

Общество с ограниченной ответственностью

«ИнвестПроект»

СРО «СТРОЙОБЪЕДИНЕНИЕ» №СРО-П-145-04032010

Заказчик – Унитарная некоммерческая организация «Фонд защиты прав граждан-участников долевого строительства Иркутской области» - в лице Общества с ограниченной ответственностью «Технический заказчик Фонда развития территорий», действующего от имени, по поручению и за счет унитарной некоммерческой организации «Иркутской областной фонд защиты прав граждан – участников долевого строительства»

**«ГРУППА ЖИЛЫХ ДОМОВ С НЕЖИЛЫМИ ПОМЕЩЕНИЯМИ НА УГЛУ
УЛИЦ БАЙКАЛЬСКОЙ И ДЫБОВСКОГО. 2-АЯ ОЧЕРЕДЬ
СТРОИТЕЛЬСТВА. БЛОКИ 4, 5.», РАСПОЛОЖЕННОМУ ПО АДРЕСУ:
ИРКУТСКАЯ ОБЛАСТЬ, Г.ИРКУТСК, ОКТЯБРЬСКИЙ РАЙОН, НА УГЛУ
УЛИЦ БАЙКАЛЬСКОЙ И ДЫБОВСКОГО**

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 3. «Архитектурные решения»

609-2022-АР

Том 3

Изм.	№ Док	Подп.	Дата

Общество с ограниченной ответственностью

«ИнвестПроект»

СРО «СТРОЙОБЪЕДИНЕНИЕ» №СРО-П-145-04032010

Заказчик – Унитарная некоммерческая организация «Фонд защиты прав граждан-участников долевого строительства Иркутской области» - в лице Общества с ограниченной ответственностью «Технический заказчик Фонда развития территорий», действующего от имени, по поручению и за счет унитарной некоммерческой организации «Иркутской областной фонд защиты прав граждан – участников долевого строительства»

**«ГРУППА ЖИЛЫХ ДОМОВ С НЕЖИЛЫМИ ПОМЕЩЕНИЯМИ НА
УГЛУ УЛИЦ БАЙКАЛЬСКОЙ И ДЫБОВСКОГО. 2-АЯ ОЧЕРЕДЬ
СТРОИТЕЛЬСТВА. БЛОКИ 4, 5.», РАСПОЛОЖЕННОМУ ПО АДРЕСУ:
ИРКУТСКАЯ ОБЛАСТЬ, Г.ИРКУТСК, ОКТЯБРЬСКИЙ РАЙОН, НА
УГЛУ УЛИЦ БАЙКАЛЬСКОЙ И ДЫБОВСКОГО**

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 3. «Архитектурные решения»

609-2022-АР

Том 3

Директор



20.07.2022

/ А.В. Шаньгин

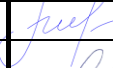
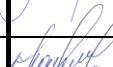

ГИП

20.07.2022

/ А.В. Шаньгин

Содержание тома

Обозначение	Наименование	Примечание
609-2022-АР-С	Содержание тома	3
609-2022-АР	Список исполнителей	5
609-2022-АР.ТЧ	Текстовая часть	6-20
609-2022-АР	Приложение 1. Теплотехнические расчёты	21-145
	<u>Графическая часть</u>	
609-2022-АР, лист 1	Общие данные	154
609-2022-АР, лист 2	Фасад «1-11»	155
609-2022-АР, лист 3	Фасад «11-1»	156
609-2022-АР, лист 4	Фасад «А-Ж» и «Ж-А»	157
609-2022-АР, лист 5	Колористические решения. Фасад «1-11»	158
609-2022-АР, лист 6	Колористические решения. Фасад «11-1»	159
609-2022-АР, лист 7	Колористические решения. Фасад «А-Ж» и «Ж-А»	160
609-2022-АР, лист 8	План подвала	161
609-2022-АР, лист 9	План 1-го этажа	162
609-2022-АР, лист 10	План 2-го этажа	163
609-2022-АР, лист 11	Экспликация помещений 2-го этажа	164
609-2022-АР, лист 12	План 3-5-го этажа	165
609-2022-АР, лист 13	Экспликация помещений 3-5-го этажа	166
609-2022-АР, лист 14	План 6-7-го этажа	167

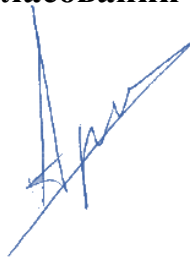
						609-2022-АР-С			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата				
Разраб.		Шабарова			07.22	Содержание тома	Стадия	Лист	Листов
							П	1	2
Н.контр.		Карелина			07.22		ООО «ИнвестПроект»		
ГИП		Шаньгин			07.22				

Обозначение	Наименование	Примечание
609-2022-АР, лист 15	Экспликация помещений 6-7-го этажа	168
609-2022-АР, лист 16	План 8-го этажа	169
609-2022-АР, лист 17	Экспликация помещений 8-го этажа	170
609-2022-АР, лист 18	План 9-го этажа	171
609-2022-АР, лист 19	Экспликация помещений 9-го этажа	172
609-2022-АР, лист 20	План чердака	173
609-2022-АР, лист 21	План кровли	174
609-2022-АР, лист 22	Разрез 1-1	175
609-2022-АР, лист 23	Ведомость элементов заполнения оконных проёмов. Ведомость витражей. Схем окон и витражей В-1, В-4	176
609-2022-АР, лист 24	Схемы витражей В-2, В-3, В-5, В-6	177
609-2022-АР, лист 25	Ведомость отделки помещений (начало)	178
609-2022-АР, лист 26	Ведомость отделки помещений (продолэение)	179
609-2022-АР, лист 27	Ведомость отделки (окончание)	180
609-2022-АР, лист 28	Экспликация полов	181
609-2022-АР, лист 29	Спецификация элементов заполнения дверных проёмов. Ведомость перегородок	182

						609-2022-АР-С	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док	Подп.	Дата		2

Список исполнителей, принимавших участие в разработке, контроле и согласовании текстового документа

Директор

/ А.В. Шаньгин
07.22

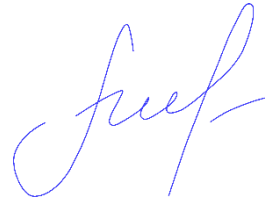
ГИП

/ А.В. Шаньгин
07.22

ГАП

/ Н.В. Чугаева
07.22

Инженер

/ Е.Н. Шабарова
07.22

Содержание текстовой части

Содержание текстовой части	6
1. Описание и обоснование внешнего и внутреннего вида объекта капитального строительства, его пространственной, планировочной и функциональной организации	7
2. Обоснование принятых объемно-пространственных и архитектурно-художественных решений, в том числе в части соблюдения предельных параметров разрешенного строительства объекта капитального строительства	12
2.1 Обоснование принятых архитектурных решений в части обеспечения соответствия зданий, строений и сооружений установленным требованиям энергетической эффективности.....	12
2.2 Перечень мероприятий по обеспечению соблюдения установленных требований энергетической эффективности к архитектурным решениям, влияющим на энергетическую эффективность зданий, строений и сооружений	14
3. Описание и обоснование использованных композиционных приемов при оформлении фасадов и интерьеров объекта капитального строительства	14
4. Описание решений по отделке помещений основного, вспомогательного, обслуживающего и технического назначения	15
5. Описание архитектурных решений, обеспечивающих естественное освещение помещений с постоянным пребыванием людей	17
6. Описание архитектурно-строительных мероприятий, обеспечивающих защиту помещений от шума, вибрации и другого воздействия	18
7. Описание решений по светоограждению объекта, обеспечивающих безопасность полета воздушных судов	19
8. Описание решений по декоративно-художественной и цветовой отделке интерьеров - для объектов непромышленного назначения	20
Приложение 1.	21
Ведомость нормативной и ссылочной документации	132
Таблица регистрации изменений	153

1. Описание и обоснование внешнего и внутреннего вида объекта капитального строительства, его пространственной, планировочной и функциональной организации

Решение о разработке проектной документации по объекту: «Группа жилых домов с нежилыми помещениями на углу улиц Байкальской и Дыбовского. 2-ая очередь строительства. Блоки 4, 5.», расположенного по адресу: Иркутская область, г. Иркутск, Октябрьский район, на углу улиц Байкальской и Дыбовского (земельный участок с кадастровым номером 38:36:000024:157) принято на основании договора подряда №32110933485 от 31.01.2022 между ООО «ИнвестПроект» и Унитарная некоммерческая организация «Фонд защиты прав граждан-участников долевого строительства Иркутской области» - в лице Общества с ограниченной ответственностью «Технический заказчик Фонда развития территорий», действующего от имени, по поручению и за счет унитарной некоммерческой организации «Иркутской областной фонд защиты прав граждан – участников долевого строительства», технического задания.

Проектная документация разработана по рабочему проекту "Группа жилых домов с нежилыми помещениями на углу улиц Байкальская и Дыбовского в Октябрьском районе г. Иркутска" (2-я очередь, блоки 4, 5), получившему положительное заключение Агентства Государственной экспертизы и ценообразования в строительстве Иркутской области № 97-37-6627.1/8.

Проектная документация выполнена в соответствии с требованиями Постановления Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. N 87 "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию" и действующими нормативными техническими требованиями, в том числе с приказом Росстандарта от 17.04.2019 № 832 «Об утверждении перечня документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Климатический район строительства - IV. Расчётная зимняя температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 не ниже минус 36°С.

Зона влажности – нормальная.

Проектной документацией предусмотрено строительство 9-этажного жилого дома секционного типа, выход из каждой квартиры предусмотрен в общий коридор, примыкающий к лестнично-лифтовому узлу, в доме имеется подвал, встроенно-пристроенные помещения офисного назначения и чердак.

Основные характеристики здания:

- уровень ответственности здания - нормальный;
- степень огнестойкости здания - II;
- класс функциональной пожарной опасности здания - Ф 1.3
- класс конструктивной пожарной опасности здания - С0.

Несущие конструкции здания – среднепролетная, перекрёстная система многослойных стен с внутренним слоем из монолитного железобетона и наружными стенами из кирпичной кладки.

Блок-секция №4 представляет собой 9-этажный многоквартирный жилой дом с подвалом, размерами в осях «1-11/В-Ж» 53,40x16,40 м. Высота подвала 3,0 м, высота 1-го этажа 3,6 м, высота жилых этажей 3,0 м.

Блок №5 представляет собой 1-этажное здание с подвалом, пристроенное в уровне 1-го этажа к блок-секции №4 с размерами в осях «1-11/А-В» 43,40x7,70 м. Высота подвала 3,0 м, высота этажа 2,75 м (от уровня чистого пола до низа перекрытия).

На основании п. 1.1 СНиП 35-01-2001 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения» доступ инвалидов и других маломобильных групп населения на этажи здания в соответствии с заданием на проектирование не предусмотрен.

Блок-секция №4

В здании предусмотрен подвальный этаж на отм. – 3,600 с устройством индивидуального теплового пункта (Д), вентиляционной камеры (Д) и двух электрощитовых (В4).

В подвале в осях «2-3/Д-Ж» предусмотрен встроенный в здание индивидуальный тепловой пункт с обособленным выходом наружу размером не менее 0,9х1,9 м (в свету).

Согласно требованиям п. 7.1.10 СНиП 31-01-2003 подвальный этаж разделён противопожарными перегородками 1-го типа по секциям.

Подвал не сообщается с надземными этажами и имеет обособленные выходы наружу через дверные проемы размером в свету не менее 0,8х1,9 м, что соответствует требованиям п. 6.13 СНиП 21-01-97* и п.7.2.13 СНиП 31-01-2003.

Для доступа в подвал предусмотрено две лестницы, согласно п. 6.30 СНиП 21-01-97 ширина ступеней принята не менее 250 мм, высота ступеней не более 220 мм, уклон лестниц не более 1:1.

Согласно п. 7.4.2 СНиП 31-01-2003 в каждом отсеке подвального этажа, выделенном противопожарными преградами, предусмотрено не менее двух окон размерами не менее 0,9х1,2 м с приемками. Свободная площадь указанных окон не менее 0,2% площади пола этих помещений. Размеры приемки позволяют осуществлять подачу огнетушащего вещества из пеногенератора и удаление дыма с помощью дымососа (расстояние от стены здания до границы приемки не менее 1,0 м).

Согласно п.9.10 СНиП 31-01-2003 в наружных стенах подвала предусмотрены продухи общей площадью не менее 1/400 площади пола подвала, равномерно расположенные по периметру наружных стен и закрытые решётками. Размеры продухов 0,6х0,4 м, площадь одного продуха 0,24 м².

Количество выходов из помещений и с этажей, ширина и длина коридоров, приняты с учетом противопожарных требований для обеспечения беспрепятственной эвакуации людей. Высота и ширина эвакуационных выходов в свету приняты не менее установленных СНиП 2.01.02-85. Ширина путей эвакуации в свету не менее 1 м, дверей не менее 0,8 м., высота эвакуационных выходов в свету в соответствии с требованиями п. 4.6 СНиП 2.01.02-85 не менее 2,0 м.

Согласно требованиям п. 7.1.12 СНиП 31-01-2003 помещения общественного назначения (офисы расположенные на 1-ом этаже на отм. -0,600) отделены от помещений жилой части здания (лестнично-лифтовой узел в уровне 1-го этажа на отм. 0,000) противопожарными перегородками 1-го типа и перекрытиями 3-го типа без проемов от 2-го этажа на отм. +3,000 (жилая часть).

Ширина марша лестницы спуска в подвал не менее 0,9 м, уклон не более 1:1,25 в соответствии с таб. 8.1 СНиП 31-01-2003.

Квартиры

Площадь квартир и количество жилых комнат приняты согласно техническому заданию на проектирование.

Высота жилых этажей (от уровня чистого пола до низа плиты перекрытия) – 2,7 м, что не противоречит п. 5.8 СНиП 31-01-2003.

На типовых этажах (2-7) размещено по пять квартир: две 3-комнатные и три 1-комнатные в каждом подъезде.

На 8-м этаже во втором подъезде в осях «1-6/В-Ж» расположено пять квартир, две 3-комнатные и три 1-комнатные; во первом подъезде в осях «6-11/В-Ж» расположено четыре

квартиры, одна 5-комнатная, одна 3-комнатная и две 1-комнатные.

На 9-м этаже расположено по 4 квартиры: одна 3-комнатная, две 1-комнатные и одна 5-комнатная в каждом подъезде.

Планировки квартир выполнены с учетом удобного функционального зонирования. Все комнаты в квартирах непроходные.

Во всех квартирах предусмотрены жилые комнаты, а также вспомогательные помещения: кухня, прихожая, уборная (или совмещенный санузел). Все балконы предусмотрены с металлическим ограждением высотой 1,2 м.

Каждая квартира, расположенная на высоте более 15 м, кроме эвакуационного имеет аварийный выход на балконе/лоджии.

Лестнично-лифтовой узел

Лестнично-лифтовой узел включает в себя лестницу типа Л-1 и грузопассажирский лифт грузоподъемностью 630 кг с размером кабины 2100x1200x2000 м. В качестве аварийных выходов из квартир, расположенных выше 5 этажа, используются люки размером не менее 0,6x0,8 м.

Число эвакуационных выходов и тип лестничной клетки приняты в соответствии с требованиями СНиП 21-01-97. Минимальное число лифтов и их грузоподъемность принято согласно СНиП 31-01-2003 Приложения Г с учетом этажности и суммарной площади квартир на этаже.

Входы в жилой дом оборудованы двойными тамбурами глубиной не менее 1,5 м согласно п. 9.19 и таб. 9.2 СНиП 31-01-2003. Для обеспечения безопасности жилого дома, при входе предусмотрен домофон.

На первом этаже предусмотрены места для установки почтовых ящиков, на высоте менее 2,2 м.

Ширина лестничных маршей согласно таблице 8.1 СНиП 31-01-2003 принят 1,05 м с уклоном 1:1,75. Ширина маршей принята расстоянием между ограждением и стеной.

Ширина проступи 300 мм, высота ступеней 150 мм. Все ступени лестницы одинаковые по форме в плане, по размерам ширины проступи и высоты подъема ступеней. Лестницы имеют поручни и ограждение высотой 1,2 м. Поручни перил лестниц непрерывны по всей ее высоте и выполнены в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51261-2017.

Лестничные клетки имеют световые проемы в наружных стенах в уровне каждого этажа, с площадью остекления не менее 1,2 м², с устройствами для открывания, расположенными на высоте не более 1,7 м. от уровня пола лестничной площадки.

Пассажирский лифт грузоподъемностью - 630 кг, скорость - 1,0 м/сек, 9 остановок (производства ООО «ЧЗСЭ «ЭЛЕКТРОСИЛА» или аналог), габаритные размеры кабины лифта 2100x1100x2100 (ШxГxВ) для возможности размещения в ней человека на носилках. Ширина дверного проема 1200x2000 мм. Конструкция лифта принята без машинного помещения.

Под лифт предусмотрена лифтовая шахта с приямок для подъемного механизма. Глубина лифтового холла принята не менее 1,5 м в соответствии с п. 4.9 СНиП 31-01-2003.

Блок-секция №5

Помещения общественного назначения имеют входы и эвакуационные выходы, изолированные от жилой части здания.

В соответствии с п. 7.1.15 СНиП 31-01-2003 несущие конструкции покрытия встроенно-пристроенной части блок-секции №5 имеют предел огнестойкости не менее R 45 и класс пожарной опасности К0. Уровень кровли в местах примыкания к стенам блок-секции №4 не превышает отметки пола 2-го этажа. В качестве теплоизоляции предусмотрен утеплитель из каменной ваты ТЕХНОРУФ (НГ).

В соответствии с п 4.16 СНиП 31-01-2003 на первом этаже 1 и 2 подъезда предусмотрена кладовая уборочного инвентаря, оборудованная раковинной и поддоном.

Наружные стены (несущие):

Наружные стены (блок-секция №4,5) самонесущие, выполнены в виде слоистой кладки с утеплением из негорючих плит из каменной ваты ТехноНИКОЛЬ "Техноблок Стандарт" (см. л. 10, графической части).

Наружные стены, залегающие ниже поверхности грунта, запроектированы в виде многослойной конструкции, состоящей из (изнутри наружу):

- железобетонные стены – 250, 280 мм;
- гидроизоляция - битумный праймер «Технониколь №01»;
- гидроизоляция - битумная мастика «Технониколь №24» в 2 слоя;
- мастика приклеивающая «Технониколь №27»;
- Пеноплэкс ГЕО - 100 мм (на 1 м от поверхности земли);
- ПВХ мембрана Planter Standard.

Наружные стены, ниже отм. 0,000 в местах устройства спусков в подвал запроектированы в виде многослойной конструкции, состоящей из (изнутри наружу):

- железобетонные стены – 250, 280 мм;
- утеплитель Техновент Стандарт – 100 мм;
- керамогранитная плитка на подсистеме с вентилируемым воздушным зазором.

Крепление плит теплоизоляционного слоя выполняется на анкера с тарельчатым дюбелем. Для создания прочного основания под декоративную штукатурку и снижения рисков образования трещин в процессе эксплуатации армирование базового слоя выполняется фасадной щелочестойкой сеткой.

Внутренние стены:

Внутренние стены 1-9 этажа (блок-секция №4) запроектированы железобетонными, толщиной 160 мм, с устройством армированной кирпичной кладкой с двух сторон, выполняющей роль несъемной опалубки.

Внутренние стены подвала запроектированы железобетонными, толщиной 160 мм.

Внутренние стены подвала отделяющие отапливаемые технические помещения от неотапливаемого пространства подвала предусмотрены с утеплением негорючими (НГ), гидрофобизированными плитами из минеральной ваты на основе горных пород базальтовой группы ТЕХНОНИКОЛЬ "ТЕХНО Т 150" (ТУ 5762-004-74182181-2014) с покрытием алюминиевой армированной фольгой (Г1), толщина утеплителя 50 мм.

Перегородки (не несущие):

Перегородки 2-9-го этажа (блок-секция №4) выполнены из полнотелого керамического кирпича, толщиной 120 мм.

Перегородки 1-го этажа (блок-секция №5) поэлементной сборки из листов ГВЛ (толщина 120 мм) на металлическом каркасе по серии 1.231.9-10 выпуск 8.

Внутренние стены подвала отделяющие технические помещения со стороны неотапливаемого подвала утеплены негорючими (НГ), гидрофобизированными плитами из минеральной ваты на основе горных пород базальтовой группы ТЕХНОНИКОЛЬ "ТЕХНО Т 150" (ТУ 5762-004-74182181-2014) с покрытием алюминиевой армированной фольгой (Г1), толщина утеплителя 50 мм.

Перекрытия:

Перекрытия запроектированы железобетонными, толщиной 200 мм.

Перекрытие над подвалом утеплено негорючими (НГ), гидрофобизированными плитами из минеральной ваты на основе горных пород базальтовой группы ТЕХНОНИКОЛЬ "ТЕХНО Т 150" (ТУ 5762-004-74182181-2014) с покрытием алюминиевой армированной фольгой (Г1), толщина утеплителя 100 мм.

Крыша:

Крыша блок-секции №4 плоская, с внутренним организованным водостоком. Выход на кровлю осуществляется через две лестничные клетки и чердак, возвышающиеся над уровнем кровли.

Для прохода к обслуживаемому оборудованию, расположенному на кровле предусмотрены ходовые дорожки. Для беспрепятственного отвода воды с кровли дорожки разделены и уложены с расстоянием между ними 100 мм.

Крыша блок-секции №5 плоская, с внутренним организованным водостоком.

По периметру кровли блок-секций №4, 5 предусмотрен парапет высотой не менее 1,2 м.

Состав плоской кровли (блок-секция №4):

- Балласт из гравия фр.20-40 - 60;
- Дренажная мембрана PLANTER GEO - 1 слой;
- Экструзионный пенополистирол ТехноНиколь XSP Carbon PROF – 250;
- Техноэласт ЭПП - 2 слоя;
- Праймер битумный ТехноНиколь №01 - 1 слой;
- Армированная цементно-песчаная стяжка М200 – 50;
- Уклонообразующий слой из керамзитного гравия фр.10-20 - 30-160;
- Пароизоляционная мембрана ISOBOX D LITE – 1 слой;
- Ж/б плиты покрытия – 200.

Состав плоской кровли лестнично-лифтового узла (блок-секция №4):

- Балласт из гравия фр.20-40 - 60;
- Дренажная мембрана PLANTER GEO - 1 слой;
- Экструзионный пенополистирол ТехноНиколь XSP Carbon PROF – 200;
- Техноэласт ЭПП - 2 слоя;
- Праймер битумный ТехноНиколь №01 - 1 слой;
- Армированная цементно-песчаная стяжка М200 – 50;
- Уклонообразующий слой из керамзитного гравия фр.10-20 - 30-160;
- Пароизоляционная мембрана ISOBOX D LITE – 1 слой;
- Ж/б плиты покрытия – 200.

Состав плоской кровли чердака (блок-секция №4):

- Балласт из гравия фр.20-40 - 60;
- Дренажная мембрана PLANTER GEO - 1 слой;
- Техноэласт ЭПП - 2 слоя;
- Праймер битумный ТехноНиколь №01 - 1 слой;
- Армированная цементно-песчаная стяжка М200 – 50;
- Уклонообразующий слой из керамзитного гравия фр.10-20 - 30-160;
- Ж/б плиты покрытия – 200.

Состав плоской кровли (блок-секция №5):

- ТехноНиколь Техноэласт К ЭКП – 1 слой;
- ТехноНиколь Техноэласт П ХПП – 1 слой;
- Праймер битумный ТехноНиколь №01;
- Цементно-песчаная стяжка - 40;
- Разуклонка из керамзитового гравия фр. 20-40 – 30-230;
- Пергамин – 1 слой;

- Утеплитель Технониколь ТЕХНОРУФ ПРОФ - 200;
- Пароизоляция Технониколь Техноэласт Альфа;
- Ж/б плиты покрытия – 200.

Над всеми входами и эвакуационными выходами предусмотрены козырьки.

Отмостка:

По периметру здания устроена отмостка для отведения воды от конструкций фундамента. Ширина отмостки – 1000 мм, уклон 2% от здания.

Крыльца

Перед наружными дверями (эвакуационными выходами) предусмотрены горизонтальные входные площадки с глубиной не менее 1,5 ширины полотна наружной двери.

Крыльца монолитные железобетонные. Во избежание скольжения в зимнее время, в качестве покрытия крылец предусмотрена керамогранитная плитка с шероховатой поверхностью.

Спуски в подвал

Ступени монолитные железобетонные. Во избежание скольжения в зимнее время, в качестве покрытия крылец предусмотрена керамогранитная плитка с шероховатой поверхностью.

Стенки спусков в подвал предусмотрены железобетонные 250 мм, армированные, со стороны грунта покрыты битумной мастикой ТЕХНОНИКОЛЬ №21 по битумному праймеру ТЕХНОНИКОЛЬ №1.

Стенки спусков в подвал выше уровня земли, состоят из:

- акриловая латексная краска MF Proline 8050 Design Flat Base;
- штукатурка цементная KrasLand Фасад;
- грунтовка глубокого проникновения Ceresit СТ17 PRO;
- железобетонная стена - 250 мм;
- клей Ceresit CM 11;
- керамогранитная плитка.

2. Обоснование принятых объемно-пространственных и архитектурно-художественных решений, в том числе в части соблюдения предельных параметров разрешенного строительства объекта капитального строительства

Проектом предусмотрено максимальное использование полезной площади участка за счёт компактного размещения всех элементов на территории. Данное решение является оптимальным с экономической и пространственно-архитектурной точки зрения.

2.1 Обоснование принятых архитектурных решений в части обеспечения соответствия зданий, строений и сооружений установленным требованиям энергетической эффективности

Теплозащитная оболочка здания отвечает следующим требованиям (согласно СП 50.13330.2016):

а) приведенное сопротивление теплопередаче отдельных ограждающих конструкций не меньше нормируемых значений (поэлементные требования);

б) удельная теплозащитная характеристика здания не больше нормируемого значения (комплексное требование);

в) температура на внутренних поверхностях ограждающих конструкций не ниже минимально допустимых значений (санитарно-гигиеническое требование).

Таблица 2.1.1

Мероприятие	Описание	Требования
1. Снижение потерь тепла через стены	Наружные стены (блок-секция №4,5) колодезного типа с эффективным утеплителем – пенополистирольными плитами марки 35 по ГОСТ 15588-2014	Обеспечение поэлементных требований
2. Снижение потерь тепла через покрытия	В качестве утеплителя плоской кровли блок-секции №4 предусмотрен экструзионный пенополистирол ТехноНиколь XSP Carbon PROF толщиной 250 мм; В качестве утеплителя плоской кровли блок-секции №5 предусмотрен утеплитель ТехноНиколь ТЕХНОРУФ ПРОФ толщиной 200 мм	Обеспечение поэлементных требований
3. Снижение потерь тепла через окна	Проектом приняты окна с двухкамерным стеклопакетом с теплоотражающим покрытием (4M1-12Ar-4M1-12 Ar -K4), в трехкамерном ПВХ-профиле согласно Таблице 2 ГОСТ 30674-99, с приведенным сопротивлением теплопередаче 0,67 м ² ·°С/Вт и открывающимися створками в двух плоскостях. Цвет оконных блоков - белый	Обеспечение поэлементных требований
4. Снижение потерь тепла через дверные проемы	В целях снижения потерь тепла через дверные проёмы, наружные двери приняты утеплённые с уплотнением в притворах	Обеспечение поэлементных требований
5. Сокращение расхода тепловой энергии у потребителей	В целях обеспечения эффективного использования топливно-энергетических ресурсов в проекте заложены энергосберегающие технологии, основанные на автоматизации теплопотребления.	Комплексные требования

6. Снижение расхода энергоресурсов	<p>Для снижения расхода энергоресурсов проектом предусматривается применение автоматизированной системы управления технологическим процессом, которая обеспечивает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - контроль всех параметров технологического процесса; - поддержание оптимального технологического режима; - подбор оборудования выполнен в соответствии с технологическими нуждами, что предотвращает перерасход электроэнергии. <p>Снижение технических потерь электроэнергии, повышение пропускной способности и надежности работы электрических сетей достигается применением:</p> <ul style="list-style-type: none"> - регулируемых приводов технологического оборудования; - в системах питания распределительных щитов и щитов управления автоматического переключения питания для обеспечения непрерывного течения технологических процессов. 	Комплексные требования
7. Поддержание оптимальной температуры на внутренних поверхностях ограждающих конструкций	<p>Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции в зоне теплопроводных включений, в углах и оконных откосах, не ниже точки росы внутреннего воздуха при расчетной температуре наружного воздуха минус 36°C.</p> <p>Относительная влажность внутреннего воздуха для определения точки росы 45%</p>	Санитарно-гигиеническое требование

2.2 Перечень мероприятий по обеспечению соблюдения установленных требований энергетической эффективности к архитектурным решениям, влияющим на энергетическую эффективность зданий, строений и сооружений

Расчет значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций приведен в Приложении 1.

Естественное освещение обеспечивается широким применением эффективных оконных блоков.

3. Описание и обоснование использованных композиционных приемов при оформлении фасадов и интерьеров объекта капитального строительства

Композиция внутреннего пространства исходит из соответствия форм, размеров и взаиморасположения помещений функциональному процессу и требованиям художественного единства. В соответствии с назначением здания его внутреннее пространство разграничено глухими вертикальными (стены, перегородки) и горизонтальными (перекрытия) преградами на отдельные замкнутые пространства.

Композиционные средства

Архитектура здания выполнена нейтрально по отношению к окружающей застройке и основана на четком функциональном зонировании внутреннего пространства.

Акцентами в композиции здания стали:

- витражное остекление балконов/лоджий;
- пристроенная часть блок-секции №5 с витражным остеклением;
- выступающий над кровлей объём лестничных клеток и чердака;
- фриз по периметру кровли;
- фриз по периметру кровли пристроенной части блок-секции №5.

Наружная отделка фасадов

Наружная отделка здания принята с учётом долговечности при эксплуатации и эстетической привлекательности.

В наружной отделке фасадов применены следующие материалы и конструкции, которые предназначены не только для декоративного оформления здания, но и в том, чтобы предохранить основные конструкции от преждевременного износа под влиянием атмосферных условий:

- облицовка стен выше отм. 0,000 – облицовка кирпичом, штукатурный фасад;
- облицовка стен ниже отм. 0,000 – керамогранитная плитка;
- спуски в подвал – керамогранитная плитка;
- крыльца - с покрытием из керамогранитной плитки;
- витражное остекление - алюминиевое заполненное ударопрочным стеклом;
- оконные отливы из оцинкованной листовой стали по ГОСТ 19903-2015;
- наружные двери спусков в подвал - металлические, утеплённые, с уплотнением в притворах;
- ограждение крылец - нержавеющей сталь;

Композиционное и цветовое решения фасадов здания обусловлены его функциональным назначением.

Цветовые решения отделки фасадов см. в графической части раздела 609-2022-АР.

Колера взяты по каталогу цветов "RAL CLASSIC".

4. Описание решений по отделке помещений основного, вспомогательного, обслуживающего и технического назначения

Основными документами (нормативные, методические и другие издания по строительству) для принятия решений по отделке помещений основного, вспомогательного и технического назначения объекта, приняты:

1. СНиП 31-05-2003 «Общественные здания административного назначения»;
2. СНиП 2.08.02-89 «Общественные здания и сооружения»;
3. СНиП 2.01.02-85 «Противопожарные нормы»;
4. СНиП 31-01-2003 «Здания жилые многоквартирные»

Основные требования к отделке помещений:

- применение отделочных материалов, безвредных для здоровья людей;
- полы помещений гладкие, нескользкие, без щелей и дефектов, плинтусы - плотно прилегают к стенам и полу;

Область применения декоративно-отделочных, облицовочных материалов и покрытий полов на путях эвакуации, в соответствии с таблицей 28 приложения к ФЗ №123 от 22.07.2008г. (ред. от 30.04.2021):

1. Группа пожарной опасности материала, не более указанного для стен и потолков (в скобках указан класс пожарной опасности строительных материалов):

- лестничные клетки, лифтовые холлы – КМ2 (Г1, В2, Д2, Т2, РП1);
- общие коридоры – КМ3 (Г2, В2, Д3, Т2, РП2).

2. Группа пожарной опасности материала, не более указанного для покрытия полов:

- лестничные клетки, лифтовые холлы - КМ3 (Г2, В2, Д3, Т2, РП2);
- общие коридоры – КМ4 (Г3, В2, Д3, Т3, РП2).

Стены и перегородки:

В санитарно-гигиенических помещениях 1-го этажа, КУИ предусмотрена облицовка стен керамической плиткой на высоту **1,5 м**, для проведения влажной обработки с применением моющих и дезинфекционных средств.

Тамбуры – керамогранитная плитка;

Лестничные клетки - керамогранитная плитка;

Офисные помещения – штукатурка, шпатлёвка;

Квартиры (комната, кухня, коридор, туалет, ванная, санузел, кладовая) – армированная цементная штукатурка толщиной 30 мм по кирпичным перегородкам.

Потолки:

Тамбуры – краска;

Лестничные клетки (в уровне этажа, 1-9эт.) – подвесной потолок «Грильято»);

Лестничные клетки (низ маршей) – краска;

Офисные помещения – отделка не предусматривается;

Квартиры (комната, кухня, коридор, туалет, ванная, санузел, кладовая) – отделка не предусматривается.

Полы:

Полы выполнять после всех строительно-монтажных работ, после прокладки коммуникаций.

В местах общего пользования полы устойчивы к механическому воздействию.

Заделка щелей примыкания сантехнических приборов к полу и стенам, а также обработка углов, облицованных керамической плиткой, производится с применением этих же стыковочных элементов. Плитка в таких помещениях укладывается на влагостойкий клей. Швы между плитками затираются влагостойким материалом.

В помещениях с трапом предусматривается уклон полов в сторону трапов.

Для стока воды в технических помещениях подвала полы предусмотрены с уклоном не менее 1% в сторону водосборного приемка. Приемок перекрыт съемной решеткой.

Места общего пользования (тамбур, лестнично-лифтовой узел, коридоры), офисные помещения – керамогранитная плитка;

Квартиры (комната, кухня, коридор, туалет, ванная, санузел, кладовая) – цементно-песчаная стяжка;

Офисные помещения – отделка не предусматривается;

Технические помещения (ИТП, электрощитовая, вентиляционная камера) – керамогранитная плитка. Для предотвращения проникновения повышенного шума от оборудования под элементы систем (вентиляторы, кондиционеры, насосы и др.) предусмотрены вибродемпфирующие основания.

Двери:

Двери размещенные на путях эвакуации предусмотрены с устройством доводчиков обеспечивают беспрепятственность движения и возможность свободного открывания дверей, усилие открывания не превышает 50 Нм.

Дверные проемы в местах общего пользования не имеют порогов и перепадов высот пола. В качестве дверных запоров на путях эвакуации предусмотрены ручки нажимного действия.

Двери технических помещений оборудованы самозакрывающимся замком, отпираемым без ключа с внутренней стороны помещения.

Наружные двери основных входов в жилой дом – алюминиевые.

Наружные витражи, запроектированы из алюминиевого профиля по ГОСТ 32997-2014 производства «СИАЛ». Для заполнения светопрозрачной части витражных ограждений применяется стекло листовое по ГОСТ 32997-2014 окрашенное в массу, цвет - серый. Наружные двери спусков в подвал – металлические, глухие, утепленные.

Входные двери в квартиру - стальные

Противопожарные двери – металлические, сертифицированные с нормативным пределом огнестойкости EI 30, с устройством для самозакрывания и уплотнением в притворах.

Ведомость элементов заполнения дверных проёмов см. лист 29 графической части 609-2022-АР.

Окна:

Отношение площади световых проемов к площади пола жилых помещений и кухни не более 1:5,5 и не менее 1:8 что не противоречит п. 9.13 СНиП 31-01-2003.

Проектом приняты окна с двухкамерным стеклопакетом с теплоотражающим покрытием (4М1-12Аг-4М1-12 Аг -К4), в трехкамерном ПВХ-профиле согласно Таблице 2 ГОСТ 30674-99, с приведенным сопротивлением теплопередаче 0,67 м²·°С/Вт и открывающимися створками в двух плоскостях. Цвет оконных блоков - белый.

Установку оконных блоков производить с применением сертифицированных силиконовых мастик. Заполнение зазоров в примыканиях окон к конструкциям наружных стен запроектировано с применением вспенивающихся сертифицированных синтетических материалов с номенклатурой показателей по ГОСТ 4.224-83.

Подоконные доски – из ПВХ профиля по ГОСТ 30673-2013, с торцевыми заглушками.

Оконные отливы из оцинкованной листовой стали по ГОСТ 19903-2015, окраска в заводских условиях.

Окна оборудованы откидными створками с рычажными приборами, позволяющими размещать фурнитуру на доступном расстоянии. Открывающиеся створки функционируют в любое время года.

Ведомость элементов заполнения оконных проёмов, спецификацию витражей и схемы окон см. в графической части 609-2022-АР.

5. Описание архитектурных решений, обеспечивающих естественное освещение помещений с постоянным пребыванием людей

Основными документами (нормативные, методические документы и другие издания по строительству) для принятия архитектурных решений, обеспечивающих естественное освещение помещений с постоянным пребыванием людей приняты:

1. СНиП 31-01-2003 «Здания жилые многоквартирные»;
2. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий»;

3. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01 «Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий».

Расположение здания и квартир относительно сторон света позволяет обеспечить нормативную инсоляцию всех квартир не менее 2,5 часов в день.

6. Описание архитектурно-строительных мероприятий, обеспечивающих защиту помещений от шума, вибрации и другого воздействия

Защита от шума

Основными документами (нормативные, методические документы и другие издания по строительству) для принятия архитектурных решений, обеспечивающие комфортные параметры акустической среды и защиты от вибрации здания и территории приняты:

1. СНиП 31-01-2003 «Здания жилые многоквартирные»;
2. СП 51.13330.2011 «Защита от шума»;
3. СП 23-103-2003 «Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий»;

Защита различных по назначению помещений от шума обеспечивается соответствующим подбором конструкций перекрытий, перегородок, стен обеспечивающим необходимый уровень звукоизоляции.

Защита от шума строительно-акустическими методами обеспечено:

1. В помещениях здания:
 - рациональными объемно-планировочными и конструктивными мероприятиями, повышающими надежность звукоизоляции и снижение воздействий структурного шума и шума инженерного оборудования;
 - возникающие в процессе строительства щели и трещины после их расчистки немедленно устраняются конструктивными мерами и заделкой герметиками на всю глубину; отверстия в узлах прохода инженерных коммуникаций герметично заделываются согласно предусмотренным в соответствующих разделах проекта инженерным решениям;
 - предусмотренные проектом светопрозрачные ограждения имеют достаточное количество слоев остекления, толщину стекол, ширину воздушных прослоек между ними и качество уплотнения притворов обеспечивают допустимый уровень проникающего в помещения транспортного шума.
2. На территории застройки:
 - рациональным расположением объекта;
 - рациональным расположением зеленых насаждений.
3. Мероприятия по снижению шума от источников шума:
 - герметичная заделка стыков, узлов, элементов ограждающих конструкций, связанных с инженерным оборудованием в соответствующих разделах проекта;
 - в системе отопления и вентиляции основным источником шума является система вентиляции. Снижение нагрузки на систему вентиляции предусмотрено за счёт обеспечения возможности естественного проветривания помещений, бесшумной работы систем водяного отопления здания;
 - помещения с постоянным пребыванием людей не примыкают к помещениям с постоянными источниками шума.

В соответствии с Актом об установлении приаэродромной территории аэродрома Иркутск п. 4.7 ожидаемые уровни проникающего шума в помещениях с нормируемыми уровнями шума не превышают нормируемых по СП 51.13330.2011.

Тепловая защита

Проектом предусмотрена тепловая защита, обеспечивающая теплоустойчивость ограждающих конструкций в летнее время и теплоустойчивости помещений в холодный период года.

Основными документами (нормативные, методические документы и другие издания по строительству) для принятия решений по выбору наружных ограждающих конструкций, обеспечивающих необходимую теплозащиту помещений приняты:

- СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий»;
- СНиП 23-01-99* «Строительная климатология»;

С целью сохранения при эксплуатации физико-механических и теплотехнических свойств утеплителя предусматривается тщательная заделка теплоизоляционных слоёв от затекания воды по периметру оконных, дверных и др. проёмов. В уровне обреза, карнизов выполнены сливы, защитные козырьки.

При проектировании здания в первую очередь решались теплотехнические задачи:

- обеспечение необходимой теплозащитной способности наружных ограждений;
- обеспечение на внутренней поверхности ограждения температур, незначительно отличающихся от температуры воздуха в помещении, во избежание выпадения на этой поверхности конденсата;
- обеспечение теплоустойчивости ограждения;
- создание осушающего влажностного режима наружных ограждений в процессе эксплуатации;
- ограничение воздухопроницаемости наружных ограждений.

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций производится для отапливаемых помещений на зимние условия, когда тепловой поток направлен из помещений в наружную среду. Наружное ограждение рассчитывается как плоская стена, разделяющая воздушные среды с различной температурой и влажностью, ограниченная параллельными поверхностями, и перпендикулярная тепловому потоку.

Полный расчет значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций приведен в Приложении 1.

Световое, ультрафиолетовое и тепловое (радиационное) облучение

Здание, помещения и территория облучаются прямыми солнечными лучами, оказывая световое, ультрафиолетовое и тепловое (радиационное) воздействие. Световое и ультрафиолетовое облучение оказывает укрепляющее психофизиологическое воздействие на человека и бактерицидное на микроорганизмы во внутреннем пространстве зданий, оздоравливая его.

7. Описание решений по светоограждению объекта, обеспечивающих безопасность полета воздушных судов

На кровле жилого дома предусматривается установка огней светового ограждения. Световое ограждение включается для работы на период темного времени суток (от захода до восхода солнца), а также на период светлого времени суток при плохой и ухудшенной видимости (туман, дымка, снегопад, дождь и т. п.). Проектные решения по установке оборудования светового ограждения см. 609-2022-ИОС1.1.

8. Описание решений по декоративно-художественной и цветовой отделке интерьеров - для объектов непроизводственного назначения

Основными документами (нормативные, методические документы и другие издания по строительству) для принятия решений по декоративно-художественной и цветовой отделке интерьеров приняты:

1. СНиП 31-01-2003 «Здания жилые многоквартирные»;
2. СНиП 2.08.02-89* «Общественные здания и сооружения.

Стены помещений (офисов, МОП) гладкие и имеют отделку, допускающую уборку влажным способом.

Финишная отделка квартир не предусматривается.

Все строительные и отделочные материалы безвредны для здоровья человека и имеют документы, подтверждающие их происхождение, качество и безопасность.

Приложение 1.

Теплотехнические расчёты

1.1 Теплотехнический расчёт покрытия блок-секции №5

Исходные данные

Вид конструкции: Покрытие - Плоская кровля (железобетон)

Территория: Иркутск, Иркутская область

t_{ext} Расчетная температура наружного воздуха: (наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92)	-36 °C
t_{ht} Расчетная средняя температура отопительного периода: (со среднесуточной $t \leq 8$ °C)	-8.5 °C
z_{ht} Продолжительность отопительного периода: (со среднесуточной $t \leq 8$ °C)	240 сут
Зона влажности:	сухая

Назначение здания и помещения

Здание: Общественные здания, кроме перечисленных,

Название объекта: Офисные помещения

Помещение: Категория За

Помещения категории За: помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении сидя, без уличной одежды.

α_{int} - Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности: (по СНиП 23-02-2003, т.7)	8.7
Нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции: (по СНиП 23-02-2003, т.5)	4 °C
α_{ext} - Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности:	23
t_{int} - Температура пребывания: (по ГОСТ 30494-96)	20 °C
ϕ - Относительная влажность воздуха: (по ГОСТ 30494-96, СНиП 23.01-99, т.1)	не более 45 %
Влажностный режим помещения: (СНиП 23-02-2003 т.1)	сухой
Условия эксплуатации ограждающих конструкций: (СНиП 23-02-2003 т.2)	A
Коэффициент однородности конструкции g : (СП 23-101-2004)	0.8
Коэффициент зависимости положения ограждающей конструкции n : (по СНиП 23-02-2003)	1

Структура конструкции

№	Слой	Толщина, мм	Примечание
1	Железобетонная плита перекрытия	200	$\lambda = 1.92 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ $\mu = 0.03 \text{ мг / м}^2\cdot\text{Па}$
2	Цементно-песчаная стяжка	20	$\lambda = 0.76 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ $\mu = 0.09 \text{ мг / м}^2\cdot\text{Па}$
3	Пароизоляция - Техноэласт АЛЬФА	4	$\lambda = 0.3 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ $\mu = 0.00005 \text{ мг / м}^2\cdot\text{Па}$
4	ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЙ СЛОЙ ТЕХНОРУФ Н Проф	200	$\lambda = 0.041 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ $\mu = 0.3 \text{ мг / м}^2\cdot\text{Па}$
5	Пергамин	1	$\lambda = 0.17 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ $\mu = 0.00136 \text{ мг / м}^2\cdot\text{Па}$
6	Разуклонка из керамзитового гравия 30-200	30	$\lambda = 0.17 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ $\mu = 0.23 \text{ мг / м}^2\cdot\text{Па}$
7	Цементно-песчаная стяжка	40	$\lambda = 0.76 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ $\mu = 0.09 \text{ мг / м}^2\cdot\text{Па}$
8	Грунтовка - Праймер битумный ТЕХНОНИКОЛЬ №01	1	$\lambda = 0.17 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ $\mu = 0.008 \text{ мг / м}^2\cdot\text{Па}$
9	Техноэласт П ХПП	3	$\lambda = 0.17 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ $\mu = 0.008 \text{ мг / м}^2\cdot\text{Па}$
10	Техноэласт К ЭКП	4.2	$\lambda = 0.17 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ $\mu = 0.008 \text{ мг / м}^2\cdot\text{Па}$

Градусо-сутки отопительного периода:

(СНиП 23-02-2003 ф.2)

$$ГСОП = (t_{int} - t_{nt}) \times z_{nt} = (20 - 8.5) \times 240 = 6840 \frac{^\circ\text{C} \times \text{сут}}{\text{год}}$$

Нормируемое сопротивление теплопередаче:

(СНиП 23-02-2003)

$$R_{г\text{ норм}} = (a \times ГСОП + b) \times n = (0.0004 \times 6840 + 1.6) \times 1 = 4.336 \frac{\text{м}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

Расчёт термических сопротивлений

Железобетонная плита перекрытия, однородный слой, $\delta=200$ мм, $\lambda=1.92$ Вт/(м °С)

Термическое сопротивление:

$$R_1 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{200 \times 10^{-3}}{1.92} = 0.104 \frac{\text{м}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

Цементно-песчаная стяжка, однородный слой, $\delta=20$ мм, $\lambda=0.76$ Вт/(м °С)

Термическое сопротивление:

$$R_2 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{20 \times 10^{-3}}{0.176} = 0.026 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Пергамин, однородный слой, $\delta=1$ мм, $\lambda=0.17$ Вт/(м °С)

Термическое сопротивление:

$$R_3 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{1 \times 10^{-3}}{0.17} = 0.006 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Разуклонка из керамзитового гравия 30-200, однородный слой, $\delta=30$ мм, $\lambda=0.17$ Вт/(м °С)

Термическое сопротивление:

$$R_4 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{30 \times 10^{-3}}{0.17} = 0.176 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Цементно-песчаная стяжка, однородный слой, $\delta=40$ мм, $\lambda=0.76$ Вт/(м °С)

Термическое сопротивление:

$$R_5 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{40 \times 10^{-3}}{0.76} = 0.053 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Грунтовка - Праймер битумный ТЕХНИКОЛЬ №01, однородный слой, $\delta=1$ мм, $\lambda=0.17$ Вт/(м °С)

Термическое сопротивление:

$$R_6 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{1 \times 10^{-3}}{0.17} = 0.006 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Техноэласт П ХПП, однородный слой, $\delta=3$ мм, $\lambda=0.17$ Вт/(м °С)

Термическое сопротивление:

$$R_7 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{3 \times 10^{-3}}{0.17} = 0.018 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Техноэласт К ЭКП, однородный слой, $\delta=4.2$ мм, $\lambda=0.17$ Вт/(м °С)

Термическое сопротивление:

$$R_8 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{4.2 \times 10^{-3}}{0.17} = 0.025 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Расчёт ориентировочного термического сопротивления утеплителя

$$R_{\text{ут}} = \frac{R_{\text{норм}}}{\gamma} - R_1 - R_2 - R_3 - R_4 - R_5 - R_6 - R_7 - R_8 \cdot \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} - \frac{1}{\alpha_{\text{ext}}} =$$

$$\frac{4.336}{0.8} - 0.104 - 0.026 - 0.006 - 0.176 - 0.053 - 0.006 - 0.018 - 0.025 \cdot \frac{1}{8.7} - \frac{1}{23} = 4.848 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Расчёт ориентировочной толщины слоя утеплителя из условия:

Термическое сопротивление:

$$R_2 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{20 \times 10^{-3}}{0.76} = 0.026 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Пергамин, однородный слой, $\delta=1$ мм, $\lambda=0.17$ Вт/(м °С)

Термическое сопротивление:

$$R_3 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{1 \times 10^{-3}}{0.17} = 0.006 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Разуклонка из керамзитового гравия 30-200, однородный слой, $\delta=30$ мм, $\lambda=0.17$ Вт/(м °С)

Термическое сопротивление:

$$R_4 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{30 \times 10^{-3}}{0.17} = 0.176 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Цементно-песчаная стяжка, однородный слой, $\delta=40$ мм, $\lambda=0.76$ Вт/(м °С)

Термическое сопротивление:

$$R_5 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{40 \times 10^{-3}}{0.76} = 0.053 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Грунтовка - Праймер битумный ТЕХНОНИКОЛЬ №01, однородный слой, $\delta=1$ мм, $\lambda=0.17$ Вт/(м °С)

Термическое сопротивление:

$$R_6 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{1 \times 10^{-3}}{0.17} = 0.006 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Техноэласт П ХПП, однородный слой, $\delta=3$ мм, $\lambda=0.17$ Вт/(м °С)

Термическое сопротивление:

$$R_7 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{3 \times 10^{-3}}{0.17} = 0.018 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Техноэласт К ЭКП, однородный слой, $\delta=4.2$ мм, $\lambda=0.17$ Вт/(м °С)

Термическое сопротивление:

$$R_8 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{4.2 \times 10^{-3}}{0.17} = 0.025 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Расчёт ориентировочного термического сопротивления утеплителя

$$R_{\text{ут}} = \frac{R_{\text{норм}}}{\gamma} - R_1 - R_2 - R_3 - R_4 - R_5 - R_6 - R_7 - R_8 - \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} - \frac{1}{\alpha_{\text{ext}}} =$$

$$\frac{4.336}{0.8} - 0.104 - 0.026 - 0.006 - 0.176 - 0.053 - 0.006 - 0.018 - 0.025 - \frac{1}{8.7} - \frac{1}{23} = 4.848 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Расчёт ориентировочной толщины слоя утеплителя из условия:

$$R_{\text{YT}} = \frac{\delta_{\text{YT}}}{\lambda_{\text{YT}}} = 4.848 \frac{\text{M}^2 \times \text{°C}}{\text{BT}}$$

где: $\lambda_{\text{YT}} = 0.041 \text{ BT}/(\text{M} \cdot \text{°C})$

$$\delta_{\text{YT}} = R_{\text{YT}} \times \lambda_{\text{YT}} = 4.848 \times 0.041 = 198.77 \text{ мм}$$

С учётом кратности материалов, толщина теплоизоляционного слоя принимается равной $\delta_{\text{YTK}} = 200 \text{ мм}$. Тогда приведённое сопротивление теплопередачи:

$$R_{\text{np}} = r \times \left(\frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{ext}}} + \frac{\delta_{\text{YTK}}}{\lambda_{\text{YT}}} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 + R_7 + R_8 \right) =$$

$$1.8 \times \left(\frac{1}{8.7} + \frac{1}{23} + \frac{200 \times 10^{-3}}{0.041} + 0.104 + 0.026 + 0.006 + 0.176 + 0.053 + 0.006 + 0.018 + 0.025 \right) = 4.36 \frac{\text{M}^2 \times \text{°C}}{\text{BT}}$$

Условие $R_{\text{norm}} \leq R_{\text{np}}$ выполняется: $4.336 \leq 4.36$.

Санитарно-гигиеническое требование

Расчётный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции:

$$\Delta t_{\text{п}} = \frac{n \times (t_{\text{int}} - t_{\text{ext}})}{R_{\text{YTK}} \times \alpha_{\text{int}}} = \frac{1 \times (20 - 36)}{4.36 \times 8.7} = 1.48 \text{°C}$$

Условие $\Delta t_{\text{н}} \geq \Delta t_{\text{п}}$ выполняется: $4 \geq 1.48$

Температуру внутренней поверхности - $T_{\text{в}}$, °C, ограждающей конструкции (без теплопроводного включения), следует определять по формуле:

$$T_{\text{в}} = t_{\text{int}} - \Delta t_{\text{п}} = 20 - 1.48 = 18.52 \text{°C}$$

Условие $T_{\text{в}} \geq t_{\text{р}}$ выполняется: $18.52 \geq 7.67$

где $t_{\text{р}}$ - температура точки росы.

$$\psi(t_{\text{int}}, \phi) = \frac{17.27 \times t_{\text{int}}}{237.7 + t_{\text{int}}} + \log(\phi \times 0.01) = \frac{17.27 \times 20}{237.7 + 20} + \log(45 \times 0.01) = 0.54$$

$$t_{\text{р}} = \frac{237.7 \times \psi(t_{\text{int}}, \phi)}{17.27 - \psi(t_{\text{int}}, \phi)} = 7.67 \text{°C}$$

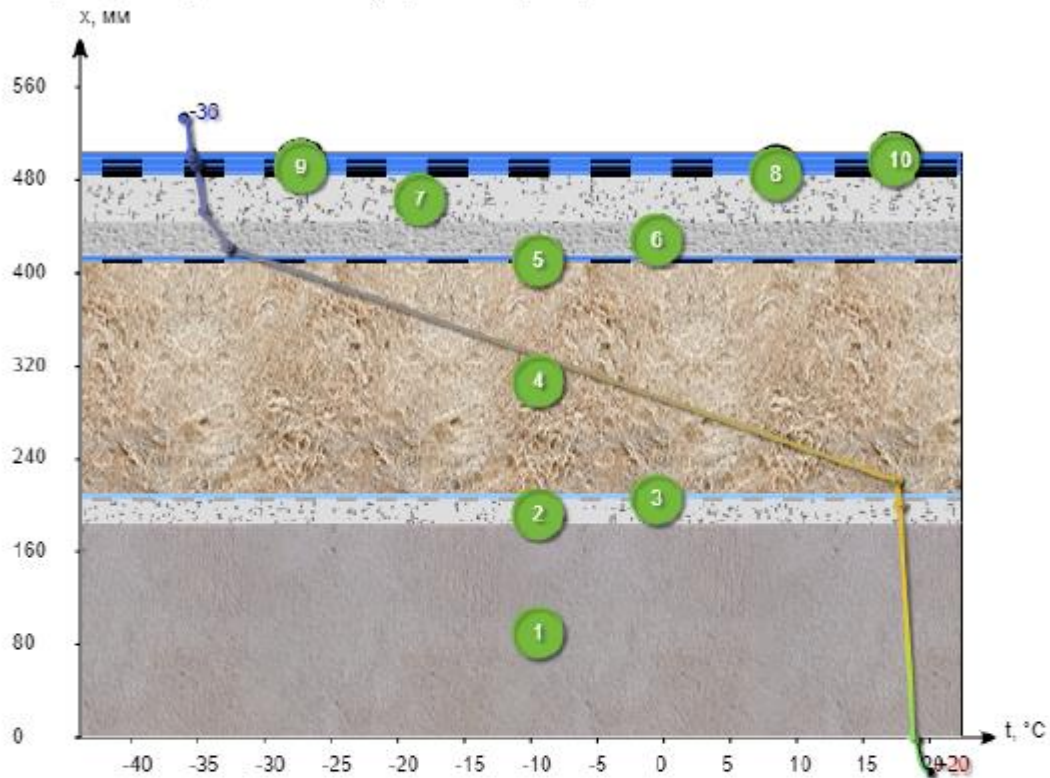
График распределения температур в сечении конструкции

Температуру t_x , °C, ограждающей конструкции в плоскости, соответствующей границе слоя x , следует определять по формуле:

$$t_x(x) = t_{\text{int}} - \frac{(t_{\text{int}} - t_{\text{ext}}) \times R_x(x)}{R_{\text{np}}}$$

$$R_x(x) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^n R_i$$

где: x - номер слоя, $x=0$ - это внутреннее пространство, R_i - сопротивление теплопередачи слоя с номером i , в направлении от внутреннего пространства.



Точка 1: $t_{int} = 20^\circ\text{C}$ - температура внутри помещения

Точка 2: $t_x(0) = 18.87^\circ\text{C}$ - температура на внутренней границе слоя №1 - "Железобетонная плита перекрытия"

$$R_x(0) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^0 R_i = \frac{1}{8.7} = 0.11 \frac{\text{M}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{Bт}}$$

$$t_x(0) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(0) \times \gamma}{R_{np}} = 20 - \frac{(20 - 30) \times 0.11 \times 0.8}{4.36} = 18.87^\circ\text{C}$$

Точка 3: $t_x(1) = 17.8^\circ\text{C}$ - температура на границе слоёв №1 - "Железобетонная плита перекрытия" и №2 - "Цементно-песчаная стяжка"

$$R_x(1) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^1 R_i = \frac{1}{8.7} + 0.104 = 0.214 \frac{\text{M}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{Bт}}$$

$$t_x(1) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(1) \times r}{R_{np}} = 20 - \frac{(20 + 36) \times 0.214 \times 0.8}{4.36} = 17.8^\circ\text{C}$$

Точка 4: $t_x(2) = 17.53^\circ\text{C}$ - температура на границе слоёв №2 - "Цементно-песчаная стяжка" и №4 - "ТЕХНОРУФ Н Проф"

$$R_x(2) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^2 R_i = \frac{1}{8.7} + 0.104 + 0.026 = 0.24 \frac{\text{M}^2 \times \text{C}}{\text{BT}}$$

$$t_x(2) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(2) \times r}{R_{np}} = 20 - \frac{(20 + 36) \times 0.24 \times 0.8}{4.36} = 17.53^\circ\text{C}$$

Точка 5: $t_x(3) = -32.59^\circ\text{C}$ - температура на границе слоёв №4 - "ТЕХНОРУФ Н Проф" и №5 - "Пергамин"

$$R_x(3) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^3 R_i = \frac{1}{8.7} + 0.104 + 0.026 + 4.878 = 5.118 \frac{\text{M}^2 \times \text{C}}{\text{BT}}$$

$$t_x(3) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(3) \times r}{R_{np}} = 20 - \frac{(20 + 36) \times 5.118 \times 0.8}{4.36} = -32.59^\circ\text{C}$$

Точка 6: $t_x(4) = -32.65^\circ\text{C}$ - температура на границе слоёв №5 - "Пергамин" и №6 - "Разуклонка из керамзитового гравия 30-200"

$$R_x(4) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^4 R_i = \frac{1}{8.7} + 0.104 + 0.026 + 4.878 + 0.006 = 5.124 \frac{\text{M}^2 \times \text{C}}{\text{BT}}$$

$$t_x(4) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(4) \times r}{R_{np}} = 20 - \frac{(20 + 36) \times 5.124 \times 0.8}{4.36} = -32.65^\circ\text{C}$$

Точка 7: $t_x(5) = -34.46^\circ\text{C}$ - температура на границе слоёв №6 - "Разуклонка из керамзитового гравия 30-200" и №7 - "Цементно-песчаная стяжка"

$$R_x(5) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^5 R_i = \frac{1}{8.7} + 0.104 + 0.026 + 4.878 + 0.006 + 0.176 = 5.3 \frac{\text{M}^2 \times \text{C}}{\text{BT}}$$

$$t_x(5) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(5) \times r}{R_{np}} = 20 - \frac{(20 + 36) \times 5.3 \times 0.8}{4.36} = -34.46^\circ\text{C}$$

Точка 8: $t_x(6) = -35^\circ\text{C}$ - температура на границе слоёв №7 - "Цементно-песчаная стяжка" и №8 - "Грунтовка - Праймер битумный ТЕХНОНИКОЛЬ №01"

$$R_x(6) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^6 R_i = \frac{1}{8.7} + 0.104 + 0.026 + 4.878 + 0.006 + 0.176 + 0.053 = 5.353 \frac{M^2 \times ^\circ C}{BT}$$

$$t_x(6) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(6) \times \gamma}{R_{np}} = 20 - \frac{(20 - 36) \times 5.353 \times 0.8}{4.36} = -35^\circ C$$

Точка 9: $t_x(7) = -35.06^\circ C$ - температура на границе слоёв №8 - "Грунтовка - Праймер битумный ТЕХНОНИКОЛЬ №01" и №9 - "Техноэласт П ХПП"

$$R_x(7) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^7 R_i = \frac{1}{8.7} + 0.104 + 0.026 + 4.878 + 0.006 + 0.176 + 0.053 + 0.006 = 5.359 \frac{M^2 \times ^\circ C}{BT}$$

$$t_x(7) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(7) \times \gamma}{R_{np}} = 20 - \frac{(20 - 36) \times 5.359 \times 0.8}{4.36} = -35.06^\circ C$$

Точка 10: $t_x(8) = -35.25^\circ C$ - температура на границе слоёв №9 - "Техноэласт П ХПП" и №10 - "Техноэласт К ЭКП"

$$R_x(8) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^8 R_i = \frac{1}{8.7} + 0.104 + 0.026 + 4.878 + 0.006 + 0.176 + 0.053 + 0.006 + 0.018 = 5.377 \frac{M^2 \times ^\circ C}{BT}$$

$$t_x(8) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(8) \times \gamma}{R_{np}} = 20 - \frac{(20 - 36) \times 5.377 \times 0.8}{4.36} = -35.25^\circ C$$

Точка 11: $t_x(9) = -35.51^\circ C$ - температура на внешней границе слоя №10 - "Техноэласт К ЭКП"

$$R_x(9) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^9 R_i = \frac{1}{8.7} + 0.104 + 0.026 + 4.878 + 0.006 + 0.176 + 0.053 + 0.006 + 0.018 + 0.006 = 5.402 \frac{M^2 \times ^\circ C}{BT}$$

$$t_x(9) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(9) \times \gamma}{R_{np}} = 20 - \frac{(20 - 36) \times 5.402 \times 0.8}{4.36} = -35.51^\circ C$$

Точка 12: $t_{ext} = -36^\circ C$ - температура окружающей среды

Определение плоскости максимального увлажнения (конденсации)

Методика, базирующаяся на использовании метода безразмерных характеристик.

Для каждого слоя многослойной конструкции вычисляется значение комплекса $f_i(t_{xy})$, характеризующего температуру в плоскости максимального увлажнения.

№ слоя	Слой конструкции	$R_{ni} = \delta_i / \mu_i$	μ_i / λ_i
	Внутренняя поверхность ограждения	$R_{int, vp} = 0.0266$	0
1	Железобетонная плита	$0.2 / 0.03 = 6.667$	$0.03 / 1.92 = 0.$

№ слоя	Слой конструкции	$R_{ni} = \delta_i / \mu_i$	μ_i / λ_i
	перекрытия		015625
2	Цементно-песчаная стяжка	$0.02 / 0.09 = 0.222$	$0.09 / 0.76 = 0.118421$
3	Пароизоляция - Техноэласт АЛЬФА	$0.004 / 0.00005 = 80$	$0.00005 / 0.3 = 0.000167$
4	ТЕХНОРУФ Н Проф	$0.2 / 0.3 = 0.667$	$0.3 / 0.041 = 7.317073$
5	Пергамин	$0.001 / 0.00136 = 0.735$	$0.00136 / 0.17 = 0.008$
6	Разуклонка из керамзитового гравия 30-200	$0.03 / 0.23 = 0.13$	$0.23 / 0.17 = 1.352941$
7	Цементно-песчаная стяжка	$0.04 / 0.09 = 0.444$	$0.09 / 0.76 = 0.118421$
8	Грунтовка - Праймер битумный ТЕХНОНИКОЛЬ №01	$0.001 / 0.008 = 0.125$	$0.008 / 0.17 = 0.047059$
9	Техноэласт П ХПП	$0.003 / 0.008 = 0.375$	$0.008 / 0.17 = 0.047059$
10	Техноэласт К ЭКП	$0.004200000000000001 / 0.008 = 0.525$	$0.008 / 0.17 = 0.047059$
Наружная поверхность ограждения		$R_{ext,vp} = 0.0133$	0

$R_{int,vp}$ и $R_{ext,vp}$ - сопротивления влагообмену соответственно внутренней и наружной поверхности ограждения, ($m^2 \cdot ч \cdot Па / мг$).

Примечание:

1. Сопротивление паропроницанию замкнутых воздушных прослоек в ограждающих конструкциях следует принимать равным нулю независимо от расположения и толщины этих прослоек.
2. Слои конструкции, расположенные между воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом, и наружной поверхностью ограждающей конструкции, не учитываются в расчете.

$$G_i(t_{m,y}) = \frac{5330 \times R_{0,n} \times (t_n - t_{n,отр}) \times \mu_i}{R_{0,вн} \times (e_n - e_{n,отр}) \times \lambda_i}$$

$$\frac{\delta_i}{\mu_i} = 0.0266 + 6.667 + 0.222 + 80 + 0.667 + 0.735 + 0.13 + 0.444 + 0.125 + 0.375 + 0.525 + 0.0133 = 89.9299$$

e_n - парциальное давление насыщенного водяного пара, Па, при температуре воздуха от -40 до +45 °С определяется по формуле:

$$E(t) = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273+t}\right)$$

Для температуры $t_b = 20$ °C:

$$E_b = E(20) = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273+20}\right) = 2314.79 \text{ Па}$$

e_b - парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха, Па, при расчётных температуре и относительной влажности воздуха в помещении, определяемое по формуле:

$$e_b = \left(\frac{\phi_b}{100}\right) \times E_b = \left(\frac{45}{100}\right) \times 2314.79 = 1041.66 \text{ Па}$$

$e_{н,отр}$ - среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами, определяемое по СП 131.13330:

$$e_{н,отр} = \frac{100 \times (1.3 + 1.5 + 2.5 + 2.9 + 1.8)}{5} = 200 \text{ Па}$$

$t_{н,отр}$ - среднее значение температуры наружного воздуха периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами, определяемое по СП 131.13330:

$$t_{н,отр} = \frac{(-13.4 - 15.4 - 6.7 - 7.9 - 15.7)}{5} = -12.82^\circ\text{C}$$

μ/λ_i - отношение расчетных коэффициентов теплопроводности, Вт/(м² × °C), и паропроницаемости, мг/(м × ч × Па), материала соответствующего слоя, либо 0, если коэффициенты не заданы.

$$f_i(t_{м.у.}) = \frac{5330 \times R_{0,п} \times (t_b - t_{н,отр}) \times \mu_i}{R_{0,у.ст} \times (e_b - e_{н,отр}) \times \lambda_i} = \frac{5330 \times 89.9239 \times (20 + 12.82) \times \mu_i}{5.45 \times (1041.66 - 200) \times \lambda_i} = 3429.55 \times \left(\frac{\mu_i}{\lambda_i}\right)$$

$$f_1(t_{м.у.}) = 3429.55 \times 0.015625 = 53.59$$

$$f_2(t_{м.у.}) = 3429.55 \times 0.118421 = 406.13$$

$$f_3(t_{м.у.}) = 3429.55 \times 0.000167 = 0.57$$

$$f_4(t_{м.у.}) = 3429.55 \times 7.317073 = 25094.27$$

$$f_5(t_{м.у.}) = 3429.55 \times 0.008 = 27.44$$

$$f_6(t_{M.Y.}) = 3429.55 \times 1.352941 = 4639.98$$

$$f_7(t_{M.Y.}) = 3429.55 \times 0.118421 = 406.13$$

$$f_8(t_{M.Y.}) = 3429.55 \times 0.047059 = 161.39$$

$$f_9(t_{M.Y.}) = 3429.55 \times 0.047059 = 161.39$$

$$f_{10}(t_{M.Y.}) = 3429.55 \times 0.047059 = 161.39$$

Согласно СП 50.13330 табл. 11, при неотрицательном $f(t_{M.Y.})$ найдём $t_{M.Y.}$ по формуле:

$$t_{M.Y.} = \frac{\left(a \times b + c \times f(t_{M.Y.})^d \right)}{\left(b + f(t_{M.Y.})^d \right)}$$

$$a = 96.6680675349$$

$$b = 4.89349504771$$

$$c = -66.4983819958$$

$$d = 0.406903783624$$

$$t_{M.Y.1} = \frac{\left(a \times b + c \times 53.59^d \right)}{\left(b + 53.59^d \right)} = 13.775$$

$$t_{M.Y.2} = \frac{\left(a \times b + c \times 406.13^d \right)}{\left(b + 406.13^d \right)} = -17.854$$

$$t_{M.Y.3} = \frac{\left(a \times b + c \times 0.57^d \right)}{\left(b + 0.57^d \right)} = 73.851$$

$$t_{M.Y.4} = \frac{\left(a \times b + c \times 25094.27^d \right)}{\left(b + 25094.27^d \right)} = -54.506$$

$$t_{м.у.5} = \frac{(a \times b + c \times 27.44^d)}{(b + 27.44^d)} = 24.838$$

$$t_{м.у.6} = \frac{(a \times b + c \times 4639.98^d)}{(b + 4639.98^d)} = -44.278$$

$$t_{м.у.7} = \frac{(a \times b + c \times 406.13^d)}{(b + 406.13^d)} = -17.854$$

$$t_{м.у.8} = \frac{(a \times b + c \times 161.39^d)}{(b + 161.39^d)} = -4.155$$

$$t_{м.у.9} = \frac{(a \times b + c \times 161.39^d)}{(b + 161.39^d)} = -4.155$$

$$t_{м.у.10} = \frac{(a \times b + c \times 161.39^d)}{(b + 161.39^d)} = -4.155$$

Расчёт температур на границах слоёв

$$t_{срk} = t_{в} - \left(\frac{t_{в} - t_{н, втр}}{R_{0\text{теп}}} \right) \times \left(\frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^k R_i \right)$$

где R_i - сопротивление теплопередачи слоя i (либо 0, если слой не входит в теплотехнический расчёт), k - номер слоя, для которого вычисляется температура.

$$t_{ср0} = 20 - \left(\frac{20 - 12.82}{5.45} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} \right) = 19.31^{\circ}\text{C}$$

$$t_{ср1} = 20 - \left(\frac{20 - 12.82}{5.45} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.104 \right) = 18.68^{\circ}\text{C}$$

$$t_{ср2} = 20 - \left(\frac{20 - 12.82}{5.45} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.104 + 0.026 \right) = 18.52^{\circ}\text{C}$$

$$t_{ср3} = 20 - \left(\frac{20 - 12.82}{5.45} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.104 + 0.026 + 0 \right) = 18.52^{\circ}\text{C}$$

$$t_{ср4} = 20 - \left(\frac{20 - 12.82}{5.45} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.104 + 0.026 + 0 + 4.878 \right) = -10.85^{\circ}\text{C}$$

$$\begin{aligned}
 t_{\text{ср5}} &= 20 - \left(\frac{20 + 12.82}{5.45} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.104 + 0.026 + 0 + 4.878 + 0.006 \right) = -10.89^\circ\text{C} \\
 t_{\text{ср6}} &= 20 - \left(\frac{20 + 12.82}{5.45} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.104 + 0.026 + 0 + 4.878 + 0.006 + 0.176 \right) = -11.95^\circ\text{C} \\
 t_{\text{ср7}} &= 20 - \left(\frac{20 + 12.82}{5.45} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.104 + 0.026 + 0 + 4.878 + 0.006 + 0.176 + 0.053 \right) = -12.27^\circ\text{C} \\
 t_{\text{ср8}} &= 20 - \left(\frac{20 + 12.82}{5.45} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.104 + 0.026 + 0 + 4.878 + 0.006 + 0.176 + 0.053 + 0.006 \right) = -12.3^\circ\text{C} \\
 t_{\text{ср9}} &= 20 - \left(\frac{20 + 12.82}{5.45} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.104 + 0.026 + 0 + 4.878 + 0.006 + 0.176 + 0.053 + 0.006 + 0.018 \right) = -12.3^\circ\text{C} \\
 t_{\text{ср10}} &= 20 - \left(\frac{20 + 12.82}{5.45} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.104 + 0.026 + 0 + 4.878 + 0.006 + 0.176 + 0.053 + 0.006 + 0.018 + 0.018 \right) = -12.3^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

Сводная таблица $t_{\text{м.у}}$ и $t_{\text{ср.к}}$

Составляется таблица, содержащая для каждого слоя $t_{\text{м.у}}$ и вычисленные выше температуры на границах слоя (при средней температуре наружного воздуха периода с отрицательными среднемесячными температурами):

№ слоя	Слой конструкции	$t_{\text{ср.к}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{м.у}}, ^\circ\text{C}$
0	Железобетонная плита перекрытия	19.31	13.775
1		18.68	
1	Цементно-песчаная стяжка	18.68	-17.854
2		18.52	
2	Пароизоляция - Техноэласт АЛЬФА	18.52	73.851
3		18.52	
3	ТЕХНОРУФ Н Проф	18.52	-54.506
4		-10.85	
4	Пергамин	-10.85	24.838
5		-10.89	
5	Разуклонка из керамзитового гравия 30-200	-10.89	-44.278
6		-11.95	
6	Цементно-песчаная стяжка	-11.95	-17.854
7		-12.27	
7	Грунтовка - Праймер битумный ТЕХНОНИКОЛЬ №01	-12.27	-4.155
8		-12.3	
8	Техноэласт П ХПП	-12.3	-4.155

№ слоя	Слой конструкции	$t_{ср k}, °C$	$t_{м.у.}, °C$
9		-12.41	
9	Техноэласт К ЭКП	-12.41	-4.155
10		-12.56	

Определение плоскости максимального увлажнения

Как видно из таблицы, нашлись пары соседних слоёв, где для более холодного слоя выполняется условие $t_{м.у.} > \max(t_{ср})$ и для более тёплого $t_{м.у.} < \min(t_{ср})$. Плоскость конденсации может находиться между слоями в следующих парах:

- №3. Пароизоляция - Техноэласт АЛЬФА и №2. Цементно-песчаная стяжка
- №5. Пергамин и №4. ТЕХНОРУФ Н Проф
- №8. Грунтовка - Праймер битумный ТЕХНОНИКОЛЬ №01 и №7. Цементно-песчаная стяжка

Защита от переувлажнения ограждающих конструкций

$Z_{зима}$, $Z_{весна-осень}$, $Z_{лето}$ - продолжительность зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов года, мес, определяемая по СП 131.13330, Таблица 5.1, с учетом следующих условий:

- к зимнему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха ниже минус 5 °C;
- к весенне-осеннему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха от минус 5 до 5 °C;
- к летнему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха выше плюс 5 °C;

Z	Z _{зима}	Z _{весна-осень}	Z _{лето}
количество месяцев	5	2	5
$\sum t, °C$ суммарная температура	-18.4-15.4-6.7-7.9-15.7 = -64.1	+2.5+1.5 = 4	+9.8+15.8+18.2+15.7+9.1 = 68.6
$t_{ср.z}, °C$ среднее арифметическое	-12.82	2	13.72

Для всех вероятных зон конденсации проводится расчёт.

Расчёт для плоскости, расположенной на границе слоёв №3. Пароизоляция - Техноэласт АЛЬФА и №2. Цементно-песчаная стяжка.

Z	Z _{зима}	Z _{весна-осень}	Z _{лето}
$t_{к}, °C$ температура в зоне конденсации	18.52	19.19	19.72
$E_{к}, Па$ парциальное давление насыщенного водяного пара	2110.59	2200.95	2274.86

Температура в зоне конденсации:

$$t_k = t_{в} - \left(\frac{t_{в} - t_{ср,z}}{R_{д,вн}} \right) \times \left(\frac{1}{\alpha_{int}} + R_k \right)$$

где: R_k - сопротивление теплопередаче на участке от внутренней поверхности до плоскости конденсации.

$E_{в}$ - парциальное давление насыщенного водяного пара, Па, при температуре воздуха от -40 до +45 °С определяется по формуле:

$$E(t) = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + t_k}\right)$$

$$R_k = 0.104 + 0.026 = 0.13 \frac{\text{М}^2 \times \text{°С}}{\text{Вт}}$$

Зима

$$t_{k, \text{зима}} = 20 - \left(\frac{20 + 12.82}{5.45} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.13 \right) = 18.52^{\circ}\text{C}$$

$$E_{k, \text{зима}} = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 18.52}\right) = 2110.59 \text{ Па}$$

Осень-весна

$$t_{k, \text{осень-весна}} = 20 - \left(\frac{20 - 2}{5.45} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.13 \right) = 19.19^{\circ}\text{C}$$

$$E_{k, \text{осень-весна}} = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 19.19}\right) = 2200.95 \text{ Па}$$

Лето

При определении парциального давления для летнего периода, температуру в плоскости максимального увлажнения следует принимать не ниже средней температуры наружного воздуха летнего периода.

$$t_{k, \text{лето}} = 20 - \left(\frac{20 - 13.72}{5.45} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.13 \right) = 19.72^{\circ}\text{C}$$

$$t_{k, \text{лето}} = \max\left(t_k, t_{ср,z}\right) = 19.72^{\circ}\text{C}$$

$$E_{k, \text{лето}} = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 19.72}\right) = 2274.86 \text{ Па}$$

E - парциальное давление насыщенного водяного пара в плоскости максимального увлажнения

за годовой период эксплуатации, Па, определяемое по формуле:

$$E = \frac{E_{к, зима} \times Z_{зима} + E_{к, весна-лето} \times Z_{весна-лето} + E_{к, лето} \times Z_{лето}}{12}$$

$$E = \frac{2110.59 \times 5 + 2200.95 \times 2 + 2274.86 \times 5}{12} = 2194.1 \text{ Па}$$

Сопrotивление паропрооницанию R_n , (м²·ч·Па)/мг, ограждающей конструкции в пределах от внутренней поверхности до плоскости максимального увлажнения:

$$R_n = R_{int, вp} + \sum \frac{\delta_i}{\mu_i} =$$

$$0.0266 + \frac{200 \times 10^{-3}}{0.03} + \frac{20 \times 10^{-3}}{0.09} + \frac{0 \times 10^{-3}}{0.00005} = 6.91549 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}}{\text{мг}}$$

Данное значение должно быть больше каждого из следующих двух значений:

- Требуемое сопротивление паропрооницанию $R_{1, птр}$, (м²·ч·Па)/мг, из условия недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации:

$$R_{1, птр} = (e_B - E) \times \left(\frac{R_{п, н}}{E - e_H} \right)$$

Средняя упругость водяного пара за годовой период (по СП 131.13330 табл. 7.1):

$$e_H = \left(\frac{100}{12} \right) \times \sum e_{H, i}$$

$$e_H = \left(\frac{100}{12} \right) \times (1.3 + 1.5 + 2.5 + 4 + 6.4 + 11.3 + 15.1 + 13.7 + 8.8 + 5.1 + 2.9 + 1.8) = 620 \text{ Па}$$

e_B - парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха, Па, при расчётных температуре и относительной влажности воздуха в помещении, определяемое по формуле:

$$e_B = \left(\frac{\Phi_B}{100} \right) \times E_B = \left(\frac{45}{100} \right) \times 2314.79 = 1041.66 \text{ Па}$$

$$E_B = E(20) = 1.84 \times 10^{11} \times \exp \left(\frac{-5330}{273 + 20} \right) = 2314.79 \text{ Па}$$

$R_{п, н}$ - сопротивление паропрооницанию, (м²·ч·Па)/мг, части ограждающей конструкции, расположенной между наружной поверхностью ограждающей конструкции и плоскостью максимального увлажнения:

$$\sum \frac{\delta_i}{\mu_i} = 0.0133 + \frac{(4.0) \times 10^{-3}}{0.00005} + \frac{200 \times 10^{-3}}{0.3} + \frac{1 \times 10^{-3}}{0.00135} + \frac{30 \times 10^{-3}}{0.23} + \frac{40 \times 10^{-3}}{0.09} + \frac{1 \times 10^{-3}}{0.003} + \frac{3 \times 10^{-3}}{0.008} + \frac{4.2 \times 10^{-3}}{0.003} = 8$$

$$R_{1, птр} = (1041.66 - 2194.1) \times \left(\frac{83.00184}{2194.1 - 620} \right) = -60.76783$$

Условие выполняется: $R_n > R_{1, птр}$ (6.91549 > -60.76783)

- Требуемое сопротивление паропрооницанию, $R_{2,птр}$, ($\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$)/ мг , из условия ограничения накопления влаги за период с отрицательными температурами:

$$R_{2,птр} = \frac{0.0024 \times z_0 \times (e_0 - E_0)}{\rho_{ув} \times \delta_w \times \Delta w + \eta}$$

δ_w - толщина слоя Цементно-песчаная стяжка, в котором находится плоскость конденсации, Δw - соответственно, предельно допустимое приращение расчетного массового отношения влаги в материале данного слоя.

$$\eta = \frac{0.0024 \times (E_0 - e_{н,отр}) \times z_0}{R_{п,н}}$$

$z_0 = 170$ - продолжительность периода влагонакопления, сут, принимаемая равной периоду с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха по СП 131.13330; Температура в плоскости возможной конденсации для этого периода:

$$t_0 = t_{в} - \left(\frac{t_{в} - t_{н,отр}}{R_{0,утп}} \right) \times \left(\frac{1}{\alpha_{int}} + R_{к} \right) = 20 - \left(\frac{20 - 12.82}{5.45} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.13 \right) = 18.52^{\circ}\text{C}$$

Средняя упругость водяного пара за период с отрицательными среднемесячными температурами (по СП 131.13330 табл. 7.1)

$$e_{н,отр} = \frac{100 \times (1.3 + 1.5 + 2.5 + 2.9 + 1.8)}{5} = 200 \text{ Па}$$

E_0 - парциальное давление насыщенного водяного пара в плоскости максимального увлажнения, Па, определяемое при средней температуре наружного воздуха периода влагонакопления z_0 ;

$$E_0 = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 18.52}\right) = 2110.59 \text{ Па}$$

$$\eta = \frac{0.0024 \times (2110.59 - 200) \times 170}{83.00184} = 9.39161$$

$$R_{2,птр} = \frac{0.0024 \times 170 \times (1041.66 - 2110.59)}{1800 \times 20 \times 10^{-3} \times 2 + 9.39161} = -5.35833 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}}{\text{мг}}$$

Условие выполняется: $R_n > R_{2,птр}$ ($6.91549 > -5.35833$)

Аналогично, для следующих плоскостей получены результаты.

Расчёт для плоскости, расположенной на границе слоёв №5. Пергамин и №4. ТЕХНОРУФ и Проф.

Z	Z зима	Z весна-осень	Z лето
$t_{к}, ^{\circ}\text{C}$	-10.85	3.08	14.1
температура в зоне конденсации			

Z	Z _{зима}	Z _{весна-осень}	Z _{лето}
E _к , Па парциальное давление насыщенного водяного пара	272.14	759.15	1592.79

$$R_k = 0.104 + 0.026 + 4.878 + \frac{0.006 \times 0}{1} = 5.008 \frac{\text{М}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

$$t_{k, \text{зима}} = 20 - \left(\frac{20 + 12.82}{5.45} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 5.008 \right) = -10.85 \text{°C}$$

$$E_{k, \text{зима}} = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 - 10.85}\right) = 272.14 \text{ Па}$$

$$t_{k, \text{осень-весна}} = 20 - \left(\frac{20 - 2}{5.45} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 5.008 \right) = 3.08 \text{°C}$$

$$E_{k, \text{осень-весна}} = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 3.08}\right) = 759.15 \text{ Па}$$

$$t_{k, \text{лето}} = 20 - \left(\frac{20 - 13.72}{5.45} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 5.008 \right) = 14.1 \text{°C}$$

$$t_{k, \text{лето}} = \max(t_{k, t_{\text{ср.з}}}) = 14.1 \text{°C}$$

$$E_{k, \text{лето}} = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 14.1}\right) = 1592.79 \text{ Па}$$

$$E = \frac{E_{k, \text{зима}} \times Z_{\text{зима}} + E_{k, \text{осень-весна}} \times Z_{\text{осень-весна}} + E_{k, \text{лето}} \times Z_{\text{лето}}}{12}$$

$$E = \frac{272.14 \times 5 + 759.15 \times 2 + 1592.79 \times 5}{12} = 903.58 \text{ Па}$$

$$R_n = R_{\text{int, вр}} + \sum \frac{\delta_i}{\mu_i} =$$

$$0.0266 + \frac{200 \times 10^{-3}}{0.03} + \frac{20 \times 10^{-3}}{0.09} + \frac{4 \times 10^{-3}}{0.00005} + \frac{200 \times 10^{-3}}{0.3} + \frac{0 \times 10^{-3}}{0.00136} = 87.58216 \frac{\text{М}^2 \times \text{ч} \times \text{Па}}{\text{мг}}$$

$$R_{\text{ext, вр}} + \sum \frac{\delta_i}{\mu_i} = 0.0133 + \frac{(1.0) \times 10^{-3}}{0.00136} + \frac{30 \times 10^{-3}}{0.23} + \frac{40 \times 10^{-3}}{0.09} + \frac{1 \times 10^{-3}}{0.003} + \frac{3 \times 10^{-3}}{0.008} + \frac{4.2 \times 10^{-3}}{0.008} = 2.33517 \frac{\text{М}^2 \times \text{ч}}{\text{мг}}$$

$$R_{1,п\text{т}} = (1041.66 - 903.58) \times \left(\frac{2.33517}{903.58 - 620} \right) = 1.13703$$

Условие выполняется: $R_n > R_{1,п\text{т}} (87.58216 > 1.13703)$

$$R_{2,п\text{т}} = \frac{0.0024 \times z_0 \times \left(e_a - E_0 \right)}{\rho_w \times \delta_w \times \Delta w + \eta}$$

δ_w - толщина слоя ТЕХНОРУФ Н Проф, в котором находится плоскость конденсации,
 Δw - соответственно, предельно допустимое приращение расчетного массового отношения
 влаги в материале данного слоя.

$$t_0 = t_{в} - \left(\frac{t_{в} - t_{н,отр}}{R_{в\text{тп}}} \right) \times \left(\frac{1}{\alpha_{int}} + R_x \right) = 20 - \left(\frac{20 + 12.82}{5.45} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 5.008 \right) = -10.85^{\circ}\text{C}$$

$$E_0 = 1.84 \times 10^{11} \times \exp \left(\frac{-5330}{273 - 10.85} \right) = 272.14 \text{ Па}$$

$$\eta = \frac{0.0024 \times (272.14 - 200) \times 170}{2.33517} = 12.60427$$

$$R_{2,п\text{т}} = \frac{0.0024 \times 170 \times (1041.66 - 272.14)}{155 \times 200 \times 10^{-3} \times 3 + 12.60427} = 2.97303 \frac{\text{м}^3 \times \text{ч} \times \text{Па}}{\text{Мг}}$$

Условие выполняется: $R_n > R_{2,п\text{т}} (87.58216 > 2.97303)$

Расчёт для плоскости, расположенной на границе слоёв №8. Грунтовка - Праймер битумный
 ТЕХНОНИКОЛЬ №01 и №7. Цементно-песчаная стяжка.

Z	Z _{зима}	Z _{весна-осень}	Z _{лето}
$t_k, ^{\circ}\text{C}$ температура в зоне конденсации	-12.27	2.3	13.83
$E_k, \text{Па}$ парциальное давление насыщенного водяного пара	243.62	718.74	1565.2

$$R_k = 0.104 + 0.026 + 4.878 + 0.006 + 0.176 + 0.053 + \frac{0.006 \times 0}{1} = 5.243 \frac{\text{м}^3 \times \text{ч} \times \text{C}}{\text{Вт}}$$

$$t_{k, \text{зима}} = 20 - \left(\frac{20 + 12.82}{5.45} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 5.243 \right) = -12.27^{\circ}\text{C}$$

$$E_{k, \text{зима}} = 1.84 \times 10^{11} \times \exp \left(\frac{-5330}{273 - 12.27} \right) = 243.62 \text{ Па}$$

$$t_{k, \text{осень-весна}} = 20 - \left(\frac{20 - 2}{5.45} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 5.243 \right) = 2.3^\circ\text{C}$$

$$E_{k, \text{осень-весна}} = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 2.3}\right) = 718.74 \text{ Па}$$

$$t_{k, \text{лето}} = 20 - \left(\frac{20 - 13.72}{5.45} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 5.243 \right) = 13.83^\circ\text{C}$$

$$t_{k, \text{лето}} = \max(t_k, t_{\text{ср.з}}) = 13.83^\circ\text{C}$$

$$E_{k, \text{лето}} = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 13.83}\right) = 1565.2 \text{ Па}$$

$$E = \frac{E_{k, \text{ЗИМА}} \times Z_{\text{ЗИМА}} + E_{k, \text{ОСЕНЬ-ВЕСНА}} \times Z_{\text{ОСЕНЬ-ВЕСНА}} + E_{k, \text{ЛЕТО}} \times Z_{\text{ЛЕТО}}}{12}$$

$$E = \frac{243.62 \times 5 + 718.74 \times 2 + 1565.2 \times 5}{12} = 873.47 \text{ Па}$$

$$R_n = R_{\text{int, вр}} + \sum \frac{\delta_i}{\mu_i} =$$

$$66 + \frac{200 \times 10^{-3}}{0.03} + \frac{20 \times 10^{-3}}{0.09} + \frac{4 \times 10^{-3}}{0.00005} + \frac{200 \times 10^{-3}}{0.3} + \frac{1 \times 10^{-3}}{0.00136} + \frac{30 \times 10^{-3}}{0.23} + \frac{40 \times 10^{-3}}{0.09} + \frac{0 \times 10^{-3}}{0.008} = 88.89233 \frac{\text{М}^2 \times \text{ч}}{\text{мг}}$$

$$R_{n, \text{н}} = R_{\text{ext, вр}} + \sum \frac{\delta_i}{\mu_i} = 0.0133 + \frac{(1-0) \times 10^{-3}}{0.008} + \frac{3 \times 10^{-3}}{0.008} + \frac{4.2 \times 10^{-3}}{0.008} = 1.025 \frac{\text{М}^2 \times \text{ч}}{\text{мг}}$$

$$R_{1, \text{н}} = (1041.66 - 873.47) \times \left(\frac{1.025}{873.47 - 620} \right) = 0.68014$$

Условие выполняется: $R_n > R_{1, \text{н}} (88.89233 > 0.68014)$

$$t_0 = t_{\text{в}} - \left(\frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н, стр}}}{R_{0, \text{вн}}} \right) \times \left(\frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + R_k \right) = 20 - \left(\frac{20 + 12.82}{5.45} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 5.243 \right) = -12.27^\circ\text{C}$$

$$E_0 = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 - 12.27}\right) = 243.62 \text{ Па}$$

$$\eta = \frac{0.0024 \times (243.62 - 200) \times 170}{1.025} = 17.36289$$

$$R_{2,птр} = \frac{0.0024 \times 170 \times (1041.66 - 243.62)}{1000 \times 0.5 \times 10^{-3} \times 25 + 1800 \times 20 \times 10^{-3} \times 2 + 17.36289} = 3.19646 \frac{\text{М}^2 \times \text{ч} \times \text{Па}}{\text{Мг}}$$

Условие выполняется: $R_n > R_{2,птр}$ ($88.89233 > 3.19646$)

Конструкция не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения.

Вывод

Конструкция рассчитана с учётом требований СНиП 23-02-2003 "Тепловая защита зданий"

Толщина теплоизоляционного слоя ТЕХНОРУФ Н Проф равна 200 мм.

В соответствии с расчётом:

- Конструкция удовлетворяет требованию по тепловой защите.
- Конструкция удовлетворяет санитарно-гигиеническому требованию.
- Конструкция не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения.

1.2 Теплотехнический расчёт чердачного перекрытия

Исходные данные

Вид конструкции: Перекрытие - Чердачное

Территория: Иркутск, Иркутская область

t _{ext} Расчетная температура наружного воздуха: (наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92)	-36 °C
t _{ht} Расчетная средняя температура отопительного периода: (со среднесуточной t ≤ 8 °C,)	-8.5 °C
z _{ht} Продолжительность отопительного периода: (со среднесуточной t ≤ 8 °C)	240 сут
Зона влажности:	сухая

Назначение здания и помещения

Здание: Жилые,

Помещение: Жилая комната

α _{int} - Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности: (по СНиП 23-02-2003, т.7)	8.7
Нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции: (по СНиП 23-02-2003, т.5)	3 °C
α _{ext} - Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности	12
t _{int} - Температура пребывания: (по ГОСТ 30494-96)	21 °C
φ - Относительная влажность воздуха: (по ГОСТ 30494-69, СНиП 23.01-99 т.1)	не более 45 %
Влажностный режим помещения: (СНиП 23-02-2003 т.1)	сухой
Условия эксплуатации ограждающих конструкций: (СНиП 23-02-2003 т.2)	A
Коэффициент однородности конструкции г: (по СП 23-101-2004)	0.8
Коэффициент зависимости положения ограждающей конструкции п: (по СНиП 23-02-2003)	1

Структура конструкции

№	Слой	Толщина, мм	Примечание
1	Железобетонная плита перекрытия	200	$\lambda = 1.92 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$ $\mu = 0.03 \text{ мг} / \text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$
2	Пароизоляционная мембрана ISOVER VS 80	0.42	$\lambda = 0.3 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$ $\mu = 0.00005 \text{ мг} / \text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$
3	ТЕХНОФЛОР СТАНДАРТ	250	$\lambda = 0.039 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$ $\mu = 0.3 \text{ мг} / \text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$
4	Стяжка из цементно-песчаного раствора	110	$\lambda = 0.76 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$ $\mu = 0.09 \text{ мг} / \text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$

Градусо-сутки отопительного периода:

(СНиП 23-02-2003 ф.2)

$$ГСОП = (t_{\text{int}} - t_{\text{nt}}) \times Z_{\text{nt}} = (21 + 8.5) \times 240 = 7080 \frac{\text{°C} \times \text{сут}}{\text{год}}$$

Нормируемое сопротивление теплопередаче:

(СНиП 23-02-2003)

$$R_{\text{гнорм}} = (a \times ГСОП + b) \times \pi = (0.00045 \times 7080 + 1.9) \times 1 = 5.086 \frac{\text{М}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Расчёт термических сопротивлений

Железобетонная плита перекрытия, однородный слой, $\delta=200$ мм, $\lambda=1.92$ Вт/(м °C)

Термическое сопротивление:

$$R_1 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{200 \times 10^{-3}}{1.92} = 0.104 \frac{\text{М}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Стяжка из цементно-песчаного раствора, однородный слой, $\delta=110$ мм, $\lambda=0.76$ Вт/(м °C)

Термическое сопротивление:

$$R_2 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{110 \times 10^{-3}}{0.76} = 0.145 \frac{\text{М}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Расчёт ориентировочного термического сопротивления утеплителя

$$R_{\text{ут}} = \frac{R_{\text{гнорм}}}{\gamma} - R_1 - R_2 - \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} - \frac{1}{\alpha_{\text{ext}}} =$$

$$\frac{5.086}{0.8} - 0.104 - 0.145 - \frac{1}{8.7} - \frac{1}{12} = 5.91 \frac{\text{М}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Расчёт ориентировочной толщины слоя утеплителя из условия:

$$R_{yT} = \frac{\delta_{yT}}{\lambda_{yT}} = 5.91 \frac{M^2 \times ^\circ C}{BT}$$

где: $\lambda_{yT} = 0.039 \text{ Вт/(м } ^\circ\text{C)}$

$$\delta_{yT} = R_{yT} \times \lambda_{yT} = 5.91 \times 0.039 = 230.49 \text{ мм}$$

С учётом кратности материалов, толщина теплоизоляционного слоя принимается равной $\delta_{yTк} = 250 \text{ мм}$. Тогда приведённое сопротивление теплопередачи:

$$R_{np} = r \times \left(\frac{1}{\alpha_{int}} + \frac{1}{\alpha_{ext}} + \frac{\delta_{yTк}}{\lambda_{yT}} + R_1 + R_2 \right) =$$

$$0.8 \times \left(\frac{1}{8.7} + \frac{1}{12} + \frac{250 \times 10^{-3}}{0.039} + 0.104 + 0.145 \right) = 5.486 \frac{M^2 \times ^\circ C}{BT}$$

Условие $R_{0norm} \leq R_{np}$ выполняется: $5.086 \leq 5.486$.

Санитарно-гигиеническое требование

Расчётный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции:

$$\Delta t_n = \frac{n \times (t_{int} - t_{ext})}{R_{yTк} \times \alpha_{int}} = \frac{1 \times (21 + 36)}{5.486 \times 8.7} = 1.19 ^\circ C$$

Условие $\Delta t_n \geq \Delta t_n$ выполняется: $3 \geq 1.19$

Температуру внутренней поверхности - T_B , $^\circ C$, ограждающей конструкции (без теплопроводного включения), следует определять по формуле:

$$T_B = t_{int} - \Delta t_n = 21 - 1.19 = 19.81 ^\circ C$$

Условие $T_B \geq t_p$ выполняется: $19.81 \geq 8.56$

где t_p - температура точки росы.

$$\psi(t_{int}, \phi) = \frac{17.27 \times t_{int}}{237.7 + t_{int}} + \log(\phi \times 0.01) = \frac{17.27 \times 21}{237.7 + 21} + \log(45 \times 0.01) = 0.6$$

$$t_p = \frac{237.7 \times \psi(t_{int}, \phi)}{17.27 - \psi(t_{int}, \phi)} = 8.56 ^\circ C$$

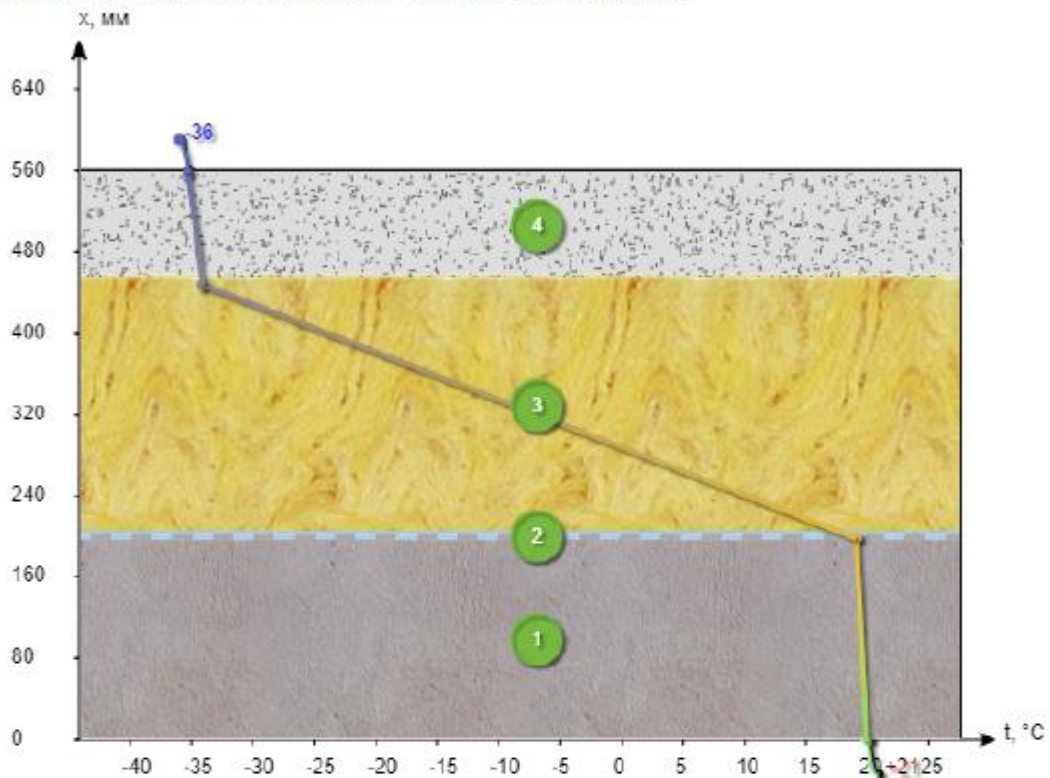
График распределения температур в сечении конструкции

Температуру t_x , $^\circ C$, ограждающей конструкции в плоскости, соответствующей границе слоя x , следует определять по формуле:

$$t_x(x) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(x)}{R_{np}}$$

$$R_x(x) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^x R_i$$

где: x - номер слоя, $x=0$ - это внутреннее пространство, R_i - сопротивление теплопередачи слоя с номером i , в направлении от внутреннего пространства.



Точка 1: $t_{int} = 21^\circ\text{C}$ - температура внутри помещения

Точка 2: $t_x(0) = 20.09^\circ\text{C}$ - температура на внутренней границе слоя №1 - "Железобетонная плита перекрытия"

$$R_x(0) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^0 R_i = \frac{1}{8.7} = 0.11 \frac{\text{M}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{BT}}$$

$$t_x(0) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(0) \times \gamma}{R_{np}} = 21 - \frac{(21 - 36) \times 0.11 \times 0.8}{5.486} = 20.09^\circ\text{C}$$

Точка 3: $t_x(1) = 19.22^\circ\text{C}$ - температура на границе слоёв №1 - "Железобетонная плита перекрытия" и №3 - "ТЕХНОФЛОР СТАНДАРТ"

$$R_x(1) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^1 R_i = \frac{1}{8.7} + 0.104 = 0.214 \frac{\text{M}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{BT}}$$

$$t_x(1) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(1) \times \gamma}{R_{np}} = 21 - \frac{(21 + 36) \times 0.214 \times 0.8}{5.486} = 19.22^\circ\text{C}$$

Точка 4: $t_x(2) = -34.06^\circ\text{C}$ - температура на границе слоёв №3 - "ТЕХНОФЛОР СТАНДАРТ" и №4 - "Стяжка из цементно-песчаного раствора"

$$R_x(2) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^2 R_i = \frac{1}{8.7} + 0.104 + 6.41 = 6.624 \frac{\text{M}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{BT}}$$

$$t_x(2) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(2) \times \gamma}{R_{np}} = 21 - \frac{(21 + 36) \times 6.624 \times 0.8}{5.486} = -34.06^\circ\text{C}$$

Точка 5: $t_x(3) = -35.27^\circ\text{C}$ - температура на внешней границе слоя №4 - "Стяжка из цементно-песчаного раствора"

$$R_x(3) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^3 R_i = \frac{1}{8.7} = 6.769 \frac{\text{M}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{BT}}$$

$$t_x(3) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(3) \times \gamma}{R_{np}} = 21 - \frac{(21 + 36) \times 6.769 \times 0.8}{5.486} = -35.27^\circ\text{C}$$

Точка 6: $t_{ext} = -36^\circ\text{C}$ - температура окружающей среды

Определение плоскости максимального увлажнения (конденсации)

Методика, базирующаяся на использовании метода безразмерных характеристик.

Для каждого слоя многослойной конструкции вычисляется значение комплекса $f_i(t_{m,y})$, характеризующего температуру в плоскости максимального увлажнения.

№ слоя	Слой конструкции	$R_{ni} = \delta_i / \mu_i$	μ_i / λ_i
	Внутренняя поверхность ограждения	$R_{int,vp} = 0.0266$	0
1	Железобетонная плита перекрытия	$0.2 / 0.03 = 6.667$	$0.03 / 1.92 = 0.015625$
2	Пароизоляционная мембрана ISOVER VS 80	$0.00042 / 0.00005 = 8.4$	$0.00005 / 0.3 = 0.000167$
3	ТЕХНОФЛОР СТАНДАРТ	$0.25 / 0.3 = 0.833$	$0.3 / 0.039 = 7.692308$
4	Стяжка из цементно-песчаного раствора	$0.11 / 0.09 = 1.222$	$0.09 / 0.76 = 0.118421$
	Наружная поверхность ограждения	$R_{ext,vp} = 0.0133$	0
$R_{int,vp}$ и $R_{ext,vp}$ - сопротивления влагообмену соответственно внутренней и наружной поверхности ограждения, ($\text{M}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$).			
Примечание:			

№ слоя	Слой конструкции	$R_{ni} = \delta_i / \mu_i$	μ_i / λ_i
<p>1. Сопротивление паропрооницанию замкнутых воздушных прослоек в ограждающих конструкциях следует принимать равным нулю независимо от расположения и толщины этих прослоек.</p> <p>2. Слои конструкции, расположенные между воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом, и наружной поверхностью ограждающей конструкции, не учитываются в расчете.</p>			

$$g_i(t_{m,y}) = \frac{5330 \times R_{0,n} \times (t_{в} - t_{н,отр}) \times \mu_i}{R_{0,вотр} \times (e_{в} - e_{н,отр}) \times \lambda_i}$$

$$R_{0,n} = \sum_i \frac{\delta_i}{\mu_i} = 0.0266 + 6.667 + 8.4 + 0.833 + 1.222 + 0.0133 = 17.1619 \frac{\text{м}^2 \times \text{ч} \times \text{Па}}{\text{Мг}}$$

$E_{в}$ - парциальное давление насыщенного водяного пара, Па, при температуре воздуха от -40 до +45 °С определяется по формуле:

$$E(t) = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + t}\right)$$

Для температуры $t_{в} = 21$ °С:

$$E_{в} = E(21) = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 21}\right) = 2462.54 \text{ Па}$$

$e_{в}$ - парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха, Па, при расчётных температуре и относительной влажности воздуха в помещении, определяемое по формуле:

$$e_{в} = \left(\frac{\phi_{в}}{100}\right) \times E_{в} = \left(\frac{45}{100}\right) \times 2462.54 = 1108.14 \text{ Па}$$

$e_{н,отр}$ - среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами, определяемое по СП 131.13330:

$$e_{н,отр} = \frac{100 \times (1.3 + 1.5 + 2.5 + 2.9 + 1.8)}{5} = 200 \text{ Па}$$

$t_{н,отр}$ - среднее значение температуры наружного воздуха периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами, определяемое по СП 131.13330:

$$t_{н,отр} = \frac{(-13.4 - 15.4 - 6.7 - 7.9 - 15.7)}{5} = -12.82 \text{ °С}$$

μ_i / λ_i - отношение расчетных коэффициентов теплопроводности, Вт/(м² × °С), и паропрооницаемости, мг/(м × ч × Па), материала соответствующего слоя, либо 0, если коэффициенты не заданы.

$$r_i(t_{M.Y.}) = \frac{5330 \times R_{0,n} \times (t_{\text{г}} - t_{H, \text{втр}}) \times \mu_i}{R_{0, \text{всн}} \times (S_{\text{г}} - S_{H, \text{втр}}) \times \lambda_i} = \frac{5330 \times 17.1619 \times (21 + 12.82) \times \mu_i}{6.857 \times (1108.14 - 200) \times \lambda_i} = 496.8 \times \left(\frac{\mu_i}{\lambda_i} \right)$$

$$f_1(t_{M.Y.}) = 496.8 \times 0.015625 = 7.76$$

$$f_2(t_{M.Y.}) = 496.8 \times 0.000167 = 0.08$$

$$f_3(t_{M.Y.}) = 496.8 \times 7.692308 = 3821.54$$

$$f_4(t_{M.Y.}) = 496.8 \times 0.118421 = 58.83$$

Согласно СП 50.13330 табл. 11, при неотрицательном $f(t_{M.Y.})$ найдём $t_{M.Y.}$ по формуле:

$$t_{M.Y.} = \frac{\left(a \times b + c \times f(t_{M.Y.})^d \right)}{\left(b + f(t_{M.Y.})^d \right)}$$

$$\begin{aligned} a &= 96.6680675349 \\ b &= 4.89349504771 \\ c &= -66.4983819958 \\ d &= 0.406903783624 \end{aligned}$$

$$t_{M.Y.1} = \frac{\left(a \times b + c \times 7.76^d \right)}{\left(b + 7.76^d \right)} = 44.469$$

$$t_{M.Y.2} = \frac{\left(a \times b + c \times 0.08^d \right)}{\left(b + 0.08^d \right)} = 85.55$$

$$t_{M.Y.3} = \frac{\left(a \times b + c \times 3821.54^d \right)}{\left(b + 3821.54^d \right)} = -42.718$$

$$t_{м.у.д} = \frac{(a \times b + c \times 58.83^d)}{(b + 58.83^d)} = 12.227$$

Расчёт температур на границах слоёв

$$T_{срк} = t_{в} - \left(\frac{t_{в} - t_{н, втр}}{R_{0, укл}} \right) \times \left(\frac{l}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^k R_i \right)$$

где R_i - сопротивление теплопередачи слоя i (либо 0, если слой не входит в теплотехнический расчёт), k - номер слоя, для которого вычисляется температура.

$$T_{ср0} = 21 - \left(\frac{21 + 12.82}{6.857} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} \right) = 20.43^{\circ}\text{C}$$

$$T_{ср1} = 21 - \left(\frac{21 + 12.82}{6.857} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.104 \right) = 19.92^{\circ}\text{C}$$

$$T_{ср2} = 21 - \left(\frac{21 + 12.82}{6.857} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.104 + 0 \right) = 19.92^{\circ}\text{C}$$

$$T_{ср3} = 21 - \left(\frac{21 + 12.82}{6.857} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.104 + 0 + 6.4103 \right) = -11.7^{\circ}\text{C}$$

$$T_{ср4} = 21 - \left(\frac{21 + 12.82}{6.857} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.104 + 0 + 6.4103 + 0.145 \right) = -12.41^{\circ}\text{C}$$

Сводная таблица $t_{м.у.}$ и $T_{срк}$

Составляется таблица, содержащая для каждого слоя $t_{м.у.}$ и вычисленные выше температуры на границах слоя (при средней температуре наружного воздуха периода с отрицательными среднемесячными температурами):

№ слоя	Слой конструкции	$T_{срк}, ^{\circ}\text{C}$	$t_{м.у.}, ^{\circ}\text{C}$
0	Железобетонная плита перекрытия	20.43	44.469
1		19.92	
1	Пароизоляционная мембрана ISOVER VS 80	19.92	85.55
2		19.92	
2	ТЕХНОФЛОР СТАНДАРТ	19.92	-42.718
3		-11.7	
3	Стяжка из цементно-песчаного раствора	-11.7	12.227
4		-12.41	

Определение плоскости максимального увлажнения

Как видно из таблицы, нашлись пары соседних слоёв, где для более холодного слоя выполняется условие $t_{м.у.} > \max(t_{ср.})$ и для более тёплого $t_{м.у.} < \min(t_{ср.})$. Плоскость конденсации может находиться между слоями в следующих парах:

- №4. Стяжка из цементно-песчаного раствора и №3. ТЕХНОФЛОР СТАНДАРТ

Защита от переувлажнения ограждающих конструкций

$Z_{зима}$, $Z_{весна-осень}$, $Z_{лето}$ - продолжительность зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов года, мес, определяемая по СП 131.13330, Таблица 5.1, с учетом следующих условий:

- к зимнему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха ниже минус 5 °С;
- к весенне-осеннему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха от минус 5 до 5 °С;
- к летнему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха выше плюс 5 °С;

Z	Z _{зима}	Z _{весна-осень}	Z _{лето}
количество месяцев	5	2	5
$\sum t, ^\circ\text{C}$ суммарная температура	-18.4-15.4-6.7-7.9-15.7 = -64.1	+2.5+1.5 = 4	+9.8+15.8+18.2+15.7+9.1 = 68.6
$t_{ср.з}, ^\circ\text{C}$ среднее арифметическое	-12.82	2	13.72

Для всех вероятных зон конденсации проводится расчёт.

Расчёт для плоскости, расположенной на границе слоёв №4. Стяжка из цементно-песчаного раствора и №3. ТЕХНОФЛОР СТАНДАРТ.

Z	Z _{зима}	Z _{весна-осень}	Z _{лето}
$t_{к}, ^\circ\text{C}$ температура в зоне конденсации	-11.7	2.63	13.96
$E_{к}, \text{Па}$ парциальное давление насыщенного водяного пара	254.73	735.6	1578.43

Температура в зоне конденсации:

$$t_{к} = t_{в} - \left(\frac{t_{в} - t_{ср.з}}{R_{д.внут}} \right) \times \left(\frac{1}{\alpha_{int}} - R_{к} \right)$$

где: $R_{к}$ - сопротивление теплопередаче на участке от внутренней поверхности до плоскости конденсации.

$E_{в}$ - парциальное давление насыщенного водяного пара, Па, при температуре воздуха от -40 до +45 °С определяется по формуле:

$$E(t) = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + t_k}\right)$$

$$R_k = 0.104 + 0.4103 + \frac{0.145 \times 0}{110} = 0.514 \frac{\text{М}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Зима

$$t_{k, \text{зима}} = 21 - \left(\frac{21 + 12.82}{6.857}\right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.514\right) = -11.7 \text{°C}$$

$$E_{k, \text{зима}} = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 - 11.7}\right) = 254.73 \text{ Па}$$

Осень-весна

$$t_{k, \text{осень-весна}} = 21 - \left(\frac{21 - 2}{6.857}\right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.514\right) = 2.63 \text{°C}$$

$$E_{k, \text{осень-весна}} = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 2.63}\right) = 735.6 \text{ Па}$$

Лето

При определении парциального давления для летнего периода, температуру в плоскости максимального увлажнения следует принимать не ниже средней температуры наружного воздуха летнего периода.

$$t_{k, \text{лето}} = 21 - \left(\frac{21 - 13.72}{6.857}\right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.514\right) = 13.96 \text{°C}$$

$$t_{k, \text{лето}} = \max\left(t_k, t_{\text{ср.з}}\right) = 13.96 \text{°C}$$

$$E_{k, \text{лето}} = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 13.96}\right) = 1578.43 \text{ Па}$$

E - парциальное давление насыщенного водяного пара в плоскости максимального увлажнения за годовой период эксплуатации, Па, определяемое по формуле:

$$E = \frac{E_{k, \text{ЗИМА}} \times Z_{\text{ЗИМА}} + E_{k, \text{ОСЕНЬ-ВЕСНА}} \times Z_{\text{ОСЕНЬ-ВЕСНА}} + E_{k, \text{ЛЕТО}} \times Z_{\text{ЛЕТО}}}{12}$$

$$E = \frac{254.73 \times 5 + 735.6 \times 2 + 1578.43 \times 5}{12} = 886.42 \text{ Па}$$

Сопротивление паропрооницанию R_n , (м²·ч·Па)/мг, ограждающей конструкции в пределах от внутренней поверхности до плоскости максимального увлажнения:

$$R_n = R_{int, \text{vp}} + \sum \frac{\delta_i}{\mu_i} =$$

$$0.0266 + \frac{200 \times 10^{-3}}{0.03} + \frac{0.42 \times 10^{-3}}{0.00005} + \frac{250 \times 10^{-3}}{0.3} + \frac{0 \times 10^{-3}}{0.03} = 15.9266 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}}{\text{мг}}$$

Данное значение должно быть больше каждого из следующих двух значений:

- Требуемое сопротивление паропрооницанию $R_{1, \text{птр}}$, ($\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$)/мг, из условия недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации:

$$R_{1, \text{птр}} = \left(e_{\text{в}} - E \right) \times \left(\frac{R_{\text{п, н}}}{E - e_{\text{н}}} \right)$$

Средняя упругость водяного пара за годовой период (по СП 131.13330 табл. 7.1):

$$e_{\text{н}} = \left(\frac{100}{12} \right) \times \sum e_{\text{н, i}}$$

$$e_{\text{н}} = \left(\frac{100}{12} \right) \times (1.3 + 1.5 + 2.5 + 4 + 6.4 + 11.3 + 15.1 + 13.7 + 8.8 + 5.1 + 2.9 + 1.8) = 620 \text{ Па}$$

$e_{\text{в}}$ - парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха, Па, при расчётных температуре и относительной влажности воздуха в помещении, определяемое по формуле:

$$e_{\text{в}} = \left(\frac{\Phi_{\text{в}}}{100} \right) \times E_{\text{в}} = \left(\frac{45}{100} \right) \times 2462.54 = 1108.14 \text{ Па}$$

$$E_{\text{в}} = E(21) = 1.84 \times 10^{11} \times \exp \left(\frac{-5330}{273 + 21} \right) = 2462.54 \text{ Па}$$

$R_{\text{п, н}}$ - сопротивление паропрооницанию, ($\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$)/мг, части ограждающей конструкции, расположенной между наружной поверхностью ограждающей конструкции и плоскостью максимального увлажнения:

$$R_{\text{п, н}} = R_{\text{ext, vp}} + \sum \frac{\delta_i}{\mu_i} = 0.0133 + \frac{(110 - 0) \times 10^{-3}}{0.09} = 1.22222 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}}{\text{мг}}$$

$$R_{1, \text{птр}} = (1108.14 - 886.42) \times \left(\frac{1.22222}{886.42 - 620} \right) = 1.01716$$

Условие выполняется: $R_n > R_{1, \text{птр}}$ ($15.9266 > 1.01716$)

- Требуемое сопротивление паропрооницанию, $R_{2, \text{птр}}$, ($\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$)/мг, из условия ограничения накопления влаги за период с отрицательными температурами:

$$R_{2, \text{птр}} = \frac{0.0024 \times z_0 \times \left(e_{\text{в}} - E_{\text{г}} \right)}{\left(\rho_{\text{w1}} \times \delta_{\text{w1}} \times \Delta W_1 + \rho_{\text{w2}} \times \delta_{\text{w2}} \times \Delta W_2 \right) + \eta}$$

δ_{w1}, δ_{w2} - половины толщин слоёв, граничащих с плоскостью конденсации,

$\Delta w_1, \Delta w_2$ - соответственно, предельно допустимое приращение расчетного массового отношения влаги в материале данных слоёв.

$$\eta = \frac{0.0024 \times (E_0 - e_{H, \text{отр}}) \times z_0}{R_{п,н}}$$

$z_0 = 170$ - продолжительность периода влагонакопления, сут, принимаемая равной периоду с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха по СП 131.13330; Температура в плоскости возможной конденсации для этого периода:

$$T_0 = t_B - \left(\frac{t_B - t_{H, \text{отр}}}{R_{0, \text{всн}}} \right) \times \left(\frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + R_{\kappa} \right) = 21 - \left(\frac{21 + 12.82}{6.857} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 6.514 \right) = -11.7^\circ\text{C}$$

Средняя упругость водяного пара за период с отрицательными среднемесячными температурами (по СП 131.13330 табл. 7.1)

$$e_{H, \text{отр}} = \frac{100 \times (1.3 + 1.5 + 2.5 + 2.9 + 1.8)}{5} = 200 \text{ Па}$$

E_0 - парциальное давление насыщенного водяного пара в плоскости максимального увлажнения, Па, определяемое при средней температуре наружного воздуха периода влагонакопления z_0 ;

$$E_0 = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 - 11.7}\right) = 254.73 \text{ Па}$$

$$\eta = \frac{0.0024 \times (254.73 - 200) \times 170}{1.22222} = 18.2699$$

$$R_{2, \text{п}}^{\text{тп}} = \frac{0.0024 \times 170 \times (1108.14 - 254.73)}{1800 \times 55 \times 10^{-3} \times 2 + 35 \times 125 \times 10^{-3} \times 1.5 + 18.2699} = 1.56257 \frac{\text{м}^2 \times \text{ч} \times \text{Па}}{\text{мг}}$$

Условие выполняется: $R_n > R_{2, \text{п}}^{\text{тп}}$ ($15.9266 > 1.56257$)

Конструкция не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения.

Вывод

Конструкция рассчитана с учётом требований СНиП 23-02-2003 "Тепловая защита зданий"

Толщина теплоизоляционного слоя ТЕХНОФЛОР СТАНДАРТ равна 250 мм.

В соответствии с расчётом:

- Конструкция удовлетворяет требованию по тепловой защите.
- Конструкция удовлетворяет санитарно-гигиеническому требованию.
- Конструкция не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения.

1.3 Теплотехнический расчёт наружных стен (С3) по оси Ж

Исходные данные

Вид конструкции: Стена - Навесной вентилируемый фасад

Территория: Иркутск, Иркутская область

t_{ext} Расчетная температура наружного воздуха: (наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92)	-36 °C
t_{int} Расчетная средняя температура отопительного периода: (со среднесуточной $t \leq 8$ °C,)	-8.5 °C
z_{ht} Продолжительность отопительного периода: (со среднесуточной $t \leq 8$ °C)	240 сут
Зона влажности:	сухая

Назначение здания и помещения

Здание: Жилые,

Помещение: Жилая комната

α_{int} - Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности: (по СНиП 23-02-2003, т.7)	8.7
Нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции: (по СНиП 23-02-2003, т.5)	4 °C
α_{ext} - Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности	12
t_{int} - Температура пребывания: (по ГОСТ 30494-96)	21 °C
ϕ - Относительная влажность воздуха: (по ГОСТ 30494-96, СНиП 23.01-99 т.1)	не более 45 %
Влажностный режим помещения: (СНиП 23-02-2003 т.1)	сухой
Условия эксплуатации ограждающих конструкций: (СНиП 23-02-2003 т.2)	A
Коэффициент однородности конструкции g : (по СП 23-101-2004)	0.75
Коэффициент зависимости положения ограждающей конструкции n : (по СНиП 23-02-2003)	1

Структура конструкции

№	Слой	Толщина, мм	Примечание
1	Цементная штукатурка	30	$\lambda = 0.76 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ $\mu = 0.09 \text{ мг} / \text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$
2	Кладка на ЦПР кирпича керамического полнотелого 1800 кг/м ³	250	$\lambda = 0.7 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ $\mu = 0.1 \text{ мг} / \text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$
3	ТехноБлок Стандарт	200	$\lambda = 0.038 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ $\mu = 0.3 \text{ мг} / \text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$
4	Вентилируемая воздушная прослойка	70	
5	Кладка на ЦПР кирпича керамического пустотелого 1400 кг/м ³	120	слой не участвует в расчёте

Примечание: слои конструкции, расположенные между воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом, и наружной поверхностью ограждающей конструкции, не учитываются в теплотехническом расчёте.

Градусо-сутки отопительного периода:

(СНиП 23-02-2003 ф.2)

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{int}} - t_{\text{nt}}) \times z_{\text{nt}} = (21 + 8.5) \times 240 = 7080 \frac{^\circ\text{C} \times \text{сут}}{\text{год}}$$

Нормируемое сопротивление теплопередаче:

(СНиП 23-02-2003)

$$R_{0, \text{норм}} = (a \times \text{ГСОП} + b) \times n = (0.0035 \times 7080 + 1.4) \times 1 = 3.878 \frac{\text{м}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

Расчёт термических сопротивлений

Цементная штукатурка, однородный слой, $\delta=30$ мм, $\lambda=0.76$ Вт/(м °С)

Термическое сопротивление:

$$R_1 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{30 \times 10^{-3}}{0.76} = 0.039 \frac{\text{м}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

Кладка на ЦПР кирпича керамического полнотелого 1800 кг/м³, кладка, $\delta=250$ мм, $\lambda=0.7$ Вт/(м °С), коэффициент теплопроводности шва $\lambda_k=0.76$ Вт/(м °С), длина блока $a=250$ мм, высота блока $b=65$ мм, толщина швов $c=12$ мм, армирование швов, коэффициент теплопроводности арматуры $\lambda_{\text{св}}=58$ Вт/(м °С), средняя площадь сечения связей на 1 погонный метр шва, $S_{\text{св ср}} = 82.5$ мм², включающая только сечения, перпендикулярные плоскости стены.

Площадь поверхности, занимаемая блоками:

$$F_{62} = a \times 10^{-3} \times b \times 10^{-3} = 250 \times 10^{-3} \times 65 \times 10^{-3} = 0.0163 \text{ м}^2$$

Площадь поверхности, занимаемая швами:

$$F_{p2} = c \times 10^{-3} \times (a \times 10^{-3} + b \times 10^{-3}) = 12 \times 10^{-3} \times (250 \times 10^{-3} + 65 \times 10^{-3}) = 0.0038 \text{ м}^2$$

Эквивалентный коэффициент теплопроводности шва, с учётом армирования:

$$\lambda_{\text{экв}} = \frac{\left(\lambda_{\text{ст}} \times S_{\text{ст}} + \lambda_{\text{к}} \times (c - S_{\text{ст}}) \right)}{c}$$

$$\lambda_{\text{экв}} = \frac{\left(58 \times 82.5 \times 10^{-3} + 0.76 \times (12 \times 10^{-3} - 82.5 \times 10^{-3}) \right)}{(12 \times 10^{-3})} = 1.15353 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \times ^\circ\text{C}}$$

Термическое сопротивление:

$$R_{\text{д}} = \frac{(F_{p2} + F_{\text{в2}})}{\left(\frac{F_{p2} \times \lambda_{\text{экв}}}{(b \times 10^{-3})} + \frac{F_{\text{в2}} \times \lambda}{(b \times 10^{-3})} \right)} = \frac{(0.0038 + 0.0163)}{\left(\frac{(0.0038 \times 1.15353)}{(250 \times 10^{-3})} + \frac{(0.0163 \times 0.7)}{(250 \times 10^{-3})} \right)} = 0.318 \frac{\text{м}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

Расчёт ориентировочного термического сопротивления утеплителя

$$R_{\text{ут}} = \frac{R_{\text{д}}^{\text{норм}}}{r} - R_1 - R_2 - \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} - \frac{1}{\alpha_{\text{ext}}} =$$

$$\frac{3.878}{0.75} - 0.039 - 0.318 - \frac{1}{8.7} - \frac{1}{12} = 4.615 \frac{\text{м}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

Расчёт ориентировочной толщины слоя утеплителя из условия:

$$R_{\text{ут}} = \frac{\delta_{\text{ут}}}{\lambda_{\text{ут}}} = 4.615 \frac{\text{м}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

где: $\lambda_{\text{ут}} = 0.038 \text{ Вт}/(\text{м} \times ^\circ\text{C})$

$$\delta_{\text{ут}} = R_{\text{ут}} \times \lambda_{\text{ут}} = 4.615 \times 0.038 = 175.37 \text{ мм}$$

С учётом кратности материалов, толщина теплоизоляционного слоя принимается равной $\delta_{\text{утк}} = 200 \text{ мм}$. Тогда приведённое сопротивление теплопередачи:

$$R_{np} = r \times \left(\frac{1}{\alpha_{int}} + \frac{1}{\alpha_{ext}} + \frac{\delta_{ynk}}{\lambda_{gr}} + R_1 + R_2 \right) =$$

$$0.75 \times \left(\frac{1}{8.7} + \frac{1}{12} + \frac{200 \times 10^{-3}}{0.038} + 0.039 + 0.318 \right) = 4.364 \frac{M^2 \times C}{BT}$$

Условие $R_{norm} \leq R_{np}$ выполняется: $3.878 \leq 4.364$.

Санитарно-гигиеническое требование

Расчётный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции:

$$\Delta t_n = \frac{n \times (t_{int} - t_{ext})}{R_{grk} \times \alpha_{int}} = \frac{1 \times (21 + 36)}{4.364 \times 8.7} = 1.5^\circ C$$

Условие $\Delta t_n \geq \Delta t_n$ выполняется: $4 \geq 1.5$

Температуру внутренней поверхности T_B , °C, ограждающей конструкции (без теплопроводного включения), следует определять по формуле:

$$T_B = t_{int} - \Delta t_n = 21 - 1.5 = 19.5^\circ C$$

Условие $T_B \geq t_p$ выполняется: $19.5 \geq 8.56$

где t_p - температура точки росы.

$$\psi(t_{int}, \phi) = \frac{17.27 \times t_{int}}{237.7 + t_{int}} + \log(\phi \times 0.01) = \frac{17.27 \times 21}{237.7 + 21} + \log(45 \times 0.01) = 0.6$$

$$t_p = \frac{237.7 \times \psi(t_{int}, \phi)}{17.27 - \psi(t_{int}, \phi)} = 8.56^\circ C$$

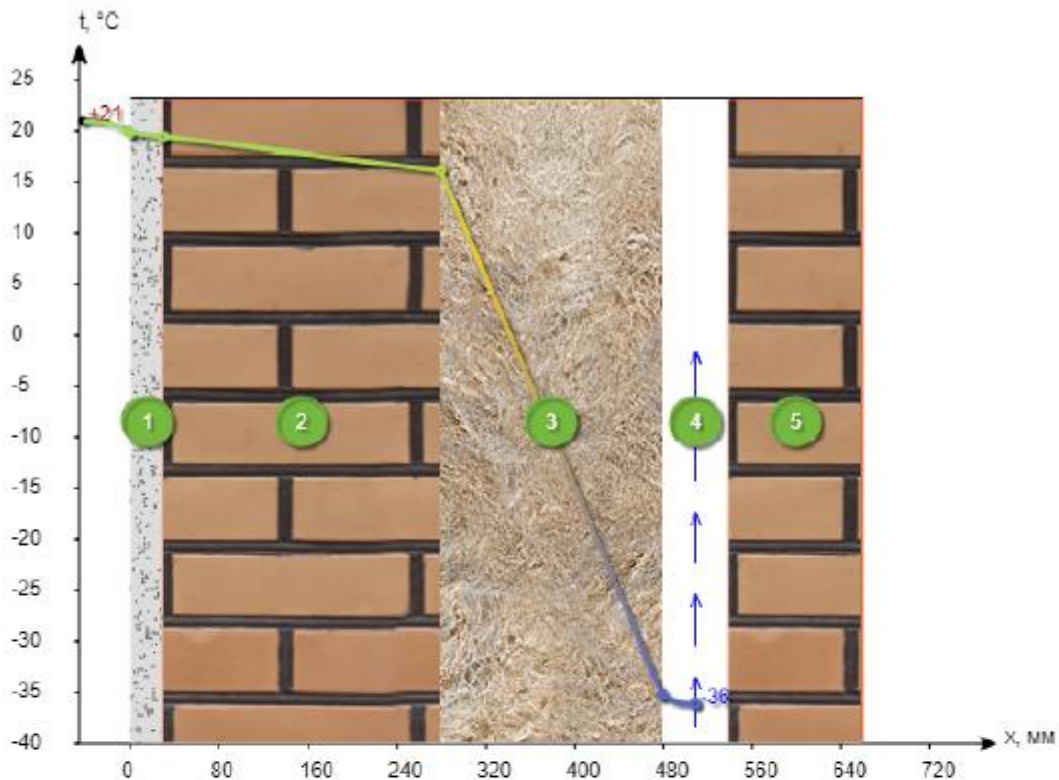
График распределения температур в сечении конструкции

Температуру t_x , °C, ограждающей конструкции в плоскости, соответствующей границе слоя x , следует определять по формуле:

$$t_x(x) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(x)}{R_{np}}$$

$$R_x(x) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^x R_i$$

где: x - номер слоя, $x=0$ - это внутреннее пространство, R_i - сопротивление теплопередачи слоя с номером i , в направлении от внутреннего пространства.



Точка 1: $t_{int} = 21^{\circ}\text{C}$ - температура внутри помещения

Точка 2: $t_x(0) = 19.92^{\circ}\text{C}$ - температура на внутренней границе слоя №1 - "Цементная штукатурка"

$$R_x(0) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^0 R_i = \frac{1}{8.7} = 0.11 \frac{\text{M}^2 \times ^{\circ}\text{C}}{\text{BT}}$$

$$t_x(0) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(0) \times r}{R_{np}} = 21 - \frac{(21 + 36) \times 0.11 \times 0.75}{4.364} = 19.92^{\circ}\text{C}$$

Точка 3: $t_x(1) = 19.54^{\circ}\text{C}$ - температура на границе слоёв №1 - "Цементная штукатурка" и №2 - "Кладка на ЦПР кирпича керамического полнотелого 1800 кг/м³"

$$R_x(1) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^1 R_i = \frac{1}{8.7} + 0.039 = 0.149 \frac{\text{M}^2 \times ^{\circ}\text{C}}{\text{BT}}$$

$$t_x(1) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(1) \times r}{R_{np}} = 21 - \frac{(21 + 36) \times 0.149 \times 0.75}{4.364} = 19.54^{\circ}\text{C}$$

Точка 4: $t_x(2) = 16.43^{\circ}\text{C}$ - температура на границе слоёв №2 - "Кладка на ЦПР кирпича керамического полнотелого 1800 кг/м³" и №3 - "ТехноБлок Стандарт"

$$R_{x(2)} = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^2 R_i = \frac{1}{8.7} + 0.039 + 0.318 = 0.467 \frac{M^2 \cdot x \cdot C}{BT}$$

$$t_x(2) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_{x(2)} \times \gamma}{R_{np}} = 21 - \frac{(21 - 36) \times 0.467 \times 0.75}{4.364} = 16.43^\circ C$$

Точка 5: $t_x(3) = -35.13^\circ C$ - температура на внешней границе слоя №3 - "ТехноБлок Стандарт"

$$R_{x(3)} = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^3 R_i = \frac{1}{8.7} + 0.039 + 0.318 + 5.263 = 5.73 \frac{M^2 \cdot x \cdot C}{BT}$$

$$t_x(3) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_{x(3)} \times \gamma}{R_{np}} = 21 - \frac{(21 - 36) \times 5.73 \times 0.75}{4.364} = -35.13^\circ C$$

Точка 6: $t_{ext} = -36^\circ C$ - температура окружающей среды

Определение плоскости максимального увлажнения (конденсации)

Методика, базирующаяся на использовании метода безразмерных характеристик.

Для каждого слоя многослойной конструкции вычисляется значение комплекса $f_i(t_{m,y})$, характеризующего температуру в плоскости максимального увлажнения.

№ слоя	Слой конструкции	$R_{ni} = \delta_i / \mu_i$	μ_i / λ_i
	Внутренняя поверхность ограждения	$R_{int,vp} = 0.0266$	0
1	Цементная штукатурка	$0.03 / 0.09 = 0.333$	$0.09 / 0.76 = 0.118421$
2	Кладка на ЦПР кирпича керамического полнотелого 1800 кг/м ³	$0.25 / 0.1 = 2.5$	$0.1 / 0.7 = 0.142857$
3	ТехноБлок Стандарт	$0.2 / 0.3 = 0.667$	$0.3 / 0.038 = 7.894737$
4	Вентилируемая воздушная прослойка	$R_{ext,vp} = 0.0133$	
5	Кладка на ЦПР кирпича керамического пустотелого 1400 кг/м ³		

$R_{int,vp}$ и $R_{ext,vp}$ - сопротивления влагообмену соответственно внутренней и наружной поверхности ограждения, (м²·ч·Па / мг).

Примечание:

1. Сопротивление паропрооницанию замкнутых воздушных прослоек в ограждающих конструкциях следует принимать равным нулю независимо от расположения и толщины этих прослоек.
2. Слои конструкции, расположенные между воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом, и наружной поверхностью ограждающей конструкции, не учитываются в расчете.

$$f_i(t_{м.г.}) = \frac{5330 \times R_{0,п} \times (t_{в} - t_{н,отр}) \times \mu_i}{R_{0,вн} \times (e_{в} - e_{н,отр}) \times \lambda_i}$$

$$R_{0,п} = \sum_i \frac{\delta_i}{\mu_i} = 0.0266 + 0.333 + 2.5 + 0.667 + 0 + 0.0133 = 3.5399 \frac{\text{м}^2 \times \text{ч} \times \text{Па}}{\text{Мг}}$$

$E_{в}$ - парциальное давление насыщенного водяного пара, Па, при температуре воздуха от -40 до +45 °С определяется по формуле:

$$E(t) = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + t}\right)$$

Для температуры $t_{в} = 21$ °С:

$$E_{в} = E(21) = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 21}\right) = 2462.54 \text{ Па}$$

$e_{в}$ - парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха, Па, при расчётных температуре и относительной влажности воздуха в помещении, определяемое по формуле:

$$e_{в} = \left(\frac{\Phi_{в}}{100}\right) \times E_{в} = \left(\frac{45}{100}\right) \times 2462.54 = 1108.14 \text{ Па}$$

$e_{н,отр}$ - среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами, определяемое по СП 131.13330:

$$e_{н,отр} = \frac{100 \times (1.3 + 1.5 + 2.5 + 2.9 + 1.8)}{5} = 200 \text{ Па}$$

$t_{н,отр}$ - среднее значение температуры наружного воздуха периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами, определяемое по СП 131.13330:

$$t_{н,отр} = \frac{(-18.4 - 15.4 - 6.7 - 7.9 - 15.7)}{5} = -12.82 \text{ °С}$$

μ_i/λ_i - отношение расчетных коэффициентов теплопроводности, Вт/(м² × °С), и паропроницаемости, мг/(м × ч × Па), материала соответствующего слоя, либо 0, если коэффициенты не заданы.

$$f_i(t_{м.г.}) = \frac{5330 \times R_{0,п} \times (t_{в} - t_{н,отр}) \times \mu_i}{R_{0,вн} \times (e_{в} - e_{н,отр}) \times \lambda_i} = \frac{5330 \times 3.5399 \times (21 - (-12.82)) \times \mu_i}{5.819 \times (1108.14 - 200) \times \lambda_i} = 120.75 \times \left(\frac{\mu_i}{\lambda_i}\right)$$

$$f_I(t_{м.г.}) = 120.75 \times 0.118421 = 14.3$$

$$f_2 \left(t_{M.Y.} \right) = 120.75 \times 0.142857 = 17.25$$

$$f_3 \left(t_{M.Y.} \right) = 120.75 \times 7.894737 = 953.29$$

$$f_4 \left(t_{M.Y.} \right) = 120.75 \times 0 = 0$$

Согласно СП 50.13330 табл. 11, при неотрицательном $f_i(t_{M.Y.})$ найдём $t_{M.Y.}$ по формуле:

$$t_{M.Y.} = \frac{\left(a \times b + c \times f \left(t_{M.Y.} \right)^d \right)}{\left(b + f \left(t_{M.Y.} \right)^d \right)}$$

$$a = 96.6680675349$$

$$b = 4.89349504771$$

$$c = -66.4983819958$$

$$d = 0.406903783624$$

$$t_{M.Y.1} = \frac{\left(a \times b + c \times 14.3^d \right)}{\left(b + 14.3^d \right)} = 35.274$$

$$t_{M.Y.2} = \frac{\left(a \times b + c \times 17.25^d \right)}{\left(b + 17.25^d \right)} = 32.326$$

$$t_{M.Y.3} = \frac{\left(a \times b + c \times 953.29^d \right)}{\left(b + 953.29^d \right)} = -28.829$$

$$t_{M.Y.4} = \frac{\left(a \times b + c \times 0^d \right)}{\left(b + 0^d \right)} = 96.668$$

Расчёт температур на границах слоёв

$$T_{срк} = t_{в} - \left(\frac{t_{в} - t_{н, втв}}{R_{0, втв}} \right) \times \left(\frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^k R_i \right)$$

где R_i - сопротивление теплопередачи слоя i (либо 0, если слой не входит в теплотехнический расчёт), k - номер слоя, для которого вычисляется температура.

$$T_{\text{ср}0} = 21 - \left(\frac{21 + 12.82}{5.819} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} \right) = 20.33^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{ср}1} = 21 - \left(\frac{21 + 12.82}{5.819} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.039 \right) = 20.11^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{ср}2} = 21 - \left(\frac{21 + 12.82}{5.819} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.039 + 0.318 \right) = 18.26^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{ср}3} = 21 - \left(\frac{21 + 12.82}{5.819} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.039 + 0.318 + 5.2632 \right) = -12.33^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{ср}4} = 21 - \left(\frac{21 + 12.82}{5.819} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.039 + 0.318 + 5.2632 + 0 \right) = -12.33^{\circ}\text{C}$$

Сводная таблица $t_{\text{м.у.}}$ и $T_{\text{ср}k}$

Составляется таблица, содержащая для каждого слоя $t_{\text{м.у.}}$ и вычисленные выше температуры на границах слоя (при средней температуре наружного воздуха периода с отрицательными среднемесячными температурами):

№ слоя	Слой конструкции	$T_{\text{ср}k}, ^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{м.у.}}, ^{\circ}\text{C}$
0	Цементная штукатурка	20.33	35.274
1		20.11	
1	Кладка на ЦПР кирпича керамического полнотелого 1800 кг/м ³	20.11	32.326
2		18.26	
2	ТехноБлок Стандарт	18.26	-28.829
3		-12.33	
3	Вентилируемая воздушная прослойка	-12.33	96.668
4		-12.33	

Определение плоскости максимального увлажнения

Как видно из таблицы, нет ни одного слоя с температурой $t_{\text{м.у.}}$ в пределах $T_{\text{ср}}$. Также не нашлось ни одной пары соседних слоёв, где для более холодного слоя выполнялось бы условие $t_{\text{м.у.}} > \max(T_{\text{ср}})$ и для более тёплого $t_{\text{м.у.}} < \min(T_{\text{ср}})$.

В этом случае плоскость максимального увлажнения принимается на наружной поверхности конструкции. **Защиты от переувлажнения не требуется.**

Конструкция не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения.

Вывод

Конструкция рассчитана с учётом требований СНиП 23-02-2003 "Тепловая защита зданий"

Толщина теплоизоляционного слоя ТехноБлок Стандарт равна 200 мм.

В соответствии с расчётом:

- Конструкция удовлетворяет требованию по тепловой защите.
- Конструкция удовлетворяет санитарно-гигиеническому требованию.
- Конструкция не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения.

1.4 Теплотехнический расчёт покрытия лестничной клетки

Исходные данные

Вид конструкции: Покрытие - Плоская кровля (железобетон)

Территория: Иркутск, Иркутская область

t_{ext} Расчетная температура наружного воздуха: (наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92)	-36 °С
t_{ht} Расчетная средняя температура отопительного периода: (со среднесуточной t ≤ 8 °С,)	-8.5 °С
z_{ht} Продолжительность отопительного периода: (со среднесуточной t ≤ 8 °С)	240 сут
Зона влажности:	сухая

Назначение здания и помещения

Здание: Жилые,

Помещение: Вестибюль, лестничная клетка

α_{int} - Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности: (по СНиП 23-02-2003, т. 7)	8.7
Нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции: (по СНиП 23-02-2003, т. 5)	3 °С
α_{ext} - Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности	23
t_{int} - Температура пребывания: (по ГОСТ 30494-96)	16 °С
φ - Относительная влажность воздуха: (по ГОСТ 30494-96, СНиП 23.01-99 т. 1)	не более 45 %
Влажностный режим помещения: (СНиП 23-02-2003 т. 1)	сухой
Условия эксплуатации ограждающих конструкций: (СНиП 23-02-2003 т. 2)	А
Коэффициент однородности конструкции g : (по СП 23-101-2004)	0.8
Коэффициент зависимости положения ограждающей конструкции n : (по СНиП 23-02-2003)	1

Структура конструкции

№	Слой	Толщина, мм	Примечание
1	Железобетонные плиты перекрытия	200	$\lambda = 1.92 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$ $\mu = 0.03 \text{ мг / м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$
2	Цементно-песчаная стяжка	20	$\lambda = 0.76 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$ $\mu = 0.09 \text{ мг / м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$
3	Пароизоляционная мембрана ISOBOX D LITE	1	$\lambda = 0.3 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$ $\mu = 0.00005 \text{ мг / м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$
4	Гравий керамзитовый 800 кг/м ³	30	$\lambda = 0.21 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$ $\mu = 0.21 \text{ мг / м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$
5	Цементно-песчаная стяжка	50	$\lambda = 0.76 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$ $\mu = 0.09 \text{ мг / м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$
6	Праймер битумный ТЕХНОНИКОЛЬ №01	1	$\lambda = 0.27 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$ $\mu = 0.0067 \text{ мг / м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$
7	Техноэласт ЭПП	8	$\lambda = 0.22 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$ $\mu = 0.008 \text{ мг / м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$
8	Экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF	200	$\lambda = 0.032 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$ $\mu = 0.014 \text{ мг / м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$
9	Профилированная дренажная мембрана PLANTER Geo	0.6	$\lambda = 0.3 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$ $\mu = 0.0003 \text{ мг / м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$
10	Гравий керамзитовый 800 кг/м ³	60	$\lambda = 0.21 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$ $\mu = 0.21 \text{ мг / м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$

Градусо-сутки отопительного периода:

(СНиП 23-02-2003 ф.2)

$$ГСОП = (t_{int} - t_{nt}) \times z_{nt} = (16 + 8.5) \times 240 = 5880 \frac{^\circ\text{С} \times \text{сут}}{\text{год}}$$

Нормируемое сопротивление теплопередаче:

(СНиП 23-02-2003)

$$R_{\sigma}^{norm} = (a \times ГСОП + b) \times \eta = (0.0005 \times 5880 + 2.2) \times 1 = 5.14 \frac{\text{м}^2 \times ^\circ\text{С}}{\text{Вт}}$$

Расчёт термических сопротивлений

Железобетонные плиты перекрытия, однородный слой, $\delta=200$ мм, $\lambda=1.92$ Вт/(м °С)

Термическое сопротивление:

$$R_1 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{200 \times 10^{-3}}{1.92} = 0.104 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Цементно-песчаная стяжка, однородный слой, $\delta=20$ мм, $\lambda=0.76$ Вт/(м °С)

Термическое сопротивление:

$$R_2 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{20 \times 10^{-3}}{0.76} = 0.026 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Гравий керамзитовый 800 кг/м³, однородный слой, $\delta=30$ мм, $\lambda=0.21$ Вт/(м °С)

Термическое сопротивление:

$$R_3 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{30 \times 10^{-3}}{0.21} = 0.143 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Цементно-песчаная стяжка, однородный слой, $\delta=50$ мм, $\lambda=0.76$ Вт/(м °С)

Термическое сопротивление:

$$R_4 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{50 \times 10^{-3}}{0.76} = 0.066 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Техноэласт ЭПП, однородный слой, $\delta=8$ мм, $\lambda=0.22$ Вт/(м °С)

Термическое сопротивление:

$$R_5 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{8 \times 10^{-3}}{0.22} = 0.036 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Профилированная дренажная мембрана PLANTER Geo, однородный слой, $\delta=0.6$ мм, $\lambda=0.3$ Вт/(м °С)

Термическое сопротивление:

$$R_6 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{0.6 \times 10^{-3}}{0.3} = 0.002 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Гравий керамзитовый 800 кг/м³, однородный слой, $\delta=60$ мм, $\lambda=0.21$ Вт/(м °С)

Термическое сопротивление:

$$R_7 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{60 \times 10^{-3}}{0.21} = 0.286 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Расчёт ориентировочного термического сопротивления утеплителя

$$R_{\text{ут}} = \frac{R_{0 \text{ норм}}}{t} - R_1 - R_2 - R_3 - R_4 - R_5 - R_6 - R_7 - \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} - \frac{1}{\alpha_{\text{ext}}} =$$

$$\frac{5.14}{0.8} - 0.104 - 0.026 - 0.143 - 0.066 - 0.036 - 0.002 - 0.286 - \frac{1}{8.7} - \frac{1}{23} = 5.604 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Расчёт ориентировочной толщины слоя утеплителя из условия:

$$R_{\text{ут}} = \frac{\delta_{\text{ут}}}{\lambda_{\text{ут}}} = 5.604 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{х} \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$$

где: $\lambda_{\text{ут}} = 0.032 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$

$$\delta_{\text{ут}} = R_{\text{ут}} \times \lambda_{\text{ут}} = 5.604 \times 0.032 = 179.33 \text{ мм}$$

С учётом кратности материалов, толщина теплоизоляционного слоя принимается равной $\delta_{\text{утк}} = 200 \text{ мм}$. Тогда приведённое сопротивление теплопередачи:

$$R_{\text{пр}} = r \times \left(\frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{ext}}} + \frac{\delta_{\text{утк}}}{\lambda_{\text{ут}}} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 + R_7 \right) =$$

$$0.8 \times \left(\frac{1}{8.7} + \frac{1}{23} + \frac{200 \times 10^{-3}}{0.032} + 0.104 + 0.026 + 0.143 + 0.066 + 0.036 + 0.002 + 0.286 \right) = 5.657 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{х} \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Условие $R_{\text{норм}} \leq R_{\text{пр}}$ выполняется: $5.14 \leq 5.657$.

Санитарно-гигиеническое требование

Расчётный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции:

$$\Delta t_{\text{п}} = \frac{n \times (t_{\text{int}} - t_{\text{ext}})}{R_{\text{утк}} \times \alpha_{\text{int}}} = \frac{1 \times (16 + 36)}{5.657 \times 8.7} = 1.06 \text{ °C}$$

Условие $\Delta t_{\text{н}} \geq \Delta t_{\text{п}}$ выполняется: $3 \geq 1.06$

Температуру внутренней поверхности - $T_{\text{в}}$, °C, ограждающей конструкции (без теплопроводного включения), следует определять по формуле:

$$T_{\text{в}} = t_{\text{int}} - \Delta t_{\text{п}} = 16 - 1.06 = 14.94 \text{ °C}$$

Условие $T_{\text{в}} \geq t_{\text{р}}$ выполняется: $14.94 \geq 4.06$

где $t_{\text{р}}$ - температура точки росы.

$$\psi(t_{\text{int}}, \phi) = \frac{17.27 \times t_{\text{int}}}{237.7 + t_{\text{int}}} + \log(\phi \times 0.01) = \frac{17.27 \times 16}{237.7 + 16} + \log(45 \times 0.01) = 0.29$$

$$t_{\text{р}} = \frac{237.7 \times \psi(t_{\text{int}}, \phi)}{17.27 - \psi(t_{\text{int}}, \phi)} = 4.06 \text{ °C}$$

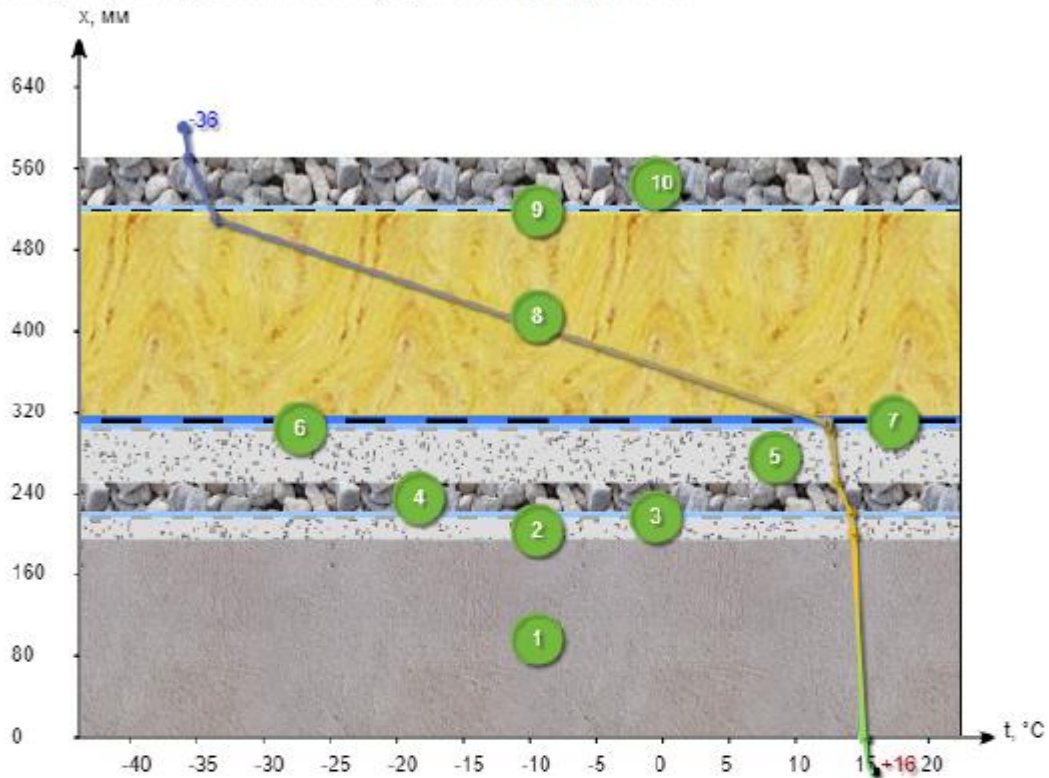
График распределения температур в сечении конструкции

Температуру t_{x} , °C, ограждающей конструкции в плоскости, соответствующей границе слоя x , следует определять по формуле:

$$t_{\text{x}}(x) = t_{\text{int}} - \frac{(t_{\text{int}} - t_{\text{ext}}) \times R_{\text{x}}(x)}{R_{\text{пр}}}$$

$$R_x(x) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^n R_i$$

где: x - номер слоя, $x=0$ - это внутреннее пространство, R_i - сопротивление теплопередачи слоя с номером i , в направлении от внутреннего пространства.



Точка 1: $t_{int} = 16^\circ\text{C}$ - температура внутри помещения

Точка 2: $t_x(0) = 15.19^\circ\text{C}$ - температура на внутренней границе слоя №1 - "Железобетонные плиты перекрытия"

$$R_x(0) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^0 R_i = \frac{1}{8.7} = 0.11 \frac{\text{M}^2 \times \text{C}}{\text{BT}}$$

$$t_x(0) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(0) \times \gamma}{R_{np}} = 16 - \frac{(16 - 36) \times 0.11 \times 0.8}{5.657} = 15.19^\circ\text{C}$$

Точка 3: $t_x(1) = 14.43^\circ\text{C}$ - температура на границе слоёв №1 - "Железобетонные плиты перекрытия" и №2 - "Цементно-песчаная стяжка"

$$R_x(1) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^1 R_i = \frac{1}{8.7} + 0.104 = 0.214 \frac{\text{M}^2 \times \text{C}}{\text{BT}}$$

$$t_x(1) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(1) \times r}{R_{np}} = 16 - \frac{(16 + 36) \times 0.214 \times 0.8}{5.657} = 14.43^\circ\text{C}$$

Точка 4: $t_x(2) = 14.24^\circ\text{C}$ - температура на границе слоёв №2 - "Цементно-песчаная стяжка" и №4 - "Гравий керамзитовый 800 кг/м³"

$$R_x(2) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^2 R_i = \frac{1}{8.7} + 0.104 + 0.026 = 0.24 \frac{\text{M}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{BT}}$$

$$t_x(2) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(2) \times r}{R_{np}} = 16 - \frac{(16 + 36) \times 0.24 \times 0.8}{5.657} = 14.24^\circ\text{C}$$

Точка 5: $t_x(3) = 13.18^\circ\text{C}$ - температура на границе слоёв №4 - "Гравий керамзитовый 800 кг/м³" и №5 - "Цементно-песчаная стяжка"

$$R_x(3) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^3 R_i = \frac{1}{8.7} + 0.104 + 0.026 + 0.143 = 0.383 \frac{\text{M}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{BT}}$$

$$t_x(3) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(3) \times r}{R_{np}} = 16 - \frac{(16 + 36) \times 0.383 \times 0.8}{5.657} = 13.18^\circ\text{C}$$

Точка 6: $t_x(4) = 12.7^\circ\text{C}$ - температура на границе слоёв №5 - "Цементно-песчаная стяжка" и №7 - "Техноэласт ЭПП"

$$R_x(4) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^4 R_i = \frac{1}{8.7} + 0.104 + 0.026 + 0.143 + 0.066 = 0.449 \frac{\text{M}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{BT}}$$

$$t_x(4) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(4) \times r}{R_{np}} = 16 - \frac{(16 + 36) \times 0.449 \times 0.8}{5.657} = 12.7^\circ\text{C}$$

Точка 7: $t_x(5) = 12.43^\circ\text{C}$ - температура на границе слоёв №7 - "Техноэласт ЭПП" и №8 - "Экструзионный пенополистирол ТЕХНИКОЛЬ CARBON PROF"

$$R_x(5) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^5 R_i = \frac{1}{8.7} + 0.104 + 0.026 + 0.143 + 0.066 + 0.036 = 0.485 \frac{\text{M}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{BT}}$$

$$t_x(5) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(5) \times r}{R_{np}} = 16 - \frac{(16 + 36) \times 0.485 \times 0.8}{5.657} = 12.43^\circ\text{C}$$

Точка 8: $t_x(6) = -33.54^\circ\text{C}$ - температура на границе слоёв №8 - "Экструзионный пенополистирол ТЕХНИКОЛЬ CARBON PROF" и №10 - "Гравий керамзитовый 800 кг/м³"

$$R_x(6) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{l=1}^6 R_l = \frac{1}{8.7} + 0.104 + 0.026 + 0.143 + 0.066 + 0.036 + 6.25 = 6.735 \frac{M^2 \times C}{BT}$$

$$t_x(6) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(6) \times \gamma}{R_{np}} = 16 - \frac{(16 - 36) \times 6.735 \times 0.8}{5.657} = -33.54^{\circ}C$$

Точка 9: $t_x(7) = -35.65^{\circ}C$ - температура на внешней границе слоя №10 - "Гравий керамзитовый 800 кг/м³"

$$R_x(7) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{l=1}^7 R_l = \frac{1}{8.7} = 7.023 \frac{M^2 \times C}{BT}$$

$$t_x(7) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(7) \times \gamma}{R_{np}} = 16 - \frac{(16 - 36) \times 7.023 \times 0.8}{5.657} = -35.65^{\circ}C$$

Точка 10: $t_{ext} = -36^{\circ}C$ - температура окружающей среды

Определение плоскости максимального увлажнения (конденсации)

Методика, базирующаяся на использовании метода безразмерных характеристик.

Для каждого слоя многослойной конструкции вычисляется значение комплекса $f_i(t_{m,y})$, характеризующего температуру в плоскости максимального увлажнения.

№ слоя	Слой конструкции	$R_{ni} = \delta_i / \mu_i$	μ_i / λ_i
	Внутренняя поверхность ограждения	$R_{int, vp} = 0.0266$	0
1	Железобетонные плиты перекрытия	$0.2 / 0.03 = 6.667$	$0.03 / 1.92 = 0.015625$
2	Цементно-песчаная стяжка	$0.02 / 0.09 = 0.222$	$0.09 / 0.76 = 0.118421$
3	Пароизоляционная мембрана ISOBOX D LITE	$0.001 / 0.00005 = 20$	$0.00005 / 0.3 = 0.000167$
4	Гравий керамзитовый 800 кг/м³	$0.03 / 0.21 = 0.143$	$0.21 / 0.21 = 1$
5	Цементно-песчаная стяжка	$0.05 / 0.09 = 0.556$	$0.09 / 0.76 = 0.118421$
6	Праймер битумный ТЕХНОНИКОЛЬ №01	$0.001 / 0.0067 = 0.149$	$0.0067 / 0.27 = 0.024815$
7	Техноэласт ЭПП	$0.008 / 0.008 = 1$	$0.008 / 0.22 = 0.036364$
8	Экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF	$0.2 / 0.014 = 14.286$	$0.014 / 0.032 = 0.4375$
9	Профилированная дренажная мембрана PLANTER Geo	$0.0006 / 0.0003 = 2$	$0.0003 / 0.3 = 0.001$
10	Гравий керамзитовый 800 кг/м³	$0.06 / 0.21 = 0.286$	$0.21 / 0.21 = 1$

№ слоя	Слой конструкции	$R_{ni} = \delta_i / \mu_i$	μ_i / λ_i
	Наружная поверхность ограждения	$R_{ext, vp} = 0.0133$	0
$R_{int, vp}$ и $R_{ext, vp}$ - сопротивления влагообмену соответственно внутренней и наружной поверхности ограждения, ($m^2 \cdot ч \cdot Па / мг$). Примечание: 1. Сопротивление паропрооницанию замкнутых воздушных прослоек в ограждающих конструкциях следует принимать равным нулю независимо от расположения и толщины этих прослоек. 2. Слои конструкции, расположенные между воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом, и наружной поверхностью ограждающей конструкции, не учитываются в расчете.			

$$f_i(t_{m,y}) = \frac{5330 \times R_{0,n} \times (t_a - t_{n,отр}) \times \mu_i}{R_{0,вн} \times (e_a - e_{n,отр}) \times \lambda_i}$$

$$\sum \frac{\delta_i}{\mu_i} = 0.0266 + 6.667 + 0.222 + 20 + 0.143 + 0.556 + 0.149 + 1 + 14.286 + 2 + 0.286 + 0.0133 = 45.3489 \frac{M^2}{M^2}$$

E_a - парциальное давление насыщенного водяного пара, Па, при температуре воздуха от -40 до +45 °С определяется по формуле:

$$E(t) = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + t}\right)$$

Для температуры $t_a = 16$ °С:

$$E_a = E(16) = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 16}\right) = 1799.56 \text{ Па}$$

e_a - парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха, Па, при расчётных температуре и относительной влажности воздуха в помещении, определяемое по формуле:

$$e_a = \left(\frac{\phi_a}{100}\right) \times E_a = \left(\frac{45}{100}\right) \times 1799.56 = 809.8 \text{ Па}$$

$e_{n,отр}$ - среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами, определяемое по СП 131.13330:

$$e_{n,отр} = \frac{100 \times (1.3 + 1.5 + 2.5 + 2.9 + 1.8)}{5} = 200 \text{ Па}$$

$t_{n,отр}$ - среднее значение температуры наружного воздуха периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами, определяемое по СП 131.13330:

$$t_{n,отр} = \frac{(-18.4 - 15.4 - 6.7 - 7.9 - 15.7)}{5} = -12.82 \text{ °С}$$

μ_i / λ_i - отношение расчетных коэффициентов теплопроводности, Вт/(м² × °С), и

паропроницаемости, мг/(м х ч х Па), материала соответствующего слоя, либо 0, если коэффициенты не заданы.

$$f_i(t_{м.у.}) = \frac{5330 \times R_{0,n} \times (t_{в} - t_{н,втр}) \times \mu_i}{R_{0,гр} \times (t_{в} - t_{н,втр}) \times \lambda_i} = \frac{5330 \times 45.3489 \times (16 + 12.82) \times \mu_i}{7.071 \times (809.8 - 200) \times \lambda_i} = 1615.55 \times \left(\frac{\mu_i}{\lambda_i} \right)$$

$$f_1(t_{м.у.}) = 1615.55 \times 0.015625 = 25.24$$

$$f_2(t_{м.у.}) = 1615.55 \times 0.118421 = 191.32$$

$$f_3(t_{м.у.}) = 1615.55 \times 0.000167 = 0.27$$

$$f_4(t_{м.у.}) = 1615.55 \times 1 = 1615.55$$

$$f_5(t_{м.у.}) = 1615.55 \times 0.118421 = 191.32$$

$$f_6(t_{м.у.}) = 1615.55 \times 0.024815 = 40.09$$

$$f_7(t_{м.у.}) = 1615.55 \times 0.036364 = 58.75$$

$$f_8(t_{м.у.}) = 1615.55 \times 0.4375 = 706.8$$

$$f_9(t_{м.у.}) = 1615.55 \times 0.001 = 1.62$$

$$f_{10}(t_{м.у.}) = 1615.55 \times 1 = 1615.55$$

Согласно СП 50.13330 табл. 11, при неотрицательном $f_i(t_{м.у.})$ найдём $t_{м.у.}$ по формуле:

$$t_{M.Y.} = \frac{\left(a \times b + c \times f \left(t_{M.Y.} \right)^d \right)}{\left(b + f \left(t_{M.Y.} \right)^d \right)}$$

$$\begin{aligned} a &= 96.6680675349 \\ b &= 4.89349504771 \\ c &= -66.4983819958 \\ d &= 0.406903783624 \end{aligned}$$

$$t_{M.Y.1} = \frac{\left(a \times b + c \times 25.24^d \right)}{\left(b + 25.24^d \right)} = 26.202$$

$$t_{M.Y.2} = \frac{\left(a \times b + c \times 191.32^d \right)}{\left(b + 191.32^d \right)} = -6.799$$

$$t_{M.Y.3} = \frac{\left(a \times b + c \times 0.27^d \right)}{\left(b + 0.27^d \right)} = 79.192$$

$$t_{M.Y.4} = \frac{\left(a \times b + c \times 1615.55^d \right)}{\left(b + 1615.55^d \right)} = -34.687$$

$$t_{M.Y.5} = \frac{\left(a \times b + c \times 191.32^d \right)}{\left(b + 191.32^d \right)} = -6.799$$

$$t_{M.Y.6} = \frac{\left(a \times b + c \times 40.09^d \right)}{\left(b + 40.09^d \right)} = 18.59$$

$$t_{M.Y.7} = \frac{\left(a \times b + c \times 58.75^d \right)}{\left(b + 58.75^d \right)} = 12.25$$

$$t_{M.Y.8} = \frac{\left(a \times b + c \times 706.8^d \right)}{\left(b + 706.8^d \right)} = -25.187$$

$$t_{M.Y.9} = \frac{\left(a \times b + c \times 1.62^d \right)}{\left(b + 1.62^d \right)} = 64.173$$

$$t_{м.у.10} = \frac{(a \times b + c \times 1615.55^d)}{(b + 1615.55^d)} = -34.687$$

Расчёт температур на границах слоёв

$$t_{срк} = t_{в} - \left(\frac{t_{в} - t_{н,отр}}{R_{0,усл}} \right) \times \left(\frac{l}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^k R_i \right)$$

где R_i - сопротивление теплопередачи слоя i (либо 0, если слой не входит в теплотехнический расчёт), k - номер слоя, для которого вычисляется температура.

$$t_{ср0} = 16 - \left(\frac{16 + 12.82}{7.071} \right) \times \left(\frac{l}{8.7} \right) = 15.53^{\circ}\text{C}$$

$$t_{ср1} = 16 - \left(\frac{16 + 12.82}{7.071} \right) \times \left(\frac{l}{8.7} + 0.104 \right) = 15.11^{\circ}\text{C}$$

$$t_{ср2} = 16 - \left(\frac{16 + 12.82}{7.071} \right) \times \left(\frac{l}{8.7} + 0.104 + 0.026 \right) = 15^{\circ}\text{C}$$

$$t_{ср3} = 16 - \left(\frac{16 + 12.82}{7.071} \right) \times \left(\frac{l}{8.7} + 0.104 + 0.026 + 0 \right) = 15^{\circ}\text{C}$$

$$t_{ср4} = 16 - \left(\frac{16 + 12.82}{7.071} \right) \times \left(\frac{l}{8.7} + 0.104 + 0.026 + 0 + 0.143 \right) = 14.42^{\circ}\text{C}$$

$$t_{ср5} = 16 - \left(\frac{16 + 12.82}{7.071} \right) \times \left(\frac{l}{8.7} + 0.104 + 0.026 + 0 + 0.143 + 0.066 \right) = 14.15^{\circ}\text{C}$$

$$t_{ср6} = 16 - \left(\frac{16 + 12.82}{7.071} \right) \times \left(\frac{l}{8.7} + 0.104 + 0.026 + 0 + 0.143 + 0.066 + 0 \right) = 14.15^{\circ}\text{C}$$

$$t_{ср7} = 16 - \left(\frac{16 + 12.82}{7.071} \right) \times \left(\frac{l}{8.7} + 0.104 + 0.026 + 0 + 0.143 + 0.066 + 0 + 0.036 \right) = 14^{\circ}\text{C}$$

$$t_{ср8} = 16 - \left(\frac{16 + 12.82}{7.071} \right) \times \left(\frac{l}{8.7} + 0.104 + 0.026 + 0 + 0.143 + 0.066 + 0 + 0.036 + 6.25 \right) = -11.47^{\circ}\text{C}$$

$$t_{ср9} = 16 - \left(\frac{16 + 12.82}{7.071} \right) \times \left(\frac{l}{8.7} + 0.104 + 0.026 + 0 + 0.143 + 0.066 + 0 + 0.036 + 6.25 + 0.002 \right) = -11.48^{\circ}\text{C}$$

$$t_{ср10} = 16 - \left(\frac{16 + 12.82}{7.071} \right) \times \left(\frac{l}{8.7} + 0.104 + 0.026 + 0 + 0.143 + 0.066 + 0 + 0.036 + 6.25 + 0.002 + 0.286 \right)$$

Сводная таблица $t_{м.у.}$ и $T_{ср k}$

Составляется таблица, содержащая для каждого слоя $t_{м.у.}$ и вычисленные выше температуры на границах слоя (при средней температуре наружного воздуха периода с отрицательными среднемесячными температурами):

№ слоя	Слой конструкции	$T_{ср k}, ^\circ\text{C}$	$t_{м.у.}, ^\circ\text{C}$
0	Железобетонные плиты перекрытия	15.53	26.202
1		15.11	
1	Цементно-песчаная стяжка	15.11	-6.799
2		15	
2	Пароизоляционная мембрана ISOBOX D LITE	15	79.192
3		15	
3	Гравий керамзитовый 800 кг/м ³	15	-34.687
4		14.42	
4	Цементно-песчаная стяжка	14.42	-6.799
5		14.15	
5	Праймер битумный ТЕХНОНИКОЛЬ №01	14.15	18.59
6		14.15	
6	Техноэласт ЭПП	14.15	12.25
7		14	
7	Экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF	14	-25.187
8		-11.47	
8	Профилированная дренажная мембрана PLANTER Geo	-11.47	64.173
9		-11.48	
9	Гравий керамзитовый 800 кг/м ³	-11.48	-34.687
10		-12.64	

Определение плоскости максимального увлажнения

Как видно из таблицы, нашлись пары соседних слоёв, где для более холодного слоя выполняется условие $t_{м.у.} > \max(T_{ср})$ и для более тёплого $t_{м.у.} < \min(T_{ср})$. Плоскость конденсации может находиться между слоями в следующих парах:

- №3. Пароизоляционная мембрана ISOBOX D LITE и №2. Цементно-песчаная стяжка
- №6. Праймер битумный ТЕХНОНИКОЛЬ №01 и №5. Цементно-песчаная стяжка
- №9. Профилированная дренажная мембрана PLANTER Geo и №8. Экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF

Защита от переувлажнения ограждающих конструкций

$Z_{зима}$, $Z_{весна-осень}$, $Z_{лето}$ - продолжительность зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов года, мес, определяемая по СП 131.13330, Таблица 5.1, с учетом следующих условий:

- к зимнему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха ниже

- минус 5 °С;
- к весенне-осеннему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха от минус 5 до 5 °С;
- к летнему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха выше плюс 5 °С;

Z	Z _{зима}	Z _{весна-осень}	Z _{лето}
количество месяцев	5	2	5
$\sum t, ^\circ\text{C}$ суммарная температура	-18.4-15.4-6.7-7.9-15.7 = -64. 1	+2.5+1.5 = 4	+9.8+15.8+18.2+15.7+9.1 = 68. 6
$t_{\text{ср.з}}, ^\circ\text{C}$ среднее арифметическое	-12.82	2	13.72

Для всех вероятных зон конденсации проводится расчёт.

Расчёт для плоскости, расположенной на границе слоёв №3. Пароизоляционная мембрана ISOBOX D LITE и №2. Цементно-песчаная стяжка.

Z	Z _{зима}	Z _{весна-осень}	Z _{лето}
$t_k, ^\circ\text{C}$ температура в зоне конденсации	15	15.52	15.92
$E_k,$ Па парциальное давление насыщенного водяного пара	1687.93	1745.18	1790.39

Температура в зоне конденсации:

$$t_k = t_B - \left(\frac{t_B - t_{\text{ср.з}}}{R_{\text{увел}}} \right) \times \left(\frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + R_k \right)$$

где: R_k - сопротивление теплопередаче на участке от внутренней поверхности до плоскости конденсации.

E_B - парциальное давление насыщенного водяного пара, Па, при температуре воздуха от -40 до +45 °С определяется по формуле:

$$E(t) = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + t_k}\right)$$

$$R_k = 0.104 + 0.026 = 0.13 \frac{\text{М}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

Зима

$$t_{k, \text{зима}} = 16 - \left(\frac{16 + 12.82}{7.071} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.13 \right) = 15^\circ\text{C}$$

$$E_{\text{к,зима}} = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 15}\right) = 1687.93 \text{ Па}$$

Осень-весна

$$t_{\text{к,осень-весна}} = 16 - \left(\frac{16-2}{7.071}\right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.13\right) = 15.52^\circ\text{C}$$

$$E_{\text{к,осень-весна}} = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 15.52}\right) = 1745.18 \text{ Па}$$

Лето

При определении парциального давления для летнего периода, температуру в плоскости максимального увлажнения следует принимать не ниже средней температуры наружного воздуха летнего периода.

$$t_{\text{к,лето}} = 16 - \left(\frac{16-13.72}{7.071}\right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.13\right) = 15.92^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{к,лето}} = \max\left(t_{\text{к,ср.з}}\right) = 15.92^\circ\text{C}$$

$$E_{\text{к,лето}} = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 15.92}\right) = 1790.39 \text{ Па}$$

E - парциальное давление насыщенного водяного пара в плоскости максимального увлажнения за годовой период эксплуатации, Па, определяемое по формуле:

$$E = \frac{E_{\text{к,зима}} \times Z_{\text{зима}} + E_{\text{к,осень-весна}} \times Z_{\text{осень-весна}} + E_{\text{к,лето}} \times Z_{\text{лето}}}{12}$$

$$E = \frac{1687.93 \times 5 + 1745.18 \times 2 + 1790.39 \times 5}{12} = 1740.16 \text{ Па}$$

Сопротивление паропрооницанию R_n , ($\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$)/ мг , ограждающей конструкции в пределах от внутренней поверхности до плоскости максимального увлажнения:

$$R_n = R_{\text{int,вр}} + \sum \frac{\delta_i}{\mu_i} =$$

$$0.0266 + \frac{200 \times 10^{-3}}{0.03} + \frac{20 \times 10^{-3}}{0.09} + \frac{0 \times 10^{-3}}{0.00005} = 6.91549 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}}{\text{мг}}$$

Данное значение должно быть больше каждого из следующих двух значений:

- Требуемое сопротивление паропрооницанию $R_{1,нтр}$, ($\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$)/ мг , из условия недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации:

$$R_{1,нтр} = \left(\frac{e_v - E}{e_n - E}\right) \times \left(\frac{R_{n,н}}{e_n - e_n}\right)$$

Средняя упругость водяного пара за годовой период (по СП 131.13330 табл. 7.1):

$$e_H = \left(\frac{100}{12} \right) \times \sum e_{H,i}$$

$$e_H = \left(\frac{100}{12} \right) \times (1.3 + 1.5 + 2.5 + 4 + 6.4 + 11.3 + 15.1 + 13.7 + 8.8 + 5.1 + 2.9 + 1.8) = 620 \text{ Па}$$

e_B - парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха, Па, при расчётных температуре и относительной влажности воздуха в помещении, определяемое по формуле:

$$e_B = \left(\frac{\varphi_B}{100} \right) \times E_B = \left(\frac{45}{100} \right) \times 1799.56 = 809.8 \text{ Па}$$

$$E_B = E(16) = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 16}\right) = 1799.56 \text{ Па}$$

$R_{п,н}$ - сопротивление паропроонианию, (м²·ч·Па)/мг, части ограждающей конструкции, расположенной между наружной поверхностью ограждающей конструкции и плоскостью максимального увлажнения:

$$\sum \frac{\bar{\delta}_i}{\mu_i} = 0.0133 + \frac{(1-0) \times 10^{-3}}{0.00005} + \frac{30 \times 10^{-3}}{0.21} + \frac{50 \times 10^{-3}}{0.09} + \frac{1 \times 10^{-3}}{0.0067} + \frac{8 \times 10^{-3}}{0.008} + \frac{200 \times 10^{-3}}{0.014} + \frac{0.6 \times 10^{-3}}{0.0003} + \frac{50 \times 10^{-3}}{0.21}$$

$$R_{1,п.тp} = (809.8 - 1740.16) \times \left(\frac{38.4191}{1740.16 - 620} \right) = -31.90936$$

Условие выполняется: $R_n > R_{1,п.тp}$ ($6.91549 > -31.90936$)

- Требуемое сопротивление паропроонианию, $R_{2,п.тp}$, (м²·ч·Па)/мг, из условия ограничения накопления влаги за период с отрицательными температурами:

$$R_{2,п.тp} = \frac{0.0024 \times z_0 \times (e_B - E_0)}{\rho_w \times \bar{\delta}_w \times \Delta W + \eta}$$

δ_w - толщина слоя Цементно-песчаная стяжка, в котором находится плоскость конденсации, ΔW - соответственно, предельно допустимое приращение расчетного массового отношения влаги в материале данного слоя.

$$\eta = \frac{0.0024 \times (E_0 - e_{H,отp}) \times z_0}{R_{п,н}}$$

$z_0 = 170$ - продолжительность периода влагонакопления, сут, принимаемая равной периоду с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха по СП 131.13330; Температура в плоскости возможной конденсации для этого периода:

$$t_0 = t_{в} - \left(\frac{t_{в} - t_{н,отр}}{R_{0,отр}} \right) \times \left(\frac{1}{\alpha_{ин}} + R_{\kappa} \right) = 16 - \left(\frac{16 - 12.82}{7.071} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.13 \right) = 15^{\circ}\text{C}$$

Средняя упругость водяного пара за период с отрицательными среднемесячными температурами (по СП 131.13330 табл. 7.1)

$$e_{н,отр} = \frac{100 \times (1.3 + 1.5 + 2.5 + 2.9 + 1.8)}{5} = 200 \text{ Па}$$

E_0 - парциальное давление насыщенного водяного пара в плоскости максимального увлажнения, Па, определяемое при средней температуре наружного воздуха периода влагонакопления z_0 ;

$$E_0 = 1.84 \times 10^{11} \times \exp \left(\frac{-5330}{273 + 15} \right) = 1687.93 \text{ Па}$$

$$\gamma = \frac{0.0024 \times (1687.93 - 200) \times 170}{38.4191} = 15.8014$$

$$R_{2,п,тр} = \frac{0.0024 \times 170 \times (809.8 - 1687.93)}{1800 \times 20 \times 10^{-3} \times 2 + 15.8014} = -4.08054 \frac{\text{М}^2 \times \text{ч} \times \text{Па}}{\text{Мг}}$$

Условие выполняется: $R_n > R_{2,п,тр}$ ($6.91549 > -4.08054$)

Аналогично, для следующих плоскостей получены результаты.

Расчёт для плоскости, расположенной на границе слоёв №6. Праймер битумный ТЕХНОНИКОЛЬ №01 и №5. Цементно-песчаная стяжка.

Z	Z зима	Z весна-осень	Z лето
$t_{к}, ^{\circ}\text{C}$ температура в зоне конденсации	14.15	15.1	15.85
$E_{к},$ Па парциальное давление насыщенного водяного пара	1597.95	1698.81	1782.4

$$R_{\kappa} = 0.104 + 0.026 + 0.143 + 0.066 = 0.339 \frac{\text{М}^2 \times ^{\circ}\text{C}}{\text{Вт}}$$

$$t_{к, зима} = 16 - \left(\frac{16 - 12.82}{7.071} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.339 \right) = 14.15^{\circ}\text{C}$$

$$E_{к, зима} = 1.84 \times 10^{11} \times \exp \left(\frac{-5330}{273 + 14.15} \right) = 1597.95 \text{ Па}$$

$$t_{k, \text{осень-весна}} = 16 - \left(\frac{16-2}{7.071} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.339 \right) = 15.1^\circ\text{C}$$

$$E_{k, \text{осень-весна}} = 1.84 \times 10^{-11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 15.1}\right) = 1698.81 \text{ Па}$$

$$t_{k, \text{лето}} = 16 - \left(\frac{16-13.72}{7.071} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.339 \right) = 15.85^\circ\text{C}$$

$$t_{k, \text{лето}} = \max(t_{k, \text{лето}}, t_{\text{ср.з}}) = 15.85^\circ\text{C}$$

$$E_{k, \text{лето}} = 1.84 \times 10^{-11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 15.85}\right) = 1782.4 \text{ Па}$$

$$E = \frac{E_{k, \text{ЗИМА}} \times Z_{\text{ЗИМА}} + E_{k, \text{ОСЕНЬ-ВЕСНА}} \times Z_{\text{ОСЕНЬ-ВЕСНА}} + E_{k, \text{ЛЕТО}} \times Z_{\text{ЛЕТО}}}{12}$$

$$E = \frac{1597.95 \times 5 + 1698.81 \times 2 + 1782.4 \times 5}{12} = 1691.61 \text{ Па}$$

$$R_n = R_{\text{int, вр}} + \sum \frac{\delta_i}{\mu_i} =$$

$$0.0266 + \frac{200 \times 10^{-3}}{0.03} + \frac{20 \times 10^{-3}}{0.09} + \frac{1 \times 10^{-3}}{0.00005} + \frac{30 \times 10^{-3}}{0.21} + \frac{50 \times 10^{-3}}{0.09} + \frac{0 \times 10^{-3}}{0.0067} = 27.6139 \frac{\text{м}^2 \times \text{ч} \times \text{Па}}{\text{мг}}$$

$$R_{n, \text{н}} = R_{\text{ext, вр}} + \sum \frac{\delta_i}{\mu_i} = 0.0133 + \frac{(1-0) \times 10^{-3}}{0.0067} + \frac{8 \times 10^{-3}}{0.008} + \frac{200 \times 10^{-3}}{0.014} + \frac{0.6 \times 10^{-3}}{0.0003} + \frac{60 \times 10^{-3}}{0.21} = 17.72068 \frac{\text{м}^2 \times \text{ч} \times \text{Па}}{\text{мг}}$$

$$R_{1, \text{н}^{\text{тр}}} = (809.8 - 1691.61) \times \left(\frac{17.72068}{1691.61 - 620} \right) = -14.58205$$

Условие выполняется: $R_n > R_{1, \text{н}^{\text{тр}}}$ ($27.6139 > -14.58205$)

$$R_{2, \text{н}^{\text{тр}}} = \frac{0.0024 \times z_0 \times (e_a - E_0)}{\rho_w \times \delta_w \times \Delta w + \eta}$$

δ_w - толщина слоя Цементно-песчаная стяжка, в котором находится плоскость конденсации,
 Δw - соответственно, предельно допустимое приращение расчетного массового отношения
 влаги в материале данного слоя.

$$t_0 = t_{в} - \left(\frac{t_{в} - t_{н,отр}}{R_{0,вкл}} \right) \times \left(\frac{1}{\alpha_{int}} + R_k \right) = 16 - \left(\frac{16 + 12.82}{7.071} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.339 \right) = 14.15^{\circ}\text{C}$$

$$E_0 = 1.84 \times 10^{11} \times \exp \left(\frac{-5330}{273 + 14.15} \right) = 1597.95 \text{ Па}$$

$$\eta = \frac{0.0024 \times (1597.95 - 200) \times 170}{17.72068} = 32.18633$$

$$R_{2,птр} = \frac{0.0024 \times 170 \times (809.8 - 1597.95)}{1800 \times 50 \times 10^{-5} \times 2 + 32.18633} = -1.51548 \frac{\text{М}^2 \times \text{ч} \times \text{Па}}{\text{Мг}}$$

Условие выполняется: $R_n > R_{2,птр}$ ($27.6139 > -1.51548$)

Расчёт для плоскости, расположенной на границе слоёв №9. Профилированная дренажная мембрана PLANTER Geo и №8. Экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF.

Z	Z зима	Z весна-осень	Z лето
$t_k, ^{\circ}\text{C}$ температура в зоне конденсации	-11.47	2.66	13.83
$E_k,$ Па парциальное давление насыщенного водяного пара	259.34	737.15	1565.2

$$R_k = 0.104 + 0.026 + 0.143 + 0.006 + 0.036 + 6.25 + \frac{0.002 \times 0}{0.6} = 6.625 \frac{\text{М}^2 \times ^{\circ}\text{C}}{\text{Вт}}$$

$$t_{k, зима} = 16 - \left(\frac{16 + 12.82}{7.071} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 6.625 \right) = -11.47^{\circ}\text{C}$$

$$E_{k, зима} = 1.84 \times 10^{11} \times \exp \left(\frac{-5330}{273 - 11.47} \right) = 259.34 \text{ Па}$$

$$t_{k, осень-весна} = 16 - \left(\frac{16 - 2}{7.071} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 6.625 \right) = 2.66^{\circ}\text{C}$$

$$E_{k, осень-весна} = 1.84 \times 10^{11} \times \exp \left(\frac{-5330}{273 + 2.66} \right) = 737.15 \text{ Па}$$

$$t_{k, лето} = 16 - \left(\frac{16 - 13.72}{7.071} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 6.625 \right) = 13.83^{\circ}\text{C}$$

$$t_{k, \text{лето}} = \max(t_k, t_{\text{ср.з}}) = 13.83^\circ\text{C}$$

$$E_{k, \text{лето}} = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 13.83}\right) = 1565.2 \text{ Па}$$

$$E = \frac{E_{k, \text{зима}} \times Z_{\text{зима}} + E_{k, \text{осень-весна}} \times Z_{\text{осень-весна}} + E_{k, \text{лето}} \times Z_{\text{лето}}}{12}$$

$$E = \frac{259.34 \times 5 + 737.15 \times 2 + 1565.2 \times 5}{12} = 883.08 \text{ Па}$$

$$R_n = R_{\text{int, впр}} + \sum \frac{\delta_i}{\mu_i} =$$

$$\frac{200 \times 10^{-3}}{0.03} + \frac{20 \times 10^{-3}}{0.08} + \frac{1 \times 10^{-3}}{0.00005} + \frac{30 \times 10^{-3}}{0.21} + \frac{50 \times 10^{-3}}{0.09} + \frac{1 \times 10^{-3}}{0.0067} + \frac{8 \times 10^{-3}}{0.008} + \frac{200 \times 10^{-3}}{0.014} + \frac{0 \times 10^{-3}}{0.0003} = 43.04887 \text{ М}^2$$

$$R_{n, \text{н}} = R_{\text{ext, впр}} + \sum \frac{\delta_i}{\mu_i} = 0.0133 + \frac{(0.6 - 0) \times 10^{-5}}{0.0003} + \frac{60 \times 10^{-3}}{0.21} = 2.28571 \frac{\text{М}^2 \times \text{ч} \times \text{Па}}{\text{Мг}}$$

$$R_{1, \text{н}^{\text{пр}}} = (809.8 - 883.08) \times \left(\frac{2.28571}{883.08 - 620}\right) = -0.63668$$

Условие выполняется: $R_n > R_{1, \text{н}^{\text{пр}}}$ ($43.04887 > -0.63668$)

$$R_{2, \text{н}^{\text{пр}}} = \frac{0.0024 \times z_0 \times (e_a - E_0)}{\rho_w \times \delta_w \times \Delta w + \eta}$$

δ_w - толщина слоя Экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF, в котором находится плоскость конденсации,

Δw - соответственно, предельно допустимое приращение расчетного массового отношения влаги в материале данного слоя.

$$t_0 = t_{\text{в}} - \left(\frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н, стр}}}{R_{0, \text{вн}}}\right) \times \left(\frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + R_k\right) = 16 - \left(\frac{16 + 12.82}{7.071}\right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 6.625\right) = -11.47^\circ\text{C}$$

$$E_0 = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 - 11.47}\right) = 259.34 \text{ Па}$$

$$\eta = \frac{0.0024 \times (259.34 - 200) \times 170}{2.28571} = 10.59221$$

$$R_{2,птр} = \frac{0.0024 \times 170 \times (809.8 - 259.34)}{35 \times 200 \times 10^{-3} \times 0.2 + 10.59221} = 18.7278 \frac{\text{М}^2 \times \text{ч} \times \text{Па}}{\text{Мг}}$$

Условие выполняется: $R_n > R_{2,птр}$ ($43.04887 > 18.7278$)

Конструкция не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения.

Вывод

Конструкция рассчитана с учётом требований СНиП 23-02-2003 "Тепловая защита зданий"

Толщина теплоизоляционного слоя Экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF равна 200 мм.

В соответствии с расчётом:

- Конструкция удовлетворяет требованию по тепловой защите.
- Конструкция удовлетворяет санитарно-гигиеническому требованию.
- Конструкция не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения.

1.5 Теплотехнический расчёт покрытия жилой части

Исходные данные

Вид конструкции: Покрытие - Плоская кровля (железобетон)

Территория: Иркутск, Иркутская область

t_{ext} Расчетная температура наружного воздуха: (наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92)	-36 °C
t_{ht} Расчетная средняя температура отопительного периода: (со среднесуточной $t \leq 8$ °C,)	-8.5 °C
z_{ht} Продолжительность отопительного периода: (со среднесуточной $t \leq 8$ °C)	240 сут
Зона влажности:	сухая

Назначение здания и помещения

Здание: Жилые,

Помещение: Жилая комната

α_{int} - Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности: (по СНиП 23-02-2003, т.7)	8.7
Нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции: (по СНиП 23-02-2003, т.5)	3 °C
α_{ext} - Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности	23
t_{int} - Температура пребывания: (по ГОСТ 30494-96)	21 °C
ϕ - Относительная влажность воздуха: (по ГОСТ 30494-96, СНиП 23.01-99 т.1)	не более 45 %
Влажностный режим помещения: (СНиП 23-02-2003 т.1)	сухой
Условия эксплуатации ограждающих конструкций: (СНиП 23-02-2003 т.2)	A
Коэффициент однородности конструкции г: (по СП 23-101-2004)	0.8
Коэффициент зависимости положения ограждающей конструкции п: (по СНиП 23-02-2003)	1

Структура конструкции

№	Слой	Толщина, мм	Примечание
1	Железобетонная плита перекрытия	200	$\lambda = 1.92 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ $\mu = 0.03 \text{ мг / м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$
2	Цементно-песчаный раствор	20	$\lambda = 0.76 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ $\mu = 0.09 \text{ мг / м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$
3	Пароизоляционная мембрана ISOBOX D LITE	1	$\lambda = 0.3 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ $\mu = 0.00005 \text{ мг / м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$
4	Гравий керамзитовый 800 кг/м ³	30	$\lambda = 0.21 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ $\mu = 0.21 \text{ мг / м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$
5	Армированная цементно-песчаная стяжка	50	$\lambda = 0.76 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ $\mu = 0.09 \text{ мг / м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$
6	Праймер битумный ТЕХНОНИКОЛЬ №01	1	$\lambda = 0.27 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ $\mu = 0.0067 \text{ мг / м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$
7	Техноэласт ЭПП	8	$\lambda = 0.22 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ $\mu = 0.008 \text{ мг / м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$
8	ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЙ СЛОЙ Экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF	250	$\lambda = 0.032 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ $\mu = 0.014 \text{ мг / м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$
9	Профилированная дренажная мембрана PLANTER Geo	0.6	$\lambda = 0.3 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ $\mu = 0.0003 \text{ мг / м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$
10	Гравий керамзитовый 800 кг/м ³	60	$\lambda = 0.21 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ $\mu = 0.21 \text{ мг / м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$

Градусо-сутки отопительного периода:

(СНиП 23-02-2003 ф.2)

$$ГСОП = (t_{int} - t_{nt}) \times z_{nt} = (21 - 8.5) \times 240 = 7080 \frac{^\circ\text{C} \cdot \text{сут}}{\text{год}}$$

Нормируемое сопротивление теплопередаче:

(СНиП 23-02-2003)

$$R_{0, \text{norm}} = (a \times ГСОП + b) \times n = (0.0005 \times 7080 + 2.2) \times 1 = 5.74 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{}^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

Расчёт термических сопротивлений

Железобетонная плита перекрытия, однородный слой, $\delta=200$ мм, $\lambda=1.92$ Вт/(м °С)

Термическое сопротивление:

$$R_1 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{200 \times 10^{-3}}{1.92} = 0.104 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Цементно-песчаный раствор, однородный слой, $\delta=20$ мм, $\lambda=0.76$ Вт/(м °С)

Термическое сопротивление:

$$R_2 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{20 \times 10^{-3}}{0.76} = 0.026 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Гравий керамзитовый 800 кг/м³, однородный слой, $\delta=30$ мм, $\lambda=0.21$ Вт/(м °С)

Термическое сопротивление:

$$R_3 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{30 \times 10^{-3}}{0.21} = 0.143 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Армированная цементно-песчаная стяжка, однородный слой, $\delta=50$ мм, $\lambda=0.76$ Вт/(м °С)

Термическое сопротивление:

$$R_4 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{50 \times 10^{-3}}{0.76} = 0.066 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Техноэласт ЭПП, однородный слой, $\delta=8$ мм, $\lambda=0.22$ Вт/(м °С)

Термическое сопротивление:

$$R_5 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{8 \times 10^{-3}}{0.22} = 0.036 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Профилированная дренажная мембрана PLANTER Geo, однородный слой, $\delta=0.6$ мм, $\lambda=0.3$ Вт/(м °С)

Термическое сопротивление:

$$R_6 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{0.6 \times 10^{-3}}{0.3} = 0.002 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Гравий керамзитовый 800 кг/м³, однородный слой, $\delta=60$ мм, $\lambda=0.21$ Вт/(м °С)

Термическое сопротивление:

$$R_7 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{60 \times 10^{-3}}{0.21} = 0.286 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Расчёт ориентировочного термического сопротивления утеплителя

$$R_{\text{ут}} = \frac{R_{\text{ном}}}{\gamma} - R_1 - R_2 - R_3 - R_4 - R_5 - R_6 - R_7 - \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} - \frac{1}{\alpha_{\text{ext}}} =$$

$$\frac{5.74}{0.8} - 0.104 - 0.026 - 0.143 - 0.066 - 0.036 - 0.002 - 0.286 - \frac{1}{8.7} - \frac{1}{23} = 6.354 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Расчёт ориентировочной толщины слоя утеплителя из условия:

$$R_{yT} = \frac{\delta_{yT}}{\lambda_{yT}} = 6.354 \frac{M^2 \times ^\circ C}{BT}$$

где: $\lambda_{yT} = 0.032 \text{ Вт/(м } ^\circ\text{C)}$

$$\delta_{yT} = R_{yT} \times \lambda_{yT} = 6.354 \times 0.032 = 203.33 \text{ мм}$$

С учётом кратности материалов, толщина теплоизоляционного слоя принимается равной $\delta_{yTK} = 250 \text{ мм}$. Тогда приведённое сопротивление теплопередачи:

$$R_{np} = r \times \left(\frac{1}{\alpha_{int}} + \frac{1}{\alpha_{ext}} + \frac{\delta_{yTK}}{\lambda_{yT}} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 + R_7 \right) =$$

$$0.8 \times \left(\frac{1}{8.7} + \frac{1}{23} + \frac{250 \times 10^{-3}}{0.032} + 0.104 + 0.026 + 0.143 + 0.056 + 0.036 + 0.002 + 0.286 \right) = 6.907 \frac{M^2 \times ^\circ C}{BT}$$

Условие $R_{norm} \leq R_{np}$ выполняется: $5.74 \leq 6.907$.

Санитарно-гигиеническое требование

Расчётный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции:

$$\Delta t_n = \frac{n \times (t_{int} - t_{ext})}{R_{yTK} \times \alpha_{int}} = \frac{1 \times (21 + 36)}{6.907 \times 8.7} = 0.95 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Условие $\Delta t_n \geq \Delta t_n$ выполняется: $3 \geq 0.95$

Температуру внутренней поверхности - T_B , $^\circ\text{C}$, ограждающей конструкции (без теплопроводного включения), следует определять по формуле:

$$T_B = t_{int} - \Delta t_n = 21 - 0.95 = 20.05 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Условие $T_B \geq t_p$ выполняется: $20.05 \geq 8.56$

где t_p - температура точки росы.

$$v(t_{int}, \phi) = \frac{17.27 \times t_{int}}{237.7 + t_{int}} + \log(\phi \times 0.01) = \frac{17.27 \times 21}{237.7 + 21} + \log(45 \times 0.01) = 0.6$$

$$t_p = \frac{237.7 \times v(t_{int}, \phi)}{17.27 - v(t_{int}, \phi)} = 8.56 \text{ } ^\circ\text{C}$$

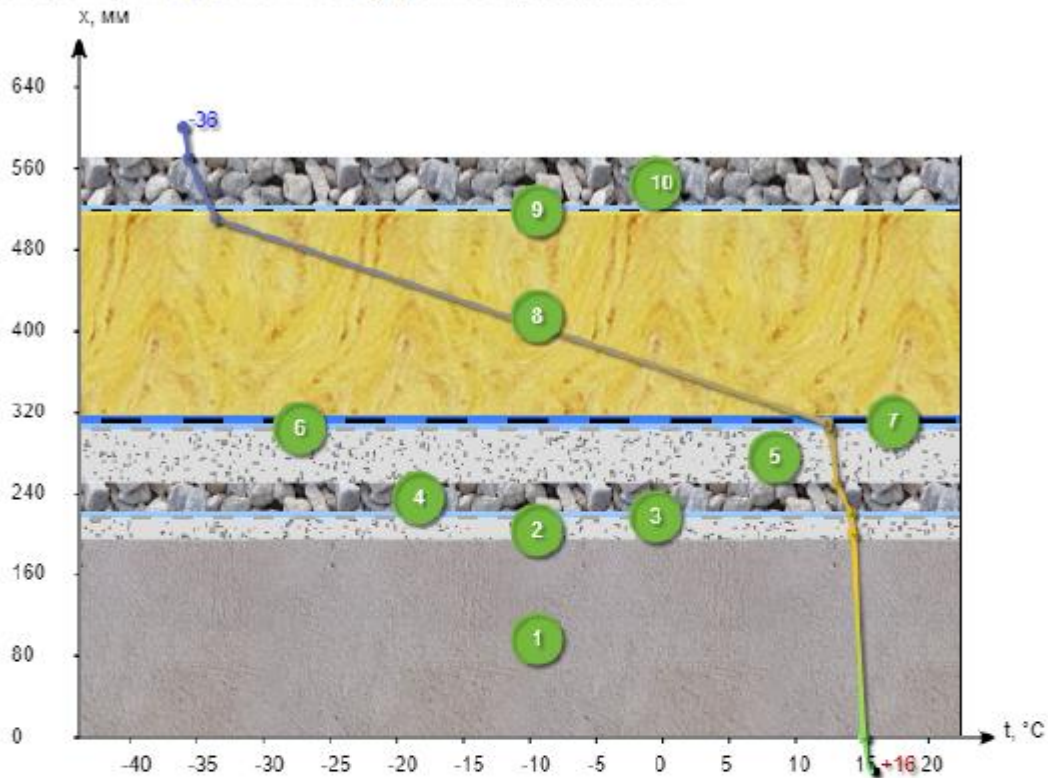
График распределения температур в сечении конструкции

Температуру t_x , $^\circ\text{C}$, ограждающей конструкции в плоскости, соответствующей границе слоя x , следует определять по формуле:

$$t_x(x) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(x)}{R_{np}}$$

$$R_x(x) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^n R_i$$

где: x - номер слоя, $x=0$ - это внутреннее пространство, R_i - сопротивление теплопередачи слоя с номером i , в направлении от внутреннего пространства.



Точка 1: $t_{int} = 21^\circ\text{C}$ - температура внутри помещения

Точка 2: $t_x(0) = 20.27^\circ\text{C}$ - температура на внутренней границе слоя №1 - "Железобетонная плита перекрытия"

$$R_x(0) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^0 R_i = \frac{1}{8.7} = 0.11 \frac{\text{M}^2 \times \text{C}}{\text{BT}}$$

$$t_x(0) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(0) \times \gamma}{R_{np}} = 21 - \frac{(21 - 36) \times 0.11 \times 0.8}{6.607} = 20.27^\circ\text{C}$$

Точка 3: $t_x(1) = 19.59^\circ\text{C}$ - температура на границе слоёв №1 - "Железобетонная плита перекрытия" и №2 - "Цементно-песчаный раствор"

$$R_x(1) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^1 R_i = \frac{1}{8.7} + 0.104 = 0.214 \frac{\text{M}^2 \times \text{C}}{\text{BT}}$$

$$t_x(1) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(1) \times \gamma}{R_{np}} = 21 - \frac{(21 + 36) \times 0.214 \times 0.8}{6.907} = 19.59^\circ\text{C}$$

Точка 4: $t_x(2) = 19.42^\circ\text{C}$ - температура на границе слоёв №2 - "Цементно-песчаный раствор" и №4 - "Гравий керамзитовый 800 кг/м³"

$$R_x(2) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^2 R_i = \frac{1}{8.7} + 0.104 + 0.026 = 0.24 \frac{\text{M}^2 \times \text{C}}{\text{BT}}$$

$$t_x(2) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(2) \times \gamma}{R_{np}} = 21 - \frac{(21 + 36) \times 0.24 \times 0.8}{6.907} = 19.42^\circ\text{C}$$

Точка 5: $t_x(3) = 18.47^\circ\text{C}$ - температура на границе слоёв №4 - "Гравий керамзитовый 800 кг/м³" и №5 - "Армированная цементно-песчаная стяжка"

$$R_x(3) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^3 R_i = \frac{1}{8.7} + 0.104 + 0.026 + 0.143 = 0.383 \frac{\text{M}^2 \times \text{C}}{\text{BT}}$$

$$t_x(3) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(3) \times \gamma}{R_{np}} = 21 - \frac{(21 + 36) \times 0.383 \times 0.8}{6.907} = 18.47^\circ\text{C}$$

Точка 6: $t_x(4) = 18.04^\circ\text{C}$ - температура на границе слоёв №5 - "Армированная цементно-песчаная стяжка" и №7 - "Техноэласт ЭПП"

$$R_x(4) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^4 R_i = \frac{1}{8.7} + 0.104 + 0.026 + 0.143 + 0.066 = 0.449 \frac{\text{M}^2 \times \text{C}}{\text{BT}}$$

$$t_x(4) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(4) \times \gamma}{R_{np}} = 21 - \frac{(21 + 36) \times 0.449 \times 0.8}{6.907} = 18.04^\circ\text{C}$$

Точка 7: $t_x(5) = 17.8^\circ\text{C}$ - температура на границе слоёв №7 - "Техноэласт ЭПП" и №8 - "Экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF"

$$R_x(5) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^5 R_i = \frac{1}{8.7} + 0.104 + 0.026 + 0.143 + 0.066 + 0.036 = 0.485 \frac{\text{M}^2 \times \text{C}}{\text{BT}}$$

$$t_x(5) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(5) \times \gamma}{R_{np}} = 21 - \frac{(21 + 36) \times 0.485 \times 0.8}{6.907} = 17.8^\circ\text{C}$$

Точка 8: $t_x(6) = -33.79^\circ\text{C}$ - температура на границе слоёв №8 - "Экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF" и №10 - "Гравий керамзитовый 800 кг/м³"

$$R_x(6) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{l=1}^6 R_l = \frac{1}{8.7} + 0.104 + 0.026 + 0.143 + 0.066 + 0.036 + 7.813 = 8.298 \frac{M^2 \times ^\circ C}{BT}$$

$$t_x(6) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(6) \times \gamma}{R_{np}} = 21 - \frac{(21 - 36) \times 8.298 \times 0.8}{6.907} = -33.79^\circ C$$

Точка 9: $t_x(7) = -35.68^\circ C$ - температура на внешней границе слоя №10 - "Гравий керамзитовый 800 кг/м³"

$$R_x(7) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{l=1}^7 R_l = \frac{1}{8.7} + 8.586 = 8.586 \frac{M^2 \times ^\circ C}{BT}$$

$$t_x(7) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(7) \times \gamma}{R_{np}} = 21 - \frac{(21 - 36) \times 8.586 \times 0.8}{6.907} = -35.68^\circ C$$

Точка 10: $t_{ext} = -36^\circ C$ - температура окружающей среды

Определение плоскости максимального увлажнения (конденсации)

Методика, базирующаяся на использовании метода безразмерных характеристик.

Для каждого слоя многослойной конструкции вычисляется значение комплекса $f_i(t_{u,y})$, характеризующего температуру в плоскости максимального увлажнения.

№ слоя	Слой конструкции	$R_{ni} = \delta_i / \mu_i$	μ_i / λ_i
	Внутренняя поверхность ограждения	$R_{int, vp} = 0.0266$	0
1	Железобетонная плита перекрытия	$0.2 / 0.03 = 6.667$	$0.03 / 1.92 = 0.015625$
2	Цементно-песчаный раствор	$0.02 / 0.09 = 0.222$	$0.09 / 0.76 = 0.118421$
3	Пароизоляционная мембрана ISOBOX D LITE	$0.001 / 0.00005 = 20$	$0.00005 / 0.3 = 0.000167$
4	Гравий керамзитовый 800 кг/м ³	$0.03 / 0.21 = 0.143$	$0.21 / 0.21 = 1$
5	Армированная цементно-песчаная стяжка	$0.05 / 0.09 = 0.556$	$0.09 / 0.76 = 0.118421$
6	Праймер битумный ТЕХНИКОЛЬ №01	$0.001 / 0.0067 = 0.149$	$0.0067 / 0.27 = 0.024815$
7	Техноэласт ЭПП	$0.008 / 0.008 = 1$	$0.008 / 0.22 = 0.036364$
8	Экструзионный пенополистирол ТЕХНИКОЛЬ CARBON PROF	$0.25 / 0.014 = 17.857$	$0.014 / 0.032 = 0.4375$
9	Профилированная дренажная мембрана PLANTER Geo	$0.0006 / 0.0003 = 2$	$0.0003 / 0.3 = 0.001$
10	Гравий керамзитовый 800 кг/м ³	$0.06 / 0.21 = 0.286$	$0.21 / 0.21 = 1$

№ слоя	Слой конструкции	$R_{ni} = \delta_i / \mu_i$	μ_i / λ_i
	Наружная поверхность ограждения	$R_{ext, vp} = 0.0133$	0
$R_{int, vp}$ и $R_{ext, vp}$ - сопротивления влагообмену соответственно внутренней и наружной поверхности ограждения, (м ² ·ч·Па / мг). Примечание: 1. Сопротивление паропроницанию замкнутых воздушных прослоек в ограждающих конструкциях следует принимать равным нулю независимо от расположения и толщины этих прослоек. 2. Слои конструкции, расположенные между воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом, и наружной поверхностью ограждающей конструкции, не учитываются в расчете.			

$$f_i(t_{m,y}) = \frac{5330 \times R_{0,n} \times (t_{в} - t_{н,отр}) \times \mu_i}{R_{0,пол} \times (\phi_{в} - \phi_{н,отр}) \times \lambda_i}$$

$$\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\mu_i} = 0.0266 + 6.667 + 0.222 + 20 + 0.143 + 0.556 + 0.149 + 1 + 17.857 + 2 + 0.286 + 0.0133 = 48.9199 \frac{м^2}{м}$$

E_v - парциальное давление насыщенного водяного пара, Па, при температуре воздуха от -40 до +45 °С определяется по формуле:

$$E(t) = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + t}\right)$$

Для температуры $t_v = 21$ °С:

$$E_v = E(21) = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 21}\right) = 2462.54 \text{ Па}$$

e_v - парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха, Па, при расчётных температуре и относительной влажности воздуха в помещении, определяемое по формуле:

$$e_v = \left(\frac{\phi_v}{100}\right) \times E_v = \left(\frac{45}{100}\right) \times 2462.54 = 1108.14 \text{ Па}$$

$e_{н,отр}$ - среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами, определяемое по СП 131.13330:

$$e_{н,отр} = \frac{100 \times (1.3 + 1.5 + 2.5 + 2.9 + 1.8)}{5} = 200 \text{ Па}$$

$t_{н,отр}$ - среднее значение температуры наружного воздуха периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами, определяемое по СП 131.13330:

$$t_{н,отр} = \frac{(-18.4 - 15.4 - 6.7 - 7.9 - 15.7)}{5} = -12.82 \text{ °С}$$

μ_i / λ_i - отношение расчетных коэффициентов теплопроводности, Вт/(м² × °С), и

паропроницаемости, мг/(м х ч х Па), материала соответствующего слоя, либо 0, если коэффициенты не заданы.

$$f_1(t_{м.у.}) = \frac{5330 \times R_{0,п} \times (t_{в} - t_{н,стр}) \times \mu_1}{R_{0,узн} \times (t_{в} - t_{н,стр}) \times \lambda_1} = \frac{5330 \times 48.9199 \times (21 + 12.82) \times \mu_1}{3.634 \times (1108.14 - 200) \times \lambda_1} = 1124.66 \times \left(\frac{\mu_1}{\lambda_1} \right)$$

$$f_1(t_{м.у.}) = 1124.66 \times 0.015625 = 17.57$$

$$f_2(t_{м.у.}) = 1124.66 \times 0.118421 = 133.18$$

$$f_3(t_{м.у.}) = 1124.66 \times 0.000167 = 0.19$$

$$f_4(t_{м.у.}) = 1124.66 \times 1 = 1124.66$$

$$f_5(t_{м.у.}) = 1124.66 \times 0.118421 = 133.18$$

$$f_6(t_{м.у.}) = 1124.66 \times 0.024815 = 27.91$$

$$f_7(t_{м.у.}) = 1124.66 \times 0.036364 = 40.9$$

$$f_8(t_{м.у.}) = 1124.66 \times 0.4375 = 492.04$$

$$f_9(t_{м.у.}) = 1124.66 \times 0.001 = 1.12$$

$$f_{10}(t_{м.у.}) = 1124.66 \times 1 = 1124.66$$

Согласно СП 50.13330 табл. 11, при неотрицательном $f_i(t_{м.у.})$ найдём $t_{м.у.}$ по формуле:

$$t_{M.Y.} = \frac{\left(a \times b + c \times f \left(t_{M.Y.} \right)^d \right)}{\left(b + f \left(t_{M.Y.} \right)^d \right)}$$

$$\begin{aligned} a &= 96.6680675349 \\ b &= 4.89349504771 \\ c &= -66.4983819958 \\ d &= 0.406903783624 \end{aligned}$$

$$t_{M.Y.1} = \frac{\left(a \times b + c \times 17.57^d \right)}{\left(b + 17.57^d \right)} = 32.034$$

$$t_{M.Y.2} = \frac{\left(a \times b + c \times 133.18^d \right)}{\left(b + 133.18^d \right)} = -1.117$$

$$t_{M.Y.3} = \frac{\left(a \times b + c \times 0.19^d \right)}{\left(b + 0.19^d \right)} = 81.301$$

$$t_{M.Y.4} = \frac{\left(a \times b + c \times 1124.66^d \right)}{\left(b + 1124.66^d \right)} = -30.742$$

$$t_{M.Y.5} = \frac{\left(a \times b + c \times 133.18^d \right)}{\left(b + 133.18^d \right)} = -1.117$$

$$t_{M.Y.6} = \frac{\left(a \times b + c \times 27.91^d \right)}{\left(b + 27.91^d \right)} = 24.56$$

$$t_{M.Y.7} = \frac{\left(a \times b + c \times 40.9^d \right)}{\left(b + 40.9^d \right)} = 18.258$$

$$t_{M.Y.8} = \frac{\left(a \times b + c \times 492.04^d \right)}{\left(b + 492.04^d \right)} = -20.477$$

$$t_{M.Y.9} = \frac{\left(a \times b + c \times 1.12^d \right)}{\left(b + 1.12^d \right)} = 67.906$$

$$t_{M.Y.10} = \frac{(a \times b + c \times 1124.66^d)}{(b + 1124.66^d)} = -30.742$$

Расчёт температур на границах слоёв

$$t_{cpk} = t_{в} - \left(\frac{t_{в} - t_{н,втр}}{R_{0,вкп}} \right) \times \left(\frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^k R_i \right)$$

где R_i - сопротивление теплопередачи слоя i (либо 0, если слой не входит в теплотехнический расчёт), k - номер слоя, для которого вычисляется температура.

$$t_{cp0} = 21 - \left(\frac{21 + 12.82}{8.634} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} \right) = 20.55^{\circ}\text{C}$$

$$t_{cp1} = 21 - \left(\frac{21 + 12.82}{8.634} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.104 \right) = 20.14^{\circ}\text{C}$$

$$t_{cp2} = 21 - \left(\frac{21 + 12.82}{8.634} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.104 + 0.026 \right) = 20.04^{\circ}\text{C}$$

$$t_{cp3} = 21 - \left(\frac{21 + 12.82}{8.634} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.104 + 0.026 + 0 \right) = 20.04^{\circ}\text{C}$$

$$t_{cp4} = 21 - \left(\frac{21 + 12.82}{8.634} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.104 + 0.026 + 0 + 0.143 \right) = 19.48^{\circ}\text{C}$$

$$t_{cp5} = 21 - \left(\frac{21 + 12.82}{8.634} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.104 + 0.026 + 0 + 0.143 + 0.066 \right) = 19.22^{\circ}\text{C}$$

$$t_{cp6} = 21 - \left(\frac{21 + 12.82}{8.634} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.104 + 0.026 + 0 + 0.143 + 0.066 + 0 \right) = 19.22^{\circ}\text{C}$$

$$t_{cp7} = 21 - \left(\frac{21 + 12.82}{8.634} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.104 + 0.026 + 0 + 0.143 + 0.066 + 0 + 0.036 \right) = 19.08^{\circ}\text{C}$$

$$t_{cp8} = 21 - \left(\frac{21 + 12.82}{8.634} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.104 + 0.026 + 0 + 0.143 + 0.066 + 0 + 0.036 + 7.8125 \right) = -11.52^{\circ}\text{C}$$

$$t_{cp9} = 21 - \left(\frac{21 + 12.82}{8.634} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.104 + 0.026 + 0 + 0.143 + 0.066 + 0 + 0.036 + 7.8125 + 0.002 \right) = -11.1^{\circ}\text{C}$$

$$t_{cp10} = 21 - \left(\frac{21 + 12.82}{8.634} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.104 + 0.026 + 0 + 0.143 + 0.066 + 0 + 0.036 + 7.8125 + 0.002 + 0.286 \right)$$

Сводная таблица $t_{м.у.}$ и $T_{ср.к}$

Составляется таблица, содержащая для каждого слоя $t_{м.у.}$ и вычисленные выше температуры на границах слоя (при средней температуре наружного воздуха периода с отрицательными среднемесячными температурами):

№ слоя	Слой конструкции	$T_{ср.к}, ^\circ\text{C}$	$t_{м.у.}, ^\circ\text{C}$
0	Железобетонная плита перекрытия	20.55	32.034
1		20.14	
1	Цементно-песчаный раствор	20.14	-1.117
2		20.04	
2	Пароизоляционная мембрана ISOBOX D LITE	20.04	81.301
3		20.04	
3	Гравий керамзитовый 800 кг/м ³	20.04	-30.742
4		19.48	
4	Армированная цементно-песчаная стяжка	19.48	-1.117
5		19.22	
5	Праймер битумный ТЕХНОНИКОЛЬ №01	19.22	24.56
6		19.22	
6	Техноэласт ЭПП	19.22	18.258
7		19.08	
7	Экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF	19.08	-20.477
8		-11.52	
8	Профилированная дренажная мембрана PLANTER Geo	-11.52	67.906
9		-11.53	
9	Гравий керамзитовый 800 кг/м ³	-11.53	-30.742
10		-12.65	

Определение плоскости максимального увлажнения

Как видно из таблицы, нашлись пары соседних слоёв, где для более холодного слоя выполняется условие $t_{м.у.} > \max(T_{ср})$ и для более тёплого $t_{м.у.} < \min(T_{ср})$. Плоскость конденсации может находиться между слоями в следующих парах:

- №3. Пароизоляционная мембрана ISOBOX D LITE и №2. Цементно-песчаный раствор
- №6. Праймер битумный ТЕХНОНИКОЛЬ №01 и №5. Армированная цементно-песчаная стяжка
- №9. Профилированная дренажная мембрана PLANTER Geo и №8. Экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF

Защита от переувлажнения ограждающих конструкций

$Z_{зима}$, $Z_{весна-осень}$, $Z_{лето}$ - продолжительность зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов года, мес, определяемая по СП 131.13330, Таблица 5.1, с учетом следующих условий:

- к зимнему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха ниже

- минус 5 °С;
- к весенне-осеннему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха от минус 5 до 5 °С;
- к летнему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха выше плюс 5 °С;

Z	Z _{зима}	Z _{весна-осень}	Z _{лето}
количество месяцев	5	2	5
$\sum t, ^\circ\text{C}$ суммарная температура	-18.4-15.4-6.7-7.9-15.7 = -64.1	+2.5+1.5 = 4	+9.8+15.8+18.2+15.7+9.1 = 68.6
$t_{\text{ср.з}}, ^\circ\text{C}$ среднее арифметическое	-12.82	2	13.72

Для всех вероятных зон конденсации проводится расчёт.

Расчёт для плоскости, расположенной на границе слоёв №3. Пароизоляционная мембрана ISOBOX D LITE и №2. Цементно-песчаный раствор.

Z	Z _{зима}	Z _{весна-осень}	Z _{лето}
$t_{\text{к}}, ^\circ\text{C}$ температура в зоне конденсации	20.04	20.46	20.79
$E_{\text{к}}, \text{Па}$ парциальное давление насыщенного водяного пара	2320.55	2381.75	2430.84

Температура в зоне конденсации:

$$t_{\text{к}} = t_{\text{в}} - \left(\frac{t_{\text{в}} - t_{\text{ср.з}}}{R_{\text{внут}}} \right) \times \left(\frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + R_{\text{к}} \right)$$

где: $R_{\text{к}}$ - сопротивление теплопередаче на участке от внутренней поверхности до плоскости конденсации.

$E_{\text{в}}$ - парциальное давление насыщенного водяного пара, Па, при температуре воздуха от -40 до +45 °С определяется по формуле:

$$E(t) = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + t_{\text{к}}}\right)$$

$$R_{\text{к}} = 0.104 + 0.026 = 0.13 \frac{\text{м}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

Зима

$$t_{\text{к,зима}} = 21 - \left(\frac{21 + 12.82}{8.634} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.13 \right) = 20.04 ^\circ\text{C}$$

$$E_{k, \text{зима}} = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 20.04}\right) = 2320.55 \text{ Па}$$

Осень-весна

$$t_{k, \text{осень-весна}} = 21 - \left(\frac{21-2}{8.634}\right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.13\right) = 20.46 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$E_{k, \text{осень-весна}} = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 20.46}\right) = 2381.75 \text{ Па}$$

Лето

При определении парциального давления для летнего периода, температуру в плоскости максимального увлажнения следует принимать не ниже средней температуры наружного воздуха летнего периода.

$$t_{k, \text{лето}} = 21 - \left(\frac{21-13.72}{8.634}\right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.13\right) = 20.79 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_{k, \text{лето}} = \max\left(t_{k, \text{ср.п}}, t_{\text{ср.п}}\right) = 20.79 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$E_{k, \text{лето}} = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 20.79}\right) = 2430.84 \text{ Па}$$

E - парциальное давление насыщенного водяного пара в плоскости максимального увлажнения за годовой период эксплуатации, Па, определяемое по формуле:

$$E = \frac{E_{k, \text{зима}} \times Z_{\text{зима}} + E_{k, \text{осень-весна}} \times Z_{\text{осень-весна}} + E_{k, \text{лето}} \times Z_{\text{лето}}}{12}$$

$$E = \frac{2320.55 \times 5 + 2381.75 \times 2 + 2430.84 \times 5}{12} = 2376.7 \text{ Па}$$

Сопrotивление паропрооницанию R_n , (м²·ч·Па)/мг, ограждающей конструкции в пределах от внутренней поверхности до плоскости максимального увлажнения:

$$R_n = R_{\text{int, vp}} + \sum \frac{\delta_i}{\mu_i} =$$

$$0.0266 + \frac{200 \times 10^{-3}}{0.03} + \frac{20 \times 10^{-3}}{0.09} + \frac{0 \times 10^{-3}}{0.00005} = 6.91549 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}}{\text{мг}}$$

Данное значение должно быть больше каждого из следующих двух значений:

- Требуемое сопротивление паропрооницанию $R_{1, \text{нтр}}$, (м²·ч·Па)/мг, из условия недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации:

$$R_{1, \text{нтр}} = \left(\frac{e_v - E}{e_n - E}\right) \times \left(\frac{R_{n, \text{н}}}{E - e_n}\right)$$

Средняя упругость водяного пара за годовой период (по СП 131.13330 табл. 7.1):

$$e_H = \left(\frac{100}{12} \right) \times \sum e_{H,i}$$

$$e_H = \left(\frac{100}{12} \right) \times (1.3 + 1.5 + 2.5 + 4 + 6.4 + 11.3 + 15.1 + 13.7 + 8.8 + 5.1 + 2.9 + 1.8) = 620 \text{ Па}$$

e_a - парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха, Па, при расчётных температуре и относительной влажности воздуха в помещении, определяемое по формуле:

$$e_a = \left(\frac{\varphi_a}{100} \right) \times E_a = \left(\frac{45}{100} \right) \times 2462.54 = 1108.14 \text{ Па}$$

$$E_a = E(21) = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 21}\right) = 2462.54 \text{ Па}$$

$R_{п,н}$ - сопротивление паропроницанию, ($\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$)/мг, части ограждающей конструкции, расположенной между наружной поверхностью ограждающей конструкции и плоскостью максимального увлажнения:

$$\sum \frac{\bar{\delta}_i}{\mu_i} = 0.0133 + \frac{(1-0) \times 10^{-3}}{0.00005} + \frac{30 \times 10^{-3}}{0.21} + \frac{50 \times 10^{-3}}{0.09} + \frac{1 \times 10^{-3}}{0.0067} + \frac{8 \times 10^{-3}}{0.008} + \frac{250 \times 10^{-3}}{0.014} + \frac{0.5 \times 10^{-3}}{0.0003} + \frac{60 \times 10^{-3}}{0.21} =$$

$$R_{1,п\text{тр}} = (1108.14 - 2376.7) \times \left(\frac{41.99052}{2376.7 - 620} \right) = -30.32248$$

Условие выполняется: $R_n > R_{1,п\text{тр}}$ ($6.91549 > -30.32248$)

- Требуемое сопротивление паропроницанию, $R_{2,п\text{тр}}$, ($\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$)/мг, из условия ограничения накопления влаги за период с отрицательными температурами:

$$R_{2,п\text{тр}} = \frac{0.0024 \times z_0 \times (e_a - E_0)}{\rho_w \times \delta_w \times \Delta w + \eta}$$

δ_w - толщина слоя Цементно-песчаный раствор, в котором находится плоскость конденсации, Δw - соответственно, предельно допустимое приращение расчетного массового отношения влаги в материале данного слоя.

$$\eta = \frac{0.0024 \times (E_0 - e_{H,отр}) \times z_0}{R_{п,н}}$$

$z_0 = 170$ - продолжительность периода влагонакопления, сут, принимаемая равной периоду с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха по СП 131.13330; Температура в плоскости возможной конденсации для этого периода:

$$t_0 = t_{в} - \left(\frac{t_{в} - t_{н,отр}}{R_{0,векл}} \right) \times \left(\frac{1}{\alpha_{int}} + R_k \right) = 21 - \left(\frac{21 + 12.82}{8.634} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.13 \right) = 20.04^{\circ}\text{C}$$

Средняя упругость водяного пара за период с отрицательными среднемесячными температурами (по СП 131.13330 табл. 7.1)

$$e_{н,отр} = \frac{100 \times (1.3 + 1.5 + 2.5 + 2.9 + 1.8)}{5} = 200 \text{ Па}$$

E_0 - парциальное давление насыщенного водяного пара в плоскости максимального увлажнения, Па, определяемое при средней температуре наружного воздуха периода влагонакопления z_0 ;

$$E_0 = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 20.04}\right) = 2320.55 \text{ Па}$$

$$\Gamma = \frac{0.0024 \times (2320.55 - 200) \times 170}{41.99052} = 20.60428$$

$$R_{2,п.тп} = \frac{0.0024 \times 170 \times (1108.14 - 2320.55)}{1800 \times 20 \times 10^{-3} \times 2 + 20.60428} = -5.34169 \frac{\text{М}^2 \times \text{ч} \times \text{Па}}{\text{Мг}}$$

Условие выполняется: $R_n > R_{2,п.тп}$ ($6.91549 > -5.34169$)

Аналогично, для следующих плоскостей получены результаты.

Расчёт для плоскости, расположенной на границе слоёв №6. Праймер битумный ТЕХНОНИКОЛЬ №01 и №5. Армированная цементно-песчаная стяжка.

Z	Зима	Звесна-осень	Лето
$t_k, ^{\circ}\text{C}$ температура в зоне конденсации	19.22	20	20.62
$E_k,$ Па парциальное давление насыщенного водяного пара	2205.08	2314.79	2405.44

$$R_k = 0.104 + 0.026 + 0.143 + 0.066 = 0.339 \frac{\text{М}^2 \times \text{ч} \times \text{C}}{\text{Вт}}$$

$$t_{k,зима} = 21 - \left(\frac{21 + 12.82}{8.634} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.339 \right) = 19.22^{\circ}\text{C}$$

$$E_{k,зима} = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 19.22}\right) = 2205.08 \text{ Па}$$

$$T_{k, \text{осень-весна}} = 21 - \left(\frac{21-2}{8.634} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.339 \right) = 20^{\circ}\text{C}$$

$$E_{k, \text{осень-весна}} = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273+20}\right) = 2314.79 \text{ Па}$$

$$T_{k, \text{лето}} = 21 - \left(\frac{21-13.72}{8.634} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.339 \right) = 20.62^{\circ}\text{C}$$

$$T_{k, \text{лето}} = \max(T_k, t_{\text{ср.з}}) = 20.62^{\circ}\text{C}$$

$$E_{k, \text{лето}} = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273+20.62}\right) = 2405.44 \text{ Па}$$

$$E = \frac{E_{k, \text{ЗИМА}} \times Z_{\text{ЗИМА}} + E_{k, \text{осень-весна}} \times Z_{\text{осень-весна}} + E_{k, \text{ЛЕТО}} \times Z_{\text{ЛЕТО}}}{12}$$

$$E = \frac{2205.08 \times 5 + 2314.79 \times 2 + 2405.44 \times 5}{12} = 2306.85 \text{ Па}$$

$$R_n = R_{\text{int,вр}} + \sum \frac{\delta_i}{\mu_i} =$$

$$0.0260 + \frac{200 \times 10^{-3}}{0.03} + \frac{20 \times 10^{-3}}{0.09} + \frac{1 \times 10^{-3}}{0.00005} + \frac{30 \times 10^{-3}}{0.21} + \frac{50 \times 10^{-3}}{0.09} + \frac{0 \times 10^{-3}}{0.0067} = 27.6139 \frac{\text{м}^2 \times \text{ч} \times \text{Па}}{\text{мг}}$$

$$R_{\text{н}} = R_{\text{ext,вр}} + \sum \frac{\delta_i}{\mu_i} = 0.0133 + \frac{(1-0) \times 10^{-3}}{0.0067} + \frac{8 \times 10^{-3}}{0.008} + \frac{250 \times 10^{-3}}{0.014} + \frac{0.6 \times 10^{-3}}{0.0003} + \frac{60 \times 10^{-3}}{0.21} = 21.29211 \frac{\text{м}^2 \times \text{ч} \times \text{Па}}{\text{мг}}$$

$$R_{1, \text{н}^{\text{тп}}} = (1108.14 - 2306.85) \times \left(\frac{21.29211}{2306.85 - 620} \right) = -15.13061$$

Условие выполняется: $R_n > R_{1, \text{н}^{\text{тп}}}$ ($27.6139 > -15.13061$)

$$R_{2, \text{н}^{\text{тп}}} = \frac{0.0024 \times z_0 \times (e_a - E_0)}{\rho_w \times \delta_w \times \Delta w + \eta}$$

δ_w - толщина слоя Армированная цементно-песчаная стяжка, в котором находится плоскость конденсации,

Δw - соответственно, предельно допустимое приращение расчетного массового отношения влаги в материале данного слоя.

$$t_0 = t_{в} - \left(\frac{t_{в} - t_{н,отр}}{R_{0,вкл}} \right) \times \left(\frac{1}{\alpha_{int}} + R_{к} \right) = 21 - \left(\frac{21 + 12.82}{8.634} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.339 \right) = 19.22^{\circ}\text{C}$$

$$E_0 = 1.84 \times 10^{11} \times \exp \left(\frac{-5330}{273 + 19.22} \right) = 2205.08 \text{ Па}$$

$$\eta = \frac{0.0024 \times (2205.08 - 200) \times 170}{21.29211} = 38.4214$$

$$R_{2,нтр} = \frac{0.0024 \times 170 \times (1108.14 - 2205.08)}{1800 \times 50 \times 10^{-3} \times 2 + 38.4214} = -2.04903 \frac{\text{М}^2 \times \text{ч} \times \text{Па}}{\text{Мг}}$$

Условие выполняется: $R_n > R_{2,нтр}$ ($27.6139 > -2.04903$)

Расчёт для плоскости, расположенной на границе слоёв №9. Профилированная дренажная мембрана PLANTER Geo и №8. Экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF.

Z	Z _{зима}	Z _{весна-осень}	Z _{лето}
$t_{к}, ^{\circ}\text{C}$ температура в зоне конденсации	-11.52	2.73	14
$E_{к},$ Па парциальное давление насыщенного водяного пара	258.33	740.78	1582.52

$$R_{к} = 0.104 + 0.026 + 0.143 + 0.066 + 0.036 + 7.8125 + \frac{0.002 \times 0}{0.6} = 8.188 \frac{\text{М}^2 \times ^{\circ}\text{C}}{\text{Вт}}$$

$$t_{к,зима} = 21 - \left(\frac{21 + 12.82}{8.634} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 8.188 \right) = -11.52^{\circ}\text{C}$$

$$E_{к,зима} = 1.84 \times 10^{11} \times \exp \left(\frac{-5330}{273 - 11.52} \right) = 258.33 \text{ Па}$$

$$t_{к,осень-весна} = 21 - \left(\frac{21 - 2}{8.634} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 8.188 \right) = 2.73^{\circ}\text{C}$$

$$E_{к,осень-весна} = 1.84 \times 10^{11} \times \exp \left(\frac{-5330}{273 + 2.73} \right) = 740.78 \text{ Па}$$

$$t_{к,лето} = 21 - \left(\frac{21 - 13.72}{8.634} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 8.188 \right) = 14^{\circ}\text{C}$$

$$T_{k, \text{лето}} = \max(t_k, t_{c.p.z}) = 14^\circ\text{C}$$

$$E_{k, \text{лето}} = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 14}\right) = 1582.52 \text{ Па}$$

$$E = \frac{E_{k, \text{зима}} \times Z_{\text{зима}} + E_{k, \text{весень-весна}} \times Z_{\text{весень-весна}} + E_{k, \text{лето}} \times Z_{\text{лето}}}{12}$$

$$E = \frac{258.33 \times 5 + 740.78 \times 2 + 1582.52 \times 5}{12} = 890.48 \text{ Па}$$

$$R_n = R_{\text{int, yr}} + \sum_{\mu_i} \frac{\delta_i}{\mu_i} =$$

$$\frac{200 \times 10^{-3}}{0.03} + \frac{20 \times 10^{-3}}{0.09} + \frac{1 \times 10^{-3}}{0.00005} + \frac{30 \times 10^{-3}}{0.21} + \frac{50 \times 10^{-3}}{0.09} + \frac{1 \times 10^{-3}}{0.0087} + \frac{8 \times 10^{-3}}{0.038} + \frac{250 \times 10^{-3}}{0.014} + \frac{0 \times 10^{-3}}{0.0003} = 46.6203 \text{ М}^2$$

$$R_{n, n} = R_{\text{ext, yr}} + \sum_{\mu_i} \frac{\delta_i}{\mu_i} = 0.0133 + \frac{(0.6 - 0) \times 10^{-3}}{0.0003} + \frac{60 \times 10^{-3}}{0.21} = 2.28571 \frac{\text{М}^2 \times \text{ч} \times \text{Па}}{\text{Мг}}$$

$$R_{1, n \text{ тр}} = (1108.14 - 890.48) \times \left(\frac{2.28571}{890.48 - 620}\right) = 1.83935$$

Условие выполняется: $R_n > R_{1, n \text{ тр}}$ ($46.6203 > 1.83935$)

$$R_{2, n \text{ тр}} = \frac{0.0024 \times z_0 \times (e_s - E_0)}{\rho_w \times \delta_w \times \Delta w + \eta}$$

δ_w - толщина слоя Экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF, в котором находится плоскость конденсации,

Δw - соответственно, предельно допустимое приращение расчетного массового отношения влаги в материале данного слоя.

$$T_0 = t_{\text{в}} - \left(\frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н, стр}}}{R_{0 \text{ вкл}}}\right) \times \left(\frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + R_k\right) = 21 - \left(\frac{21 + 12.82}{8.634}\right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 8.188\right) = -11.52^\circ\text{C}$$

$$E_0 = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 - 11.52}\right) = 258.33 \text{ Па}$$

$$\eta = \frac{0.0024 \times (258.33 - 200) \times 170}{2.28571} = 10.41192$$

$$R_{2,птр} = \frac{0.0024 \times 170 \times (1108.14 - 258.33)}{35 \times 250 \times 10^{-3} \times 0.2 + 10.41192} = 28.50886 \frac{\text{М}^2 \times \text{ч} \times \text{Па}}{\text{Мг}}$$

Условие выполняется: $R_n > R_{2,птр}$ ($46.6203 > 28.50886$)

Конструкция не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения.

Вывод

Конструкция рассчитана с учётом требований СНиП 23-02-2003 "Тепловая защита зданий"

Толщина теплоизоляционного слоя Экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF равна 250 мм.

В соответствии с расчётом:

- Конструкция удовлетворяет требованию по тепловой защите.
- Конструкция удовлетворяет санитарно-гигиеническому требованию.
- Конструкция не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения.

1.6 Теплотехнический расчёт внутренних кирпичных стен подвала

Исходные данные

Вид конструкции: Стена - Многослойная

Территория: Иркутск, Иркутская область

t_{ext} Расчетная температура наружного воздуха: (наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92)	-36 °С
t_{ht} Расчетная средняя температура отопительного периода: (со среднесуточной $t \leq 8$ °С,)	-8.5 °С
z_{ht} Продолжительность отопительного периода: (со среднесуточной $t \leq 8$ °С)	240 сут
Зона влажности:	сухая

Назначение здания и помещения

Здание: Не указанные в списке,

Название объекта: Технические помещения

Помещение: Без категории

α_{int} - Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности: (по СНиП 23-02-2003, т.7)	8.7
Нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции: (по СНиП 23-02-2003, т.5)	4.5 °С
α_{ext} - Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности	12
t_{int} - Температура пребывания: (по ГОСТ 30494-96)	16 °С
ϕ - Относительная влажность воздуха: (по ГОСТ 30494-96, СНиП 23.01-99 т.1.1)	не более 45 %
Влажностный режим помещения: (СНиП 23-02-2003 т.1)	сухой
Условия эксплуатации ограждающих конструкций: (СНиП 23-02-2003 т.2)	A
Коэффициент однородности конструкции g : (по СП 23-101-2004)	0.92
Коэффициент зависимости положения ограждающей конструкции n : (по СНиП 23-02-2003)	0.45

Структура конструкции

№	Слой	Толщина, мм	Примечание
1	Кирпичная перегородка	120	$\lambda = 0.61 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ $\mu = 0.11 \text{ мг/м}^2\cdot\text{Па}$
2	нижний слой теплоизоляции ТЕХНОНИКОЛЬ "ТЕХНО Т 150"	50	$\lambda = 0.037 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ $\mu = 0.55 \text{ мг/м}^2\cdot\text{Па}$

Градусо-сутки отопительного периода:

(СНиП 23-02-2003 ф.2)

$$ГСОП = (t_{int} - t_{nt}) \times z_{nt} = (16 - 8.5) \times 240 = 5880 \frac{^\circ\text{C} \times \text{сут}}{\text{год}}$$

Нормируемое сопротивление теплопередаче:

(СНиП 23-02-2003)

$$R_{0, \text{норм}} = (a \times ГСОП + b) \times \eta = (0.0003 \times 5880 + 1.2) \times 0.45 = 1.334 \frac{\text{м}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

Расчёт термических сопротивлений

Кирпичная перегородка, однородный слой, $\delta=120 \text{ мм}$, $\lambda=0.61 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$

Термическое сопротивление:

$$R_1 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{120 \times 10^{-3}}{0.61} = 0.197 \frac{\text{м}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

Расчёт ориентировочного термического сопротивления утеплителя

$$R_{yt} = \frac{R_{0, \text{норм}}}{\eta} - R_1 - \frac{1}{\alpha_{int}} - \frac{1}{\alpha_{ext}} =$$

$$\frac{1.334}{0.92} - 0.197 - \frac{1}{8.7} - \frac{1}{12} = 1.055 \frac{\text{м}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

Расчёт ориентировочной толщины слоя утеплителя из условия:

$$R_{yt} = \frac{\delta_{yt}}{\lambda_{yt}} = 1.055 \frac{\text{м}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

где: $\lambda_{yt} = 0.037 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$

$$\delta_{yt} = R_{yt} \times \lambda_{yt} = 1.055 \times 0.037 = 39.04 \text{ мм}$$

С учётом кратности материалов, толщина теплоизоляционного слоя принимается равной $\delta_{утк} = 50 \text{ мм}$. Тогда приведённое сопротивление теплопередаче:

$$R_{пр} = \eta \times \left(\frac{1}{\alpha_{int}} + \frac{1}{\alpha_{ext}} + \frac{\delta_{утк}}{\lambda_{yt}} + R_1 \right) =$$

$$0.92 \times \left(\frac{1}{8.7} + \frac{1}{12} + \frac{50 \times 10^{-3}}{0.037} + 0.197 \right) = 1.607 \frac{\text{М}^2 \cdot \text{х} \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Условие $R_{\text{полот}} \leq R_{\text{нр}}$ **выполняется** : $1.334 \leq 1.607$.

Санитарно-гигиеническое требование

Расчётный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции:

$$\Delta t_{\text{п}} = \frac{n \times (t_{\text{int}} - t_{\text{ext}})}{R_{\text{внс}} \times \alpha_{\text{int}}} = \frac{0.45 \times (16 + 36)}{1.607 \times 8.7} = 1.67 \text{°C}$$

Условие $\Delta t_{\text{н}} \geq \Delta t_{\text{п}}$ **выполняется** : $4.5 \geq 1.67$

Температуру внутренней поверхности - $T_{\text{в}}$, °C, ограждающей конструкции (без теплопроводного включения), следует определять по формуле:

$$T_{\text{в}} = t_{\text{int}} - \Delta t_{\text{п}} = 16 - 1.67 = 14.33 \text{°C}$$

Условие $T_{\text{в}} \geq t_{\text{р}}$ **выполняется** : $14.33 \geq 4.06$

где $t_{\text{р}}$ - температура точки росы.

$$\gamma(t_{\text{int}}, \phi) = \frac{17.27 \times t_{\text{int}}}{237.7 + t_{\text{int}}} + \log(\phi \times 0.01) = \frac{17.27 \times 16}{237.7 + 16} + \log(45 \times 0.01) = 0.29$$

$$t_{\text{р}} = \frac{237.7 \times \gamma(t_{\text{int}}, \phi)}{17.27 - \gamma(t_{\text{int}}, \phi)} = 4.06 \text{°C}$$

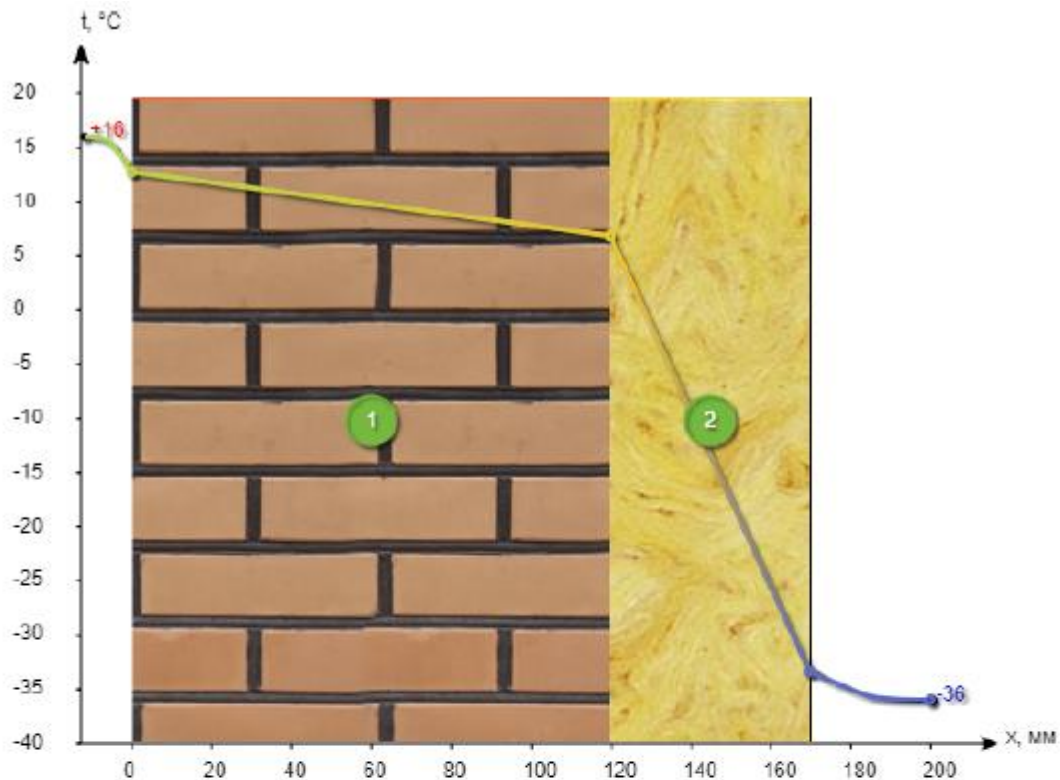
График распределения температур в сечении конструкции

Температуру t_{x} , °C, ограждающей конструкции в плоскости, соответствующей границе слоя x , следует определять по формуле:

$$t_{\text{x}}(x) = t_{\text{int}} - \frac{(t_{\text{int}} - t_{\text{ext}}) \times R_{\text{x}}(x)}{R_{\text{нр}}}$$

$$R_{\text{x}}(x) = \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + \sum_{i=1}^x R_i$$

где: x - номер слоя, $x=0$ - это внутреннее пространство, R_i - сопротивление теплопередачи слоя с номером i , в направлении от внутреннего пространства.



Точка 1: $t_{int} = 16^{\circ}\text{C}$ - температура внутри помещения

Точка 2: $t_x(0) = 12.73^{\circ}\text{C}$ - температура на внутренней границе слоя №1 - "Кирпичная перегородка"

$$R_x(0) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^0 R_i = \frac{1}{8.7} = 0.11 \frac{\text{M}^2 \times \text{C}}{\text{Bт}}$$

$$t_x(0) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(0) \times r}{R_{np}} = 16 - \frac{(16 + 36) \times 0.11 \times 0.92}{1.607} = 12.73^{\circ}\text{C}$$

Точка 3: $t_x(1) = 6.86^{\circ}\text{C}$ - температура на границе слоёв №1 - "Кирпичная перегородка" и №2 - "ТЕХНОНИКОЛЬ "ТЕХНО Т 150""

$$R_x(1) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^1 R_i = \frac{1}{8.7} + 0.197 = 0.307 \frac{\text{M}^2 \times \text{C}}{\text{Bт}}$$

$$t_x(1) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(1) \times r}{R_{np}} = 16 - \frac{(16 + 36) \times 0.307 \times 0.92}{1.607} = 6.86^{\circ}\text{C}$$

Точка 4: $t_x(2) = -33.37^{\circ}\text{C}$ - температура на внешней границе слоя №2 - "ТЕХНОНИКОЛЬ "ТЕХНО Т 150""

$$R_x(2) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^2 R_i = \frac{1}{8.7} = 1.658 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

$$t_x(2) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(2) \times \gamma}{R_{np}} = 16 - \frac{(16 - (-36)) \times 1.658 \times 0.92}{1.607} = -33.37 \text{°C}$$

Точка 5: $t_{ext} = -36 \text{°C}$ - температура окружающей среды

Определение плоскости максимального увлажнения (конденсации)

Методика, базирующаяся на использовании метода безразмерных характеристик.

Для каждого слоя многослойной конструкции вычисляется значение комплекса $f_i(t_{m,y})$, характеризующего температуру в плоскости максимального увлажнения.

№ слоя	Слой конструкции	$R_{ni} = \delta_i / \mu_i$	μ_i / λ_i
	Внутренняя поверхность ограждения	$R_{int,vp} = 0.0266$	0
1	Кирпичная перегородка	$0.12 / 0.11 = 1.091$	$0.11 / 0.61 = 0.180328$
2	ТЕХНОНИКОЛЬ "ТЕХНО Т 150"	$0.05 / 0.55 = 0.091$	$0.55 / 0.037 = 14.864865$
	Наружная поверхность ограждения	$R_{ext,vp} = 0.0133$	0

$R_{int,vp}$ и $R_{ext,vp}$ - сопротивления влагообмену соответственно внутренней и наружной поверхности ограждения, ($\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$).

Примечание:

1. Сопротивление паропрооницанию замкнутых воздушных прослоек в ограждающих конструкциях следует принимать равным нулю независимо от расположения и толщины этих прослоек.
2. Слои конструкции, расположенные между воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом, и наружной поверхностью ограждающей конструкции, не учитываются в расчете.

$$f_i(t_{m,y}) = \frac{5330 \times R_{0,n} \times (t_{в} - t_{н,отр}) \times \mu_i}{R_{0,впа} \times (e_{в} - e_{н,отр}) \times \lambda_i}$$

$$R_{0,n} = \sum_i \frac{\delta_i}{\mu_i} = 0.0266 + 1.091 + 0.091 + 0.0133 = 1.2219 \frac{\text{м}^2 \times \text{ч} \times \text{Па}}{\text{мг}}$$

$e_{в}$ - парциальное давление насыщенного водяного пара, Па, при температуре воздуха от -40 до +45 °C определяется по формуле:

$$E(t) = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + t}\right)$$

Для температуры $t_{в} = 16 \text{°C}$:

$$E_g = E(16) = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 16}\right) = 1799.56 \text{ Па}$$

e_g - парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха, Па, при расчётных температуре и относительной влажности воздуха в помещении, определяемое по формуле:

$$e_g = \left(\frac{\varphi_g}{100}\right) \times E_g = \left(\frac{45}{100}\right) \times 1799.56 = 809.8 \text{ Па}$$

$e_{н,отр}$ - среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами, определяемое по СП 131.13330:

$$e_{н,отр} = \frac{100 \times (1.3 + 1.5 + 2.5 + 2.9 + 1.8)}{5} = 200 \text{ Па}$$

$t_{н,отр}$ - среднее значение температуры наружного воздуха периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами, определяемое по СП 131.13330:

$$t_{н,отр} = \frac{(-18.4 - 15.4 - 6.7 - 7.9 - 15.7)}{5} = -12.82^\circ\text{C}$$

μ/λ_i - отношение расчетных коэффициентов теплопроводности, Вт/(м² × °С), и паропроницаемости, мг/(м × ч × Па), материала соответствующего слоя, либо 0, если коэффициенты не заданы.

$$f_1(t_{м.у.}) = \frac{5330 \times R_{0,п} \times (t_g - t_{н,отр}) \times \mu_i}{R_{0,у.ст} \times (e_g - e_{н,отр}) \times \lambda_i} = \frac{5330 \times 1.2219 \times (16 + 12.82) \times \mu_i}{1.747 \times (809.8 - 200) \times \lambda_i} = 176.19 \times \left(\frac{\mu_i}{\lambda_i}\right)$$

$$f_1(t_{м.у.}) = 176.19 \times 0.180328 = 31.77$$

$$f_2(t_{м.у.}) = 176.19 \times 14.864865 = 2619.04$$

Согласно СП 50.13330 табл. 11, при неотрицательном $f_i(t_{м.у.})$ найдём $t_{м.у.}$ по формуле:

$$t_{м.у.} = \frac{\left(a \times b + c \times f(t_{м.у.})^d\right)}{\left(b + f(t_{м.у.})^d\right)}$$

$$a = 96.6680675349$$

$$b = 4.83349504771$$

$$c = -66.4983819958$$

$$d=0.406903783624$$

$$t_{м.у.1} = \frac{(a \times b + c \times 31.77^d)}{(b + 31.77^d)} = 22.433$$

$$t_{м.у.2} = \frac{(a \times b + c \times 2619.04^d)}{(b + 2619.04^d)} = -39.422$$

Расчёт температур на границах слоёв

$$T_{срk} = t_{в} - \left(\frac{t_{в} - t_{н, втр}}{R_{0, укл}} \right) \times \left(\frac{l}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^k R_i \right)$$

где R_i - сопротивление теплопередачи слоя i (либо 0, если слой не входит в теплотехнический расчёт), k - номер слоя, для которого вычисляется температура.

$$T_{ср0} = 16 - \left(\frac{16 + 12.82}{1.747} \right) \times \left(\frac{l}{8.7} \right) = 14.1^{\circ}\text{C}$$

$$T_{ср1} = 16 - \left(\frac{16 + 12.82}{1.747} \right) \times \left(\frac{l}{8.7} + 0.197 \right) = 10.85^{\circ}\text{C}$$

$$T_{ср2} = 16 - \left(\frac{16 + 12.82}{1.747} \right) \times \left(\frac{l}{8.7} + 0.197 + 1.3514 \right) = -11.44^{\circ}\text{C}$$

Сводная таблица $t_{м.у.}$ и $T_{срk}$

Составляется таблица, содержащая для каждого слоя $t_{м.у.}$ и вычисленные выше температуры на границах слоя (при средней температуре наружного воздуха периода с отрицательными среднемесячными температурами):

№ слоя	Слой конструкции	$T_{срk}, ^{\circ}\text{C}$	$t_{м.у.}, ^{\circ}\text{C}$
0	Кирпичная перегородка	14.1	22.433
1		10.85	
1	ТЕХНОНИКОЛЬ "ТЕХНО Т 150"	10.85	-39.422
2		-11.44	

Определение плоскости максимального увлажнения

Как видно из таблицы, нет ни одного слоя с температурой $t_{м.у.}$ в пределах $T_{ср}$. Также не нашлось ни одной пары соседних слоёв, где для более холодного слоя выполнялось бы условие $t_{м.у.} > \max(T_{ср})$ и для более тёплого $t_{м.у.} < \min(T_{ср})$.

В этом случае плоскость максимального увлажнения принимается на наружной поверхности конструкции. **Защиты от переувлажнения не требуется.**

Конструкция не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения.

Вывод

Конструкция рассчитана с учётом требований СНиП 23-02-2003 "Тепловая защита зданий"

Толщина теплоизоляционного слоя ТЕХНОНИКОЛЬ "ТЕХНО Т 150" равна 50 мм.

В соответствии с расчётом:

- Конструкция удовлетворяет требованию по тепловой защите.
- Конструкция удовлетворяет санитарно-гигиеническому требованию.
- Конструкция не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения.

1.7 Теплотехнический расчёт внутренних ж/б стен подвала

Исходные данные

Вид конструкции: Стена - Многослойная

Территория: Иркутск, Иркутская область

t_{ext} Расчетная температура наружного воздуха: (наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92)	-36 °C
t_{ht} Расчетная средняя температура отопительного периода: (со среднесуточной $t \leq 8$ °C,)	-8.5 °C
z_{ht} Продолжительность отопительного периода: (со среднесуточной $t \leq 8$ °C)	240 сут
Зона влажности:	сухая

Назначение здания и помещения

Здание: Не указанные в списке,

Название объекта: Технические помещения

Помещение: Без категории

α_{int} - Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности: (по СНиП 23-02-2003, т. 7)	8.7
Нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции: (по СНиП 23-02-2003, т. 5)	4.5 °C
α_{ext} - Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности	12
t_{int} - Температура пребывания: (по ГОСТ 30494-96)	16 °C
ϕ - Относительная влажность воздуха: (по ГОСТ 30494-96, СНиП 23.01-99 т. 1)	не более 45 %
Влажностный режим помещения: (СНиП 23-02-2003 т. 1)	сухой
Условия эксплуатации ограждающих конструкций: (СНиП 23-02-2003 т. 2)	A
Коэффициент однородности конструкции g : (по СП 23-101-2004)	0.92
Коэффициент зависимости положения ограждающей конструкции n : (по СНиП 23-02-2003)	0.45

Структура конструкции

№	Слой	Толщина, мм	Примечание
1	Железобетонная стена	160	$\lambda = 1.92 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ $\mu = 0.03 \text{ мг / м}^2\cdot\text{Па}$
2	нижний слой теплоизоляции ТЕХНОНИКОЛЬ "ТЕХНО Т 150"	50	$\lambda = 0.037 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ $\mu = 0.55 \text{ мг / м}^2\cdot\text{Па}$

Градусо-сутки отопительного периода:

(СНиП 23-02-2003 ф.2)

$$ГСОП = (t_{int} - t_{nt}) \times z_{nt} = (16 - 8.5) \times 240 = 5880 \frac{^\circ\text{C} \times \text{сут}}{\text{год}}$$

Нормируемое сопротивление теплопередаче:

(СНиП 23-02-2003)

$$R_{0, \text{норм}} = (a \times ГСОП + b) \times \pi = (0.0003 \times 5880 + 1.2) \times 0.45 = 1.334 \frac{\text{М}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

Расчёт термических сопротивлений

Железобетонная стена, однородный слой, $\delta=160$ мм, $\lambda=1.92$ Вт/(м °С)

Термическое сопротивление:

$$R_1 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{160 \times 10^{-3}}{1.92} = 0.083 \frac{\text{М}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

Расчёт ориентировочного термического сопротивления утеплителя

$$R_{yt} = \frac{R_{0, \text{норм}}}{\pi} - R_1 - \frac{1}{\alpha_{int}} - \frac{1}{\alpha_{ext}} =$$

$$\frac{1.334}{0.02} - 0.083 - \frac{1}{8.7} - \frac{1}{12} = 1.169 \frac{\text{М}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

Расчёт ориентировочной толщины слоя утеплителя из условия:

$$R_{yt} = \frac{\delta_{yt}}{\lambda_{yt}} = 1.169 \frac{\text{М}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

где: $\lambda_{yt} = 0.037$ Вт/(м °С)

$$\delta_{yt} = R_{yt} \times \lambda_{yt} = 1.169 \times 0.037 = 43.25 \text{ мм}$$

С учётом кратности материалов, толщина теплоизоляционного слоя принимается равной $\delta_{утк} = 50$ мм. Тогда приведённое сопротивление теплопередачи:

$$R_{пр} = \pi \times \left(\frac{1}{\alpha_{int}} + \frac{1}{\alpha_{ext}} + \frac{\delta_{утк}}{\lambda_{утк}} + R_1 \right) =$$

$$0.92 \times \left(\frac{1}{8.7} + \frac{1}{12} + \frac{50 \times 10^{-3}}{0.037} + 0.083 \right) = 1.502 \frac{\text{М}^2 \cdot \text{х}^{\circ}\text{С}}{\text{Вт}}$$

Условие $R_{\text{полот}} \leq R_{\text{нр}}$ выполняется : $1.334 \leq 1.502$.

Санитарно-гигиеническое требование

Расчётный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции:

$$\Delta t_{\text{п}} = \frac{n \times (t_{\text{int}} - t_{\text{ext}})}{R_{\text{гтс}} \times \alpha_{\text{int}}} = \frac{0.45 \times (16 + 36)}{1.502 \times 8.7} = 1.79^{\circ}\text{С}$$

Условие $\Delta t_{\text{н}} \geq \Delta t_{\text{п}}$ выполняется : $4.5 \geq 1.79$

Температуру внутренней поверхности - $T_{\text{в}}$, °С, ограждающей конструкции (без теплопроводного включения), следует определять по формуле:

$$T_{\text{в}} = t_{\text{int}} - \Delta t_{\text{п}} = 16 - 1.79 = 14.21^{\circ}\text{С}$$

Условие $T_{\text{в}} \geq t_{\text{р}}$ выполняется : $14.21 \geq 4.06$

где $t_{\text{р}}$ - температура точки росы.

$$\psi(t_{\text{int}}, \phi) = \frac{17.27 \times t_{\text{int}}}{237.7 + t_{\text{int}}} + \log(\phi \times 0.01) = \frac{17.27 \times 16}{237.7 + 16} + \log(45 \times 0.01) = 0.29$$

$$t_{\text{р}} = \frac{237.7 \times \psi(t_{\text{int}}, \phi)}{17.27 - \psi(t_{\text{int}}, \phi)} = 4.06^{\circ}\text{С}$$

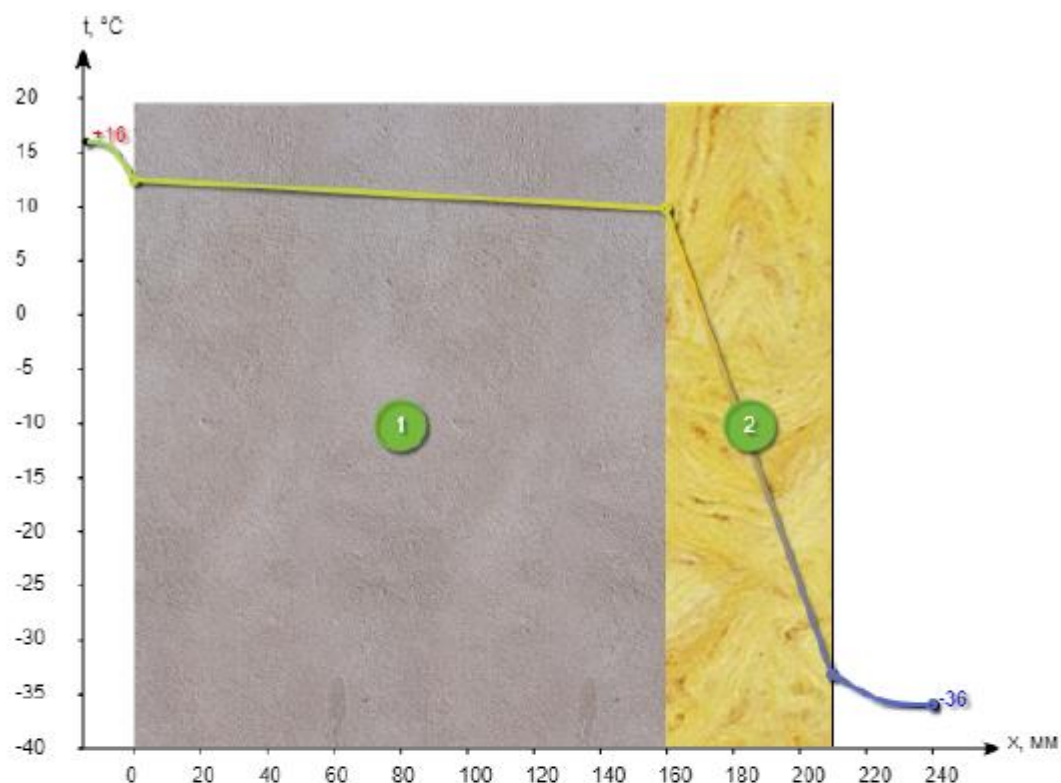
График распределения температур в сечении конструкции

Температуру t_{x} , °С, ограждающей конструкции в плоскости, соответствующей границе слоя x , следует определять по формуле:

$$t_{\text{x}}(x) = t_{\text{int}} - \frac{(t_{\text{int}} - t_{\text{ext}}) \times R_{\text{x}}(x)}{R_{\text{нр}}}$$

$$R_{\text{x}}(x) = \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + \sum_{i=1}^x R_i$$

где: x - номер слоя, $x=0$ - это внутреннее пространство, R_i - сопротивление теплопередачи слоя с номером i , в направлении от внутреннего пространства.



Точка 1: $t_{int} = 16^{\circ}\text{C}$ - температура внутри помещения

Точка 2: $t_x(0) = 12.5^{\circ}\text{C}$ - температура на внутренней границе слоя №1 - "Железобетонная стена"

$$R_x(0) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{l=1}^0 R_l = \frac{1}{8.7} = 0.11 \frac{\text{M}^2 \times \text{C}}{\text{BT}}$$

$$t_x(0) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(0) \times r}{R_{np}} = 16 - \frac{(16 + 36) \times 0.11 \times 0.92}{1.502} = 12.5^{\circ}\text{C}$$

Точка 3: $t_x(1) = 9.85^{\circ}\text{C}$ - температура на границе слоёв №1 - "Железобетонная стена" и №2 - "ТЕХНОНИКОЛЬ ТЕХНО Т 150"

$$R_x(1) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{l=1}^1 R_l = \frac{1}{8.7} + 0.083 = 0.193 \frac{\text{M}^2 \times \text{C}}{\text{BT}}$$

$$t_x(1) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(1) \times r}{R_{np}} = 16 - \frac{(16 + 36) \times 0.193 \times 0.92}{1.502} = 9.85^{\circ}\text{C}$$

Точка 4: $t_x(2) = -33.19^{\circ}\text{C}$ - температура на внешней границе слоя №2 - "ТЕХНОНИКОЛЬ ТЕХНО Т 150"

$$R_x(2) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^2 R_i = \frac{1}{8,7} = 1,544 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

$$t_x(2) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(2) \times \gamma}{R_{np}} = 16 - \frac{(16 - 36) \times 1,544 \times 0,92}{1,502} = -33,10 \text{°C}$$

Точка 5: $t_{ext} = -36 \text{°C}$ - температура окружающей среды

Определение плоскости максимального увлажнения (конденсации)

Методика, базирующаяся на использовании метода безразмерных характеристик.

Для каждого слоя многослойной конструкции вычисляется значение комплекса $f_i(t_{м.у.})$, характеризующего температуру в плоскости максимального увлажнения.

№ слоя	Слой конструкции	$R_{ni} = \delta_i / \mu_i$	μ_i / λ_i
	Внутренняя поверхность ограждения	$R_{int, vp} = 0,0266$	0
1	Железобетонная стена	$0,16 / 0,03 = 5,333$	$0,03 / 1,92 = 0,015625$
2	ТЕХНОНИКОЛЬ "ТЕХНО Т 150"	$0,05 / 0,55 = 0,091$	$0,55 / 0,037 = 14,864865$
	Наружная поверхность ограждения	$R_{ext, vp} = 0,0133$	0

$R_{int, vp}$ и $R_{ext, vp}$ - сопротивления влагообмену соответственно внутренней и наружной поверхности ограждения, ($\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$).

Примечание:

1. Сопротивление паропрооницанию замкнутых воздушных прослоек в ограждающих конструкциях следует принимать равным нулю независимо от расположения и толщины этих прослоек.
2. Слои конструкции, расположенные между воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом, и наружной поверхностью ограждающей конструкции, не учитываются в расчете.

$$f_i(t_{м.у.}) = \frac{5330 \times R_{0,n} \times (t_{в} - t_{н, втв}) \times \mu_i}{R_{0, втв} \times (e_{в} - e_{н, втв}) \times \lambda_i}$$

$$R_{0,n} = \sum_i \frac{\delta_i}{\mu_i} = 0,0266 + 5,333 + 0,091 + 0,0133 = 5,4639 \frac{\text{м}^2 \times \text{ч} \times \text{Па}}{\text{мг}}$$

$e_{в}$ - парциальное давление насыщенного водяного пара, Па, при температуре воздуха от -40 до +45 °C определяется по формуле:

$$E(t) = 1,84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + t}\right)$$

Для температуры $t_b = 16 \text{ }^\circ\text{C}$:

$$E_b = E(16) = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 16}\right) = 1799.56 \text{ Па}$$

e_b - парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха, Па, при расчётных температуре и относительной влажности воздуха в помещении, определяемое по формуле:

$$e_b = \left(\frac{\varphi_b}{100}\right) \times E_b = \left(\frac{45}{100}\right) \times 1799.56 = 809.8 \text{ Па}$$

$e_{н,отр}$ - среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами, определяемое по СП 131.13330:

$$e_{н,отр} = \frac{100 \times (1.3 + 1.5 + 2.5 + 2.9 + 1.8)}{5} = 200 \text{ Па}$$

$t_{н,отр}$ - среднее значение температуры наружного воздуха периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами, определяемое по СП 131.13330:

$$t_{н,отр} = \frac{(-13.4 - 15.4 - 6.7 - 7.9 - 15.7)}{5} = -12.82 \text{ }^\circ\text{C}$$

μ/λ_i - отношение расчетных коэффициентов теплопроводности, Вт/(м² × °С), и паропроницаемости, мг/(м × ч × Па), материала соответствующего слоя, либо 0, если коэффициенты не заданы.

$$f_1(t_{м.у.}) = \frac{5330 \times R_{0,п} \times (t_b - t_{н,отр}) \times \mu_1}{R_{0,уел} \times (e_b - e_{н,отр}) \times \lambda_1} = \frac{5330 \times 5.4639 \times (16 + 12.82) \times \mu_1}{1.533 \times (809.8 - 200) \times \lambda_1} = 842.85 \times \left(\frac{\mu_1}{\lambda_1}\right)$$

$$f_1(t_{м.у.}) = 842.85 \times 0.015625 = 13.17$$

$$f_2(t_{м.у.}) = 842.85 \times 14.864865 = 12528.85$$

Согласно СП 50.13330 табл. 11, при неотрицательном $f_1(t_{м.у.})$ найдём $t_{м.у.}$ по формуле:

$$t_{м.у.} = \frac{\left(a \times b + c \times f_1(t_{м.у.})^d\right)}{\left(b + f_1(t_{м.у.})^d\right)}$$

$$a = 96.6680675349$$

$$b = 4.89349504771$$

$$c = -66.4983819958$$

$$d=0.406903783624$$

$$t_{м.у.1} = \frac{(a \times b + c \times 13.17^d)}{(b + 13.17^d)} = 36.552$$

$$t_{м.у.2} = \frac{(a \times b + c \times 12528.85^d)}{(b + 12528.85^d)} = -50.962$$

Расчёт температур на границах слоёв

$$t_{срk} = t_{в} - \left(\frac{t_{в} - t_{н,втр}}{R_{0,усл}} \right) \times \left(\frac{1}{\alpha_{ин1}} + \sum_{i=1}^k R_i \right)$$

где R_i - сопротивление теплопередачи слоя i (либо 0, если слой не входит в теплотехнический расчёт), k - номер слоя, для которого вычисляется температура.

$$t_{ср0} = 16 - \left(\frac{16 + 12.82}{1.633} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} \right) = 13.97^{\circ}\text{C}$$

$$t_{ср1} = 16 - \left(\frac{16 + 12.82}{1.633} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.083 \right) = 12.51^{\circ}\text{C}$$

$$t_{ср2} = 16 - \left(\frac{16 + 12.82}{1.633} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.083 + 1.3514 \right) = -11.34^{\circ}\text{C}$$

Сводная таблица $t_{м.у.}$ и $t_{срk}$

Составляется таблица, содержащая для каждого слоя $t_{м.у.}$ и вычисленные выше температуры на границах слоя (при средней температуре наружного воздуха периода с отрицательными среднемесячными температурами):

№ слоя	Слой конструкции	$t_{срk}, ^{\circ}\text{C}$	$t_{м.у.}, ^{\circ}\text{C}$
0	Железобетонная стена	13.97	36.552
1		12.51	
1	ТЕХНОНИКОЛЬ "ТЕХНО Т 150"	12.51	-50.962
2		-11.34	

Определение плоскости максимального увлажнения

Как видно из таблицы, нет ни одного слоя с температурой $t_{м.у.}$ в пределах $t_{ср}$. Также не нашлось ни одной пары соседних слоёв, где для более холодного слоя выполнялось бы условие $t_{м.у.} > \max(t_{ср})$ и для более тёплого $t_{м.у.} < \min(t_{ср})$.

В этом случае плоскость максимального увлажнения принимается на наружной поверхности конструкции. **Защиты от переувлажнения не требуется.**

Конструкция не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения.

Вывод

Конструкция рассчитана с учётом требований СНиП 23-02-2003 "Тепловая защита зданий"

Толщина теплоизоляционного слоя ТЕХНОНИКОЛЬ "ТЕХНО Т 150" равна 50 мм.

В соответствии с расчётом:

- Конструкция удовлетворяет требованию по тепловой защите.
- Конструкция удовлетворяет санитарно-гигиеническому требованию.
- Конструкция не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения.

1.8 Теплотехнический расчёт стен тамбура

Исходные данные

Вид конструкции: Стена - Штукатурный фасад

Территория: Иркутск, Иркутская область

t_{ext} Расчетная температура наружного воздуха: (наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92)	-36 °C
t_{ht} Расчетная средняя температура отопительного периода: (со среднесуточной $t \leq 8$ °C,)	-8.5 °C
z_{ht} Продолжительность отопительного периода: (со среднесуточной $t \leq 8$ °C)	240 сут
Зона влажности:	сухая

Назначение здания и помещения

Здание: Не указанные в списке,

Название объекта: Тамбур

Помещение: Без категории

α_{int} - Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности: (по СНиП 23-02-2003, т.7)	8.7
Нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции: (по СНиП 23-02-2003, т.5)	4.5 °C
α_{ext} - Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности	23
t_{int} - Температура пребывания: (по ГОСТ 30494-96)	5 °C
ϕ - Относительная влажность воздуха: (по ГОСТ 30494-96, СНиП 23.01-99 т.1)	не более 45 %
Влажностный режим помещения: (СНиП 23-02-2003 т.1)	сухой
Условия эксплуатации ограждающих конструкций: (СНиП 23-02-2003 т.2)	A
Условия эксплуатации ограждающих конструкций: (СНиП 23-02-2003 т.2)	0.92
Коэффициент зависимости положения ограждающей конструкции п: (по СНиП 23-02-2003)	1

Структура конструкции

№	Слой	Толщина, мм	Примечание
1	Штукатурка	30	$\lambda = 0.7 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{С})$ $\mu = 0.035 \text{ мг} / \text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$
2	Кирпичная кладка на ЦПР	250	$\lambda = 0.7 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{С})$ $\mu = 0.1 \text{ мг} / \text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$
3	Штукатурка	30	$\lambda = 0.7 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{С})$ $\mu = 0.035 \text{ мг} / \text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$
4	Клеевой состав	5	$\lambda = 0.7 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{С})$ $\mu = 0.035 \text{ мг} / \text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$
5	ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЙ СЛОЙ ТЕХНОФАС ОПТИМА	100	$\lambda = 0.04 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{С})$ $\mu = 0.4 \text{ мг} / \text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$
6	Штукатурка	10	$\lambda = 0.7 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{С})$ $\mu = 0.035 \text{ мг} / \text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$
7	Акриловая краска	0.1	$\lambda = 0.8 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{С})$ $\mu = 0.15 \text{ мг} / \text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$

Градусо-сутки отопительного периода:

(СНиП 23-02-2003 ф.2)

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{int}} - t_{\text{nt}}) \times z_{\text{nt}} = (5 + 8.5) \times 240 = 3240 \frac{^\circ\text{С} \times \text{сут}}{\text{год}}$$

Нормируемое сопротивление теплопередаче:

(СНиП 23-02-2003)

$$R_{0, \text{норм}} = (a \times \text{ГСОП} + b) \times n = (0.0003 \times 3240 + 1.2) \times 1 = 2.172 \frac{\text{м}^2 \times ^\circ\text{С}}{\text{Вт}}$$

Расчёт термических сопротивлений

Штукатурка, однородный слой, $\delta=30 \text{ мм}$, $\lambda=0.7 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{С})$

Термическое сопротивление:

$$R_1 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{30 \times 10^{-3}}{0.7} = 0.043 \frac{\text{м}^2 \times ^\circ\text{С}}{\text{Вт}}$$

Кирпичная кладка на ЦПР, однородный слой, $\delta=250 \text{ мм}$, $\lambda=0.7 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{С})$

Термическое сопротивление:

$$R_2 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{250 \times 10^{-3}}{0.7} = 0.357 \frac{\text{м}^2 \times ^\circ\text{С}}{\text{Вт}}$$

Штукатурка, однородный слой, $\delta=30 \text{ мм}$, $\lambda=0.7 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{С})$

Термическое сопротивление:

$$R_3 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{30 \times 10^{-3}}{0.7} = 0.043 \frac{\text{М}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Клеевой состав, однородный слой, $\delta=5$ мм, $\lambda=0.7$ Вт/(м °С)

Термическое сопротивление:

$$R_4 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{5 \times 10^{-3}}{0.7} = 0.007 \frac{\text{М}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Штукатурка, однородный слой, $\delta=10$ мм, $\lambda=0.7$ Вт/(м °С)

Термическое сопротивление:

$$R_5 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{10 \times 10^{-3}}{0.7} = 0.014 \frac{\text{М}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Акриловая краска, однородный слой, $\delta=0.1$ мм, $\lambda=0.8$ Вт/(м °С)

Термическое сопротивление:

$$R_6 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{0.1 \times 10^{-3}}{0.8} = 0 \frac{\text{М}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Расчёт ориентировочного термического сопротивления утеплителя

$$R_{\text{ут}} = \frac{R_0^{\text{ном}}}{\gamma} - R_1 - R_2 - R_3 - R_4 - R_5 - R_6 - \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} - \frac{1}{\alpha_{\text{ext}}} =$$

$$\frac{2.172}{0.92} - 0.043 - 0.357 - 0.043 - 0.007 - 0.014 - 0 - \frac{1}{8.7} - \frac{1}{23} = 1.738 \frac{\text{М}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Расчёт ориентировочной толщины слоя утеплителя из условия:

$$R_{\text{ут}} = \frac{\delta_{\text{ут}}}{\lambda_{\text{ут}}} = 1.738 \frac{\text{М}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

где: $\lambda_{\text{ут}} = 0.04$ Вт/(м °С)

$$\delta_{\text{ут}} = R_{\text{ут}} \times \lambda_{\text{ут}} = 1.738 \times 0.04 = 69.52 \text{ мм}$$

С учётом кратности материалов, толщина теплоизоляционного слоя принимается равной $\delta_{\text{утк}} = 100$ мм. Тогда приведённое сопротивление теплопередачи:

$$R_{\text{пр}} = \gamma \times \left(\frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{ext}}} + \frac{\delta_{\text{утк}}}{\lambda_{\text{ут}}} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 \right) =$$

$$0.92 \times \left(\frac{1}{8.7} + \frac{1}{23} + \frac{100 \times 10^{-3}}{0.04} + 0.043 + 0.357 + 0.043 + 0.007 + 0.014 + 0 \right) = 2.873 \frac{\text{М}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Условие $R_0^{\text{ном}} \leq R_{\text{пр}}$ выполняется: $2.172 \leq 2.873$.

Санитарно-гигиеническое требование

Расчётный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней

поверхности ограждающей конструкции:

$$\Delta t_n = \frac{n \times (t_{int} - t_{ext})}{R_{итк} \times \alpha_{int}} = \frac{1 \times (5 + 36)}{2,873 \times 8,7} = 1,64^\circ\text{C}$$

Условие $\Delta t_n \geq \Delta t_n$ выполняется : $4,5 \geq 1,64$

Температуру внутренней поверхности - T_B , °С, ограждающей конструкции (без теплопроводного включения), следует определять по формуле:

$$T_B = t_{int} - \Delta t_n = 5 - 1,64 = 3,3600000000000003^\circ\text{C}$$

Условие $T_B \geq t_p$ выполняется : $3,3600000000000003 \geq -5,91$

где t_p - температура точки росы.

$$\psi(t_{int}, \phi) = \frac{17,27 \times t_{int}}{237,7 + t_{int}} + \log(\phi \times 0,01) = \frac{17,27 \times 5}{237,7 + 5} + \log(45 \times 0,01) = -0,44$$

$$t_p = \frac{237,7 \times \psi(t_{int}, \phi)}{17,27 - \psi(t_{int}, \phi)} = -5,91^\circ\text{C}$$

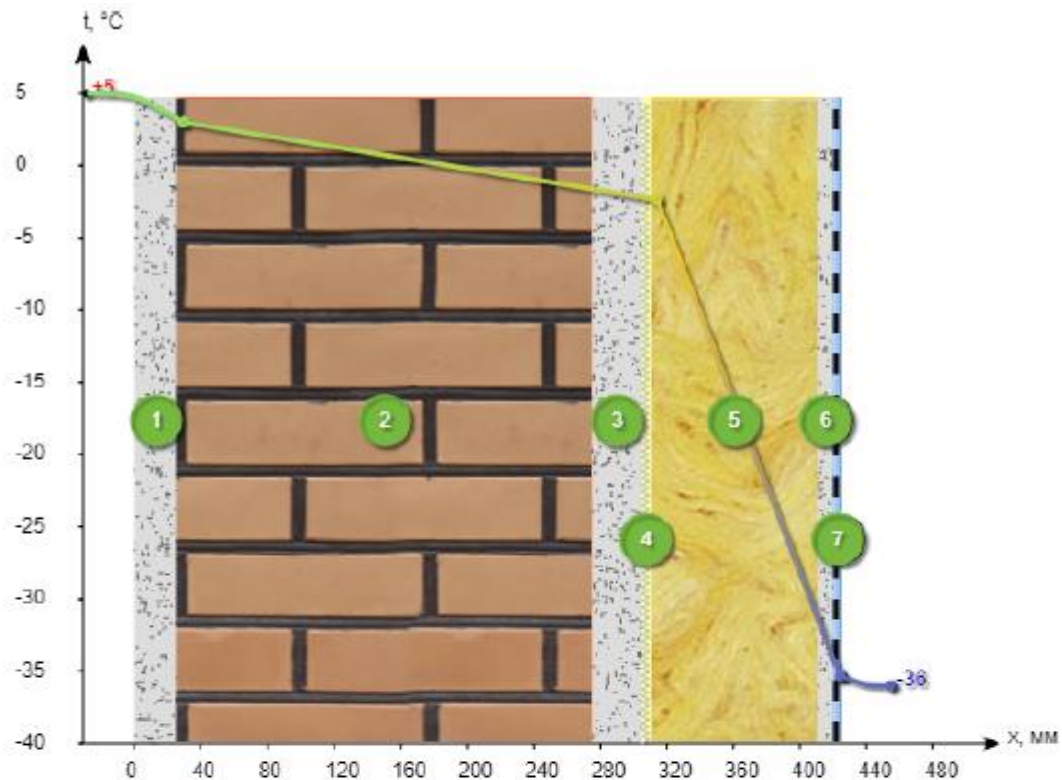
График распределения температур в сечении конструкции

Температуру t_x , °С, ограждающей конструкции в плоскости, соответствующей границе слоя x , следует определять по формуле:

$$t_x(x) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(x)}{R_{итк}}$$

$$R_x(x) = \frac{l}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^x R_i$$

где: x - номер слоя, $x=0$ - это внутреннее пространство, R_i - сопротивление теплопередачи слоя с номером i , в направлении от внутреннего пространства.



Точка 1: $t_{int} = 5^{\circ}\text{C}$ - температура внутри помещения

Точка 2: $t_x(0) = 2.99^{\circ}\text{C}$ - температура на внутренней границе слоя №2 - "Кирпичная кладка на ЦПР"

$$R_x(0) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^0 R_i = \frac{1}{8.7} = 0.11 \frac{\text{M}^2 \times ^{\circ}\text{C}}{\text{Bт}}$$

$$t_x(0) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(0) \times \gamma}{R_{np}} = 5 - \frac{(5 + 36) \times 0.11 \times 0.92}{2.873} = 2.99^{\circ}\text{C}$$

Точка 3: $t_x(1) = -2.35^{\circ}\text{C}$ - температура на границе слоёв №2 - "Кирпичная кладка на ЦПР" и №5 - "ТЕХНОФАС ОПТИМА"

$$R_x(1) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^1 R_i = \frac{1}{8.7} + 0.357 = 0.51 \frac{\text{M}^2 \times ^{\circ}\text{C}}{\text{Bт}}$$

$$t_x(1) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(1) \times \gamma}{R_{np}} = 5 - \frac{(5 + 36) \times 0.51 \times 0.92}{2.873} = -2.35^{\circ}\text{C}$$

Точка 4: $t_x(2) = -35.36^{\circ}\text{C}$ - температура на границе слоёв №5 - "ТЕХНОФАС ОПТИМА" и №7 - "Акриловая краска"

$$R_x(2) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^2 R_i = \frac{1}{8.7} = 3.06 \frac{M^2 \times C}{BГ}$$

$$t_x(2) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(2) \times \gamma}{R_{np}} = 5 - \frac{(5 - 36) \times 3.06 \times 0.92}{2.873} = -35.36 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Точка 5: $t_{ext} = -36^\circ\text{C}$ - температура окружающей среды

Определение плоскости максимального увлажнения (конденсации)

Методика, базирующаяся на использовании метода безразмерных характеристик.

Для каждого слоя многослойной конструкции вычисляется значение комплекса $f_i(t_{m,y})$, характеризующего температуру в плоскости максимального увлажнения.

№ слоя	Слой конструкции	$R_{ni} = \delta_i / \mu_i$	μ_i / λ_i
	Внутренняя поверхность ограждения	$R_{int,vp} = 0.0266$	0
1	Штукатурка	$0.03 / 0.035 = 0.857$	$0.035 / 0.7 = 0.05$
2	Кирпичная кладка на ЦПР	$0.25 / 0.1 = 2.5$	$0.1 / 0.7 = 0.142857$
3	Штукатурка	$0.03 / 0.035 = 0.857$	$0.035 / 0.7 = 0.05$
4	Клеевой состав	$0.005 / 0.035 = 0.143$	$0.035 / 0.7 = 0.05$
5	ТЕХНОФАС ОПТИМА	$0.1 / 0.4 = 0.25$	$0.4 / 0.04 = 10$
6	Штукатурка	$0.01 / 0.035 = 0.286$	$0.035 / 0.7 = 0.05$
7	Акриловая краска	$0.0001 / 0.15 = 0.001$	$0.15 / 0.8 = 0.1875$
	Наружная поверхность ограждения	$R_{ext,vp} = 0.0133$	0

$R_{int,vp}$ и $R_{ext,vp}$ - сопротивления влагообмену соответственно внутренней и наружной поверхности ограждения, ($m^2 \cdot ч \cdot Па / мг$).

Примечание:

- Сопротивление паропрооницанию замкнутых воздушных прослоек в ограждающих конструкциях следует принимать равным нулю независимо от расположения и толщины этих прослоек.
- Слои конструкции, расположенные между воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом, и наружной поверхностью ограждающей конструкции, не учитываются в расчете.

$$f_i(t_{m,y}) = \frac{5330 \times R_{a,n} \times (t_{в} - t_{н,стр}) \times \mu_i}{R_{a,вент} \times (t_{в} - t_{н,стр}) \times \lambda_i}$$

$$R_{a,n} = \sum_i \frac{\delta_i}{\mu_i} = 0.0266 + 0.857 + 2.5 + 0.857 + 0.143 + 0.25 + 0.286 + 0.001 + 0.0133 = 4.9339 \frac{M^2 \times ч \cdot Па}{мг}$$

E_v - парциальное давление насыщенного водяного пара, Па, при температуре воздуха от -40 до +45 °С определяется по формуле:

$$E(t) = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273+t}\right)$$

Для температуры $t_a = 5$ °С:

$$E_v = E(5) = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273+5}\right) = 867.43 \text{ Па}$$

e_v - парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха, Па, при расчётных температуре и относительной влажности воздуха в помещении, определяемое по формуле:

$$e_v = \left(\frac{\phi_v}{100}\right) \times E_v = \left(\frac{45}{100}\right) \times 867.43 = 390.34 \text{ Па}$$

$e_{v,отр}$ - среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами, определяемое по СП 131.13330:

$$e_{v,отр} = \frac{100 \times (1.3 + 1.5 + 2.5 + 2.9 + 1.8)}{5} = 200 \text{ Па}$$

$t_{н,отр}$ - среднее значение температуры наружного воздуха периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами, определяемое по СП 131.13330:

$$t_{н,отр} = \frac{(-18.4 - 15.4 - 6.7 - 7.9 - 15.7)}{5} = -12.82^\circ\text{C}$$

μ/λ_i - отношение расчетных коэффициентов теплопроводности, Вт/(м² × °С), и паропроницаемости, мг/(м × ч × Па), материала соответствующего слоя, либо 0, если коэффициенты не заданы.

$$f_i(t_{м.у.}) = \frac{5330 \times R_{0,п} \times (t_a - t_{н,отр}) \times \mu_i}{R_{0,треб} \times (e_v - e_{v,отр}) \times \lambda_i} = \frac{5330 \times 4.9339 \times (5 + 12.82) \times \mu_i}{3.123 \times (390.34 - 200) \times \lambda_i} = 788.36 \times \left(\frac{\mu_i}{\lambda_i}\right)$$

$$f_1(t_{м.у.}) = 788.36 \times 0.05 = 39.42$$

$$f_2(t_{м.у.}) = 788.36 \times 0.142857 = 112.62$$

$$f_3(t_{м.у.}) = 788.36 \times 0.05 = 39.42$$

$$f_4(t_{м.у.}) = 788.36 \times 0.05 = 39.42$$

$$f_5(t_{M.Y.}) = 788.36 \times 10 = 7883.6$$

$$f_6(t_{M.Y.}) = 788.36 \times 0.05 = 39.42$$

$$f_7(t_{M.Y.}) = 788.36 \times 0.1875 = 147.82$$

Согласно СП 50.13330 табл. 11, при неотрицательном $f(t_{M.Y.})$ найдём $t_{M.Y.}$ по формуле:

$$t_{M.Y.} = \frac{\left(a \times b + c \times f(t_{M.Y.})^d \right)}{\left(b + f(t_{M.Y.})^d \right)}$$

$$a = 96.6680675349$$

$$b = 4.89349504771$$

$$c = -66.4983819958$$

$$d = 0.406903783624$$

$$t_{M.Y.1} = \frac{\left(a \times b + c \times 39.42^d \right)}{\left(b + 39.42^d \right)} = 18.869$$

$$t_{M.Y.2} = \frac{\left(a \times b + c \times 112.62^d \right)}{\left(b + 112.62^d \right)} = 1.573$$

$$t_{M.Y.3} = \frac{\left(a \times b + c \times 39.42^d \right)}{\left(b + 39.42^d \right)} = 18.869$$

$$t_{M.Y.4} = \frac{\left(a \times b + c \times 39.42^d \right)}{\left(b + 39.42^d \right)} = 18.869$$

$$t_{M.Y.5} = \frac{\left(a \times b + c \times 7883.6^d \right)}{\left(b + 7883.6^d \right)} = -48.103$$

$$t_{M.Y.6} = \frac{\left(a \times b + c \times 39.42^d \right)}{\left(b + 39.42^d \right)} = 18.869$$

$$t_{м.у.7} = \frac{(a \times b + c \times 147.82^d)}{(b + 147.82^d)} = -2.773$$

Расчёт температур на границах слоёв

$$T_{срk} = t_{в} - \left(\frac{t_{в} - t_{н, утр}}{R_{д'усл}} \right) \times \left(\frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^k R_i \right)$$

где R_i - сопротивление теплопередачи слоя i (либо 0, если слой не входит в теплотехнический расчёт), k - номер слоя, для которого вычисляется температура.

$$T_{ср0} = 5 - \left(\frac{5 + 12.82}{3.123} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} \right) = 4.34^{\circ}\text{C}$$

$$T_{ср1} = 5 - \left(\frac{5 + 12.82}{3.123} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.043 \right) = 4.1^{\circ}\text{C}$$

$$T_{ср2} = 5 - \left(\frac{5 + 12.82}{3.123} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.043 + 0.357 \right) = 2.06^{\circ}\text{C}$$

$$T_{ср3} = 5 - \left(\frac{5 + 12.82}{3.123} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.043 + 0.357 + 0.043 \right) = 1.82^{\circ}\text{C}$$

$$T_{ср4} = 5 - \left(\frac{5 + 12.82}{3.123} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.043 + 0.357 + 0.043 + 0.007 \right) = 1.78^{\circ}\text{C}$$

$$T_{ср5} = 5 - \left(\frac{5 + 12.82}{3.123} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.043 + 0.357 + 0.043 + 0.007 + 2.5 \right) = -12.49^{\circ}\text{C}$$

$$T_{ср6} = 5 - \left(\frac{5 + 12.82}{3.123} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.043 + 0.357 + 0.043 + 0.007 + 2.5 + 0.014 \right) = -12.57^{\circ}\text{C}$$

$$T_{ср7} = 5 - \left(\frac{5 + 12.82}{3.123} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.043 + 0.357 + 0.043 + 0.007 + 2.5 + 0.014 + 0 \right) = -12.57^{\circ}\text{C}$$

Сводная таблица $t_{м.у.}$ и $T_{срk}$

Составляется таблица, содержащая для каждого слоя $t_{м.у.}$ и вычисленные выше температуры на границах слоя (при средней температуре наружного воздуха периода с отрицательными среднемесячными температурами):

№ слоя	Слой конструкции	$T_{срk}, ^{\circ}\text{C}$	$t_{м.у.}, ^{\circ}\text{C}$
0	Штукатурка	4.34	18.869
1		4.1	

№ слоя	Слой конструкции	$t_{ср.к}, ^\circ\text{C}$	$t_{м.у.}, ^\circ\text{C}$
1	Кирпичная кладка на ЦПР	4.1	1.573
2		2.06	
2	Штукатурка	2.06	18.869
3		1.82	
3	Клеевой состав	1.82	18.869
4		1.78	
4	ТЕХНОФАС ОПТИМА	1.78	-48.103
5		-12.49	
5	Штукатурка	-12.49	18.869
6		-12.57	
6	Акриловая краска	-12.57	-2.773
7		-12.57	

Определение плоскости максимального увлажнения

Как видно из таблицы, нашлись пары соседних слоёв, где для более холодного слоя выполняется условие $t_{м.у.} > \max(t_{ср})$ и для более тёплого $t_{м.у.} < \min(t_{ср})$. Плоскость конденсации может находиться между слоями в следующих парах:

- №1. Штукатурка и №2. Кирпичная кладка на ЦПР
- №6. Штукатурка и №5. ТЕХНОФАС ОПТИМА

Защита от переувлажнения ограждающих конструкций

$Z_{зима}$, $Z_{весна-осень}$, $Z_{лето}$ - продолжительность зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов года, мес, определяемая по СП 131.13330, Таблица 5.1, с учетом следующих условий:

- к зимнему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха ниже минус 5 °С;
- к весенне-осеннему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха от минус 5 до 5 °С;
- к летнему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха выше плюс 5 °С;

Z	Z _{зима}	Z _{весна-осень}	Z _{лето}
количество месяцев	5	2	5
$\sum t, ^\circ\text{C}$ суммарная температура	-18.4-15.4-6.7-7.9-15.7 = -64.1	+2.5+1.5 = 4	+9.8+15.8+18.2+15.7+9.1 = 68.6
$t_{ср.z}, ^\circ\text{C}$ среднее арифметическое	-12.82	2	13.72

Для всех вероятных зон конденсации проводится расчёт.

Расчёт для плоскости, расположенной на границе слоёв №1. Штукатурка и №2. Кирпичная кладка на ЦПР.

Z	Z зима	Z весна-осень	Z лето
$t_k, ^\circ\text{C}$ температура в зоне конденсации	4.34	4.89	13.72
$E_k, \text{Па}$ парциальное давление насыщенного водяного пара	828.75	860.88	1554.08

Температура в зоне конденсации:

$$t_k = t_B - \left(\frac{t_B - t_{\text{ср.з}}}{R_{\text{увл}}} \right) \times \left(\frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + R_k \right)$$

где: R_k - сопротивление теплопередаче на участке от внутренней поверхности до плоскости конденсации.

E_B - парциальное давление насыщенного водяного пара, Па, при температуре воздуха от -40 до +45 °С определяется по формуле:

$$E(t) = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + t_k}\right)$$

$$R_k = \frac{0.043 \times 0}{30} = 0 \frac{\text{М}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

Зима

$$t_{k, \text{зима}} = 5 - \left(\frac{5 + 12.82}{3.123} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0 \right) = 4.34^\circ\text{C}$$

$$E_{k, \text{зима}} = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 4.34}\right) = 828.75 \text{ Па}$$

Осень-весна

$$t_{k, \text{осень-весна}} = 5 - \left(\frac{5 - 2}{3.123} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0 \right) = 4.89^\circ\text{C}$$

$$E_{k, \text{осень-весна}} = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 4.89}\right) = 860.88 \text{ Па}$$

Лето

При определении парциального давления для летнего периода, температуру в плоскости максимального увлажнения следует принимать не ниже средней температуры наружного воздуха летнего периода.

$$t_{k, \text{лето}} = 5 - \left(\frac{5 - 13.72}{3.123} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0 \right) = 5.32^\circ\text{C}$$

$$t_{k, \text{лето}} = \max \left(t_{k, \text{лето}}, t_{\text{ср.з}} \right) = 13.72^\circ\text{C}$$

$$E_{k, \text{лето}} = 1.84 \times 10^{-11} \times \exp \left(\frac{-5330}{273 + 13.72} \right) = 1554.08 \text{ Па}$$

E - парциальное давление насыщенного водяного пара в плоскости максимального увлажнения за годовой период эксплуатации, Па, определяемое по формуле:

$$E = \frac{E_{k, \text{зима}} \times Z_{\text{зима}} + E_{k, \text{весень-весна}} \times Z_{\text{весень-весна}} + E_{k, \text{лето}} \times Z_{\text{лето}}}{12}$$

$$E = \frac{828.75 \times 5 + 860.88 \times 2 + 1554.08 \times 5}{12} = 1136.33 \text{ Па}$$

Сопротивление паропрооницанию R_n , ($\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$)/ мг , ограждающей конструкции в пределах от внутренней поверхности до плоскости максимального увлажнения:

$$R_n = R_{\text{int, vp}} + \sum \frac{\delta_i}{\mu_i} =$$

$$0.0266 + \frac{0 \times 10^{-5}}{0.035} = 0.0266 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}}{\text{мг}}$$

Данное значение должно быть больше каждого из следующих двух значений:

- Требуемое сопротивление паропрооницанию $R_{n, \text{треб}}$, ($\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$)/ мг , из условия недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации:

$$R_{n, \text{треб}} = \left(e_{\text{в}} - E \right) \times \left(\frac{R_{n, \text{н}}}{E - e_{\text{н}}} \right)$$

Средняя упругость водяного пара за годовой период (по СП 131.13330 табл. 7.1):

$$e_{\text{н}} = \left(\frac{100}{12} \right) \times \sum e_{\text{н, j}}$$

$$e_{\text{н}} = \left(\frac{100}{12} \right) \times (1.3 + 1.5 + 2.5 + 4 + 6.4 + 11.3 + 15.1 + 13.7 + 8.8 + 5.1 + 2.9 + 1.8) = 620 \text{ Па}$$

$e_{\text{в}}$ - парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха, Па, при расчётных температуре и относительной влажности воздуха в помещении, определяемое по формуле:

$$e_{\text{в}} = \left(\frac{\phi_{\text{в}}}{100} \right) \times E_{\text{в}} = \left(\frac{45}{100} \right) \times 867.43 = 390.34 \text{ Па}$$

$$E_{\text{в}} = E(5) = 1.84 \times 10^{-11} \times \exp \left(\frac{-5330}{273 + 5} \right) = 867.43 \text{ Па}$$

$R_{пн}$ - сопротивление паропроницанию, (м²·ч·Па)/мг, части ограждающей конструкции, расположенной между наружной поверхностью ограждающей конструкции и плоскостью максимального увлажнения:

$$R_{пн} + \sum \frac{\delta_i}{\mu_i} = 0.0133 + \frac{(30-0) \times 10^{-3}}{0.035} + \frac{250 \times 10^{-3}}{0.1} + \frac{30 \times 10^{-3}}{0.035} + \frac{5 \times 10^{-3}}{0.035} + \frac{100 \times 10^{-3}}{0.4} + \frac{10 \times 10^{-3}}{0.035} + \frac{0.1 \times 10^{-3}}{0.15} = 4.1$$

$$R_{1,птр} = (390.34 - 1136.33) \times \left(\frac{4.89352}{1136.33 - 620} \right) = -7.07012$$

Условие выполняется: $R_{пн} > R_{1,птр}$ ($0.0266 > -7.07012$)

- Требуемое сопротивление паропроницанию, $R_{2,птр}$, (м²·ч·Па)/мг, из условия ограничения накопления влаги за период с отрицательными температурами:

$$R_{2,птр} = \frac{0.0024 \times z_0 \times (e_{г} - E_{г})}{\left(\rho_{w1} \times \delta_{w1} \times \Delta W_1 + \rho_{w2} \times \delta_{w2} \times \Delta W_2 \right) + \eta}$$

δ_{w1}, δ_{w2} - половины толщин слоёв, граничащих с плоскостью конденсации,

$\Delta W_1, \Delta W_2$ - соответственно, предельно допустимое приращение расчетного массового отношения влаги в материале данных слоёв.

$$\eta = \frac{0.0024 \times (E_{г} - e_{н,отр}) \times z_0}{R_{п,н}}$$

$z_0 = 170$ - продолжительность периода влагонакопления, сут, принимаемая равной периоду с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха по СП 131.13330; Температура в плоскости возможной конденсации для этого периода:

$$T_{г} = t_{в} - \left(\frac{t_{в} - t_{н,отр}}{R_{г,усл}} \right) \times \left(\frac{1}{\alpha_{int}} + R_{к} \right) = 5 - \left(\frac{5 + 12.82}{3.123} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0 \right) = 4.34^{\circ}\text{C}$$

Средняя упругость водяного пара за период с отрицательными среднемесячными температурами (по СП 131.13330 табл. 7.1)

$$e_{н,отр} = \frac{100 \times (1.3 + 1.5 + 2.5 + 2.9 + 1.8)}{5} = 200 \text{ Па}$$

$E_{г}$ - парциальное давление насыщенного водяного пара в плоскости максимального увлажнения, Па, определяемое при средней температуре наружного воздуха периода влагонакопления z_0 ;

$$E_{г} = 1.84 \times 10^{11} \times \exp \left(\frac{-5330}{273 + 4.34} \right) = 828.75 \text{ Па}$$

$$\eta = \frac{0.0024 \times (828.75 - 200) \times 170}{4.89352} = 52.42239$$

$$R_{2, \text{п.т.р.}} = \frac{0.0024 \times 170 \times (390.34 - 828.75)}{1400 \times 15 \times 10^{-3} \times 2 + 1800 \times 125 \times 10^{-3} \times 1 + 52.42239} = -0.55998 \frac{\text{М}^3 \times \text{ч} \times \text{Па}}{\text{МГ}}$$

Условие выполняется: $R_n > R_{2, \text{п.т.р.}}$ ($0.0266 > -0.55998$)

Аналогично, для следующих плоскостей получены результаты.

Расчёт для плоскости, расположенной на границе слоёв №6. Штукатурка и №5. ТЕХНОФАС ОПТИМА.

Z	Z зима	Z весна-осень	Z лето
$t_{\text{к}}, ^\circ\text{C}$ температура в зоне конденсации	-12.49	2.06	13.72
$E_{\text{к}}, \text{Па}$ парциальное давление насыщенного водяного пара	239.45	706.7	1554.08

$$R_{\text{к}} = 0.043 + 0.357 + 0.043 + 0.007 + 2.5 + \frac{0.014 \times 0}{10} = 2.95 \frac{\text{М}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

$$t_{\text{к, зима}} = 5 - \left(\frac{5 + 12.82}{3.123} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 2.95 \right) = -12.49 ^\circ\text{C}$$

$$E_{\text{к, зима}} = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 - 12.49}\right) = 239.45 \text{ Па}$$

$$t_{\text{к, осень-весна}} = 5 - \left(\frac{5 - 2}{3.123} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 2.95 \right) = 2.06 ^\circ\text{C}$$

$$E_{\text{к, осень-весна}} = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 2.06}\right) = 706.7 \text{ Па}$$

$$t_{\text{к, лето}} = 5 - \left(\frac{5 - 13.72}{3.123} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 2.95 \right) = 13.56 ^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{к, лето}} = \max\left(t_{\text{к}}, t_{\text{ср.з}}\right) = 13.72 ^\circ\text{C}$$

$$E_{\text{к, лето}} = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 13.72}\right) = 1554.08 \text{ Па}$$

$$E = \frac{E_{k, зима} \times Z_{зима} + E_{k, весна-лето} \times Z_{весна-лето} + E_{k, лето} \times Z_{лето}}{12}$$

$$E = \frac{239.45 \times 5 + 706.7 \times 2 + 1554.08 \times 5}{12} = 865.09 \text{ Па}$$

$$R_n = R_{int, yr} + \sum \frac{\delta_i}{\mu_i} =$$

$$0.0266 + \frac{30 \times 10^{-3}}{0.035} + \frac{250 \times 10^{-3}}{0.1} + \frac{30 \times 10^{-3}}{0.035} + \frac{5 \times 10^{-3}}{0.035} + \frac{100 \times 10^{-3}}{0.4} + \frac{0 \times 10^{-3}}{0.035} = 4.63374 \frac{\text{м}^2 \times \text{ч} \times \text{Па}}{\text{Мг}}$$

$$R_{n, n} = R_{ext, yr} + \sum \frac{\delta_i}{\mu_i} = 0.0133 + \frac{(10-0) \times 10^{-3}}{0.035} + \frac{0.1 \times 10^{-3}}{0.15} = 0.28638 \frac{\text{м}^2 \times \text{ч} \times \text{Па}}{\text{Мг}}$$

$$R_{1, n тр} = (390.34 - 865.09) \times \left(\frac{0.28638}{865.09 - 620} \right) = -0.55473$$

Условие выполняется: $R_n > R_{1, n тр}$ ($4.63374 > -0.55473$)

$$t_d = t_{в} - \left(\frac{t_{в} - t_{н, отп}}{R_{д, тр}} \right) \times \left(\frac{1}{6} + R_{\kappa} \right) = 5 - \left(\frac{5 + 12.82}{3.123} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 2.95 \right) = -12.49^{\circ}\text{C}$$

$$E_0 = 1.84 \times 10^{11} \times \exp \left(\frac{-5330}{273 - 12.49} \right) = 239.45 \text{ Па}$$

$$\eta = \frac{0.0024 \times (239.45 - 200) \times 170}{0.28638} = 56.20365$$

$$R_{2, n тр} = \frac{0.0024 \times 170 \times (390.34 - 239.45)}{1400 \times 5 \times 10^{-3} \times 2 + 120 \times 50 \times 10^{-3} \times 4.5 + 56.20365} = 0.63334 \frac{\text{м}^2 \times \text{ч} \times \text{Па}}{\text{Мг}}$$

Условие выполняется: $R_n > R_{2, n тр}$ ($4.63374 > 0.63334$)

Конструкция не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения.

Вывод

Конструкция рассчитана с учётом требований СНиП 23-02-2003 "Тепловая защита зданий"

Толщина теплоизоляционного слоя ТЕХНОФАС ОПТИМА равна 100 мм.

В соответствии с расчётом:

- Конструкция удовлетворяет требованию по тепловой защите.
- Конструкция удовлетворяет санитарно-гигиеническому требованию.
- Конструкция не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения.

1.9 Теплотехнический расчёт наружных стен (Сб) по оси Е

Исходные данные

Вид конструкции: Стена - Навесной вентилируемый фасад

Территория: Иркутск, Иркутская область

t_{ext} Расчетная температура наружного воздуха: (наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92)	-36 °C
t_{ht} Расчетная средняя температура отопительного периода: (со среднесуточной $t \leq 8$ °C,)	-8.5 °C
z_{ht} Продолжительность отопительного периода: (со среднесуточной $t \leq 8$ °C)	240 сут
Зона влажности:	сухая

Назначение здания и помещения

Здание: Жилые,

Помещение: Жилая комната

α_{int} - Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности: (по СНиП 23-02-2003, т.7)	8.7
Нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции: (по СНиП 23-02-2003, т.5)	4 °C
α_{ext} - Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности	12
t_{int} - Температура пребывания: (по ГОСТ 30494-96)	21 °C
ϕ - Относительная влажность воздуха: (по ГОСТ 30494-96, СНиП 23.01-99 т.1)	не более 45 %
Влажностный режим помещения: (СНиП 23-02-2003 т.1)	сухой
Условия эксплуатации ограждающих конструкций: (СНиП 23-02-2003 т.2)	А
Коэффициент однородности конструкции g : (по СП 23-101-2004)	0.75
Коэффициент зависимости положения ограждающей конструкции n : (по СНиП 23-02-2003)	1

Структура конструкции

№	Слой	Толщина, мм	Примечание
1	Цементная штукатурка	20	$\lambda = 0.76 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ $\mu = 0.09 \text{ мг} / \text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$
2	Железобетонная стена	250	$\lambda = 1.92 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ $\mu = 0.03 \text{ мг} / \text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$
3	ТехноБлок Стандарт	200	$\lambda = 0.038 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ $\mu = 0.3 \text{ мг} / \text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$
4	Вентилируемая воздушная прослойка	70	
5	Кладка на ЦПР кирпича керамического пустотелого 1400 кг/м ³	120	слой не участвует в расчёте

Примечание: слои конструкции, расположенные между воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом, и наружной поверхностью ограждающей конструкции, не учитываются в теплотехническом расчёте.

Градусо-сутки отопительного периода:

(СНиП 23-02-2003 ф.2)

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{int}} - t_{\text{nt}}) \times z_{\text{nt}} = (21 + 8.5) \times 240 = 7080 \frac{^\circ\text{C} \times \text{сут}}{\text{год}}$$

Нормируемое сопротивление теплопередаче:

(СНиП 23-02-2003)

$$R_{0 \text{ норм}} = (a \times \text{ГСОП} + b) \times n = (0.00035 \times 7080 + 1.4) \times 1 = 3.878 \frac{\text{м}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

Расчёт термических сопротивлений

Цементная штукатурка, однородный слой, $\delta=20$ мм, $\lambda=0.76$ Вт/(м °С)

Термическое сопротивление:

$$R_1 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{20 \times 10^{-3}}{0.76} = 0.026 \frac{\text{м}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

Железобетонная стена, однородный слой, $\delta=250$ мм, $\lambda=1.92$ Вт/(м °С)

Термическое сопротивление:

$$R_2 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{250 \times 10^{-3}}{1.92} = 0.13 \frac{\text{м}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

Расчёт ориентировочного термического сопротивления утеплителя

$$R_{\text{ут}} = \frac{R_{0 \text{ норм}}}{\alpha} - R_1 - R_2 - \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} - \frac{1}{\alpha_{\text{ext}}} =$$

$$\frac{3.878}{0.75} - 0.026 - 0.13 - \frac{1}{8.7} - \frac{1}{12} = 4.816 \frac{\text{М}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Расчёт ориентировочной толщины слоя утеплителя из условия:

$$R_{\text{ут}} = \frac{\delta_{\text{ут}}}{\lambda_{\text{ут}}} = 4.816 \frac{\text{М}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

где: $\lambda_{\text{ут}} = 0.038 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$

$$\delta_{\text{ут}} = R_{\text{ут}} \times \lambda_{\text{ут}} = 4.816 \times 0.038 = 183.01 \text{ мм}$$

С учётом кратности материалов, толщина теплоизоляционного слоя принимается равной $\delta_{\text{утк}} = 200 \text{ мм}$. Тогда приведённое сопротивление теплопередачи:

$$R_{\text{пр}} = r \times \left(\frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{ext}}} + \frac{\delta_{\text{утк}}}{\lambda_{\text{ут}}} + R_1 + R_2 \right) =$$

$$0.75 \times \left(\frac{1}{8.7} + \frac{1}{12} + \frac{200 \times 10^{-3}}{0.038} + 0.026 + 0.13 \right) = 4.213 \frac{\text{М}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Условие $R_{\text{норм}} \leq R_{\text{пр}}$ выполняется: $3.878 \leq 4.213$.

Санитарно-гигиеническое требование

Расчётный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции:

$$\Delta t_n = \frac{n \times (t_{\text{int}} - t_{\text{ext}})}{R_{\text{утк}} \times \alpha_{\text{int}}} = \frac{1 \times (21 - 36)}{4.213 \times 8.7} = 1.56 \text{ °C}$$

Условие $\Delta t_n \geq \Delta t_n$ выполняется: $4 \geq 1.56$

Температуру внутренней поверхности - $T_{\text{в}}$, °C, ограждающей конструкции (без теплопроводного включения), следует определять по формуле:

$$T_{\text{в}} = t_{\text{int}} - \Delta t_n = 21 - 1.56 = 19.44 \text{ °C}$$

Условие $T_{\text{в}} \geq t_p$ выполняется: $19.44 \geq 8.56$

где t_p - температура точки росы.

$$\psi(t_{\text{int}}, \phi) = \frac{17.27 \times t_{\text{int}}}{237.7 + t_{\text{int}}} + \log(\phi \times 0.01) = \frac{17.27 \times 21}{237.7 + 21} + \log(45 \times 0.01) = 0.6$$

$$t_p = \frac{237.7 \times \psi(t_{\text{int}}, \phi)}{17.27 - \psi(t_{\text{int}}, \phi)} = 8.56 \text{ °C}$$

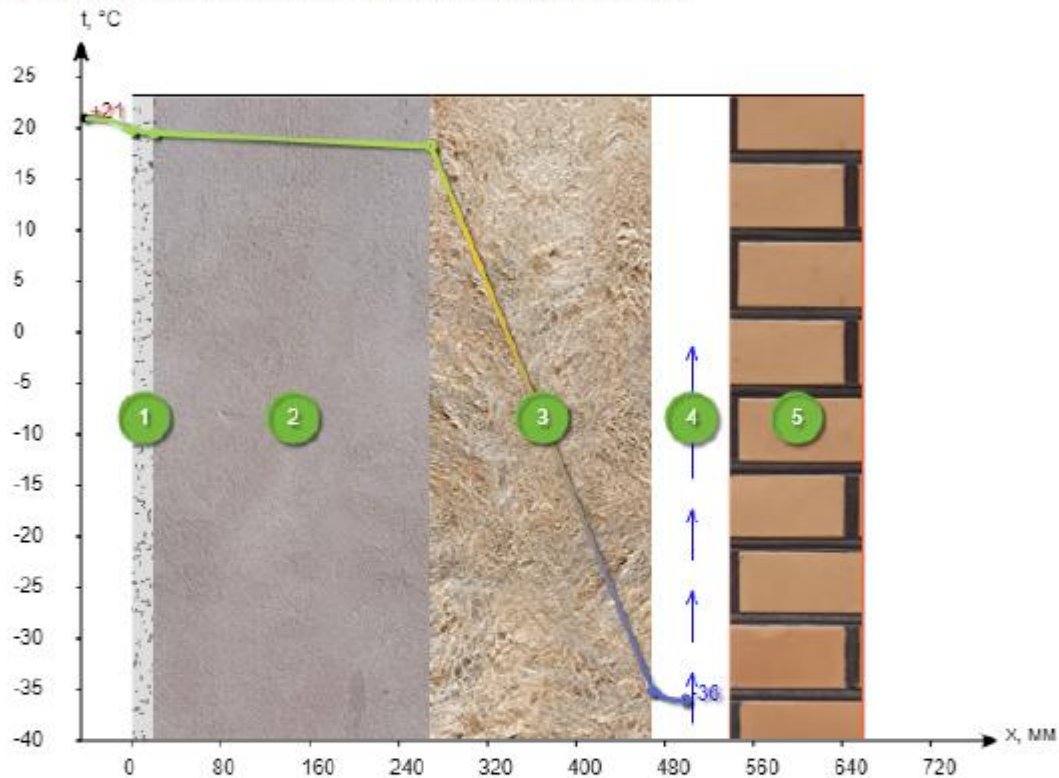
График распределения температур в сечении конструкции

Температуру t_x , °C, ограждающей конструкции в плоскости, соответствующей границе слоя x , следует определять по формуле:

$$t_x(x) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(x)}{R_{np}}$$

$$R_x(x) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^N R_i$$

где: x - номер слоя, $x=0$ - это внутреннее пространство, R_i - сопротивление теплопередачи слоя с номером i , в направлении от внутреннего пространства.



Точка 1: $t_{int} = 21^\circ\text{C}$ - температура внутри помещения

Точка 2: $t_x(0) = 19.88^\circ\text{C}$ - температура на внутренней границе слоя №1 - "Цементная штукатурка"

$$R_x(0) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^0 R_i = \frac{1}{8.7} = 0.11 \frac{\text{M}^2 \times \text{C}}{\text{BT}}$$

$$t_x(0) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(0) \times r}{R_{np}} = 21 - \frac{(21 + 36) \times 0.11 \times 0.75}{4.213} = 19.88^\circ\text{C}$$

Точка 3: $t_x(1) = 19.62^\circ\text{C}$ - температура на границе слоёв №1 - "Цементная штукатурка" и №2 - "Железобетонная стена"

$$R_x(1) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^1 R_i = \frac{1}{8.7} + 0.026 = 0.136 \frac{M^2 \times ^\circ C}{BT}$$

$$t_x(1) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(1) \times \gamma}{R_{np}} = 21 - \frac{(21 - 36) \times 0.136 \times 0.75}{4.213} = 19.62^\circ C$$

Точка 4: $t_x(2) = 18.3^\circ C$ - температура на границе слоёв №2 - "Железобетонная стена" и №3 - "ТехноБлок Стандарт"

$$R_x(2) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^2 R_i = \frac{1}{8.7} + 0.026 + 0.13 = 0.266 \frac{M^2 \times ^\circ C}{BT}$$

$$t_x(2) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(2) \times \gamma}{R_{np}} = 21 - \frac{(21 - 36) \times 0.266 \times 0.75}{4.213} = 18.3^\circ C$$

Точка 5: $t_x(3) = -35.11^\circ C$ - температура на внешней границе слоя №3 - "ТехноБлок Стандарт"

$$R_x(3) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^3 R_i = \frac{1}{8.7} + 0.026 + 0.13 + 5.263 = 5.529 \frac{M^2 \times ^\circ C}{BT}$$

$$t_x(3) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(3) \times \gamma}{R_{np}} = 21 - \frac{(21 - 36) \times 5.529 \times 0.75}{4.213} = -35.11^\circ C$$

Точка 6: $t_{ext} = -36^\circ C$ - температура окружающей среды

Определение плоскости максимального увлажнения (конденсации)

Методика, базирующаяся на использовании метода безразмерных характеристик.

Для каждого слоя многослойной конструкции вычисляется значение комплекса $f_i(t_{m,y})$, характеризующего температуру в плоскости максимального увлажнения.

№ слоя	Слой конструкции	$R_{ni} = \delta_i / \mu_i$	μ_i / λ_i
	Внутренняя поверхность ограждения	$R_{int, vp} = 0.0266$	0
1	Цементная штукатурка	$0.02 / 0.09 = 0.222$	$0.09 / 0.76 = 0.118421$
2	Железобетонная стена	$0.25 / 0.03 = 8.333$	$0.03 / 1.92 = 0.015625$
3	ТехноБлок Стандарт	$0.2 / 0.3 = 0.667$	$0.3 / 0.038 = 7.894737$
4	Вентилируемая воздушная прослойка	$R_{ext, vp} = 0.0133$	
5	Кладка на ЦПР кирпича керамического пустотелого 1400 кг/м ³		
$R_{int, vp}$ и $R_{ext, vp}$ - сопротивления влагообмену соответственно внутренней и наружной			

№ слоя	Слой конструкции	$R_{ni} = \delta_i / \mu_i$	μ_i / λ_i
поверхности ограждения, (м ² ·ч·Па / мг).			
<i>Примечание:</i>			
1. Сопротивление паропрооницанию замкнутых воздушных прослоек в ограждающих конструкциях следует принимать равным нулю независимо от расположения и толщины этих прослоек.			
2. Слои конструкции, расположенные между воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом, и наружной поверхностью ограждающей конструкции, не учитываются в расчете.			

$$\tau_i(t_{м.у.}) = \frac{5330 \times R_{0,п} \times (t_a - t_{н,отр}) \times \mu_i}{R_{0,вн} \times (e_a - e_{н,отр}) \times \lambda_i}$$

$$R_{0,п} = \sum_i \frac{\delta_i}{\mu_i} = 0.0266 + 0.222 + 8.333 + 0.667 + 0 + 0.0133 = 9.2619 \frac{\text{м}^2 \times \text{ч} \times \text{Па}}{\text{мг}}$$

E_a - парциальное давление насыщенного водяного пара, Па, при температуре воздуха от -40 до +45 °С определяется по формуле:

$$E(t) = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + t}\right)$$

Для температуры $t_a = 21$ °С:

$$E_a = E(21) = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 21}\right) = 2462.54 \text{ Па}$$

e_a - парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха, Па, при расчётных температуре и относительной влажности воздуха в помещении, определяемое по формуле:

$$e_a = \left(\frac{\phi_a}{100}\right) \times E_a = \left(\frac{45}{100}\right) \times 2462.54 = 1108.14 \text{ Па}$$

$e_{н,отр}$ - среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами, определяемое по СП 131.13330:

$$e_{н,отр} = \frac{100 \times (1.3 + 1.5 + 2.5 + 2.9 + 1.8)}{5} = 200 \text{ Па}$$

$t_{н,отр}$ - среднее значение температуры наружного воздуха периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами, определяемое по СП 131.13330:

$$t_{н,отр} = \frac{(-18.4 - 15.4 - 6.7 - 7.9 - 15.7)}{5} = -12.82 \text{ °С}$$

μ_i / λ_i - отношение расчетных коэффициентов теплопроводности, Вт/(м² × °С), и паропрооницаемости, мг/(м × ч × Па), материала соответствующего слоя, либо 0, если коэффициенты не заданы.

$$f_i(t_{M.Y.}) = \frac{5330 \times R_{0,n} \times (t_p - t_{H,OTP}) \times \mu_i}{R_{0,year} \times (t_p - t_{H,OTP}) \times \lambda_i} = \frac{5330 \times 9.2619 \times (21 + 12.82) \times \mu_i}{5.617 \times (1108.14 - 200) \times \lambda_i} = 327.3 \times \left(\frac{\mu_i}{\lambda_i} \right)$$

$$f_1(t_{M.Y.}) = 327.3 \times 0.118421 = 38.76$$

$$f_2(t_{M.Y.}) = 327.3 \times 0.015625 = 5.11$$

$$f_3(t_{M.Y.}) = 327.3 \times 7.894737 = 2583.95$$

$$f_4(t_{M.Y.}) = 327.3 \times 0 = 0$$

Согласно СП 50.13330 табл. 11, при неотрицательном $f_i(t_{M.Y.})$ найдём $t_{M.Y.}$ по формуле:

$$t_{M.Y.} = \frac{\left(a \times b + c \times f(t_{M.Y.})^d \right)}{\left(b + f(t_{M.Y.})^d \right)}$$

$$\begin{aligned} a &= 96.6680675349 \\ b &= 4.89349504771 \\ c &= -66.4983819958 \\ d &= 0.406903783624 \end{aligned}$$

$$t_{M.Y.1} = \frac{\left(a \times b + c \times 38.76^d \right)}{\left(b + 38.76^d \right)} = 19.148$$

$$t_{M.Y.2} = \frac{\left(a \times b + c \times 5.11^d \right)}{\left(b + 5.11^d \right)} = 50.311$$

$$t_{M.Y.3} = \frac{\left(a \times b + c \times 2583.95^d \right)}{\left(b + 2583.95^d \right)} = -39.298$$

$$t_{м.у.4} = \frac{(a \times b + c \times 0^d)}{(b + 0^d)} = 96.668$$

Расчёт температур на границах слоёв

$$T_{срк} = t_{в} - \left(\frac{t_{в} - t_{н,отр}}{R_{0,всг}} \right) \times \left(\frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^k R_i \right)$$

где R_i - сопротивление теплопередачи слоя i (либо 0, если слой не входит в теплотехнический расчёт), k - номер слоя, для которого вычисляется температура.

$$T_{ср0} = 21 - \left(\frac{21 + 12.82}{5.617} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} \right) = 20.31^{\circ}\text{C}$$

$$T_{ср1} = 21 - \left(\frac{21 + 12.82}{5.617} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.026 \right) = 20.15^{\circ}\text{C}$$

$$T_{ср2} = 21 - \left(\frac{21 + 12.82}{5.617} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.026 + 0.13 \right) = 19.37^{\circ}\text{C}$$

$$T_{ср3} = 21 - \left(\frac{21 + 12.82}{5.617} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.026 + 0.13 + 5.2632 \right) = -12.32^{\circ}\text{C}$$

$$T_{ср4} = 21 - \left(\frac{21 + 12.82}{5.617} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.026 + 0.13 + 5.2632 + 0 \right) = -12.32^{\circ}\text{C}$$

Сводная таблица $t_{м.у.}$ и $T_{срк}$

Составляется таблица, содержащая для каждого слоя $t_{м.у.}$ и вычисленные выше температуры на границах слоя (при средней температуре наружного воздуха периода с отрицательными среднемесячными температурами):

№ слоя	Слой конструкции	$T_{срк}, ^{\circ}\text{C}$	$t_{м.у.}, ^{\circ}\text{C}$
0	Цементная штукатурка	20.31	19.148
1		20.15	
1	Железобетонная стена	20.15	50.311
2		19.37	
2	ТехноБлок Стандарт	19.37	-39.298
3		-12.32	
3	Вентилируемая воздушная прослойка	-12.32	96.668
4		-12.32	

Определение плоскости максимального увлажнения

Как видно из таблицы, нашлись пары соседних слоёв, где для более холодного слоя выполняется условие $t_{м.у.} > \max(t_{ср})$ и для более тёплого $t_{м.у.} < \min(t_{ср})$. Плоскость конденсации может находиться между слоями в следующих парах:

- №2. Железобетонная стена и №1. Цементная штукатурка

Защита от переувлажнения ограждающих конструкций

$Z_{зима}$, $Z_{весна-осень}$, $Z_{лето}$ - продолжительность зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов года, мес, определяемая по СП 131.13330, Таблица 5.1, с учетом следующих условий:

- к зимнему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха ниже минус 5 °С;
- к весенне-осеннему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха от минус 5 до 5 °С;
- к летнему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха выше плюс 5 °С;

Z	Z _{зима}	Z _{весна-осень}	Z _{лето}
количество месяцев	5	2	5
$\sum t, ^\circ\text{C}$ суммарная температура	-18.4-15.4-6.7-7.9-15.7 = -64.1	+2.5+1.5 = 4	+9.8+15.8+18.2+15.7+9.1 = 68.6
$t_{ср.з}, ^\circ\text{C}$ среднее арифметическое	-12.82	2	13.72

Для всех вероятных зон конденсации проводится расчёт.

Расчёт для плоскости, расположенной на границе слоёв №2. Железобетонная стена и №1. Цементная штукатурка.

Z	Z _{зима}	Z _{весна-осень}	Z _{лето}
$t_{к}, ^\circ\text{C}$ температура в зоне конденсации	20.15	20.52	20.82
$E_{к}, \text{Па}$ парциальное давление насыщенного водяного пара	2336.44	2390.61	2435.34

Температура в зоне конденсации:

$$t_{к} = t_{в} - \left(\frac{t_{в} - t_{ср.з}}{R_{усл}} \right) \times \left(\frac{1}{\alpha_{int}} + R_{к} \right)$$

где: $R_{к}$ - сопротивление теплопередаче на участке от внутренней поверхности до плоскости конденсации.

$E_{в}$ - парциальное давление насыщенного водяного пара, Па, при температуре воздуха от -40 до +45 °С определяется по формуле:

$$E(t) = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + t_k}\right)$$

$$R_k = 0.026 + \frac{0.13 \times 0}{250} = 0.026 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Зима

$$t_{k, \text{зима}} = 21 - \left(\frac{21 + 12.82}{5.617}\right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.026\right) = 20.15 \text{°C}$$

$$E_{k, \text{зима}} = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 20.15}\right) = 2336.44 \text{ Па}$$

Осень-весна

$$t_{k, \text{осень-весна}} = 21 - \left(\frac{21 - 2}{5.617}\right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.026\right) = 20.52 \text{°C}$$

$$E_{k, \text{осень-весна}} = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 20.52}\right) = 2390.61 \text{ Па}$$

Лето

При определении парциального давления для летнего периода, температуру в плоскости максимального увлажнения следует принимать не ниже средней температуры наружного воздуха летнего периода.

$$t_{k, \text{лето}} = 21 - \left(\frac{21 - 13.72}{5.617}\right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.026\right) = 20.82 \text{°C}$$

$$t_{k, \text{лето}} = \max\left(t_{k, \text{ср.з}}\right) = 20.82 \text{°C}$$

$$E_{k, \text{лето}} = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 20.82}\right) = 2435.34 \text{ Па}$$

E - парциальное давление насыщенного водяного пара в плоскости максимального увлажнения за годовой период эксплуатации, Па, определяемое по формуле:

$$E = \frac{E_{k, \text{зима}} \times Z_{\text{зима}} + E_{k, \text{осень-весна}} \times Z_{\text{осень-весна}} + E_{k, \text{лето}} \times Z_{\text{лето}}}{12}$$

$$E = \frac{2336.44 \times 5 + 2390.61 \times 2 + 2435.34 \times 5}{12} = 2386.68 \text{ Па}$$

Сопротивление паропрооницанию R_n , (м²·ч·Па)/мг, ограждающей конструкции в пределах от внутренней поверхности до плоскости максимального увлажнения:

$$R_n = R_{int,вр} + \sum \frac{\delta_i}{\mu_i} = 0.0203 + \frac{20 \times 10^{-3}}{0.09} + \frac{0 \times 10^{-3}}{0.03} = 0.24882 \frac{м^2 \times ч \times Па}{мг}$$

Данное значение должно быть больше каждого из следующих двух значений:

- Требуемое сопротивление паропрооницанию $R_{1,нтр}$, (м²·ч·Па)/мг, из условия недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации:

$$R_{1,нтр} = (e_a - E) \times \left(\frac{R_{п,н}}{E - e_n} \right)$$

Средняя упругость водяного пара за годовой период (по СП 131.13330 табл. 7.1):

$$e_n = \left(\frac{100}{12} \right) \times \sum e_{н,i}$$

$$e_n = \left(\frac{100}{12} \right) \times (1.3 + 1.5 + 2.5 + 4 + 6.4 + 11.3 + 15.1 + 13.7 + 8.8 + 5.1 + 2.9 + 1.8) = 620 \text{ Па}$$

e_a - парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха, Па, при расчётных температуре и относительной влажности воздуха в помещении, определяемое по формуле:

$$e_a = \left(\frac{\Phi_a}{100} \right) \times E_a = \left(\frac{45}{100} \right) \times 2462.54 = 1108.14 \text{ Па}$$

$$E_a = E(21) = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 21}\right) = 2462.54 \text{ Па}$$

$R_{п,н}$ - сопротивление паропрооницанию, (м²·ч·Па)/мг, части ограждающей конструкции, расположенной между наружной поверхностью ограждающей конструкции и плоскостью максимального увлажнения:

$$R_{п,н} = R_{ext,вр} + \sum \frac{\delta_i}{\mu_i} = 0.0133 + \frac{(250-0) \times 10^{-3}}{0.03} + \frac{200 \times 10^{-3}}{0.3} = 9 \frac{м^2 \times ч \times Па}{мг}$$

$$R_{1,нтр} = (1108.14 - 2386.68) \times \left(\frac{9}{2386.68 - 620} \right) = -6.51327$$

Условие выполняется: $R_n > R_{1,нтр}$ ($0.24882 > -6.51327$)

- Требуемое сопротивление паропрооницанию, $R_{2,нтр}$, (м²·ч·Па)/мг, из условия ограничения накопления влаги за период с отрицательными температурами:

$$R_{2,нтр} = \frac{0.0024 \times z_0 \times (e_a - E_1)}{\left(\rho_{w1} \times \delta_{w1} \times \Delta W_1 + \rho_{w2} \times \delta_{w2} \times \Delta W_2 \right) + \eta}$$

δ_{w1}, δ_{w2} - половины толщин слоёв, граничащих с плоскостью конденсации,

$\Delta w_1, \Delta w_2$ - соответственно, предельно допустимое приращение расчетного массового отношения влаги в материале данных слоёв.

$$\eta = \frac{0.0024 \times (E_0 - e_{H, \text{отр}}) \times z_0}{R_{п,н}}$$

$z_0 = 170$ - продолжительность периода влагонакопления, сут, принимаемая равной периоду с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха по СП 131.13330; Температура в плоскости возможной конденсации для этого периода:

$$t_0 = t_{в} - \left(\frac{t_{в} - t_{H, \text{отр}}}{R_{0, \text{векл}}} \right) \times \left(\frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + R_{к} \right) = 21 - \left(\frac{21 + 12.82}{5.617} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.026 \right) = 20.15^{\circ}\text{C}$$

Средняя упругость водяного пара за период с отрицательными среднемесячными температурами (по СП 131.13330 табл. 7.1)

$$e_{H, \text{отр}} = \frac{100 \times (1.3 + 1.5 + 2.5 + 2.9 + 1.8)}{5} = 200 \text{ Па}$$

E_0 - парциальное давление насыщенного водяного пара в плоскости максимального увлажнения, Па, определяемое при средней температуре наружного воздуха периода влагонакопления z_0 ;

$$E_0 = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273 + 20.15}\right) = 2336.44 \text{ Па}$$

$$\eta = \frac{0.0024 \times (2336.44 - 200) \times 170}{9} = 96.85195$$

$$R_{2, \text{птр}} = \frac{0.0024 \times 170 \times (1108.14 - 2336.44)}{2500 \times 125 \times 10^{-3} \times 2 + 1800 \times 10 \times 10^{-3} \times 2 + 96.85195} = -0.66127 \frac{\text{М}^2 \times \text{ч} \times \text{Па}}{\text{Мг}}$$

Условие выполняется: $R_n > R_{2, \text{птр}}$ ($0.24882 > -0.66127$)

Конструкция не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения.

Вывод

Конструкция рассчитана с учётом требований СНиП 23-02-2003 "Тепловая защита зданий"

Толщина теплоизоляционного слоя ТехноБлок Стандарт равна 200 мм.

В соответствии с расчётом:

- Конструкция удовлетворяет требованию по тепловой защите.
- Конструкция удовлетворяет санитарно-гигиеническому требованию.
- Конструкция не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения.

1.10 Теплотехнический расчёт наружных стен подвала

Исходные данные

Вид конструкции: Стена - Навесной вентилируемый фасад

Территория: Иркутск, Иркутская область

t_{ext} Расчетная температура наружного воздуха: (наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92)	-36 °C
t_{ht} Расчетная средняя температура отопительного периода: (со среднесуточной $t \leq 8$ °C,)	-8.5 °C
z_{ht} Продолжительность отопительного периода: (со среднесуточной $t \leq 8$ °C)	240 сут
Зона влажности:	сухая

Назначение здания и помещения

Здание: Не указанные в списке,

Название объекта: Подвал

Помещение: Без категории

α_{int} - Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности: (по СНиП 23-02-2003, т. 7)	8.7
Нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции: (по СНиП 23-02-2003, т. 5)	4.5 °C
α_{ext} - Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности	12
t_{int} - Температура пребывания: (по ГОСТ 30494-96)	5 °C
ϕ - Относительная влажность воздуха: (по ГОСТ 30494-96, СНиП 23.01-99 т. 1)	не более 45 %
Влажностный режим помещения: (СНиП 23-02-2003 т.1)	сухой
Условия эксплуатации ограждающих конструкций: (СНиП 23-02-2003 т.2)	A
Коэффициент однородности конструкции g : (по СП 23-101-2004)	0.75
Коэффициент зависимости положения ограждающей конструкции n : (по СНиП 23-02-2003)	1

Структура конструкции

№	Слой	Толщина, мм	Примечание
1	Железобетон	250	$\lambda = 1.92 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ $\mu = 0.03 \text{ мг} / \text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$
2	ТЕХНОВЕНТ Стандарт	100	$\lambda = 0.037 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ $\mu = 0.55 \text{ мг} / \text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$
3	Вентилируемая воздушная прослойка	60	
4	Керамогранитная плитка	10	<i>слой не участвует в расчёте</i>

Примечание: слои конструкции, расположенные между воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом, и наружной поверхностью ограждающей конструкции, не учитываются в теплотехническом расчёте.

Градусо-сутки отопительного периода:

(СНиП 23-02-2003 ф.2)

$$ГСОП = (t_{int} - t_{nt}) \times z_{nt} = (5 + 8.5) \times 240 = 3240 \frac{^\circ\text{C} \times \text{сут}}{\text{год}}$$

Нормируемое сопротивление теплопередаче:

(СНиП 23-02-2003)

$$R_{0 \text{ норм}} = (a \times ГСОП + b) \times \pi = (0.0003 \times 3240 + 1.2) \times 1 = 2.172 \frac{\text{м}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

Расчёт термических сопротивлений

Железобетон, однородный слой, $\delta=250$ мм, $\lambda=1.92$ Вт/(м °С)

Термическое сопротивление:

$$R_1 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{250 \times 10^{-3}}{1.92} = 0.13 \frac{\text{м}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

Расчёт ориентировочного термического сопротивления утеплителя

$$R_{ут} = \frac{R_{0 \text{ норм}}}{\pi} - R_1 \cdot \frac{1}{\alpha_{int}} - \frac{1}{\alpha_{ext}} =$$

$$\frac{2.172}{0.75} - 0.13 \cdot \frac{1}{8.7} - \frac{1}{12} = 2.568 \frac{\text{м}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

Расчёт ориентировочной толщины слоя утеплителя из условия:

$$R_{ут} = \frac{\delta_{ут}}{\lambda_{ут}} = 2.568 \frac{\text{м}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

где: $\lambda_{ут} = 0.037 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$

$$\delta_{\text{ут}} = R_{\text{ут}} \times \lambda_{\text{ут}} = 2.568 \times 0.037 = 95.02 \text{ мм}$$

С учётом кратности материалов, толщина теплоизоляционного слоя принимается равной $\delta_{\text{утк}} = 100 \text{ мм}$. Тогда приведённое сопротивление теплопередачи:

$$R_{\text{пр}} = r \times \left(\frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{ext}}} + \frac{\delta_{\text{утк}}}{\lambda_{\text{ут}}} + R_{\text{л}} \right) =$$

$$0.75 \times \left(\frac{1}{8.7} + \frac{1}{12} + \frac{100 \times 10^{-3}}{0.037} + 0.13 \right) = 2.273 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Условие $R_{\text{норм}} \leq R_{\text{пр}}$ выполняется: $2.172 \leq 2.273$.

Санитарно-гигиеническое требование

Расчётный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции:

$$\Delta t_{\text{п}} = \frac{n \times (t_{\text{int}} - t_{\text{ext}})}{R_{\text{пр}} \times \alpha_{\text{int}}} = \frac{1 \times (5 + 36)}{2.273 \times 8.7} = 2.07 \text{ °C}$$

Условие $\Delta t_{\text{н}} \geq \Delta t_{\text{п}}$ выполняется: $4.5 \geq 2.07$

Температуру внутренней поверхности - $T_{\text{в}}$, °C, ограждающей конструкции (без теплопроводного включения), следует определять по формуле:

$$T_{\text{в}} = t_{\text{int}} - \Delta t_{\text{п}} = 5 - 2.07 = 2.93 \text{ °C}$$

Условие $T_{\text{в}} \geq t_{\text{р}}$ выполняется: $2.93 \geq -5.91$

где $t_{\text{р}}$ - температура точки росы.

$$\psi(t_{\text{int}}, \phi) = \frac{17.27 \times t_{\text{int}}}{237.7 + t_{\text{int}}} + \log(\phi \times 0.01) = \frac{17.27 \times 5}{237.7 + 5} + \log(45 \times 0.01) = -0.44$$

$$t_{\text{р}} = \frac{237.7 \times \psi(t_{\text{int}}, \phi)}{17.27 - \psi(t_{\text{int}}, \phi)} = -5.91 \text{ °C}$$

График распределения температур в сечении конструкции

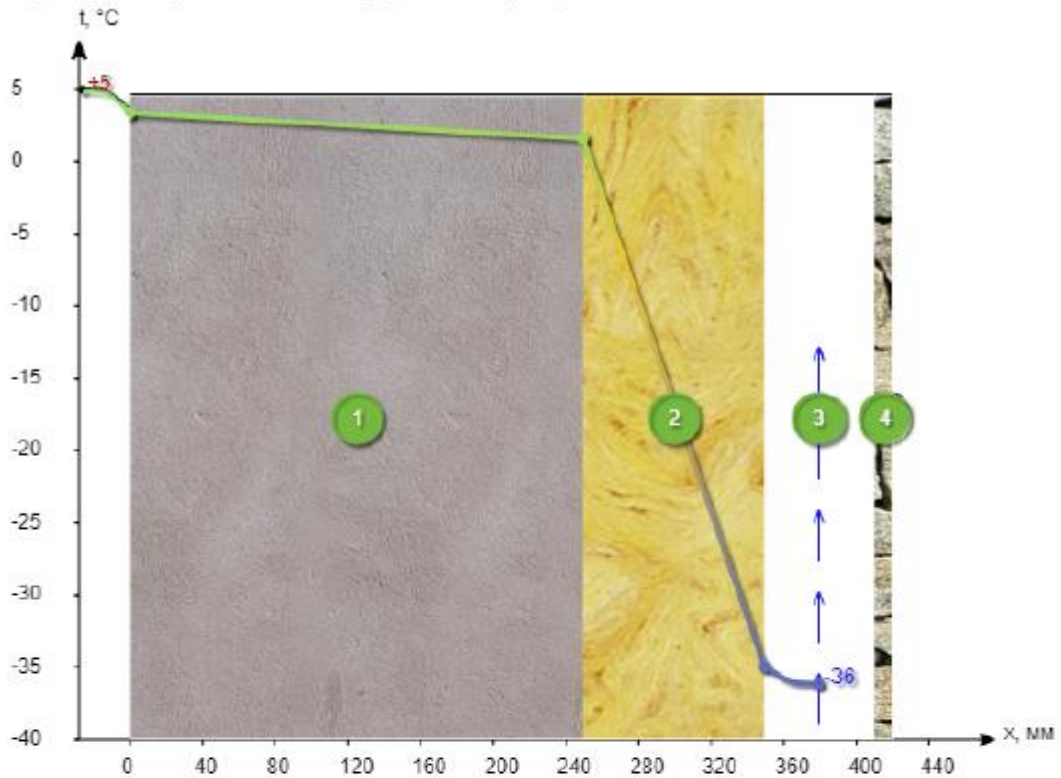
Температуру t_x , °C, ограждающей конструкции в плоскости, соответствующей границе слоя x , следует определять по формуле:

$$t_x(x) = t_{\text{int}} - \frac{(t_{\text{int}} - t_{\text{ext}}) \times R_x(x)}{R_{\text{пр}}}$$

$$R_x(x) = \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + \sum_{i=1}^x R_i$$

где: x - номер слоя, $x=0$ - это внутреннее пространство, R_i - сопротивление теплопередачи слоя

с номером i , в направлении от внутреннего пространства.



Точка 1: $t_{int} = 5^\circ\text{C}$ - температура внутри помещения

Точка 2: $t_x(0) = 3.51^\circ\text{C}$ - температура на внутренней границе слоя №1 - "Железобетон"

$$R_x(0) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{l=1}^0 R_l = \frac{1}{8.7} = 0.11 \frac{\text{M}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{BT}}$$

$$t_x(0) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(0) \times r}{R_{np}} = 5 - \frac{(5 + 36) \times 0.11 \times 0.75}{2.273} = 3.51^\circ\text{C}$$

Точка 3: $t_x(1) = 1.75^\circ\text{C}$ - температура на границе слоёв №1 - "Железобетон" и №2 - "ТЕХНОВЕНТ Стандарт"

$$R_x(1) = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{l=1}^1 R_l = \frac{1}{8.7} + 0.13 = 0.24 \frac{\text{M}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{BT}}$$

$$t_x(1) = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext}) \times R_x(1) \times r}{R_{np}} = 5 - \frac{(5 + 36) \times 0.24 \times 0.75}{2.273} = 1.75^\circ\text{C}$$

Точка 4: $t_x(2) = -34.81^\circ\text{C}$ - температура на внешней границе слоя №2 - "ТЕХНОВЕНТ Стандарт"

$$R_x(2) = \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + \sum_{i=1}^2 R_i = \frac{1}{8.7} + 0.13 + 2.703 = 2.943 \frac{\text{M}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{Bт}}$$

$$t_x(2) = t_{\text{int}} - \frac{(t_{\text{int}} - t_{\text{ext}}) \times R_x(2) \times r}{R_{\text{np}}} = 5 - \frac{(5 + 36) \times 2.943 \times 0.75}{2.273} = -34.81^\circ\text{C}$$

Точка 5: $t_{\text{ext}} = -36^\circ\text{C}$ - температура окружающей среды

Определение плоскости максимального увлажнения (конденсации)

Методика, базирующаяся на использовании метода безразмерных характеристик.

Для каждого слоя многослойной конструкции вычисляется значение комплекса $f_i(t_{m,y})$, характеризующего температуру в плоскости максимального увлажнения.

№ слоя	Слой конструкции	$R_{ni} = \delta_i / \mu_i$	μ_i / λ_i
	Внутренняя поверхность ограждения	$R_{\text{int,vp}} = 0.0266$	0
1	Железобетон	$0.25 / 0.03 = 8.333$	$0.03 / 1.92 = 0.015625$
2	ТЕХНОВЕНТ Стандарт	$0.1 / 0.55 = 0.182$	$0.55 / 0.037 = 14.864865$
3	Вентилируемая воздушная прослойка	$R_{\text{ext,vp}} = 0.0133$	
4	Керамогранитная плитка		

$R_{\text{int,vp}}$ и $R_{\text{ext,vp}}$ - сопротивления влагообмену соответственно внутренней и наружной поверхности ограждения, ($\text{M}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{Mг}$).

Примечание:

1. Сопротивление паропрооницанию замкнутых воздушных прослоек в ограждающих конструкциях следует принимать равным нулю независимо от расположения и толщины этих прослоек.
2. Слои конструкции, расположенные между воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом, и наружной поверхностью ограждающей конструкции, не учитываются в расчете.

$$f_i(t_{m,y}) = \frac{5330 \times R_{\alpha,n} \times (t_{\text{в}} - t_{\text{н,втр}}) \times \mu_i}{R_{\alpha,\text{вн}} \times (e_{\text{в}} - e_{\text{н,втр}}) \times \lambda_i}$$

$$R_{\alpha,n} = \sum_i \frac{\delta_i}{\mu_i} = 0.0266 + 8.333 + 0.182 + 0 + 0.0133 = 8.5549 \frac{\text{M}^2 \times \text{ч} \times \text{Па}}{\text{Mг}}$$

$e_{\text{в}}$ - парциальное давление насыщенного водяного пара, Па, при температуре воздуха от -40 до $+45^\circ\text{C}$ определяется по формуле:

$$E(t) = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273+t}\right)$$

Для температуры $t_a = 5^\circ\text{C}$:

$$E_a = E(5) = 1.84 \times 10^{11} \times \exp\left(\frac{-5330}{273+5}\right) = 867.43 \text{ Па}$$

e_a - парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха, Па, при расчётных температуре и относительной влажности воздуха в помещении, определяемое по формуле:

$$e_a = \left(\frac{\phi_a}{100}\right) \times E_a = \left(\frac{45}{100}\right) \times 867.43 = 390.34 \text{ Па}$$

$e_{н,отр}$ - среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами, определяемое по СП 131.13330:

$$e_{н,отр} = \frac{100 \times (1.3 + 1.5 + 2.5 + 2.9 + 1.8)}{5} = 200 \text{ Па}$$

$t_{н,отр}$ - среднее значение температуры наружного воздуха периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами, определяемое по СП 131.13330:

$$t_{н,отр} = \frac{(-18.4 - 15.4 - 6.7 - 7.9 - 15.7)}{5} = -12.82^\circ\text{C}$$

μ/λ_i - отношение расчетных коэффициентов теплопроводности, Вт/(м² × °C), и паропроницаемости, мг/(м × ч × Па), материала соответствующего слоя, либо 0, если коэффициенты не заданы.

$$f_i(t_{м.г.}) = \frac{5330 \times R_{0,п} \times (t_a - t_{н,отр}) \times \mu_i}{R_{0,гид} \times (e_a - e_{н,отр}) \times \lambda_i} = \frac{5330 \times 8.5549 \times (5 + 12.82) \times \mu_i}{3.031 \times (390.34 - 200) \times \lambda_i} = 1408.43 \times \left(\frac{\mu_i}{\lambda_i}\right)$$

$$f_1(t_{м.г.}) = 1408.43 \times 0.015625 = 22.01$$

$$f_2(t_{м.г.}) = 1408.43 \times 14.864865 = 20936.12$$

$$f_3(t_{м.г.}) = 1408.43 \times 0 = 0$$

Согласно СП 50.13330 табл. 11, при неотрицательном $f_i(t_{м.г.})$ найдём $t_{м.г.}$ по формуле:

$$t_{\text{м.у.}} = \frac{\left(a \times b + c \times f \left(t_{\text{м.у.}} \right)^d \right)}{\left(b + f \left(t_{\text{м.у.}} \right)^d \right)}$$

$a = 96.6680675349$
 $b = 4.89349504771$
 $c = -66.4983819958$
 $d = 0.406903783624$

$$t_{\text{м.у.1}} = \frac{\left(a \times b + c \times 22.01^d \right)}{\left(b + 22.01^d \right)} = 28.424$$

$$t_{\text{м.у.2}} = \frac{\left(a \times b + c \times 20036.12^d \right)}{\left(b + 20036.12^d \right)} = -53.661$$

$$t_{\text{м.у.3}} = \frac{\left(a \times b + c \times 0^d \right)}{\left(b + 0^d \right)} = 96.668$$

Расчёт температур на границах слоёв

$$T_{\text{срk}} = t_{\text{в}} - \left(\frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н,втр}}}{R_{\text{д,срk}}} \right) \times \left(\frac{l}{\alpha_{\text{лп1}}} + \sum_{i=1}^k R_i \right)$$

где R_i - сопротивление теплопередачи слоя i (либо 0, если слой не входит в теплотехнический расчёт), k - номер слоя, для которого вычисляется температура.

$$T_{\text{ср0}} = 5 - \left(\frac{5 + 12.82}{3.031} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} \right) = 4.32^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{ср1}} = 5 - \left(\frac{5 + 12.82}{3.031} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.13 \right) = 3.56^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{ср2}} = 5 - \left(\frac{5 + 12.82}{3.031} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.13 + 2.7027 \right) = -12.33^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{ср3}} = 5 - \left(\frac{5 + 12.82}{3.031} \right) \times \left(\frac{1}{8.7} + 0.13 + 2.7027 + 0 \right) = -12.33^{\circ}\text{C}$$

Сводная таблица $t_{\text{м.у.}}$ и $T_{\text{срk}}$

Составляется таблица, содержащая для каждого слоя $t_{м.у.}$ и вычисленные выше температуры на границах слоя (при средней температуре наружного воздуха периода с отрицательными среднемесячными температурами):

№ слоя	Слой конструкции	$T_{ср k_i}$, °C	$t_{м.у.}$, °C
0	Железобетон	4.32	28.424
1		3.56	
1	ТЕХНОВЕНТ Стандарт	3.56	-53.661
2		-12.33	
2	Вентилируемая воздушная прослойка	-12.33	96.668
3		-12.33	

Определение плоскости максимального увлажнения

Как видно из таблицы, нет ни одного слоя с температурой $t_{м.у.}$ в пределах $T_{ср}$. Также не нашлось ни одной пары соседних слоёв, где для более холодного слоя выполнялось бы условие $t_{м.у.} > \max(T_{ср})$ и для более тёплого $t_{м.у.} < \min(T_{ср})$.

В этом случае плоскость максимального увлажнения принимается на наружной поверхности конструкции. **Защиты от переувлажнения не требуется.**

Конструкция не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения.

Вывод

Конструкция рассчитана с учётом требований СНиП 23-02-2003 "Тепловая защита зданий"

Толщина теплоизоляционного слоя ТЕХНОВЕНТ Стандарт равна 100 мм.

В соответствии с расчётом:

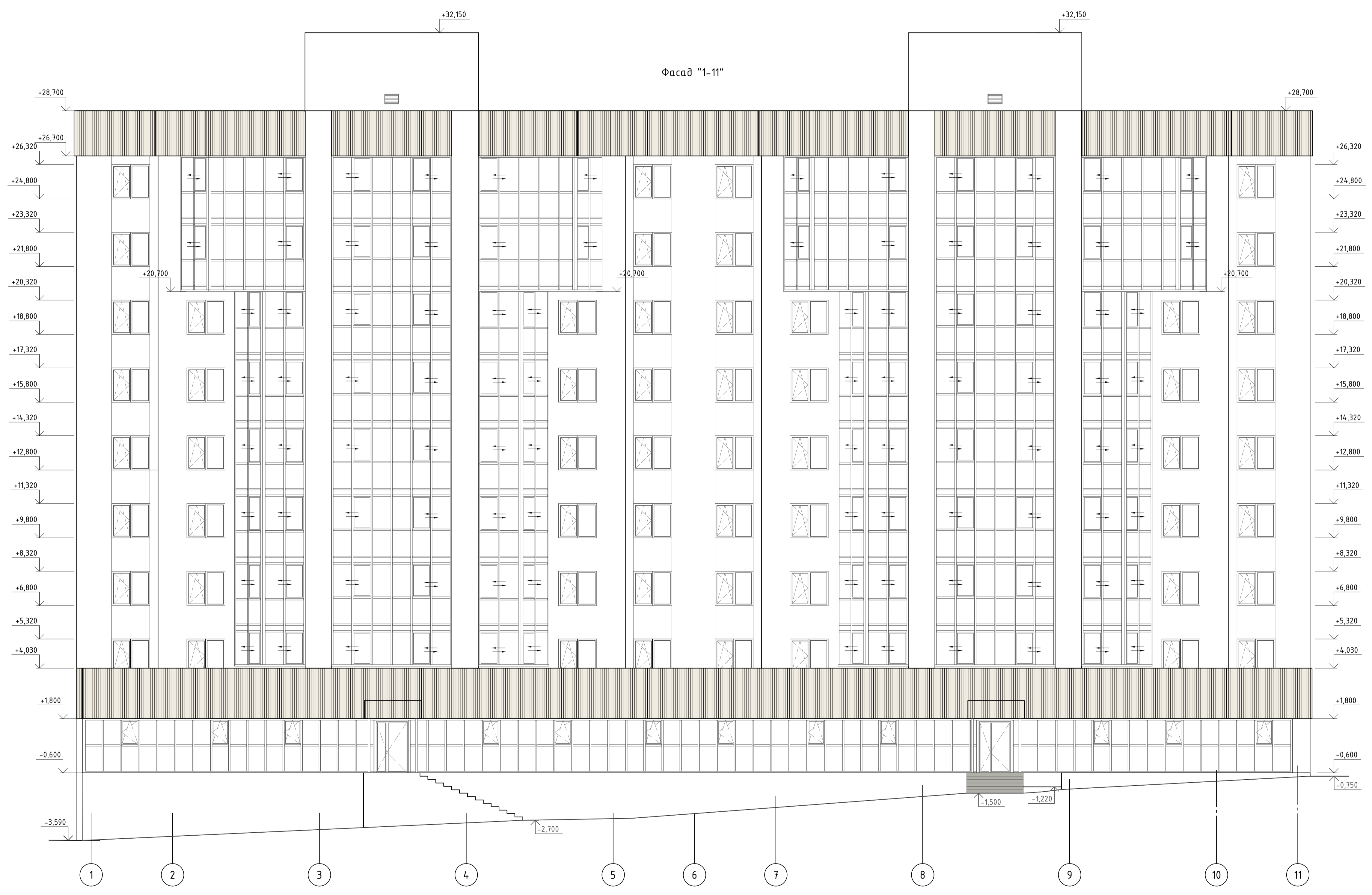
- Конструкция удовлетворяет требованию по тепловой защите.
- Конструкция удовлетворяет санитарно-гигиеническому требованию.
- Конструкция не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения.

Ведомость нормативной и ссылочной документации

№	Обозначение	Наименование	Примечание
1	Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 N 87 (ред. от 13.12.2017)	Об утверждении Положения о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию	
2	СНиП 2.01.02-85*	Противопожарные нормы	
3	СНиП 21-01-97*	Пожарная безопасность зданий и сооружений	
4	СНиП 31-01-2003	Здания жилые многоквартирные»	
5	СНиП 2.08.02-89*	Общественные здания и сооружения.	
6	ГОСТ 30674-99	Блоки оконные из поливинилхлоридных профилей. Технические условия (с Поправкой)	
7	СП 23-101-2004	Проектирование тепловой защиты зданий	
8	СНиП 23-01-99*	Строительная климатология	
9	СНиП 2.03.13-88	Полы	
10	ГОСТ 30494-96	Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях	

Таблица регистрации изменений

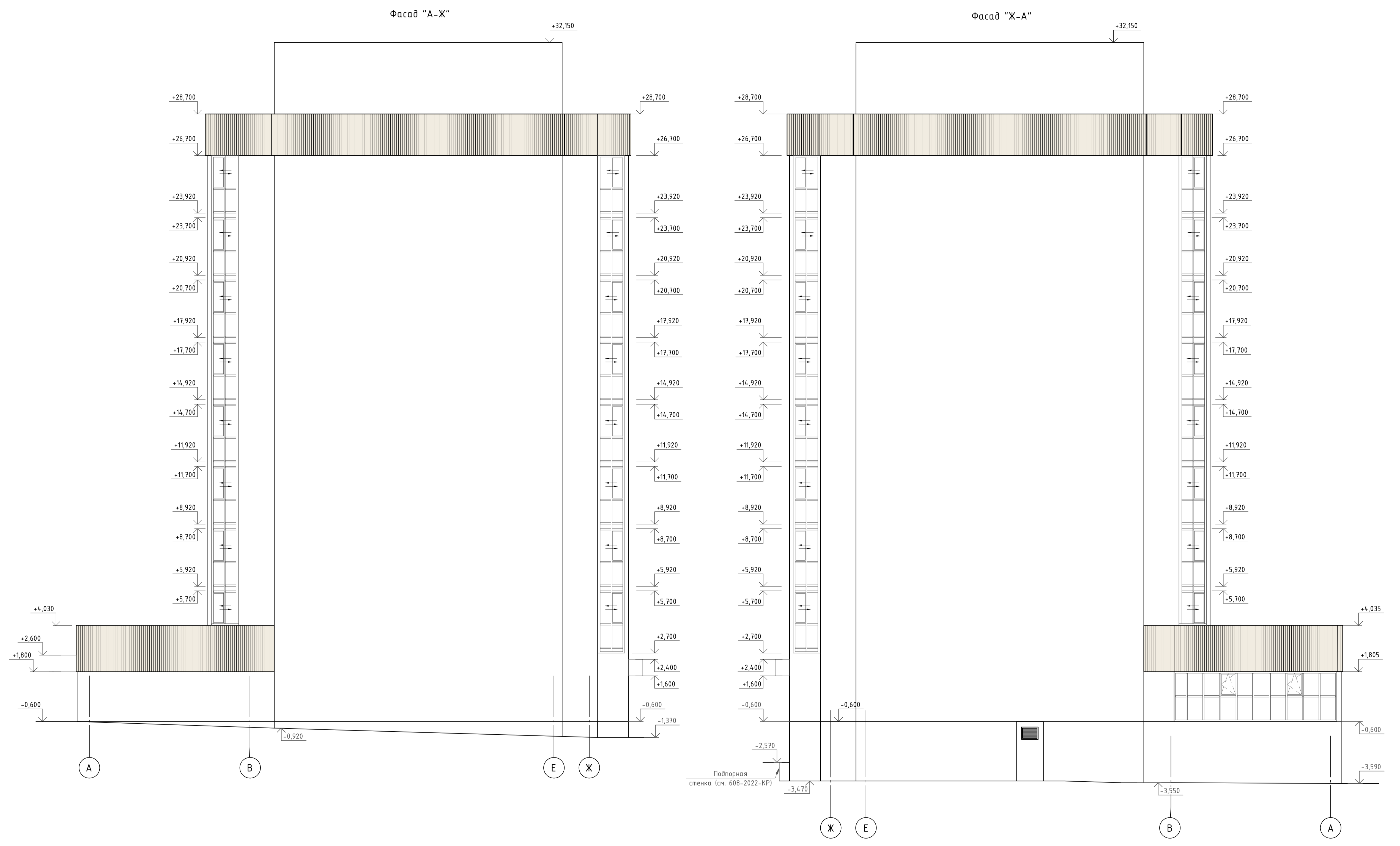
Изм	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в док.	Номер док.	Подп.	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных				



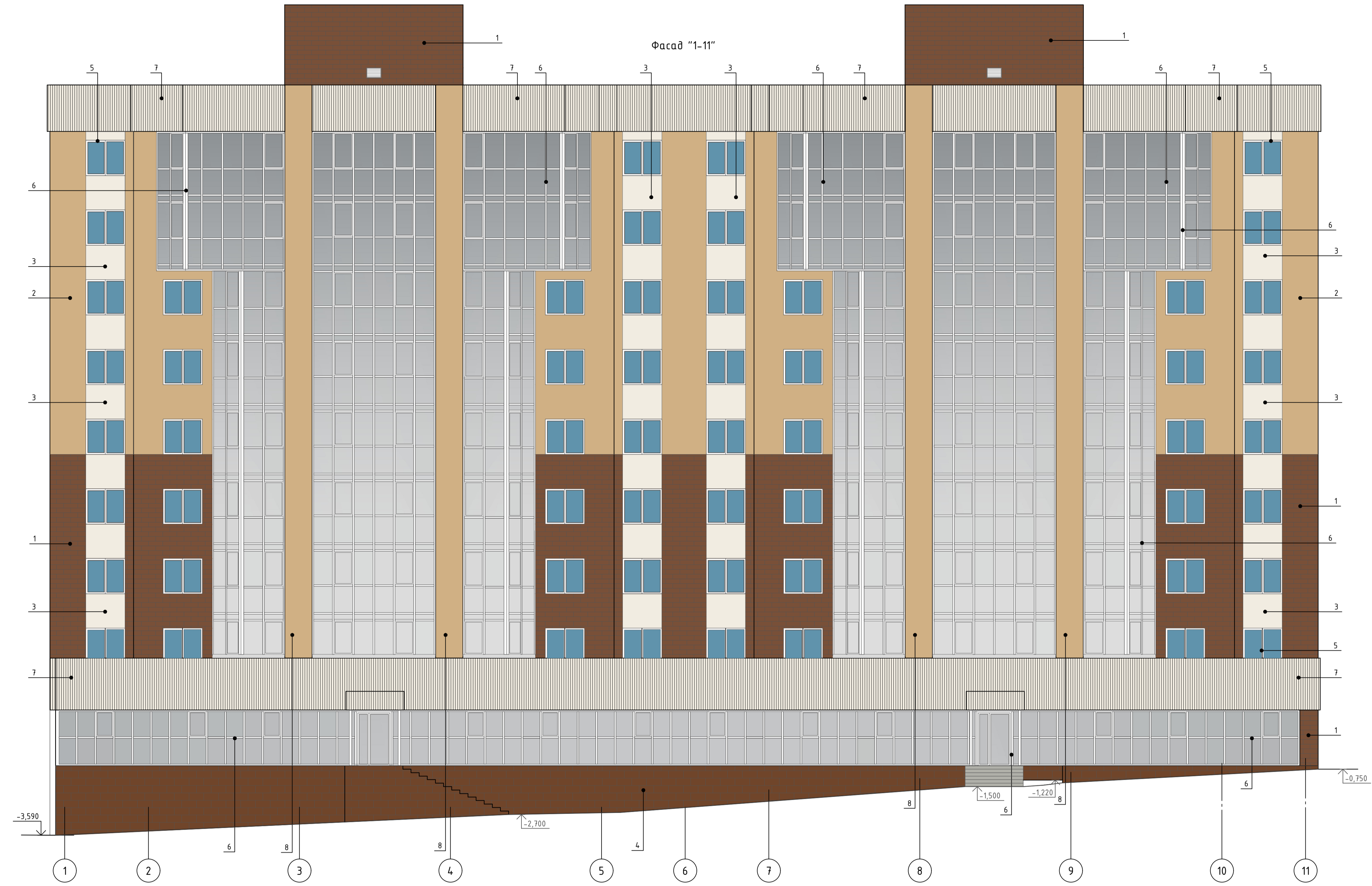
						609-2022-AP			
						«Группа жилых домов с нежилыми помещениями на углу улиц Байкальской и Дыдовского 2-ая очередь строительства. Блоки 4, 5», расположенному по адресу: Иркутская область, г. Иркутск, Октябрьский район, на углу улиц Байкальской и Дыдовского»			
Изм.	Кол. уз.	Лист	№ док.	Пробл.	Дата	Жилой дом	Стадия	Лист	Листов
Архитектор	Шабарова	Чугаева	07.22	07.22	07.22		п	2	
Н. контроль	Карелина		07.22			Фасад "1-11"	ООО "ИнвестПроект"		



						609-2022-AP			
						«Группа жилых домов с нежилыми помещениями на углу улиц Байкальской и Дыдовской 2-ая очередь строительства. Блоки 4, 5», расположенному по адресу: Иркутская область, г. Иркутск, Октябрьский район, на углу улиц Байкальской и Дыдовской»			
Изм.	Кол. изм.	Лист	№ док.	Пробл.	Дата	Жилой дом	Стадия	Лист	Листов
Архитектор	Шаварова	Чугаева	07.22	07.22	п		3		
						Фасад "11-1"	ООО "ИнвестПроект"		
Н. контроль	Карелина	07.22							



						609-2022-AP			
						«Группа жилых домов с нежилыми помещениями на углу улиц Байкальской и Дыдовского 2-ая очередь строительства. Блоки 4, 5», расположенному по адресу: Иркутская область, г. Иркутск, Октябрьский район, на углу улиц Байкальской и Дыдовского»			
Изм.	Кол. уз.	Лист	№ док.	Пробл.	Дата	Жилой дом	Стадия	Лист	Листов
							п	4	
Архитектор						Жилой дом			
ГАП									
Н. контроль						Фасад "А-Ж" и "Ж-А"			
						ООО "ИнвестПроект"			



Ведомость отделки фасадов

Поз.	Элемент фасада	Эталон цвета RAL	Обозначение	Материал	Примечание
1	Основное поле стен		Коричневый	Кирпич керамический лицевой	См. 609-2022-КР
2	Стены		RAL 1001 (бежевый)	- грунтовка концентрат TERRABOND A (0,06 кг/м2) - 1 слой; - щелочестойкая фасадная стеклотканевая сетка FasadPro;	177,36
3	Подоконные простенки		RAL 9010 (белый)	- штукатурка цементная KrasLand Фасад - 10; - акриловая латексная краска MF Proline 8050 Design Flat Base (4,3кг/л) - 2 слоя	
4	Цоколь		Тёмно-коричневый	- грунтовка концентрат TERRABOND A (0,06 кг/м2) - 1 слой; - клей для керамогранита KrasLand (1,8 кг/м2); - керамогранитная плитка.	248,06
5	Оконные блоки		Белый	Полувинилхлоридные оконные блоки	См. лист 23 - АР
6	Витражи		Белый	Алюминиевый профиль "СИЛ"	См. лист 23 - АР
7	Фриз		RAL 9010 (белый)	Профлист, окрашенный в заводских условиях	См. 609-2022-КР
8	Кирпичные стены балконов		RAL 1001 (бежевый)	- грунтовка концентрат TERRABOND A (0,06 кг/м2) - 1 слой; - армированная цементная штукатурка KrasLand Фасад - 30; - акриловая латексная краска MF Proline 8050 Design Flat Base (4,3кг/л) - 2 слоя	842,40
9	Стены тамбуров		RAL 1001 (бежевый)	- армированная цементная штукатурка суперпластичная KrasLand ЦЕМЕНИТ - 30; - грунтовка концентрат TERRABOND A (0,06 кг/м2) - 1 слой; - утеплитель "ТЕХНОФАС ОПТИМА", толщиной 100; - щелочестойкая фасадная стеклотканевая сетка FasadPro; - штукатурка цементная KrasLand Фасад - 10; - акриловая латексная краска MF Proline 8050 Design Flat Base (4,3кг/л) - 2 слоя	30,40

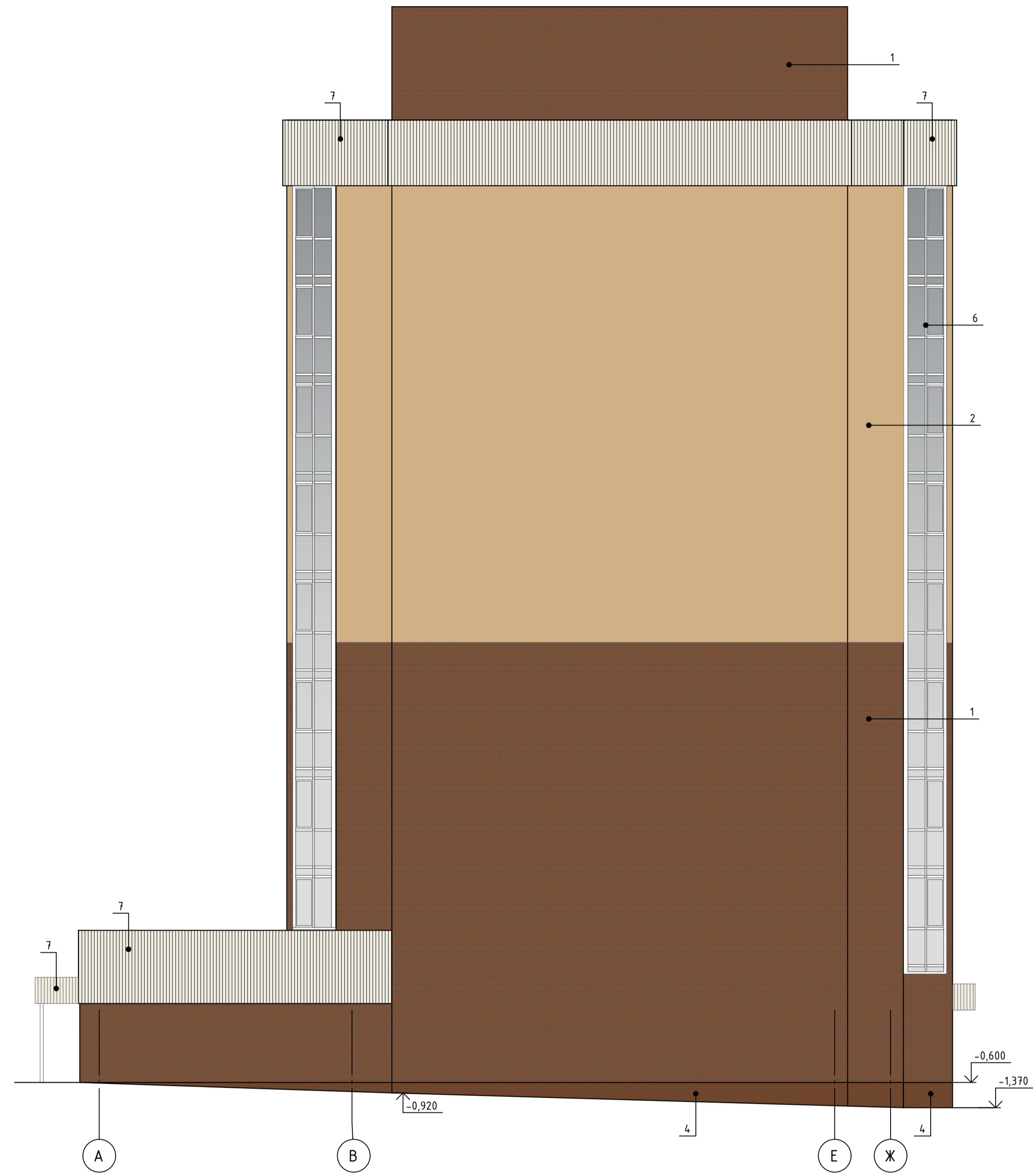
1. Материал и расход армирующих сеток см. в разделе 609-2022-КР.
2. Расход краски приведен при нанесении в 2 слоя.
3. Штукатурка цементная KrasLand Фасад, (25 кг):
- расход сухой смеси при толщине слоя 10 мм - 13,1 кг/м²;
- расход раствора сухой смеси при толщине слоя 10 мм - 15,85 кг/м².
5. Допускается замена всех отделочных материалов на аналогичные по характеристикам представленным.

						609-2022-АР			
						«Группа жилых домов с нежилыми помещениями на углу улиц Байкальской и Дыдовского 2-ая очередь строительства. Блоки 4, 5», расположенному по адресу: Иркутская область, г. Иркутск, Октябрьский район, на углу улиц Байкальской и Дыдовского»			
Изм.	Кол. ус.	Лист	№ док.	Пробл.	Дата	Жилой дом	Стандия	Лист	Листов
Архитектор	Шабарова				07.22		п	5	
ГАП	Чугаева				07.22				
						Колористические решения. Фасад "1-11"			
Н. контроль	Карелина				07.22	ООО "ИнвестПроект"			

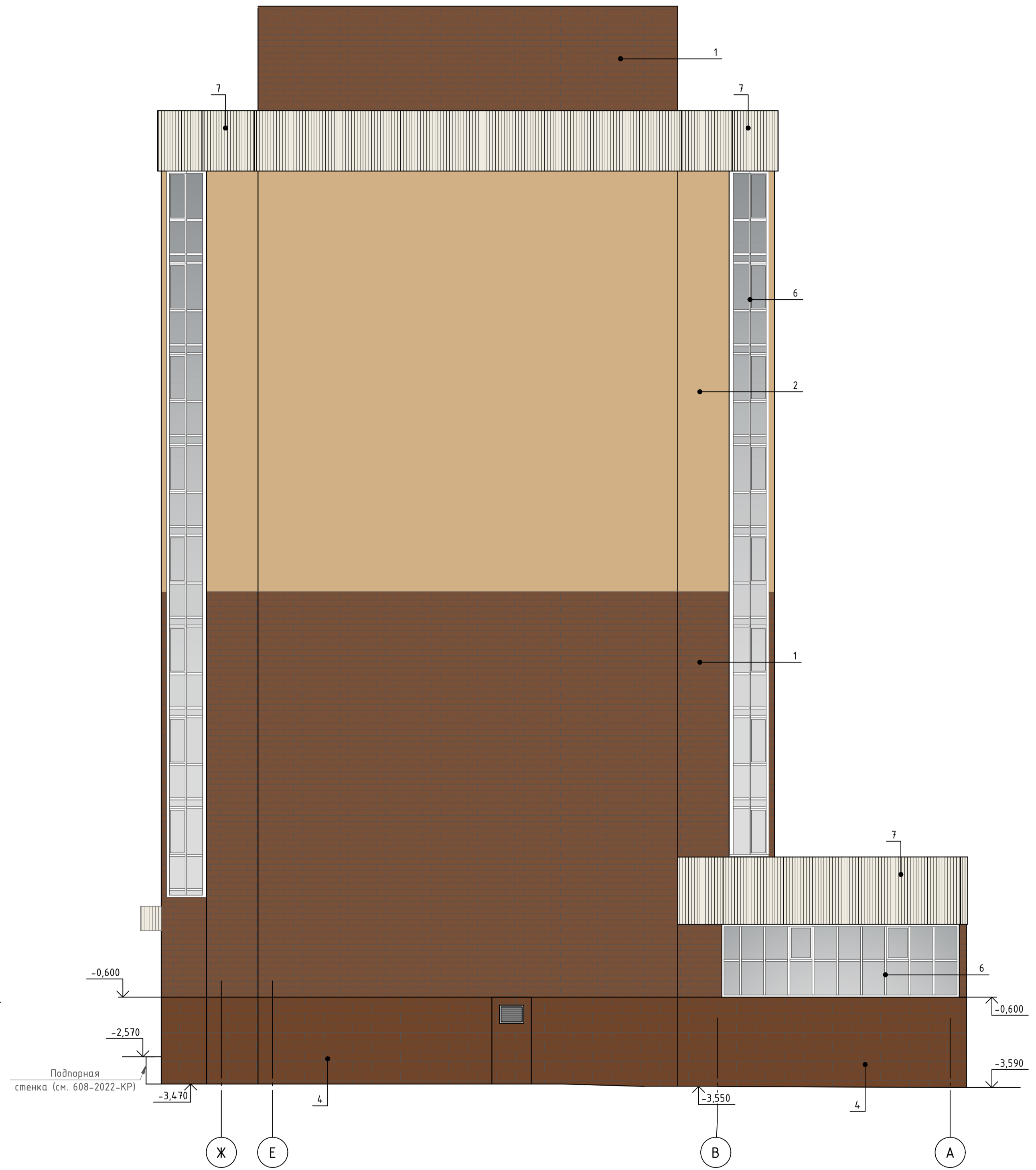


						609-2022-AP		
						«Группа жилых домов с нежилыми помещениями на углу улиц Байкальской и Дыдовского 2-ая очередь строительства. Блоки 4, 5», расположенному по адресу: Иркутская область, г. Иркутск, Октябрьский район, на углу улиц Байкальской и Дыдовского»		
Изм.	Кол. уз.	Лист	№ док.	Пробл.	Дата	Жилой дом		
Архитектор	Шаварова				07.22			
ГАП	Чугаева				07.22	п	6	
						Колористические решения. Фасад "11-1"		
Н. контроль	Карелина				07.22	ООО "ИнвестПроект"		

Фасад "А-Ж"

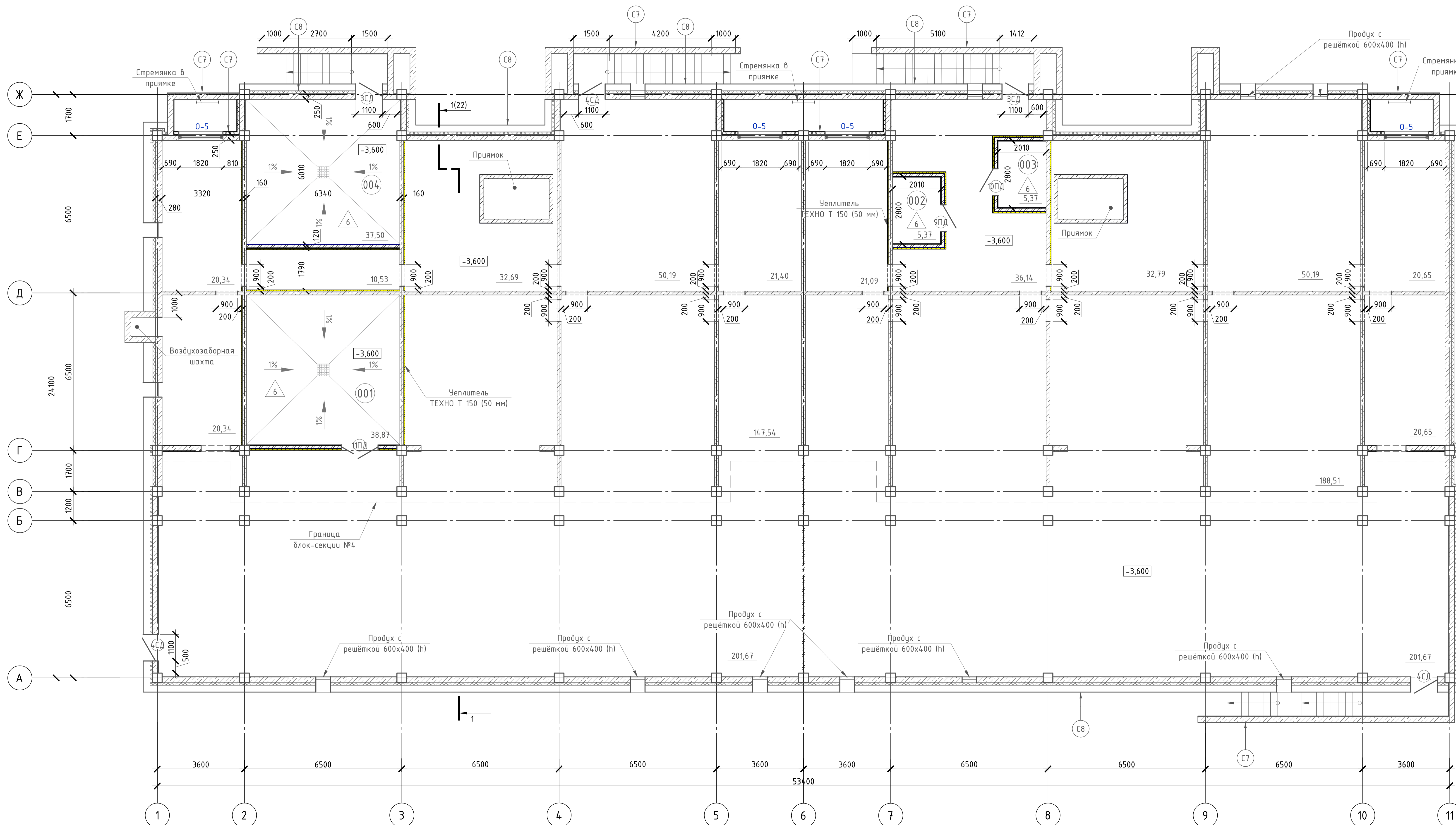


Фасад "Ж-А"



						609-2022-AP			
						«Группа жилых домов с нежилыми помещениями на углу улиц Байкальской и Дыдовской 2-ая очередь строительства. Блоки 4, 5», расположенному по адресу: Иркутская область, г. Иркутск, Октябрьский район, на углу улиц Байкальской и Дыдовской			
Изм.	Кол. изм.	Лист	№ док.	Пробл.	Дата	Жилой дом	Стадия	Лист	Листов
Архитектор	Шаварова	7	07.22				п	7	
ГАП	Чужаева		07.22			Жилые дома Колористические решения. Фасад "А-Ж" и "Ж-А"	ООО "ИнвестПроект"		
Н. контроль	Карелина		07.22						

План подвала



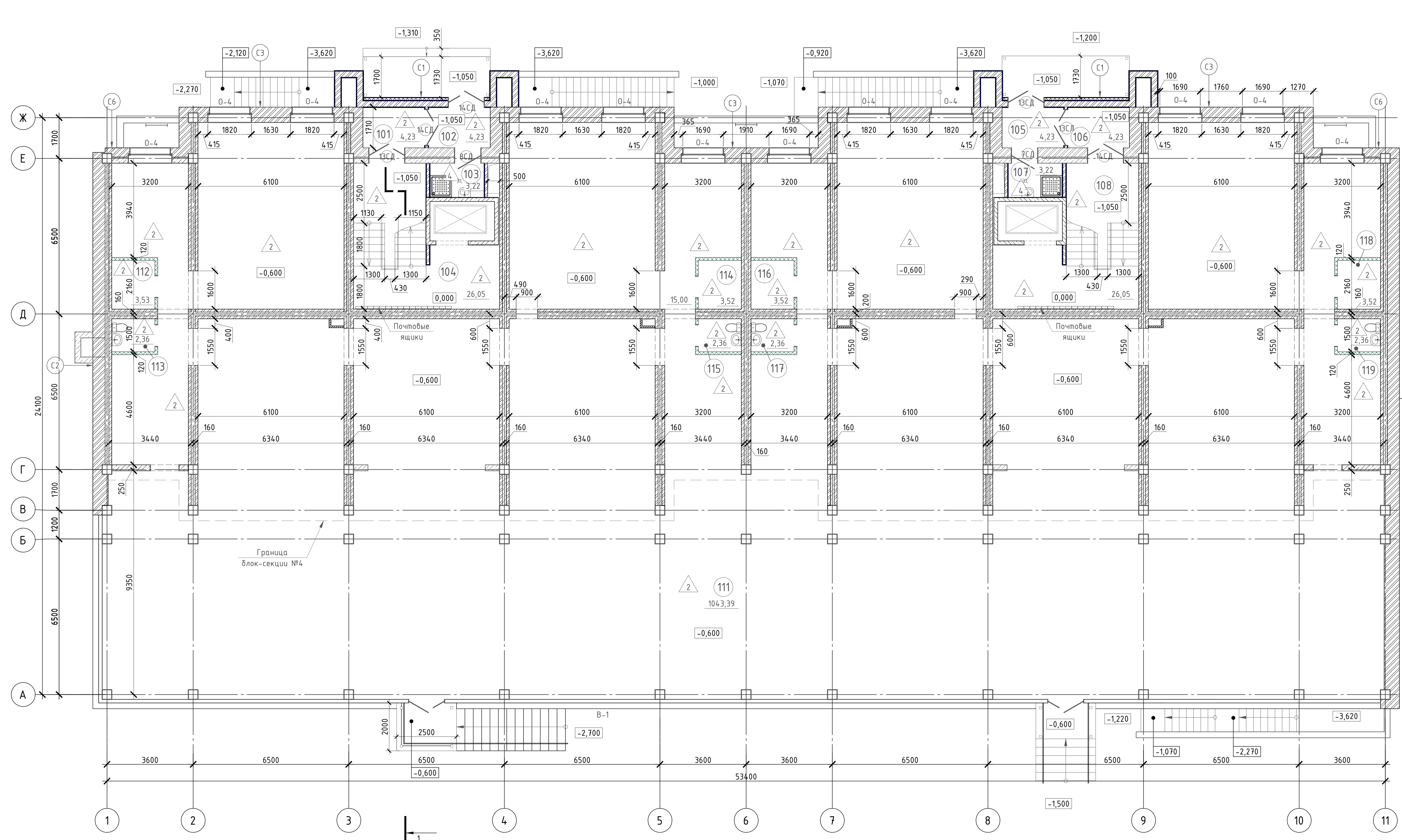
Номер помещения	Наименование	Площадь, м²	Кат. помещения
Подвал			
001	Вентиляционная камера	38.87	Д
002	Электрощитовая	5.37	В4
003	Электрощитовая	5.37	В4
004	Индивидуальный тепловой пункт	37.50	Д
Итого:		87.11	

- Условные обозначения:
- Наружные стены:**
 - железобетонные стены (толщиной 250, 280 мм).
 - Внутренние стены:**
 - железобетонные стены (толщиной 160 мм).
 - Перегородки:**
 - армированная цементная штукатурка суперпластичная KrasLand ЦЕМЕНИТ - 30 мм (см. 609-2022-КР);
 - кирпичная перегородка, толщиной 120 мм;
 - армированная цементная штукатурка суперпластичная KrasLand ЦЕМЕНИТ - 30 мм (см. 609-2022-КР);
 - утеплитель ТЕХНОНИКОЛЬ "ТЕХНО Т 150", толщиной 50 мм.
 - Наружные стены подвала выше уровня земли (С8):**
 - железобетонные стены - 250, 280 мм;
 - Технобент Стандарт - 100 мм;
 - керамогранитная плитка на подсистеме с вентилируемым воздушным зазором.
 - Стены прямиков (С7):**
 - керамогранитная плитка - 10 мм;
 - клей для плитки KrasLand Амалант - 10 мм;
 - грунтовка концентрат TERRABOND А (0,06 кг/м²) - 1 слой;
 - железобетонная стена - 250 мм;
 - грунтовка концентрат TERRABOND А (0,06 кг/м²) - 1 слой;
 - клей для плитки KrasLand Амалант - 10 мм;
 - керамогранитная плитка - 10 мм.

- В наружных стенах подвала предусмотрены продухи общей площадью не менее 1/400 площади пола подвала равномерно расположенные по периметру наружных стен. Площадь одного продуха 0,24 м². Продухи закрыты алюминиевыми вентиляционными решётками РЭД-Н размером 0,6x0,4 м (12 шт.).
- Перекрытие над подвалом утеплено негорючими (НГ), гидрофобизированными плитами из минеральной ваты на основе горных пород базальтовой группы ТЕХНОНИКОЛЬ "ТЕХНО Т 150" (ТУ 5762-004-74182181-2014) с покрытием алюминиевой армированной фольгой (Г1), толщина утеплителя 100 мм. Объем утеплителя - 107,74 м³ (1077,38 м³).
- Внутренние стены подвала отделяющие технические помещения со стороны неотапливаемого подвала утеплены негорючими (НГ), гидрофобизированными плитами из минеральной ваты на основе горных пород базальтовой группы ТЕХНОНИКОЛЬ "ТЕХНО Т 150" (ТУ 5762-004-74182181-2014) с покрытием алюминиевой армированной фольгой (Г1), толщина утеплителя 50 мм. Объем утеплителя - 8,96 м³ (179,2 м³). Крепить утеплитель на тарельчатые дюбели с металлическим гвоздём с термоголовкой (диаметр 8 мм, длина 130 мм). Расход тарельчатых дюбелей 6 шт/м².
- В полу помещения 001, 004 предусмотрены прямки размером 0,5x0,5x0,8 (h) м. Прямки перекрыты съёмной решёткой (размеры и кол-во см. 609-2022-КР). Пол имеет уклон не менее 1% в сторону водосборного прямока.

609-2022-АР							
«Группа жилых домов с нежилыми помещениями на углу улиц Байкальской и Дыдовского 2-ая очередь строительства. Блоки 4, 5», расположенному по адресу: Иркутская область, г. Иркутск, Октябрьский район, на углу улиц Байкальской и Дыдовского							
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		
Архитектор	Шабарова	Шабарова	07.22	07.22			
ГАП	Чузаева	Чузаева	07.22				
Жилой дом					Стация	Лист	Листов
					п	8	
Н. контроль Карелина					07.22	План подвала	
					000 "ИнвестПроект"		

План 1-го этажа



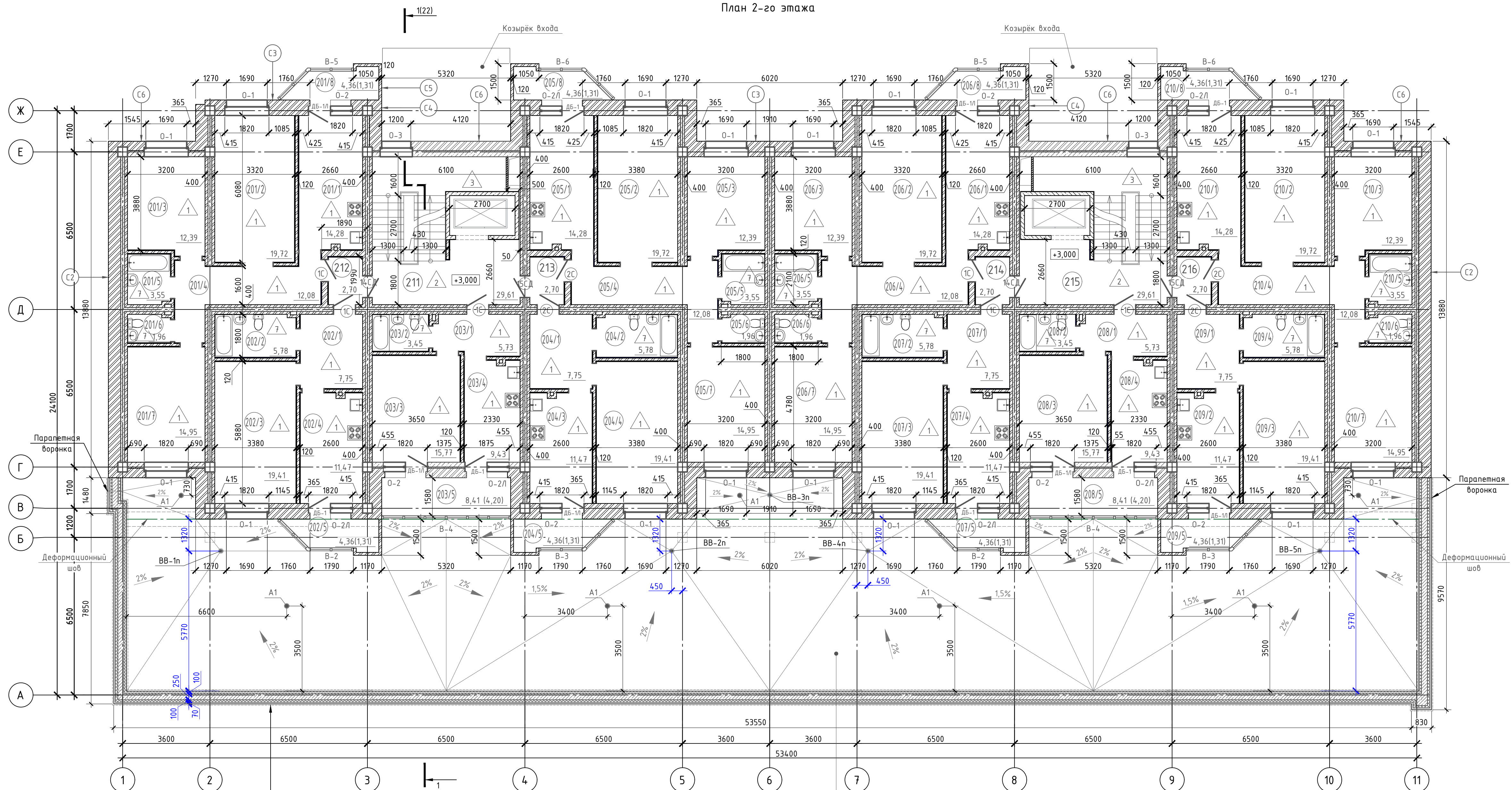
- Условные обозначения:**
- Внутренние стены:**
 - кирпичная несъёмная опалубка, толщиной 120 мм;
 - железобетонные стены, толщиной 160 мм;
 - кирпичная несъёмная опалубка, толщиной 120 мм.
 - Наружная стена тамбура (C1):**
 - см. ведомость отделки фасадов;
 - утеплитель "ТЕХНОФАС ОПТИМА", толщиной 100 мм;
 - грунтовка - 1 слой;
 - армированная цементная штукатурка - 30 мм (армирующую сетку см. в 609-2022-КР);
 - кирпичная стена, толщиной 250 мм;
 - армированная цементная штукатурка - 30 мм (армирующую сетку см. в 609-2022-КР).
 - Наружные стены (C2):**
 - облицовочный кирпич - 120 мм;
 - вентилируемая воздушная прослойка - 70 мм;
 - негорючие плиты из каменной ваты ТехноНИКОЛЬ "Техноблок Стандарт" - 200 мм;
 - кирпичная кладка - 120 мм;
 - железобетонная стена, толщиной 160 мм;
 - отделка в соответствии с ведомостью отделки помещений.
 - Наружные стены (C3):**
 - облицовочный кирпич, толщиной 120 мм;
 - вентилируемая воздушная прослойка - 70 мм;
 - негорючие плиты из каменной ваты ТехноНИКОЛЬ "Техноблок Стандарт", толщиной 200 мм;
 - кирпичная кладка, толщиной 250 мм;
 - отделка в соответствии с ведомостью отделки помещений.
 - Наружные стены в осях "1-2/Г-Е", "10-11/Г-Е", "3-4/Е", "8-9/Г", "3-4/Г" и "8-9/Г" (C6):**
 - облицовочный кирпич, толщиной 120 мм;
 - вентилируемая воздушная прослойка - 70 мм;
 - негорючие плиты из каменной ваты ТехноНИКОЛЬ "Техноблок Стандарт", толщиной 200 мм;
 - железобетонные стены, толщиной 250 мм;
 - отделка в соответствии с ведомостью отделки помещений.
 - Перегородки:**
 - перегородка (ПГВМ-7м) с однослойной обшивкой из гипсоволокнистых листов (ГВЛ толщиной 10 мм) на металлическом каркасе, с заполнение звукоизоляцией "АкустиКНАУФ" толщиной 50 мм. Общая толщина перегородки 120 мм.
 - Обшивка:**
 - обшивка воздуховодов, труб из гипсовых строительных плит (ГСП-А) на металлическом каркасе отнесенном от базовой стены С 625 (комплектная система КНАУФ), толщина облицовки не менее 87,5 мм (без звукоизоляции).
 - Шахта лифта:**
 - штукатурка толщиной 10 мм;
 - ж/б шахта лифта, толщиной 160 мм.
 - С3** - Тип отделки фасада
 - 1** - Марка пола

Экспликация помещений				
Номер помещения	Наименование	Площадь, м²	Кат. помещения	162
1 этаж (блок-секция №4)				
Общедомовые помещения (подъезд № 2)				
101	Тамбур	4.23		
102	Тамбур	4.23		
103	Кладовая уборочного инвентаря	3.22	В4	
104	Лестничная клетка	26.05		
Итого:		37.73		
Общедомовые помещения (подъезд № 1)				
105	Тамбур	4.23		
106	Тамбур	4.23		
107	Кладовая уборочного инвентаря	3.22	В4	
108	Лестничная клетка	26.05		
Итого:		37.73		
1 этаж. Нежилые помещения. Блок-секция №4, 5				
111	Офисное помещение	1043.39		
112	Подсобное помещение	3.52		
113	Туалет	2.36		
114	Подсобное помещение	3.52		
115	Туалет	2.36		
116	Подсобное помещение	3.52		
117	Туалет	2.36		
118	Подсобное помещение	3.52		
119	Туалет	2.36		
Итого:		1066.91		
Итого по этажу:		1142.37		

1. Утеплитель стен тамбуров крепить на тарельчатые дюбели с металлическим гвоздем с термоголовкой (диаметр 8 мм, длина 130 мм). Расход тарельчатых дюбелей 6 шт/м².

609-2022-AP					
«Группа жилых домов с нежилыми помещениями на углу улиц Байкальской и Дыдовского 2-ая очередь строительства. Блоки 4, 5», расположенному по адресу: Иркутская область, г. Иркутск, Октябрьский район, на углу улиц Байкальской и Дыдовского					
Изм.	Кол. изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Архитектор	Шабарова	Чузаева	07.22	07.22	
ГАП	Чузаева		07.22		
Жилой дом			Стадия	Лист	Листов
			п	9	
Н. контроль Карелина			07.22	План 1-го этажа	
					000 "ИнвестПроект"

План 2-го этажа



- Условные обозначения:
- Внутренние стены:
 - кирпичная несъемная опалубка, толщиной 120 мм
 - железобетонные стены, толщиной 160 мм;
 - кирпичная несъемная опалубка, толщиной 120 мм.
 - Наружные стены (C2):
 - облицовочный кирпич, толщиной 120 мм;
 - вентилируемая воздушная прослойка - 70 мм;
 - негорючие плиты из каменной ваты ТехноНИКОЛЬ "Техноблок Стандарт" - 200 мм;
 - кирпичная кладка - 120 мм
 - железобетонные стены - 160 мм;
 - отделка в соответствии с ведомостью отделки помещений.
 - Наружные стены (C3):
 - облицовочный кирпич, толщиной 120 мм;
 - вентилируемая воздушная прослойка - 70 мм;
 - негорючие плиты из каменной ваты ТехноНИКОЛЬ "Техноблок Стандарт", толщиной 200 мм;
 - кирпичная кладка, толщиной 250 мм;
 - отделка в соответствии с ведомостью отделки помещений
 - Наружные стены (C4):
 - армированная цементная штукатурка KrasLand Фасад - 30 мм (см. 609-2022-КР);
 - облицовочный кирпич, толщиной 120 мм;
 - вентилируемая воздушная прослойка - 70 мм;
 - негорючие плиты из каменной ваты ТехноНИКОЛЬ "Техноблок Стандарт" - 200 мм;
 - кирпичная кладка - 120 мм
 - железобетонные стены - 160 мм;
 - отделка в соответствии с ведомостью отделки помещений.
 - Наружные стены балконов (C5):
 - армированная цементная штукатурка KrasLand Фасад - 30 мм (см. 609-2022-КР);
 - кирпичные стены, толщиной 120 мм
 - Наружные стены в осях "1-2/Г-Е", "10-11/Г-Е", "3-4/Е", "8-9/Е", "3-4/Г" и "8-9/Г" (C6):
 - облицовочный кирпич, толщиной 120 мм;
 - вентилируемая воздушная прослойка - 70 мм;
 - негорючие плиты из каменной ваты ТехноНИКОЛЬ "Техноблок Стандарт", толщиной 200 мм;
 - железобетонные стены, толщиной 250 мм;
 - отделка в соответствии с ведомостью отделки помещений
 - Обшивка:
 - обшивка воздуховодов, труб из гипсовых строительных плит (ГСП-А) на металлическом каркасе отнесенном от базовой стены С 625 (комплектная система КНАУФ), толщина облицовки не менее 87,5 мм (без звукоизоляции)
 - Шахта лифта:
 - штукатурка толщиной 10 мм;
 - ж/б шахта лифта, толщиной 160 мм.
 - Перегородки:
 - армированная цементная штукатурка суперпластичная KrasLand ЦЕМЕНИТ - 30 мм (см. 609-2022-КР);
 - кирпичная перегородка, толщиной 120, 250 мм;
 - армированная цементная штукатурка суперпластичная KrasLand ЦЕМЕНИТ - 30 мм (см. 609-2022-КР);
 - Тип отделки фасада
 - Марка пола

- Обшивка профнастилом С10 по подсистеме - 70
- Ветрозащитная паропроницаемая мембрана Изоспан АФ
- Утеплитель Технониколь ТЕХНОРУФ Н ПРОФ - 100
- Штукатурно-клеевая смесь
- Железобетонный паралет - 250
- Праймер битумный Технониколь №01
- ГИ Технониколь Техноласт ЭПП (1 слой)
- Утеплитель Технониколь ТЕХНОРУФ Н ПРОФ - 100
- Хризотилцементный лист - 20 (2 слоя)
- ГИ Технониколь Техноласт ЭПП (2 слоя)
- ГИ Технониколь Техноласт ЭКП

- Технониколь Техноласт К ЭКП - 1 слой;
- Технониколь Техноласт П ХПП - 1 слой;
- Праймер битумный Технониколь №01;
- Цементно-песчаная стяжка - 40;
- Разуклонка из керамзитового гравия фр. 20-40 - 30-230;
- Пергамин - 1 слой;
- Утеплитель Технониколь ТЕХНОРУФ Н ПРОФ - 200;
- Пароизоляция Технониколь Техноласт Альфа;
- Ж/б плита перекрытия - 200

1. Для проветривания и выведения влаги из конструкции кровли, на покрытии установлены аэраторы А1 не менее 1 шт. на 100 м², отступ от края кровли не менее 1 м. Установка аэраторов производится специально уполномоченной организацией.
 2. По периметру кровли предусмотрен паралет высотой не менее 1,2 м, узлы устройства паралета см. в разделе 609-2022-КР.
 3. Водосток с кровли предусмотрен внутренний, организованный (ВВ), в осях "В-Г/1" и "В-Г/11" через паралетные воронки.

				609-2022-AP		
				«Группа жилых домов с нежилыми помещениями на углу улиц Байкальской и Дыдовского 2-ая очередь строительства. Блоки 4, 5», расположенному по адресу: Иркутская область, г. Иркутск, Октябрьский район, на углу улиц Байкальской и Дыдовского		
Изм.	Кол. изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Жилой дом
Архитектор	Шабарова	Чураева			07.22	
				Стадия	Лист	Листов
				П	10	
				План 2-го этажа		ООО "ИнвестПроект"
Н. контроль	Карелина			07.22		

Экспликация помещений

Номер помещения	Наименование	Площадь, м²	Площадь, м² (с коэф)	Кат.* помеще-ния
2 этаж (блок-секция №4)				
Подъезд №2				
3-комнатная квартира №45				
201/1	Кухня	14.28		
201/2	Комната	19.72		
201/3	Комната	12.39		
201/4	Коридор	12.08		
201/5	Ванная	3.55		
201/6	Туалет	1.96		
201/7	Комната	14.95		
201/8	Балкон	4.36	1.31	
Итого по квартире №45:		83.29	80.24	
1-комнатная квартира №44				
202/1	Прихожая	7.75		
202/2	Санузел	5.78		
202/3	Комната	19.41		
202/4	Кухня	11.47		
202/5	Балкон	4.36	1.31	
Итого по квартире №44:		48.77	45.72	
1-комнатная квартира №43				
203/1	Прихожая	5.73		
203/2	Санузел	3.45		
203/3	Комната	15.77		
203/4	Кухня	9.43		
203/5	Лоджия	8.41	4.20	
Итого по квартире №43:		42.79	38.58	
1-комнатная квартира №42				
204/1	Прихожая	7.75		
204/2	Санузел	5.78		
204/3	Кухня	11.47		
204/4	Комната	19.41		
204/5	Балкон	4.36	1.31	
Итого по квартире №42:		48.77	45.72	
3х-комнатная квартира №41				
205/1	Кухня	14.28		
205/2	Комната	19.72		
205/3	Комната	12.39		
205/4	Коридор	12.08		
205/5	Ванная	3.55		
205/6	Туалет	1.96		
205/7	Комната	14.95		
205/8	Балкон	4.36	1.31	
Итого по квартире №41:		83.29	80.24	

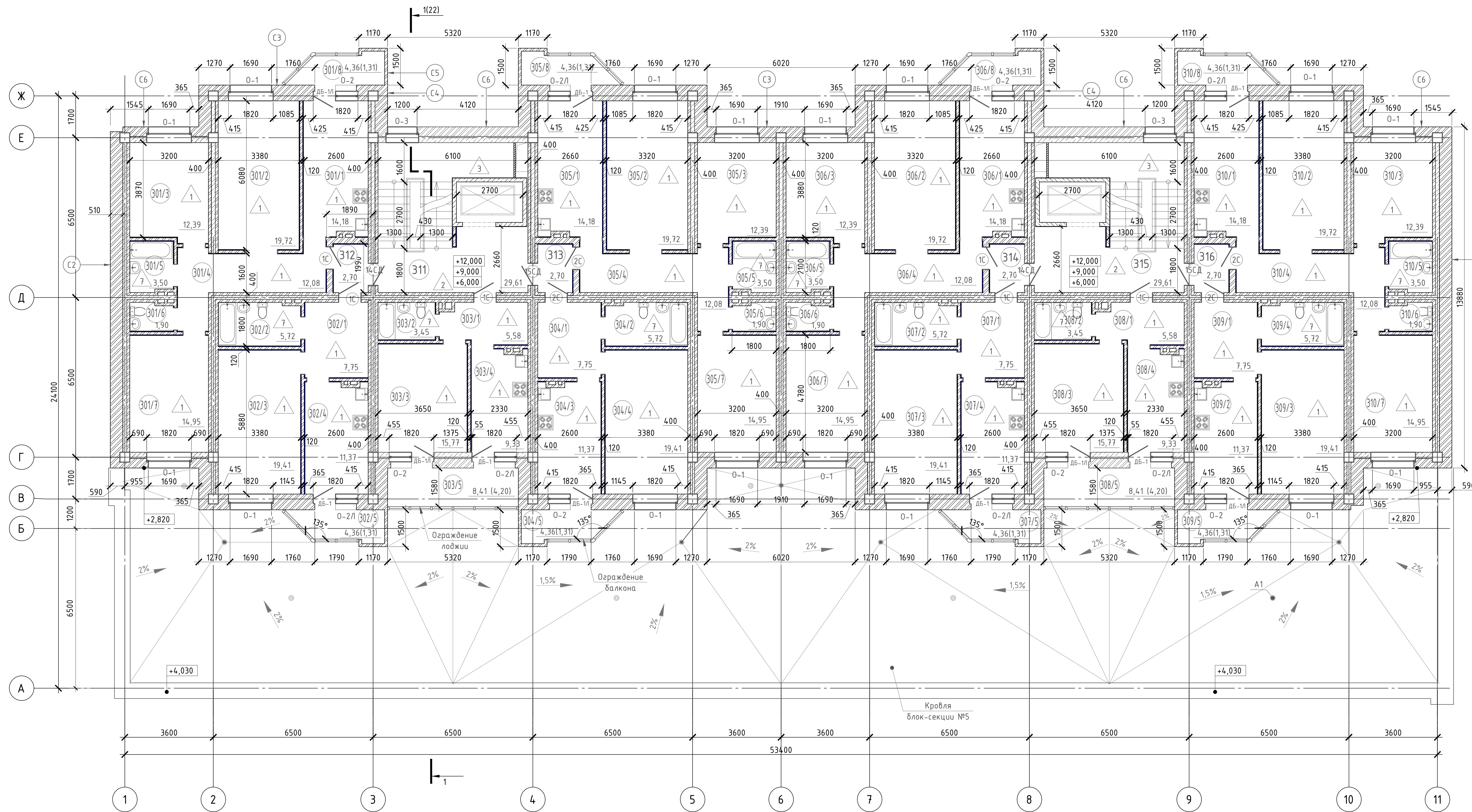
Номер помещения	Наименование	Площадь, м²		Кат.* помеще-ния
Подъезд №1				
3х-комнатная квартира №5				
206/1	Кухня	14.28		
206/2	Комната	19.72		
206/3	Комната	12.39		
206/4	Коридор	12.08		
206/5	Ванная	3.55		
206/6	Туалет	1.96		
206/7	Комната	14.95		
206/8	Балкон	4.36	1.31	
Итого по квартире №5:		83.29	80.24	
1-комнатная квартира №4				
207/1	Прихожая	7.75		
207/2	Санузел	5.78		
207/3	Комната	19.41		
207/4	Кухня	11.47		
207/5	Балкон	4.36	1.31	
Итого по квартире №4:		48.77	45.72	
1-комнатная квартира №3				
208/1	Прихожая	5.73		
208/2	Санузел	3.45		
208/3	Комната	15.77		
208/4	Кухня	9.43		
208/5	Лоджия	8.41	4.20	
Итого по квартире №3:		42.79	38.58	
1-комнатная квартира №2				
209/1	Коридор	7.75		
209/2	Кухня	11.47		
209/3	Комната	19.41		
209/4	Санузел	5.78		
209/5	Балкон	4.36	1.31	
Итого по квартире №2:		48.77	45.72	
3х-комнатная квартира №1				
210/1	Кухня	14.28		
210/2	Комната	19.72		
210/3	Комната	12.39		
210/4	Коридор	12.08		
210/5	Ванная	3.55		
210/6	Туалет	1.96		
210/7	Комната	14.95		
210/8	Балкон	4.36	1.31	
Итого по квартире №1:		83.29	80.24	

Номер помещения	Наименование	Площадь, м²		Кат.* помеще-ния
Общедомовые помещения (подъезд № 2)				
211	Лестничная клетка	29.61		
212	Коридор	2.70		
213	Коридор	2.70		
Итого:		35.01		
Общедомовые помещения (подъезд № 1)				
214	Коридор	2.70		
215	Лестничная клетка	29.61		
216	Коридор	2.70		
Итого:		35.01		
Итого по этажу:		683.84	581	

*коэф. для балконов - 0,3; коэф. для лоджий - 0,5

						609-2022-AP		
						«Группа жилых домов с нежилыми помещениями на углу улиц Байкальской и Дыдовского 2-ая очередь строительства. Блоки 4, 5», расположенному по адресу: Иркутская область, г. Иркутск, Октябрьский район, на углу улиц Байкальской и Дыдовского		
Изм.	Кол. ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Жилой дом		
Архитектор	Шадарова				07.22			
ГАП	Чугаева				07.22	Стадия	Лист	Листов
						п	11	
Н. контроль Карелина						Экспликация помещений 2-го этажа		
						ООО "ИнвестПроект"		

План 3-5-го этажа



- Условные обозначения:
- Внутренние стены:
 - кирпичная несъёмная опалубка, толщиной 120 мм
 - железобетонные стены, толщиной 160 мм;
 - кирпичная несъёмная опалубка, толщиной 120 мм.
 - Наружные стены (С2):
 - облицовочный кирпич, толщиной 120 мм;
 - вентилируемая воздушная прослойка - 70 мм;
 - негорючие плиты из каменной ваты ТехноНИКОЛЬ "Техноблок Стандарт" - 200 мм;
 - кирпичная кладка - 120 мм
 - железобетонные стены - 160 мм;
 - отделка в соответствии с ведомостью отделки помещений.
 - Наружные стены (С3):
 - облицовочный кирпич, толщиной 120 мм;
 - вентилируемая воздушная прослойка - 70 мм;
 - негорючие плиты из каменной ваты ТехноНИКОЛЬ "Техноблок Стандарт", толщиной 200 мм;
 - кирпичная кладка, толщиной 250 мм;
 - отделка в соответствии с ведомостью отделки помещений
 - Наружные стены (С4):
 - армированная цементная штукатурка KrasLand Фасад - 30 мм (см. 609-2022-КР);
 - облицовочный кирпич, толщиной 120 мм;
 - вентилируемая воздушная прослойка - 70 мм;
 - негорючие плиты из каменной ваты ТехноНИКОЛЬ "Техноблок Стандарт" - 200 мм;
 - кирпичная кладка - 120 мм
 - железобетонные стены - 160 мм;
 - отделка в соответствии с ведомостью отделки помещений.
 - Наружные стены балконов (С5):
 - армированная цементная штукатурка KrasLand Фасад - 30 мм (см. 609-2022-КР);
 - кирпичные стены, толщиной 120 мм
 - Наружные стены в осях "1-2/Г-Е", "10-11/Г-Е", "3-4/Е", "8-9/Е", "3-4/Г" и "8-9/Г" (С6):
 - облицовочный кирпич, толщиной 120 мм;
 - вентилируемая воздушная прослойка - 70 мм;
 - негорючие плиты из каменной ваты ТехноНИКОЛЬ "Техноблок Стандарт", толщиной 200 мм;
 - железобетонные стены, толщиной 250 мм;
 - отделка в соответствии с ведомостью отделки помещений
 - Обшивка:
 - обшивка воздуховодов, труб из гипсовых строительных плит (ГСП-А) на металлическом каркасе отнесенном от базовой стены С 625 (комплектная система КНАУФ), толщина облицовки не менее 87,5 мм (без звукоизоляции)
 - Шахта лифта:
 - штукатурка толщиной 10 мм;
 - ж/б шахта лифта, толщиной 160 мм.
 - Перегородки:
 - армированная цементная штукатурка суперпластичная KrasLand ЦЕМЕНИТ - 30 мм (см. 609-2022-КР);
 - кирпичная перегородка, толщиной 120, 250 мм;
 - армированная цементная штукатурка суперпластичная KrasLand ЦЕМЕНИТ - 30 мм (см. 609-2022-КР);
 - С3 - Тип отделки фасада
 - 1 - Марка пола

					609-2022-AP			
					«Группа жилых домов с нежилыми помещениями на углу улиц Байкальской и Дыдовского 2-ая очередь строительства. Блоки 4, 5», расположенному по адресу: Иркутская область, г. Иркутск, Октябрьский район, на углу улиц Байкальской и Дыдовского			
Изм.	Кол. изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Жилой дом		
Архитектор	Шабарова	Шабарова	07.22		07.22			
ГАП	Чузаева	Чузаева	07.22		07.22	Жилой дом		
Н. контроль	Карелина	Карелина	07.22		07.22			
					План 3-5-го этажа		ООО "ИнвестПроект"	

Экспликация помещений

Номер помещения	Наименование	Площадь, м ²	Площадь, м ² (с коэф)	Кат.* помеще-ния
3-5 этаж (блок-секция №4)				
Подъезд №2				
Эх-комнатная квартира №50, 55, 60				
301/1	Кухня	14.18		
301/2	Комната	19.72		
301/3	Комната	12.39		
301/4	Коридор	12.08		
301/5	Ванная	3.50		
301/6	Туалет	1.90		
301/7	Комната	14.95		
301/8	Балкон	4.36	1.31	
Итого по кв. №50, 55, 60:		83.08	80.03	
1-комнатная квартира №49, 54, 59				
302/1	Прихожая	7.75		
302/2	Санузел	5.72		
302/3	Комната	19.41		
302/4	Кухня	11.37		
302/5	Балкон	4.36	1.31	
Итого по кв. №49, 54, 59:		48.61	45.56	
1-комнатная квартира №48, 53, 58				
303/1	Прихожая	5.58		
303/2	Санузел	3.45		
303/3	Комната	15.77		
303/4	Кухня	9.33		
303/5	Лоджия	8.41	4.20	
Итого по кв. №48, 53, 58:		42.54	38.33	
1-комнатная квартира №47, 52, 57				
304/1	Прихожая	7.75		
304/2	Санузел	5.72		
304/3	Кухня	11.37		
304/4	Комната	19.41		
304/5	Балкон	4.36	1.31	
Итого по кв. №47, 52, 57:		48.61	45.56	
Эх-комнатная квартира №46, 51, 56				
305/1	Кухня	14.18		
305/2	Комната	19.72		
305/3	Комната	12.39		
305/4	Коридор	12.08		
305/5	Ванная	3.50		
305/6	Туалет	1.90		
305/7	Комната	14.95		
305/8	Балкон	4.36	1.31	
Итого по кв. №46, 51, 56:		83.08	80.03	

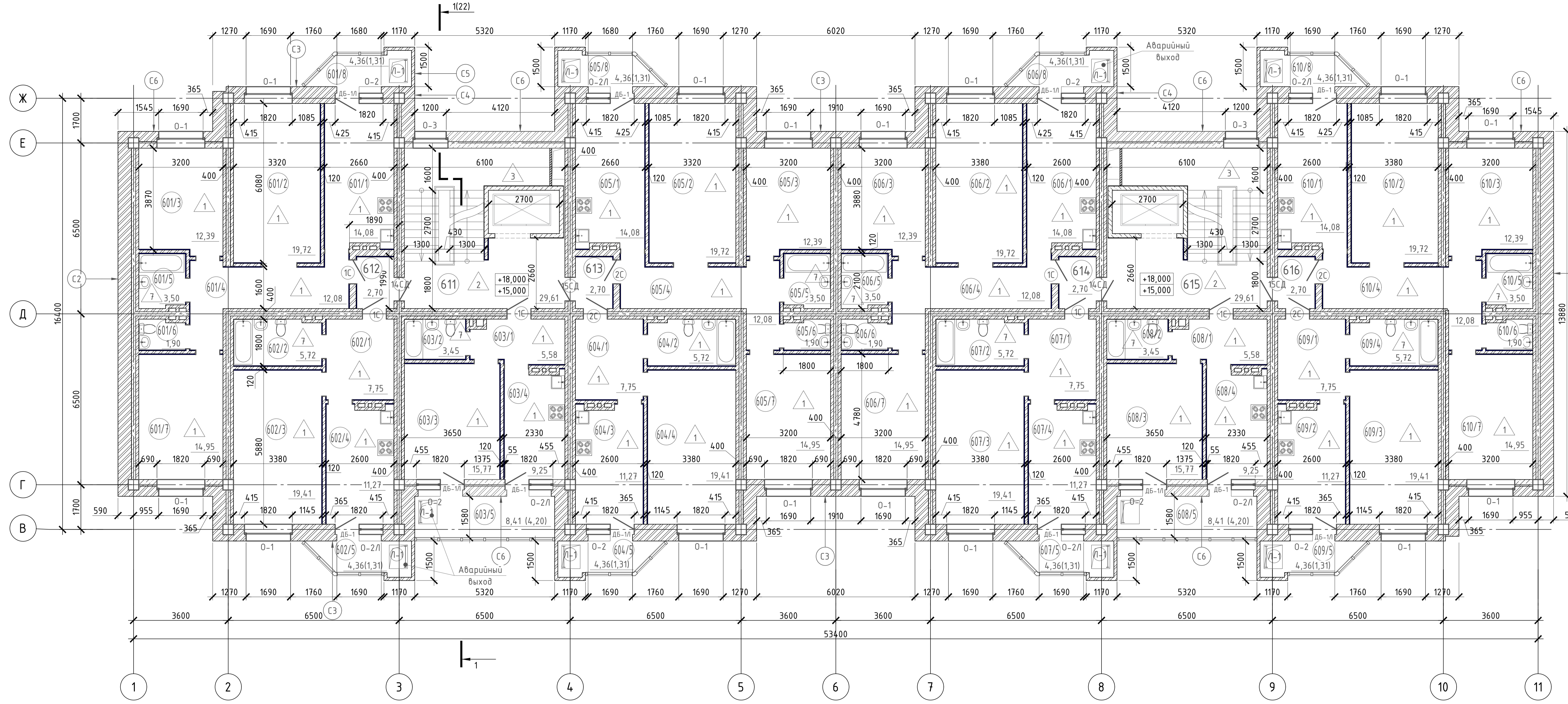
Номер помещения	Наименование	Площадь, м ²	Площадь, м ² (с коэф)	Кат.* помеще-ния
Подъезд №1				
Эх-комнатная квартира №10, 15, 20				
306/1	Кухня	14.18		
306/2	Комната	19.72		
306/3	Комната	12.39		
306/4	Коридор	12.08		
306/5	Ванная	3.50		
306/6	Туалет	1.90		
306/7	Комната	14.95		
306/8	Балкон	4.36	1.31	
Итого по кв. №10, 15, 20:		83.08	80.03	
1-комнатная квартира №9, 14, 19				
307/1	Прихожая	7.75		
307/2	Санузел	5.72		
307/3	Комната	19.41		
307/4	Кухня	11.37		
307/5	Балкон	4.36	1.31	
Итого по кв. №9, 14, 19:		48.61	45.56	
1-комнатная квартира №8, 13, 18				
308/1	Прихожая	5.58		
308/2	Санузел	3.45		
308/3	Комната	15.77		
308/4	Кухня	9.33		
308/5	Лоджия	8.41	4.20	
Итого по кв. №8, 13, 18:		42.54	38.33	
1-комнатная квартира №7, 12, 17				
309/1	Коридор	7.75		
309/2	Кухня	11.37		
309/3	Комната	19.41		
309/4	Санузел	5.72		
309/5	Балкон	4.36	1.31	
Итого по кв. 7, 12, 17:		48.61	45.56	
Эх-комнатная квартира №6, 11, 16,				
310/1	Кухня	14.18		
310/2	Комната	19.72		
310/3	Комната	12.39		
310/4	Коридор	12.08		
310/5	Ванная	3.50		
310/6	Туалет	1.90		
310/7	Комната	14.95		
310/8	Балкон	4.36	1.31	
Итого по кв. №6, 11, 16:		83.08	80.03	

Номер помещения	Наименование	Площадь, м ²	Площадь, м ² (с коэф)	Кат.* помеще-ния
Общедомовые помещения (подъезд № 2)				
311	Лестничная клетка	29.61		
312	Коридор	2.70		
313	Коридор	2.70		
Итого:		35.01		
Общедомовые помещения (подъезд № 1)				
314	Коридор	2.70		
315	Лестничная клетка	29.61		
316	Коридор	2.70		
Итого:		35.01		
Итого по этажу:		681.86	579.02	

*коэф. для балконов - 0,3; коэф. для лоджий - 0,5

609-2022-AP					
«Группа жилых домов с нежилыми помещениями на углу улиц Байкальской и Дыбовского 2-ая очередь строительства. Блоки 4, 5», расположенному по адресу: Иркутская область, г. Иркутск, Октябрьский район, на углу улиц Байкальской и Дыбовского					
Изм.	Кол. ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Архитектор	Шадарова				07.22
ГАП	Чугаева				07.22
Жилой дом			Стадия	Лист	Листов
			п	13	
Экспликация помещений 3-5-го этажа			ООО "ИнвестПроект"		
Н. контроль	Карелина				07.22

План 6-7-го этажа



- Условные обозначения:
- Внутренние стены:
 - кирпичная несъемная опалубка, толщиной 120 мм
 - железобетонные стены, толщиной 160 мм;
 - кирпичная несъемная опалубка, толщиной 120 мм.
 - Наружные стены (С2):
 - облицовочный кирпич, толщиной 120 мм;
 - вентилируемая воздушная прослойка - 70 мм;
 - негорючие плиты из каменной ваты ТехноНИКОЛЬ "Техноблок Стандарт" - 200 мм;
 - кирпичная кладка - 120 мм
 - железобетонные стены - 160 мм;
 - отделка в соответствии с ведомостью отделки помещений.
 - Наружные стены (С3):
 - облицовочный кирпич, толщиной 120 мм;
 - вентилируемая воздушная прослойка - 70 мм;
 - негорючие плиты из каменной ваты ТехноНИКОЛЬ "Техноблок Стандарт", толщиной 200 мм;
 - кирпичная кладка, толщиной 250 мм;
 - отделка в соответствии с ведомостью отделки помещений
 - Наружные стены (С4):
 - армированная цементная штукатурка KrasLand Фасад - 30 мм (см. 609-2022-КР);
 - облицовочный кирпич, толщиной 120 мм;
 - вентилируемая воздушная прослойка - 70 мм;
 - негорючие плиты из каменной ваты ТехноНИКОЛЬ "Техноблок Стандарт" - 200 мм;
 - кирпичная кладка - 120 мм
 - железобетонные стены - 160 мм;
 - отделка в соответствии с ведомостью отделки помещений.
 - Наружные стены балконов (С5):
 - армированная цементная штукатурка KrasLand Фасад - 30 мм (см. 609-2022-КР);
 - кирпичные стены, толщиной 120 мм
 - Наружные стены в осях "1-2/Г-Е", "10-11/Г-Е", "3-4/Е", "8-9/Е", "3-4/Г" и "8-9/Г" (С6):
 - облицовочный кирпич, толщиной 120 мм;
 - вентилируемая воздушная прослойка - 70 мм;
 - негорючие плиты из каменной ваты ТехноНИКОЛЬ "Техноблок Стандарт", толщиной 200 мм;
 - железобетонные стены, толщиной 250 мм;
 - отделка в соответствии с ведомостью отделки помещений
 - Обшивка:
 - обшивка воздуховодов, труб из гипсовых строительных плит (ГСП-А) на металлическом каркасе отнесенном от базовой стены С 625 (комплектная система КНАУФ), толщина облицовки не менее 87,5 мм (без звукоизоляции)
 - Шахта лифта:
 - штукатурка толщиной 10 мм;
 - ж/б шахта лифта, толщиной 160 мм.
 - Перегородки:
 - армированная цементная штукатурка суперпластичная KrasLand ЦЕМЕНИТ - 30 мм (см. 609-2022-КР);
 - кирпичная перегородка, толщиной 120, 250 мм;
 - армированная цементная штукатурка суперпластичная KrasLand ЦЕМЕНИТ - 30 мм (см. 609-2022-КР);
 - С3 - Тип отделки фасада
 - 1 - Марка пола

					609-2022-AP		
					«Группа жилых домов с нежилыми помещениями на углу улиц Байкальской и Дыдовского 2-ая очередь строительства. Блоки 4, 5», расположенному по адресу: Иркутская область, г. Иркутск, Октябрьский район, на углу улиц Байкальской и Дыдовского»		
Изм.	Кол. уц.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Жилой дом	
Архитектор	Шабарова	07.22					
ГАП	Чузаева	07.22				Стадия	Лист
						п	14
Н. контроль	Карелина	07.22				План 6-7-го этажа	
						ООО "ИнвестПроект"	

Экспликация помещений

Номер помещения	Наименование	Площадь, м²	Площадь, м² (с коэф)	Кат.* помеще-ния
6-7 этаж (блок-секция №4)				
Подъезд №2				
3х-комнатная квартира №65, 70				
601/1	Кухня	14.08		
601/2	Комната	19.72		
601/3	Комната	12.39		
601/4	Коридор	12.08		
601/5	Ванная	3.50		
601/6	Туалет	1.90		
601/7	Комната	14.95		
601/8	Балкон	4.36	1.31	
Итого по кв. 65, 70:		82.98	79.93	
1-комнатная квартира №64, 69				
602/1	Прихожая	7.75		
602/2	Санузел	5.72		
602/3	Комната	19.41		
602/4	Кухня	11.27		
602/5	Балкон	4.36	1.31	
Итого по кв. №64, 69:		48.51	45.46	
1-комнатная квартира №63, 68				
603/1	Прихожая	5.58		
603/2	Санузел	3.45		
603/3	Комната	15.77		
603/4	Кухня	9.25		
603/5	Лоджия	8.41	4.20	
Итого по кв. №63, 68:		42.46	38.25	
1-комнатная квартира №62, 67				
604/1	Прихожая	7.75		
604/2	Санузел	5.72		
604/3	Кухня	11.27		
604/4	Комната	19.41		
604/5	Балкон	4.36	1.31	
Итого по кв. 62, 67:		48.51	45.46	
3х-комнатная квартира №61,66				
605/1	Кухня	14.08		
605/2	Комната	19.72		
605/3	Комната	12.39		
605/4	Коридор	12.08		
605/5	Ванная	3.50		
605/6	Туалет	1.90		
605/7	Комната	14.95		
605/8	Балкон	4.36	1.31	
Итого по кв. №61, 66:		82.98	79.93	

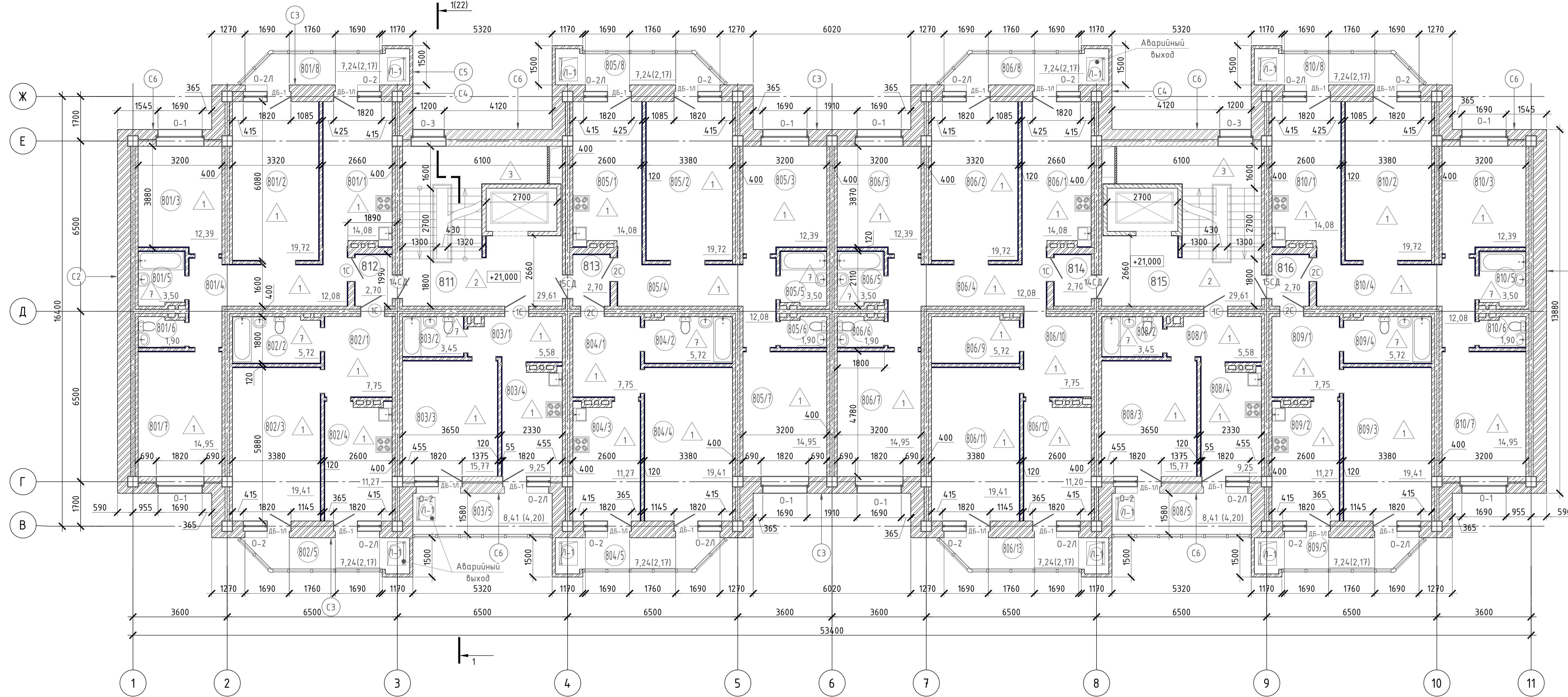
Номер помещения	Наименование	Площадь, м²	Площадь, м² (с коэф)	Кат.* помеще-ния
Подъезд №1				
3х-комнатная квартира №25, 30				
606/1	Кухня	14.08		
606/2	Комната	19.72		
606/3	Комната	12.39		
606/4	Коридор	12.08		
606/5	Ванная	3.50		
606/6	Туалет	1.90		
606/7	Комната	14.95		
606/8	Балкон	4.36	1.31	
Итого по кв. 25, 30:		82.98	79.93	
1-комнатная квартира №24, 29				
607/1	Прихожая	7.75		
607/2	Санузел	5.72		
607/3	Комната	19.41		
607/4	Кухня	11.27		
607/5	Балкон	4.36	1.31	
Итого по кв. 24, 29:		48.51	45.46	
1-комнатная квартира №23, 28				
608/1	Прихожая	5.58		
608/2	Санузел	3.45		
608/3	Комната	15.77		
608/4	Кухня	9.25		
608/5	Лоджия	8.41	4.20	
Итого по кв. №23, 28:		42.46	38.25	
1-комнатная квартира № 22, 27				
609/1	Коридор	7.75		
609/2	Кухня	11.27		
609/3	Комната	19.41		
609/4	Санузел	5.72		
609/5	Балкон	4.36	1.31	
Итого по кв. №22, 27:		48.51	45.46	
3х-комнатная квартира №21, 26				
610/1	Кухня	14.08		
610/2	Комната	19.72		
610/3	Комната	12.39		
610/4	Коридор	12.08		
610/5	Ванная	3.50		
610/6	Туалет	1.90		
610/7	Комната	14.95		
610/8	Балкон	4.36	1.31	
Итого по кв. №21, 26:		82.98	79.93	

Номер помещения	Наименование	Площадь, м²	Площадь, м² (с коэф)	Кат.* помеще-ния
Общедомовые помещения (подъезд №2)				
611	Лестничная клетка	29.61		
612	Коридор	2.70		
613	Коридор	2.70		
Итого:		35.01		
Общедомовые помещения (подъезд №1)				
614	Коридор	2.70		
615	Лестничная клетка	29.61		
616	Коридор	2.70		
Итого:		35.01		
Итого по этажу:		680.90	578.06	

*коэф. для балконов - 0,3; коэф. для лоджий - 0,5

609-2022-AP					
«Группа жилых домов с нежилыми помещениями на углу улиц Байкальской и Дыбовского 2-ая очередь строительства. Блоки 4, 5», расположенному по адресу: Иркутская область, г. Иркутск, Октябрьский район, на углу улиц Байкальской и Дыбовского					
Изм.	Кол. ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Архитектор	Шадарова				07.22
ГАП	Чугаева				07.22
Жилой дом			Стадия	Лист	Листов
			п	15	
Экспликация помещений 6-7-го этажа			ООО "ИнвестПроект"		
Н. контроль	Карелина				07.22

План 8-го этажа



- Условные обозначения:
- Внутренние стены:
 - кирпичная несъемная опалубка, толщиной 120 мм
 - железобетонные стены, толщиной 160 мм;
 - кирпичная несъемная опалубка, толщиной 120 мм.
 - Наружные стены (С2):
 - облицовочный кирпич, толщиной 120 мм;
 - вентилируемая воздушная прослойка - 70 мм;
 - негорючие плиты из каменной ваты ТехноНИКОЛЬ "Техноблок Стандарт" - 200 мм;
 - кирпичная кладка - 120 мм
 - железобетонные стены - 160 мм;
 - отделка в соответствии с ведомостью отделки помещений.
 - Наружные стены (С3):
 - облицовочный кирпич, толщиной 120 мм;
 - вентилируемая воздушная прослойка - 70 мм;
 - негорючие плиты из каменной ваты ТехноНИКОЛЬ "Техноблок Стандарт", толщиной 200 мм;
 - кирпичная кладка, толщиной 250 мм;
 - отделка в соответствии с ведомостью отделки помещений
 - Наружные стены (С4):
 - армированная цементная штукатурка KrasLand Фасад - 30 мм (см. 609-2022-КР);
 - облицовочный кирпич, толщиной 120 мм;
 - вентилируемая воздушная прослойка - 70 мм;
 - негорючие плиты из каменной ваты ТехноНИКОЛЬ "Техноблок Стандарт" - 200 мм;
 - кирпичная кладка - 120 мм
 - железобетонные стены - 160 мм;
 - отделка в соответствии с ведомостью отделки помещений.
 - Наружные стены балконов (С5):
 - армированная цементная штукатурка KrasLand Фасад - 30 мм (см. 609-2022-КР);
 - кирпичные стены, толщиной 120 мм
 - Наружные стены в осях "1-2/Г-Е", "10-11/Г-Е", "3-4/Е", "8-9/Е", "3-4/Г" и "8-9/Г" (С6):
 - облицовочный кирпич, толщиной 120 мм;
 - вентилируемая воздушная прослойка - 70 мм;
 - негорючие плиты из каменной ваты ТехноНИКОЛЬ "Техноблок Стандарт", толщиной 200 мм;
 - железобетонные стены, толщиной 250 мм;
 - отделка в соответствии с ведомостью отделки помещений
 - Обшивка:
 - обшивка воздуховодов, труб из гипсовых строительных плит (ГСП-А) на металлическом каркасе отнесенном от базовой стены С 625 (комплектная система КНАУФ), толщина облицовки не менее 87,5 мм (без звукоизоляции)
 - Шахта лифта:
 - штукатурка толщиной 10 мм;
 - ж/б шахта лифта, толщиной 160 мм.
 - Перегородки:
 - армированная цементная штукатурка суперпластичная KrasLand ЦЕМЕНИТ - 30 мм (см. 609-2022-КР);
 - кирпичная перегородка, толщиной 120, 250 мм;
 - армированная цементная штукатурка суперпластичная KrasLand ЦЕМЕНИТ - 30 мм (см. 609-2022-КР);
 - С3 - Тип отделки фасада
 - 1 - Марка пола

						609-2022-AP			
						«Группа жилых домов с нежилыми помещениями на углу улиц Байкальской и Дыдовского 2-ая очередь строительства. Блоки 4, 5», расположенному по адресу: Иркутская область, г. Иркутск, Октябрьский район, на углу улиц Байкальской и Дыдовского			
Изм.	Кол. изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Жилой дом	Стадия	Лист	Листов
Архитектор	Шабарова	Шабарова	07.22	<i>Шабарова</i>	07.22		п	16	
ГАП	Чузаева	Чузаева	07.22	<i>Чузаева</i>	07.22				
						План 8-го этажа	ООО "ИнвестПроект"		
Н. контроль	Карелина	Карелина	07.22	<i>Карелина</i>	07.22				

Экспликация помещений

Номер помещения	Наименование	Площадь, м²	Площадь, м² (с коэф)	Кат.* помеще-ния
8 этаж (блок-секция №4)				
Подъезд №2				
3х-комнатная квартира №75				
801/1	Кухня	14.08		
801/2	Комната	19.72		
801/3	Комната	12.39		
801/4	Коридор	12.08		
801/5	Ванная	3.50		
801/6	Туалет	1.90		
801/7	Комната	14.95		
801/8	Балкон	7.24	2.17	
Итого по кв. 75:		85.86	80.79	
1-комнатная квартира №74				
802/1	Прихожая	7.75		
802/2	Санузел	5.72		
802/3	Комната	19.41		
802/4	Кухня	11.27		
802/5	Балкон	7.24	2.17	
Итого по кв. №74		51.39	46.32	
1-комнатная квартира №73				
803/1	Прихожая	5.58		
803/2	Санузел	3.45		
803/3	Комната	15.77		
803/4	Кухня	9.25		
803/5	Лоджия	8.41	4.20	
Итого по кв. №73		42.46	38.25	
1-комнатная квартира №72				
804/1	Прихожая	7.75		
804/2	Санузел	5.72		
804/3	Кухня	11.27		
804/4	Комната	19.41		
804/5	Балкон	7.24	2.17	
Итого по кв. №72		51.39	46.32	
3х-комнатная квартира №71				
805/1	Кухня	14.08		
805/2	Комната	19.72		
805/3	Комната	12.39		
805/4	Коридор	12.08		
805/5	Ванная	3.50		
805/6	Туалет	1.90		
805/7	Комната	14.95		
805/8	Балкон	7.24	2.17	
Итого по кв. №71:		85.86	80.79	

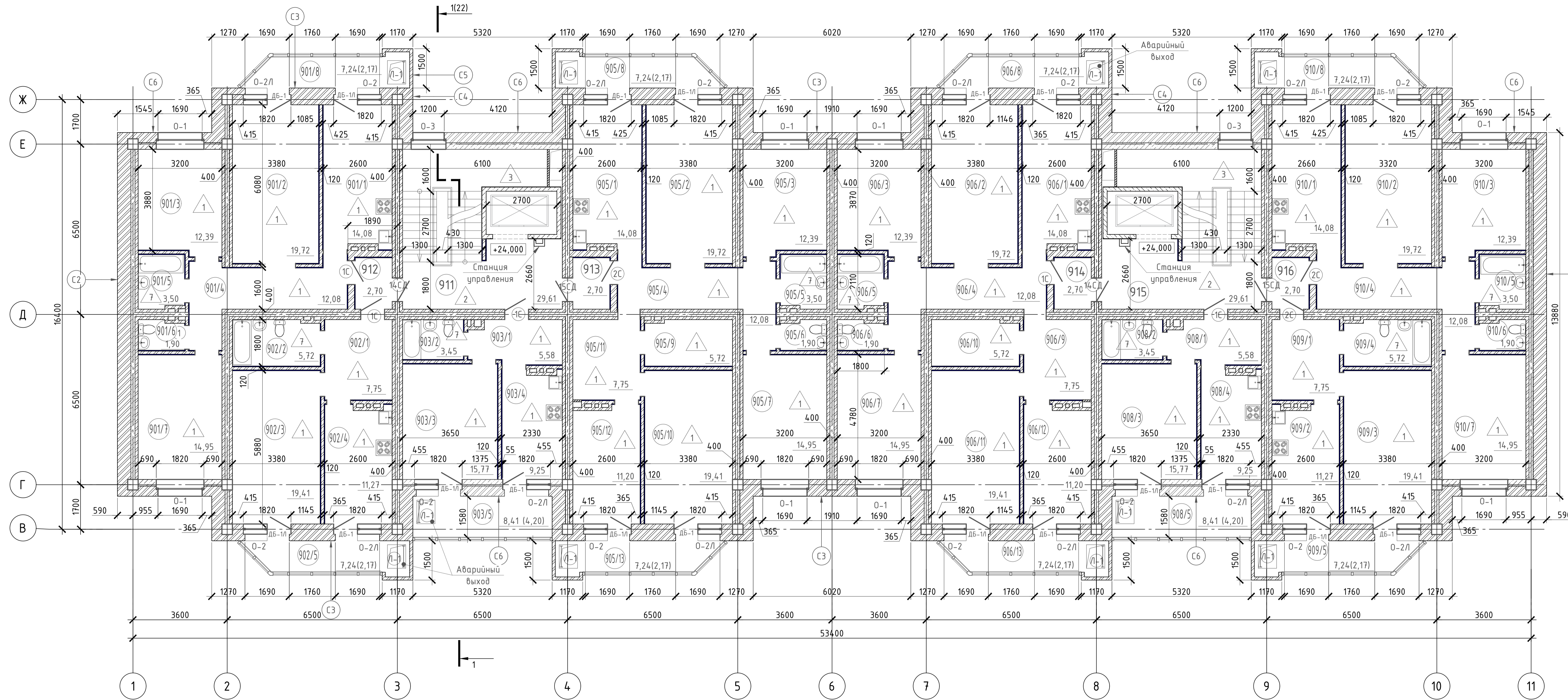
Номер помещения	Наименование	Площадь, м²	Площадь, м² (с коэф)	Кат.* помеще-ния
Подъезд №1				
5-комнатная квартира №34/35				
806/1	Кухня	14.08		
806/2	Комната	19.72		
806/3	Комната	12.39		
806/4	Коридор	12.08		
806/5	Ванная	3.50		
806/6	Туалет	1.90		
806/7	Комната	14.95		
806/8	Балкон	7.24	2.17	
806/9	Кладовая	5.72		
806/10	Коридор	7.75		
806/11	Комната	19.41		
806/12	Комната	11.20		
806/13	Балкон	7.24	2.17	
Итого по кв. №34/35:		137.18	127.04	
1-комнатная квартира №33				
808/1	Прихожая	5.58		
808/2	Санузел	3.45		
808/3	Комната	15.77		
808/4	Кухня	9.25		
808/5	Лоджия	8.41	4.20	
Итого по кв. №33:		42.46	38.25	
1-комнатная квартира №32				
809/1	Коридор	7.75		
809/2	Кухня	11.27		
809/3	Комната	19.41		
809/4	Санузел	5.72		
809/5	Балкон	7.24	2.17	
Итого по кв. №32:		51.39	46.32	
3х-комнатная квартира №31				
810/1	Кухня	14.08		
810/2	Комната	19.72		
810/3	Комната	12.39		
810/4	Коридор	12.08		
810/5	Ванная	3.50		
810/6	Туалет	1.90		
810/7	Комната	14.95		
810/8	Балкон	7.24	2.17	
Итого по кв. №31:		85.86	80.79	

Номер помещения	Наименование	Площадь, м²	Площадь, м² (с коэф)	Кат.* помеще-ния
Общедомовые помещения (подъезд №2)				
811	Лестничная клетка	29.61		
812	Коридор	2.70		
813	Коридор	2.70		
Итого:		35.01		
Общедомовые помещения (подъезд №1)				
814	Коридор	2.70		
815	Лестничная клетка	29.61		
816	Коридор	2.70		
Итого:		35.01		
Итого по этажу:		703.87	584.87	

*коэф. для балконов - 0,3; коэф. для лоджий - 0,5

						609-2022-AP		
						«Группа жилых домов с нежилыми помещениями на углу улиц Байкальской и Дыдовского 2-ая очередь строительства. Блоки 4, 5», расположенному по адресу: Иркутская область, г. Иркутск, Октябрьский район, на углу улиц Байкальской и Дыдовского		
Изм.	Кол. ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Жилой дом		
Архитектор	Шабаева				07.22			
ГАП	Чугаева				07.22	Стадия	Лист	Листов
						п	17	
Н. контроль Карелина						Экспликация помещений 8-го этажа		
						ООО "ИнвестПроект"		

План 9-го этажа



- Условные обозначения:
- Внутренние стены:
 - кирпичная несъемная опалубка, толщиной 120 мм
 - железобетонные стены, толщиной 160 мм;
 - кирпичная несъемная опалубка, толщиной 120 мм.
 - Наружные стены (С2):
 - облицовочный кирпич, толщиной 120 мм;
 - вентилируемая воздушная прослойка - 70 мм;
 - негорючие плиты из каменной ваты ТехноНИКОЛЬ "Техноблок Стандарт" - 200 мм;
 - кирпичная кладка - 120 мм;
 - железобетонные стены - 160 мм;
 - отделка в соответствии с ведомостью отделки помещений.
 - Наружные стены (С3):
 - облицовочный кирпич, толщиной 120 мм;
 - вентилируемая воздушная прослойка - 70 мм;
 - негорючие плиты из каменной ваты ТехноНИКОЛЬ "Техноблок Стандарт", толщиной 200 мм;
 - кирпичная кладка, толщиной 250 мм;
 - отделка в соответствии с ведомостью отделки помещений
 - Наружные стены (С4):
 - армированная цементная штукатурка KrasLand Фасад - 30 мм (см. 609-2022-КР);
 - облицовочный кирпич, толщиной 120 мм;
 - вентилируемая воздушная прослойка - 70 мм;
 - негорючие плиты из каменной ваты ТехноНИКОЛЬ "Техноблок Стандарт" - 200 мм;
 - кирпичная кладка - 120 мм
 - железобетонные стены - 160 мм;
 - отделка в соответствии с ведомостью отделки помещений.
 - Наружные стены балконов (С5):
 - армированная цементная штукатурка KrasLand Фасад - 30 мм (см. 609-2022-КР);
 - кирпичные стены, толщиной 120 мм
 - Наружные стены в осях "1-2/Г-Е", "10-11/Г-Е", "3-4/Е", "8-9/Е", "3-4/Г" и "8-9/Г" (С6):
 - облицовочный кирпич, толщиной 120 мм;
 - вентилируемая воздушная прослойка - 70 мм;
 - негорючие плиты из каменной ваты ТехноНИКОЛЬ "Техноблок Стандарт", толщиной 200 мм;
 - железобетонные стены, толщиной 250 мм;
 - отделка в соответствии с ведомостью отделки помещений
 - Обшивка:
 - обшивка воздуховодов, труб из гипсовых строительных плит (ГСП-А) на металлическом каркасе отнесенном от базовой стены С 625 (комплектная система КНАУФ), толщина облицовки не менее 87,5 мм (без звукоизоляции)
 - Шахта лифта:
 - штукатурка толщиной 10 мм;
 - ж/б шахта лифта, толщиной 160 мм.
 - Перегородки:
 - армированная цементная штукатурка суперпластичная KrasLand ЦЕМЕНИТ - 30 мм (см. 609-2022-КР);
 - кирпичная перегородка, толщиной 120, 250 мм;
 - армированная цементная штукатурка суперпластичная KrasLand ЦЕМЕНИТ - 30 мм (см. 609-2022-КР);
 - С3 - Тип отделки фасада
 - 1 - Марка пола

					609-2022-AP				
					«Группа жилых домов с нежилыми помещениями на углу улиц Байкальской и Дыдовского 2-ая очередь строительства. Блоки 4, 5», расположенному по адресу: Иркутская область, г. Иркутск, Октябрьский район, на углу улиц Байкальской и Дыдовского				
Изм.	Кол. изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Жилой дом	Стадия	Лист	Листов
Архитектор	Шабарова	Шабарова	07.22	<i>[Signature]</i>	07.22		п	18	
ГАП	Чузаева	Чузаева	07.22	<i>[Signature]</i>	07.22				
Н. контроль	Карелина	Карелина	07.22	<i>[Signature]</i>	07.22	План 9-го этажа	ООО "ИнвестПроект"		

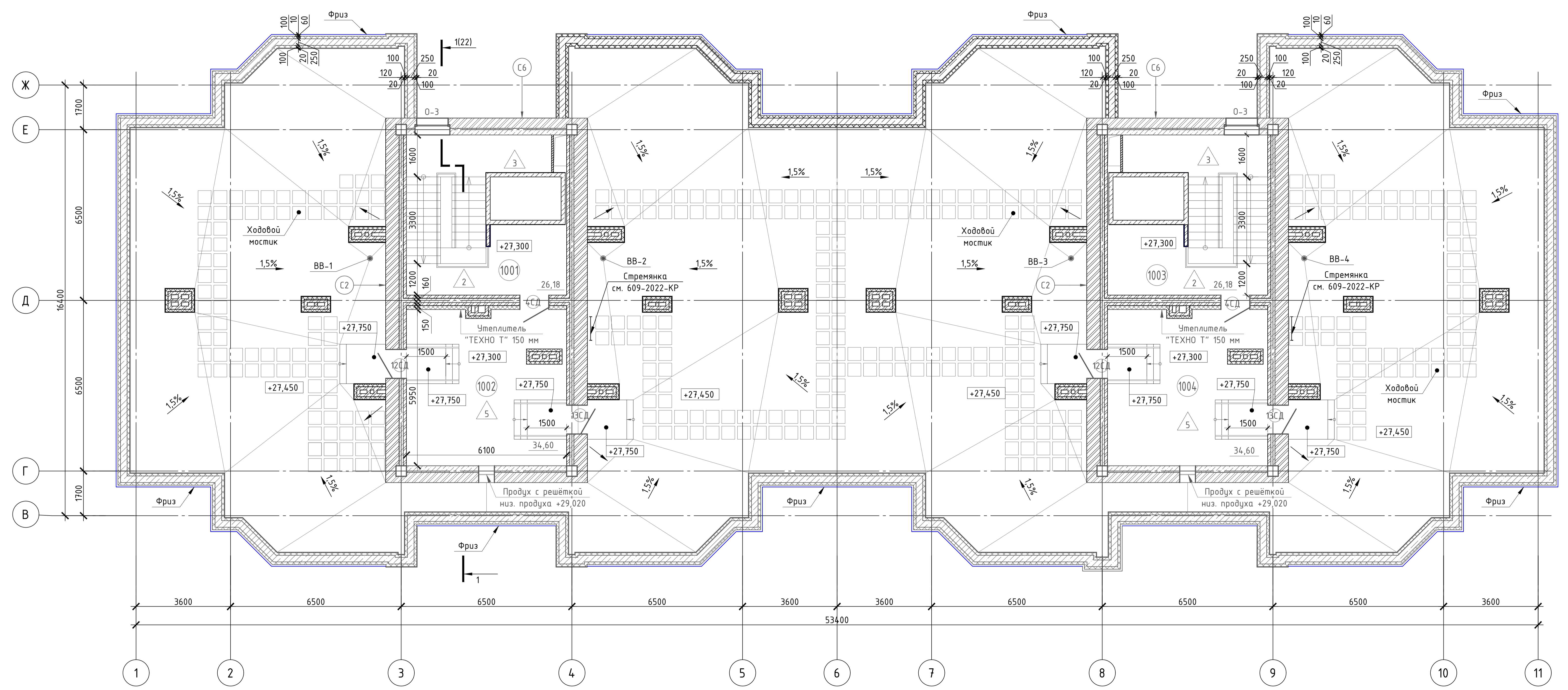
Экспликация помещений

Номер помещения	Наименование	Площадь, м ²	Площадь, м ² (с коэф)	Кат.* помеще-ния	Номер помещения	Наименование	Площадь, м ²	Площадь, м ² (с коэф)	Кат.* помеще-ния	Номер помещения	Наименование	Площадь, м ²	Площадь, м ² (с коэф)	Кат.* помеще-ния	
9 этаж					Подъезд №1					Общедомовые помещения (подъезд №2)					
Подъезд №2					5-комнатная квартира №34/40					911 Лестничная клетка 29.61					
Эх-комнатная квартира № 80					906/1	Кухня	14.08			912	Коридор	2.70			
901/1	Кухня	14.08			906/2	Комната	19.72			913	Коридор	2.70			
901/2	Комната	19.72			906/3	Комната	12.39			Итого:			35.01		
901/3	Комната	12.39			906/4	Коридор	12.08			Общедомовые помещения (подъезд №1)					
901/4	Коридор	12.08			906/5	Ванная	3.50			914	Коридор	2.70			
901/5	Ванная	3.50			906/6	Туалет	1.90			915	Лестничная клетка	29.61			
901/6	Туалет	1.90			906/7	Комната	14.95			916	Коридор	2.70			
901/7	Комната	14.95			906/8	Балкон	7.24	2.17		Итого:			35.01		
901/8	Балкон	7.24	2.17		906/9	Коридор	7.75			Итого по этажу:			703.80	584.80	
Итого по кв. №80:					906/10	Кладовая	5.72								
1-комнатная квартира №79					906/11	Комната	19.41								
902/1	Прихожая	7.75			906/12	Комната	11.20								
902/2	Санузел	5.72			906/13	Балкон	7.24	2.17							
902/3	Комната	19.41			Итого по кв. №39/40:			137.18	127.04						
902/4	Кухня	11.27			1-комнатная квартира №38										
902/5	Балкон	7.24	2.17		908/1	Прихожая	5.58								
Итого по кв. №79:					908/2	Санузел	3.45								
1-комнатная квартира № 78					908/3	Комната	15.77								
903/1	Прихожая	5.58			908/4	Кухня	9.25								
903/2	Санузел	3.45			908/5	Лоджия	8.41	4.20							
903/3	Комната	15.77			Итого по кв. №38:			42.46	38.25						
903/4	Кухня	9.25			1-комнатная квартира №37										
903/5	Лоджия	8.41	4.20		909/1	Коридор	7.75								
Итого по кв. №78:					909/2	Кухня	11.27								
5-комнатная квартира № 76/77					909/3	Комната	19.41								
905/1	Кухня	14.08			909/4	Санузел	5.72								
905/2	Комната	19.72			909/5	Балкон	7.24	2.17							
905/3	Комната	12.39			Итого по кв. №37:			51.39	46.32						
905/4	Коридор	12.08			Эх-комнатная квартира №36										
905/5	Ванная	3.50			910/1	Кухня	14.08								
905/6	Туалет	1.90			910/2	Комната	19.72								
905/7	Комната	14.95			910/3	Комната	12.39								
905/8	Балкон	7.24	2.17		910/4	Коридор	12.08								
905/9	Кладовая	5.72			910/5	Ванная	3.50								
905/10	Комната	19.41			910/6	Туалет	1.90								
905/11	Коридор	7.75			910/7	Комната	14.95								
905/12	Комната	11.20			910/8	Балкон	7.24	2.17							
905/13	Балкон	7.24	2.17		Итого по кв. №36:			85.86	80.79						
Итого по кв. №76/77:															

*коэф. для балконов - 0,3; коэф. для лоджий - 0,5

						609-2022-AP		
						«Группа жилых домов с нежилыми помещениями на углу улиц Байкальской и Дыдовского 2-ая очередь строительства. Блоки 4, 5», расположенному по адресу: Иркутская область, г. Иркутск, Октябрьский район, на углу улиц Байкальской и Дыдовского		
Изм.	Кол. ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			
Архитектор	Шадарова				07.22			
ГАП	Чугаева				07.22			
						Жилой дом		
						Стадия	Лист	Листов
						п	19	
						Экспликация помещений 9-го этажа		
						ООО "ИнвестПроект"		

План чердака



Экспликация помещений

Номер помещения	Наименование	Площадь, м ²	Кат. помещения
Выход на кровлю			
Подъезд №2			
1001	Лестничная клетка	26.18	
1002	Чердак	34.60	
Итого:		60.78	
Подъезд №1			
1003	Лестничная клетка	26.18	
1004	Чердак	34.60	
Итого:		60.78	
Итого по этажу:		121.56	

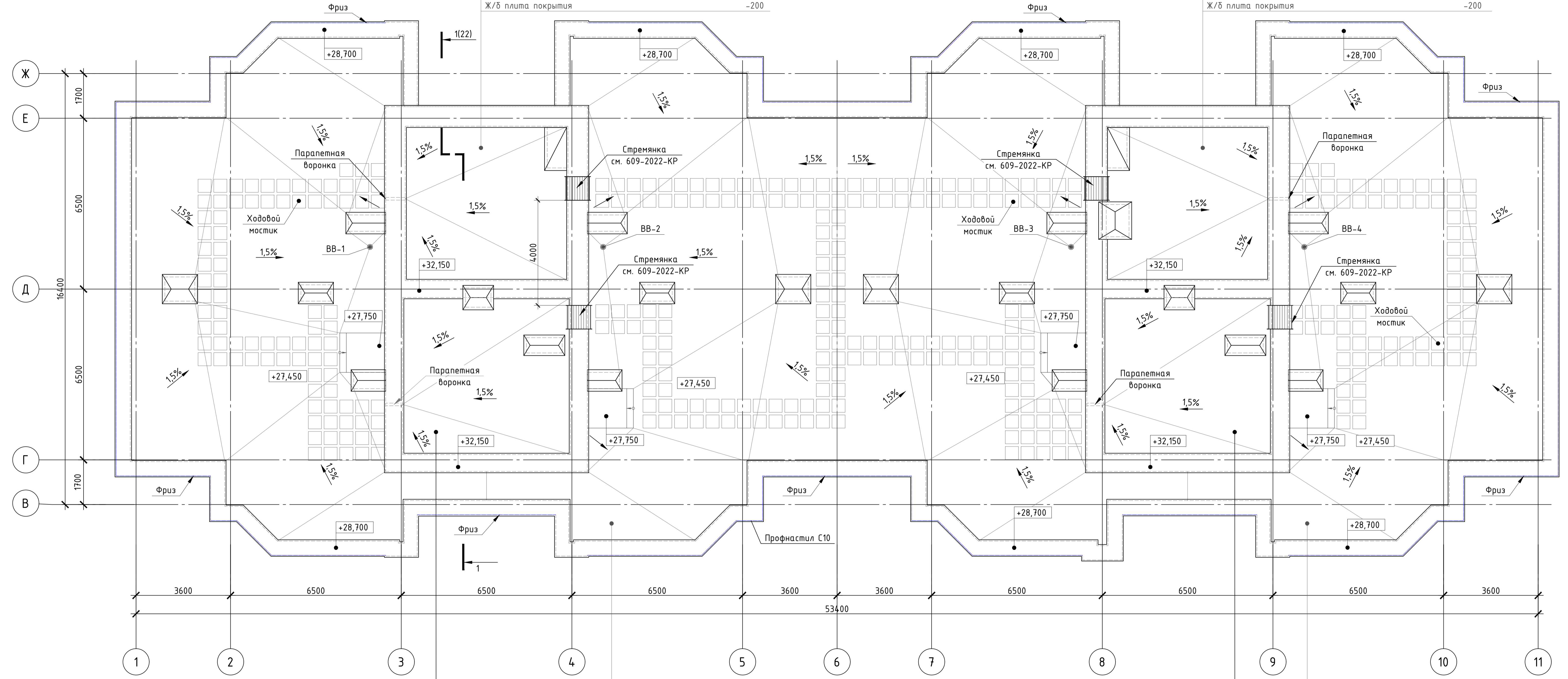
1.В наружных стенах чердака предусмотрены продухи. Площадь одного продуха 0,24 м². Продухи закрыты алюминиевыми вентиляционными решётками РЭД-Н размером 0,6х0,4 м (2 шт.).

609-2022-AP					
«Группа жилых домов с нежилыми помещениями на углу улиц Байкальской и Дыдовского 2-ая очередь строительства. Блоки 4, 5», расположенному по адресу: Иркутская область, г. Иркутск, Октябрьский район, на углу улиц Байкальской и Дыдовского»					
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Архитектор	Шабарова				07.22
ГАП	Чугаева				07.22
Жилой дом				Стадия	Лист
				п	20
План чердака				ООО "ИнвестПроект"	
Н. контроль	Карелина				07.22

Балласт из гравия фр. 20-40 мм	- 60;
Дренажная мембрана PLANTER geo	- 1 слой;
Экструзионный пенополистирол ТЕХНИКОЛЬ CARBON PROF	- 200;
Техноэласт ЭПП	- 2 слоя;
Праймер битумный ТЕХНИКОЛЬ № 01	- 1 слой;
Армированная цементно-песчаная стяжка М200	- 50;
Уклонообразующий слой из керамзитового гравия	- 30...160;
Пароизоляционная мембрана ISOBOX D LITE	- 1 слой;
Ж/б плита покрытия	-200

План кровли

Балласт из гравия фр. 20-40 мм	- 60;
Дренажная мембрана PLANTER geo	- 1 слой;
Экструзионный пенополистирол ТЕХНИКОЛЬ CARBON PROF	- 200;
Техноэласт ЭПП	- 2 слоя;
Праймер битумный ТЕХНИКОЛЬ № 01	- 1 слой;
Армированная цементно-песчаная стяжка М200	- 50;
Уклонообразующий слой из керамзитового гравия	- 30...160;
Пароизоляционная мембрана ISOBOX D LITE	- 1 слой;
Ж/б плита покрытия	-200



Балласт из гравия фр. 20-40 мм	- 60
Дренажная мембрана PLANTER geo	- 1 слой
Техноэласт ЭПП	- 2 слоя
Праймер битумный ТЕХНИКОЛЬ №1	- 1 слой
Армированная цементно-песчаная стяжка М200	- 50
Уклонообразующий слой из керамзитового гравия	- 30...160;
Ж/б плита покрытия	-200

Балласт из гравия фр. 20-40 мм	- 60;
Дренажная мембрана PLANTER geo	- 1 слой;
Экструзионный пенополистирол ТЕХНИКОЛЬ CARBON PROF	- 250;
Техноэласт ЭПП	- 2 слоя;
Праймер битумный ТЕХНИКОЛЬ № 01	- 1 слой;
Армированная цементно-песчаная стяжка М200	- 50;
Уклонообразующий слой из керамзитового гравия	- 30...160;
Пароизоляционная мембрана ISOBOX D LITE	- 1 слой
Ж/б плита покрытия	-200

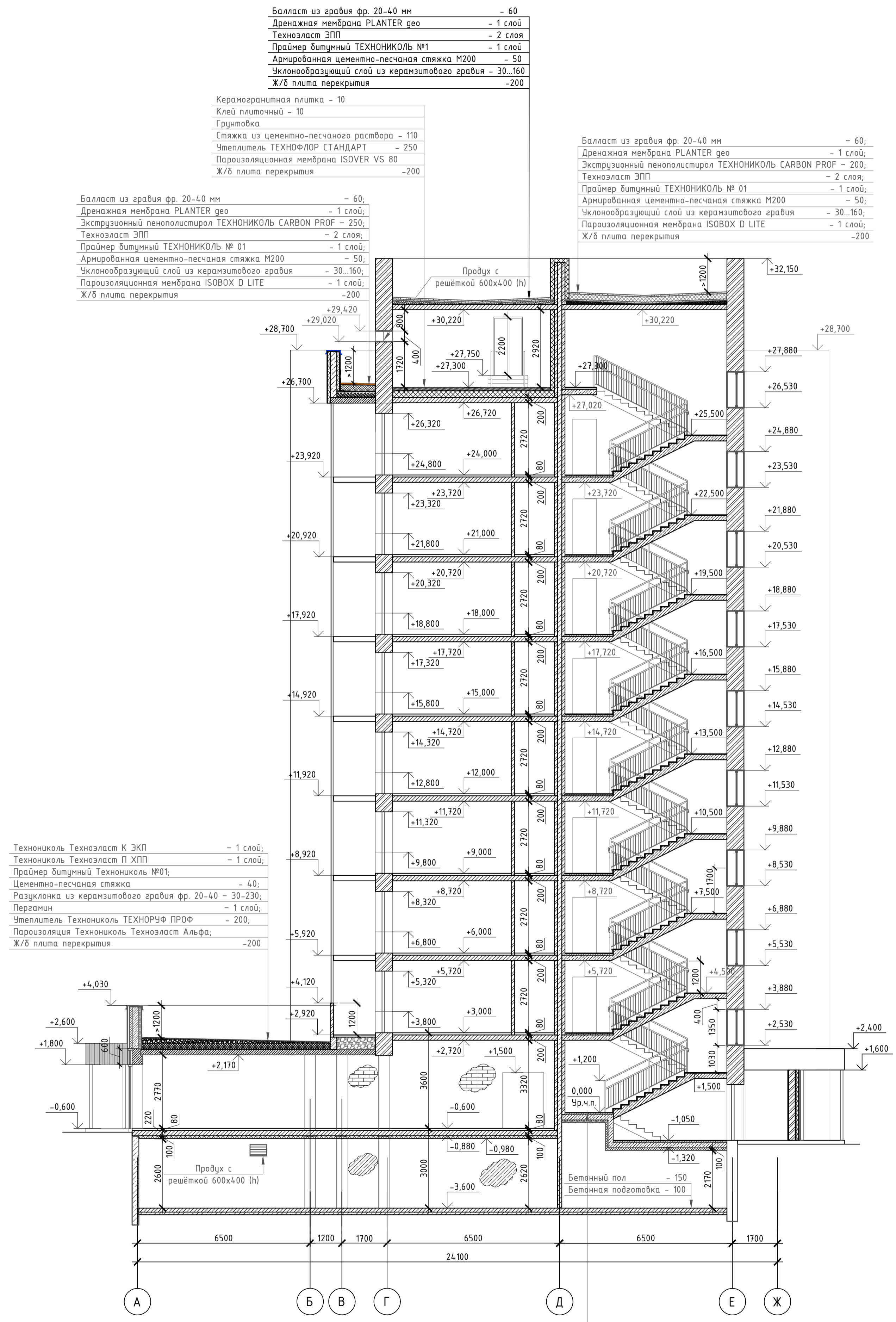
Балласт из гравия фр. 20-40 мм	- 60
Дренажная мембрана PLANTER geo	- 1 слой
Техноэласт ЭПП	- 2 слоя
Праймер битумный ТЕХНИКОЛЬ №1	- 1 слой
Армированная цементно-песчаная стяжка М200	- 50
Уклонообразующий слой из керамзитового гравия	- 30...160;
Ж/б плита покрытия	-200

Балласт из гравия фр. 20-40 мм	- 60;
Дренажная мембрана PLANTER geo	- 1 слой;
Экструзионный пенополистирол ТЕХНИКОЛЬ CARBON PROF	- 250;
Техноэласт ЭПП	- 2 слоя;
Праймер битумный ТЕХНИКОЛЬ № 01	- 1 слой;
Армированная цементно-песчаная стяжка М200	- 50;
Уклонообразующий слой из керамзитового гравия	- 30...160;
Пароизоляционная мембрана ISOBOX D LITE	- 1 слой
Ж/б плита покрытия	-200

- Для прохода к обслуживающему оборудованию, расположенному на кровле предусмотрены ходовые дорожки из бетонных тротуарных плиток 6К.5 (500x500x50). Для беспрепятственного отвода воды с кровли дорожки уложены с расстоянием между плитками в 100 мм.
- Вокруг вентиляционных шахт предусмотрены контруклоны.
- По периметру кровли жилого дома, покрытия лестнично-лифтового узла и чердака предусмотрен парапет высотой не менее 1,2 м, узлы устройства парапета см. в разделе 609-2022-КР.
- Водосток с кровли жилого дома предусмотрен внутренний, организованный (ВВ), с лестнично-лифтового узла и чердака через паралетные воронки.
- В местах перепада высот (при водоотводе через паралетные воронки) на пониженных участках кровли предусмотрено её усиление тротуарными плитками.

609-2022-AP					
«Группа жилых домов с нежилыми помещениями на углу улиц Байкальской и Дыдовского 2-ая очередь строительства. Блоки 4, 5», расположенному по адресу: Иркутская область, г. Иркутск, Октябрьский район, на углу улиц Байкальской и Дыдовского					
Изм.	Кол. уз.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Архитектор	Шабарова	Шабарова	07.22	<i>[Signature]</i>	07.22
ГАП	Чугаева	Чугаева	07.22	<i>[Signature]</i>	07.22
Н. контроль		Карелина	07.22	<i>[Signature]</i>	07.22
Жилой дом					Стация Лист Листов п 21
План кровли					000 "ИнвестПроект"

Разрез 1-1



Балласт из гравия фр. 20-40 мм	- 60
Дренажная мембрана PLANTER geo	- 1 слой
Техноласт ЭПП	- 2 слоя
Праймер битумный ТЕХНОНИКОЛЬ №1	- 1 слой
Армированная цементно-песчаная стяжка М200	- 50
Уклонообразующий слой из керамзитового гравия	- 30,160
Ж/б плита перекрытия	-200

Керамогранитная плитка	- 10
Клей плиточный	- 10
Грунтовка	
Стяжка из цементно-песчаного раствора	- 110
Утеплитель ТЕХНОФЛОР СТАНДАРТ	- 250
Пароизоляционная мембрана ISOVER VS 80	
Ж/б плита перекрытия	-200

Балласт из гравия фр. 20-40 мм	- 60;
Дренажная мембрана PLANTER geo	- 1 слой;
Экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF	- 250;
Техноласт ЭПП	- 2 слоя;
Праймер битумный ТЕХНОНИКОЛЬ № 01	- 1 слой;
Армированная цементно-песчаная стяжка М200	- 50;
Уклонообразующий слой из керамзитового гравия	- 30,160;
Пароизоляционная мембрана ISOBOX D LITE	- 1 слой;
Ж/б плита перекрытия	-200

Балласт из гравия фр. 20-40 мм	- 60;
Дренажная мембрана PLANTER geo	- 1 слой;
Экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF	- 200;
Техноласт ЭПП	- 2 слоя;
Праймер битумный ТЕХНОНИКОЛЬ № 01	- 1 слой;
Армированная цементно-песчаная стяжка М200	- 50;
Уклонообразующий слой из керамзитового гравия	- 30,160;
Пароизоляционная мембрана ISOBOX D LITE	- 1 слой;
Ж/б плита перекрытия	-200

Технониколь Техноласт К ЭКП	- 1 слой;
Технониколь Техноласт П ХПП	- 1 слой;
Праймер битумный Технониколь №01;	
Цементно-песчаная стяжка	- 40;
Разуклонка из керамзитового гравия фр. 20-40 - 30-230;	
Пергамин	- 1 слой;
Утеплитель Технониколь ТЕХНОРУФ ПРОФ	- 200;
Пароизоляция Технониколь Техноласт Альфа;	
Ж/б плита перекрытия	-200

Керамогранитная плитка	
Клей для плитки	- 10
Грунтовка	
Железобетонная плита перекрытия	- 200
Утеплитель ТЕХНОНИКОЛЬ "ТЕХНО Т 150"	-100

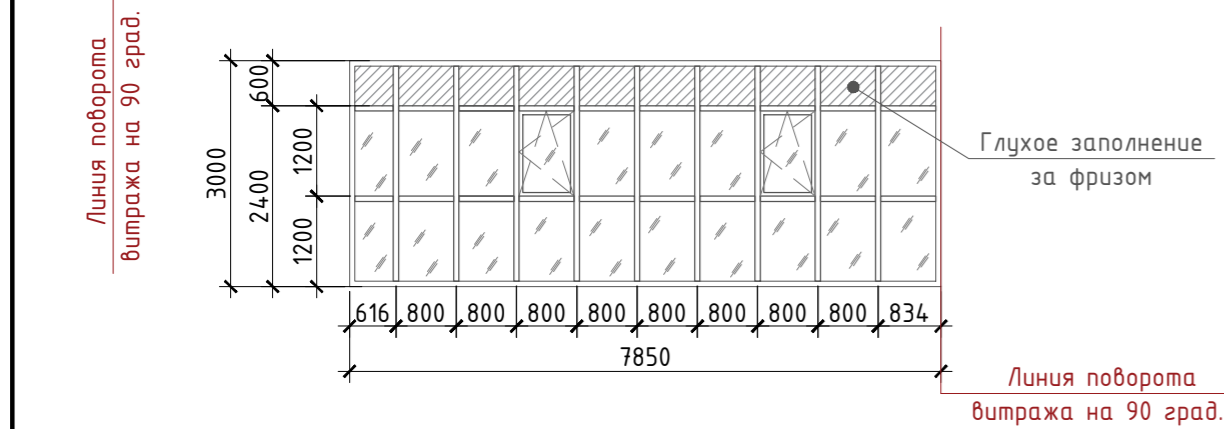
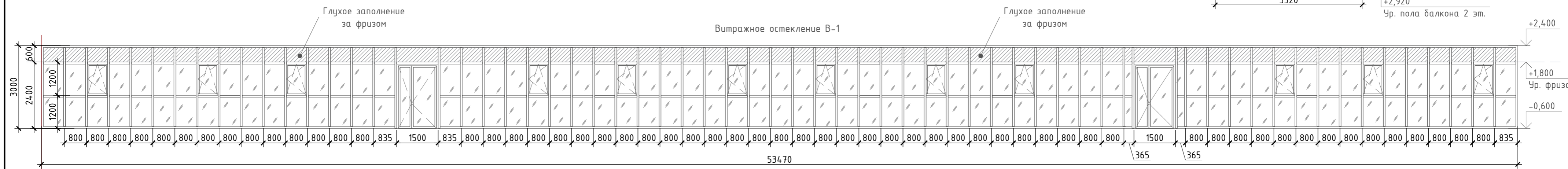
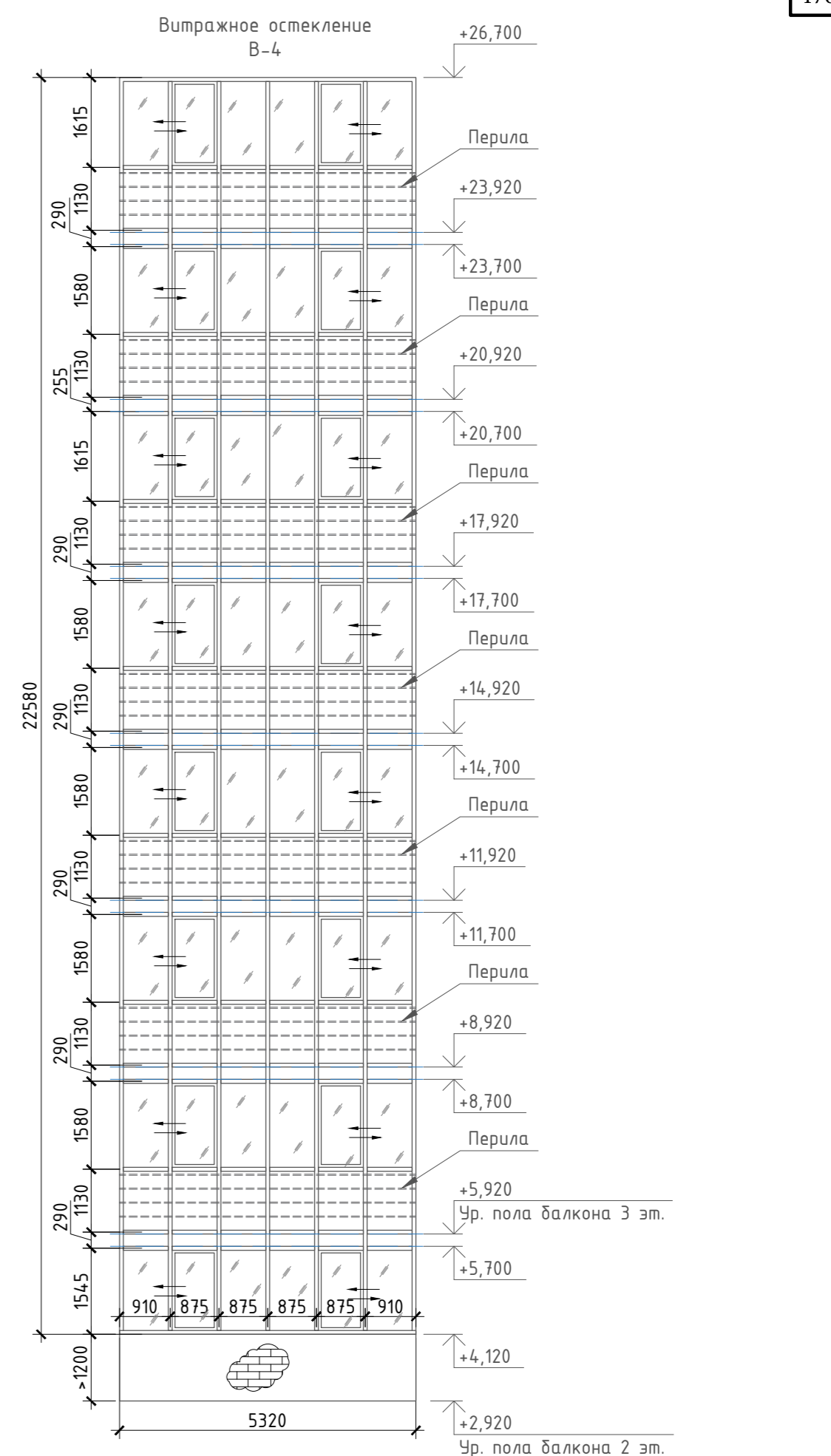
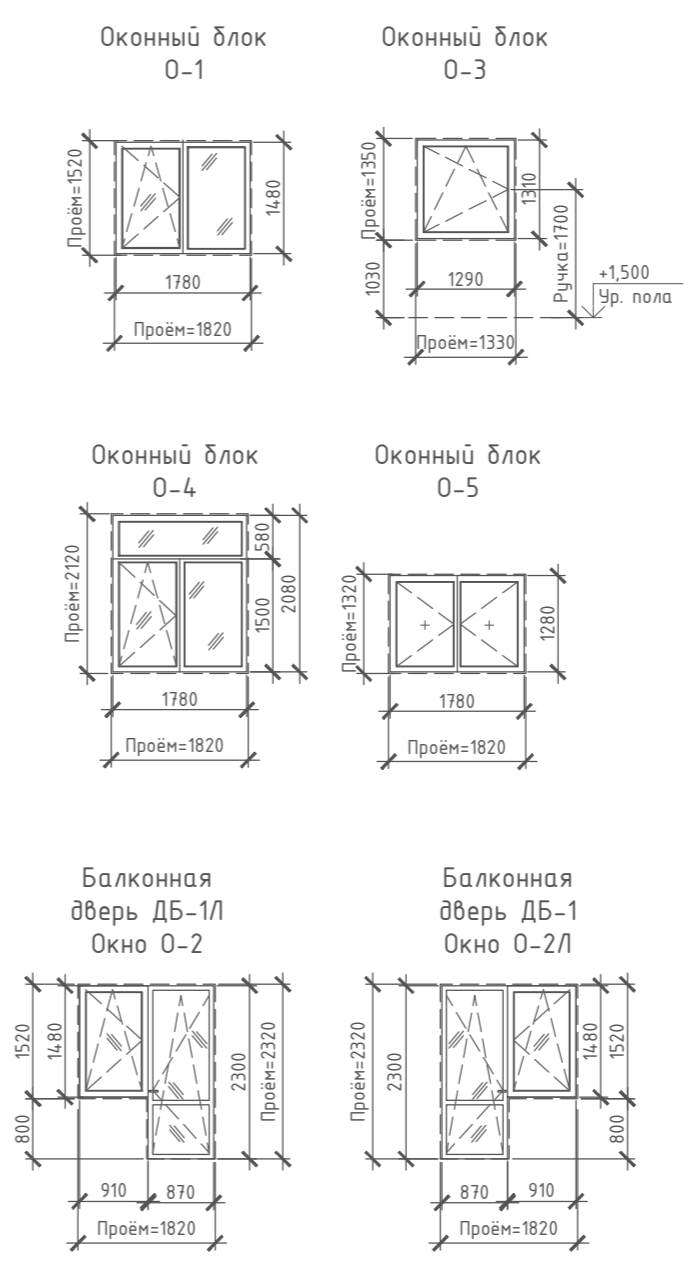
609-2022-AP					
«Группа жилых домов с нежилыми помещениями на углу улиц Байкальской и Дыдовского 2-ая очередь строительства. Блоки 4, 5», расположенному по адресу: Иркутская область, г. Иркутск, Октябрьский район, на углу улиц Байкальской и Дыдовского					
Изм.	Кол. изм.	Лист № док.	Пробл.	Дата	
Архитектор	Шаварова	07.22			
ГАП	Чугаева	07.22			
Н. контроль	Карелина	07.22			
Жилой дом				Стация	Лист
Разрез 1-1				п	22
ООО "ИнвестПроект"					

Спецификация элементов заполнения оконных и дверных проемов

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во по этажам								Всего ед. шт.	Откосы, м2	Примечание
			Подвал	1 этаж	2 этаж	3-5 этаж	6-7 этаж	8 этаж	9 этаж	Чердак			
Балконные двери													
ДБ-1	ГОСТ 30674-99	БП Б2 2300x870 (4М1-12Аг-4М1-12-И4)	-	-	6	18	12	10	10	-	56	108,98	
ДБ-1Л		БП Б2 2300x870 (4М1-12-4М1-12-И4)	-	-	6	18	12	10	10	-	56	108,98	
Окна													
О-1	ГОСТ 30674-99	ОП Б2 1480x1780 (4М1-12Аг-4М1-12Аг-К4)	-	-	16	48	32	8	8	-	112	185,81	
О-2		ОП Б2 1480x910 (4М1-12Аг-4М1-12Аг-К4)	-	-	6	18	12	10	10	-	56	См. ДБ-1Л	
О-2Л		ОП Б2 1480x910 (4М1-12Аг-4М1-12Аг-К4)	-	-	6	18	12	10	10	-	56	См. ДБ-1	
О-3		ОП Б2 1310x1290 (4М1-12Аг-4М1-12Аг-К4)	-	-	2	6	4	2	2	2	18	24,63	
О-4		ОП Б2 2080x1780 (4М1-12Аг-4М1-12Аг-К4)	-	12	-	-	-	-	-	-	12	24,95	
О-5		ОП Б2 1280x1780	4	-	-	-	-	-	-	-	4	-	
Подоконные доски													
ПД-1	ГОСТ 30673-2013	ПД ПВХ 20x1900x380	4	12	16	48	32	8	8	-	128		Для О-1, О-4, О-5
ПД-2		ПД ПВХ 20x970x380	-	-	12	36	24	20	20	-	112		Для О-2, О-2Л
ПД-3		ПД ПВХ 20x1400x380	-	-	2	6	4	2	2	2	18		Для О-3

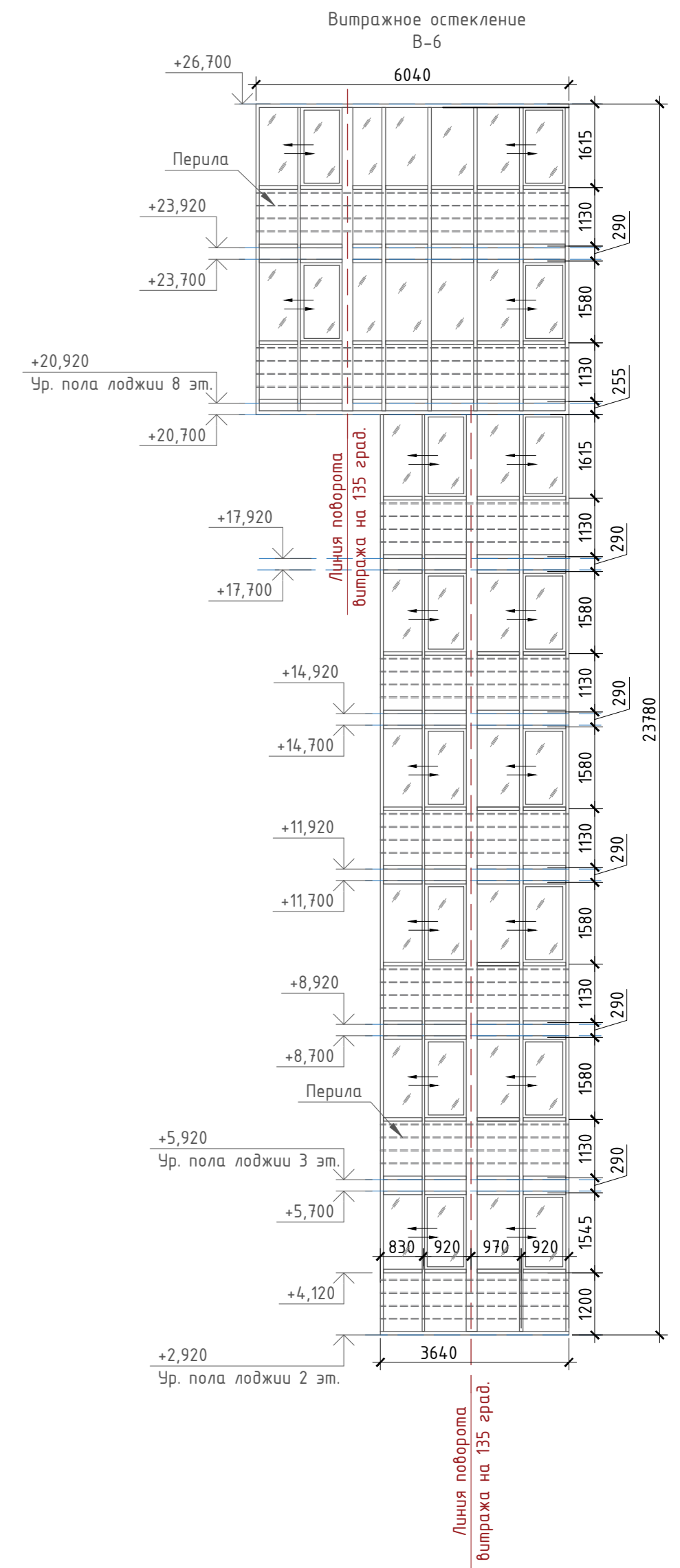
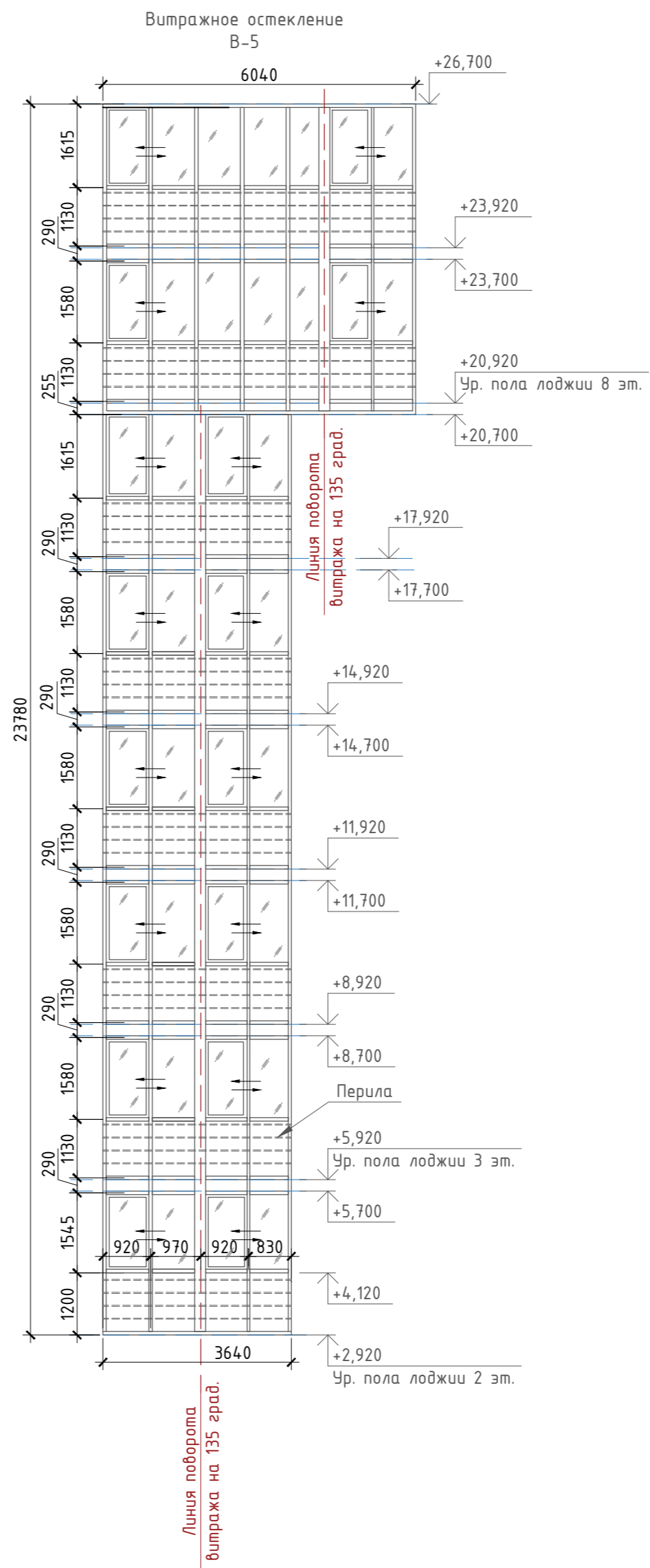
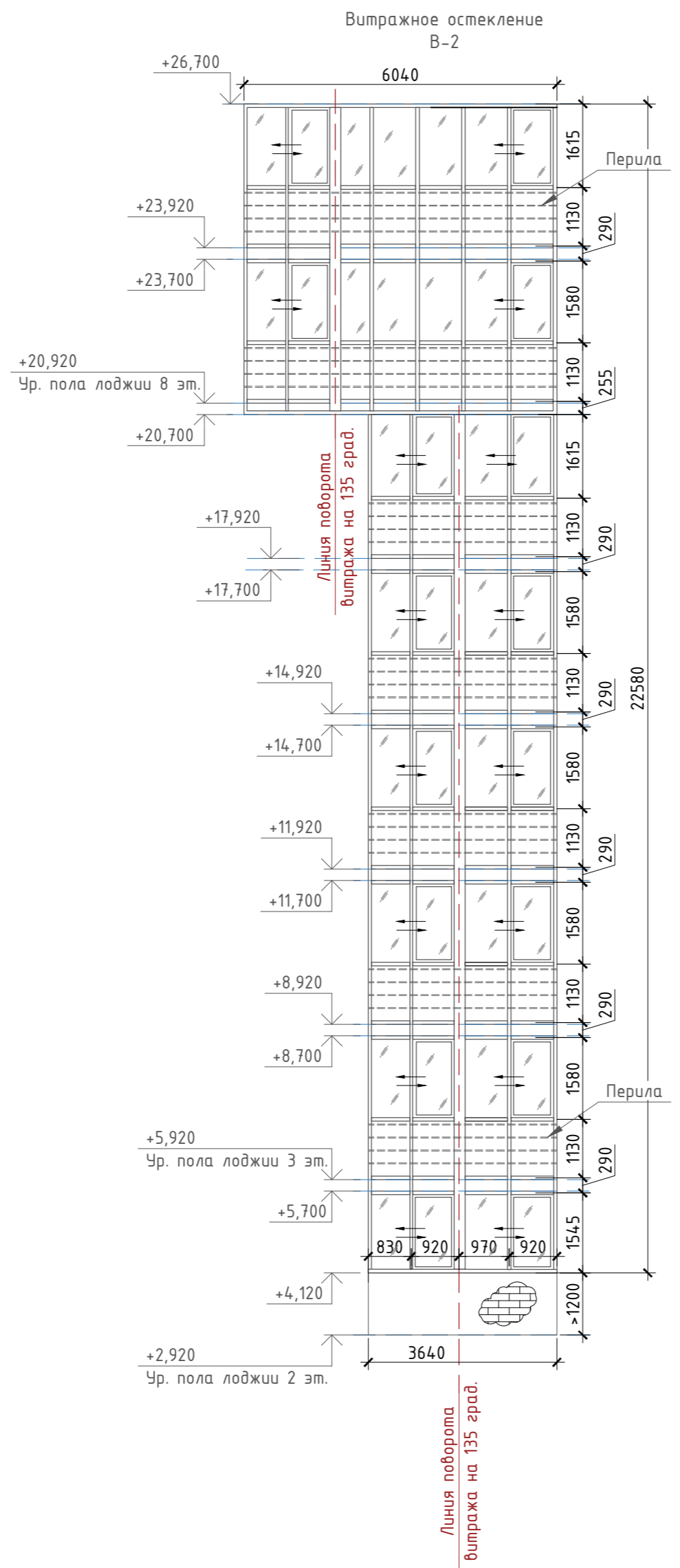
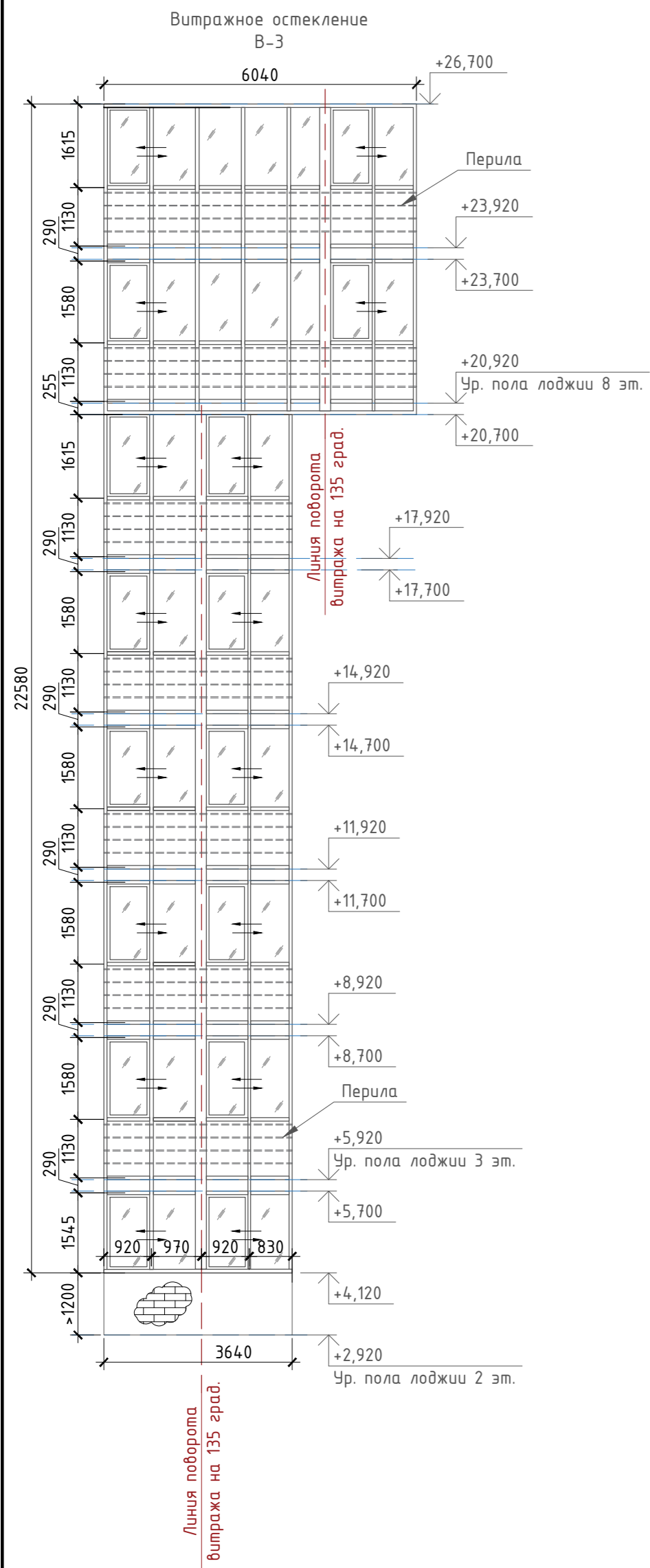
Спецификация витражей

Поз.	Обозначение	Наименование	Всего ед. шт.	Примечание
Витражи				
В-1	Индивидуальный заказ по ГОСТ 22233-2018	Система "СИАЛ СЛ45" (61320x3000 h)	1	
В-2		Система "СИАЛ СЛ45" (3640/6040x22580 h)	1	
В-3		Система "СИАЛ СЛ45" (3640/6040x22580 h)	1	
В-4		Система "СИАЛ СЛ45" (5320x22580 h)	1	
В-5		Система "СИАЛ СЛ45" (3640/6040x23780 h)	1	
В-6		Система "СИАЛ СЛ45" (3640/6040x23780 h)	1	



- Схемы окон и витражей изображены со стороны фасада. Размеры на схемах справочные и должны быть уточнены по месту. Низ открывающихся створок витражей д.б. не ниже 1,2м от уровня пола балкона/лоджии. Внутри балконов и лоджий предусмотрены перила закреплённые внахлест к стойкам фасадных светопрозрачных конструкций, в 4 уровня с шагом 250 мм.
- Остекление балконов/лоджий предусмотрено по строительной системе СИАЛ СЛ45, с устройством раздвижных створок. Стоечно-ригельная система крепится к торцам балконных плит. Для заполнения светопрозрачной части витражных ограждений применяется стекло листовое по ГОСТ 32997-2014 окрашенное в массу, цвет - серый. При монтаже необходимо руководствоваться "Инструкцией по монтажу и эксплуатации конструкций строительных из алюминиевых профилей систем СИАЛ ИМЭ .00.01.2014".
- Проектом приняты окна с двухкамерным стеклопакетом с теплоотражающим покрытием (4М1-12Аг-4М1-12Аг-К4), в трехкамерном ПВХ-профиле согласно Таблице 2 ГОСТ 30674-99, с приведенным сопротивлением теплопередаче 0,67 м²·°С/Вт и открывающимися створками в двух плоскостях. Цвет оконных блоков - белый.
- Монтаж оконных блоков и балконных дверей осуществляется специализированной организацией в соответствии с ГОСТ 30674-99 и ГОСТ 34378-2018, по схемам типовых монтажных узлов примыкания, с соблюдением последовательности технологических операций по монтажу.
- Витражи 1-го этажа запроектированы из алюминиевого профиля по ГОСТ 32997-2014 производства «СИАЛ», для заполнения светопрозрачной части применяется двухкамерный стеклопакет с теплоотражающим покрытием (4М1-12Аг-4М1-12Аг-К4), с распашными створками, открывающимися в двух плоскостях, стекло окрашенное в массу, цвет - серый.
- Отливы окон предусмотрены из окрашенной оцинкованной листовой стали по ГОСТ 19903-2015, полная ширина листа отлива для окон - 310 мм (333,08 м.п.). Окраска в заводских условиях.
- Внутренние откосы без отделки.
- Все подоконные доски укомплектованы пластиковыми заглушками (605x37 мм Werzalit, цвет - белый).

609-2022-AP					
«Группа жилых домов с нежилыми помещениями на углу улиц Байкальской и Дыбовского 2-ая очередь строительства. Блоки 4, 5», расположенному по адресу: Иркутская область, г. Иркутск, Октябрьский район, на углу улиц Байкальской и Дыбовского»					
Изм.	Кол. ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Архитектор		Шадарова		<i>[Signature]</i>	07.22
ГАП		Чугаева		<i>[Signature]</i>	07.22
Жилой дом			Стадия	Лист	Листов
			п	23	
Ведомость элементов заполнения оконных проёмов. Ведомость витражей. Схемы окон и витражей В-1, В-4.					ООО "ИнвестПроект"



						609-2022-AP			
						«Группа жилых домов с нежилыми помещениями на углу улиц Байкальской и Дыбовского 2-ая очередь строительства. Блоки 4, 5», расположенному по адресу: Иркутская область, г. Иркутск, Октябрьский район, на углу улиц Байкальской и Дыбовского»			
Изм.	Кол. ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Жилой дом	Стадия	Лист	Листов
Архитектор	ГАП	Чугаева		<i>[Signature]</i>	07.22		п	24	
Н. контроль	Карелина			<i>[Signature]</i>	07.22	Схемы витражей В-2, В-3, В-5, В-6		ООО "ИнвестПроект"	

Ведомость отделки помещений

Наименования помещений	Вид отделки элементов интерьеров							Примечание	
	Потолок	Площадь, м ²	Кирпичные перегородки	Площадь, м ²	Ж/б стены	Площадь, м ²	Перегородки из ГВЛ		Площадь, м ²
Блок-секция №4. Офисные помещения (1 этаж)									
Подсобное помещение	-	-	-	-	- Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м ^{2/л}) - 1 слой; - Улучшенная штукатурка цементная суперпластичная KrasLand ГОСТГИПС (8 кг/м ²) - 10 мм; - Шпатлевка полимерная KrasLand ПОЛИМЕР (1 кг/м ²) - 1 мм;	45.20	-	-	
Туалеты	-	-	-	-	- Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м ^{2/л}) - 1 слой; - Улучшенная штукатурка цементная суперпластичная KrasLand ГОСТГИПС (8 кг/м ²) - 10 мм; - Шпатлевка полимерная KrasLand ПОЛИМЕР (1 кг/м ²) - 1 мм;	37.20	-	-	
Офисные помещения	-	-	-	-	- Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м ^{2/л}) - 1 слой; - Улучшенная штукатурка цементная суперпластичная KrasLand ГОСТГИПС (8 кг/м ²) - 10 мм; - Шпатлевка полимерная KrasLand ПОЛИМЕР (1 кг/м ²) - 1 мм;	911.40	-	-	
Блок-секция №5. Офисные помещения (1 этаж)									
Офисные помещения	-	-	-	-	- Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м ^{2/л}) - 1 слой; - Улучшенная штукатурка цементная суперпластичная KrasLand ГОСТГИПС (8 кг/м ²) - 10 мм; - Шпатлевка полимерная KrasLand ПОЛИМЕР (1 кг/м ²) - 1 мм;	94.45	-	-	

1. Материал и расход армирующих сеток см. в разделе 609-2022-КР.
2. Утеплитель стен чердака крепить на тарельчатые дюбеля с металлическим гвоздем с термоголовкой (диаметр 8 мм, длина 130 мм). Расход тарельчатых дюбелей 6 шт/м².
3. Работы по отделке помещений выполняются по указаниям СП 71.13330.2017 "Изоляционные и отделочные покрытия".
4. Расход краски приведен при нанесении в 2 слоя.
5. Допускается замена всех отделочных материалов на аналогичные по характеристикам представленным.

609-2022-АР					
«Группа жилых домов с нежилыми помещениями на углу улиц Байкальской и Дыбовского 2-ая очередь строительства. Блоки 4, 5», расположенному по адресу: Иркутская область, г. Иркутск, Октябрьский район, на углу улиц Байкальской и Дыбовского					
Изм.	Кол. ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Архитектор	Шадарова				07.22
ГАП	Чугаева				07.22
Жилой дом					Стадия
					Лист
					Листов
					п
					25
Н. контроль	Карелина				07.22
Ведомость отделки помещений (начало)					ООО "ИнвестПроект"

Ведомость отделки помещений

Наименования помещений	Вид отделки элементов интерьеров								Примечание		
	Потолок	Пло-щадь, м ²	Низ лестничных маршей и площадок	Пло-щадь, м ²	Кирпичные перегородки	Пло-щадь, м ²	Ж/б стены, кирпичные перегородки	Пло-щадь, м ²		Перегородки из ГСП-А	
Блок-секция №4. Квартиры (2-9 этаж)											
Комнаты						2353.03					
Внутриквартирные коридоры, прихожие						1111.38					
Кухни	-		-	-	-	1228.31	-	-	-	-	
Санузлы						927.62					
Кладовые						34.94					
Блок-секция №4. Общедомовые помещения (1-9 этаж)											
Лестничная клетка	- Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м2/л) - 1 слой; - Водно-дисперсионная краска KrasLand-PV01 (0,15 кг/м2) RAL 9011 - 2 слоя; - Подвесной потолок Грильято	417.91	- Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м2/л) - 1 слой; - Улучшенная штукатурка KrasLand ГОСТГИПС (8кг/м2) - 10 мм; - Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м2/л) - 1 слой; - Водно-дисперсионная краска KrasLand-PV01 (0,15 кг/м2) - 2 слоя	559.72	- Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м2/л) - 1 слой; - Армированная цементная штукатурка суперпластичная KrasLand ЦЕМЕНИТ (10,5 кг/м2) - 30 мм; - Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м2/л) - 1 слой; - Водно-дисперсионная краска KrasLand-PV01 (0,15 кг/м2) RAL 5020 - 2 слоя	617.9	- Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м2/л) - 1 слой; - Простая штукатурка KrasLand ГОСТГИПС (8кг/м2) - 10 мм; - Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м2/л) - 1 слой; - Клей для плитки KrasLand "Атлант" (3,6 кг/м ²) - 2 мм; - Керамогранитная плитка ESTIMA «Montis» MN01 60x120 - 10 мм	286.02	- Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м2/л) - 1 слой; - Улучшенная штукатурка KrasLand ГОСТГИПС (8кг/м2) - 10 мм; - Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м2/л) - 1 слой; - Водно-дисперсионная краска KrasLand-PV01 (0,15 кг/м2) RAL 5020 - 2 слоя	72.54	- Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м2/л) - 1 слой; - Шпатлевка полимерная KrasLand ПОЛИМЕР (1 кг/м2) - 1 мм; - Водно-дисперсионная краска KrasLand-PV01 (0,15 кг/м2) RAL 5020 - 2 слоя
Коридоры		86.40		-			- Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м2/л) - 1 слой; - Простая штукатурка KrasLand ГОСТГИПС (8кг/м2) - 10 мм; - Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м2/л) - 1 слой; - Клей для плитки KrasLand "Атлант" (3,6 кг/м ²) - 2 мм; - Керамогранитная плитка ESTIMA «Rock» 40,5x40,5 - 8 мм	20.16			
Входные тамбуры	- Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м2/л) - 1 слой; - Улучшенная штукатурка KrasLand ГОСТГИПС (8кг/м2) - 10 мм; - Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м2/л) - 1 слой; - Водно-дисперсионная краска KrasLand-PV01 (0,15 кг/м2) - 2 слоя	16.92	-	-	-	280.20	- Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м2/л) - 1 слой; - Армированная цементная штукатурка суперпластичная KrasLand ЦЕМЕНИТ (10,5 кг/м2) - 30 мм; - Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м2/л) - 1 слой; - Клей для плитки KrasLand Атлант (3,6 кг/м ²) - 2 мм; - Керамогранитная плитка ESTIMA «Montis» MN01 60x120 - 10 мм	33.60	-		

1. Материал и расход армирующих сеток см. в разделе 609-2022-КР.
2. Для затирки плиточных швов шириной 6 мм предусмотрена затирка Ceresit CE 33 COMFORT, расход затирки 0,5 кг/м2.
3. Потолок в холле лестничной клетки на 1-этаже выполнен с устройством алюминиевого подвесного потолка Грильято, размер решётки 600x600 мм, размер ячейки 30x30 мм, высота направляющих профилей 30 мм.
4. Допускается замена всех отделочных материалов на аналогичные по характеристикам представленным.

609-2022-AP					
«Группа жилых домов с нежилыми помещениями на углу улиц Байкальской и Дыбовского 2-ая очередь строительства. Блоки 4, 5», расположенному по адресу: Иркутская область, г. Иркутск, Октябрьский район, на углу улиц Байкальской и Дыбовского					
Изм.	Кол. ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Архитектор		Шадарова		<i>[Подпись]</i>	07.22
ГАП		Чугаева		<i>[Подпись]</i>	07.22
		Жилой дом		Стадия	Лист
				п	26
Н. контроль Карелина <i>[Подпись]</i>				07.22	
Ведомость отделки помещений (продолжение)				ООО "ИнвестПроект"	

Ведомость отделки помещений

Наименования помещений	Вид отделки элементов интерьеров									Примечание
	Потолок	Пло-щадь, м ²	Низ лестничных маршей и площадок	Пло-щадь, м ²	Кирпичные перегородки армированные	Пло-щадь, м ²	Ж/Б стены, кирпичные перегородки	Пло-щадь, м ²	Перегородки из ГСП-А	
Помещение уборочного инвентаря	- Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м2/л) - 1 слой; - Водно-дисперсионная краска KrasLand-PV01 (0,15 кг/м2) - 2 слоя	6,44	-	-	- Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м2/л) - 1 слой; - Простая цементная штукатурка суперпластичная KrasLand ЦЕМЕНИТ (10,5 кг/м2) - 30 мм; - Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м2/л) - 1 слой; - Клей для плитки KrasLand Атлант (3,6 кг/м ²) - 2 мм; - Керамическая плитка на высоту 1,5 м - 7 мм	8,40	- Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м2/л) - 1 слой; - Простая штукатурка KrasLand ГОСТГИПС (8кг/м2) - 10 мм; - Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м2/л) - 1 слой; - Клей для плитки KrasLand Атлант (3,6 кг/м ²) - 2 мм; - Керамическая плитка на высоту 1,5 м - 7 мм	10,20	-	-
					- Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м2/л) - 1 слой; - Простая цементная штукатурка суперпластичная KrasLand ЦЕМЕНИТ (10,5 кг/м2) - 30 мм; - Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м2/л) - 1 слой; - Водно-дисперсионная краска KrasLand-PV01 (0,15 кг/м2) от уровня 1,5 м - 2 слоя	4,64	- Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м2/л) - 1 слой; - Простая штукатурка KrasLand ГОСТГИПС (8кг/м2) - 10 мм; - Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м2/л) - 1 слой; - Водно-дисперсионная краска KrasLand-PV01 (0,15 кг/м2) от уровня 1,5 м - 2 слоя	6,14	-	-
Блок-секция №4. Чердак										
Чердак	-	-	-	-	-	-	- Штукатурно-клеевая смесь "Техноколь 210 (6 кг/м2); - Утеплитель "Техно Т", толщиной 150 мм; - Простая цементная штукатурка суперпластичная KrasLand ЦЕМЕНИТ (10,5 кг/м2) - 10 мм	37,00	-	-

1. Материал и расход армирующих сеток см. в разделе 609-2022-КР.
2. Для затирки плиточных швов шириной 6 мм предусмотрена затирка Bergauf Kitt, расход затирки 0,5 кг/м2.
3. Допускается замена всех отделочных материалов на аналогичные по характеристикам представленным.

609-2022-АР						Жилой дом		
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Стадия	Лист	Листов
Архитектор	Шадарова				07.22			
ГАП	Чугаева				07.22			
Н. контроль	Карелина				07.22	Ведомость отделки помещений (окончание)		

Экспликация полов

Наименования помещений	Тип пола	Схема пола или тип пола по серии	Данные элементов пола (наименование, толщина, основание и др.), мм	Площадь, м ²	Примечание
Блок-секция №4. Общедомовые помещения (1-9 этаж, чердак)					
Лестнично-лифтовой узел, тамбуры, коридоры	2		1. Керамическая плитка ESTIMA «Brigantina» BG03 14,6x60x8 мм; 2. Клей для плитки KrasLand "Атлант" (3,6 кг/м ²) - 10 мм; 3. Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м2/л) - 1 слой; 4. Цементно-песчаная стяжка М 100 - 60 5. Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м2/л) - 1 слой; 6. Плита перекрытия - 200	379.24	Плинтус из керамогранитной плитки Estima Rock RC03 вровень со штукатуркой стен (h=100 мм) - 727.50 м.п.
Междуэтажные площадки, лестничные марши	3		1. Керамическая плитка ESTIMA «Brigantina» BG03 14,6x60x8 мм; 2. Клей для плитки KrasLand "Атлант" (3,6 кг/м ²) - 10 мм; 3. Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м2/л) - 1 слой; 4. Цементно-песчаная стяжка М 100 - 60 5. Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м2/л) - 1 слой; 6. Лестничные марши и площадки	364.77	
Кладовая уборочного инвентаря	4		1. Керамогранитная плитка 60x60x8 мм; 2. Клей для плитки KrasLand "Атлант" (3,6 кг/м ²) - 10 мм; 3. Битумно-полимерная мастика Технониколь №31 - 1 слоя; 4. Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м2/л) - 1 слой; 5. Цементно-песчаная стяжка М 100 - 60; 6. Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м2/л) - 1 слой; 7. Плита перекрытия - 200	7.98	
Чердак	5		1. Керамогранитная плитка 60x60x8 мм; 2. Клей для плитки KrasLand "Атлант" (3,6 кг/м ²) - 10 мм; 3. Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м2/л) - 1 слой; 4. Цементно-песчаная стяжка М 100 - 110 5. Утеплитель ТЕХНОФОР СТАНДАРТ - 250 6. Пароизоляционная мембрана ISOVER VS 80 7. Плита перекрытия - 200	69.2	Плинтус из соответствующей керамогранитной плитки (h=100 мм) - 56.88 м.п.
Блок-секция №4. Офисные помещения (1 этаж)					
Подсобные помещения	2		1. Цементно-песчаная стяжка М 100 - 60 2. Плита перекрытия - 200	14.12	
Туалеты				9.44	
Офисные помещения				624.87	
Блок-секция №5. Офисные помещения (1 этаж)					
Офисные помещения	2		1. Цементно-песчаная стяжка М 100 - 60 2. Плита перекрытия - 200	417.99	
Блок-секция №4. Квартыры (2-9 этаж)					
Комнаты, коридоры, прихожие, кладовые, кухни	1		1. Цементно-песчаная стяжка М 100 - 60; 2. Звуко-гидроизоляция Шуманет 100 Гидро; 3. Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м2/л) - 1 слой; 4. Плита перекрытия - 200	4618,86	
Туалеты, ванные комнаты, смещённые санузлы	7		1. Цементно-песчаная стяжка М 100 - 60; 2. Звуко-гидроизоляция Шуманет 100 Гидро; 3. Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м2/л) - 1 слой; 4. Плита перекрытия - 200	394.56	
Блок-секция №4. Технические помещения (подвал)					
Вентиляционная камера, электрощитовые, индивидуальный тепловой пункт	6		1. Керамогранитная плитка 60x60x8 мм; 2. Клей для плитки KrasLand "Атлант" (3,6 кг/м ²) - 10 мм; 3. Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м2/л) - 1 слой; 4. Цементно-песчаная стяжка М 100 - 60; 5. Битумно-полимерная мастика Технониколь №31 - 1 слоя; 6. Грунтовка KrasLand-302 (10,2 м2/л) - 1 слой; 7. Бетонный пол - 150 (см. 609-2022-КР); 8. Бетонная подготовка - 100 (см. 609-2022-КР)	87.11	

1. Основание под напольное покрытие ровное, прочное, сухое, без пыли и трещин.
2. В местах примыкания пола к стенам гидроизоляция непрерывна на высоту не менее 200 мм от уровня покрытия пола.
3. В помещениях с трапом предусмотрен уклон пола 0,5-1% в сторону трапа.
4. Для затирки плиточных швов шириной 6 мм предусмотрена затирка Vergauf Kitt, расход затирки 0,5 кг/м².
5. Допускается замена всех отделочных материалов на аналогичные по характеристикам представленным.

609-2022-AP					
«Группа жилых домов с нежилыми помещениями на углу улиц Байкальской и Дыдовского 2-ая очередь строительства. Блоки 4, 5», расположенному по адресу: Иркутская область, г. Иркутск, Октябрьский район, на углу улиц Байкальской и Дыдовского					
Изм.	Кол. ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Архитектор	Шадарова				07.22
ГАП	Чугаева				07.22
Жилой дом			Стадия	Лист	Листов
			п	28	
Н. контроль	Карелина				07.22
Экспликация полов			ООО "ИнвестПроект"		

Спецификация элементов заполнения дверных проёмов

Поз.	Обозначение	Наименование	Размер проёма (высота x ширина)	Кол-во по этажам									Всего ед. шт.	Масса, кг	Примечание
				Подвал	1 этаж	2 этаж	3-5 этаж	6-7 этаж	8 этаж	9 этаж	Чердак				
1С	ГОСТ 31173-2016	ДСУЗ Оп Брз Пр Н ЧЗ 2100x910	2000x900	-	-	6	18	12	5	5	-	46			
2С		ДСУЗ Оп Брз Л Н ЧЗ 2100x910	2000x900	-	-	4	12	8	4	3	-	31			
3СД		ДСН Оп Прз Л Н П2лс ЧЗ 2100x910	2000x900	2	-	-	-	-	-	-	-	2			
4СД		ДСН Оп Прз Пр Н П2лс ЧЗ 2100x910	2000x900	3	-	-	-	-	-	-	-	2			
13СД	ГОСТ 30970-2014	ДПН Км П Дп Пр Р Т 2100x1500	2000x1200	-	3	-	-	-	-	-	-	3			
14СД		ДПН Км П Дп Л Р Т 2100x1500	2000x1200	-	3	-	-	-	-	-	-	3			
7СД	ГОСТ 31173-2016	ДСН Оп Прз Л Вн ЧЗ 2100x1100	2000x900	-	1	-	-	-	-	-	-	1			
8СД		ДСН Оп Прз Пр Вн ЧЗ 2100x1100	2000x900	-	1	-	-	-	-	-	-	1			
9ПД	ГОСТ Р 57327-2016	ДПС 01 пр. 2000x900 Е1 30	2000x900	1	-	-	-	-	-	-	-	1			
10ПД		ДПС 01 л. 2000x900 Е1 30	2000x900	1	-	-	-	-	-	-	-	1			
11ПД		ДПС 02 пр. 2000x1200 Е1 30	2000x1200	1	-	-	-	-	-	-	-	1			
12СД	ГОСТ 31173-2016	ДСН Оп Прз Пр Н П2лс ЧЗ 2200x1100	2000x900	-	-	-	-	-	-	-	2	2			
13СД		ДСН Оп Прз Л Н П2лс ЧЗ 2200x1100	2000x900	-	-	-	-	-	-	-	2	2			
14СД		ДСВх Оп Брз Л Н 2100x900	2000x900	-	2	2	6	4	2	2	-	18			
15СД		ДСВх Оп Брз Пр Н 2100x900	2000x900	-	2	2	6	4	2	2	-	18			
Л-1	Люк аварийного выхода	900x700	800x600	-	-	-	-	20	10	10	-	40			

Ведомость перегородок

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Площадь, м2	Примечание
1	Серия 1.231.9-10 выпуск 8	Перегорodka (ПГВМ-7м) с однослойной обшивкой из гипсоволокнистых листов (ГВЛ толщиной 10 мм) на металлическом каркасе, с заполнение звукоизоляцией "АкустикНАУФ" толщиной 50 мм, глухая. Общая толщина перегородки 120 мм	8	6.34	
2		Перегорodka (ПГВМ-7м) с однослойной обшивкой из гипсоволокнистых листов (ГВЛ толщиной 10 мм) на металлическом каркасе, с заполнение звукоизоляцией "АкустикНАУФ" толщиной 50 мм, с одним дверным проёмом (0,91x2,1 м). Общая толщина перегородки 120 мм	4	4.55	
3		Перегорodka (ПГВМ-7м) с однослойной обшивкой из гипсоволокнистых листов (ГВЛ толщиной 10 мм) на металлическом каркасе, с заполнение звукоизоляцией "АкустикНАУФ" толщиной 50 мм, с одним дверным проёмом (0,91x2,1 м). Общая толщина перегородки 120 мм	4	6.73	
4	Комплектная система кнауф. Серия 1.073.9-2.08	Обшивка воздуховодов, труб из гипсокартонных листов (ГКЛ) Волма (толщиной 12,5 мм) на металлическом каркасе (класс пожарной опасности материала - КМ2), опнесенном от базовой стены С 625 (комплектная система КНАУФ), толщина облицовки не менее 87,5 мм (без звукоизоляции)	1	84.30	

- Двери технических помещений оборудованы самозакрывающимся замком, отпираемым без ключа с внутренней стороны помещения.
- Противопожарные двери выполнены с замкнутой коробкой с порогом и притвором по ГОСТ Р 57327-2016.
- Наружные двери (в т.ч. в витражах), двери тамбуров, лестничных клеток, противопожарные двери предусмотрены с устройством доводчиков (кол-во см. в спецификации). Характеристики устройств самозакрывания дверей соответствуют усилию для беспрепятственного открывания дверей людьми. Все наружные двери предусмотрены утепленными с уплотнением в притворах. Дверные проемы входных дверей в здание имеют ширину в свету не менее 1,2 м. При двухстворчатых входных дверях ширина одной створки не менее 0,9 м. Для двухпольных (внутренних и наружных) дверей предусмотрены координаторы для обеспечения последовательного закрывания полотен (см. схемы витражей и спецификацию). Фиксация меньшей створки не предусматривается. Данные устройства обеспечивают беспрепятственность движения и возможность свободного открывания дверей при приложении усилия не более 50 Нм.
- Дверные блоки входов в квартиры (поз. 9С, 10С) имеют запирающие устройства и дверные стопоры Standers 27x37,5 мм с винтовым креплением, сталь, цвет - серый, в лестничной клетке у стен для дверей поз. 22СД, 23СД предусмотрены аналогичные дверные стопоры.
- Каждая квартира, расположенная на высоте более 15 м, имеет аварийный выход (люк размером в свету не менее 800x600 мм) на балкон/лоджию, оборудованный наружной лестницей, поэтажно соединяющей балконы/лоджию. Люки металлические, без устройства замков.
- В ведомости заполнения дверных проёмов в столбце "Наименование" условные обозначения даны по соответствующему ГОСТу, в столбце "размер проёма" даны минимальные размеры проёмов "в свету".
- Перед изготовлением дверных блоков выполнить обмеры проёмов, с учётом которых произвести корректировку размеров дверных блоков, створка двери не должна заужать путь эвакуации.
- На все противопожарные двери применяемые в проекте имеются пожарные сертификаты.
- В ведомости перегородок даны объёмы на одну перегородку.

609-2022-AP					
«Группа жилых домов с нежилыми помещениями на углу улиц Байкальской и Дыбовского 2-ая очередь строительства. Блоки 4, 5», расположенному по адресу: Иркутская область, г. Иркутск, Октябрьский район, на углу улиц Байкальской и Дыбовского					
Изм.	Кол. ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Архитектор	Шадарова				07.22
ГАП	Чугаева				07.22
Жилой дом			Стадия	Лист	Листов
			п	29	
Спецификация элементов заполнения дверных проёмов.			ООО "ИнвестПроект"		
Ведомость перегородок					