из помещений 2-го этажа здания Детского сада на 60 мест с начальной школой на 100 учащихся (Сценарий 02)

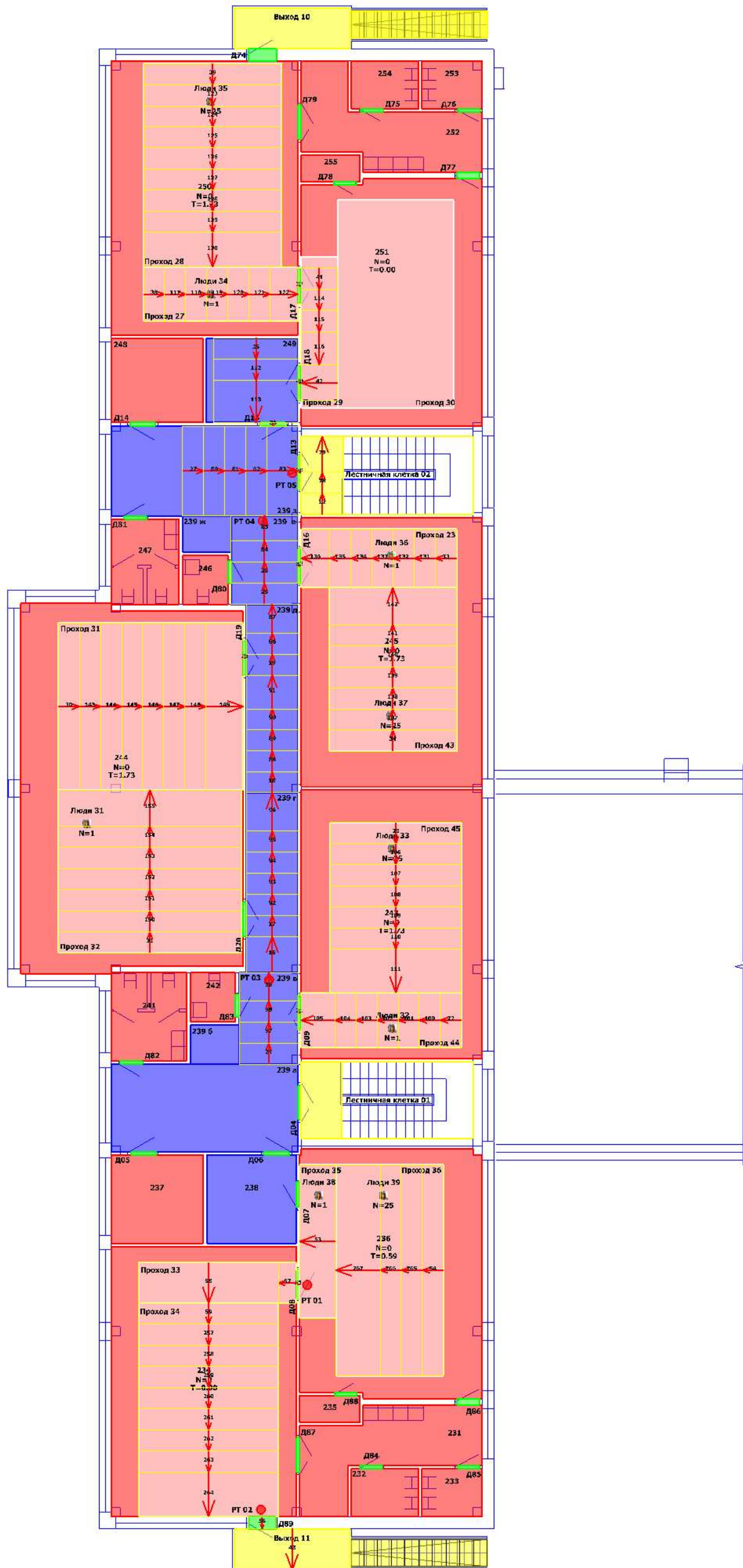


Рис. 16. Схема разбиения на участки маршрутов эвакуации из помещений 2-го этажа здания Детского сада на 60 мест с начальной школой на 100 учащихся (Сценарий 02)

Время эвакуации составило:

- через Выход 09 – 1,73 минуты;
- через Выход 02 – 0,59 минуты.

Время выхода последнего человека со 2-го этажа здания в Лестничную клетку 02 составило 1,26 минуты.

Время выхода последнего человека из здания составило 1,73 минуты.

Время прохождения эвакуационными потоками через расчетные точки:

- РТ 01 – 0,34 минуты;
- РТ 02 – 0,54 минуты;
- РТ 03 – 0,89 минуты;
- РТ 04 – 1,19 минуты;
- РТ 05 – 1,26 минуты.

В ходе эвакуации участки с высокой плотностью людского потока не образовывались.

### **9.5. Результаты расчета времени эвакуации по Сценарию 03**

В ходе данного расчетного сценария определялось время эвакуации при возникновении пожара на 1-м этаже здания, в одной из групповых ячеек детского сада.

Пожар происходит в помещении 163 (игровая-столовая) при нахождении детей и персонала в соседнем помещении 161 (спальня-веранда). Эвакуация детей и персонала из помещения 161 осуществляется через Выход 05, имеющий наименьшую ширину.

Эвакуация из соседней групповой ячейки (помещения 164, 166, 195), осуществляется также через Выход 05 – т.к. этот выход является основным для указанной группы в режиме нормального функционирования здания, но с задержкой 0,5 минуты [1].

Из остальных помещений 1-го этажа эвакуация начинается также с задержкой 0,5 минуты.

Из помещений 2-го люди эвакуируются в обычном режиме (время начала эвакуации – 2 мин). Распространение опасных факторов пожара в течение указанного времени на 2-й этаж здания не ожидается. Пересечения эвакуационных потоков отсутствуют. В связи с этим, моделирование эвакуации из помещений 2-го этажа в данном расчетном сценарии не осуществлялось.

С целью получения полной и объективной информации о ходе эвакуации, а также для последующего сравнения расчетного времени эвакуации с временем блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара, на путях распространения опасных факторов пожара и в местах возможного образования скоплений (в помещениях перед выходами в коридоры, и перед выходами наружу) в элементах топологии были установлены расчетные точки:

- РТ 07 – в помещении 161, соседнем с помещением очага пожара, перед выходом из него в тамбур (элемент топологии 1100) на пути движения к выходу наружу (Выход 05) (Выход 05);
- РТ 08 – в тамбуре (элемент топологии 165) перед выходом наружу (Выход 05).

В ходе расчета фиксировалось как выхода людей наружу из здания, так и прохождения эвакуационными потоками расчетных точек.

Распределение людей по объектам топологии и маршруты эвакуации, принятые в расчетном сценарии, показаны в таблицах 14 – 18.

Таблица 14

Распределение людей по помещениям и эвакуационным выходам для расчета времени эвакуации по «Сценарию 03»: Выход 01

Наименование элемента топологии	Площадь проекции, м <sup>2</sup>	Группа мобильности	Количество людей
<b>1-й этаж, Выход 01</b>			
Проход 05	0.030	Дети дошкольного возраста	20
Проход 06	0.100	M1	2
		Всего M1	2
		Всего Дети дошкольного возраста	20
		<b>Всего:</b>	<b>22</b>

Таблица 15

Распределение людей по помещениям и эвакуационным выходам для расчета времени эвакуации по «Сценарию 03»: Выход 02

Наименование элемента топологии	Площадь проекции, м <sup>2</sup>	Группа мобильности	Количество людей
<b>1-й этаж, Выход 02</b>			
188	0.100	M1	2
190	0.100	M1	1
191	0.100	M1	1
		Всего M1	4
		<b>Всего:</b>	<b>4</b>

Таблица 16

Распределение людей по помещениям и эвакуационным выходам для расчета времени эвакуации по «Сценарию 03»: Выход 03

Наименование элемента топологии	Площадь проекции, м <sup>2</sup>	Группа мобильности	Количество людей
<b>1-й этаж, Выход 03</b>			
194	0.100	M1	1
		Всего M1	1

Наименование элемента топологии	Площадь проекции, м <sup>2</sup>	Группа мобильности	Количество людей
		<b>Всего:</b>	<b>1</b>

Таблица 17

Распределение людей по помещениям и эвакуационным выходам для расчета времени эвакуации по «Сценарию 03»: Выход 05

Наименование элемента топологии	Площадь проекции, м <sup>2</sup>	Группа мобильности	Количество людей
<b>1-й этаж, Выход 05</b>			
Проход 13	0.030	Дети дошкольного возраста	20
Проход 19	0.100	M1	2
Проход 21	0.030	Дети дошкольного возраста	20
Проход 22	0.100	M1	2
		Всего M1	4
		Всего Дети дошкольного возраста	40
		<b>Всего:</b>	<b>44</b>

Таблица 18

Распределение людей по помещениям и эвакуационным выходам для расчета времени эвакуации по «Сценарию 03»: Выход 08

Наименование элемента топологии	Площадь проекции, м <sup>2</sup>	Группа мобильности	Количество людей
<b>1-й этаж, Выход 08</b>			
176	0.100	M1	2
		Всего M1	2
		<b>Всего:</b>	<b>2</b>

Расчетные схемы и схемы разбиения маршрутов на участки для определения времени эвакуации людей из помещений здания, принятые в расчетном сценарии, приведены на рисунках 17 – 18.



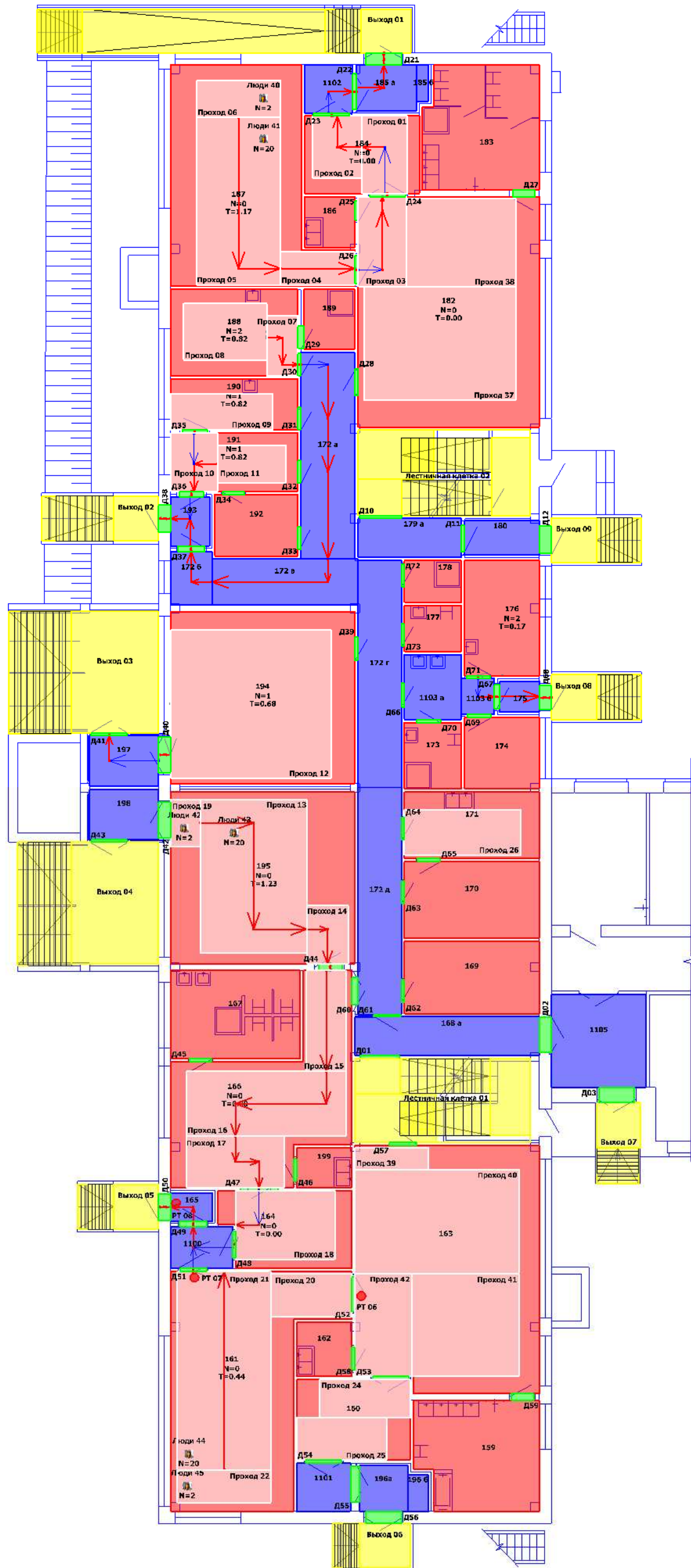


Рис. 17. Расчетная схема эвакуации из помещений 1-го этажа здания Детского сада на 60 мест с начальной школой на 100 учащихся (Сценарий 03)

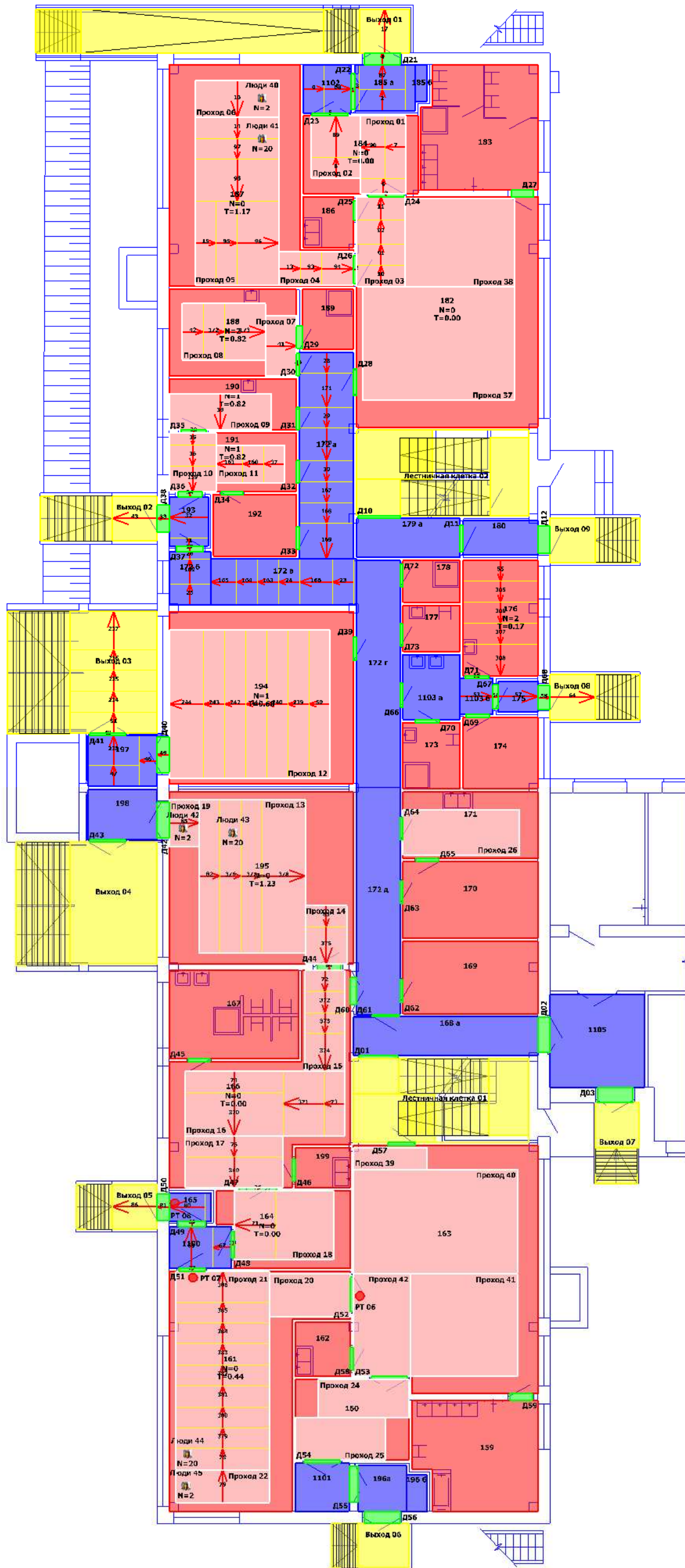


Рис. 18. Схема разбиения на участки маршрутов эвакуации из помещений 1-го этажа здания Детского сада на 60 мест с начальной школой на 100 учащихся (Сценарий 03)

Время эвакуации, с учетом времени ее начала, составило:

- через Выход 01 – 1,17 минуты;
- через Выход 02 – 0,82 минуты;
- через Выход 03 – 0,68 минуты;
- через Выход 05 – 1,23 минуты;
- через Выход 08 – 0,67 минуты.

Время прохождения эвакуационными потоками через расчетные точки:

- РТ 07 – 0,24 минуты;
- РТ 08 – 1,16 минуты.

В ходе эвакуации участки с высокой плотностью людского потока не образовывались.

Загружено на сайт <http://fire-consult.ru/>  
автором блога <http://proektanti.ru/>

## 10. МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ ПОЖАРА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ БЛОКИРОВАНИЯ

### 10.1. Математическая модель развития пожара

Выбор математической модели базируется на анализе объемно-планировочных решений объекта и особенностях сценария развития пожара.

Учитывая следующие особенности:

- объект представляет собой систему помещений простой геометрической конфигурации, линейные размеры которых соизмеримы между собой (линейные размеры помещения отличаются не более чем в 5 раз);
  - размер источника пожара достаточен для формирования дымового слоя и при этом меньше размеров объекта;
- можно использовать для моделирования зонную модель.

Одно из преимуществ зонных моделей перед интегральными заключается в более адекватных результатах расчета распространения опасных факторов пожара в помещениях большого объема, когда размер очага пожара существенно меньше размеров помещения [2].

В связи с тем, что в настоящей работе:

- рассматривается возникновение пожара в помещениях площадью порядка 50 м<sup>2</sup>;
  - распространение опасных факторов пожара рассматривается непосредственно с момента возникновения пожара, когда размер очага пожара намного меньше размеров помещения;
  - одновременно с моделированием пожара рассматривается эвакуация людей непосредственно из помещения очага пожара либо соседнего с ним помещения;
- использование интегральной математической модели расчета газообмена при пожаре, описанной в приложении 2 ГОСТ 12.1.004-91\* [1] и разделе III приложения № 6 к Методике [2] не позволит получить результаты, близкие к картине развития реального пожара в рассматриваемой системе помещений.

На основании изложенного выше было принято определение времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара производить при помощи математической двухзонной модели пожара в здании, описанной в разделе IV приложения 6 к Методике [2].

Первая зонная модель пожара была предложена в диссертации польского инженера Е. Воланина, выполненной в 1982 году под руководством профессора Кошмарова Ю.А. В последующие годы зонные модели получили существенное развитие в работах Е. Воланина, В.Н. Тимошенко и др. [10].

В настоящей работе математическая двухзонная модель пожара в здании реализована при помощи программы «СИТИС: Блок 2» на основе модуля CFAST (Consolidated Fire Growth and Smoke Transport Model – единая модель

развития пожара и перемещения дыма), разработанного Национальным институтом стандартов и технологии США в международной кооперации с научно-исследовательскими организациями США, Канады и Финляндии. Первая версия CFAST была выпущена в июне 1990 года пожарным исследовательским отделом Национального института стандартов и технологии США. Современная, шестая, версия CFAST была выпущена в июле 2005. Все эти годы программа развивалась и дорабатывалась, получая новые возможности. Вклад в исследования и развитие модели внесли сотрудники Вустерского политехнического института, Калифорнийского университета в Беркли, Центра научно-технических исследований Финляндии и других лабораторий и институтов. На сегодняшний день CFAST является одной из лучших двухзонных моделей для расчета тепломассопереноса при пожаре.

Двухзонная модель тепломассопереноса при пожаре предполагает разделение каждого расчетного помещения на два контрольных объема – верхний (дымовой) слой и нижний слой. Дополнительными контрольными объемами в помещении с источником пожара являются дымовая струя и припотолочная струя. Многочисленные натурные пожарные испытания подтвердили, что двухзонные модели демонстрируют довольно достоверную картину пожара – горячие дымовые газы скапливаются под потолком, образуя дымовой слой, и параметры внутри слоя отличаются незначительно по сравнению с различием параметров между верхними и нижним слоями.

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

Предельно допустимые значения по каждому из опасных факторов пожара составляют:

по повышенной температуре – 70°C;

по тепловому потоку – 1400 Вт/м<sup>2</sup>;

по потере видимости – 20 м;

по пониженному содержанию кислорода – 0,226 кг/м<sup>3</sup>;

по каждому из токсичных газообразных продуктов горения (CO<sub>2</sub> – 0,11 кг/м<sup>3</sup>; CO – 1,16·10<sup>-3</sup> кг/м<sup>3</sup>; HCL – 23·10<sup>-6</sup> кг/м<sup>3</sup>).

Время блокирования  $t_{\text{бл}}$  определяется по наименьшему из времен достижения опасными факторами пожара предельно допустимых значений:

$$t_{\text{бл}} = \min \left\{ t_{\text{кр}}^{\text{п.в.}}, t_{\text{кр}}^{\text{T}}, t_{\text{кр}}^{\text{т.г.}}, t_{\text{кр}}^{\text{O}_2}, t_{\text{кр}}^{\text{т.п.}} \right\}. \quad (4)$$

## 10.2. Выбор и формулировка сценариев развития пожара

Выбор расчетных сценариев сделан экспертным путем, на основе анализа пожарной опасности здания, объемно-планировочных решений объекта защиты, параметров эвакуационных путей и выходов, а также количества и мест размещения людей в помещениях.

В результате было выбрано два сценария пожара, при реализации которых ожидаются наихудшие последствия для людей, находящихся в здании или в отдельных помещениях.

#### Сценарий 01.

Возникновение пожара на 2-м этаже здания, непосредственно в одном из учебных классов около выхода из помещения в коридор (помещение 236) и распространяется внутри помещения до максимальной площади, равной площади помещения.

Опасные факторы пожара распространяются по учебному классу, в смежное с ним спальни-игровой и в коридор, блокируя сначала выход из коридора в Лестничную клетку 01, а затем – выходы из помещений 2-го этажа в коридор и из коридора в Лестничную клетку 02.

#### Сценарий 02.

Пожар происходит в одной из групповых ячеек детского сада на 1-м этаже здания, в помещении 163 (игровая-столовая) и распространяется внутри помещения до максимальной площади, равной площади помещения.

Опасные факторы пожара распространяются по помещению игровой-столовой, блокируя выход из помещения в Лестничную клетку 01 и по направлению к выходу из групповой ячейки наружу (Выход 06), в смежное помещение спальни (помещение 161) и в тамбур перед выходом из него и соседней групповой ячейки наружу (объекты топологии 1100 и 165).

Обобщение статистических данных о пожарах показывает, что причинами пожаров и загораний могут стать:

- неосторожное обращение с огнем;
- неосторожное обращение с электронагревательными приборами;
- неисправности в электропроводке или в электроприборах.

Пожарная нагрузка в обоих помещениях, рассматриваемых в Сценарии 01 и Сценарии 02 (учебный класс и игровая-столовая соответственно) довольно схожа и типична для оцениваемого здания и состоит из:

- сделанной из ламинированных ДСП, ДВП, фанеры и массива древесины корпусной мебели (шкафы, комоды, столы, стулья); мягкой мебели;
- хранящихся в указанных выше шкафах игрушек и учебных пособий из сгораемых материалов, книг, бумаги и канцелярских принадлежностей;
- штор из текстильных материалов;
- покрытия пола (линолеума и ковровых дорожек);
- электротехнических погонажных и электроустановочных изделий, изоляции электрических проводов.

В связи с этим, в обоих рассматриваемых расчетных сценариях пожара принята типовая пожарная нагрузка «Здания I-II ст. огнест.; мебель+бытовые изделия» по данным [10].

### **10.3. Результаты моделирования динамики развития пожара по Сценарию 01**

В качестве исходных данных принято:

Пожар возникает на 2-м этаже здания, в учебном классе (помещение 236) около выхода из помещения в коридор и распространяется внутри помещения до максимальной площади, равной площади помещения.

Принята типовая пожарная нагрузка «Здания I-II ст. огнест.; мебель+бытовые изделия».

Опасные факторы пожара распространяются по учебному классу, в смежное с ним спальни-игровой (помещение 234) и в коридор, блокируя сначала выход из коридора в Лестничную клетку 01, а затем – выходы из помещений 2-го этажа в коридор и из коридора в Лестничную клетку 02.

Двери из помещения очага пожара в смежное помещение и в коридор открыты. Дверь из спальни-игровой (помещение 234) на лестницу 3-го типа, двери из других помещений 2-го в коридор и из коридора в лестничные клетки закрыты.

Моделирование пожара осуществлялось в течение 200 секунд с момента его возникновения.

Начальная температура в помещениях принята равной 20°C.

Расчетная область для моделирования распространения опасных факторов пожара по Сценарию 01 показана на рисунке 19.

Загружено на сайт [www.proektanti.ru](http://www.proektanti.ru) автором <http://fire-consult.ru>

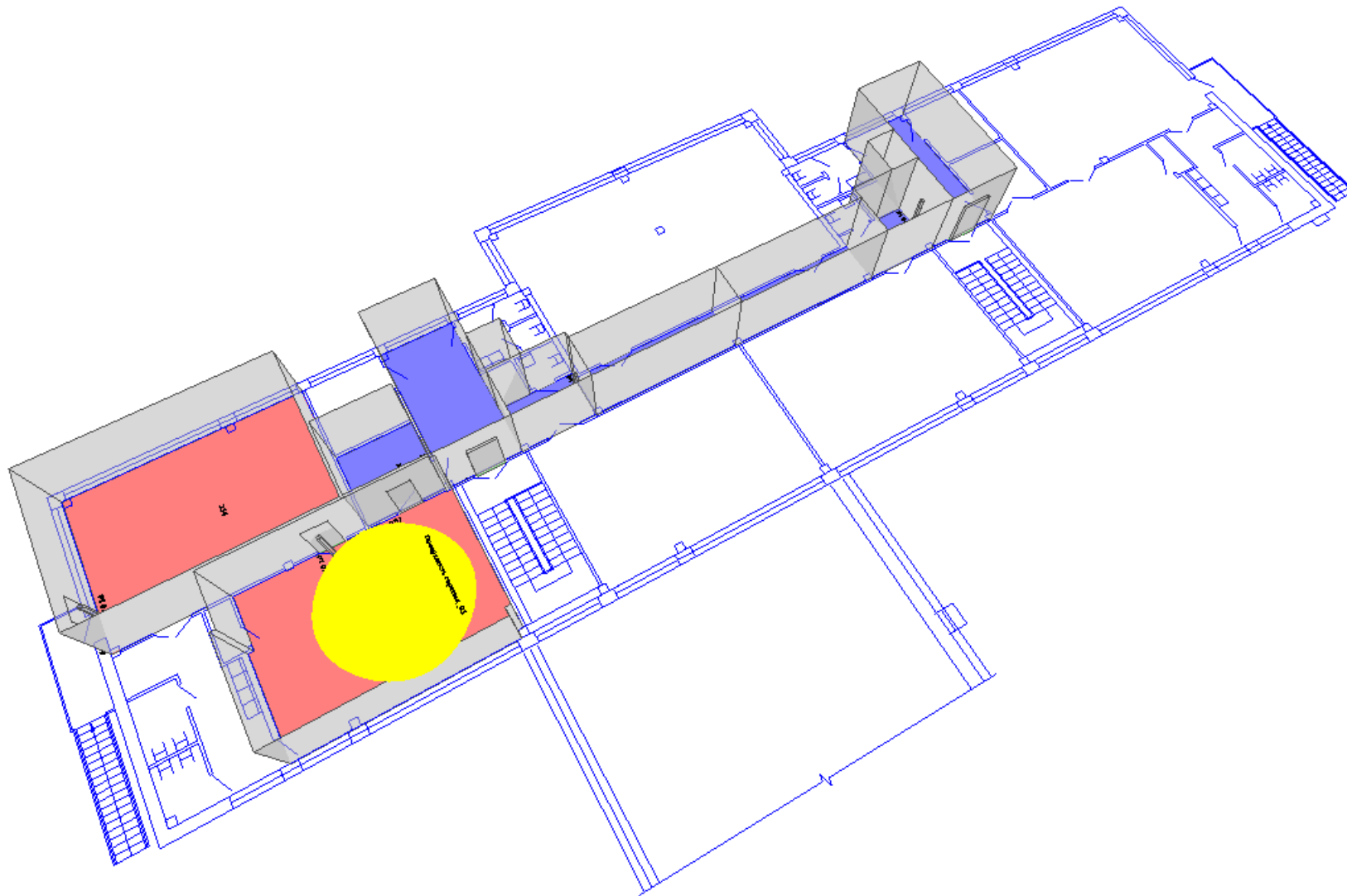


Рис. 19. Расчетная область для моделирования распространения опасных факторов пожара по Сценарию 01

Забуду



Исходные данные для моделирования пожара приведены в таблицах 4 – 6.

Таблица 4

Основные параметры элементов Сценария 01

Этаж	Объект	Дочерний объект	Длина, м	Ширина, м	Высота, м	Площадь, м <sup>2</sup>
<b>2-й этаж</b>					<b>3.30</b>	
	234		8.96	6.15	3.00	55.10
		Д08	0.10	0.95	2.00	
		Д89	0.40	0.93	2.00	
		РТ 02			1.70	
	236				3.00	49.60
		Д07	0.10	0.85	2.00	
		РТ 01			1.70	
	238		2.98	2.94	3.00	8.76
		Д06	0.10	0.85	2.00	
	239 е		2.94	2.23	3.00	6.56
		РТ 04			1.70	
	239 а		6.20	2.90	3.00	17.98
		Д04	0.10	1.13	2.00	
	239 б		1.62	1.29	3.00	2.09
	239 в		3.04	1.96	3.00	5.95
		РТ 03			1.70	
	239 г		5.96	1.72	3.00	10.23
	239 д		6.26	1.72	3.00	10.74
	239 ж		1.60	1.19	3.00	1.90
	239 з		6.20	2.98	3.00	18.48
		Д13	0.10	1.13	2.00	
		РТ 05			1.70	

Таблица 5

Свойства поверхности горения

Параметр	Ед. изм.	Значение
Расположение		236
Площадь	м <sup>2</sup>	49
Типовая горючая нагрузка		Здания I-II ст. огнест.; мебель+бытовые изделия
Коэффициент полноты горения $\eta$		0,97
Низшая теплота сгорания Q	МДж/кг	13,8
Удельная массовая скорость выгорания $\psi_F$	кг/(м <sup>2</sup> ·с)	0,0145
Линейная скорость распространения пламени v	м/с	0,0108
Удельный расход кислорода L <sub>O2</sub>	кг/кг	1,03
Дымообразующая способность горящего материала Dm	Нп·м <sup>2</sup> /кг	270
Макс. выход CO <sub>2</sub>	кг/кг	0,203
Макс. выход CO	кг/кг	0,0022
Макс. выход HCl	кг/кг	0,014
Критерий возгорания		Время
Величина критерия возгорания	с.	0

## Свойства дверей и проёмов в Сценарии 01

Этаж	Объект	Расположение	Исходное состояние, %	Время изменения состояния, мин.	Конечное состояние, %
<b>2-й этаж</b>					
	Д04	239 а	6	0	6
	Д06	238	100	0	100
	Д07	236	100	0	100
	Д08	234	100	0	100
	Д13	239 з	6	0	6
	Д89	234	6	0	6

Для контроля за распространением опасных факторов пожара, определения времени блокирования помещений и путей эвакуации и последующего сопоставления с расчетным временем эвакуации в элементах топологии были расставлены 5 расчетных точек:

- РТ 01 – в помещении очага пожара (помещение 236);
- РТ 02 – в помещении 236, смежном с помещением очага пожара;
- РТ 03, РТ 04, РТ 05 – в поэтажном коридоре (элементы топологии 239 в, 239 д и 239 з соответственно).

Результаты расчетов времени блокирования представлены в таблице 7.

Таблица 7

## Время блокирования

Расчетная точка	Время блокирования, с	Время достижения опасными факторами пожара критических значений, с						
		По повышенной температуре	По потере видимости	По пониженному содержанию кислорода	По CO <sub>2</sub>	По CO	По HCL	По тепловому потоку
РТ 01	50	67	51	65	более 200 с	более 200 с	50	125
РТ 02	102	144	103	134	более 200 с	более 200 с	102	более 200 с
РТ 03	104	167	104	151	более 200 с	более 200 с	105	более 200 с
РТ 04	135	более 200 с	135	более 200 с	более 200 с	более 200 с	155	более 200 с
РТ 05	153	более 200 с	153	более 200 с	более 200 с	более 200 с	153	более 200 с

По результатам расчетов определено, что:

- опасные факторы пожара достигают своих предельных значений в помещении очага пожара (элемент топологии «236», расчетная точка РТ 01) через 50 секунд с момента его возникновения; наиболее опасным фактором пожара является хлористый водород, выделяющийся в процессе горения;
- блокирование выхода из смежной с помещением очага пожара спальни-игровой (элемент топологии «234», расчетная точка РТ 02) на лестницу 3-го типа происходит через 102 секунды;
- через 103 секунды с момента возникновения пожара происходит блокирование опасными факторами участка коридора около выхода из помещения 243 (элемент топологии «239 в», расчетная точка РТ 03);
- через 135 секунд – участка коридора около выхода из помещения 245 (элемент топологии «239 е», расчетная точка РТ 04);
- окончательное блокирование опасными факторами пожара выхода из коридора 2-го этажа в Лестничную клетку 02 (элемент топологии «239 з»; расчетная точка РТ 05) происходит через 153 секунды с момента возникновения пожара.

#### **10.4. Результаты моделирования динамики развития пожара по Сценарию 02**

В качестве исходных данных принято:

Пожар происходит в одной из групповых ячеек детского сада на 1-м этаже здания, в помещении 163 (игровая-столовая) и распространяется внутри помещения до максимальной площади, равной площади помещения.

Принята типовая пожарная нагрузка «Здания I-II ст. огнест.; мебель+бытовые изделия».

Опасные факторы пожара распространяются по помещению игровой-столовой, блокируя выход из помещения в Лестничную клетку 01 и по направлению к выходу из групповой ячейки наружу (Выход 06), в смежное помещение спальни (помещение 161) и в тамбур перед выходом из него и соседней групповой ячейки наружу (объекты топологии 1100 и 165).

Дверь из помещения очага пожара в смежное с ним помещение спальни открыты. Двери из игровой-столовой в Лестничную клетку 01 и приемную-раздевалку (помещение 160) закрыты. Дверь из спальни в тамбуры (элементы топологии «1100» и «165») перед выходом наружу открыты. Наружная дверь тамбура (элемент топологии «165»), а также дверь в тамбур (элемент топологии «1100») из соседней групповой ячейки закрыты.

Моделирование пожара осуществлялось в течение 200 секунд с момента его возникновения.

Начальная температура в помещениях принята равной 20°C.

Расчетная область для моделирования распространения опасных факторов пожара по Сценарию 01 показана на рисунке 20.

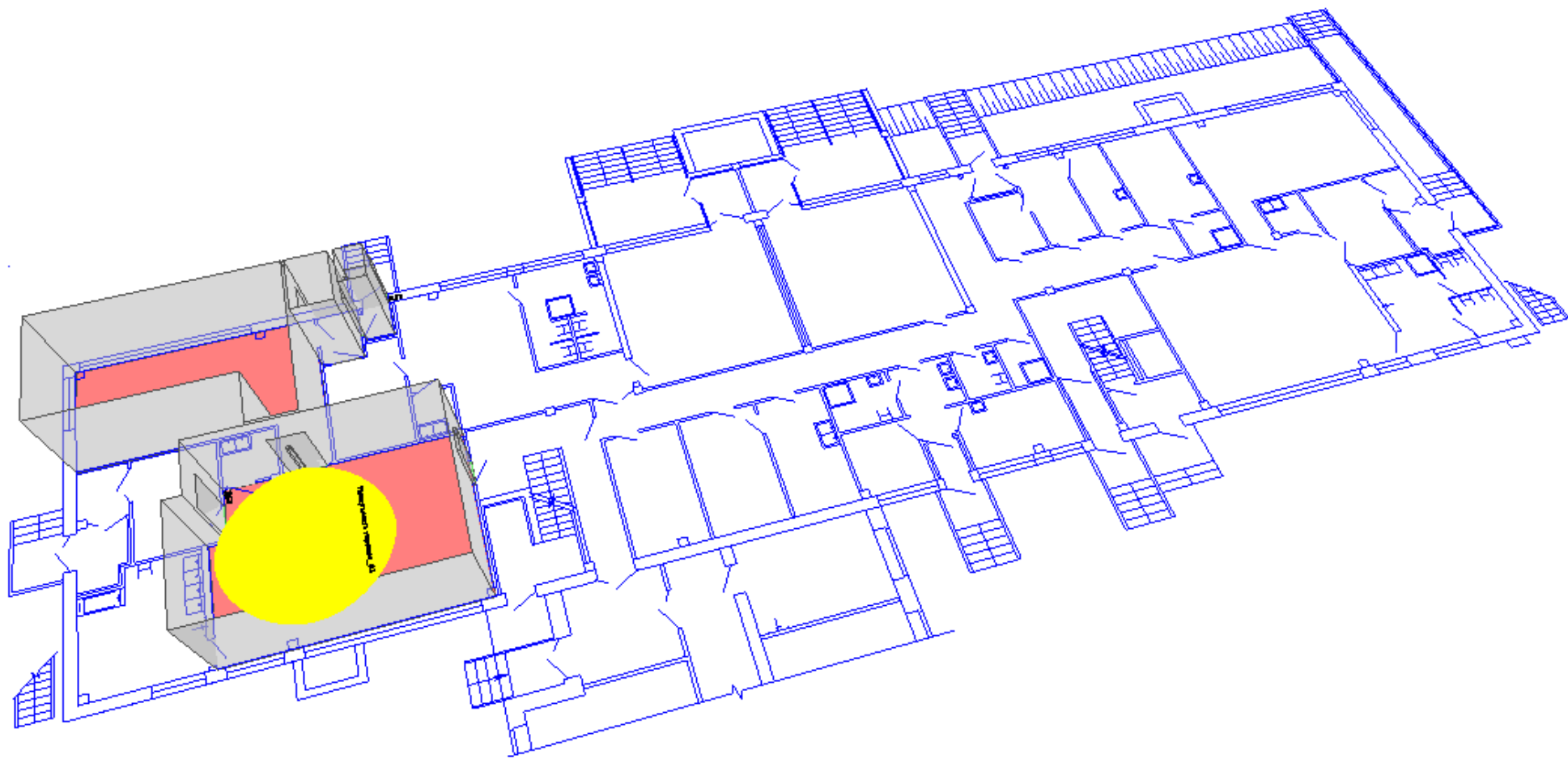


Рис. 20. Расчетная область для моделирования распространения опасных факторов пожара по Сценарию 02

Исходные данные для моделирования пожара приведены в таблицах 8 – 10.

Таблица 8

Основные параметры элементов Сценария 02

Этаж	Объект	Дочерний объект	Длина, м	Ширина, м	Высота, м	Площадь, м <sup>2</sup>
<b>1-й этаж</b>					<b>3.30</b>	
	1100		2.08	1.40	3.00	2.92
		Д49	0.18	0.90	2.00	
	161				3.00	35.92
		Д51	0.10	0.90	2.00	
		Д52	0.10	1.15	2.00	
		РТ 07			1.70	
	163				3.00	49.81
		Д53	0.10	1.20	2.00	
		Д57	0.10	0.90	2.00	
		РТ 06			1.70	
	165		1.40	0.94	3.00	1.32
		Д50	0.40	0.90	2.00	
		РТ 08			1.70	

Таблица 9

Свойства поверхности горения

Параметр	Ед. изм.	Значение
Расположение		163
Площадь	м <sup>2</sup>	49
Типовая горючая нагрузка		Здания I-II ст. огнест.; мебель+бытовые изделия
Коэффициент полноты горения $\eta$		0,97
Низшая теплота сгорания Q	МДж/кг	13,8
Удельная массовая скорость выгорания $\psi_F$	кг/(м <sup>2</sup> ·с)	0,0145
Линейная скорость распространения пламени v	м/с	0,0108
Удельный расход кислорода L <sub>O2</sub>	кг/кг	1,03
Дымообразующая способность горящего материала Dm	Нп·м <sup>2</sup> /кг	270
Макс. выход CO <sub>2</sub>	кг/кг	0,203
Макс. выход CO	кг/кг	0,0022
Макс. выход HCl	кг/кг	0,014
Критерий возгорания		Время
Величина критерия возгорания	с.	0

## Свойства дверей и проёмов в Сценарии 02

Этаж	Объект	Расположение	Исходное состояние, %	Время изменения состояния, мин.	Конечное состояние, %
<b>1-й этаж</b>					
	Д49	1100	100	0	100
	Д50	165	6	0	6
	Д51	161	100	0	100
	Д52	161	100	0	100
	Д53	163	6	0	6
	Д57	163	6	0	6

Для контроля за распространением опасных факторов пожара, определения времени блокирования помещений и путей эвакуации и последующего сопоставления с расчетным временем эвакуации в элементах топологии были расставлены 3 расчетные точки:

- РТ 06 – в помещении очага пожара (помещение 163);
- РТ 07 – в помещении 161, смежном с помещением очага пожара;
- РТ 08 – в тамбуре (элемент топологии 165) перед выходом из рассматриваемой и соседней групповой ячеек наружу.

Результаты расчетов времени блокирования представлены в таблице 11.

Таблица 11

## Время блокирования

Расчетная точка	Время блокирования, с	Время достижения опасными факторами пожара критических значений, с						
		По повышенной температуре	По потере видимости	По пониженному содержанию кислорода	По CO <sub>2</sub>	По СО	По HCL	По тепловому потоку
РТ 06	50	67	51	65	более 200 с	более 200 с	50	125
РТ 07	88	126	88	119	более 200 с	более 200 с	88	более 200 с
РТ 08	101	193	101	160	более 200 с	более 200 с	108	более 200 с

По результатам расчетов определено, что:

- опасные факторы пожара достигают своих критических значений в помещении очага пожара (элемент топологии «163», расчетная точка РТ 06) через 50 секунд с момента его возникновения; наиболее опасным фактором пожара является хлористый водород, выделяющийся в процессе горения;

- блокирование смежной с помещением очага пожара спальни (элемент топологии «161», расчетная точка РТ 07) происходит через 88 секунд;
- через 101 секунду с момента возникновения пожара происходит блокирование опасными факторами тамбура (элемент топологии «165», расчетная точка РТ 08) перед выходом наружу из рассматриваемой и соседней с ней групповых ячеек.

Загружено на сайт [proektanti.ru](http://proektanti.ru) автором блога <http://fire-consult.ru/>

## 11. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ ПО ЭВАКУАЦИОННЫМ ПУТЯМ

Расчетное время эвакуации людей при пожаре и время блокирования эвакуационных выходов и отдельных участков путей эвакуации и определены в разделах 9 и 10 настоящего Отчета соответственно.

Для определения вероятности эвакуации людей необходимо сопоставить результаты расчета времени эвакуации по Сценарию 02 с результатами расчета времени блокирования по Сценарию 01, а также результаты расчета времени эвакуации по Сценарию 03 с результатами расчета времени блокирования по Сценарию 02, и произвести вычисления по формуле (1).

Результаты выполненных расчетов, для удобства восприятия и сравнения приведены в таблицах 12 и 13.

Таблица 12

Результаты расчетов вероятности эвакуации людей по эвакуационным путям при эвакуации по Сценарию 02 и развитии пожара по Сценарию 01

Расчетные точки	Расчетное время эвакуации, мин *	Критическая продолжительность пожара, с	Необходимое время эвакуации, мин **	Вероятность эвакуации ***
РТ 01	0,34	50	0,67	0,999
РТ 02	0,54	102	1,36	0,999
РТ 03	0,89	104	1,39	0,999
РТ 04	1,19	135	1,80	0,999
РТ 05	1,26	153	2,04	0,999

\* Определено с учетом времени начала эвакуации ( $t_p + \tau_{н.э.}$ );

\*\* Рассчитано по формуле (3);

\*\*\* Вычислена по формуле (1).



Результаты расчетов вероятности эвакуации людей по эвакуационным путям при эвакуации по Сценарию 03 и развитии пожара по Сценарию 02

Расчетные точки	Расчетное время эвакуации, мин *	Критическая продолжительность пожара, с	Необходимое время эвакуации, мин **	Вероятность эвакуации ***
РТ 07	0,24	126	1,68	0,999
РТ 08	1,16	193	2,57	0,999

\* Определено с учетом времени начала эвакуации ( $t_p + \tau_{н.э.}$ );

\*\* Рассчитано по формуле (3);

\*\*\* Вычислена по формуле (1).

Как видно из таблиц 12 и 13, в результате вычисления вероятности эвакуации людей по эвакуационным путям, по всем сценариям, во всех расчетных точках, его значение составило 0,999.

Следовательно, критерий обеспечения безопасной эвакуации людей, сформулированный в разделе 6 настоящего Отчета, выполнен.

Загружено на сайт [proektanti.ru](http://proektanti.ru) автором блога <http://fireconsult.ru/>

## 11. ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

В ходе настоящей работы было выполнено определение расчетного времени эвакуации людей из здания: как в целом, так и из отдельных его частей.

Результаты моделирования процесса эвакуации были сопоставлены с критериями безопасной эвакуации людей, сформулированными в разделе 6 настоящего Отчета.

По результатам проведенных вычислений и анализа их результатов был сделан вывод:

*Предусмотренные проектной документацией и выполненные в натуре количество, длина и ширина путей эвакуации и эвакуационных выходов обеспечивают безопасную эвакуацию людей из здания Детского сада на 60 мест с начальной школой на 100 учащихся при пожаре.*

Допущенные в ходе проектирования и строительства объекта нарушения требований нормативных документов по пожарной безопасности, указанные в разделе 4 настоящего Отчета, и учтенные в ходе расчетов, не оказывают недопустимого влияния на безопасность эвакуации людей при пожаре.

Загружено на сайт [proektanti.ru](http://proektanti.ru) автором <http://fireconsult.ru/>

## 12. ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ НОРМАТИВНЫХ ПРАВОВЫХ АКТОВ, НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ И СПРАВОЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ

1. Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.1.004-91\* «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования».
2. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности, утвержденная приказом МЧС России от 30.06.2009 г. № 382.
3. Строительные нормы и правила Российской Федерации СНиП 21-01-97\* «Пожарная безопасность зданий и сооружений».
4. Строительные нормы и правила СНиП 2.08.02-89\* «Общественные здания и сооружения».
5. Парфёненко А.П. Проблемы эвакуации детей и подростков при пожарах. Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности» (<http://ipb.mos.ru/ttb>) Выпуск № 5 (33) – октябрь 2010 г.
6. Холщевников В. В., Парфёненко А. П. Эвакуация детей в зданиях учебно-воспитательных учреждений. «Пожарная безопасность в строительстве» № 4, 2011, стр. 48-61.
7. Холщевников В.В. Людские потоки в зданиях, сооружениях и на территории их комплексов. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. МИСИ. Москва, 1983.
8. Исследования людских потоков и методология нормирования эвакуации людей из зданий при пожаре. Холщевников В.В. М.: МИПБ МВД России, 1999.-93 с.
9. Эвакуация и поведение людей при пожарах. В.В. Холщевников, Самошин Д.А. Учеб. пособие. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2009. – 212 с.
10. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: Учебное пособие. – М.: Академия ГПС МВД России, 2000.
11. 4155-РП-2.55. Руководство пользователя СИТИС: Флоутек 2.55. Расчет эвакуации. Редакция 39.
12. 4155-ТР-03. Техническое руководство СИТИС: Флоутек ВД 2.20. Редакция 3.
13. 4174-РП-2.55. Руководство пользователя СИТИС: Блок 2.55. Расчет распространения ОФП. Редакция 21.
14. 4174-ТР-04. Техническое руководство СИТИС: Блок 2.55. Редакция 4.

**Эксперт**  
**ООО «Рога и копыта»**

**С.С. Сидоров**

## **ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

к Отчету по результатам определения расчетного времени эвакуации людей при пожаре из здания Детского сада на 60 мест с начальной школой на 100 учащихся, 1-го этапа строительства объекта: Школа в с. Старомужичье Загонского района, Баварской области

**Парфёненко А.П.**

### **Проблемы эвакуации детей и подростков при пожарах**

Статья прилагается отдельным файлом

Загружено на сайт [proektanti.ru](http://proektanti.ru) автором блога <http://fire-consult.ru/>

## **ПРИЛОЖЕНИЕ 2**

к Отчету по результатам определения расчетного времени эвакуации людей при пожаре из здания Детского сада на 60 мест с начальной школой на 100 учащихся, 1-го этапа строительства объекта: Школа в с. Старомужичье Загонского района, Баварской области

**Холщевников В. В., Парфёненко А. П.**

### **Эвакуация детей в зданиях учебно-воспитательных учреждений**

Статья прилагается отдельным файлом

Загружено на сайт [proektanti.ru](http://fire-consult.ru/) автором блога <http://fire-consult.ru/>