

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-строительный институт
институт
Инженерные системы зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ А.И.Матюшенко
подпись инициалы, фамилия

«_____» _____ 2023 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01.31 Строительство

код и наименование специальности

«Проектирование гостинично-апартаментного комплекса «А+»
в г.Красноярске с применением ТИМ»
тема

Пояснительная записка

Руководитель

подпись, дата

должность, ученая степень

Л.В. Приймак

инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

А.Е. Кузьминых

инициалы, фамилия

Нормоконтролер

подпись, дата

Л.В. Приймак

инициалы, фамилия

Красноярск 2023

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Проектирование гостинично-апартаментного комплекса класса «А+» в г. Красноярске с применением BIM-технологий содержит 45 страниц текстового документа, 3 таблицы, 9 использованных источников, 5 листов графического материала.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ГОСТИНИЦА, СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ, САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ, ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ, ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ

Объект проектирования – внутренние системы водоснабжения и водоотведения гостинично-апартаментного комплекса

Актуальность работы обусловлена необходимостью обустройства систем водоснабжения и водоотведения гостинично-апартаментного комплекса для комфортного проживания посетителей.

Цели работы:

- проектирование внутренних систем водоснабжения и водоотведения здания в соответствии с нормативными документами;
- расчёт расходов воды и сточных вод на участках внутренних инженерных сетей;
- гидравлический расчёт участков внутренних инженерных сетей;
- геодезический расчёт водоотводящих сетей.

В результате выполненной работы:

- подобраны необходимые санитарно-технические приборы;
- рассчитаны расходы воды и выполнен гидравлический расчёт участков внутренней водопроводной сети системы холодного и горячего водоснабжения;
- рассчитаны расходы сточных вод и выполнены гидравлический и геодезический расчёты участков внутренних и внутриквартальных водоотводящих сетей;
- подобрано необходимое оборудование трубы для обеспечения надёжной работы внутренних систем холодного и горячего водоснабжения и водоотведения.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1 Внутренние системы водоснабжения и водоотведения	
общественного здания.....	6
1.1 Внутренняя система водоснабжения общественного здания	6
1.1.1 Устройство внутренней системы холодного общественного здания.....	6
1.1.2 Аксонометрическая схема внутренней системы холодного водоснабжения.....	9
1.1.3 Расходы воды на участках внутренней водопроводной сети системы холодного водоснабжения	12
1.1.4 Измерение водопотребления в общественном здании	13
1.1.5 Выбор материала труб для устройства внутренней водопроводной сети системы холодного водоснабжения	15
1.1.6 Гидравлический расчёт внутренней водопроводной сети системы холодного водоснабжения	15
1.1.7 Определение требуемого напора внутренней системы холодного водоснабжения	19
2 Внутренняя система водоотведения жилого здания	21
2.1 Устройство внутренней системы водоотведения общественного здания.....	21
2.2 Аксонометрическая схема внутренней системы водоотведения	23
2.3 Расходы сточных вод на участках внутренних и внутриквартальных водоотводящих сетей	23
2.4 Выбор материала труб для устройства внутренних и внутриквартальных водоотводящих сетей.....	31
2.5 Гидравлический и геодезический расчёт внутренних и внутриквартальных водоотводящих сетей.....	31
3 Экономическое обоснование проекта строительства.....	36

__3.1	Определение потребности в инвестициях для реализации инвестиционно-строительного проекта	36
__3.2	Составление и анализ структуры локального сметного расчета на общестроительные работы.....	37
__3.2	Технико-экономические показатели проекта.....	41
	Заключение	43
	Список использованных источников	44-45

ВВЕДЕНИЕ

Водоснабжение, канализация и санитарно-техническое оборудование зданий и отдельных объектов характеризуют не только уровень благоустройства населенных пунктов, но и масштабы развития многих отраслей народного хозяйства. Системы водоснабжения и канализации, которые строятся в местах, где живут и работают люди и функционируют производственные предприятия, относятся к системам жизнеобеспечения. Снабжение потребителей водой в необходимом количестве, а также высокого качества имеет большое санитарно-гигиеническое, экономическое и социальное значение.

Оптимальные решения инженерных задач по водоснабжению в значительной степени определяют уровень благоустройства населенных мест, жилых, общественных и производственных зданий, а также рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов.

Выпускная квалификационная работа выполнена в соответствии с заданием, утверждённым заведующим кафедрой 31.05.2023 г.

В состав исходных материалов задания входят:

1. Высота подвала строящегося общественного здания (до пола первого этажа) – 2,35 м, подвал строящегося общественного здания эксплуатируемый, расположен под всем зданием.
2. Высота этажа – 4,8 м (1-ый и 2-ой этажи); 3,3– (типовой этаж).
3. Абсолютная отметка поверхности земли у общественного здания (на всём участке строительства) – 146,05 м.
4. Абсолютная отметка пола первого этажа строящегося общественного здания – 148,4 м.
5. Нормативная глубина сезонного промерзания грунта – 2,3 м.

Исходные графические материалы:

1. План типового этажа общественного здания (М 1:100);
2. План подвала (М 1:100);
3. Фасады здания (М 1:100).

1 Внутренние системы водоснабжения и водоотведения общественного здания

Внутренние системы водоснабжения и водоотведения общественного здания – это комплекс инженерных сооружений, предназначенных для обеспечения водой в необходимых количествах необходимого качества и осуществления организованного приема и удаления загрязненных сточных вод.

1.1 Внутренняя система водоснабжения общественного здания

Внутренняя система хозяйственно-питьевого водоснабжения, подающая воду к водоразборным устройствам, принимается для обеспечения общественных зданий водой хозяйственно-питьевого назначения.

Водоразборные устройства (краны и смесители) устанавливаются у санитарно-технических приборов.

В общественном здании установлены сантехнические приборы, а именно: унитазаы со смывным баком, кухонные мойки, умывальники со смесителями, душевые кабины и ванны со смесителем и душевой лейкой.

Число водоразборных устройств N равно соответственно 384 шт.

1.1.1 Устройство внутренней системы холодного общественного здания

Система внутреннего водоснабжения, согласно СП 30.13330.2020 (п.4.5), включает: ввод в здание, узел учета потребления воды, разводящую сеть (магистраль, стояки, подводки к санитарно-техническим приборам), водоразборную, смесительную, запорную и регулирующую арматуру, насосные установки. Проектирование системы внутреннего водопровода заключается в выборе мест установки её основных элементов.

Сеть водопровода системы внутреннего водоснабжения принята тупиковая с одним вводом.

Ввод в здание прокладывается под прямым углом относительно здания по кратчайшему расстоянию от наружной внутриквартальной сети. При прокладке ввода в здание необходимо учитывать расстояние по горизонтали в свету между вводами хозяйственно-питьевого водопровода и выпусками канализации или водостоков – не менее 1,5 м при диаметре трубопровода ввода до 200 мм включительно СП 30.13330.2020 (п. 8.6).

Трубопровод ввода системы В1 соединяется с водопроводной магистралью, которая, при нижней разводке, как правило, прокладывается в подвале, вдоль внутренней капитальной стены здания и крепится к потолку подвала на подвесах или к капитальной стенке с помощью полок, кронштейнов и других приспособлений. В нашем проекте водопроводные магистрали проектируются под потолком первого этажа, от магистрали труба отводится через нишу в подвал, где подключается к водомерному узлу.

Расстояние (по вертикали) от поверхности штукатурки или облицовки перекрытия до оси неизолированного трубопровода (разводящей магистрали) при открытой прокладке устанавливается в соответствии с требованиями СП 73.13330.2016 (п. 6.1.6) в зависимости от диаметра трубопровода.

Разводящая магистраль подводит воду ко всем стоякам и прокладывается согласно СП 30.13330.2020 (п. 11.19) с уклоном не менее 0,002 в сторону ввода (водопроводного колодца) для слива воды и опорожнения системы.

Водомерный узел системы холодного водоснабжения располагается в подвале, не далее, чем 1,5-2 м от наружной стены с учетом мер, предотвращающих замерзание оборудования (не менее 0,5 м).

Счетчики на вводах холодной воды в здания согласно СП 30.13330.2020 (п. 12.8) размещаются так, чтобы к ним был доступ для считывания показаний, обслуживания, снятия и разборки на месте установки, для метрологической поверки. Приборы учёта располагаются на высоте 0,8-1 м от уровня пола, на жестко закрепленных кронштейнах в стене или на столбиках из кирпича.

Рекомендуемое минимальное расстояние от прибора до ближайшей стены – не менее 0,4-0,5 мм.

Обводная линия в водомерном узле, для общедомового счетчика холодной воды, согласно СП 30.13330.2020 (п. 12.10), обязательна при наличии одного ввода в здание. Обводная линия рассчитывается на максимальный (с учётом противопожарного) расход воды. На обводной линии предусматривается задвижка, запломбированная в закрытом положении.

Если счётчик воды не рассчитан на максимальный расход воды на пожаротушение, то на обводной линии предусматривается установка задвижки с электроприводом, открывающейся автоматически одновременно с пуском пожарных насосов от кнопок у пожарных кранов.

К запорной арматуре относятся: запорные вентили, задвижки, служащие для отключения отдельных участков сети.

Согласно СП 30.13330.2020 (п. 11.8) установка запорной арматуры на внутренних водопроводных сетях предусматривается:

- на каждом вводе;
- у основания стояков хозяйственно-питьевой сети в зданиях высотой три этажа и более;
- на подводках к смывным бачкам;
- перед наружными поливочными кранами;
- в схемах водомерных узлов учета.

Поливочные краны (смесители) предусматриваются для орошения придомовой территории согласно требованиям СП 30.13330.2020 (п. 11, 7.13). Поливочные краны выводятся в углублениях внешних стен жилого дома, высота размещения – 0,35-0,4 м от уровня поверхности земли.

Чертежи внутренней системы водоснабжения выполняются в следующей последовательности:

- определяются места размещения стояков, подводящих трубопроводов и санитарно-технических приборов;

- выполняется трассировка магистрали, разводящих трубопроводов; определяются места расположения ввода и водомерного узла;
- выполняется аксонометрическая схема внутренней системы водоснабжения.

Оформление чертежей планов и аксонометрических схем, нанесение надписей элементов внутренних систем водоснабжения и водоотведения выполняется с учётом требований ГОСТ 21.601-2011.

Условные обозначения элементов систем водоснабжения и водоотведения изображаются на чертежах согласно ГОСТ 21.205-2016.

1.1.2 Аксонометрическая схема внутренней системы холодного водоснабжения

Аксонометрическая схема вычерчивается на основании принятых исходных данных, а также планов этажа и подвала, в том же масштабе.

Правила оформления и пример выполнения аксонометрической схемы внутренней системы водоотведения приведены ГОСТ 21.601-2011 (прил. Б, рис. Б1).

Горизонтальные участки трубопроводов, перпендикулярные к магистрали, на аксонометрической схеме показываются под углом 45° , а их длины соответствуют размерам на планах этажа и подвала.

На аксонометрической схеме показываются все элементы внутренней системы водоснабжения: ввод в здание, водомерный узел, магистраль, распределительные трубопроводы, стояки, счетчики воды, подводки к санитарно-техническим приборам, водоразборная и запорно-регулирующая арматура.

Водопроводные стояки нумеруются в том же порядке, что и на планах.

Высота расположения водоразборной арматуры принимается согласно СП 73.13330.2016, п. 6.2.1.

При близком расположении стояков и элементов схемы, большой протяженности и (или) сложном расположении трубопроводов согласно ГОСТ 21.601-2011 (п. 6.2.4) допускается переносить их на свободное место и изображать трубопроводы с разрывом в виде пунктирной линии, сохраняя при совмещении мест разрывов реальную длину участка трубопровода.

Места разрывов между трубопроводами обозначают строчными буквами русского алфавита – *a...a, б...б, в...в* и т.д.

На аксонометрической схеме одинаковые поэтажные подводы к водоразборной арматуре можно показывать только для одного (верхнего) этажа; на остальных этажах – направление ответвления от стояка.

На аксонометрической схеме указываются такие отметки как: отметка ввода, отметка расположения общедомового водомерного узла, магистрали, поэтажных подводов к санитарно-техническим приборам, чистого пола, этажей и диктующего устройства.

Отметка ввода определяется с учётом глубины его заложения и абсолютной отметки поверхности земли у здания:

$$Z_в = Z_{нз} - h_в, \text{ м} \quad (1.1)$$

где $Z_{нз}$ – абсолютная отметка поверхности земли у здания, м.

$h_в$ – глубина заложения ввода, м.

$$Z_в = 146,05 - (2,3 + 0,5) = 143,25 \text{ м}$$

Глубина заложения ввода, считая до низа, согласно СП 31.13330.2021 (п. 11.40), принимается на 0,5 м больше расчетной глубины проникания в грунт нулевой температуры:

$$h_в = H_{нр} + 0,5, \text{ м} \quad (1.2)$$

где H_{np} – глубина сезонного промерзания грунта, м

Отметка водомерного узла определена исходя из высоты его размещения. При расположении водомерного узла на высоте 1 м от пола подвала отметка водомерного узла:

$$Z_{\text{в.у.}} = Z_{\text{л.э.}} - h_n + 1, \text{ м} \quad (1.3)$$

где h_n – высота подвала (по проекту), м.

$$Z_{\text{в.у.}} = 148,4 - 2,35 + 1 = 147,0 \text{ м}$$

Отметка магистрали, при нижней разводке, определяется исходя из её высотного расположения при монтаже (над потолком подвала):

$$Z_{\text{м.}} = Z_{\text{л.э.}} - \delta_n - l_{\text{в}}, \text{ м} \quad (1.4)$$

где δ_n – толщина перекрытия; в расчётах допускается принять 0,2 м.

$l_{\text{в}}$ – расстояние (по вертикали) от поверхности штукатурки или облицовки перекрытия до оси неизолированного трубопровода при открытой прокладке, м.

$$Z_{\text{м.}} = 148,4 - 0,2 - 0,5 = 147,7 \text{ м}$$

Расстояние $l_{\text{в}}$ согласно СП 73.13330.2016 (п. 6.1.6) принимается 35-55 мм – при диаметре трубопровода (магистрали) до 32 мм включительно, 50-60 мм – при диаметре 40-50 мм, в пределах значений, указанных в рабочей документации – при диаметрах более 50 мм.

Отметки поэтажных подводок к санитарно-техническим приборам определяются высотой их монтажа.

По аксонометрической схеме определяется расчётное направление – от диктующего прибора (наиболее удалённого от ввода водоразборного устройства) до водомерного узла.

Расчетные участки определяются из условия изменения расхода воды.

Узловыми точками являются:

- места ответвлений к водоразборным устройствам (на отводе верхнего этажа самого удалённого от ввода стояка);
- места ответвлений стояков по магистрали.

Расчётные участки внутренней водопроводной сети от диктующего устройства до водомерного узла нумеруются в порядке натурального ряда – 1-2, 2-3 и т.д. Последний участок по расчётному направлению заканчивается водомерным узлом.

Места ответвлений от магистрали поливочных кранов участков не образуют, поскольку расходы через поливочные краны при гидравлическом расчёте не учитываются.

На основании аксонометрической схемы производится гидравлический расчет участков внутренней водопроводной сети, по результатам которого на участках расчетной линии указываются диаметры, длины расчетных участков, а также уклон магистрали.

1.1.3 Расходы воды на участках внутренней водопроводной сети системы холодного водоснабжения

Общее число потребителей в общественном здании определяется с учётом количества номеров:

$$U = 108 \cdot 2 = 216 \text{ чел.}$$

Расходы через поливочные краны при гидравлическом расчёте не учитываются, так как полив не производится в часы максимального водопотребления.

Вероятность действия санитарно-технических приборов при одинаковом количестве водопотребителей в здании рассчитывается по формуле

$$P = \frac{q_{hr,u}^c \cdot U}{3600 \cdot q_0^c \cdot N} \quad (1.5)$$

U – общее число потребителей в здании, 216 чел;

q_0^c – расход холодной воды, 0,2 л/с;

N – общее число приборов в здании, обслуживающих потребителей, 384 шт.

$$P = \frac{15,2 \cdot 216}{3600 \cdot 0,2 \cdot 384} = 0,01$$

Норма расхода холодной воды одним потребителем в час наибольшего водопотребления принимается согласно СП 30.13330.2020, прил. А, табл. А2 по разнице значений $q_{hr,u}^{tot}$ и $q_{hr,u}^h$, $28 - 12,8 = 15,2$ л/ч.

1.1.4 Измерение водопотребления в общественном здании

Для учёта количества воды, расходуемой в зданиях, предусматривается установка водомерных устройств.

Требования к подбору устройств для измерения водопотребления приведены в СП 30.13330.2020 (п. 12.2). Схематичное изображение водомерного узла (вставки) приведено в ГОСТ 21.601-2011 (прил. Б, рис. Б3).

Диаметр условного прохода счетчика воды согласно СП 30.13330.2020 (п.12.9) выбирается по среднечасовому расходу воды за период потребления

(сутки, смену), который не должен превышать эксплуатационный расход по паспорту.

Среднечасовой расход воды для выбора счётчика холодной воды:

$$q_{ч\text{ ср}} = \frac{Q_{сут\text{ ср}}}{24}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (1.11)$$

где $Q_{сут\text{ ср}}$ – среднесуточный расход холодной воды, $\text{м}^3/\text{сут}$.

Среднесуточный расход холодной воды определяется по формуле

$$Q_{сут\text{ ср}} = \frac{q_{ж} \cdot N}{1000}, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (1.12)$$

где $q_{ж}$ – норма расхода холодной воды;

N – расчётное число водопотребителей, чел.;

Среднесуточный расчетный расход холодной воды принят согласно СП 30.13330.2020 (прил. А, табл. А1) и составляет $250 - 130 = 120$ л/с

$$Q_{сут\text{ ср}} = \frac{120 \cdot 429}{1000} = 52 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$q_{ч\text{ ср}} = \frac{52}{24} = 2,2 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Подобран водомер типа турбинный, калибр водосчетчика 50 мм, сопротивление водомера $S = 0,143 \text{ м} \cdot \text{с}^2/\text{л}^2$.

Счетчик такого же диаметра устанавливается для измерения расхода горячей воды.

Потери напора в счетчике рассчитываются по формуле

$$h_{сч} = S \cdot q^2, \text{ м} \quad (1.13)$$

где S – гидравлическое сопротивление счетчика, $\text{м}\cdot\text{с}^2/\text{л}^2$; принимается по паспортным данным;

q – максимальный секундный расход на расчетном участке, л/с;

$$h_{сч} = 0,143 \cdot 2,138^2 = 0,65 \text{ м.}$$

1.1.5 Выбор материала труб для устройства внутренней водопроводной сети системы холодного водоснабжения

Для устройства внутренней водопроводной сети холодного водоснабжения приняты полипропиленовые неармированные трубы диаметром 25-63 мм, русского производителя ProAqua (ПроАква).

Преимущественные характеристики труб ProAqua:

- высокое качество;
- низкий коэффициент шероховатости;
- стойкость при постоянном внутреннем давлении;
- герметичность;
- повышенная химическая и абсолютная коррозионная стойкость;
- устойчивость к высоким температурам.

Завод изготовителя находится в Московской области, р-н Сергиево-Посадский.

Представители данной фирмы имеются и на рынке Красноярских труб.

Официальный сайт: <https://www.proaqua.pro/catalog/truby/>.

1.1.6 Гидравлический расчёт внутренней водопроводной сети системы холодного водоснабжения

Согласно СП 30.13330.2020 (п. 8.23) гидравлический расчет сетей водопроводов холодной воды производится по максимальному секундному расходу воды.

Гидравлический расчет водопроводов холодной воды включает подбор диаметров подающих трубопроводов, кольцуемых перемычек и стояков, потерь давления и установления свободного напора у точек водоразбора.

Сети объединенного хозяйственно-противопожарного и производственно-противопожарного водопроводов должны быть проверены на пропуск расчетного расхода воды на пожаротушение при расчетном максимальном секундном расходе ее на хозяйственно-питьевые и производственные нужды.

Расходы воды на пользование душами, мытье полов, поливку территории не учитывают.

Гидравлический расчёт выполняется в следующем порядке:

- принимается расчетное направление от диктующего устройства до водомерного узла, на котором определены расчетные участки;
- рассчитываются максимальные расходы холодной воды по расчетным участкам;
- по расчетным расходам определяются диаметры труб, скорость движения воды и потери напора на каждом участке.

Расчетный расход считается по формуле:

$$q_c = 5 \cdot q_0 \cdot a \quad (1.14)$$

Подбор гидравлических параметров при расчете водопроводных сетей ведётся по таблицам Шевелёвых или с помощью расчётных программ.

Согласно СП 31.13330.2020 (п. 8.24) диаметры трубопроводов внутренних водопроводных сетей принимаются из условия максимального использования гарантированного давления воды в наружной водопроводной сети.

Подбор диаметров трубопроводов ведётся по максимальным секундным расходам воды. При расчете диаметров рекомендуемая скорость движения

воды в трубопроводах – 1,2 м/с. Максимальная скорость движения воды в трубопроводах внутренних сетей не должна превышать 1,5 м/с.

На основании нормативных требований подобраны наиболее экономичные диаметры для пропуска расчетных расходов воды на участках водопроводной сети и определены потери напора по расчётному направлению сети.

Результаты гидравлического расчёта представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Гидравлический расчёт внутренней водопроводной сети В1

№ участка	Количество приборов N , шт.	Вероятность действия санитарно-технических устройств, P	Расход холодной воды от прибора q_0^c , л/с	$N \cdot P$	α	Расчётный расход воды q^c , л/с	Диаметр трубы d , мм	Скорость v , м/с	Длина участка l , м	Потери напора, м	
										на 1 м	на участке
1-2	1	0,01	0,2	0,01	0,200	0,2	20	0,99	0,3	0,11	0,03
2-3	2	0,01	0,2	0,02	0,215	0,215	20	1,07	3,3	0,16	0,53
3-4	3	0,01	0,2	0,03	0,237	0,237	20	1,17	3,3	0,15	0,49
4-5	4	0,01	0,2	0,04	0,256	0,256	25	0,92	3,3	0,07	0,23
5-6	5	0,01	0,2	0,05	0,273	0,273	25	0,92	3,3	0,07	0,23
6-7	6	0,01	0,2	0,06	0,289	0,289	25	0,89	3,3	0,07	0,23
7-8	7	0,01	0,2	0,07	0,304	0,304	25	0,92	3,3	0,07	0,23
8-9	8	0,01	0,2	0,08	0,318	0,318	25	0,98	3,3	0,08	0,26
9-10	9	0,01	0,2	0,09	0,331	0,331	25	1,01	3,3	0,08	0,26
10-11	10	0,01	0,2	0,1	0,343	0,343	25	1,04	3,3	0,09	0,29
11-12	11	0,01	0,2	0,11	0,355	0,355	25	1,10	3,3	0,09	0,29
12-13	12	0,01	0,2	0,12	0,367	0,367	25	1,13	3,3	0,09	0,29
13-14	48	0,01	0,2	0,48	0,665	0,665	40	0,90	4,8	0,10	0,48
14-15	84	0,01	0,2	0,84	0,883	0,883	40	1,07	3	0,03	0,09

Продолжение таблицы 1.1

№ участка	Количество приборов N , шт.	Вероятность действия санитарно-технических устройств, P	Расход холодной воды от прибора q_0^c , л/с	$N \cdot P$	α	Расчётный расход воды q^c , л/с	Диаметр трубы d , мм	Скорость v , м/с	Длина участка l , м	Потери напора, м	
										на 1 м	на участке
15-16	120	0,01	0,2	1,2	1,071	1,071	50	0,90	5,4	0,05	0,27
16-17	132	0,01	0,2	1,32	1,130	1,130	50	0,90	0,6	0,02	0,01
17-18	144	0,01	0,2	1,44	1,191	1,191	50	0,91	2,3	0,03	0,06
18-19	192	0,01	0,2	1,92	1,394	1,394	50	1,06	0,5	0,03	0,01
19-20	240	0,01	0,2	2,40	1,604	1,604	50	1,20	3,0	0,02	0,06
20-21	276	0,01	0,2	2,76	1,760	1,760	63	0,90	2,9	0,02	0,06
21-22	312	0,01	0,2	3,12	1,879	1,879	63	0,91	2,9	0,02	0,06
22-23	324	0,01	0,2	3,24	1,917	1,917	63	0,91	5,4	0,02	0,11
23-24	384	0,01	0,2	3,84	2,138	2,138	63	1,00	2,9	0,03	0,09
24-ВУ	384	0,01	0,2	3,84	2,138	2,138	63	1,00	2,9	0,03	0,09
Всего потери напора по расчётному направлению											4,79

1.1.7 Определение требуемого напора внутренней системы холодного водоснабжения

Требуемый напор внутренней системы холодного водоснабжения рассчитывается для проверки обеспечения подачи воды к диктующему устройству:

$$H_p = H_{geom} + \Sigma H_{il} + H_{np} + \Sigma H_{вод} + H_{тепл} + H_l^{вод}, \text{ м} \quad (1.15)$$

где H_{geom} – геометрическая высота подачи воды от отметки ввода до отметки расположения диктующего водоразборного устройства, м; $H_{geom} = 45$ м;

ΣH_{il} – сумма потерь напора на всех участках трубопровода диктующего направления, м вод. ст.;

H_{np} – напор (давление) перед диктующим прибором, м вод. ст.;

$\Sigma H_{вод}$ – сумма потерь напора в узлах учета потребляемой воды (общем для жилого комплекса, общедомовом, индивидуальном), м вод. ст.;

$H_{тепл}$ – потери напора в теплообменнике (водонагревателе), 3 м вод. ст. (приняты 0)

$H_l^{вод}$ – потери напора на вводе/вводах водопровода, при пропуске расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды и (или) противопожарного расхода воды, м вод. ст.

Геометрическая высота подачи воды принимается от ввода в здание до отметки диктующего водоразборного устройства:

$$H_{geom} = Z_{д.у} - Z_в, \text{ м} \quad (1.16)$$

где $Z_в$ – отметка ввода, м; (определена по формуле 1.1)

$Z_{д.у}$ – отметка диктующего прибора, м.

За диктующий прибор принимается наиболее высоко расположенное и наиболее удаленное от ввода водоразборное устройство (смеситель или запорный вентиль).

Отметка диктующего прибора принимается с учетом этажности здания, высоты этажа и высоты расположения диктующего устройства и находится по формуле:

$$Z_{\partial y} = Z_{l \text{ эм}} + h_{\text{эм}} \cdot (n_{\text{эм}} - 1) + h_{\partial y}, \text{ м} \quad (1.17)$$

где $Z_{l \text{ эм}}$ – абсолютная отметка пола 1-го этажа, м;

$h_{\text{эм}}$ – высота этажа, м;

$n_{\text{эм}}$ – количество этажей;

$h_{\partial y}$ – высота расположения диктующего устройства, м.

В сумму потерь напора по расчётному направлению входят потери напора на местные сопротивления (в узле ввода, счетчиках, оборудовании, арматуре трубопроводов):

$$Z_{\partial y} = 148,4 + 4,8 \cdot (13 - 1) + 38,3 = 244,3 \text{ м.}$$

$$H_{il} = il(1+kl) \quad (1.18)$$

$$H_{il} = 4,793 \cdot (1+0,3) = 6,23$$

$$H_{mp} = 45 + 6,23 + 20 + 0,65 + 4,793 = 76,7 \text{ м.}$$

Согласно расчету требуемый напор, больше гарантированного, а значит необходима установка насосного оборудования.

Диаметры трубопроводов для системы горячего водоснабжения принимаются, в соответствии рассчитанных диаметров для системы холодного водоснабжения.

2 Внутренняя система водоотведения жилого здания

Внутренняя система водоотведения общественного здания предназначена для отведения сточных вод от мест их образования в наружную водоотводящую сеть.

Проектирование внутренней системы водоотведения жилого здания осуществляется в соответствии с требованиями СП 30.13330.2020.

2.1 Устройство внутренней системы водоотведения общественного здания

Внутренняя система водоотведения состоит из приемников сточных вод (санитарно-технических приборов), отводных трубопроводов, стояков, магистральных трубопроводов, выпусков, устройств для прочистки и вентиляции сети. Требования к устройству внутренних систем водоотведения приведены в СП 30.13330.2020 (раздел 18.1).

Согласно СП 30.13330.2020, п. 18.2 участки канализационной сети следует прокладывать прямолинейно. Изменять направление прокладки и присоединять санитарно-технические приборы следует с помощью соединительных деталей (отводы прямые и косые, тройники и крестовины, муфты и др.).

В случае, когда сточную воду невозможно отвести самотеком за пределы здания, применяются насосные установки для перекачки воды в наружную канализационную сеть. Для защиты наружной канализационной сети от засоров и повреждений применяют местные установки для очистки сточных вод.

В общественных зданиях устанавливаются различные модификации приемников сточных вод: умывальников, кухонных моек, унитазов отечественного и зарубежного производства. Размещаются приемники сточных вод по этажам здания друг над другом в целях уменьшения количества стояков.

Высота установки санитарно-технических приборов от уровня чистого пола принимается согласно СП 73.13330.2016 (п. 6.3.4, табл. 3).

После каждого санитарно-технического прибора предусматривается установка гидрозатвора, за исключением унитаза, в котором он предусматривается конструктивно. При установке раковин применены сифоны-ревизии, при установке ванн – напольные сифоны, при установке умывальников и моек – бутылочные.

Отводные трубопроводы от санитарно-технических приборов прокладываются открыто, с уклоном, по кратчайшему расстоянию к стояку.

Канализационные стояки размещаются в местах сосредоточения приемников сточных вод (санитарно-технических комнатах) по возможности ближе к унитазам, в которые поступают наиболее загрязненные стоки, с таким расчетом, чтобы длина отводящих труб была минимальной.

Для предотвращения засорения в трубопроводах внутренней водоотводящей сети предусматривается установка ревизий или прочисток согласно СП 30.13330.2020 (п. 18.26).

Горизонтальные участки внутренней водоотводящей сети, размещаемые в подвале здания, прокладываются с уклоном в сторону выпуска сточных вод для обеспечения самотечного движения сточных вод. Для труб $d = 50$ мм минимальный уклон принимается равным 0,035, для $d = 100$ мм – 0,02, для $d = 150$ мм – 0,008-0,01.

Канализационные выпуски, предназначенные для отвода сточных вод за пределы здания, прокладываются со стороны дворового фасада здания перпендикулярно наружным стенам. Предусматривается один выпуск на секцию.

Диаметр выпуска согласно СП 30.13330.2020 (п. 18.34) принимается не менее диаметра наибольшего из стояков, присоединяемых к данному выпуску.

Длина выпуска от стояка или прочистки до оси смотрового колодца принимается согласно СП 30.13330.2020 (п. 18.36, таблица 18.2).

Для удаления газов, которые скапливаются в трубах, устраивается вентиляция канализационных стояков, путём вывода канализационного стояка выше кровли здания на 0,2 м при плоской кровле (СП 30.13330.2020, п. 18.22).

2.2 Аксонометрическая схема внутренней системы водоотведения

Аксонометрическая схема внутренней системы водоотведения выполняется на основании размещения санитарно-технических приборов, стояков, отводных и соединяющих трубопроводов и выпусков, показанных на планах этажа и подвала. Правила оформления и пример аксонометрической схемы внутренней системы водоотведения приведены в ГОСТ 21.601-2011 (прил. Б, рис. Б2).

Выполняется аксонометрическая схема той секции здания, которая наиболее удалена от городского канализационного колодца в месте подключения к уличной сети.

На аксонометрической схеме (прил. 6) показываются трубопроводы, стояки, санитарно-технические приборы на верхнем этаже каждого стояка, все фасонные части, гидравлические затворы, ревизии, прочистки, вытяжки, выпуск.

Указываются отметки, определённые в результате расчёта сети: у основания стояков, в местах поворотов сети, в месте опуска и пересечения ввода со стеной здания.

2.3 Расходы сточных вод на участках внутренних и внутриквартальных водоотводящих сетей

Выпуски сточных вод прокладываются: от жилых домов – для каждой секции (в сторону дворовой части); от общественных зданий – в зависимости от их планировки.

При расположении выпусков сточных вод и вводов хозяйственно-питьевого водопровода с одной стороны здания, необходимо учитывать требования СП 30.13330.2020 (п. 8.6) – расстояние по горизонтали в свету между вводами и выпусками канализации или водостоков принимается не менее 1,5 м (при диаметре трубопровода ввода до 200 мм включительно).

В конце каждого выпуска (в месте присоединения выпуска к дворовой сети) и в точках поворота сети устанавливаются смотровые колодцы.

Расстояния в плане от трубопроводов водоотводящих сетей до фундаментов зданий, кабелей и других типов подземных коммуникаций регламентируются СП 42.13330.2016, п. 12.35, табл. 12.5.

На расстоянии 1-2 м до красной линии квартала (граница между территорией застройки и землями общего пользования) предусматривается контрольный канализационный колодец для ревизии и контроля места подключения водоотводящих труб.

Расчетные расходы сточных вод на участках внутренней, дворовой и квартальной сети рассчитываются по методике СП 30.13330.2020 (п. 5).

Для стояков системы внутренней канализации расчетным расходом является максимальный секундный расход стоков q^S , л/с, от присоединенных к стояку санитарно-технических приборов и не вызывающий у них срыва гидравлических затворов (СП 30.13330.2020 (п. 5.5)).

Максимальный секундный расход стояков рассчитывается как сумма максимального секундного расхода сточных вод и максимального секундного расхода стоков от прибора с максимальным водоотведением:

$$q^S = q^{sL} + q^s, \text{ л/с} \quad (2.1)$$

где q^s – максимальный секундный расход стоков от прибора с максимальным водоотведением (от смывного бачка унитаза, 1,6 л/с).

При однотипном устройстве стояков выполняется проверка пропускной способности для одного стояка.

Для горизонтальных отводных трубопроводов системы канализации согласно СП 30.13330.2020 (п. 5.7) расчетным расходом сточных вод на участке является расход, значение которого принимается в зависимости от числа

санитарно-технических приборов N , присоединенных к проектируемому участку сети, и длины участка трубопровода:

$$q^{SL} = \frac{q_{hr}^{tot}}{3,6} + K_s \cdot q_o^s, \text{ л/с} \quad (2.2)$$

где q_{hr}^{tot} – максимальный часовой расход сточной воды, м³/ч;

K_s – коэффициент, принимаемый по табл. 3 СП 30.13330.2020.

q^s – расход стоков от прибора с максимальным водоотведением, л/с (СП 30.13330.2020, прил. А, табл. А1).

Максимальный часовой расход сточной воды определяется согласно СП 30.13330.2020 (п. 5.10) по формуле

$$q_{hr}^{tot} = 0,005 \cdot q_{0,hr}^{tot} \cdot \alpha_{hr}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (2.3)$$

где $q_{0,hr}^{tot}$ – часовой расход сточных вод, величина которого при одинаковых водопотребителях принимается в соответствии с таблицей А.1 приложения А; мойка (для предприятий общественного питания) со смесителем 500 л/ч;

α_{hr} – коэффициент, определяемый в соответствии с таблицами Б.1 и Б.2 в зависимости от общего числа приборов N и вероятности их действия P на расчетном участке.

Вероятность действия приборов для общественного здания, обслуживающего одинаковых потребителей (СП 30.13330.2020, п. 5.4), определяется по формуле для одинаковых потребителей

$$P = \frac{q_{hr,u}^{tot} \cdot U}{3600 \cdot q_o^{tot} \cdot N}, \quad (2.4)$$

где U – количество потребителей, чел.;

N – количество приборов, шт.;

q_0^{tot} – секундный расход сточных вод от различных приборов, используемых разными потребителями, л/с;

$q_{hr,u}^{\text{tot}}$ – часовой расход сточных вод при различных потребителях, л.

$$P^{\text{tot}} = \frac{28 \cdot 216}{3600 \cdot 0,3 \cdot 384} = 0,02$$

Расчёт расходов сточных вод на участках внутренней водоотводящей сети

К1:

Участок 1-2

$L = 2,9$ м; $N = 12$ шт.; $U = 24$ чел.; $q_0^{\text{tot}} = 0,3$ л/с; $K_s = 0,54$;

$$P = \frac{0,703 \cdot 24}{3600 \cdot 0,25 \cdot 12} = 0,002; N \cdot P = 12 \cdot 0,02 = 0,24; \alpha_{hr} = 0,502$$

$$q_{hr}^{\text{tot}} = 0,005 \cdot 280 \cdot 0,502 = 0,703 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$q^{\text{sl}} = \frac{0,703}{3,6} + 0,54 \cdot 1,1 = 0,789 \text{ л/с}$$

Участок 2-3

$L = 5,4$ м; $N = 48$ шт.; $U = 24$ чел.; $q_0^{\text{tot}} = 0,3$ л/с; $K_s = 0,55$;

$$P = \frac{1,327 \cdot 24}{3600 \cdot 0,25 \cdot 48} = 0,001; N \cdot P = 48 \cdot 0,02 = 0,96; \alpha_{hr} = 0,948$$

$$q_{hr}^{\text{tot}} = 0,005 \cdot 280 \cdot 0,948 = 1,327;$$

$$q^{\text{sl}} = \frac{1,327}{3,6} + 0,55 \cdot 1,1 = 0,974 \text{ л/с}$$

Участок 3-4

$L = 0,5$ м; $N = 91$ шт.; $U = 48$ чел.; $q_0^{\text{tot}} = 0,3$ л/с; $K_s = 0,75$;

$$P = \frac{1,890 \cdot 48}{3600 \cdot 0,25 \cdot 91} = 0,001; N \cdot P = 91 \cdot 0,02 = 1,82; \alpha_{hr} = 1,350$$

$$q_{hr}^{\text{tot}} = 0,005 \cdot 280 \cdot 1,350 = 1,890;$$

$$q^{\text{sl}} = \frac{1,890}{3,6} + 0,75 \cdot 1,1 = 1,35 \text{ л/с}$$

Участок 4-5

$L=2,3$ м; $N=130$ шт.; $U=72$ чел.; $q_0^{\text{tot}}=0,3$ л/с; $K_s=0,76$;

$$P = \frac{2,358 \cdot 72}{3600 \cdot 0,25 \cdot 130} = 0,001; N \cdot P = 130 \cdot 0,02 = 2,60; \alpha_{\text{hr}} = 1,684$$

$$q_{\text{hr}}^{\text{tot}} = 0,005 \cdot 280 \cdot 1,684 = 2,358;$$

$$q^{\text{sl}} = \frac{2,358}{3,6} + 0,76 \cdot 1,1 = 1,49 \text{ л/с}$$

Участок 5-6

$L=0,4$ м; $N=143$ шт.; $U=72$ чел.; $q_0^{\text{tot}}=0,3$ л/с; $K_s=0,79$;

$$P = \frac{2,523 \cdot 72}{3600 \cdot 0,25 \cdot 143} = 0,001; N \cdot P = 143 \cdot 0,02 = 2,86; \alpha_{\text{hr}} = 1,802$$

$$q_{\text{hr}}^{\text{tot}} = 0,005 \cdot 280 \cdot 1,802 = 2,523;$$

$$q^{\text{sl}} = \frac{2,523}{3,6} + 0,79 \cdot 1,1 = 1,569 \text{ л/с}$$

Участок 6-7

$L=2,9$ м; $N=156$ шт.; $U=96$ чел.; $q_0^{\text{tot}}=0,3$ л/с; $K_s=0,79$;

$$P = \frac{2,630 \cdot 96}{3600 \cdot 0,25 \cdot 156} = 0,002; N \cdot P = 156 \cdot 0,02 = 3,12; \alpha_{\text{hr}} = 1,879$$

$$q_{\text{hr}}^{\text{tot}} = 0,005 \cdot 280 \cdot 1,879 = 2,630;$$

$$q^{\text{sl}} = \frac{2,630}{3,6} + 0,79 \cdot 1,1 = 1,599 \text{ л/с}$$

Участок 7-8

$L=2,9$ м; $N=208$ шт.; $U=120$ чел.; $q_0^{\text{tot}}=0,3$ л/с; $K_s=0,79$;

$$P = \frac{3,193 \cdot 120}{3600 \cdot 0,25 \cdot 208} = 0,002; N \cdot P = 208 \cdot 0,02 = 4,16; \alpha_{\text{hr}} = 2,281$$

$$q_{\text{hr}}^{\text{tot}} = 0,005 \cdot 280 \cdot 2,281 = 3,193;$$

$$q^{\text{sl}} = \frac{3,193}{3,6} + 0,79 \cdot 1,1 = 1,756 \text{ л/с}$$

Участок 8-9

$L=3$ м; $N=260$ шт.; $U=144$ чел.; $q_0^{\text{tot}}=0,3$ л/с; $K_s=0,79$;

$$P = \frac{3,676 \cdot 144}{3600 \cdot 0,25 \cdot 260} = 0,002; N \cdot P = 260 \cdot 0,02 = 5,2; \alpha_{\text{hr}} = 2,626$$

$$q_{\text{hr}}^{\text{tot}}=0,005 \cdot 280 \cdot 2,626=3,676;$$

$$q^{\text{sl}}=\frac{3,676}{3,6}+0,79 \cdot 1,1=1,890 \text{ л/с}$$

Участок 9-10

$$L=5,2 \text{ м}; N=299 \text{ шт.}; U=144 \text{ чел.}; q_0^{\text{tot}}=0,3; K_s=0,80;$$

$$P=\frac{4,047 \cdot 144}{3600 \cdot 0,25 \cdot 299}=0,002; N \cdot P=299 \cdot 0,02=5,98; \alpha_{\text{hr}}=2,891$$

$$q_{\text{hr}}^{\text{tot}}=0,005 \cdot 280 \cdot 2,891=4,047;$$

$$q^{\text{sl}}=\frac{4,047}{3,6}+0,80 \cdot 1,1=2,004 \text{ л/с}$$

Участок 10-11

$$L=2,9 \text{ м}; N=338 \text{ шт.}; U=168 \text{ чел.}; q_0^{\text{tot}}=0,3; K_s=0,81;$$

$$P=\frac{4,409 \cdot 168}{3600 \cdot 0,25 \cdot 338}=0,002 \text{ л/с}; N \cdot P=338 \cdot 0,02=6,76; \alpha_{\text{hr}}=3,149$$

$$q_{\text{hr}}^{\text{tot}}=0,005 \cdot 280 \cdot 3,149=4,409;$$

$$q^{\text{sl}}=\frac{4,409}{3,6}+0,81 \cdot 1,1=2,116;$$

Участок 11-12

$$L=1,3 \text{ м}; N=351 \text{ шт.}; U=168 \text{ чел.}; q_0^{\text{tot}}=0,3 \text{ л/с}; K_s=0,84;$$

$$P=\frac{4,369 \cdot 168}{3600 \cdot 0,25 \cdot 351}=0,002; N \cdot P=351 \cdot 0,02=7,02; \alpha_{\text{hr}}=3,212$$

$$q_{\text{hr}}^{\text{tot}}=0,005 \cdot 280 \cdot 3,121=4,369;$$

$$q^{\text{sl}}=\frac{4,369}{3,6}+0,84 \cdot 1,1=2,138 \text{ л/с}$$

Участок 12-13'

$$L=5,2 \text{ м}; N=384 \text{ шт.}; U=216 \text{ чел.}; q_0^{\text{tot}}=0,3 \text{ л/с}; K_s=0,84;$$

$$P=\frac{4,803 \cdot 216}{3600 \cdot 0,25 \cdot 384}=0,003; N \cdot P=384 \cdot 0,02=7,68; \alpha_{\text{hr}}=3,431$$

$$q_{\text{hr}}^{\text{tot}}=0,005 \cdot 280 \cdot 3,431=4,803;$$

$$q^{sl} = \frac{4,803}{3,6} + 0,84 \cdot 1,1 = 2,258 \text{ л/с}$$

Гидравлический расчёт участков трубопроводов внутренней и внутриквартальной водоотводящих сетей К1 приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Гидравлический расчёт внутренней водоотводящей сети К1

№ участка	Длина участка L , м	Число приборов N , шт.	Количество потребителей U , чел.	q_0^{tot} – секундный расход сточных вод приборов	Вероятность действия приборов, P	NP	Коэффициент a_{hr}	Максимальный часовой расход сточной воды q_{hr}^{tot} , м ³ /ч	Коэффициент K_s	Расход сточных вод от прибора с максимальным водоотведением q^s , л/с	Расчетный расход сточных вод q_{SL} , л/с
1-2	2,9	12	24	0,3	0,02	0,24	0,502	0,703	0,54	1,1	0,789
2-3	5,4	48	24	0,3	0,02	0,96	0,948	1,327	0,55	1,1	0,974
3-4	0,5	91	48	0,3	0,02	1,82	1,350	1,890	0,75	1,1	1,350
4-5	2,3	130	72	0,3	0,02	2,60	1,684	2,358	0,76	1,1	1,490
5-6	0,4	143	72	0,3	0,02	2,86	1,802	2,523	0,79	1,1	1,569
6-7	2,9	156	96	0,3	0,02	3,12	1,879	2,630	0,79	1,1	1,599
7-8	2,9	208	120	0,3	0,02	4,16	2,281	3,193	0,79	1,1	1,756
8-9	3	260	144	0,3	0,02	5,20	2,626	3,676	0,79	1,1	1,890
9-10	5,2	299	144	0,3	0,02	5,98	2,891	4,047	0,80	1,1	2,004
10-11	2,9	338	168	0,3	0,02	6,76	3,149	4,409	0,81	1,1	2,116
11-12	1,3	351	168	0,3	0,02	7,02	3,212	4,369	0,84	1,1	2,138
12-13'	5,2	384	216	0,3	0,02	7,68	3,431	4,803	0,84	1,1	2,258
13'-КК1	10,9	384	216	0,3	0,02	8,58	3,431	4,803	0,82	1,1	2,236

2.4 Выбор материала труб для устройства внутренних и внутриквартальных водоотводящих сетей

Для устройства внутренней водоотводящей сети приняты ПВХ канализационные раструбные трубы ГОСТ 32414-2013 диаметром 110 мм, производителя «Политэк».

ПВХ трубы имеют ряд преимуществ:

- длительный срок службы;
- не распространяют шум;
- низкая теплопроводность, как следствие отсутствие конденсата;
- легкость;
- простота монтажных работ;
- не реагируют на воздействие воды или агрессивных химических соединений;
- низкая стоимость.

Завод изготовитель «Политэк» находится в г. Одинцово, по адресу ул. Транспортная, д. 2, тел. 8 (495) 789-32-76. Трубы можно приобрести через поставщиков в н.Красноярске.

2.5 Гидравлический и геодезический расчёт внутренних и внутриквартальных водоотводящих сетей

Гидравлический расчет внутриквартальных водоотводящих сетей К1 выполнен для определения возможности присоединения внутренней водоотводящей сети строящегося жилого здания к городской водоотводящей сети населённого пункта.

Сеть внутриквартальной (дворовой) водоотводящей сети К1 объединяет выпуски внутренней канализации одного или нескольких зданий, и отводит сточные воды в существующий городской колодец уличной канализации (ГКК).

Канализационные колодцы (КК1) на дворовых и квартальных водоотводящих сетях предусматриваются:

- в местах выпусков внутренней канализации;
- в местах поворотов (угол поворота должен быть не менее 90°);
- в местах боковых присоединений;
- в местах изменения уклонов и диаметров трубопроводов;
- на прямых участках через 35 м при диаметре труб 150 мм, при диаметре 200-450 мм – через 50 м.

В месте присоединения квартальной хозяйственно-бытовой водоотводящей сети к уличной, на расстоянии 1,5-2,5 м от красной линии (внутри квартала) устанавливается контрольный колодец (ККК), разделяющий сферы обслуживания сети.

Расчётное направление принимается от основания наиболее удаленного от выпуска канализационного стояка (*см К1-1*) здания в сторону движения сточных вод с учётом рельефа местности.

На участках внутренней водоотводящей сети гидравлический расчёт выполняется при следующих значениях:

- диаметр труб d , при проверке пропускной способности по формуле 5 (СП 30.13330.2020, п. 5.5) – 100 мм (включая выпуск сточных вод);
- уклон труб $i_{min} = 0,02$ (для $d = 100$ мм);
- степень наполнения h/d – не более 0,6.
- наименьшая скорость с учётом самоочищения – 0,7 м/с.

Участки внутриквартальной водоотводящей сети принимаются диаметром не менее 150 мм (согласно СП 32.13330.2012, п. 5.3.1); уклон труб $i_{min} = 0,008$ для $d = 150$ мм, 0,007 для $d = 200$ мм (п. 5.5.1); степень наполнения h/d – не более 0,6 (для диаметров 150-250 мм).

Гидравлический расчет самотечных водоотводящих сетей выполняется с помощью таблиц Лукиных или с помощью расчётных программ.

Геодезический расчет внутриквартальной водоотводящей сети начинается с определения глубины заложения выпуска в месте пересечения стены здания.

Наименьшая глубина заложения канализационных трубопроводов согласно СП 32.13330.2012 (п. 6.2.4) принимается на 0,3 м менее большей глубины проникания в грунт нулевой температуры (для труб диаметром до 500 мм), но не менее 0,7 м до верха трубы, считая от поверхности земли или планировки (во избежание повреждения наземным транспортом).

Глубина заложения выпуска в начале участка (в месте пересечения стены здания) принимается равной наименьшей глубине заложения канализационных трубопроводов:

$$H_{\text{вып}}^{\text{H}} = h_{\text{min}} = H_{\text{пр}} - 0,3, \text{ м} \quad (2.5)$$

$$H_{\text{вып}}^{\text{H}} = h_{\text{min}} = 2,3 - 0,3 = 2,0, \text{ м}$$

Отметка заложения выпуска (лотка трубы) в месте пересечения стены здания:

$$Z_{\text{вып}}^{\text{H}} = Z_{\text{п.з}} - H_{\text{вып}}^{\text{H}}, \text{ м} \quad (2.6)$$

$$Z_{\text{вып}}^{\text{H}} = 146,05 - 2,0 = 144,05 \text{ м}$$

где $Z_{\text{п.з}}$ – отметка поверхности земли у жилого здания, м

Отметка заложения лотка трубы в конце выпуска (в колодце КК1-1):

$$Z_{\text{вып}}^{\text{K}} = Z_{\text{вып}}^{\text{H}} - \Delta h, \text{ м} \quad (2.7)$$

где Δh – падение выпуска (формула 2.11), м.

Падение выпуска определяется при его уклоне (не менее 0,02) и известной длине.

Глубина заложения выпуска в конце (в колодце КК1-1):

$$H_{\text{вып}}^{\text{к}} = Z_{\text{пз}}^{\text{к}} - Z_{\text{вып}}^{\text{к}}, \text{ м} \quad (2.8)$$

Если диаметры в колодцах не меняются, то отметка лотка трубы в конце участка равна отметке лотка трубы в начале участка: $Z_{\text{л}}^{\text{н}} = Z_{\text{л}}^{\text{к}}$

Максимальная глубина заложения труб (СП 32.13330.2012, п. 6.2.5) определяется в зависимости от материала труб, их диаметра, грунтовых условий, метода производства работ; при открытом способе производства работ диктуется гидрогеологическими, техническими и экономическими условиями.

Гидрогеологические условия определяются видом грунта и глубиной заложения грунтовых вод.

Результаты гидравлического и геодезического расчетов трассы водоотводящей сети от самого дальнего стояка в жилом здании до присоединения внутриквартальной сети к городской приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Гидравлический и геодезический расчёт внутриквартальных водоотводящих сетей

№ участка	Длина участка L , м	Расчетный расход сточных вод на участке q^{sL} , л/с	Диаметр трубы d , мм	Скорость движения сточных вод v , м/с	Степень наполнения трубы h/d	Уклон трубы i	Падение линии Δh , м	Геодезические отметки, м				Глубина заложения h , м	
								поверхности земли		лотка трубы		начало	конец
								начало	конец	начало	конец		
1-2	2,9	0,681	110	0,71	0,18	0,04	0,116			144,95	144,83		
2-3	5,4	0,710	110	0,72	0,18	0,04	0,216			144,83	144,62		
3-4	0,5	0,950	110	0,78	0,21	0,04	0,020			144,62	144,60		
4-5	2,3	0,983	110	0,79	0,21	0,04	0,092			144,60	144,51		
5-6	0,4	1,022	110	0,80	0,22	0,04	0,016			144,51	144,49		
6-7	2,9	1,079	110	0,81	0,22	0,04	0,116			144,49	144,38		
7-8	2,9	1,112	110	0,81	0,23	0,04	0,058			144,38	144,32		
8-9	3	1,138	110	0,82	0,23	0,04	0,120			144,32	144,20		
9-10	5,2	1,169	110	0,83	0,23	0,04	0,208			144,20	143,99		
10-11	2,9	1,199	110	0,83	0,24	0,04	0,116			143,99	143,88		
11-12	1,3	1,269	110	0,85	0,24	0,04	0,052			143,88	143,82		
12-13'	5,2	1,398	110	0,87	0,26	0,04	0,208			143,82	143,61		
13'-КК1	6,0	1,398	110	0,87	0,26	0,04	0,24	146,05	143,5	143,61	143,5	2,44	

3 Экономическое обоснование проекта строительства

3.1 Определение потребности в инвестициях для реализации инвестиционно-строительного проекта

Стоимость строительства гостинично-апартаментного комплекса класса «А+» в г. Красноярске определена с помощью объекта-аналога.

В качестве объекта аналога был выбран гостинично-апартаментный комплекс, расположенный по адресу: г. Зеленоград, 3-й западный проезд.

Объект аналог был выбран исходя из приближенных характеристик к оцениваемому объекту. Данные о характеристиках представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Сравнение характеристик оцениваемого объекта и объекта-аналога

Характеристики	Гостинично-апартаментный комплекс класса «А+» г. Красноярск	Гостинично-апартаментный комплекс г. Зеленоград
Этажность	14-17	14
Количество номеров и апартаментов	460	450
Общая площадь, м ²	47 100	40 000
Материал несущих конструкций	монолитный железобетон	монолитный железобетон
Общественно-деловая зона	+	+
Количество машино-мест	263	91

Исходя из данных таблицы 3.1 видно, что выбранный объект-аналог преимущественно соответствует характеристикам оцениваемого объекта.

Стоимость строительства гостинично-апартаментного комплекса в г. Зеленоград составляет 3 260 096 000 руб.

Стоимость 1 м² площади объекта-аналога, составляет 81 502,4 руб.

Расчет прогнозной стоимости для гостинично-апартаментного комплекса класса «А+» сведен в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Расчет прогнозной стоимости строительства по объекту аналогу

Наименование	Обоснование	Ед. изм.	Кол-во	Стоимость единицы тыс. руб.	Стоимость всего, тыс.руб.
Гостинично-апартаментный комплекс класса «А+» в г. Красноярск	Расчет	1 м ²	47 100,0	81 502, 4	3 838 764 071,2
Регионально-климатический коэффициент	Расчет			1,01	3 877 151 711,9
Коэффициент на сейсмичность	Расчет			1,03	3 993 466 263,3
Поправочный коэффициент перехода от базового района к уровню цен Красноярского края	Расчет			0,96	3 833 727 612,7
Переход в прогнозный уровень цен	Индекс-дефлятор Минэкономразвития РФ (2024 г.)			1,053	4 036 915 176,2
Итого					4 036 915 176,2
НДС				0,2	807 383 035,2
Итого с НДС					4 844 298 211,4

Стоимость строительства гостинично-апартаментного комплекса класса «А+» в г. Красноярске составила 4 844 298 211,4 руб.

3.2 Составление и анализ структуры локального сметного расчета на общестроительные работы

Сметная стоимость по объекту гостинично-апартаментный комплекс класса «А+» в г. Красноярске определена базисно-индексным методом при помощи программного обеспечения «ВМ-смета ABC» в среде Autodesk Revit 2021.

Исходными данными для составления сметы являлся раздел КЖ, представленный в виде информационной модели, составленный в Autodesk Revit.

Путем назначения через плагин «ABC Смета» сметных свойств соответствующим элементам моделей были сформированы следующие разделы: колонны, перекрытия, стены.

Сметная стоимость по указанным разделам была определена в соответствии с «Методика определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации на территории Российской Федерации, утвержденная приказом Минстроя от 4 августа 2020 г. № 421/пр».

Район строительства – Красноярский край, Красноярск (1 зона).

Для определения сметной стоимости была использована сметно-нормативная база ФЕР-2001 (Федеральные единичные расценки).

Для перевода базисных цен в текущий уровень цен на I кв. 2023 г. были использованы индексы изменения сметной стоимости СМР в соответствии с письмом Минстроя России от 10.03.2023 г. №12381-ИФ/09 «О рекомендуемой величине индексов изменения сметной стоимости строительства в I кв. 2023 года, в том числе величине индексов изменения сметной стоимости строительномонтажных работ, индексов изменения сметной стоимости пусконаладочных работ, индексов изменения сметной стоимости прочих работ и затрат, индексов изменения сметной стоимости оборудования» в размере 37,4 для оплаты труда ; 7,29 для материалов, изделий и конструкций; 13,99 для эксплуатации машин и механизмов.

Накладные расходы определены в соответствии с приказом Минстроя России № 812/пр от 21.12.2020 г. Прил. п.12 в процентах от фонда оплаты труда рабочих-строителей и механизаторов по видам строительного-монтажных работ.

Сметная прибыль определена в соответствии с приказом Минстроя России № 774/пр от 21.12.2020 г. Прил. п.12 в процентах от фонда оплаты труда рабочих-строителей и механизаторов по видам строительного-монтажных работ.

В сметах дополнительно учтены:

- затраты на строительство временных зданий и сооружений согласно Методике, утвержденной приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 19 июня 2020 г. № 332/пр «Методика определения затрат на строительство временных зданий и сооружений, включаемых в сводный сметный расчет стоимости строительства» по прил. 1 п. 50 приняты 1,8%;

- затраты на производство работ в зимнее время согласно Методике, утвержденной приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 25 мая 2021 г. № 325/пр «Методика определения дополнительных затрат при производстве работ в зимнее время» по прил. 1 п. 84 приняты 3% с учетом возведения временных зданий и сооружений;

- резерв средств на непредвиденные работы и затраты согласно Методике утвержденной приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 04 августа 2020 г. № 421/пр «Об утверждении Методике определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации на территории Российской Федерации» по п.179 принят 2% с учетом возведения временных зданий и сооружений и зимним удорожанием.

Структура локального сметного расчета на общестроительные работы по составным элементам представлена в таблице 3.3.

На рисунке 3.1 представлена диаграмма структуры локального сметного расчета.

Таблица 3.3 – Структура локального сметного расчета

Элементы	Сумма, руб.	Удельный вес, %
1	2	3
Прямые затраты, всего	284 873 200,07	61,76 %
В том числе:		%
Основная заработная плата	40 095 578,95	8,69 %
Эксплуатация машин	10 380 453,54	2,25 %
Материалы	234 397 167,58	50,82 %
Накладные расходы	47 166 344,84	10,23 %
Сметная прибыль	27 356 480,00	5,93 %
Лимитированные затраты	24 981 905,21	5,42 %
НДС	76 875 586,02	16,67 %
ИТОГО	461 253 516,14	100%

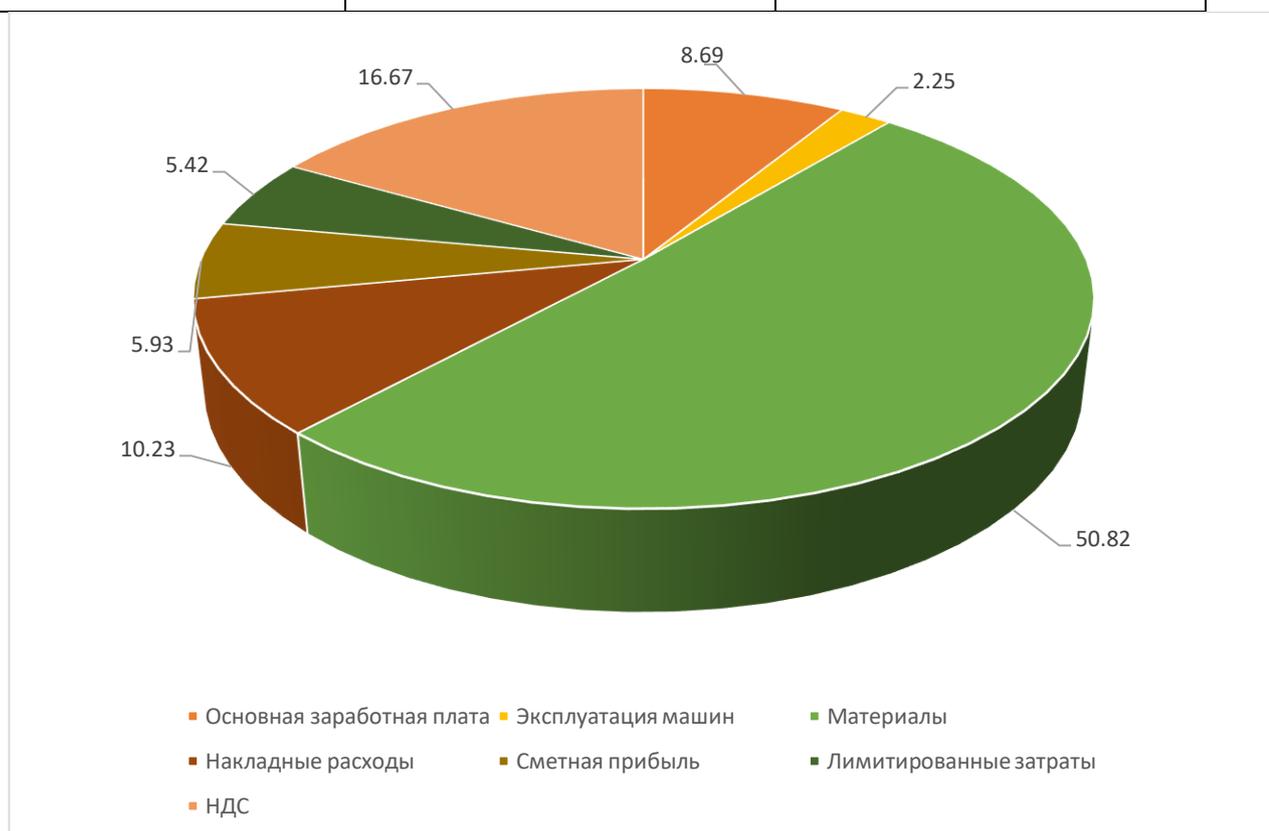


Рисунок 3.1 – Структура локального сметного расчета

Как видно из диаграммы, структура сметной стоимости основных общестроительных работ соответствует типовому распределению затрат и составных элементов.

3.2 Технико-экономические показатели проекта

Технико-экономические показатели проекта строительства представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Технико-экономические показатели проекта строительства гостинично-апартаментного комплекса класса «А+»

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение
1 Объемно-планировочные показатели		
Площадь застройки	м ²	6 176,0
Общая площадь комплекса	м ²	47 100,0
Этажность	эт.	14-17
Материал стен		монолитный железобетон
Высота этажа:		
- общественная часть	м	4,6
- жилая часть		3,3
Площадь коммерческих помещения 1-го этажа	м ²	5 550,0
Площадь апартаментов корпус 1	м ²	10 500,0
Площадь апартаментов корпус 2	м ²	12 050,0
Площадь гостиничного корпуса	м ²	15 000,0
Площадь паркинга	м ²	4 000,0
2 Стоимостные показатели		
Прогнозная стоимость строительства объекта (объект-аналог)	руб.	4 844 298 211,4
Прогнозная стоимость 1м ² площади	руб.	102 851,34
Сметная себестоимость работ по возведению каркаса на 1 м ² площади	руб.	7 630,49
3 Прочие показатели проекта		
Продолжительность строительства	мес.	37

Прогнозная стоимость 1 м² общей площади определяется исходя из данных, полученных при расчете прогнозной стоимости строительства объекта на основании данных объекта аналога и объемно-планировочных показателей.

Сметная себестоимость работ по возведению каркаса, приходящихся на 1 м² площади определяется по формуле

$$C / c = \frac{ПЗ+НР+ЛЗ}{S_{общ}}, \quad (3.1)$$

где ПЗ – величина прямых затрат;

НР – величина накладных расходов;

ЛЗ – величина лимитированных затрат.

$$C / c = \frac{284\,873\,200,07+47\,166\,344,84+27\,356\,480,00}{47\,100} = 7\,630,49 \text{ руб.}$$

Определена нормативную продолжительность строительства согласно СНиП 1.04.03-85 «Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений» с учетом указаний общего раздела данного документа методом интерполяции между значениями 36 мес. – на 1200 мест и 40 мес. – на 1500 мест.

Количество мест в проектируемом здании – 1262.

Нормативная продолжительность строительства составит

$$Y = 36 + (1262-1200) / (1500-1200) \cdot (40-36) = 36,82 \text{ мес.}$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выпускная квалификационная бакалаврская работа по теме «Проектирование гостинично-апартаментного комплекса класса «А+»» включает в себя проектирование внутренних систем водоснабжения и водоотведения здания в программном обеспечении «Autodesk Revit».

В работе выполнены следующие расчёты.

Рассчитаны расходы воды и выполнен гидравлический расчёт участков внутренней водопроводной сети системы холодного водоснабжения; приняты трубы диаметром 25-63 мм, диаметр ввода – 63 мм, потери напора по длине расчётного направления составили 4,79 м.

– рассчитан требуемый напор во внутренней системе холодного водоснабжения для обеспечения подачи воды к санитарно-техническим приборам;

– рассчитаны расходы сточных вод и выполнены гидравлический и геодезический расчёты участков внутренних водоотводящих сетей; диаметр канализационных отводов и выпуска жилого здания 110 мм.

– подобрано необходимое оборудование, а также трубы подходящего диаметра для обеспечения надёжной работы внутренних систем холодного водоснабжения и водоотведения;

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 30.13330.2020 «СНиП 2.04.01-85* Внутренний водопровод и канализация зданий» (с Изменениями № 1, 2). Утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 30 декабря 2020 г. № 920/пр и введен в действие с 1 июля 2021 г.).

2. СП 31.13330.2021 «СНиП 2.04.02-84 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения». Утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 27 декабря 2021 г. № 1016/пр и введен в действие с 28 января 2022 г.

3. СП 32.13330.2018 Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85 (с Изменениями № 1, 2). Утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 25 декабря 2018 г. № 860/пр и введен в действие с 26 июня 2019 г.).

4. СП 10.13130.2020 Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности. Утвержден и введен в действие Приказом Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий России от 27 июля 2020 г. № 559.

5. СП 42.13330.2016 Градостроительство. планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*, утверждён приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 30 декабря 2016 г. № 1034/пр и введен в действие с 1 июля 2017 г.

6. СП 18.13330.2019 Свод правил производственные объекты планировочная организация земельного участка (с Изменением № 1), утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального

хозяйства Российской Федерации от 17 сентября 2019 г. № 544/пр и введен в действие с 18 марта 2020 г.

7. ГОСТ 21.205-2016 Система проектной документации для строительства (СПДС). Условные обозначения элементов трубопроводных систем зданий и сооружений

8. ГОСТ 2.316-2008 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах. Общие положения.

9. ГОСТ 21.601-2011. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации внутренних систем водоснабжения и канализации.

10. ГОСТ 21.704-2011 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации наружных сетей водоснабжения и водоотведения.

11. ГОСТ 21.206-2012 Система проектной документации для строительства (СПДС). Условные обозначения трубопроводов

12. ГОСТ 21.110-2013 Система проектной документации для строительства (СПДС). Спецификация оборудования, изделий и материалов.

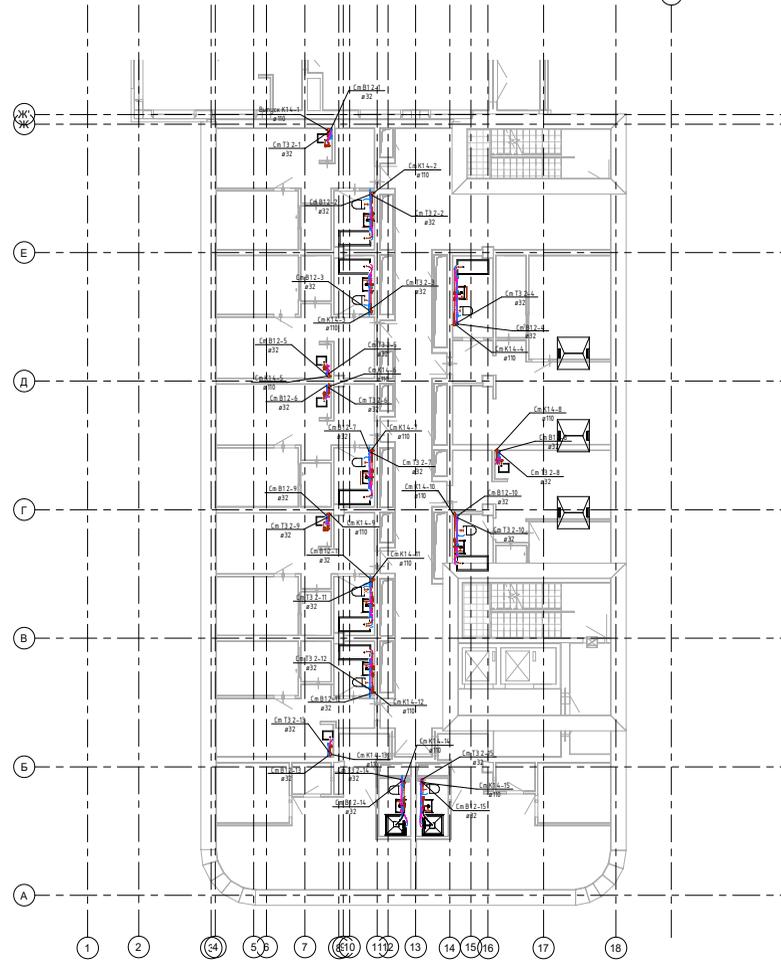
13. Шевелев Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых водопроводных труб – М; Стройиздат. 2014.

14. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и докеров по формуле акад. Н. Н. Павловского. Справочник. Лукиных А.А., Лукиных Н.А. 2014

15. СТУ 7.5-07-2021 Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности – Введ. 07.12.2021. – Красноярск: ИПК СФУ, 2021. – 61 с. Сибирский федеральный университет: официальный сайт– 2022 – URL – Режим доступа: <http://about.sfu-ras.ru/docs/8127/pdf/255581>

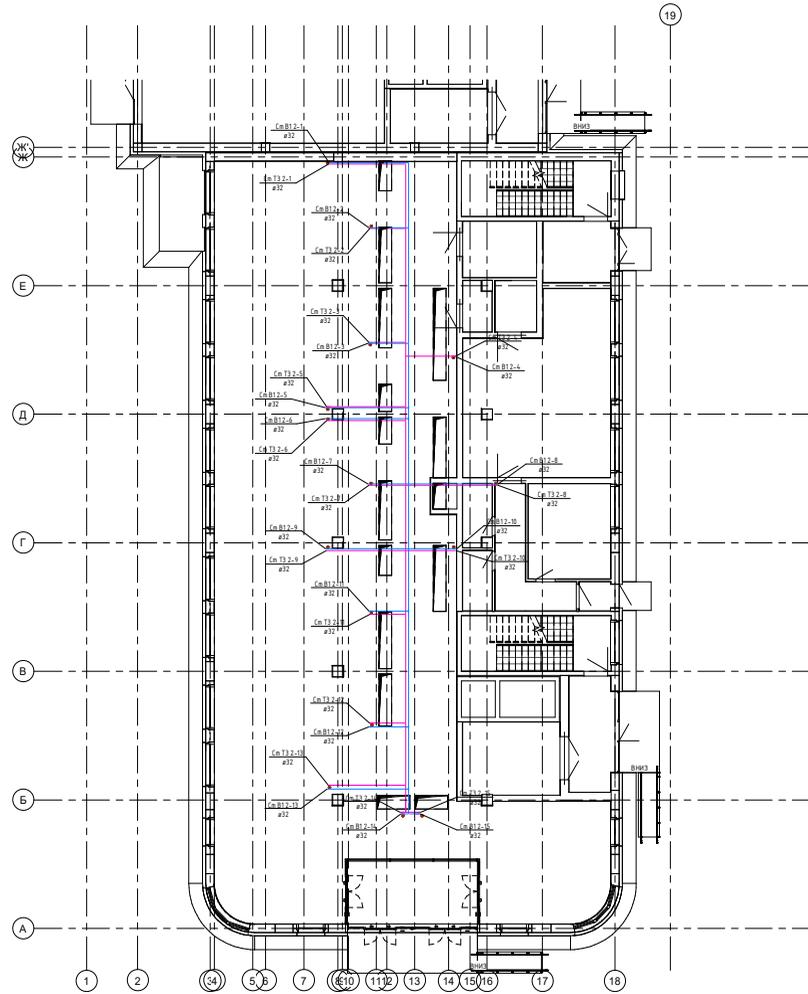
План типового этажа М1:100

19



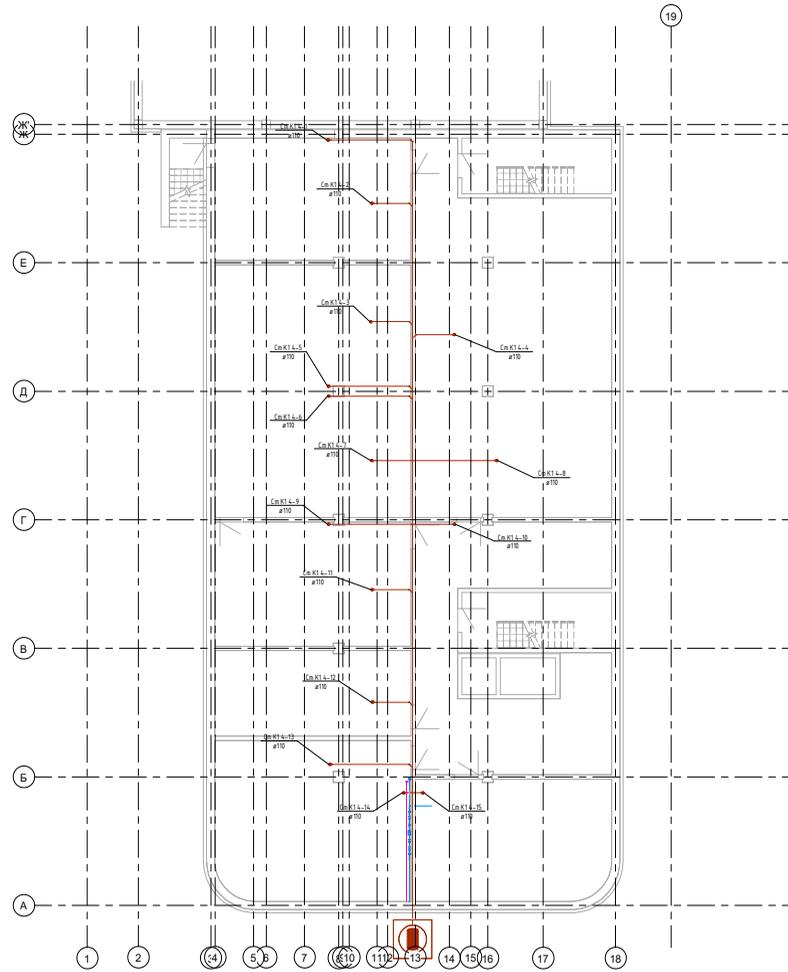
				ЕР 08.03.01-1.19.04.04.2.4.19.02.088 - 2023	
				Содержит: Физический Инженерский Инженерно-строительный институт	
Имя	Вид	Дата	№ Вер.	Польз.	Время
Создатель	Выполнитель	Проверенный	Сметчик	Листы	Листов
Создатель	Сметчик	Проверенный	Листы	1	5
Имя_проектанта	Имя_исполнителя	План типового этажа М1:100			Картина ИСЭС

План первого этажа М1:100



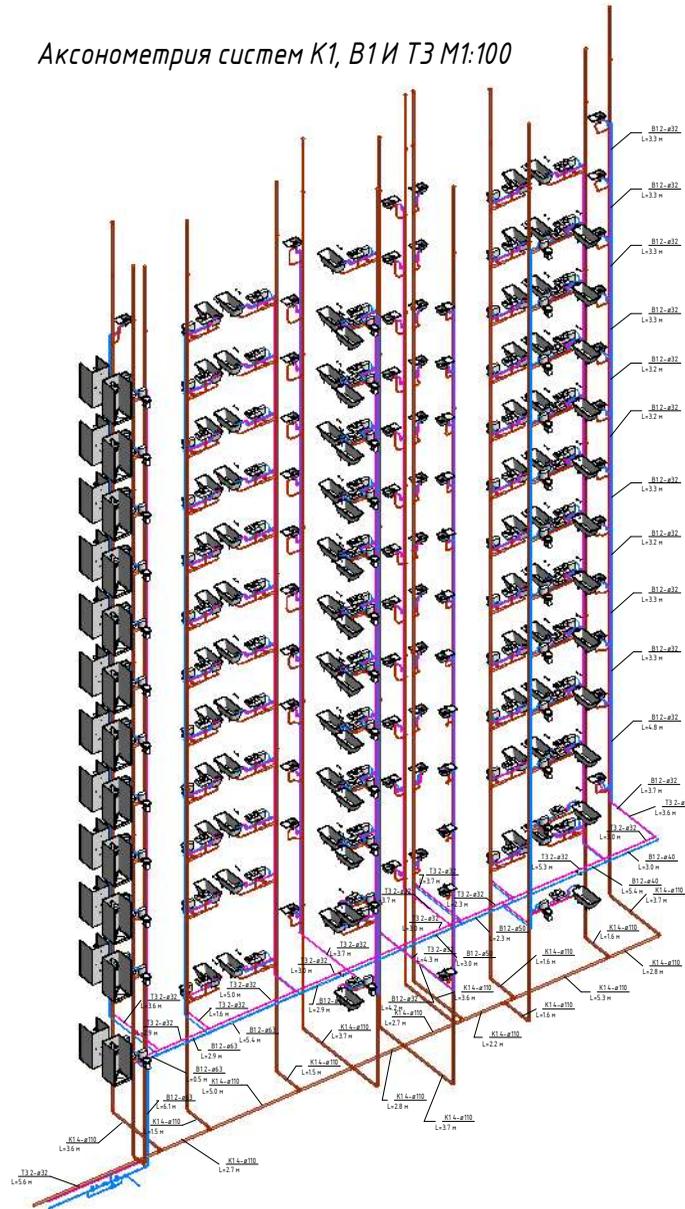
				ЕР 08.03.01-1.19.04.04.2 4.19.02.088 - 2023				
				Содержит: Физический Инженерный Инженерно-строительный институт				
Имя	Вид	Дата	№ Док.	Полн.	Время	Степень	Лист	Листов
Создатель	Корнилов А.Е.					Технический эскиз/техническое задание "А" в 2-х экземплярах с применением ТЭП	0	5
Доработал	Корнилов Е.В.						2	5
Упр. орг.	Корнилов А.В.					План первого этажа М1:100	Корнилов И.С.	

План подвала М1:100



				ЕР 08:03:01-1.194/642:4.194/2088 - 2023				
				Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт				
Имя	Вид	Дата	№ докум.	Подп.	Взнос	Сметчик	Лист	Листов
Разработчик	Коробов А.Е.					Проектный отдел, государственное учреждение "А" с Красноварск с применением BIM		
Проектировщик	Коробов Е.В.					п	3	5
Упр. орг.	Иванов И.И.					План подвала М1:100		Коробов И.С.С.

Аксонетрия систем К1, В1 и Т3 М1:100

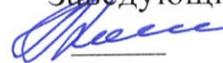


					ЕР 08.03.01-1.194.642.4.1942088 - 2023				
					Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт				
Имя	Вид	Дата	ИП	Подп.	Время	Смелов	Авдот	Авдот	
Разработчик	Коробов	А.Е.				Технический специалист государственного университета "СФУ" в Красноярске с применением BIM	И	4	5
Проверенный	Коробов	Е.В.							
Упр. орг.	Иванов	А.В.				Аксонетрия систем К1, В1 и Т3 М1:100		Корова И.С.	

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-строительный институт
институт
Инженерные системы зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 А.И. Матюшенко
подпись инициалы, фамилия

«26» 06 2023 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01.31 Строительство

код и наименование специальности

«Проектирование гостинично-апартаментного комплекса «А+»
в г.Красноярске с применением ТИМ»

тема

Пояснительная записка

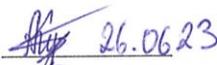
Руководитель


подпись, дата

доцент к.т.н.
должность, ученая степень

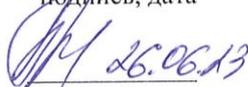
Л.В. Приймак
инициалы, фамилия

Выпускник


подпись, дата

А.Е. Кузьминых
инициалы, фамилия

Нормоконтролер


подпись, дата

Л.В. Приймак
инициалы, фамилия

Красноярск 2023