

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

Д. С. Королев, А. В. Вытовтов, П. С. Куприенко, А. А. Однолько

**ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ
РЕШЕНИЯХ ЗДАНИЯ**

Учебно-методическое пособие

Воронеж 2021

УДК 614.842.435.001.2(075.8)

ББК 68.9я7

П461

Рецензенты:

*начальник кафедры специальной подготовки ФГБУ ДПО Воронежского
института повышения квалификации сотрудников ГПС МЧС России
полковник внутренней службы, канд. техн. наук А. М. Чуйков;
В. А. Богомолов, заместитель начальника отдела мероприятий гражданской
обороны, Главного управления МЧС России по Воронежской области
майор внутренней службы*

Пожарная безопасность в объемно-планировочных решениях здания: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс]: – Электрон. текстовые и граф. данные (2,0 Мб)/ Д. С. Королев, А. В. Вытовтов, П. С. Куприенко, А. А. Однолько – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2021 – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM): цв. – Систем. требования: ПК 1000 и выше; 256 Мб ОЗУ; Windows XP; SVGA с разрешением 1024x768; Adobe Acrobat; CD-ROM дисковод; мышь. – Загл. с экрана

ISBN 978-5-7731-0951-8

Издание составлено в соответствии с теоретическим и практическим разделом дисциплины «Пожарная безопасность в объемно-планировочных решениях здания», содержит учебный материал, необходимый для детального изучения. Приведена методика выполнения курсового проекта, подробные перечни вопросов частных методик проверки по всем темам рабочей программы, примеры оформления таблиц проверок и окончательных документов.

Предназначено для студентов обучающихся по специальности 20.05.01 «Пожарная безопасность», а также по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство» (программа магистерской подготовки «Пожарная и промышленная безопасность в строительстве»).

Ил. 9. Табл. 7. Библиогр.: 7 назв.

**УДК 614.842.435.001.2(075.8)
ББК 68.9я7**

*Издается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

ISBN 978-5-7731-0951-8

© Королев Д. С., Вытовтов А. В.,
Куприенко П. С., Однолько А. А., 2021
© ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
технический университет», 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КУРСОВОГО ПРОЕКТА	5
1.1. Основная цель курсового проекта (работы)	5
1.2. Требования к расчетно-пояснительной части	5
1.3. Требования к графической части	6
1.4. Содержание курсового проекта (работы).....	6
2. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ ..	8
2.1. Экспертиза соответствия требованиям норм пожарной безопасности помещений на этаже	8
2.2. Экспертиза соответствия требованиям норм пожарной безопасности лестниц и лестничных клеток.....	11
3. ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ	12
3.1. Определение расчетного времени эвакуации людей из помещения	12
3.2. Пример нахождения времени эвакуации людей при пожаре.....	19
3.3. Расчет необходимого времени эвакуации людей из помещения пожара .	23
3.4. Вероятность эвакуации людей из помещения пожара.....	28
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	29
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	30
Приложение 1	31
Приложение 2	32
Приложение 3	33
Приложение 4	35
Приложение 5	36
Приложение 6	42
Приложение 7	62
Приложение 8	63
Приложение 9	64

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время большое значение имеют правильно разработанные технические документы, а также запроектированные объемно-планировочные решения, конструктивные особенности промышленных зданий, сооружений и промышленных коммуникаций, поскольку от них зависит дальнейшие возможности по расположению (размещению) технологического оборудования, уровень организации производственного контроля технологических процессов, комплексной автоматизации и механизации любого предприятия.

Кроме того, объемно-планировочные решения важны не только в производственной отрасли, но и направлены на создание условий для жизнедеятельности людей. Так, например, в предприятиях торговли необходимо предусмотреть удобства для покупателей, организовать размещение торговых стеллажей в соответствии с самыми прогрессивными тенденциями.

Стоит отметить, что на планировочные решения могут оказывать существенное влияние современные технологии в области строительства:

- существенное увеличение геометрических размеров зданий и сооружений;
- при объединении зданий различной функциональной пожарной опасности в единое;
- строительство торговых павильонов;
- строительство многоквартирных зданий и сооружений повышенной этажности.

Вновь проектируемые или реконструируемые здания должны руководствоваться не только желанием оптимизации торговых и производственных площадей, но и должны быть направлены на ограничение развития пожара, создания условий для организации и последующего успешного его тушения, наряду со своевременной эвакуацией людей.

Таким образом, оптимальным решением вопросов внутренней планировки здания должно обеспечивать безопасность людей и сочетать требования пожарной безопасности и экономики.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

1.1. Основная цель курсового проекта (работы)

Курсовая работа (проект) по изучаемой дисциплине «Пожарная безопасность в объемно-планировочных решениях» является практической работой, что позволяет закрепить полученные на лекционных занятиях теоретические знания. При таком подходе, у обучающегося вырабатывается методика проведения проверки проектов и проектных решений (разработанных технических решений по противопожарной безопасности зданий, сооружений и строений) на стадии проектирования, строительства и реконструкции, систематизируются знания.

Стоит отметить, что в процессе выполнения курсового проекта (работы) необходимо использовать самые современные нормативные правовые акты Российской Федерации и нормативные документы по пожарной безопасности, а также своды правил, национальные стандарты и настоящее учебное пособие.

Итак, курсовой проект включает в себя несколько основных частей: теоретическую (расчетно-пояснительную) и графическую.

1.2. Требования к расчетно-пояснительной части

Теоретический материал расчетно-пояснительной записки необходимо представить в виде:

- печатного текста на одной стороне листа бумаги формата А4 (размер 297х410 мм);
- шрифт должен быть выполнен в форме Times New Roman;
- размер шрифта 14;
- междустрочный интервал 1,5;
- отступ красной строки первого предложения каждого нового абзаца 1, 25;
- поля страницы верхнее, правое и левое – 20 мм, нижнее – 30 мм;
- имеющиеся рисунки могут быть выполнены в любом читаемом формате, должны иметь сквозную нумерацию, а подрисовочная надпись должна иметь вид – «Рис. 1. Название рисунка», расположение по центру;
- разделы курсового проекта должны иметь сквозную нумерацию, шрифт Times New Roman, 14, прописные, полужирные буквы (**ГЛАВА 1. НАЗВАНИЕ ГЛАВЫ**), точка в конце раздела не ставится;
- подразделы курсовой работы нумеруются в рамках одной главы (ГЛАВА 1, 1.1.; ГЛАВА 2, 2.1. и т.д.), шрифт Times New Roman, 14, полужирные буквы (**1.1. Название подраздела**) точка в конце подраздела не ставится;
- если в курсовой работе присутствуют «условные обозначения и

сокращения», введение, то данные разделы не нумеруются;

- отдельное внимание стоит уделить нумерации страниц, которые должны быть сквозными и проставляются внизу в середине листа, а титульный лист, задание на курсовой проект (работу) учитываются при определении порядкового числа страницы, но не отображаются;
- расчетно-пояснительная записка должна быть сброшюрована.

1.3. Требования к графической части

Наличие графической части в курсовом проекте является обязательной частью:

- выполняется на листе формата А3 (841x594 мм);
- отражает основные конструктивно-планировочные решения здания без нарушений;
- отражает основные конструктивно-планировочные решения здания с учетом нарушений, выявленных в ходе проведения проверки;
- основные чертежи должны выполняться в масштабах 1:100 или 1:200 (250);
- чертежи детали выполняются в масштабе 1:10 или 1:20;
- вышеуказанные чертежи необходимо выполнять строго в соответствии с требованиями ЕСКД и СПДС, а также требованиями СНиП по пожарной безопасности (например, условные обозначения);
- все численные размеры представляются в одинаковых единицах измерения;
- размерные линии необходимо заканчивать засечками;
- экспликацию помещений с выявленными нарушениями необходимо представлять в виде таблиц, вычерчивается основная надпись (штамп) в нижнем правом углу.

1.4. Содержание курсового проекта (работы)

Курсовой проект (работа) должен включать в себя основные обязательные разделы:

- титульный лист (образец приложение 1);
- задание на курсовую работу (выдает руководитель курсового проекта);
- содержание, с полным перечнем основных разделов и подразделов;
- введение, в котором представляется общая тональность работы, актуальность рассматриваемого вопроса;
- глава 1. Краткая характеристика объекта защиты (здесь целесообразно указать назначение здания, класс функциональной пожарной опасности, геометрические размеры, площадь застройки, дифференцированные размеры (этажей, высота и т.д.), степень огнестойкости, класс конструктивной пожарной

опасности, возможно, указать статистику пожаров на данных объектах и мн. др.);

– глава 2. Проверка соответствия требованиям норм пожарной безопасности помещений на этаже, здания в целом (необходимо провести экспертизу эвакуационных путей и выходов, систему молниезащиты, электрооборудование, соответствие лестниц и лестничных клеток здания требованиям норм пожарной безопасности, наличие системы обеспечения пожарной безопасности, предельная удаленность эвакуационных выходов);

– глава 3. Инженерно-технические расчеты (теоретическая часть про используемые современные методики и т.д., расчет времени эвакуации из помещения пожара, расчет времени эвакуации из здания, расчет необходимого времени эвакуации людей при пожаре, расчет вероятности эвакуации людей).

– заключение, в котором отмечаются основные результаты.

– графическая часть, о которой говорилось в разделе 1.3.

2. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

2.1. Экспертиза соответствия требованиям норм пожарной безопасности помещений на этаже

Выбор индивидуального задания осуществляется в соответствии с прил. 2 и номера по списку в учебном журнале. При проверке соответствия эвакуационных путей требованиям пожарной безопасности необходимо рассматривать следующие вопросы, с последующим выводом о целесообразности использования такого вида выходов (табл. 1, 2):

- вид двери, установленной в проеме эвакуационного выхода из здания;
- направление открывания дверей в проеме эвакуационного выхода из здания;
- ширина двери эвакуационного выхода;
- высота двери эвакуационного выхода;
- участки путей эвакуации, предшествующие выходу из здания;
- рассредоточенность эвакуационных выходов из здания.

Таблица 1

Образец оформления экспертизы эвакуационных выходов

№ п/п	Параметр	Фактическое состояние	Требуется по нормам	Ссылка на нормативный документ	Заключение
1	2	3	4	5	6
1	Выход 1 (В-1)				Не соотв.
	вид двери	раздвижная	распашная	89 ст. 123 ФЗ	не соотв.
	направление открывания	-			
	высота	2,2	не менее 1,9	СП 1 п.....	соотв.
	ширина	2,0	не менее 1,2	СП 1 п.....	соотв.
	направление	из вестибюля	из л.к., коридора, вестибюля....	89 ст. 123 ФЗ	соотв.
	Протяженность эвак. пути до выхода с этажа	28 м	50 м	т. 19 СП 1	Соотв.

Рассредоточенность эвакуационных выходов можно найти по формуле (1), в соответствии с п. 4.2.4 свода правил 1.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы»:

$$L \geq \frac{0.33 \cdot D}{n - 1} \quad (1)$$

D - длина коридора;

n- число выходов.

Таблица 2

Образец оформления рассредоточенности эвакуационных выходов

№ п/п	Расстояние элемент обследования	Фактическое состояние	Нормативное значение	Ссылка на нормативный документ	Вывод
1	2	3	4	5	6
1	Расст. между В-2 и В-3.	37 м	6 м	П.4.2.4. СП1	Соотв.
2	Расст. между В-4 и В-3	27 м	6 м	П.4.2.4. СП1	Соотв.

Для выбранного помещения (рис. 1) определяем маршрут движения людей к эвакуационному выходу. Разделяем данный маршрут на участки. Согласно заданного масштаба определяем протяженность каждого участка и всего маршрута движения.

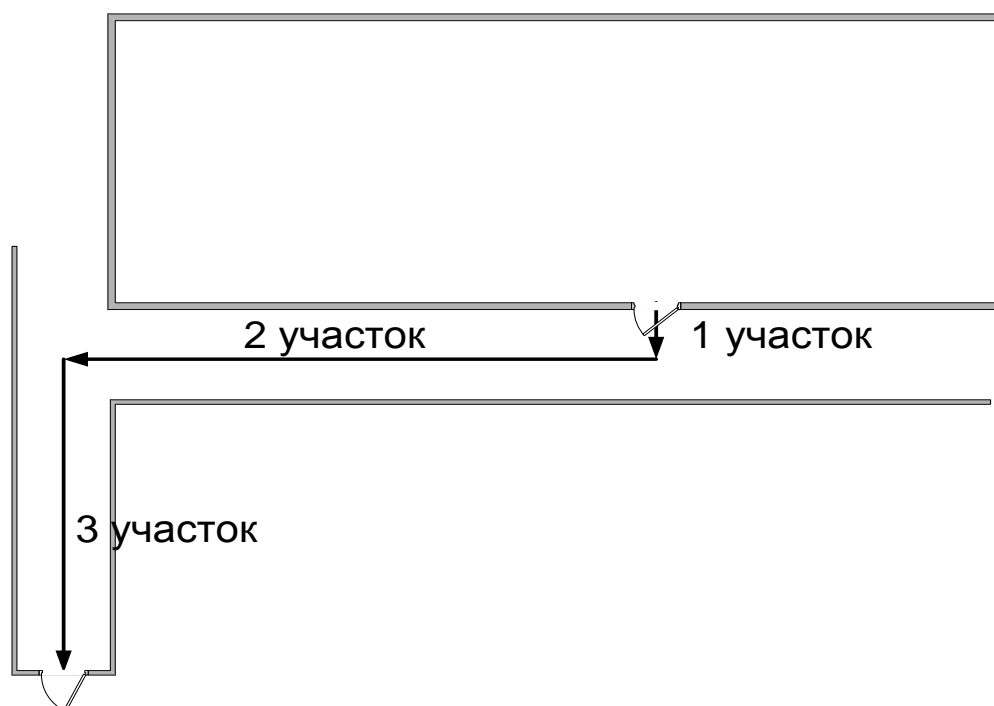


Рис. 1. Анализируемое помещение

Участки пути эвакуации, ведущие к выходу В1 состоят из части вестибюля и коридора. Из помещения двери открываются в коридор, следовательно, расчетную ширину данного участка следует уменьшать на половину ширины дверного полотна. Образец экспертизы эвакуационных путей представлен в табл. 3.

Таблица 3

Образец оформления экспертизы эвакуационных путей

№ п/п	Что проверяется	Предусмотрено проектом	Требуется по нормам	Вывод
1	2	3	4	6
1	Ширина эвак. пути	1,5 (расчетная 1,5-0,6=0,9м)	1,2	Не соотв.
2	Высота эвак. пути	3,5	2	Соотв.
3	Уклон проходов и коридоров	Уклоны отсутствуют	Не допускается	Соотв.
4	Наличие выст. частей, сужений или местных расширений, порогов	Отсутствуют	Не допускается	Соотв.
5	Наличие оборудования, выступающего из плоскости стен, газопроводов и трубопроводов с ГЖ	Радиаторы отопления на высоте 1 м.	Расположение на высоте не менее 2 м.	Не соотв.
6	Пожарная опасность материалов отделки ограждающих конструкций.		123 ФЗ таб. 3, 28	

После экспертизы эвакуационных выходов и путей необходимо сделать заключение об общем состоянии данного вопроса.

Для выполнения задания необходимо на листе с заданной планировкой определить маршрут движения людей. Он должен размещаться по центру прохода в направлении эвакуационного выхода из, например, торгового зала. Весь маршрут делится на участки. В соответствии с указанным масштабом определяется протяженность каждого участка, затем определяется длина всего маршрута движения. При возникновении сомнения правильности выбора маршрута, необходимо выполнить несколько возможных вариантов движения людей. Полученное значение удаленности в торговом зале сравниваем с нормативным значением, указанным в табл. 19 СП 1.13130.

При завершении данного раздела делается вывод о соответствии нормам количества выходов из торгового зала и, при необходимости, разрабатываются мероприятия по расположению дополнительных эвакуационных выходов.

2.2. Экспертиза соответствия требованиям норм пожарной безопасности лестниц и лестничных клеток

На рис. 2 представлены основные профессиональные вопросы, требующие рассмотрения при экспертизе лестниц и лестничных клеток.

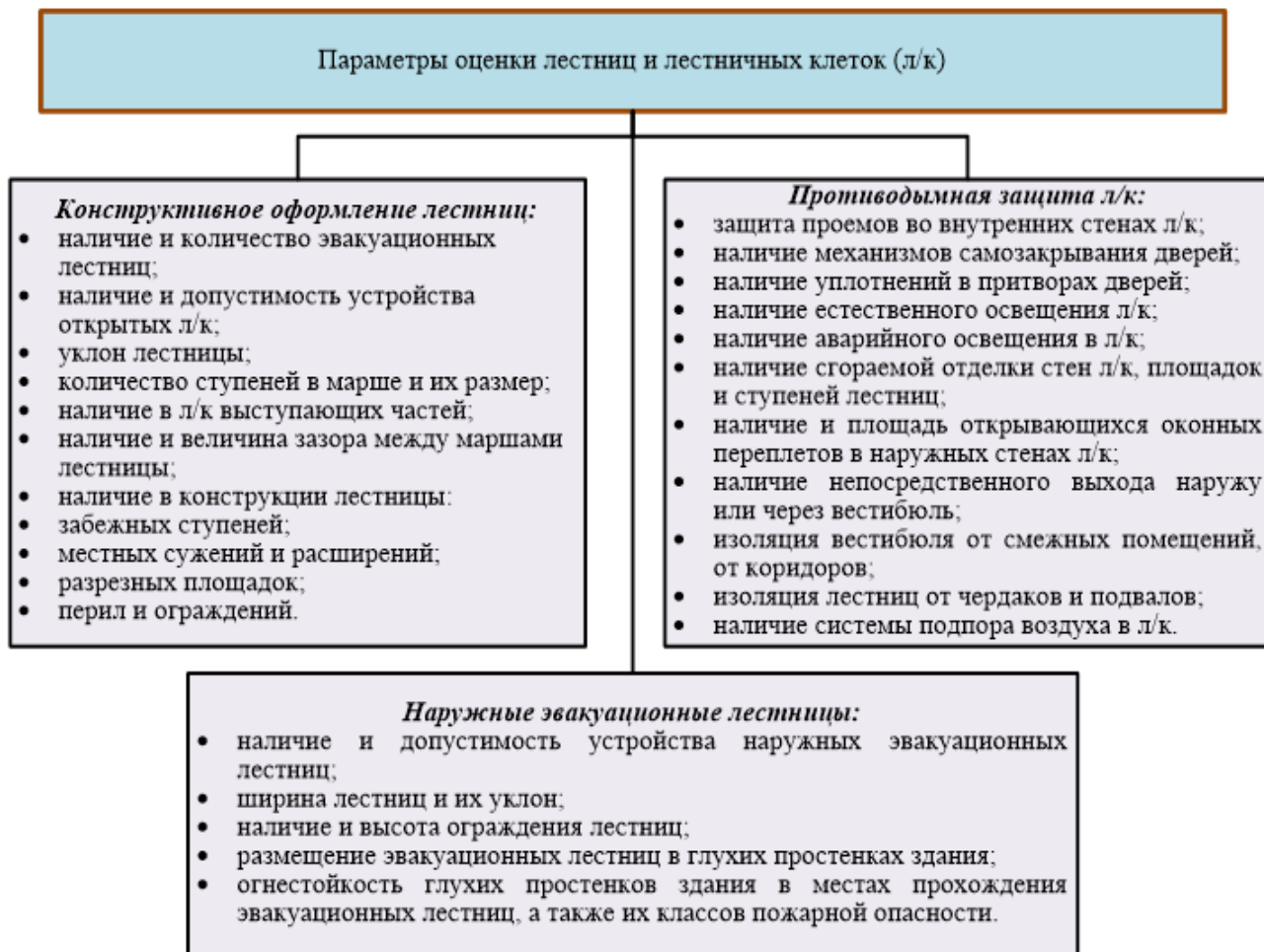


Рис. 2. Экспертиза лестниц и лестничных клеток

Как и в случае экспертизы соответствия эвакуационных путей и выходов нормам пожарной безопасности, результаты экспертизы лестниц и лестничных клеток необходимо оформить в виде таблицы, обязательно указывая в выводе результат (соответствует / не соответствует).

Допускается в выводе предложить ряд компенсирующих мероприятий по исключению отступлений от норм, если не требуется их расчет и расчетное доказательство.

3. ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

3.1. Определение расчетного времени эвакуации людей из помещения

Стоит отметить, что методика определения фактического (расчетного) времени эвакуации людей при пожаре из помещений и зданий представлена в ГОСТ 12.1004-91* «Пожарная безопасность. Общие требования», однако, позже методика была переработана, дополнена новыми коэффициентами и опубликована в приказе МЧС от 30.06.2009 № 382 «Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности». В представленной методике детально рассматриваются вопросы людских потоков (рис. 3).

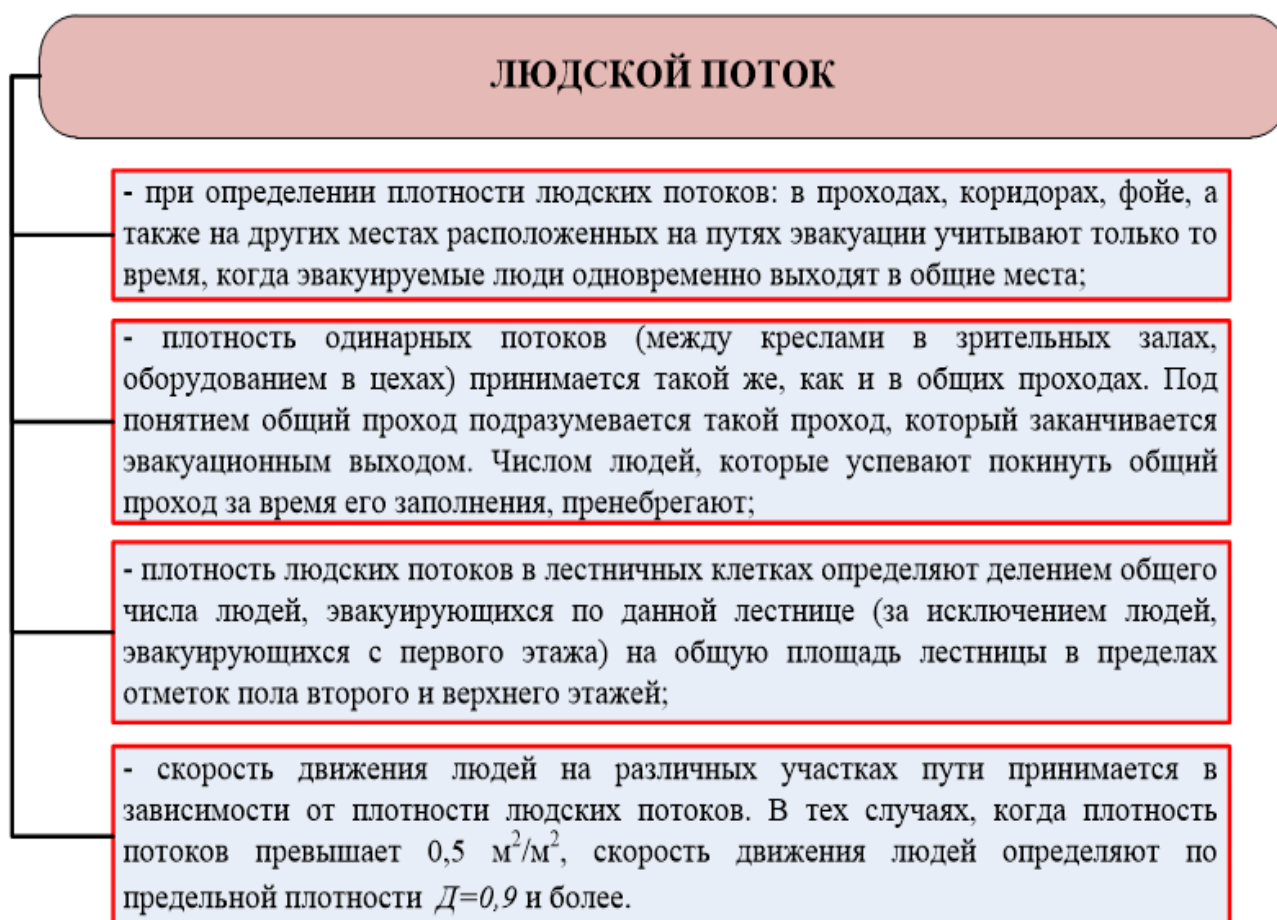


Рис. 3. Плотность людского потока

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.

При расчете весь путь движения людского потока подразделяется на участки (проход, коридор, дверной проем, лестничный марш, тамбур) длиной

l_i и шириной δ_i . Начальными участками являются проходы между рабочими местами, оборудованием, рядами кресел и т.п. В пределах расчетного участка пути не должна изменяться ширина пути и не должно быть слияния людских потоков.

Длина и ширина каждого участка пути эвакуации принимаются по проекту. Длина пути по лестничным маршам, а также по пандусам измеряется по длине марша. Длина пути по лестнице определяется как суммарная длина ее маршей и площадок и может быть принята равной утроенной разности отметок между входом на лестницу и выходом из нее. Длина пути в дверном проеме принимается равной нулю. Проем, расположенный в стене толщиной более 0,7м, а также тамбур следует считать самостоятельным участком горизонтального пути. Расчетное время эвакуации определяется как сумма времени движения людского потока по отдельным участкам пути (τ_i) по формуле (2):

$$\tau_p = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \dots + \tau_i, \quad (2)$$

$\tau_1, \tau_2 \dots \tau_i$ - время движения людей на первом (начальном) участке и каждом из следующих участков пути, мин.

Время движения людского потока по первому участку пути (τ_1), мин., вычисляются по формуле (3):

$$\tau_1 = \frac{l_1}{U_1}, \quad (3)$$

l_1 – длина первого участка пути, м;

U_1 – значение скорости движения людского потока по горизонтальному пути на первом участке, определяется по табл. 4 (ГОСТ 12.1.004-91) в зависимости от плотности D , м/мин.

Таблица 4

Скорость движения людского потока

Плотность потока D , м ² /м ²	Горизонтальный путь		Дверной проем	Лестница вниз		Лестница вверх	
	Скорость, v , м/мин	Интенсивность, q , 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	1	100	1	60	0,6
0,05	100	5	5	100	5	60	3
0,1	80	8	8,7	95	9,5	53	5,3
0,2	60	12	13,4	68	13,6	40	8
0,3	47	14,1	16,5	52	16,6	32	9,6
0,4	40	16	18,4	40	16	26	10,4
0,5	33	16,5	19,6	31	15,6	22	11
0,6	27	16,2	19	24	14,4	18	10,6
0,7	23	16,1	18,5	18	12,6	15	10,5
0,8	19	15,2	17,3	13	10,4	13	10,4
0,9 и более	15	13,5	8,5	8	7,2	11	9,9

Плотность людского потока (D_1) на первом участке пути, $\text{м}^2/\text{м}^2$, вычисляют по формуле (4):

$$D_1 = \frac{N_1 f}{l_1 \delta_1}, \quad (4)$$

N_1 – число людей на первом участке, чел.;

f – средняя площадь горизонтальной проекции человека, принимаемая равной, м^2 (взрослого в домашней одежде – 0,1; взрослого в зимней одежде – 0,125; подростка – 0,07);

δ_1 – ширина первого участка пути, м.

На последующих участках скорость определяется по табл. 4 в зависимости от значения интенсивности движения людского потока по каждому из этих участков пути, в том числе и для дверных проемов, по формуле (5):

$$q_i = \frac{q_{i-1} \delta_{i-1}}{\delta_i}, \quad (5)$$

δ_i, δ_{i-1} – ширина рассматриваемого i -го и предшествующего ему участка пути, м; q_i, q_{i-1} – значения интенсивности движения людского потока по рассматриваемому i -му и предшествующему участкам пути, м/мин.

Если значение q_i , определенное по формуле (5), меньше или равно значению q_{max} , то время движения по участку пути (τ_i) в минуту находится по формуле (6), при этом значения q_{max} следует принимать равными, м/мин: для горизонтальных путей – 16,5; для дверных проемов – 19,6; для лестницы вниз – 16; для лестницы вверх – 11.

$$\tau_i = \frac{l_i}{U_i}, \quad (6)$$

Если значение q_i , определенное по формуле (5), больше q_{max} то ширину δ_i данного участка пути следует увеличивать на такое значение, при котором соблюдается условие (7):

$$q_i \leq q_{max}. \quad (7)$$

При невозможности выполнения условия (7) по экономическим или техническим соображениям, то интенсивность и скорость движения людского потока по участку пути i определяют по табл. 4 при значении $D=0,9$ и более. При этом должно учитываться время задержки движения людей из-за образовавшегося скопления перед границей i -го участка.

При слиянии в начале участка i двух и более людских потоков интенсивность движения q_i вычисляют по формуле (8):

$$q_i = \frac{\sum(q_{i-1} \delta_{i-1})}{\delta_i}, \quad (8)$$

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

δ_{i-1} – ширина участков пути слияния, м;

δ_i – ширина рассматриваемого участка пути, м.

Если значение q_i , определенное по формуле (5), больше q_{max} , то ширину δ_i данного участка пути необходимо увеличить до такой величины, чтобы соблюдалось условие (7). В этом случае время движения по участку i определяется по формуле (9). Если увеличение ширины участка невозможно, расчетное время эвакуации определяется с учетом задержки движения, возникающей перед границей i -го участка формула (10):

$$\tau_i = \frac{l_i}{U_{np}} + \Delta\tau_i, \quad (9)$$

$$\Delta\tau = N_i f \left(\frac{1}{q_{\cdot p} \delta_i} - \frac{1}{\sum (q_{i-1} \delta_{i-1})} \right) \quad (10)$$

U_{np} – скорость движения при предельной плотности ($D \geq 0,9$), м/мин;

$\Delta\tau_i$ – время задержки движения на i -ом участке, мин

Выбор схемы эвакуации проводится в соответствии с индивидуальным заданием по прил. 4. Для всех вариантов расчет времени эвакуации необходимо произвести из торгового зала многофункционального комплекса. Каждый вариант масштабирует чертеж своей планировки в соответствии с значением масштаба указанного во второй колонки прил. 4. Для каждого варианта также различны места размещения людей и их количество, место возникновения пожара и выход, используемый для эвакуации.

Перед началом проведения расчетов необходимо составить схему эвакуации, при этом на ней необходимо указать следующие элементы: деление участков на эвакуационные проходы, размеры проходов, размещение людей, нумерацию участков, результаты расчета. В табл. 5 представлены исходные данные для расчета эвакуации, а на рис. 4 схема объекта защиты. Все схемы масштабируются в соответствии с прил. 4, рис. 5.

Таблица 5

Исходные данные для расчета

№ вар	Масштаб (м.)	Очаг пожара	Расположение людей		Средняя площадь горизонтальной проекции принимается для человека:
			сектор/количество человек	человек	
1.	2	1	2	10	взрослый в домашней одежде
			6	25	взрослый в зимней одежде
			1	25	подросток
			5	15	взрослый в домашней одежде
Наименование элемента			Параметр		
2.	Наружных дверей, м			0,9	
3.	Внутренних дверей, м			0,7	
4.	Высота, м			3,7	

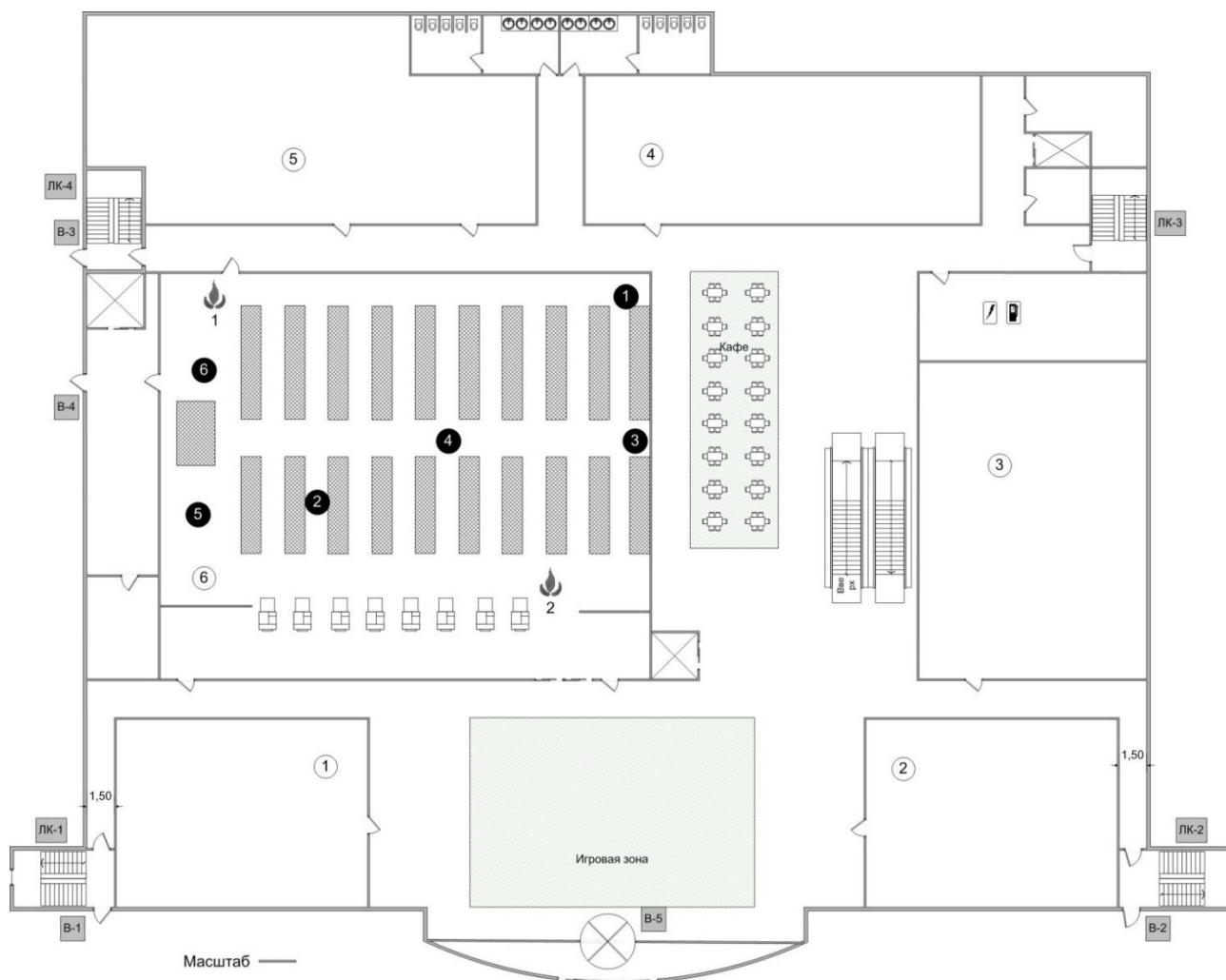


Рис. 4. Исходная схема для расчета

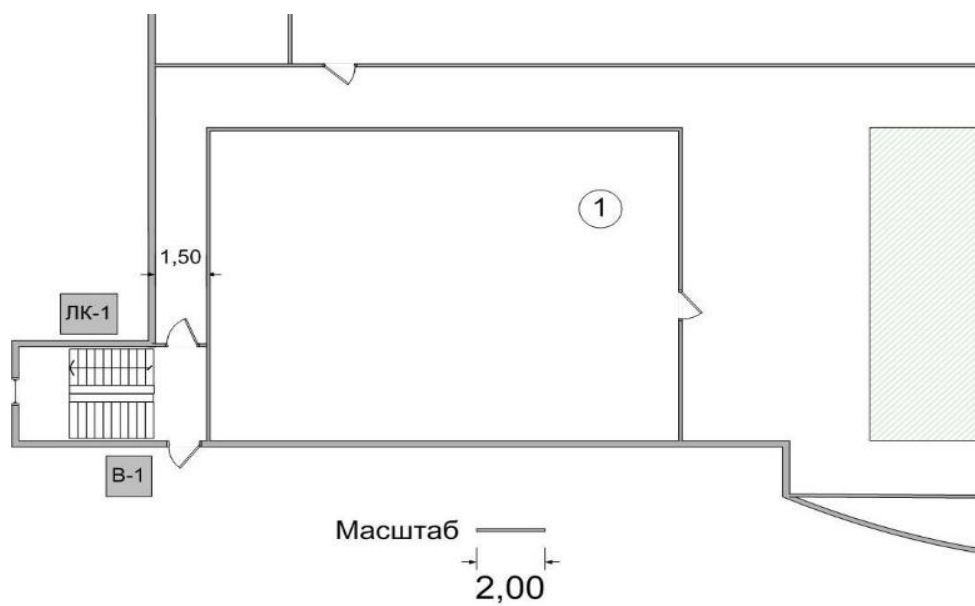


Рис. 5. Пример масштабирования чертежа

Путь эвакуации делится на участки и отображается на отдельном листе курсового проекта, пример представлен на рис. 6-9. В ходе курсового проекта выполняются следующие части:

- схема эвакуации на плане этажа, выполняется в основном тексте на формате А4, делится на участки, с указанием ширины участков;
- схема эвакуации в графической части, формат А3, указываются все размеры участков эвакуации;
- все чертежи выполняются в размерах, с учетом взаиморасположения проходов.

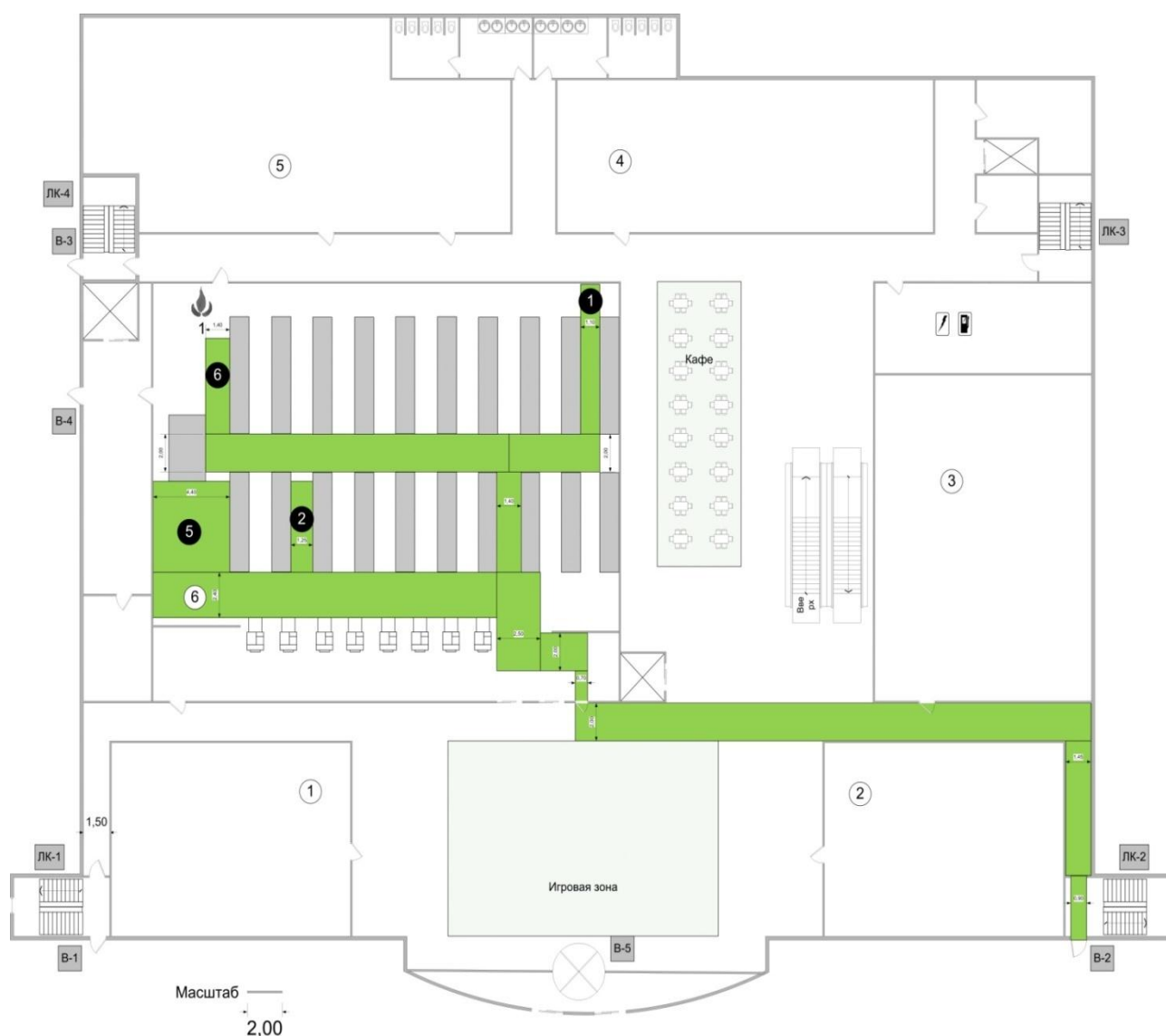


Рис. 6. Разбиение на участки на исходном чертеже

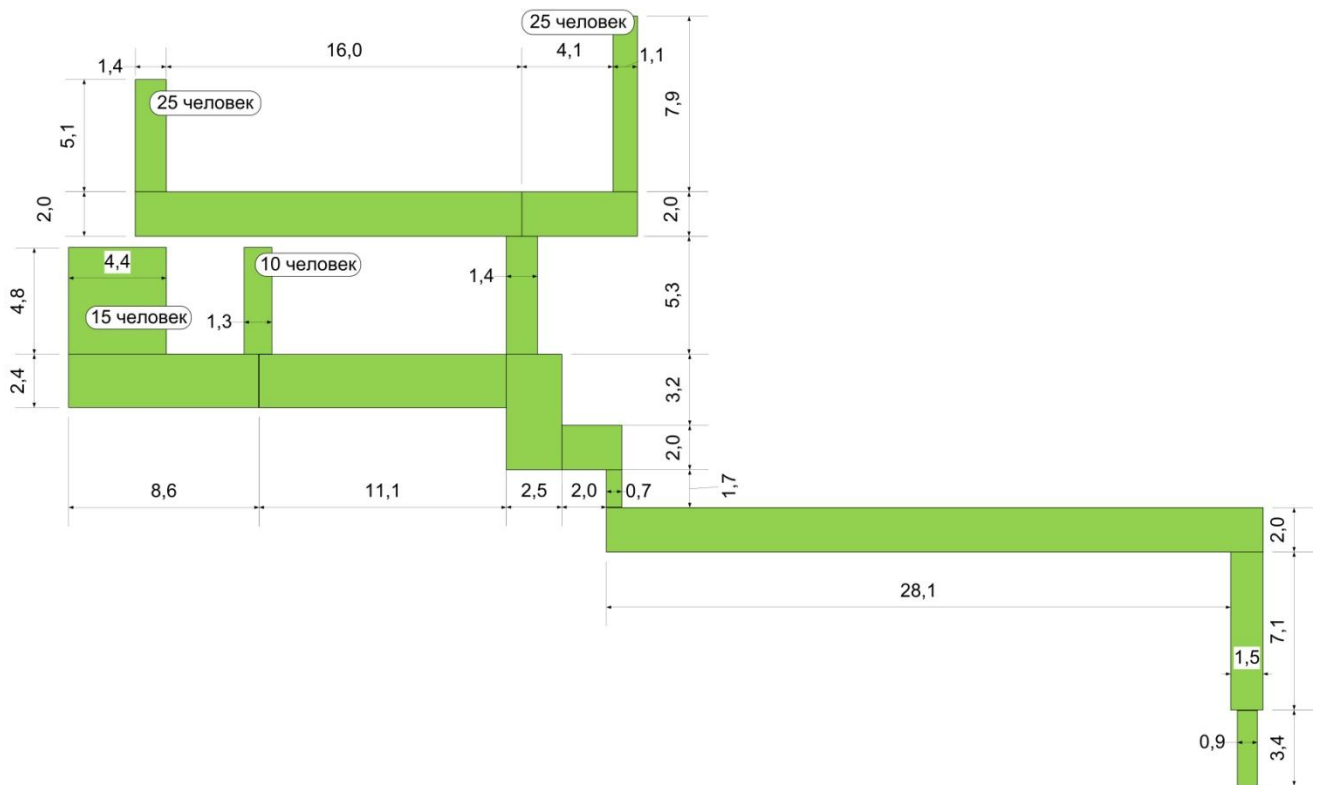


Рис. 7. Пример масштабирования чертежа

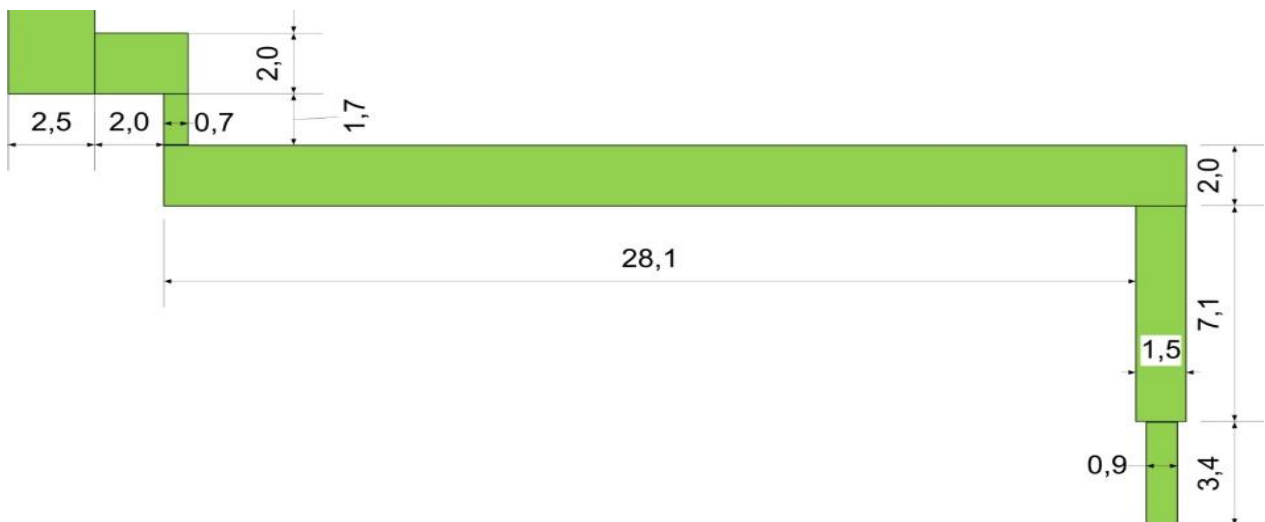


Рис. 8. Пример детализованной схемы эвакуации 1

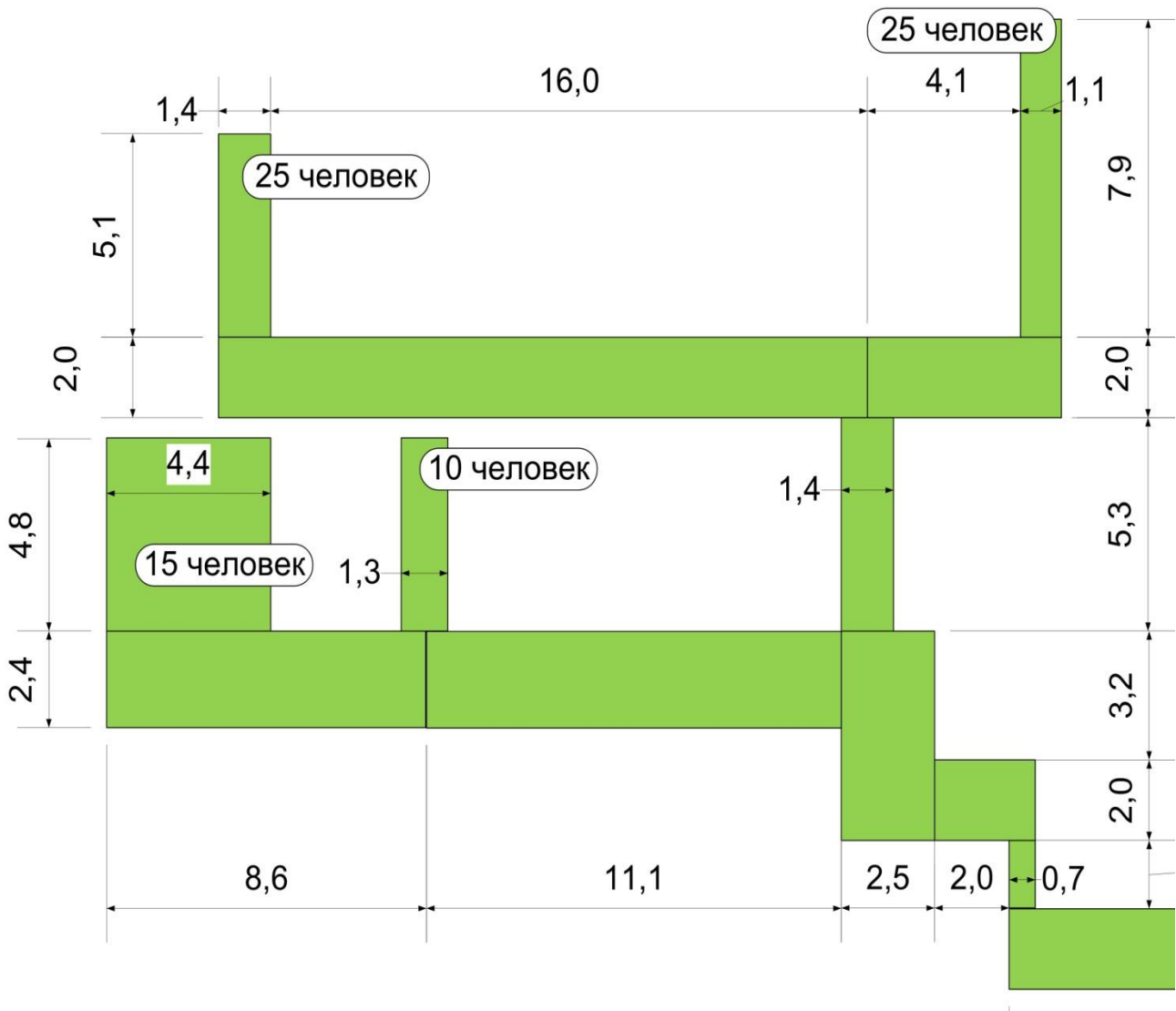


Рис. 9. Пример детализованной схемы эвакуации 2

3.2. Пример нахождения времени эвакуации людей при пожаре

1. Определим плотность людского потока Участок 1:

$$D_1 = \frac{N_1 \times f}{l_1 \times \delta_1} = \frac{25 \times 0,125}{1,4 \times 5,1} = 0,437$$

1. Скорость и интенсивность определяются по табл. 4 с учетом определения промежуточных значений методом линейной интерполяции.

$$V_1 = 37,41 \text{ м/мин}; q = 16,185 \text{ м/мин};$$

$$t_1 = 5,1/37,41 = 0,136 \text{ мин}$$

2. Расчет параметров Участок 2:

$$q_2 = \frac{q_{i-1} \times \delta_{i-1}}{\delta_i} = \frac{16,185 \times 1,4}{2} = 11,32$$

$$V_2 = 63,4 \text{ м/мин}; \quad t_2 = 18/37,41 = 0,48 \text{ мин.}$$

3. Расчет параметров Участок 3. Определим плотность людского потока:

$$D_1 = \frac{N_1 \times f}{l_1 \times \delta_1} = \frac{25 \times 0,07}{1,1 \times 7,9} = 0,201$$

$$V_3 = 59,87 \text{ м/мин}; \quad q = 12,021 \text{ м/мин}; \quad t_3 = 7,9/12,021 = 0,657 \text{ мин.}$$

4. Расчет параметров Участок 4:

$$q = \frac{q_{i-1} \times \delta_{i-1}}{\delta_i} = \frac{59,87 \times 1,1}{2} = 6,226$$

$$V = 91,82 \text{ м/мин}; \quad t = 5,2/91,82 = 0,056 \text{ мин.}$$

5. Расчет параметров Участок 5, слияние участков 2 и 4:

$$q = \frac{\sum q_{i-1} \times \delta_{i-1}}{\delta_i} = \frac{11,32 \times 2 + 6,226 \times 2}{1,4} = 25,06$$

6. Интенсивность получилась больше предельной $24,1 > 16,5$ в расчете появилась задержка:

$$t_{\text{задерж}} = N \times F \times \left(\frac{1}{q_{\text{при } D=0,9} \times \delta_{i+1}} - \frac{1}{q_{1-2} \times \delta_i} \right)$$

$$= (25 \times 0,125 + 25 \times 0,07) \times \left(\frac{1}{13,5 \times 1,4} - \frac{1}{25,06 \times 2} \right) = 0,16 \text{ мин.}$$

$$q = 13,5 \text{ м/мин}; \quad V = 15 \text{ м/мин}; \quad t = 5,3/15 = 0,353 \text{ мин.}$$

7. Расчет параметров Участок 6. Определим плотность людского потока Участок 6:

$$D = \frac{N_1 \times f}{l_1 \times \delta_1} = \frac{15 \times 0,1}{4,4 \times 4,8} = 0,071$$

$$V = 91,6 \text{ м/мин}; \quad q = 6,26 \text{ м/мин}; \quad t = 4,8/91,6 = 0,052 \text{ мин.}$$

8. Расчет параметров Участок 7:

$$q = \frac{q_{i-1} \times \delta_{i-1}}{\delta_i} = \frac{6,26 \times 4,4}{2,4} = 11,47$$

$$V = 62,65 \text{ м/мин}; \quad t = 8,6/62,65 = 0,137 \text{ мин.}$$

9. Расчет параметров Участок 8:

$$D = \frac{N_1 \times f}{l_1 \times \delta_1} = \frac{10 \times 0,1}{1,3 \times 4,8} = 0,16$$

$$V = 68 \text{ м/мин}; \quad q = 10,4 \text{ м/мин}; \quad t = 4,8/68 = 0,07 \text{ мин.}$$

10. Расчет параметров Участок 9, слияние участков 7 и 8:

$$q = \frac{\sum q_{i-1} \times \delta_{i-1}}{\delta_i} = \frac{11,47 \times 2,4 + 10,4 \times 1,3}{2,4} = 17,1$$

11. Интенсивность получилась больше предельной $17,1 > 16,5$ в расчете появилась задержка.

$$\begin{aligned} t_{\text{задерж}} &= N \times F \times \left(\frac{1}{q_{\text{при}D=0,9} \times \delta_{i+1}} - \frac{1}{q_{1-2} \times \delta_i} \right) \\ &= 25 \times 0,1 \times \left(\frac{1}{13,5 \times 2,4} - \frac{1}{17,1 \times 1,85} \right) = 2,5 \times (-0,0016) \end{aligned}$$

Задержки не будет, в скобках получилось отрицательное число. Расчет ведется по наименьшей скорости и текущей интенсивности:

$$q = 17,1 \text{ м/мин}; \quad V = 15 \text{ м/мин}; \quad t = 8,6/15 = 0,57 \text{ мин.}$$

12. Расчет параметров Участок 10, слияние участков 5 и 9:

$$q = \frac{\sum q_{i-1} \times \delta_{i-1}}{\delta_i} = \frac{13,5 \times 1,4 + 17,1 \times 2,4}{2,5} = 23,9$$

13. Интенсивность получилась больше предельной $23,9 > 16,5$ в расчете появилась задержка:

$$\begin{aligned} t_{\text{задерж}} &= N \times F \times \left(\frac{1}{q_{\text{при}D=0,9} \times \delta_{i+1}} - \frac{1}{q_{1-2} \times \delta_i} \right) \\ &= (25 \times 0,125 + 25 \times 0,07 + 25 \times 0,1) \times \left(\frac{1}{13,5 \times 2,5} - \frac{1}{23,9 \times 1,9} \right) \\ &= 0,054 \text{ мин.} \\ q &= 13,5 \text{ м/мин}; \quad V = 15 \text{ м/мин}; \quad t = 5,2/15 = 0,34 \text{ мин.} \end{aligned}$$

14. Расчет параметров Участок 11:

$$q = \frac{q_{i-1} \times \delta_{i-1}}{\delta_i} = \frac{13,5 \times 2,5}{2} = 16,875$$

Интенсивность получилась больше предельной $16,8 > 16,5$ в расчете появилась задержка:

$$\begin{aligned}
t_{\text{задерж}} &= N \times F \times \left(\frac{1}{q_{\text{при}D=0,9} \times \delta_{i+1}} - \frac{1}{q_{1-2} \times \delta_i} \right) \\
&= (25 \times 0,125 + 25 \times 0,07 + 25 \times 0,1) \times \left(\frac{1}{13,5 \times 2} - \frac{1}{16,8 \times 2,5} \right) \\
&= 0,1 \text{ мин.} \\
q &= 13,5 \text{ м/мин}; \quad V = 15 \text{ м/мин}; \quad t = 2,7/15 = 0,18 \text{ мин.}
\end{aligned}$$

15. Расчет параметров Участок 12:

$$q = \frac{q_{i-1} \times \delta_{i-1}}{\delta_i} = \frac{13,5 \times 2}{0,7} = 38,5$$

16. Интенсивность получилась больше предельной $38,5 > 16,5$ в расчете появилась задержка:

$$\begin{aligned}
t_{\text{задерж}} &= N \times F \times \left(\frac{1}{q_{\text{при}D=0,9} \times \delta_{i+1}} - \frac{1}{q_{1-2} \times \delta_i} \right) \\
&= (25 \times 0,125 + 25 \times 0,07 + 25 \times 0,1) \times \left(\frac{1}{13,5 \times 0,7} - \frac{1}{38,5 \times 2} \right) \\
&= 0,68 \text{ мин.} \\
q &= 13,5 \text{ м/мин}; \quad V = 15 \text{ м/мин}; \quad t = 1,7/15 = 0,113 \text{ мин.}
\end{aligned}$$

17. Расчет параметров Участок 13:

$$\begin{aligned}
q &= \frac{q_{i-1} \times \delta_{i-1}}{\delta_i} = \frac{13,5 \times 0,7}{2} = 4,72 \\
V &= 100 \text{ м/мин}; \quad t = 29,6/100 = 0,296 \text{ мин.}
\end{aligned}$$

18. Расчет параметров Участок 14:

$$\begin{aligned}
q &= \frac{q_{i-1} \times \delta_{i-1}}{\delta_i} = \frac{4,72 \times 2}{1,5} = 6,29 \\
V &= 91,4 \text{ м/мин}; \quad t = 7,1/91,4 = 0,077 \text{ мин.}
\end{aligned}$$

19. Расчет параметров Участок 15:

$$\begin{aligned}
q &= \frac{q_{i-1} \times \delta_{i-1}}{\delta_i} = \frac{6,29 \times 1,5}{0,9} = 10,48 \\
V &= 67,6 \text{ м/мин}; \quad t = 3,4/67,6 = 0,05 \text{ мин.}
\end{aligned}$$

Таким образом, из выполненного расчета необходимо выбрать следующие данные:

– время эвакуации до выхода из помещения пожара;

– время эвакуации до выхода из здания.

При расчете времени эвакуации необходимо выбирать наиболее неблагоприятный сценарий. В рассматриваемом примере наиболее удалены участки 1,2 и эвакуация до слияния по ним составляет 0,616 мин. Участки 2,3 менее удалены от места слияния, но эвакуация по ним составляет 0,713 мин. Время движения по участкам является ключевым фактором:

$$t_{\text{помещ}} = t_3 + t_4 + t_5 + t_{\text{зад}5} + t_{10} + t_{\text{зад}10} + t_{11} + t_{\text{зад}11} + t_{12} + t_{\text{зад}12} = 0,657 + 0,056 + 0,353 + 0,16 + 0,34 + 0,054 + 0,18 + 0,1 + 0,113 + 0,68 = 2,693 \text{ мин.}$$

Для выхода из здания:

$$\begin{aligned} t_{\text{здания}} &= t_3 + t_4 + t_5 + t_{\text{зад}5} + t_{10} + t_{\text{зад}10} + t_{11} + t_{\text{зад}11} + t_{12} + t_{\text{зад}12} + t_{13} + t_{14} \\ &\quad + t_{15} \\ &= 0,657 + 0,056 + 0,353 + 0,16 + 0,34 + 0,054 + 0,18 + 0,1 \\ &\quad + 0,113 + 0,68 + 0,296 + 0,077 + 0,05 = 3,116 \text{ мин.} \end{aligned}$$

3.3. Расчет необходимого времени эвакуации людей из помещения пожара

Методика определения необходимого времени эвакуации людей из помещений и зданий в первой редакции содержалась в ГОСТ 12.004-91. Позже алгоритм расчета был представлен в Приказе МЧС России от 30.06.2009 № 382. «Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности».

Расчет $t_{\text{нб}}$ производится для наиболее опасного варианта развития пожара, характеризующегося наибольшим темпом нарастания ОФП в рассматриваемом помещении.

1. Расчет $t_{\text{кр}}$ производится в следующей последовательности. Сначала находится значение комплекса B , формула (11):

$$B = \frac{353C_p \cdot V}{(1 - \varphi)\eta Q_n} \quad (11)$$

2. Находим параметр Z по формуле (12):

$$z = \frac{h}{H} \cdot \exp\left(1,4 \cdot \frac{h}{H}\right) \quad (12)$$

h – высота рабочей зоны, м формула (13);

H – высота помещения, м.

$$h = h_{\text{пл}} + 1,7 - 0,5\delta \quad (13)$$

$h_{\text{пл}}$ – высота площадки, на которой находятся люди, под полом помещения, м;

d – разность высот пола, равная нулю при горизонтальном его расположении, м.

Следует иметь в виду, что наибольшей опасности при пожаре подвергаются люди, находящиеся на более высокой отметке. Поэтому, например, при определении необходимого времени эвакуации людей из партера зрительного зала с наклонным полом значение h следует находить, ориентируясь на наиболее высоко расположенные ряды кресел.

3. Определяем параметры A и n , формула (14):

$$A = 1,05\psi_{уд} \times v^2, \quad n = 3; \quad (14)$$

v – линейная скорость распространения пламени, м · с⁻¹;

$\psi_{уд}$ – удельная массовая скорость выгорания жидкости, кг · м⁻² · с⁻¹.

Далее определяется критическая продолжительность пожара для данной схемы развития по каждому из опасных факторов (табл. 6).

Таблица 6

Расчет опасных факторов пожара

№ п/п	Параметр	Расчетная формула
1	повышенной температуре	$t_{спj}^T = \left\{ \frac{B}{A_j} \cdot \ln \left[1 + \frac{70 - t_0}{(273 + t_0) \cdot z} \right] \right\}^{1/n_j}$
2	потере видимости	$t_{спj}^{ПВ} = \left\{ \frac{B}{A_j} \cdot \ln \left[1 - \frac{V \cdot \ln(1,05 \cdot \alpha \cdot E)}{20 \cdot B \cdot D \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{1/n_j}$
3	пониженному содержанию кислорода	$t_{спj}^{O_2} = \left\{ \frac{B}{A_j} \cdot \ln \left[1 - \frac{0,044}{\left(\frac{B \cdot L_{O_2}}{V} + 0,27 \right) \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{1/n_j}$
4	каждому из газообразных токсичных продуктов горения	$t_{спj}^{ПГ} = \left\{ \frac{B}{A_j} \cdot \ln \left[1 - \frac{V \cdot x}{B \cdot L \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{1/n_j}$

B – размерный комплекс, зависящий от теплоты сгорания материала и свободного объема помещения, кг;

t_0 – начальная температура воздуха в помещении, °С;

n – показатель степени, учитывающий изменение массы выгорающего материала во времени;

A – размерный параметр, учитывающий удельную массовую скорость выгорания горючего материала и площадь пожара, кг · с⁻ⁿ;

z – безразмерный параметр, учитывающий неравномерность распределения ОФП по высоте помещения;

Q – низшая теплота сгорания материала, МДж кг⁻¹;

C_p – удельная изобарная теплоемкость газа МДж кг⁻¹; $\rho = 0,001$ МДж кг

φ – коэффициент теплопотерь, принимается в среднем 0,55 ;

η – коэффициент полноты горения;

V – свободный объем помещения, м³,

Свободный объем помещения соответствует разности между геометрическим объемом и объемом оборудования или предметов, находящихся внутри. Если рассчитывать свободный объем невозможно, допускается принимать его равным 80% геометрического объема.

a – коэффициент отражения предметов на путях эвакуации;

E – начальная освещенность, лк;

$l_{пр}$ – предельная дальность видимости в дыму, м;

При отсутствии специальных требований значения a и E принимаются равными 0,3 и 50 лк соответственно, а значение $l_{пр} = 20$ м.

D_m – дымообразующая способность горящего материала, Нп м² кг⁻¹.

L – удельный выход токсичных газов при сгорании 1 кг материала, кг · кг⁻¹,

X – предельно допустимое содержание токсичного газа в помещении, кг м⁻³ ($X_{CO_2} = 0,11$ кг м⁻³; $X_{CO} = 1,16 \cdot 10^{-3}$ кг м⁻³; $X_{HCL} = 23 \cdot 10^{-6}$ кг м⁻³);

L_{O_2} – удельный расход кислорода, кг · кг⁻¹.

Если под знаком логарифма получается отрицательное число, то данный ОФП не представляет опасности.

4. Из полученных в результате расчетов значений критической продолжительности пожара выбирается минимальное, формула (15):

$$t_{кр j} = \min \{ t_{кр j}^T, t_{кр j}^{ПВ}, t_{кр j}^{O_2}, t_{кр j}^{ТГ} \} \quad (15)$$

5. Необходимое время эвакуации людей ($t_{нб}$), мин, из рассматриваемого помещения рассчитывают по формуле (16):

$$t_{нб} = \frac{0,8 \cdot t_{кр}}{60}. \quad (16)$$

При расположении людей на различных по высоте площадках необходимое время эвакуации следует определять для каждой площадки. Исходные данные для расчетов могут быть взяты из таблиц или из справочной литературы.

Кроме того, время эвакуации людей определяется в зависимости и от типа пожарной нагрузки по следующим параметрам, представленным в табл. 7.

Параметры пожарной нагрузки

Вар.	Пожарная пожара	Справочные данные							
		Q_n	v	$\psi_{уд}$	D_m	L_{o2}	L_{co2}	L_{co}	L_{hcl}
При мер	Упаковка: бумага + картон + поли (этилен+стирол) (0,4+0,3+0,15+0,15)	23,54	0,004	0,0132	172	1,7	0,679	0,112	0,0037

Выполним расчет необходимых параметров:

1. В рассматриваемом примере нет площадок над полом помещения,
 $h_{nl} = 0$

$$H = 3,7 \text{ м}; \quad h = 0 + 1,7 + 0,5 \cdot 0 = 3,7 \text{ м};$$

h_{nl} - высота площадки, на которой находятся люди, над полом помещения, м.

2. С учетом масштаба чертежа размер помещения 26,7м x 22,14м:

$$V = 0,8 \cdot (26,7 \times 22,14 \times 3,7) = 1749,76 \text{ м}^3.$$

3. Рассчитаем: A - размерный параметр, учитывающий удельную массовую скорость выгорания горючего материала и площадь пожара, $\text{кг} \cdot \text{с}^{-n}$, для кругового распространения пожара:

$$A = 1,05 \psi_{уд} \times v^2;$$

$$A = 1,05 \cdot 0,0132 \cdot (0,004)^2 = 0,022176 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-2}; \quad n = 3.$$

4. Рассчитаем параметр B :

$$B = \frac{353 \times C_p \times V}{(1 - \varphi) \times \eta \times Q_n} = \frac{353 \times 0,001005 \times 1749,76}{(1 - 0,55) \times 0,8 \times 23,54} = 73,25$$

C_p - удельная изобарная теплоемкость дымовых газов, $\text{МДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ (допускается принимать равной теплоемкости воздуха при $45 \text{ }^\circ\text{C}$ - $0,001005 \text{ МДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$);

φ - коэффициент теплотерь (принимается по данным справочной литературы, при отсутствии данных может быть принят равным 0,55).

5. Рассчитаем параметр Z :

$$Z = \frac{h}{H} \cdot \exp\left(1,4 \cdot \frac{h}{H}\right), \text{ при } H \leq 6 \text{ м} \quad Z = \frac{1,7}{3,7} \cdot \exp\left(1,4 \cdot \frac{1,7}{3,7}\right) = 0,874$$

6. Рассчитаем время блокировки по потере видимости:

$$t_{\text{кр}}^{\text{ПВ}} = \left\{ \frac{73,25}{0,022176 \cdot 10^{-5}} \times \ln \left[1 - \frac{1749,76 \times \ln(1,05 \times 0,3 \times 50)}{20 \times 73,25 \times 172 \times 0,874} \right]^{-1} \right\}^{1/3} \\ = 194.124.$$

7. Рассчитаем время блокировки по температуре:

$$t_{\text{кр}}^{\text{T}} = \left\{ \frac{73,25}{0,022176 \cdot 10^{-5}} \times \ln \left[1 + \frac{70 - 20}{(273 + 20) \times 0,874} \right]^{-1} \right\}^{1/3} = 389.108.$$

8. Рассчитаем время блокировки по пониженному содержанию кислорода:

$$t_{\text{кр}}^{\text{O}_2} = \left\{ \frac{73,25}{0,022176 \cdot 10^{-5}} \times \ln \left[1 - \frac{0,044}{\left(\frac{73,25 \times 1,7}{1749,76} + 0,27 \right) \times 0,874} \right]^{-1} \right\}^{1/3} = 375.$$

9. По каждому из газообразных токсичных продуктов горения:

$$t_{\text{кр}}^{\text{CO}_2} = \left\{ \frac{73,25}{0,022176 \cdot 10^{-5}} \times \ln \left[1 - \frac{1749,76 \times 0,11}{73,25 \times 0,679 \times 0,874} \right]^{-1} \right\}^{1/3} = \ln[-0,292].$$

В результате расчетов под знаком \ln отрицательное число, значение не опасно.

$$t_{\text{кр}}^{\text{CO}} = \left\{ \frac{73,25}{0,022176 \cdot 10^{-5}} \times \ln \left[1 - \frac{1749,76 \times 1,16 \times 10^{-3}}{73,25 \times 0,112 \times 0,874} \right]^{-1} \right\}^{1/3} = 250,902$$

$$t_{\text{кр}}^{\text{HCL}} = \left\{ \frac{73,25}{0,022176 \cdot 10^{-5}} \times \ln \left[1 - \frac{1749,76 \times 23 \times 10^{-6}}{73,25 \times 0,0037 \times 0,874} \right]^{-1} \right\}^{1/3} = 394,735.$$

10. Сделаем вывод о $t_{\text{кр}}$:

$$t_{\text{кр}} = \min\{194,124; 389,108; 375; 250; 394\} = 194,124 \text{ сек}$$

11. Определим необходимое время эвакуации (время блокировки):

$$t_{\text{нб}} = \frac{0,8 \times 194,124}{60} = 2,58 \text{ мин.}$$

3.4. Вероятность эвакуации людей из помещения пожара

Необходимо вычислить вероятность эвакуации людей. Расчет вероятности эвакуации производится по формуле (4), п.9 Приказа МЧС России от 30.06.2009 № 382 в последней редакции, которая имеет следующий вид.

$$P_{э,i} = \begin{cases} 0,999 \cdot \frac{0,8 \cdot t_{\text{бл}} - t_p}{t_{\text{нэ}}}, & \text{если } t_p < 0,8 \cdot t_{\text{бл}} < t_p + t_{\text{нэ}} \text{ и } t_{\text{ск}} \leq 6 \text{ мин} \\ 0,999, & \text{если } t_p + t_{\text{нэ}} \leq 0,8 \cdot t_{\text{бл}} \text{ и } t_{\text{ск}} \leq 6 \text{ мин} \\ 0,000, & \text{если } t_p \geq 0,8 \cdot t_{\text{бл}} \text{ или } t_{\text{ск}} > 6 \text{ мин} \end{cases} \quad (17)$$

В рассматриваемом примере расчет произведен из торгового зала. При этом введены следующие допущения: в расчете не учитывалась система дымоудаления, вероятность эвакуации определяется только для помещения пожара. В результате расчетов получены следующие данные:

$$t_p = 2,693 \text{ мин}, \quad t_{\text{бл}} = 194,124 \text{ сек.}, \quad t_{\text{нб}} = 2,58 \text{ мин.}$$
$$2,693 \text{ мин.} > 2,58 \text{ мин.}$$

Вывод: вероятность эвакуации людей из помещения составляет $P_э = 0,000$, следовательно, люди не успевают эвакуироваться из помещения пожара без системы дымоудаления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные в учебно-методическом пособии методики позволяют провести математическое моделирование процесса эвакуации людей из различных объектов защиты. Для удобства обучаемых в материалах подробно разобраны примеры расчета, детально показывающие алгоритм действий по применению существующей методики. Ключевой задачей является разработка объёмно-планировочных решений и разработка состава системы противопожарной защиты позволяющей обеспечить безопасность людей при пожаре. В рамках освоения профессиональных компетенций, обучающиеся магистратуры используют типовые планировки торговых центров представленных в издании. Для формирования объема вариативности учебных заданий использованы индивидуальные варианты и различные варианты масштабов учебных чертежей.

Издание составлено в соответствии с теоретическим и практическим разделом дисциплины «Пожарная безопасность в объёмно-планировочных решениях здания», содержит учебный материал, необходимый для детального изучения, соответствует требованиям действующих методик определения индивидуального пожарного риска.

Задача отработки навыков комплексной экспертизы объёмно-планировочных решений здания решена с помощью алгоритмов исследования и выявления множества нарушений, заложенных в проекте.

Одной из решаемых в учебно-методическом пособии задач является разграничение проектных решений на обязательные и добровольные. В рамках работы обучаемые прорабатывают вопросы статуса тех или иных требований, а также условий позволяющих избежать выполнения норм на основании компенсирующих мероприятий.

Представленный материал позволяет отработать навыки в экспертизе объёмно-планировочных решений зданий на предмет соответствия требованиям пожарной безопасности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании»
2. Федеральный закон от 22.07.2008 №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»
3. СП 1.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы»
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 31.03.2009 № 272 «О порядке проведения расчётов по оценке пожарного риска»
5. Приказ МЧС РФ от 30.06.2009 № 382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности»
6. Приказ МЧС РФ от 10.07.2009 № 404 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах»
7. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования. – М. : Государственный комитет по стандартам, 1999. -77 с.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра техносферной и пожарной безопасности

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по дисциплине «Пожарная безопасность в объемно-планировочных
решениях здания»

**на тему: «Обоснование обеспечения безопасной эвакуации
и исследование факторов, влияющих на время эвакуации людей
при пожаре»**

Выполнил: магистрант мПБС-191 учебной группы

И.И. Иванов

Проверил: доцент кафедры,
к.т.н.

А.В. Вытовтов

Курсовой проект защищён с оценкой _____

« _____ » _____ 20__ г. _____

(подпись, инициалы и фамилия)

Воронеж 20__

Варианты для выбора характеристик путей эвакуации

Наименование		Цифра варианта указанная в задании									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ширина	Наружных дверей (м.)	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2
	Внутренних дверей	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	0.7	0.8	0.9	1.0
	Лестничных маршей (м.)	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.3	1.2	1.1
	Лестничных площадок (м.)	0.9	0.8	1.1	1.2	1.3	1.4	1.3	1.2	1.1	1.4
	Проступи лестничных маршей (м.)	0.24	0.23	0.2	0.25	0.27	0.22	0.28	0.3	0.21	0.2
Высота	Этажа (м.)	3.0	4.1	3.2	3.3	4.2	2.9	3.0	3.1	3.5	4.0
	Наружных дверей (м.)	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	1.9	2.0	2.1	2.2	2.0
	Внутренних дверей (м.)	2.0	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	1.9	2.0	2.3
	Ступени лестничных маршей (м.)	0.23	0.2	0.25	0.26	0.3	0.15	0.21	0.27	0.31	0.19
Уклон лестничных маршей		1:1	1:1.5	1:1.6	1:2	1:2	1:2	1:7.5	1:2.1	1:2.3	1:2.2
Количество ступеней в марше		8	7	9	10	8	9	11	10	7	11
Величина зазора между маршами лестницы (м.)		0.2	0.25	0.1	0.05	–	0.15	0.3	0.2	0.05	–
Наличие в конструкции лестницы перил и их высота (м.)		–	1.2	1.3	–	1.25	1.35	1.4	1.3	–	1.45
Отделка	Коридоров	Панел и ПВХ	Гипсокартон		Стекломагниевоы панели			Гипсовиниловы е панели		Панели МДФ	
	Лестничных клеток	Стекломагниевые панели	Гипсовиниловы е панели		Панели ПВХ		Панели МДФ		Гипсокартон		

Приложение 3

Выбор варианта задания для расчета наибольшего расстояния от любой точки торгового зала

Планировка	Этаж	Вариант	Схема	Точка	Площадь основных эвакуационных проходов, % площади зала
1	1	1	1	1	менее 25
		2	1	2	не менее 25
		3	1	3	менее 25
		4	2	1	не менее 25
		5	2	2	менее 25
		6	2	3	не менее 25
		7	3	1	менее 25
		8	3	2	не менее 25
		9	3	3	менее 25
		10	4	1	не менее 25
1	2	1	4	2	менее 25
		2	4	3	не менее 25
		3	5	1	менее 25
		4	5	2	не менее 25
		5	5	3	менее 25
		6	6	1	не менее 25
		7	6	2	менее 25
		8	6	3	не менее 25
		9	7	1	менее 25
		10	7	1	не менее 25
2	1	1	7	2	менее 25
		2	8	1	не менее 25
		3	8	2	менее 25
		4	8	3	не менее 25
		5	9	1	менее 25
		6	9	2	не менее 25
		7	9	3	менее 25
		8	10	1	не менее 25
		9	10	2	менее 25
		10	10	3	не менее 25
2	2	1	11	1	менее 25
		2	11	2	не менее 25
		3	11	3	менее 25
		4	12	1	не менее 25
		5	12	2	менее 25
		6	12	3	не менее 25
		7	13	1	менее 25
		8	13	2	не менее 25
		9	13	3	менее 25
		10	14	1	не менее 25

Окончание прил. 3

3	1	1	14	2	менее 25
		2	14	3	не менее 25
		3	15	1	менее 25
		4	15	2	не менее 25
		5	15	3	менее 25
		6	16	1	не менее 25
		7	16	2	менее 25
		8	16	3	не менее 25
		9	17	1	менее 25
		10	17	2	не менее 25
3	2	1	17	3	менее 25
		2	18	1	не менее 25
		3	18	2	менее 25
		4	18	3	не менее 25
		5	19	1	менее 25
		6	19	2	не менее 25
		7	19	3	менее 25
		8	20	1	не менее 25
		9	20	2	менее 25
		10	20	3	не менее 25

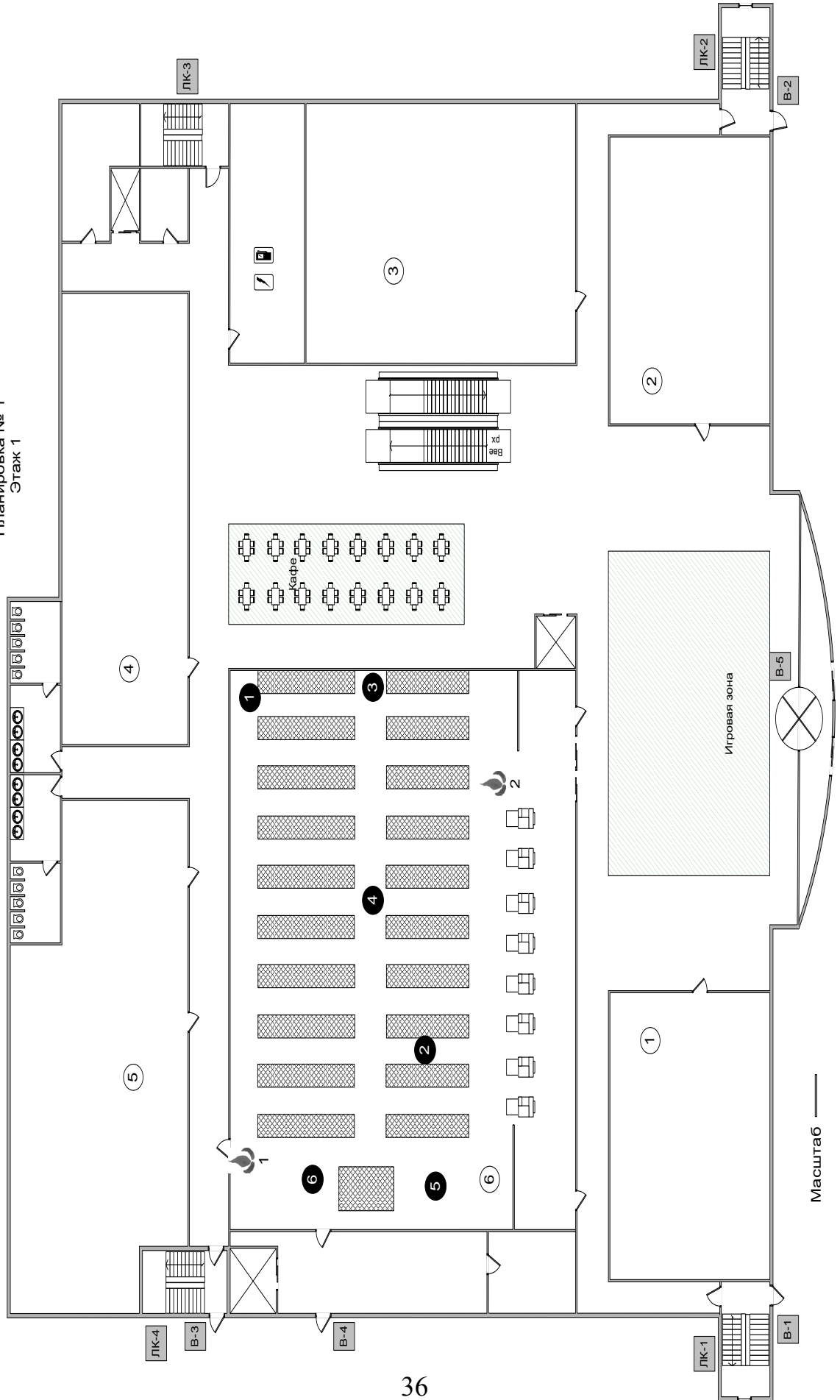
Приложение 4

Варианты заданий по выбору геометрических параметров эвакуационных проходов и выходов для расчета времени эвакуации

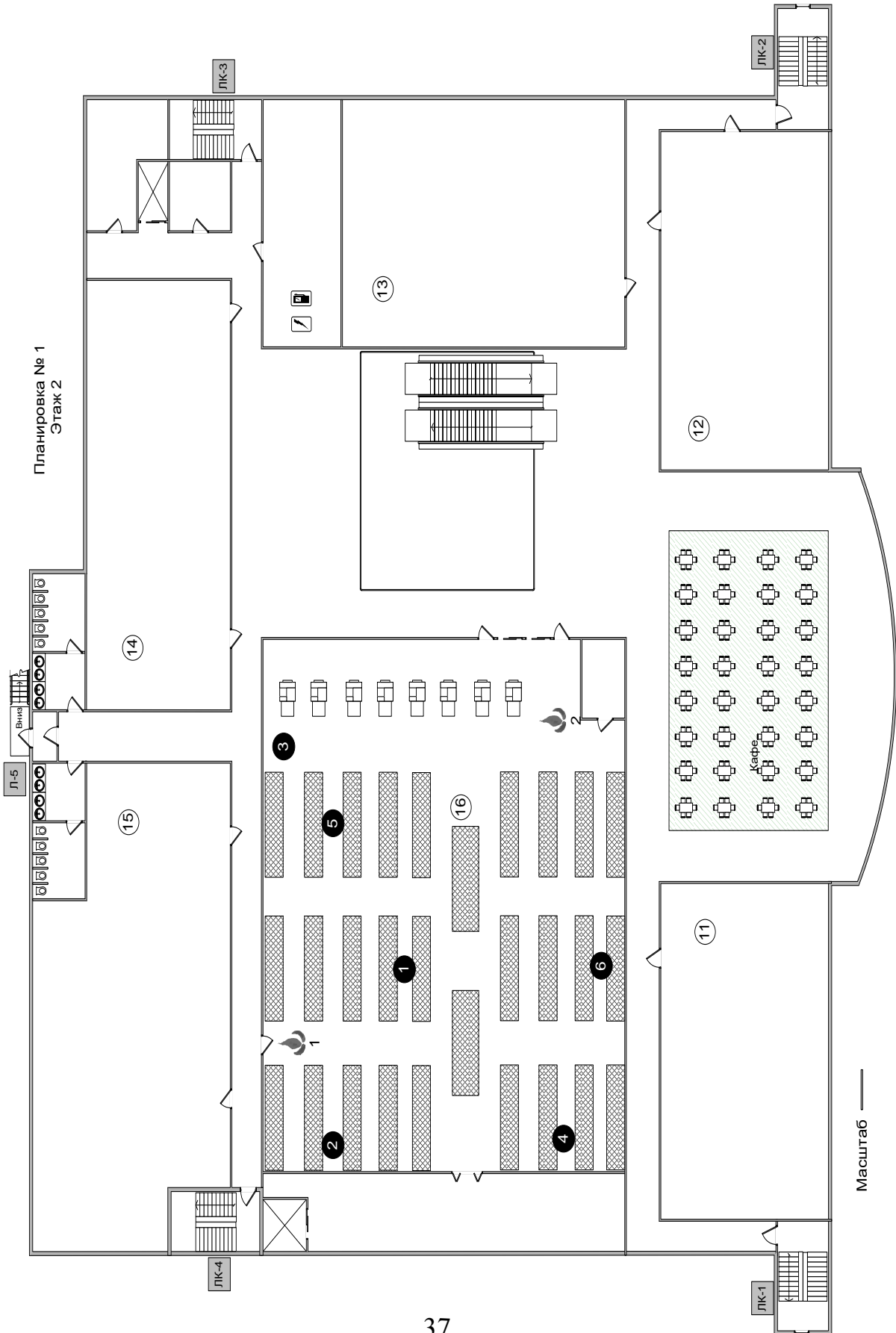
№ вар	Масштаб (м.)	Очаг пожара	Расположение людей сектор/количество человек		Средняя площадь горизонтальной проекции принимается для человека:
1	1,5	1	1	59	взрослый в домашней одежде
			6	42	взрослый в зимней одежде
			3	70	подросток
			4	46	взрослый в домашней одежде
2	1,6	1	6	48	взрослый в зимней одежде
			3	61	подросток
			5	51	взрослый в домашней одежде
			1	37	взрослый в зимней одежде
3	1,7	1	5	35	подросток
			4	34	взрослый в домашней одежде
			2	45	взрослый в зимней одежде
			1	32	подросток
4	1,8	1	1	45	взрослый в домашней одежде
			6	63	взрослый в зимней одежде
			4	63	подросток
			3	60	взрослый в домашней одежде
5	1,9	1	6	50	взрослый в зимней одежде
			1	68	подросток
			2	54	взрослый в домашней одежде
			3	57	взрослый в зимней одежде
6	2,0	2	1	31	подросток
			4	43	взрослый в домашней одежде
			5	50	взрослый в зимней одежде
			3	47	подросток
7	2,1	2	5	57	взрослый в домашней одежде
			6	67	взрослый в зимней одежде
			2	49	подросток
			1	70	взрослый в домашней одежде
8	2,2	2	1	32	взрослый в зимней одежде
			5	63	подросток
			6	57	взрослый в домашней одежде
			4	67	взрослый в зимней одежде
9	2,3	2	2	42	подросток
			1	61	взрослый в домашней одежде
			4	34	взрослый в зимней одежде
			5	50	подросток
10	2,4	2	3	56	взрослый в домашней одежде
			5	34	взрослый в зимней одежде
			2	42	подросток
			6	61	взрослый в домашней одежде

Приложение 5

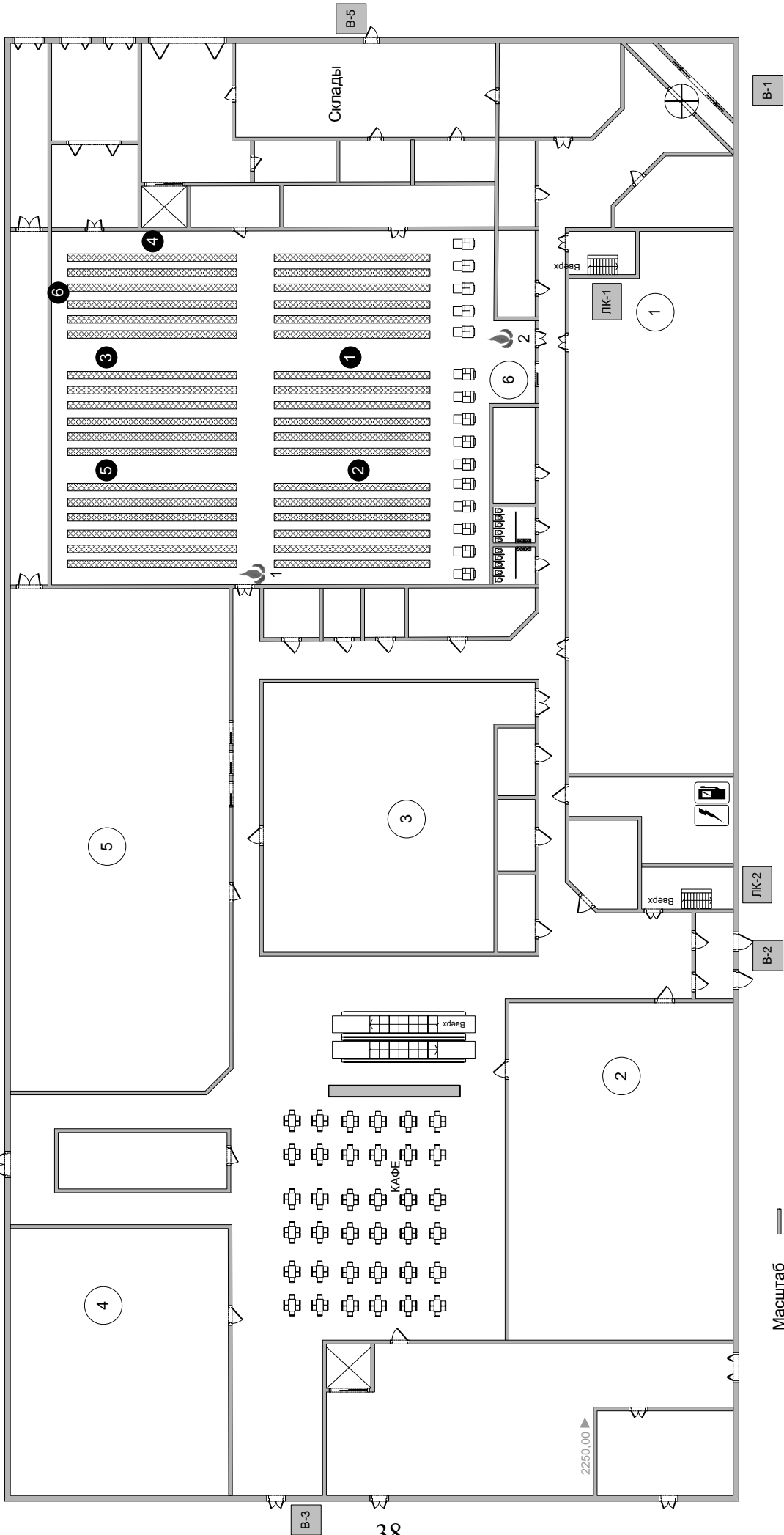
Планировка № 1
Этаж 1



Планировка № 1
Этаж 2

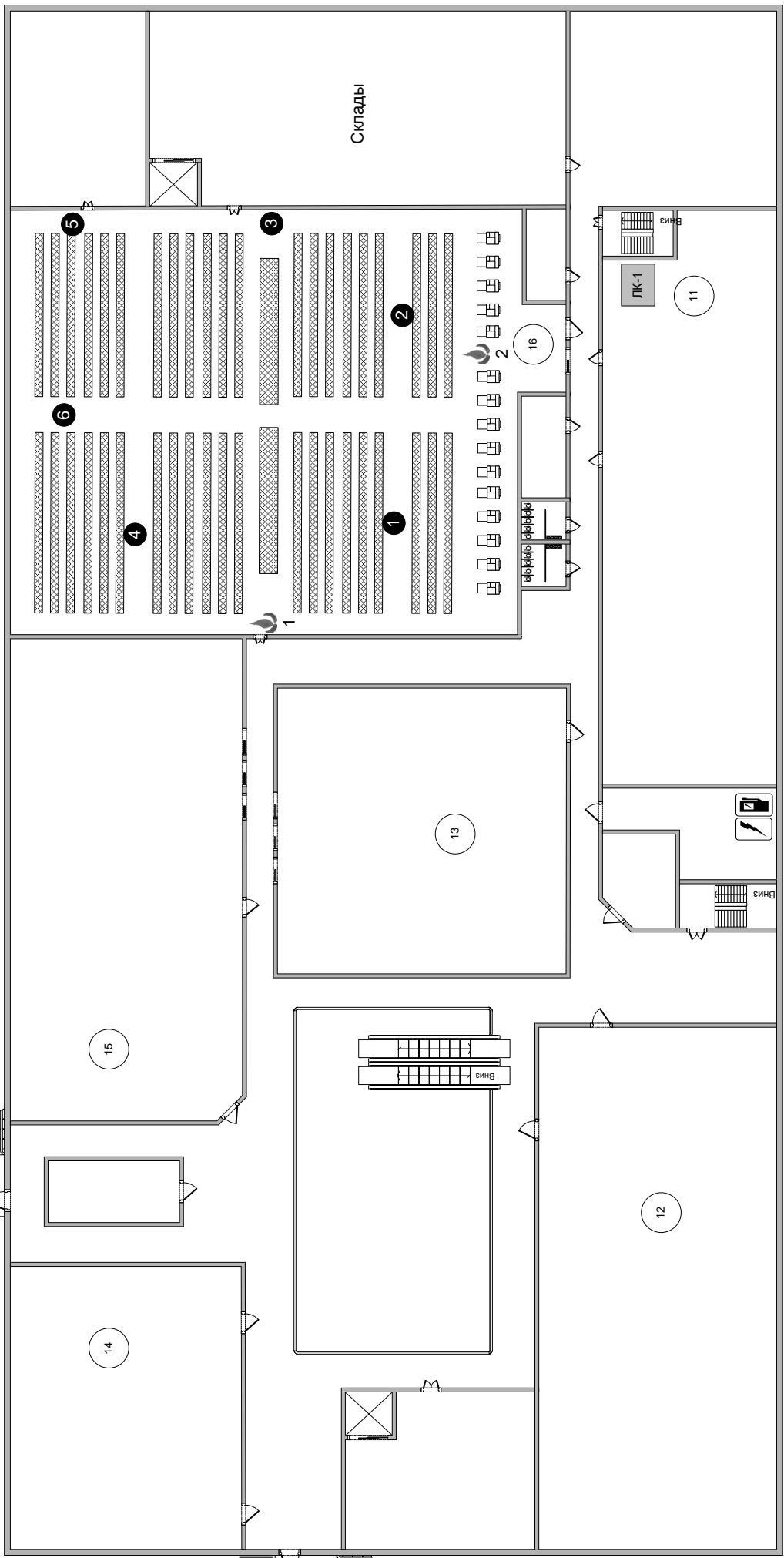
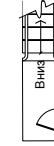


Планировка № 2
Этаж 1



Планировка № 2
Этаж 2

Л-4



Склады

5

6

4

3

2

1

2

16

ЛК-1

11

13

15

14

12

Л-3

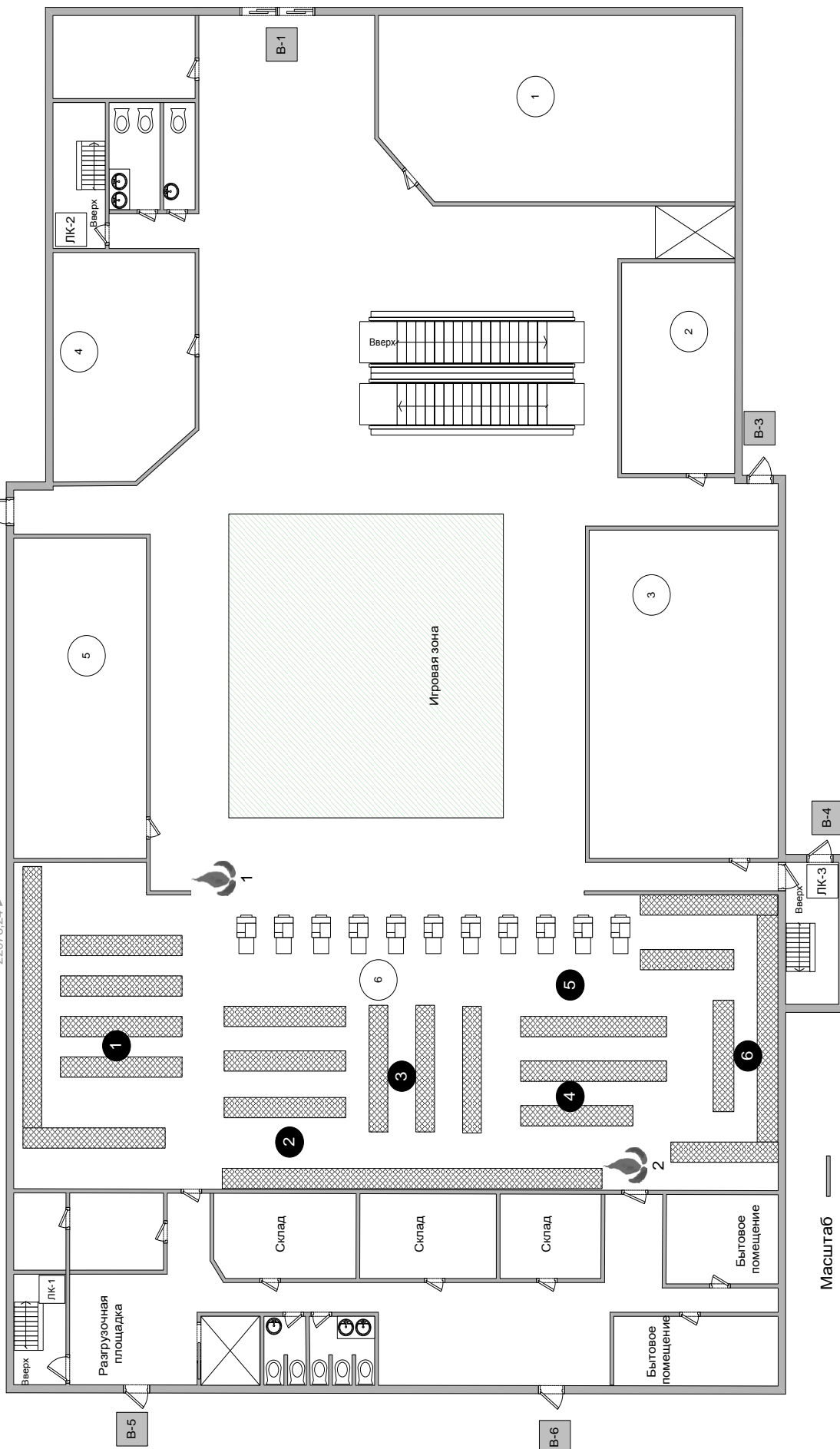


ЛК-2

Масштаб

Планировка № 3
Этаж 1

2.207/6,24



Планировка № 3
Этаж 2

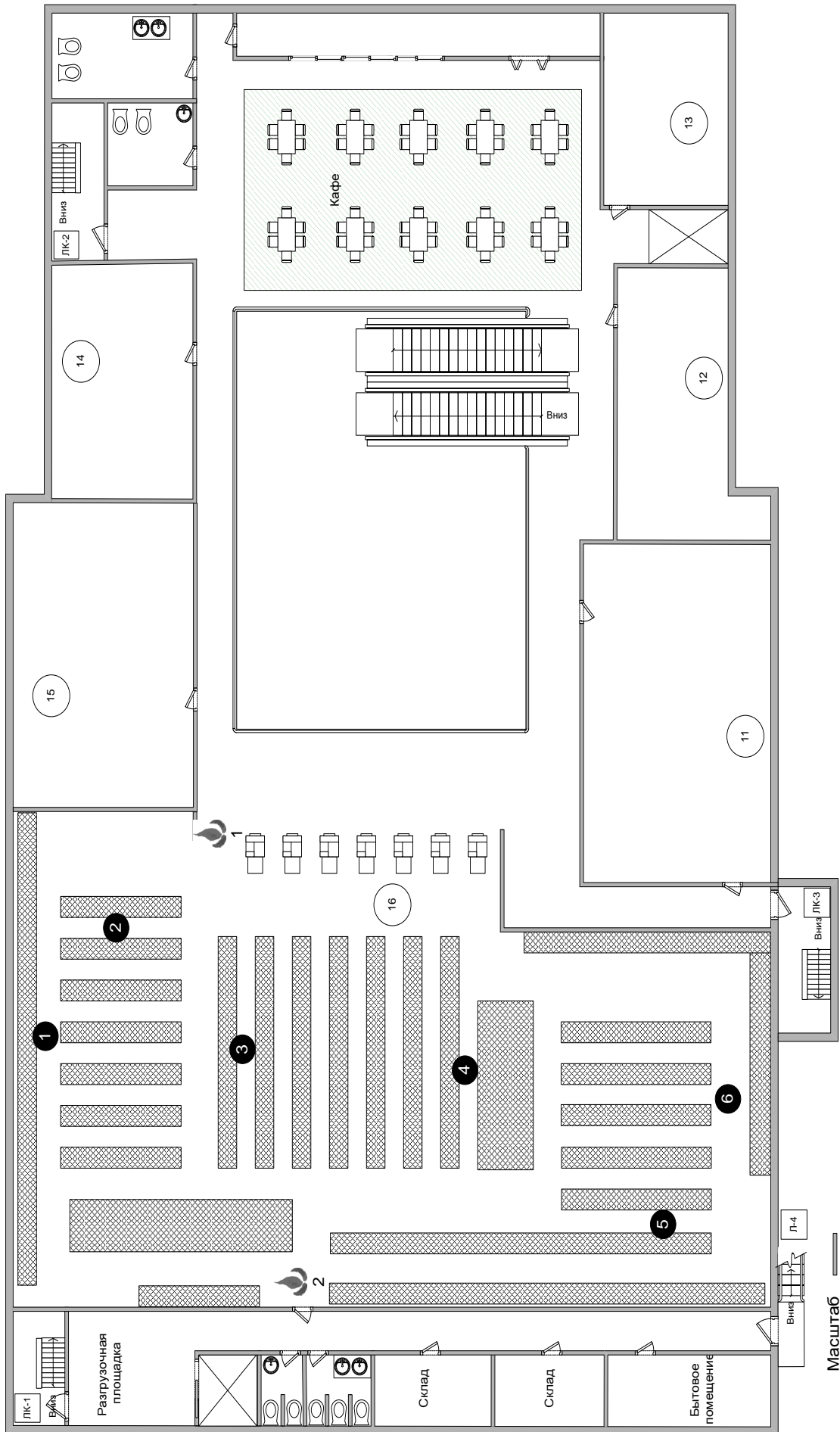
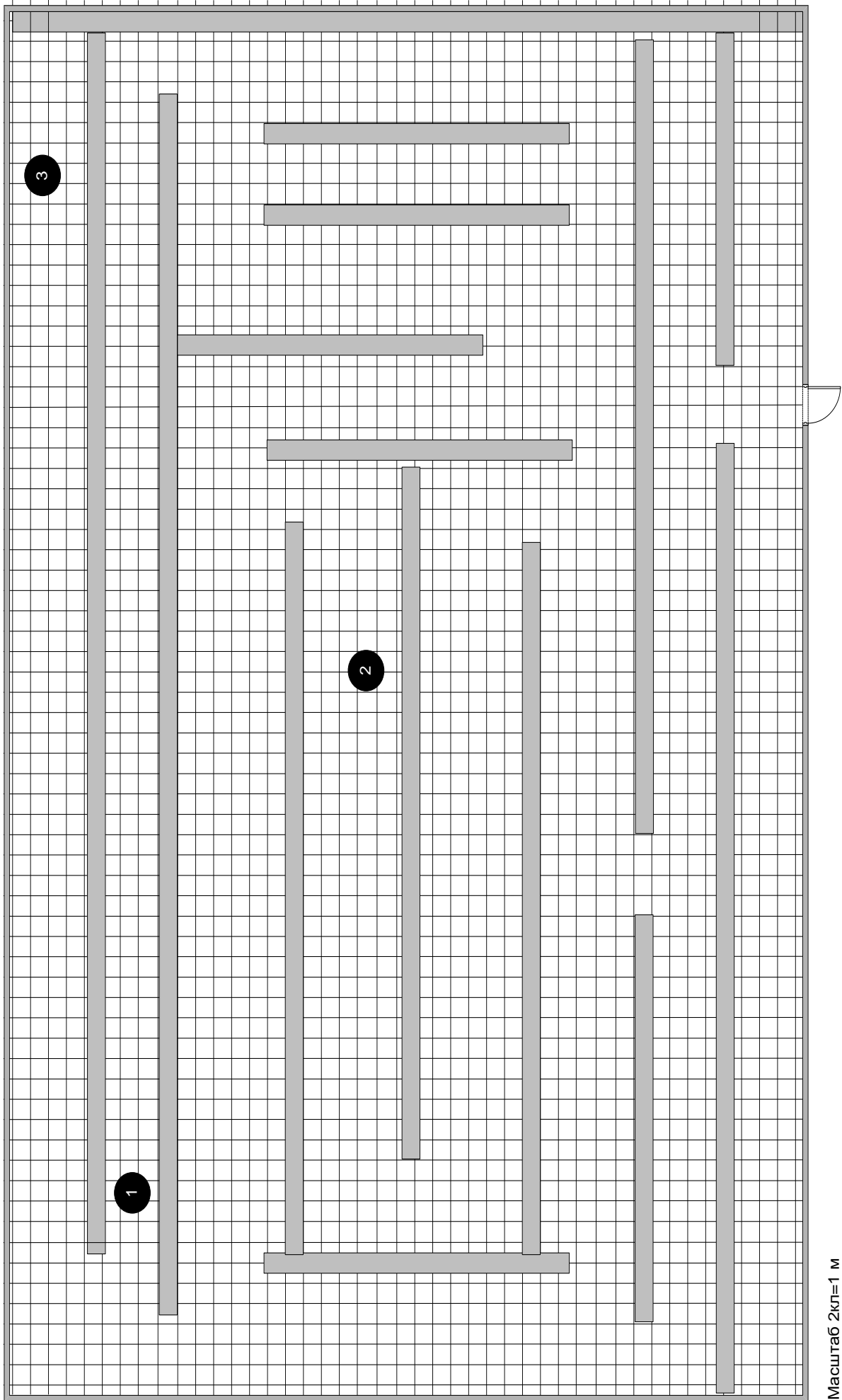
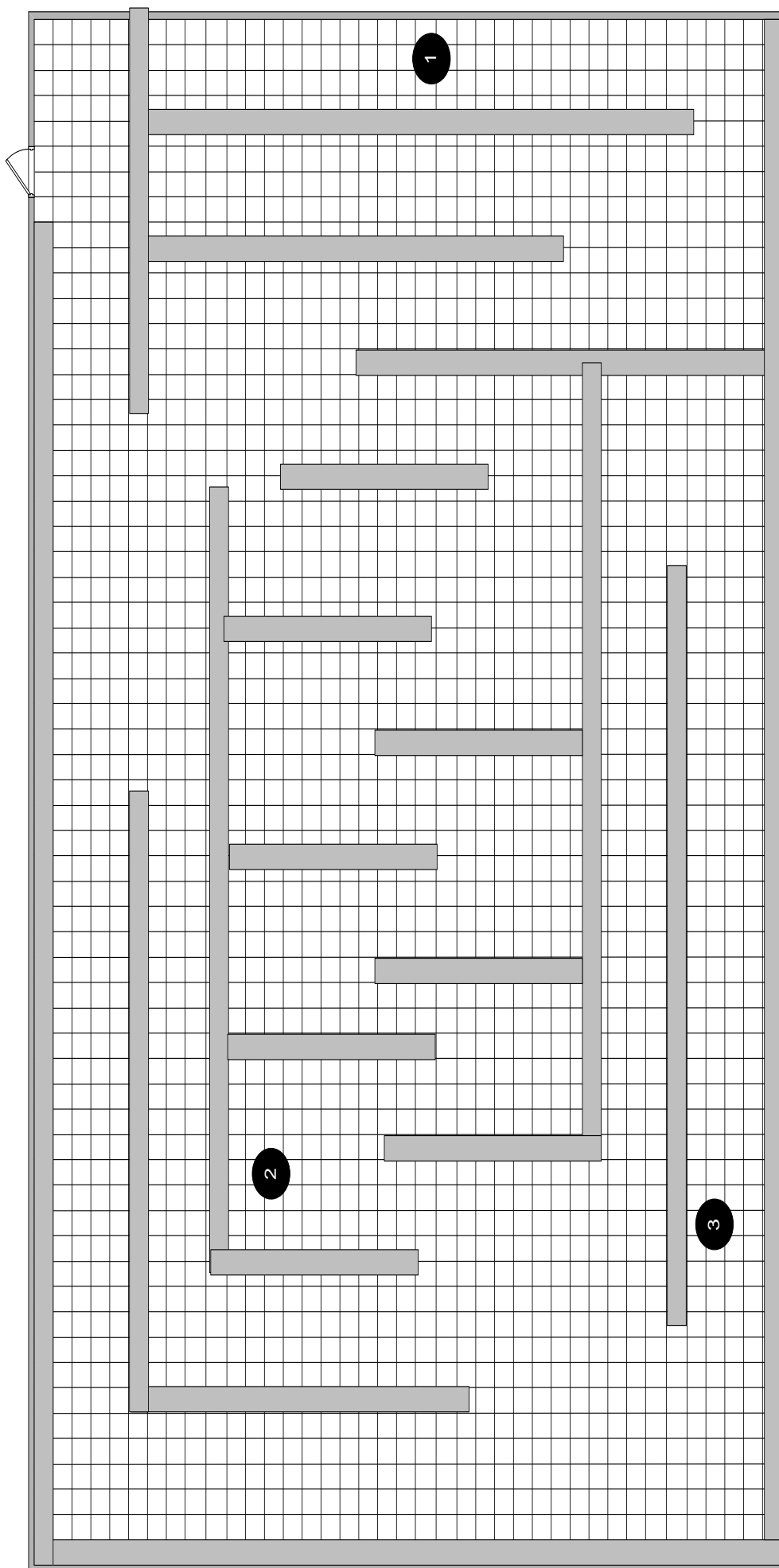


Схема 1



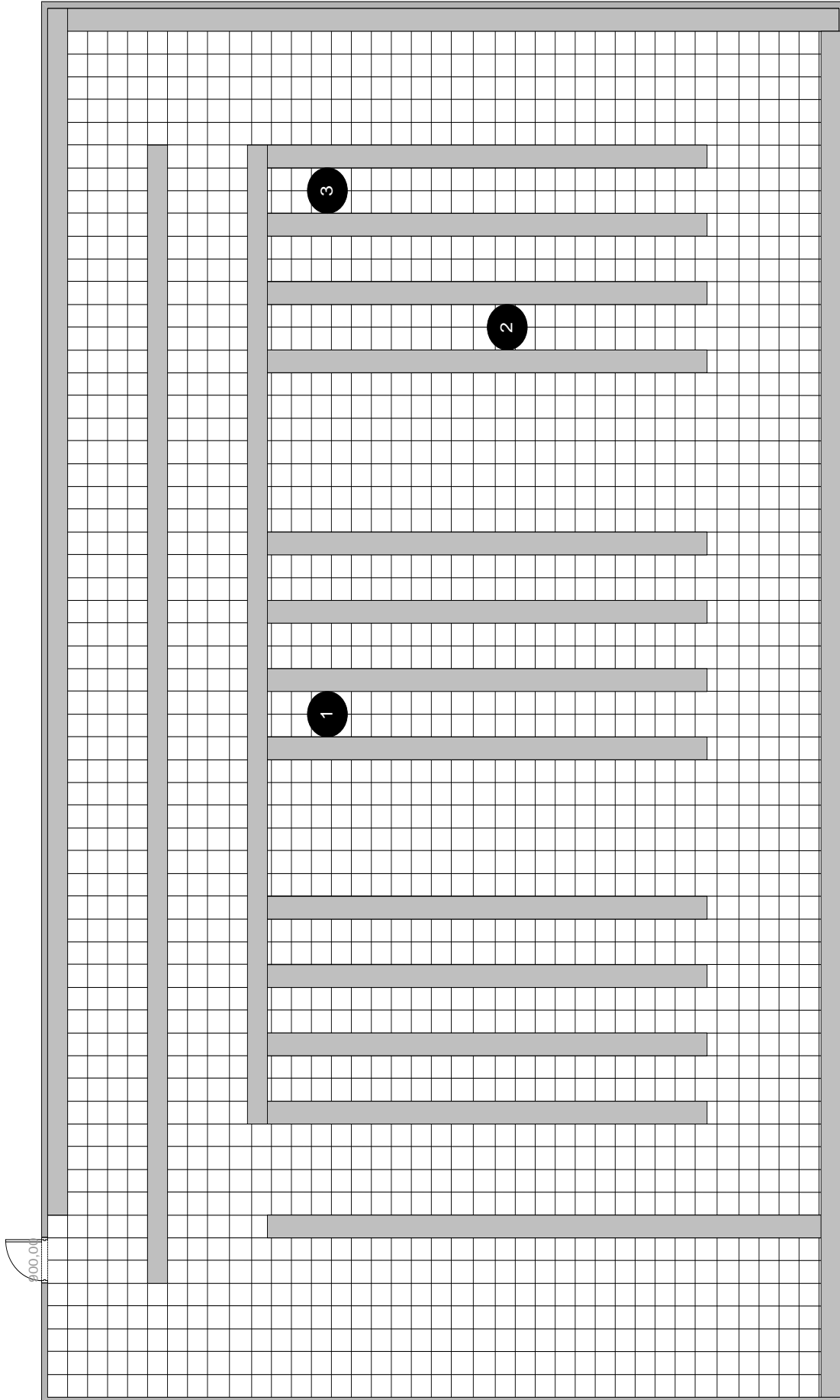
Масштаб 2кл=1 м

Схема 2



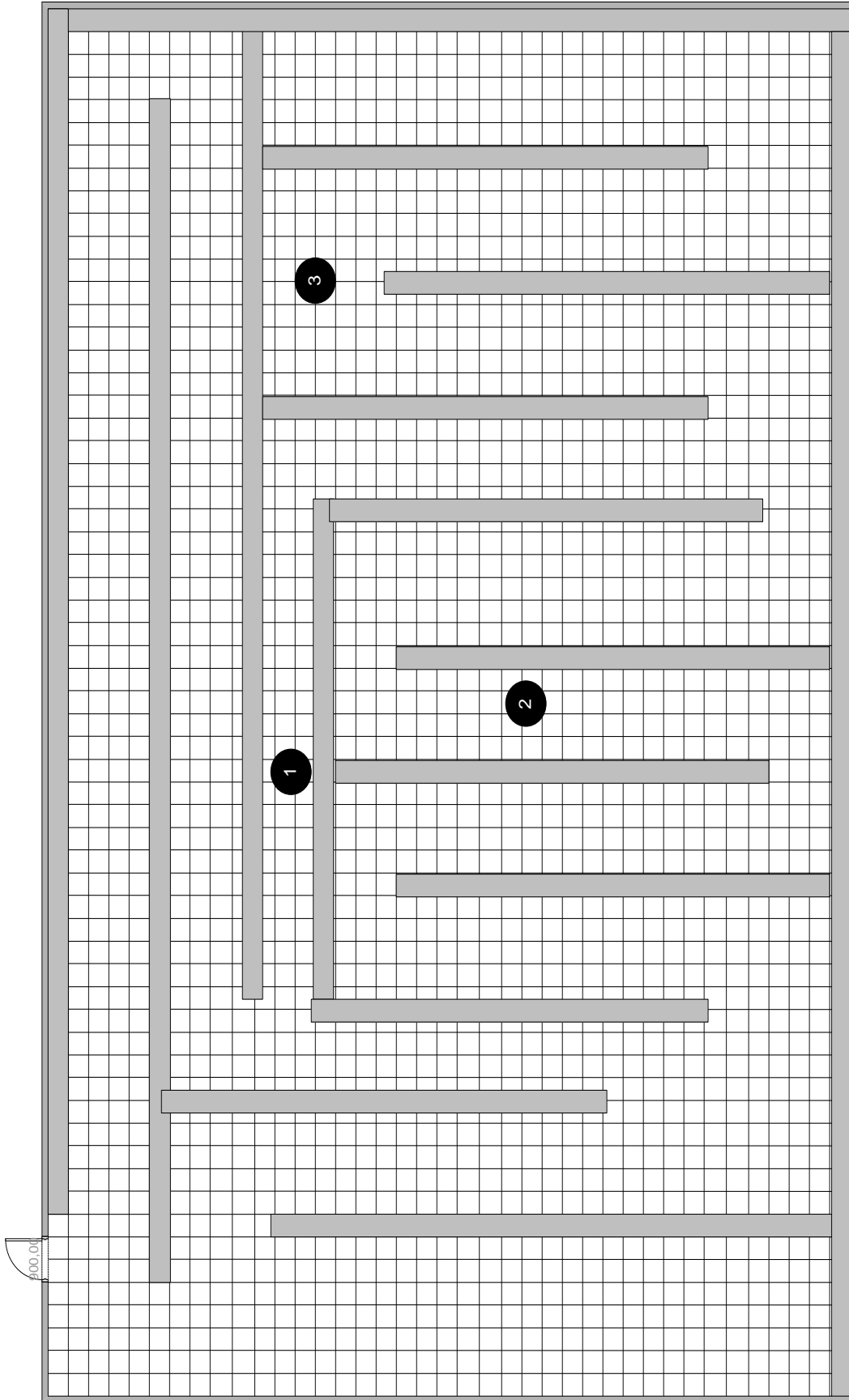
Масштаб 2 кл=1 м

Схема 3



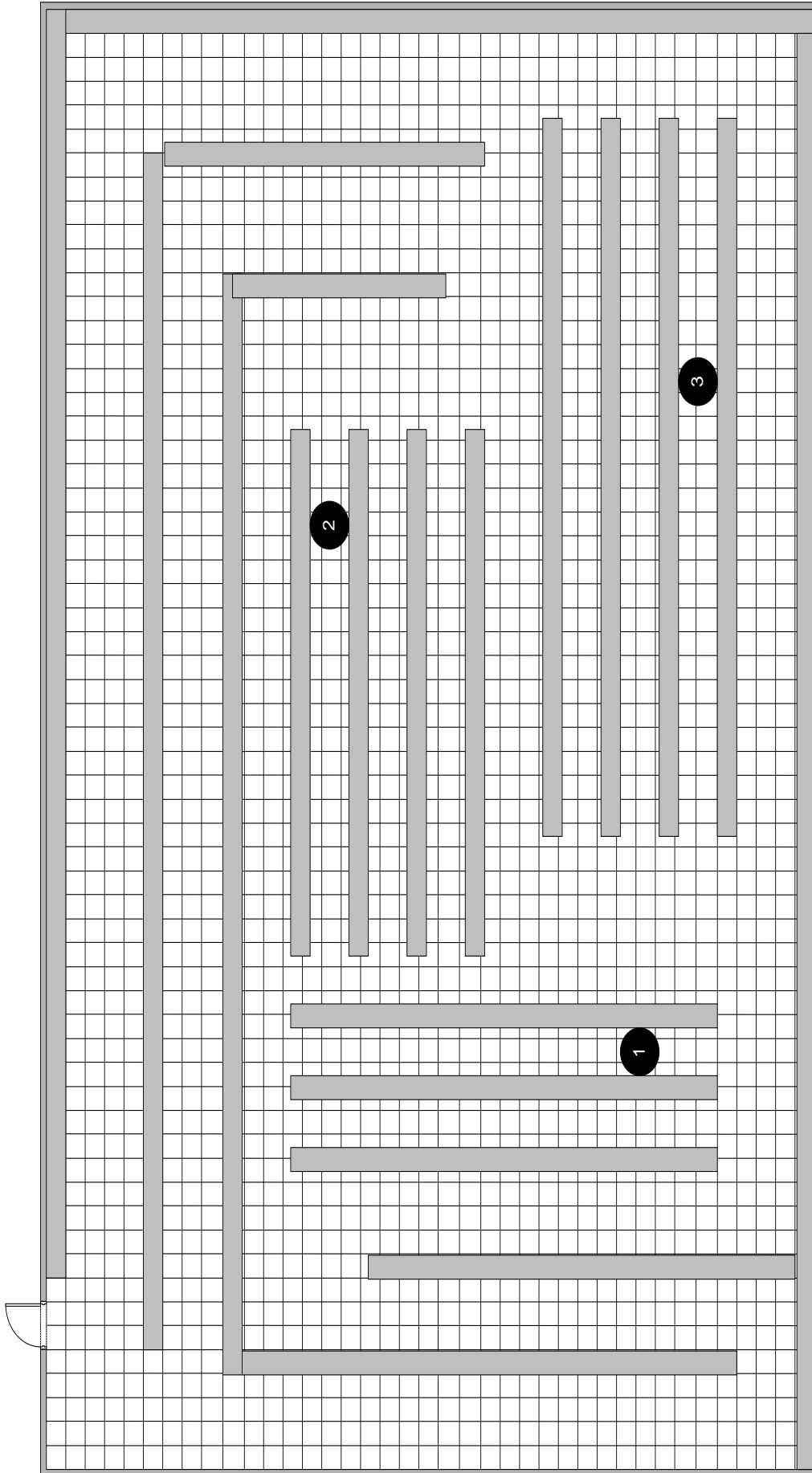
Масштаб 2кл=1 м

Схема 4



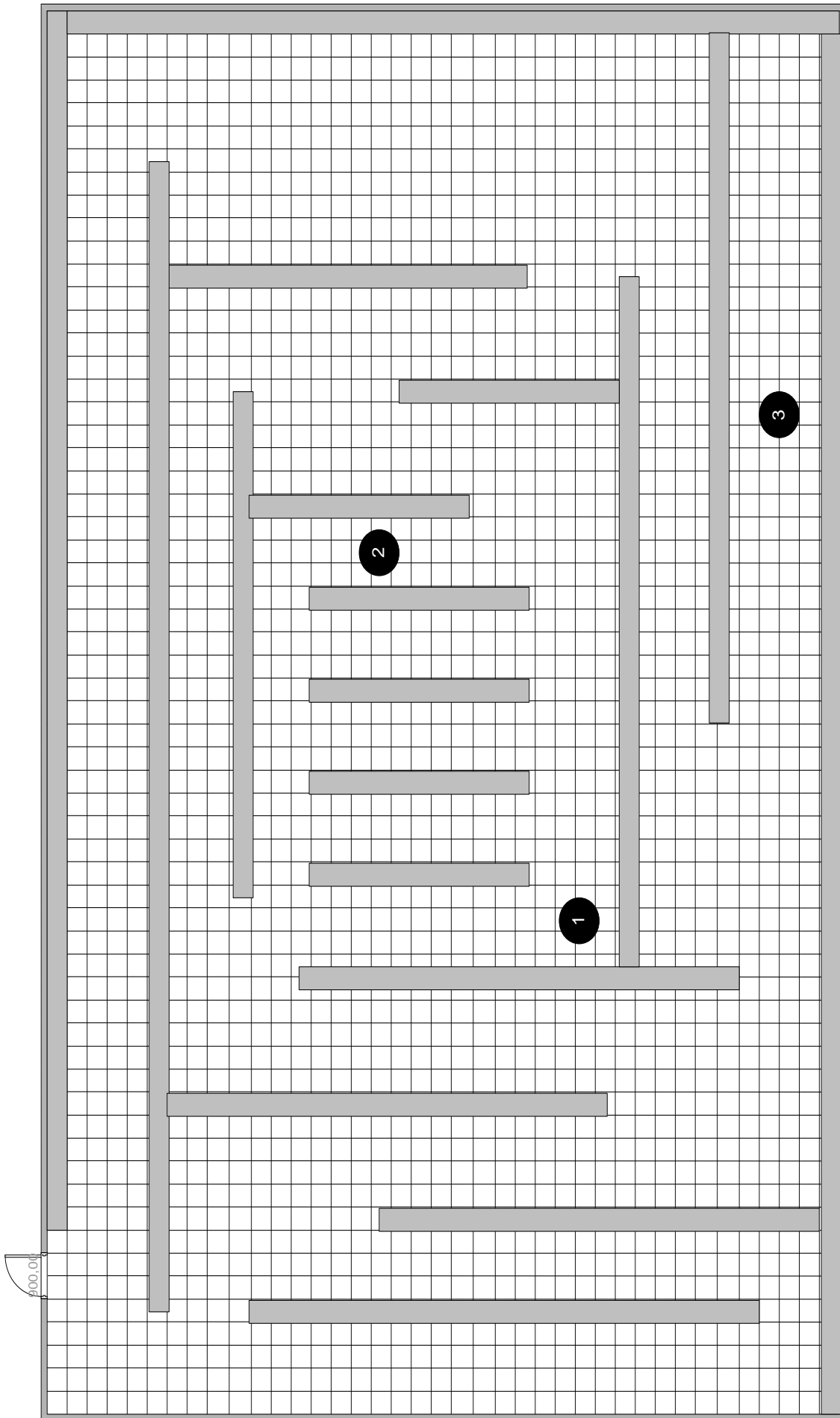
Масштаб 2кл=1 м

Схема 5



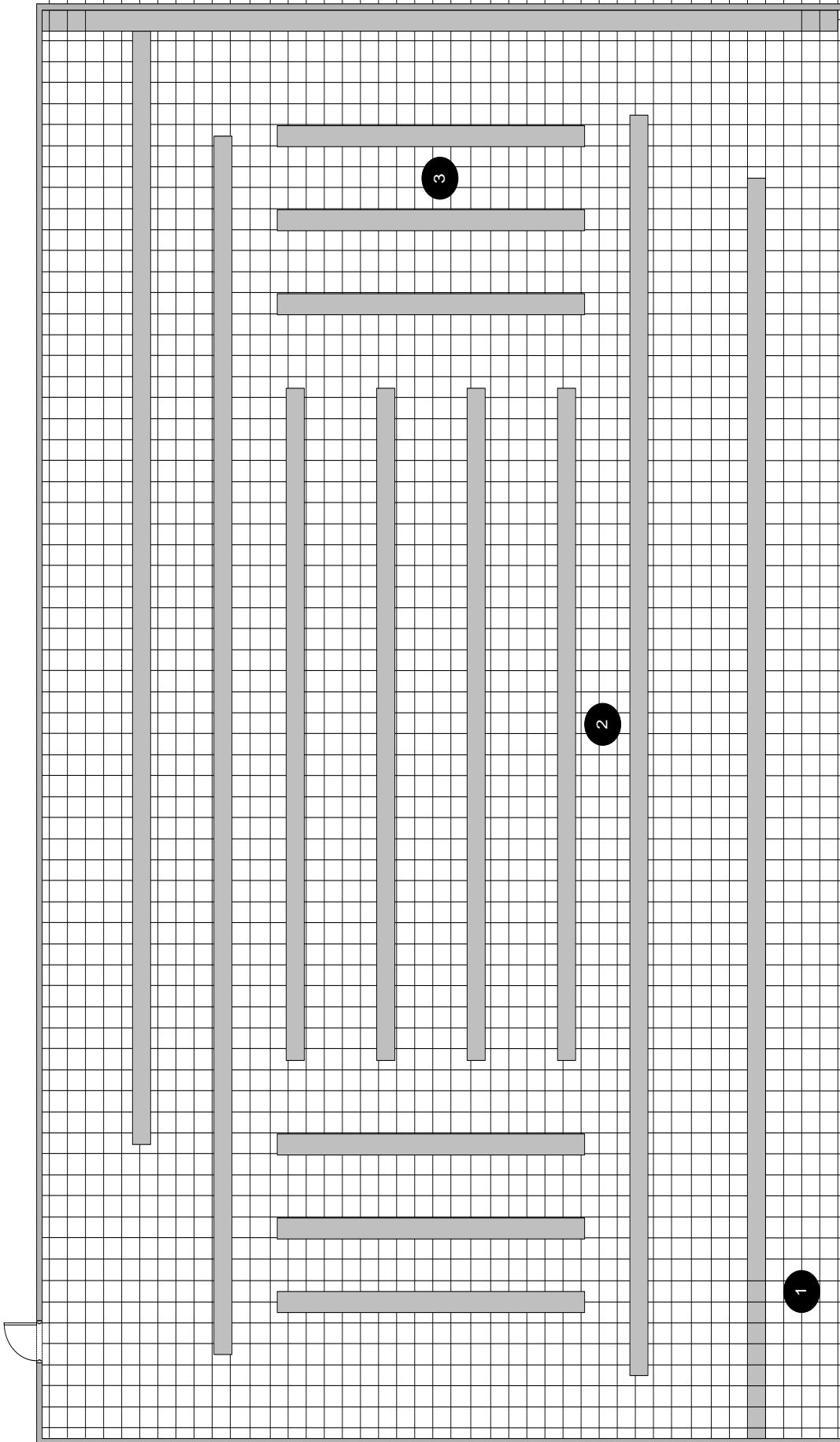
Масштаб 2кл=1 м

Схема 6



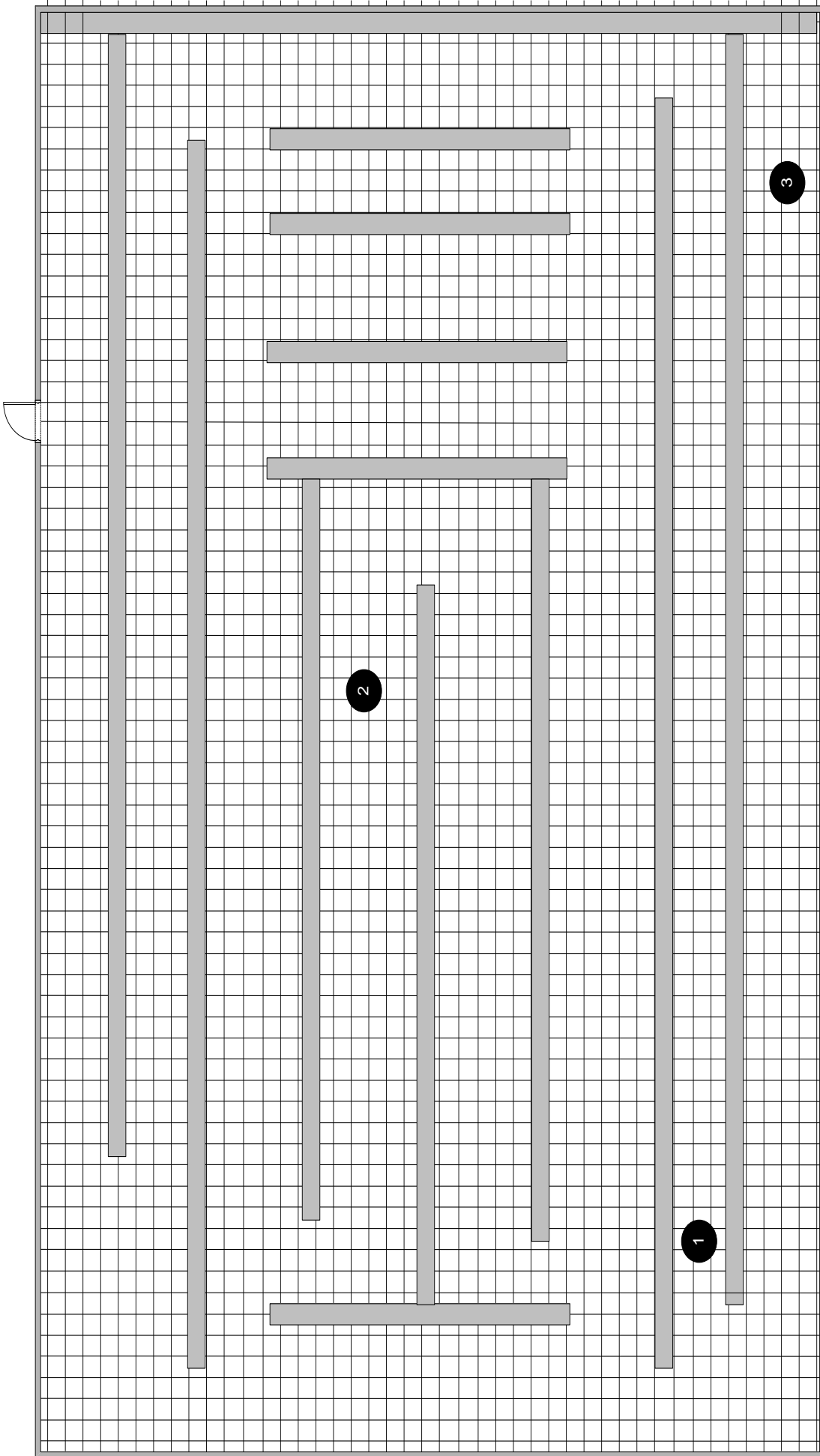
Масштаб 2кп=1 м

Схема 7



Масштаб 2кл=1 м

Схема 8



Масштаб 2кл=1 м

Схема 9

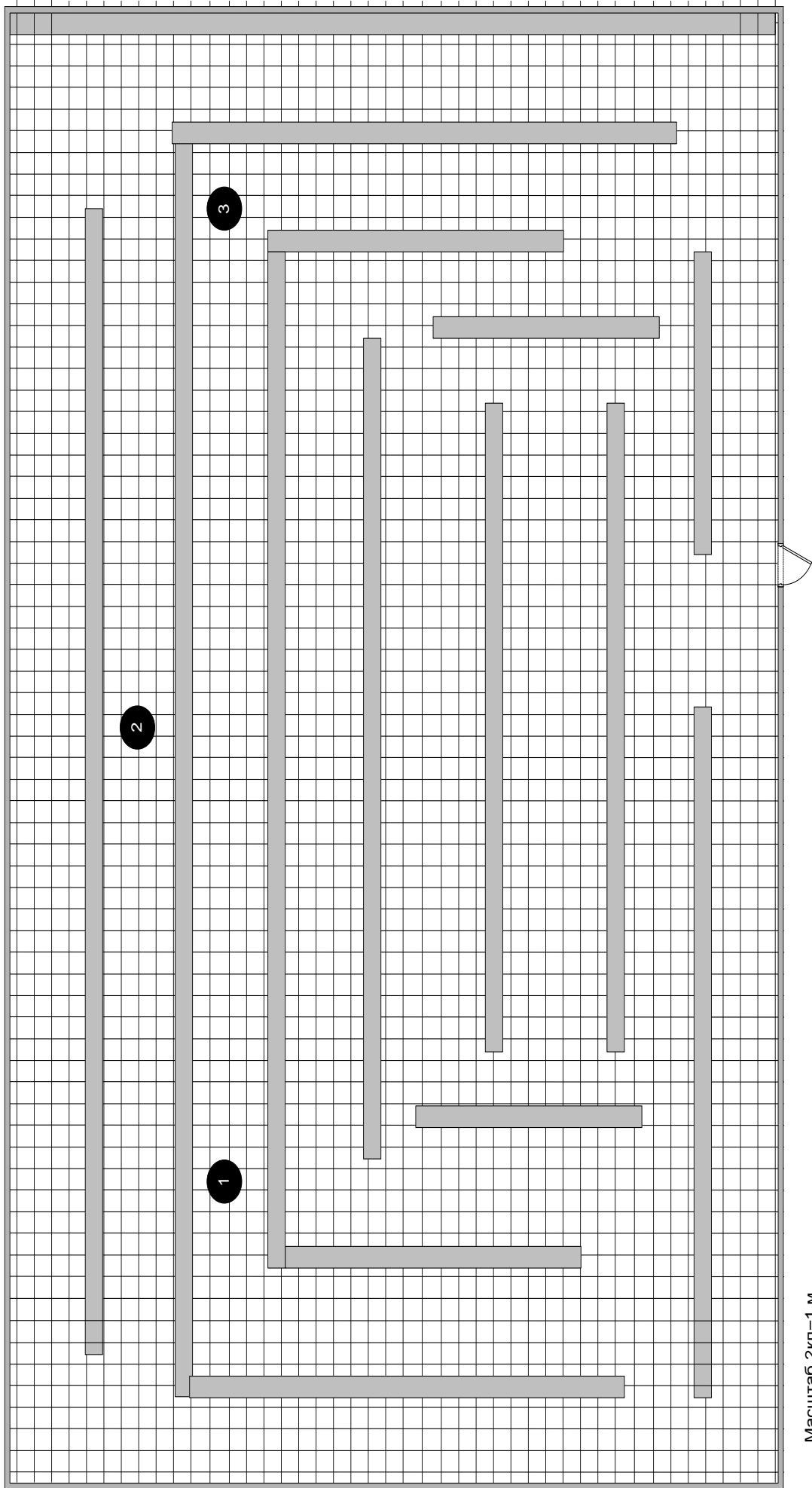
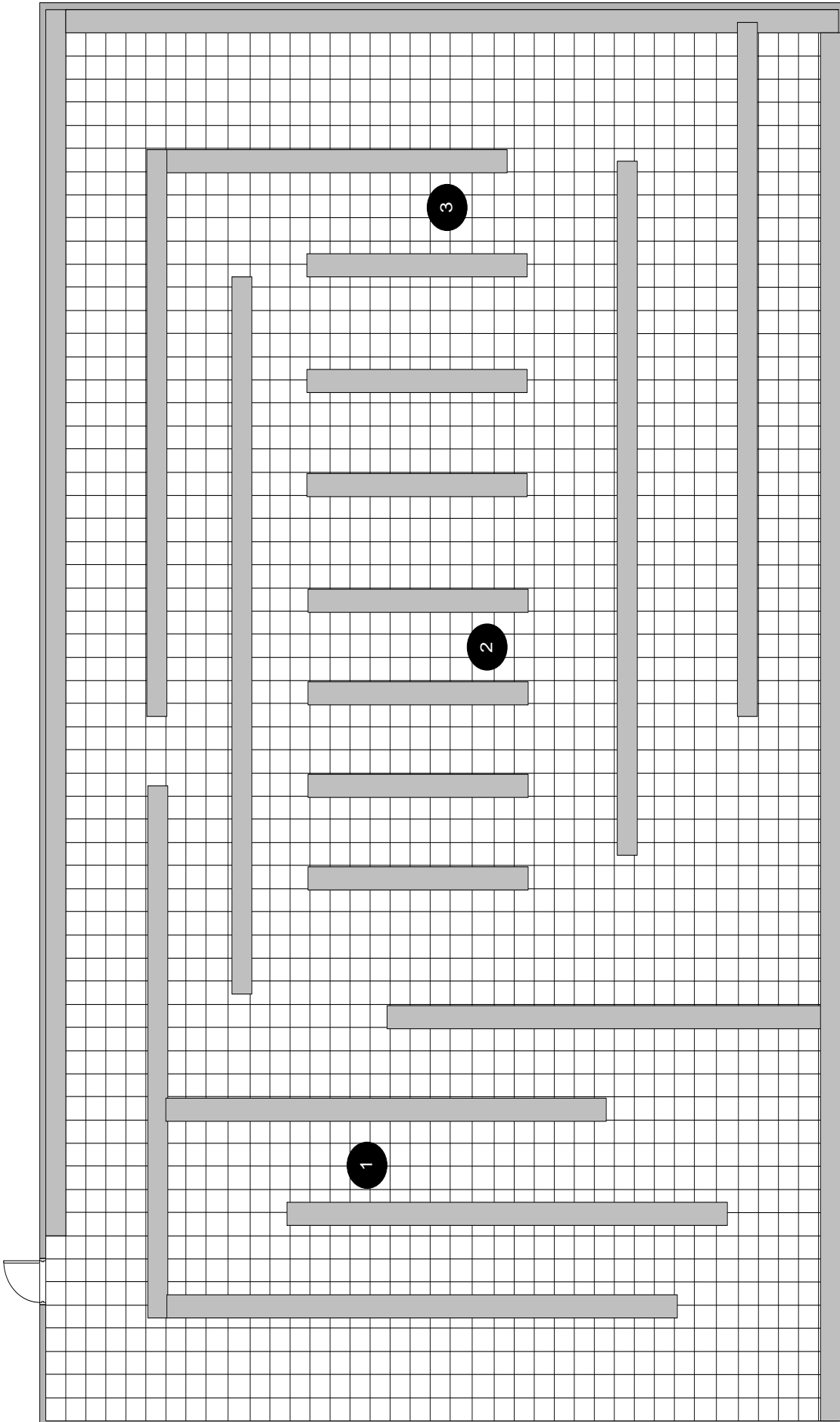


Схема 10



Масштаб 2кп=1 м

Схема 11

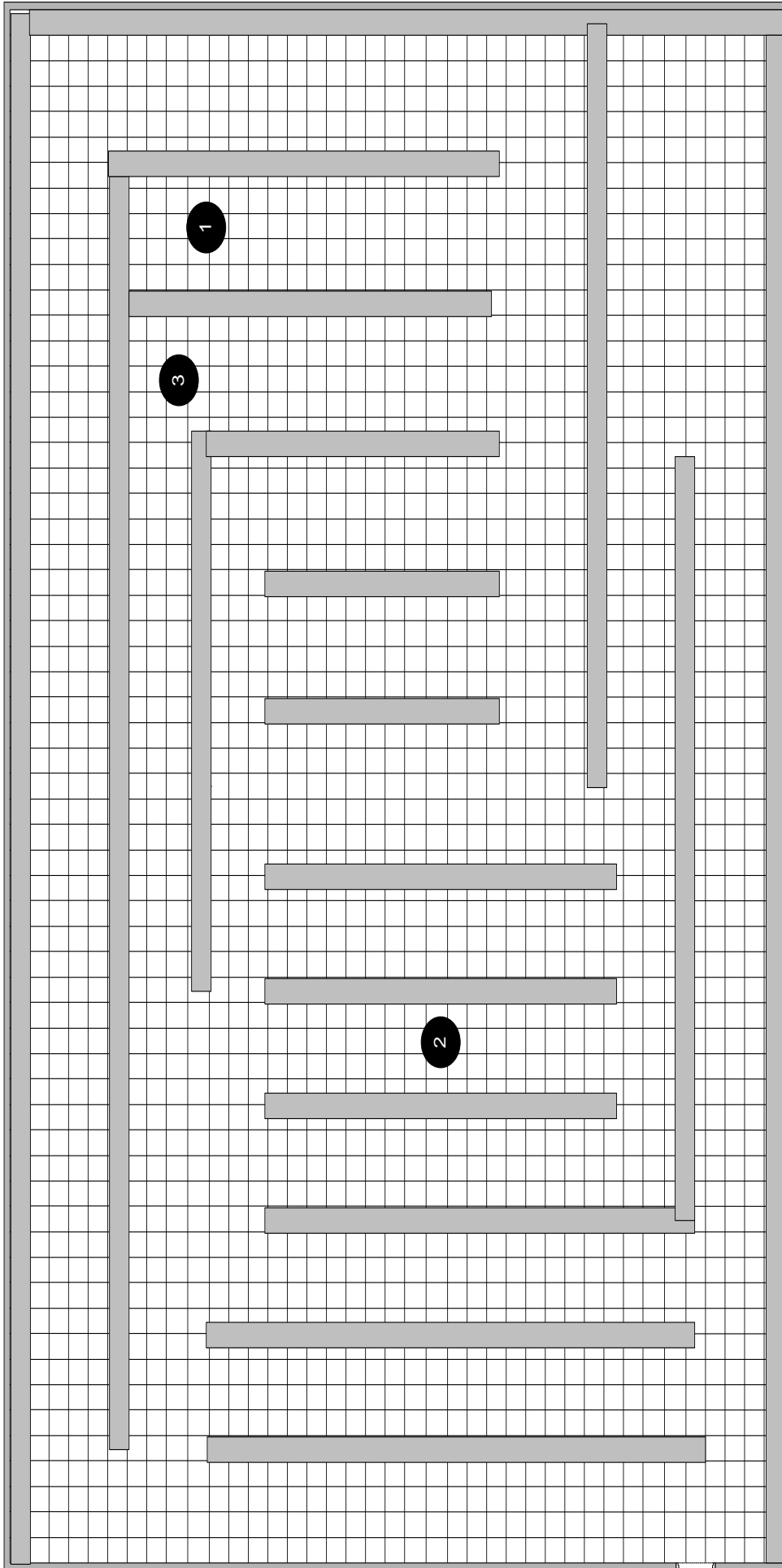


Схема 12

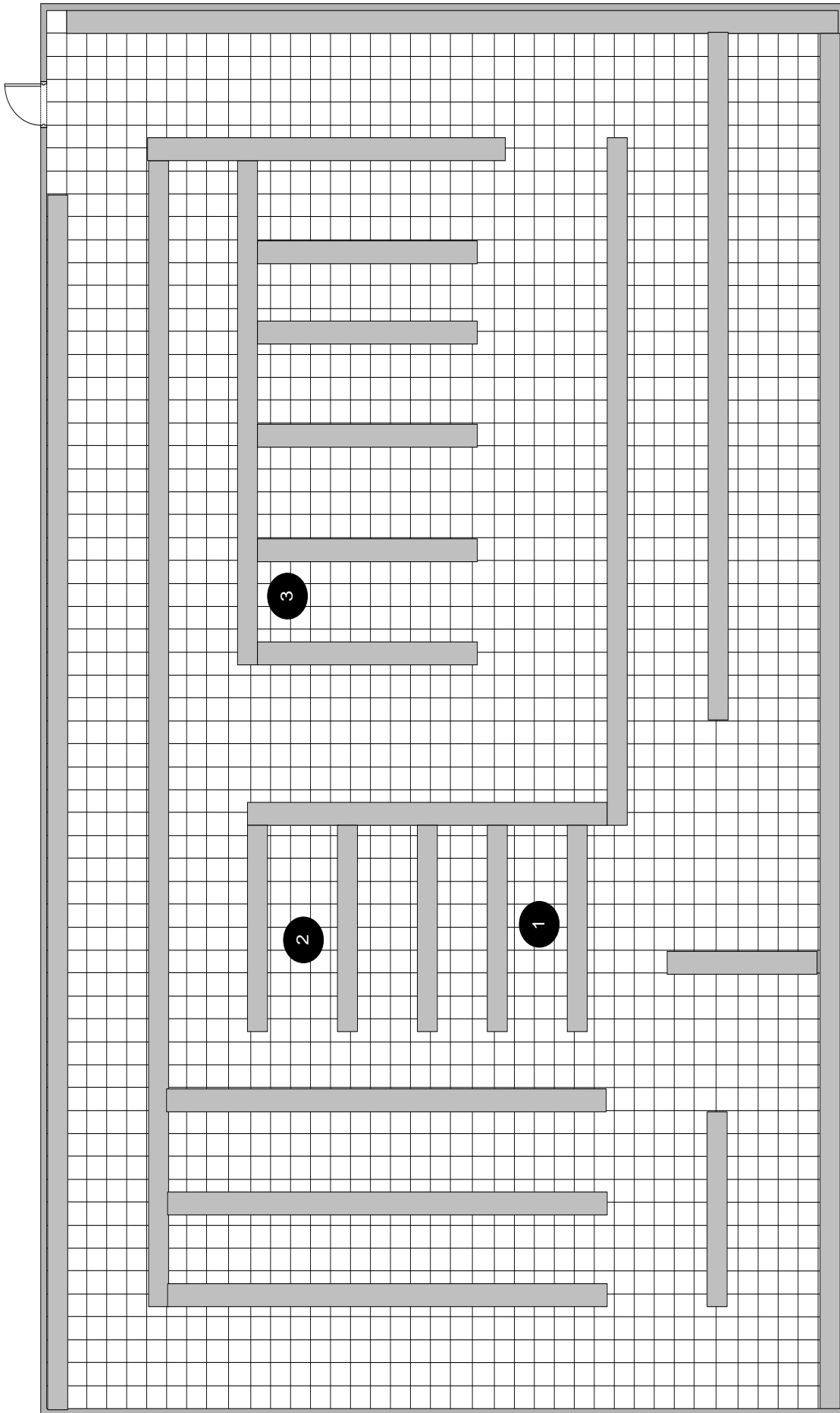
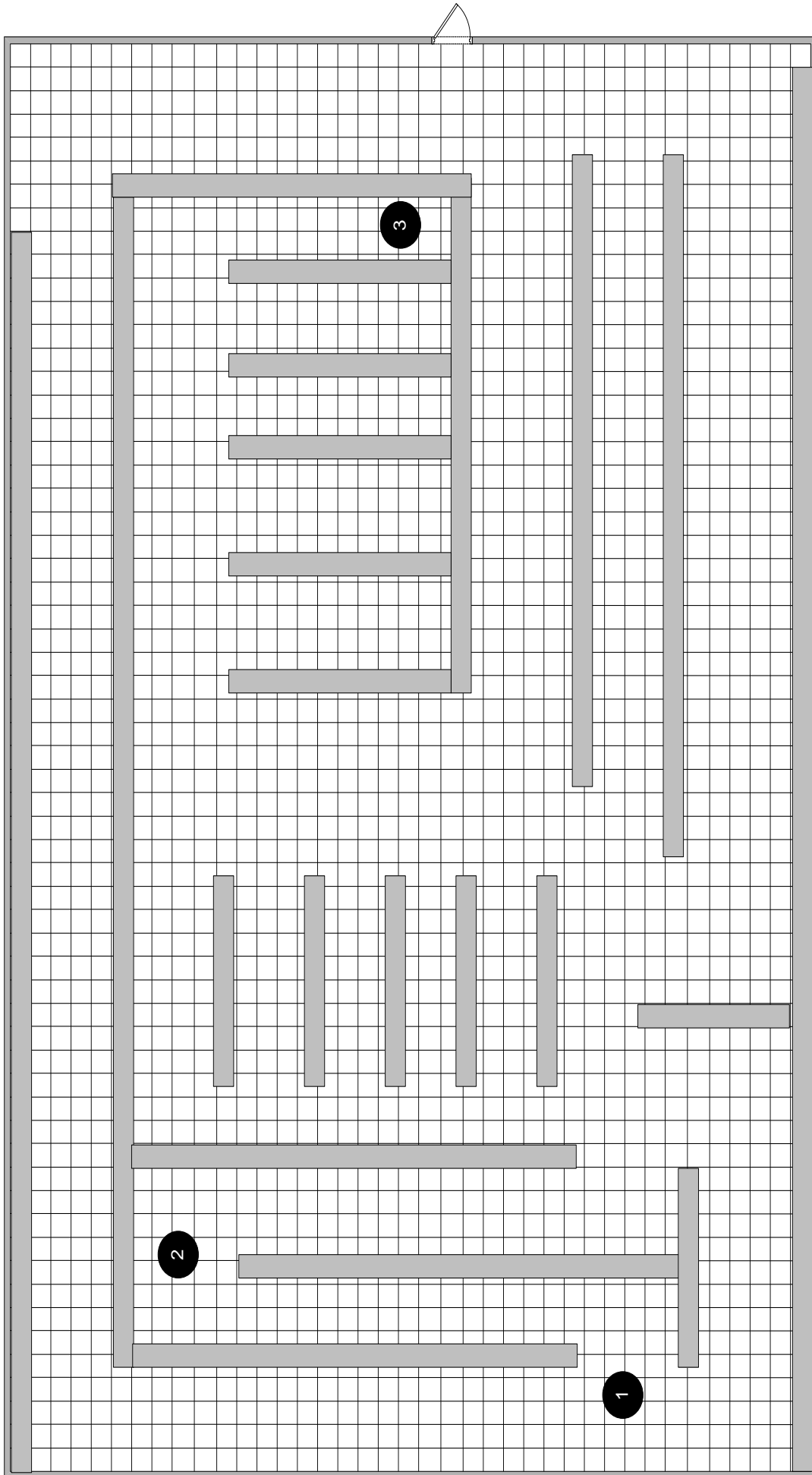
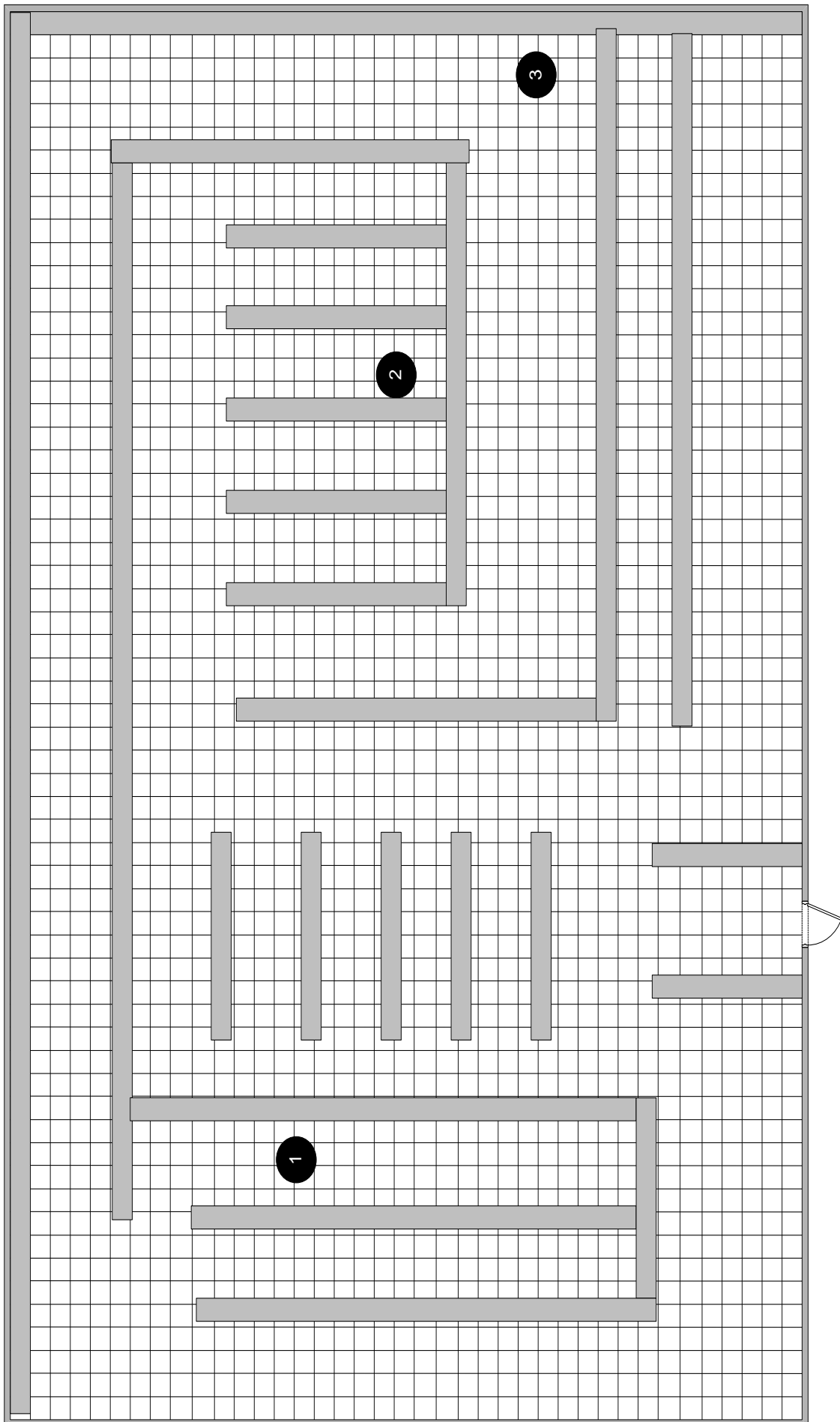


Схема 13



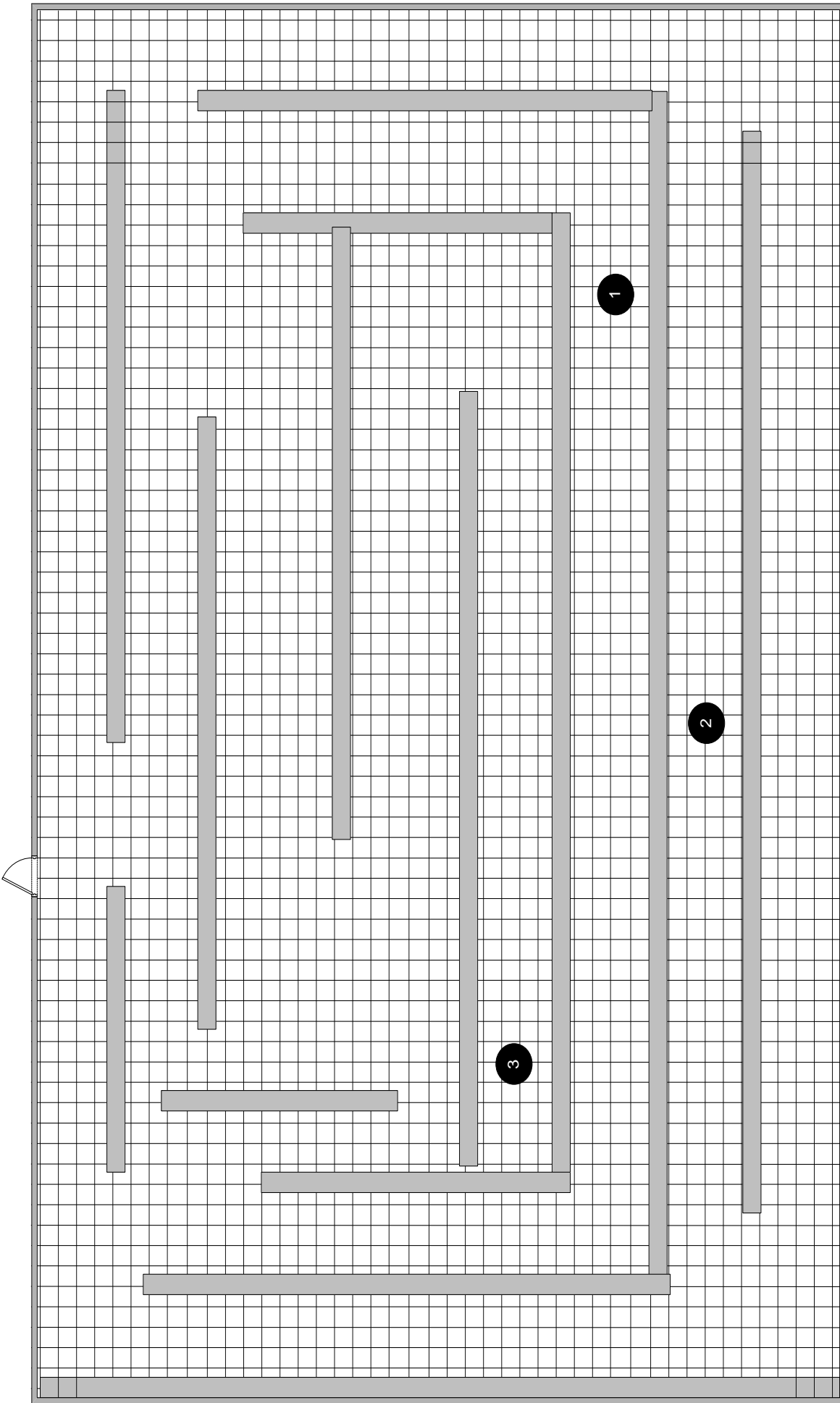
Масштаб 2кл=1 м

Схема 14



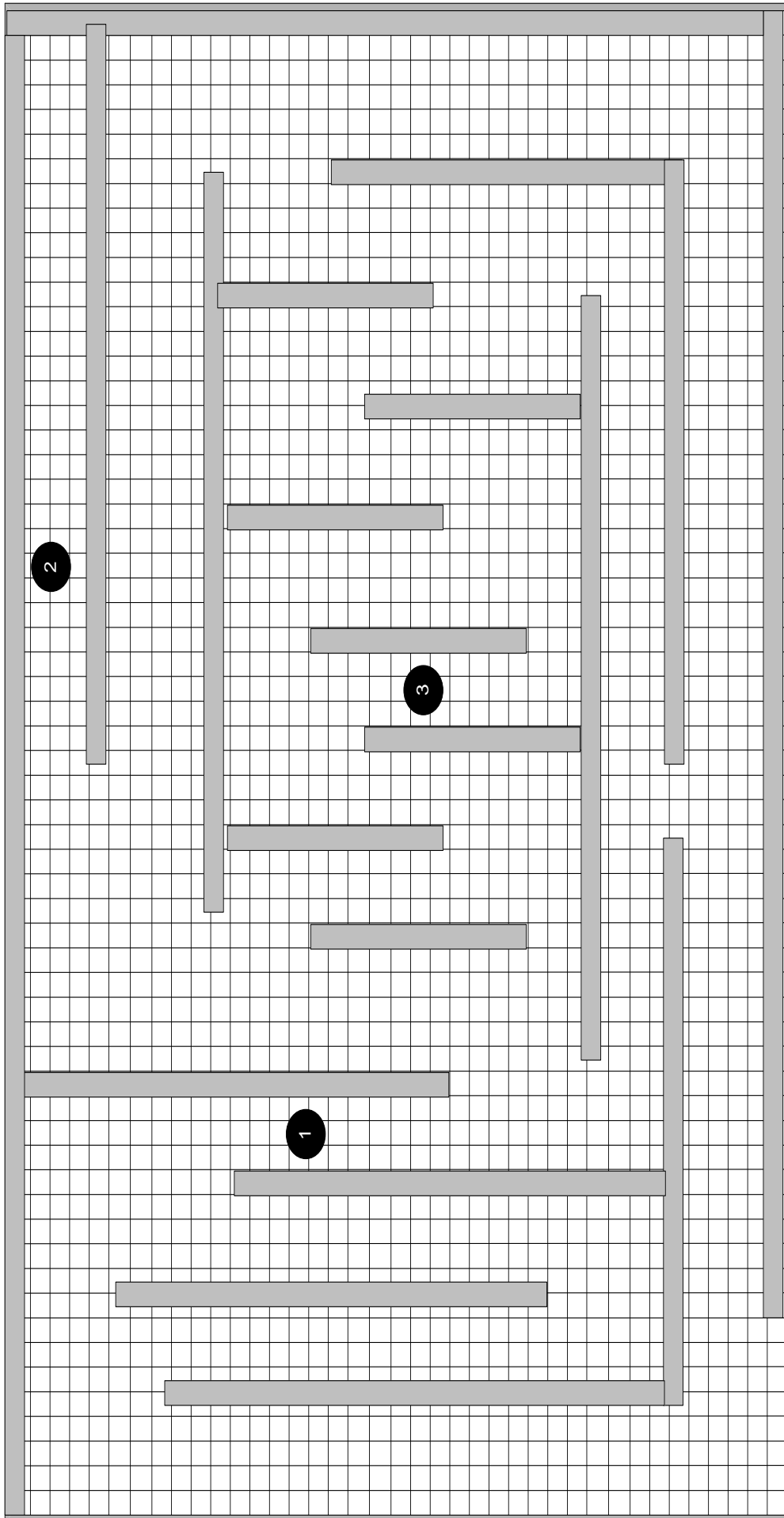
Масштаб 2кл=1 м

Схема 15



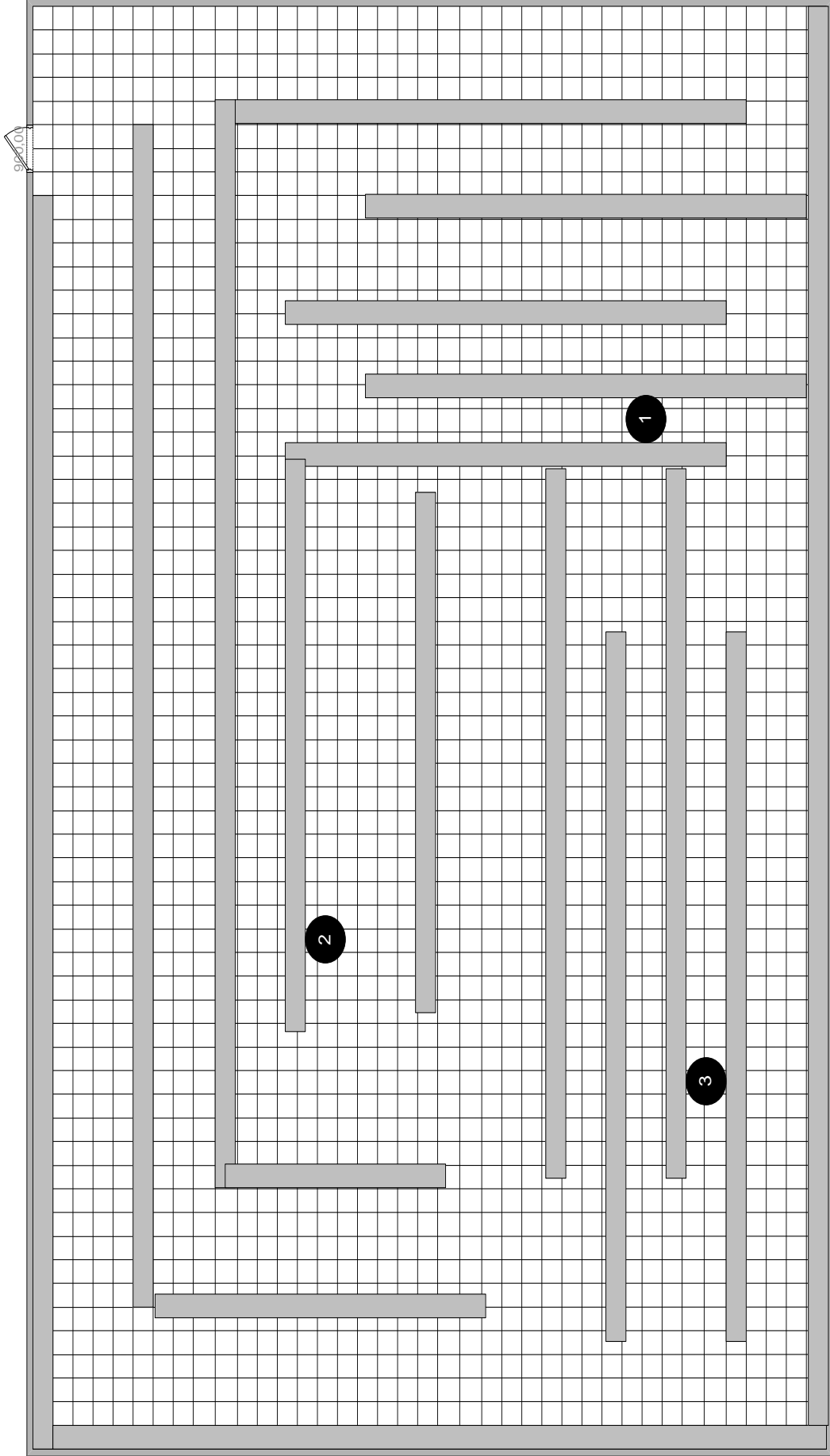
Масштаб 2кл=1 м

Схема 16



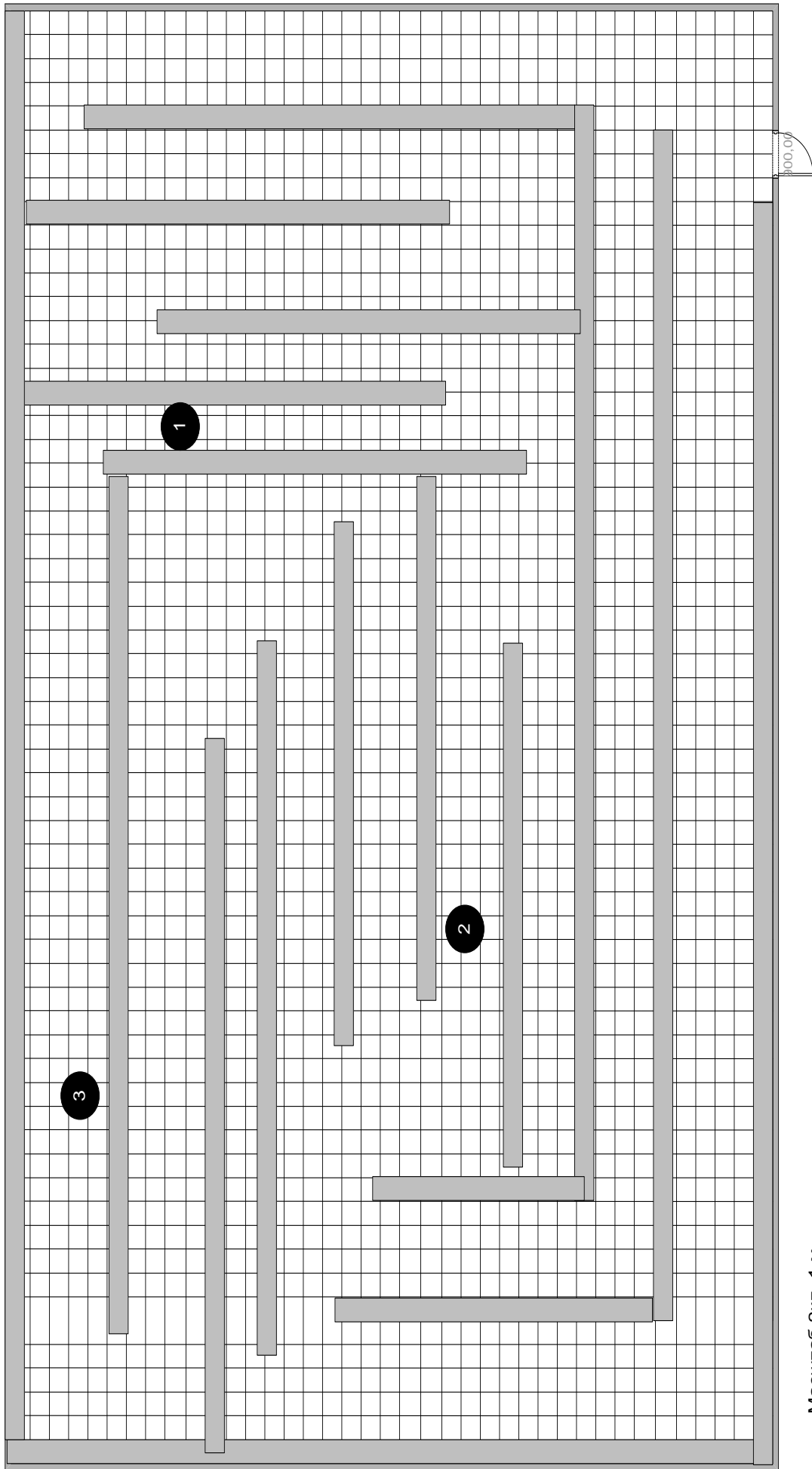
Масштаб 2кп=1 м

Схема 17



Масштаб 2кл=1 м

Схема 18



Масштаб 2кл=1 м

Схема 19

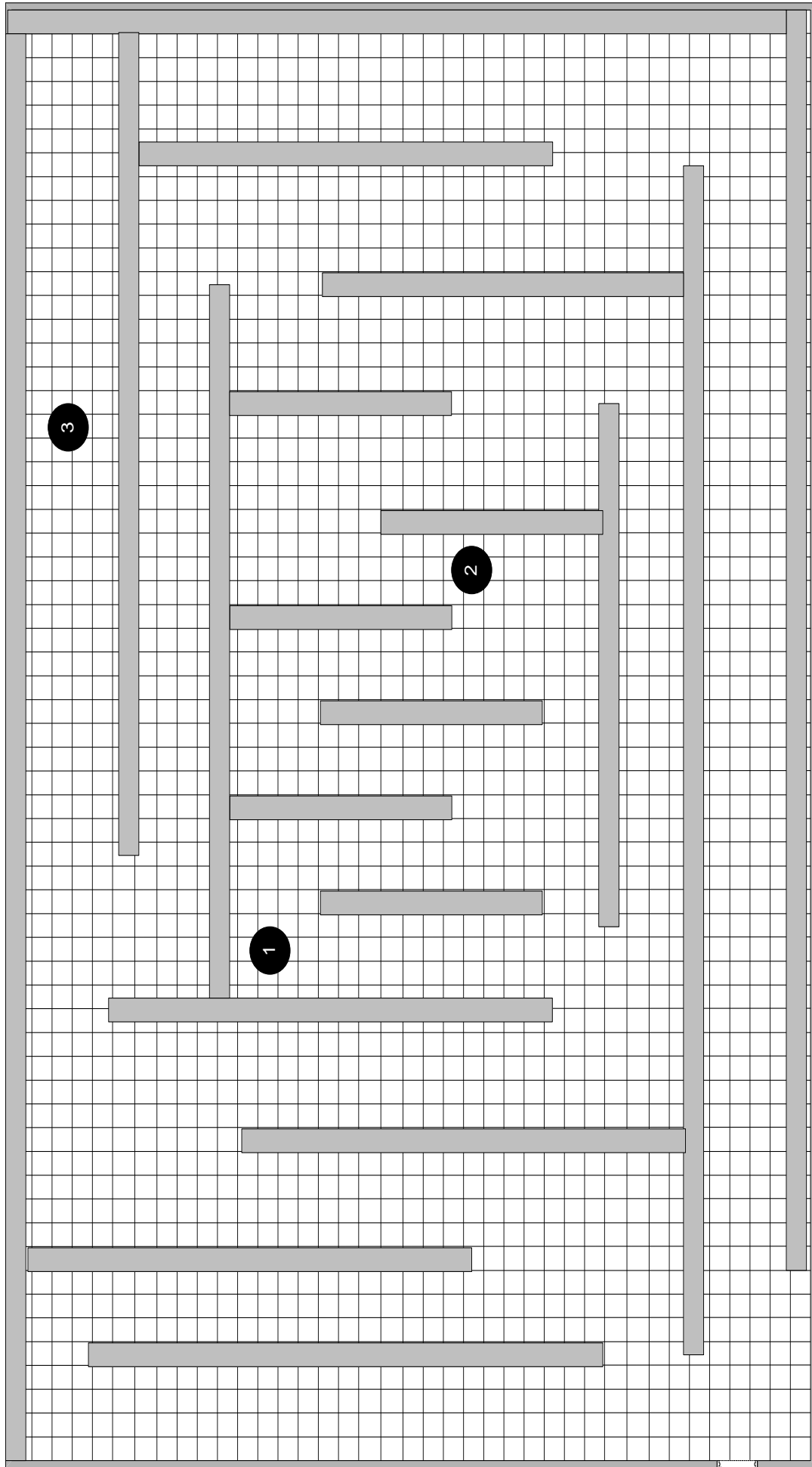
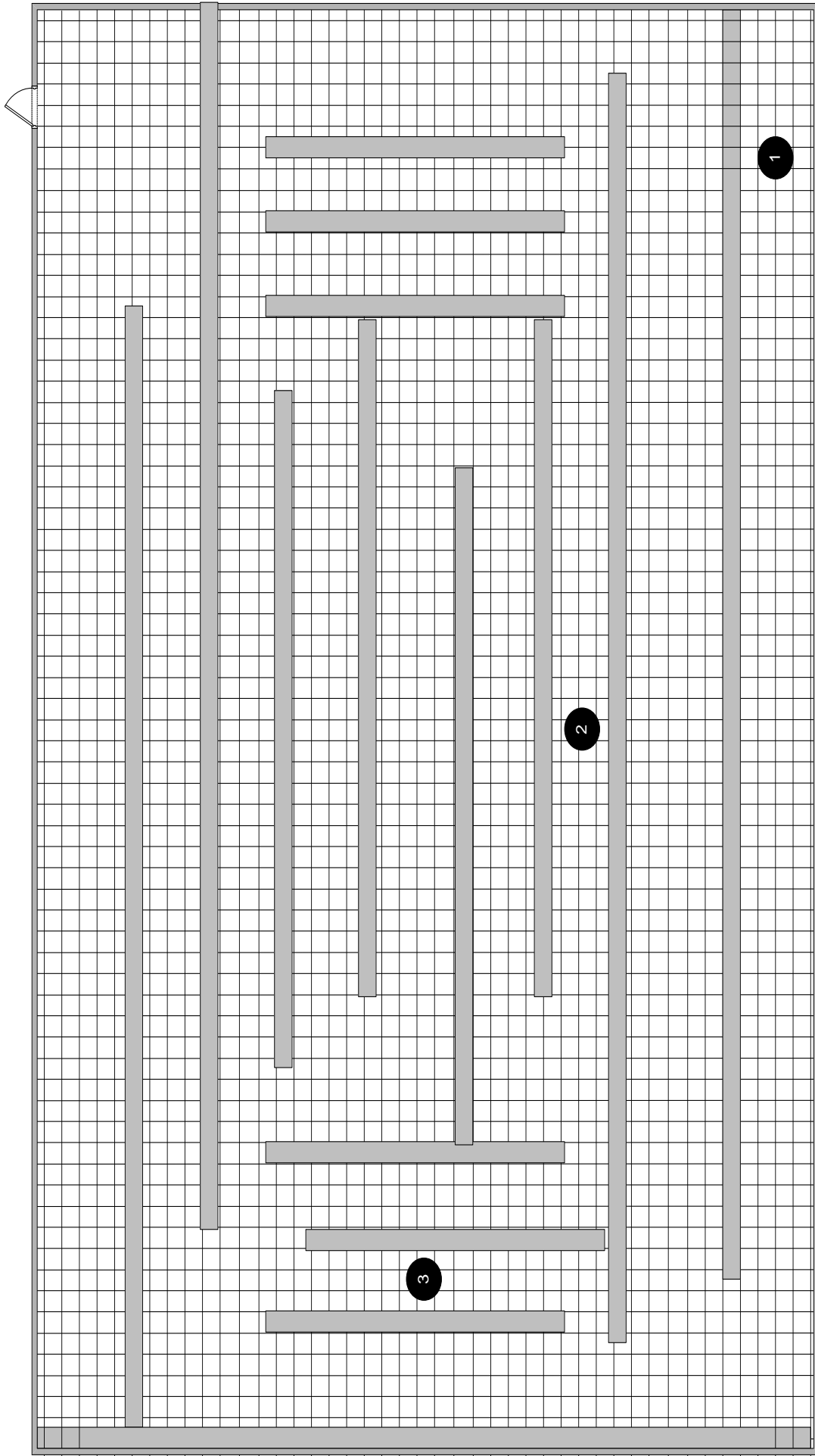


Схема 20



Масштаб 2кл=1 м

Пожарная опасность некоторых отделочных материалов

Вид	Горючесть	Воспламеняемость	Дымообразующая способность	Токсичность	Распространение пламени
Стекломагниево-панели	Г-1	В-1	Д-1	Т-1	РП-1
Гипсовиниловые панели	Г-1	В-2	Д-1	Т-1	РП-1
Панели ПВХ	Г-2	В-2	Д-3	Т-2	РП-2
Панели МДФ	Г-4	В-3	Д-2	Т-2	РП-3
Гипсокартон	Г-1	В-3	Д-1	Т-1	РП-1

Варианты задания по выбору типа пожарной нагрузки

Параметр	Единица	Измерения	Описание
Q_H		МДж/кг	Низшая теплота сгорания
v		м/с	Линейная скорость распространения пламени
$\Psi_{уд}$		кг/м ² с	Удельная массовая скорость выгорания
D_m		Нп м ² /кг	Дымообразующая способность
L_{O_2}		кг/кг	Потребление кислорода
L_{CO_2}		кг/кг	Выделение углекислого газа
L_{CO}		кг/кг	Выделение угарного газа
L_{HCl}		кг/кг	Выделение хлористого водорода

Приложение 9

Выбор типа пожарной нагрузки

Вар.	Пожарная пожара	Справочные данные									
		Q _н	V	Ψ _{уд}	D _м	L _{о2}	L _{со2}	L _{со}	L _{hcl}		
1	Здания I-II CO; мебель+бытовые изделия	13,8	0,0108	0,0145	270	1,03	0,203	0,0022	0,014		
2	Лекарств. препарат; этил. спирт+глицерин (0,95+0,05)	26,6	812,8	0,033	88,1	2,304	1,912	0,262	0		
3	Библиотеки, архивы; книги, журналы на стеллажах	14,5	0,0103	0,011	49,5	1,154	1,1087	0,0974	0		
4	Верхняя одежда; ворс, ткани (шерсть+нейлон)	23,3	0,0835	0,013	129	3,698	0,467	0,0145	0		
5	Резинотехн. изделия; резина, изделия из нее	36	0,0184	0,0112	850	2,99	0,416	0,015	0		
6	Выст. зал, мастерская; дерево+ткани+краски РХО (0,9+0,09+0,01)	14	0,0163	0,0152	53	1,218	1,423	0,023	0,0001		
7	Мебель; дерево+облицовка (0,9+0,1)	14,4	0,0154	0,0135	84,1	1,288	1,55	0,0367	0,0036		
8	Промтовары; текстильные изделия	16,7	0,0071	0,0244	60,6	2,56	0,879	0,0626	0		
9	Лиственные древесные стройматериалы; штабель	13,8	0,0585	0,014	53	1,15	1,57	0,024	0		
10	Тара: древесина+картон+полистирол (0,5+0,25+0,25)	20,71	0,01	0,018	155	1,52	0,97	0,094	0,0046		
При мер	Упаковка: бумага+ картон+поли (этилен+стирол) (0,4+0,3+0,15+0,15)	23,54	0,004	0,0132	172	1,7	0,679	0,112	0,0037		

Учебное издание

**Королев Денис Сергеевич
Выговтов Алексей Владимирович
Куприенко Павел Сергеевич
Однолько Андрей Андреевич**

**ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ
РЕШЕНИЯХ ЗДАНИЯ**

Учебно-методическое пособие

Подписано к изданию 10.06.2021._
Объем данных 2,0 Мб.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический
университет»
394026 Воронеж, Московский проспект, 14