

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«**СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**»

Инженерно-строительный  
институт  
Инженерных систем зданий и сооружений  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ А.И.Матюшенко  
подпись                      инициалы, фамилия  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

20.03.02 «Природообустройство и водопользование»  
код – наименование направления

Водоснабжение и водоотведение школы на 520 учащихся,  
расположенной в г. Нижнеудинске  
тема

Руководитель	_____	<u>доцент, канд.тех.наук</u>	<u>Т.Я. Пазенко</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		<u>А.А. Пестерева</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Нормоконтролер	_____	<u>доцент, канд.тех.наук</u>	<u>Т.Я. Пазенко</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия

Красноярск 2023

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Водоснабжение и водоотведение школы на 520 учащихся, расположенной в г. Нижнеудинске» содержит 58 страниц текстового документа, 1 иллюстрацию, 9 таблиц, 21 использованных источников, 10 листов графического материала.

ШКОЛА, ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ВОДООТВЕДЕНИЕ, АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ, СТОЛОВАЯ, РАСЧЕТНЫЕ РАСХОДЫ ВОДЫ, ВОДОМЕРНЫЙ УЗЕЛ, ВЫПУСКИ ИЗ ЗДАНИЯ, ЖИРОУЛОВИТЕЛЬ, ВОДОНАГРЕВАТЕЛЬ.

Объект исследования – школа на 520 мест, расположенная в г. Нижнеудинске.

Цели работы:

- определение необходимых расходов холодной и горячей воды на нужды школы;
- расчёт и проектирование систем холодного и горячего водоснабжения;
- определение расходов хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод;
- расчёт и проектирование систем хозяйственно-бытовой, производственной и ливневой канализации.

В результате проведённых расчётов был выбран материал труб и определены оптимальные диаметры их в системах холодного и горячего водоснабжения, а также рассчитан и подобран водомерный узел, определен необходимый напор в системах холодного и горячего водоснабжения школы. Для приготовления горячей воды в столовой в межотопительный период подобраны электрические водонагреватели.

В системе водоотведения был подобран материал труб для отвода сточных вод. Принятые диаметры труб в системе водоотведения были проверены на пропуск сточных вод. Запроектирована система сбора и отвода атмосферных осадков с кровли здания. Для отчистки производственных сточных вод от столовой, в которых содержатся жиры и масла, предусмотрена установка жироловушек перед сбросом сточных вод в хозяйственно-бытовую канализацию.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Общие сведения.....	5
1.1 Сведения о районе строительства .....	5
1.2 Исходные данные систем водоснабжения и водоотведения .....	5
2 Холодное водоснабжение.....	7
2.1 Описание системы холодного водоснабжения .....	7
2.2 Расчет холодного водоснабжения .....	7
2.3 Расчет системы на пропуск хозяйственно-питьевых расходов.....	16
2.4 Система противопожарной защиты здания.....	18
3 Горячее водоснабжение.....	19
3.1 Требования к качеству воды горячего водоснабжения.....	19
3.2 Общая схема горячего водоснабжения.....	19
3.3 Расчет системы горячего водоснабжения в режиме водоразбора .....	22
3.4 Расчет системы в режиме циркуляции .....	26
4 Канализация.....	31
4.1 Описание систем канализации.....	31
4.2 Общие требования к системе водоотведения .....	34
4.3 Расчет хозяйственно-бытовой системы канализации .....	35
4.4 Проверка пропускной способности стояков .....	39
4.5 Расчет производственной канализации .....	45
4.6 Расчет внутренних водостоков .....	50
5 Безопасность жизнедеятельности.....	51
5.1 Классификация зданий и сооружений по устройству молниезащиты .....	51
5.2 Устройство молниезащиты и зоны защиты молниеотводов .....	52
Заключение .....	54
Список сокращений .....	56
Список использованных источников .....	57

## ВВЕДЕНИЕ

Современные системы внутреннего водоснабжения и водоотведения представляют собой сложные комплексы инженерных сооружений и устройств, включающих в себя водомерные узлы, повысительные насосные установки, системы для подогрева холодной воды и циркуляции горячей воды, распределительные, подающие и отводящие трубопроводы, всевозможные санитарно-технические приборы, средства автоматики, а также, нередко, установки по обработке воды.

Системы водоснабжения зданий и объектов любого назначения должны обеспечивать потребителей водой заданного качества, в требуемом количестве и под необходимым напором. Снабжение водой зданий и отдельных объектов может осуществляться от наружной водопроводной сети (населенного пункта) или от собственного местного (подземного или поверхностного) источника водоснабжения.

Для подачи потребителям подогретой воды служит система горячего водоснабжения, оборудованная дополнительно водонагревателями и устройствами для регулирования и контроля температуры.

По назначению внутренние водопроводы зданий делят на:

- хозяйственно-питьевые, которые предназначены для обеспечения потребителей водой питьевого качества. Для некоторых хозяйственных процедур (стирка белья, смыв нечистот из санитарных приборов) допускается подача воды непитьевого качества;

- производственные, которые обеспечивают подачу воды на технологические нужды предприятия. В производственных водопроводах вода может быть как питьевого, так и непитьевого качества, а также более очищена;

- противопожарные, которые предназначены для ликвидации очагов пожара, вспыхнувшего в здании.

Система водоотведения предназначена для удаления из здания загрязнений, образующихся в процессе санитарно-гигиенических процедур, хозяйственной и производственной деятельности человека, а также для отведения атмосферных и талых вод.

По назначению системы водоотведения зданий делят на:

- бытовые, которые отводят загрязненную воду от мытья посуды, стирки белья, санитарно-гигиенических процедур (умывания, принятия ванны и т.д.);

- производственные, которые удаляют за пределы здания жидкость, использованную в технологических процессах и содержащую отходы;

- внутренние водостоки, которые отводят с кровли здания дождевые и талые воды.

## **1 Общие сведения**

### **1.1 Сведения о районе строительства**

Школа №1 на 520 мест расположена в городе Нижнеудинск Нижнеудинского района Иркутской области.

Климатический район строительства 1В.

Нижнеудинский район расположен в умеренном климатическом поясе, тип климата является резко континентальным. Для него характерны большие перепады температур – как в течение суток, так и в течение года.

По многолетним данным среднегодовая температура воздуха в Нижнеудинске равна  $-1,5^{\circ}\text{C}$ . Самым холодным месяцем является январь со среднемесячной температурой  $-21,4^{\circ}$ , а самым теплым – июль со среднемесячной температурой  $+17,7^{\circ}$ .

Рельеф местности характеризуется платообразной волнистой поверхностью в виде гряд и отдельных холмов, которые сложены осадочными породами, представляющими разновидности известняков, песчаников и глин.

На площадке преобладающими грунтами являются песчано-галечниковые отложения. Галечники характеризуются присутствием валунов и развиты в основном в нижних слоях отложений на глубине 2,5-4 м.

Общий геологический разрез может быть представлен (схематично) в следующем виде: на поверхности повсеместно залегает почвенно-растительный слой мощностью 0,1-0,5 м, под ним залегают пески мелко-среднезернистые с переслаиванием галечниковых отложений. Под почвенным слоем иногда непосредственно залегают галечниковые отложения и супесчано-суглинистые грунты.

Водоизмещающими породами являются гравийно-галечниковые отложения, а водоупором являются коренные породы. Глубина залегания зеркала грунтовых вод лежит в пределах от 0,8 до 4 м. Водоносный горизонт характеризуется свободной поверхностью, однако в местах перекрытия его слабопроницаемыми песками и суглинками, он обладает небольшим напором (0,2-0,6 м).

Нормативная глубина сезонного промерзания равна 2,8 м.

Сейсмичность площадки строительства составляет 7 баллов.

Основное направление ветра в г. Нижнеудинск – северо-западное. Средняя скорость ветра в течении года равна 1,3 м/с. Январь является самым спокойный месяцем, а самым ветреным - май.

Из анализа представленных материалов следует, что территория школы большей частью находится в ограниченно благоприятных инженерно-геологических условиях для строительства.

### **1.2 Исходные данные систем водоснабжения и водоотведения**

Школа рассчитана на 520 обучающихся. Количество этажей в школе 3, высота этажа 3,6 м, высота подвала, включая толщину перекрытия (300 мм), равна 2,5 м. Школа оборудована санитарно-техническими приборами: умы-

вальные раковины, душевые поддоны, биде, унитазы, писсуары, мойки для мытья посуды. Абсолютная отметка поверхности земли у здания составляет 416,0 м. Абсолютная отметка ввода водопровода в здание равна 412,7 м. Абсолютная отметка пола 1-го этажа 417,45 м. Водоснабжение школы предусмотрено от городского водопровода диаметром 100 мм с гарантируемым свободным напором в точке подключения 58 м водного столба. Диаметр городской бытовой и производственной канализации принят 110 мм. Отметка лотка выгребя составляет 413,5 м. Отметка дна канализационной емкости – 411,44 м.

Решения, принятые в работе, соответствуют требованиям действующих технических регламентов, стандартов и сводов правил.

При разработке решений по проектированию систем В1, Т3, Т4, К1, К2 и К3 использованы основные нормативные документы.

Вентиляция систем бытовой канализации предусмотрена через стояки, вытяжная часть которых выведена выше кровли на 0,2 м.

Все производственные цеха и моечная оборудуются сливными трапами диаметром 100 мм с уклоном пола к ним.

Бытовые и производственные (от столовой) стоки отводятся в наружную канализацию отдельными выпусками. Выпуски канализации из здания, проходящие через фундаменты или под ними, прокладываются в футлярах из трубы стальной электросварной с усиленной изоляцией.

В местах поворота стояков системы канализации из вертикального в горизонтальное положение предусмотрены неподвижные («мертвые») опоры.

В местах пересечения перекрытий стояками канализации установлены противопожарные муфты.

## **2 Холодное водоснабжение**

### **2.1 Описание системы холодного водоснабжения**

Система хозяйственно-питьевого (ХВС) и производственного водоснабжения (ПВ) подает воду к санитарно-техническим приборам, установленным в школе, и обслуживает 520 человек.

Поливка зеленых насаждений и тротуаров вокруг школы предусматривается поливочным водопроводом.

Основные элементы внутреннего водопровода состоят из:

- ввода,
- водомерного узла (ВУ),
- водопроводной сети,
- арматуры.

Ввод в здание запроектирован из стальных оцинкованных труб. В подвале, после пересечения вводом стены в здание, устанавливается водомерный узел с обводной линией, который состоит из водосчетчика (устройства для измерения количества расходуемой воды), запорной арматуры, контрольно-спускного крана, соединительных фасонных частей и патрубков.

Водопроводная сеть здания принята с нижней разводкой. Магистраль проложена по подвалу на высоте 2,0 м от пола подвала, к которой присоединено 32 стояка хозяйственно-питьевого водопровода.

Условное обозначение стояков хозяйственно-питьевого водоснабжения обозначается символами СтВ1 –  $N$ , где  $N$  – номер стояка.

Водопроводная сеть в здании монтируется из стальных водогазопроводных оцинкованных труб по [1]. Трубопроводы систем водоснабжения покрыты сверху антикоррозионной изоляцией «Цикроль» в 1 слой.

Магистраль теплоизолируется трубками из вспененного полиэтилена «Thermaflex FRZ» для предотвращения повышенной влажностойкости согласно [2], [3].

Для смешения холодной и горячей воды в качестве водоразборной арматуры предусматриваются смесители.

Для управления потоком воды на водопроводной сети устанавливается запорная арматура.

### **2.2 Расчет холодного водоснабжения**

Расчет холодного водопровода проводится в режиме хозяйственно-питьевого водопотребления по [3].

Цель расчета состоит в определении оптимальных диаметров труб и потерь напора на участках, а также определении требуемого давления или напора в сети,  $H_{тр}$ .

За расчетную точку принимается наиболее высоко расположенная водоразборная арматура, для которой требуется максимальное рабочее давление, а также наиболее удаленный от ввода стояк.

Система холодного водоснабжения рассчитывается в определенной последовательности. Сначала строится аксонометрическая схема, по которой намечается расчетное направление холодной воды. Затем расчетное направление разбивается на расчетные участки. Границу участков назначают в точках изменения расхода, т.е. там, где происходит изменение расчетного направления отвления стояков и водоразборной арматуры. Потом на каждом участке определяется расчетный расход и по таблицам [4] подбираются диаметры на расчетных участках. При этом должно выполняться условие: скорость должна лежать в пределах 0,9-1,2 м/с, но не более 1,5 м/с в стояках и магистралях, а в подводках – 2,5 м/с. По расчетному расходу и диаметру определяют потери напора на каждом участке расчетного направления. Далее рассчитывают величину требуемого напора и сравнивают с гарантированным и при необходимости принимают повысительную установку.

Нормы расхода воды потребителями принимаются по [3]. Исходные данные для расчета систем водоснабжения и водоотведения сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Расчетные расходы воды и стоков для санитарно-технических приборов

Санитарно-технические приборы	Секундный расход воды, л/с			Часовой расход, л/ч			Расход стоков от прибора $q_0^s$ л/с
	общий $q_0^{tot}$	холодной $q_0^c$	горячей $q_0^h$	общий $q_{0,hr}^{tot}$	холодной $q_{0,hr}^c$	горячей $q_{0,hr}^h$	
Умывальник со смесителем	0,12	0,09	0,09	60	40	40	0,15
Мойка (в том числе лабораторная) со смесителем	0,12	0,09	0,09	80	60	60	1,0
Мойка (для предприятия общественного питания) со смесителем	0,3	0,2	0,2	500	280	220	1,0
Душ в групповой установке со смесителем	0,2	0,14	0,14	500	270	230	0,2
Гигиенический душ (биде) со смесителем и аэратором	0,08	0,05	0,05	75	54	54	0,15
Унитаз со смывным бочком	0,1	0,1	-	83	83	-	1,6
Писсуар	0,035	0,035	-	36	36	-	0,1

Исходя из таблицы 1, прибором с наибольшим водопотреблением является мойка со смесителем в столовой.

При необходимости установки повышения напора рассчитывается (ориентировочно) требуемый напор для работы системы:

$$H_{ser} = 10 + 4 \cdot (n - 1), \text{ м}, \quad (1)$$

где 10 – напор на 1 этаж;

4 – напор на каждый последующий этаж;

$n$  – количество этажей.

$$H_{ser} = 10 + 4 \cdot (3 - 1) = 18 \text{ м}.$$

Для отвода хозяйственно-бытовых сточных вод предусмотрено 2 выгребов, куда поступают стоки от колодцев 5 и 13. В выгреб 1 поступают сточные воды от 4 выпусков, включая производственные сточные воды от столовой, а в выгреб 2 – от 3 выпусков.

Расчетные (секундные) расходы определяются по формулам [3].

Вероятность действия санитарно-технических приборов при одинаковых водопотребителях определяется по формуле

$$P = \frac{q_{hr,u} \cdot U}{3600 \cdot q_0 \cdot N}, \quad (2)$$

где  $q_{hr,u}$  – расход воды потребителем в час наибольшего водопотребления, л/ч, принимается по приложению А, таблица А.2 [3];

$U$  – число потребителей, чел.;

$q_0$  – расход воды, л/с, санитарно-техническим прибором, принимается по приложению А, таблица А.1 [3];

$N$  – число санитарно-технических приборов, шт.

$$P_1^{tot} = \frac{3,5 \cdot 520}{3600 \cdot 0,3 \cdot 204} = 0,0083,$$

$$P_2^{tot} = \frac{3,5 \cdot 520}{3600 \cdot 0,2 \cdot 157} = 0,0161.$$

Определяют безразмерное произведение  $NP$  для выбора коэффициента  $\alpha$ , определяющего число одновременно работающих водоразборных точек.

$$P_1^{tot} \cdot N = 0,0083 \cdot 204 = 1,69; \alpha = 1,301,$$

$$P_2^{tot} \cdot N = 0,0161 \cdot 157 = 2,53; \alpha = 1,656.$$

Максимальный расчетный расход воды на участке, л/с, определяется по формуле

$$q = 5 \cdot q_0 \cdot \alpha, \quad (3)$$

где  $q_0$  – то же, что и в формуле (2);

$\alpha$  – коэффициент, зависящий от числа санитарно-технических приборов и вероятности их действия, принимается по приложению Б, таблица Б.2 [3].

$$q_1^{tot} = 5 \cdot 0,3 \cdot 1,301 = 1,95 \text{ л/с},$$

$$q_2^{tot} = 5 \cdot 0,2 \cdot 1,656 = 1,656 \text{ л/с}.$$

Расходы в системе холодного водоснабжения вычисляются по формулам (2) и (3).

$$P^c = \frac{2,3 \cdot 520}{3600 \cdot 0,2 \cdot 361} = 0,0046,$$

$$P^c \cdot N = 0,0046 \cdot 361 = 1,66; \alpha = 1,3,$$

$$q^c = 5 \cdot 0,2 \cdot 1,3 = 1,3 \text{ л/с}.$$

Расходы в системе горячего водоснабжения вычисляются по формулам (2) и (3).

$$P^h = \frac{1,2 \cdot 520}{3600 \cdot 0,2 \cdot 280} = 0,0031,$$

$$P^h \cdot N = 0,0031 \cdot 280 = 0,863; \alpha = 0,9,$$

$$q^h = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,9 = 0,9 \text{ л/с}.$$

Вероятность использования санитарно-технических приборов при одинаковых водопотребителях в течение часа определяется по формуле

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot P \cdot q_0}{q_{0,hr}}, \quad (4)$$

где  $q_0$  – то же, что и в формуле (2);

$q_{0,hr}$  – часовой расход воды, л/ч, санитарно-техническим прибором, принимаемый по приложению А, таблица А.1 [3].

$$P_{hr 1}^{tot} = \frac{3600 \cdot 0,0083 \cdot 0,3}{500} = 0,018,$$

$$P_{hr\ 2}^{tot} = \frac{3600 \cdot 0,0161 \cdot 0,2}{500} = 0,012.$$

Определяют безразмерное произведение  $NP$  для выбора коэффициента  $\alpha_{hr}$ , определяющего число одновременно работающих водоразборных точек.

$$P_{hr\ 1}^{tot} \cdot N = 0,018 \cdot 204 = 3,67; \alpha_{hr} = 2,1,$$

$$P_{hr\ 2}^{tot} \cdot N = 0,012 \cdot 157 = 1,88; \alpha_{hr} = 1,39.$$

Максимальный часовой расход воды, м<sup>3</sup>/ч, определяется по формуле

$$q_{hr} = 0,005 \cdot q_{0,hr} \cdot \alpha_{hr}, \quad (5)$$

где  $q_{0,hr}$  – то же, что и в формуле (4);

$\alpha_{hr}$  – коэффициент, зависящий от числа санитарно-технических приборов и вероятности их действия, принимается по приложению Б, таблица Б.2 [3].

$$q_{hr\ 1}^{tot} = 0,005 \cdot 500 \cdot 2,1 = 5,25 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$q_{hr\ 2}^{tot} = 0,005 \cdot 500 \cdot 1,39 = 3,48 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Часовые расходы в системе холодного водоснабжения вычисляем по формулам (4) и (5).

$$P_{hr}^c = \frac{3600 \cdot 0,0046 \cdot 0,2}{280} = 0,012,$$

$$P_{hr}^c \cdot N = 0,012 \cdot 361 = 4,33; \alpha = 2,33.$$

$$q_{hr}^c = 0,005 \cdot 280 \cdot 2,33 = 3,262 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Часовые расходы в системе горячего водоснабжения вычисляем по формулам (4) и (5).

$$P_{hr}^h = \frac{3600 \cdot 0,0031 \cdot 0,2}{220} = 0,010,$$

$$P_{hr}^h \cdot N = 0,010 \cdot 280 = 2,8; \alpha = 1,763.$$

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot 220 \cdot 1,763 = 1,94 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Суточный расход воды на хозяйственно питьевые нужды, м<sup>3</sup>/сут, определяется по формуле

$$Q = \frac{q_{u,m} \cdot U}{1000}, \quad (6)$$

где  $q_{u,m}$  – норма расхода воды потребителем в сутки наибольшего водопотребления, принимается по приложению А, таблица А.2 [3].

$U$  – число потребителей, чел.

$$Q_1^{tot} = \frac{520 \cdot 16}{1000} = 8,32 \text{ м}^3/\text{сут},$$

$$Q_2^{tot} = \frac{520 \cdot 16}{1000} = 8,32 \text{ м}^3/\text{сут},$$

$$Q^c = \frac{520 \cdot 11}{1000} = 5,72 \text{ м}^3/\text{сут},$$

$$Q^h = \frac{520 \cdot 5}{1000} = 2,6 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Сеть холодного водопровода проектируется по тупиковой схеме с одним вводом. Ввод изолируется фланцевым соединением диаметром 50 мм перед водомерным узлом и с разводкой под потолком подвала. Ввод запроектирован на отметке – 412,7 м.

Водомерный узел устанавливается после пересечения ввода стены здания. Пройдя водомерный узел, вода поступает в тупиковую магистраль, которая располагается в подвале. По магистрали вода поступает к водозаборным стоякам и поливочным кранам.

По водоразборным стоякам через ответвления от стояков по подводкам вода поступает к водоразборным приборам, которые находятся в санитарно-технических узлах школы.

Для полива и уборки территории в нишах наружных стен на уровне пола первого этажа устанавливаются поливочные краны, подводы воды к которым осуществляются от тупиковой магистрали. Согласно п. 11.18 [3] число поливочных кранов устанавливаются исходя из расчета одного крана на 60 – 70 м по периметру здания, и принимается 5 шт.

Для измерения количества использованной воды в системе устанавливается водомерный узел в подвальном помещении на вводе водопровода в здание.

К водозаборной арматуре системы холодного водоснабжения предусматривается подвод холодной воды по стальной оцинкованной водогазопроводной трубе по [1].

Поливочные краны присоединяются к магистрали холодного водопровода и устанавливаются по периметру здания в нишах стены на расстоянии 60 м друг от друга согласно [3]. Поливочные водопроводы предназначены для уборки внутренних помещений здания, поливки в летнее время тротуаров и зеленых насаждений вокруг здания. Поливочный кран состоит из вентиля диаметров 19-32 мм и быстросмыкающейся полугайки для присоединения шланга. Краны размещают в нишах наружных стен здания на высоте 0,3-0,35 м от поверхно-

сти земли. На подводках труб диаметром 25-32 мм устанавливают запорные вентили и спускные краны для опорожнения труб на зимний период. В работе предусмотрена установка поливочных кранов в количестве 5 шт.

Гидравлический расчет водопроводной сети выполняется по участкам по направлению движения воды от диктующего расчетного водозаборного устройства на стояке до колодца наружной городской сети.

Расчетные расходы для каждого участка определяются по формуле

$$q^c = 5 \cdot \alpha \cdot q_0^c, \text{ л/с}, \quad (7)$$

Диаметр трубопровода  $d$  и скорость  $v$  определяются с помощью таблиц [4] по расходу воды. Скорость принимается в пределах 0,9-1,2 м/с, Результаты расчета сводят в таблицу 2.

Таблица 2 – Гидравлический расчет водопроводной сети

№ участка	Число водоразборных приборов $N$ , шт.	Расход воды прибором, $q_b^c$ , л/с	Вероятность действия приборов, $P$	$N \cdot P$	Коэффициент $\alpha$	Расчетный расход воды на расчетном участке $q^c$ , л/с	Диаметр труб $d$ , мм	Скорость течения воды $v$ , м/с	Длина расчетного участка $l$ , м	Потери напора $h$ , м	
										$1000 \cdot i$	Расчетные потери на участке $h/1000$ , м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1-2	12	0,2	0,0046	0,055	0,298	0,298	20	0,93	3,8	153,4	0,58
2-3	22	0,2	0,0046	0,101	0,367	0,367	20	1,14	3,7	227,0	0,84
3-4	33	0,2	0,0046	0,152	0,428	0,428	20	1,33	5,9	305,6	1,80
4-5	39	0,2	0,0046	0,179	0,458	0,458	20	1,43	3,3	349,3	1,15
5-6	55	0,2	0,0046	0,253	0,534	0,534	25	1,00	3,4	125,5	0,43
6-7	68	0,2	0,0046	0,313	0,588	0,588	25	1,10	8,1	150,2	1,22
7-8	72	0,2	0,0046	0,331	0,602	0,602	25	1,12	7,9	155,8	1,23
8-9	74	0,2	0,0046	0,340	0,610	0,610	25	1,14	8,1	160,8	1,30
10-11	12	0,2	0,0046	0,055	0,298	0,298	20	0,93	4,8	153,4	0,74
11-12	45	0,2	0,0046	0,207	0,485	0,485	20	1,50	4,9	391,9	1,92
12-13	63	0,2	0,0046	0,290	0,565	0,565	25	1,06	8,6	139,4	1,20
13-9	81	0,2	0,0046	0,373	0,638	0,638	25	1,20	4,8	174,7	0,84
9-14	155	0,2	0,0046	0,713	0,883	0,883	32	0,92	9,7	74,3	0,72
15-16	13	0,2	0,0046	0,060	0,304	0,304	20	0,95	6,8	159,3	1,08
16-17	27	0,2	0,0046	0,124	0,389	0,389	20	1,21	7,3	253,1	1,85
17-18	45	0,2	0,0046	0,207	0,476	0,476	20	1,48	6,9	377,8	2,61
18-19	53	0,2	0,0046	0,244	0,502	0,502	25	0,94	7,2	110,9	0,80
19-14	79	0,2	0,0046	0,363	0,610	0,610	25	1,14	6,9	160,8	1,11
14-20	234	0,2	0,0046	1,076	1,089	1,089	32	1,14	8,3	109,9	0,91
21-22	27	0,2	0,0046	0,124	0,394	0,394	20	1,25	10,6	266,1	2,82

Окончание таблицы 2

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
22-23	42	0,2	0,0046	0,193	0,476	0,476	20	1,48	3,2	377,8	1,21
23-20	53	0,2	0,0046	0,244	0,526	0,526	25	0,99	6,7	122,1	0,82
20-24	335	0,2	0,0046	1,541	1,342	1,342	40	1,08	12,4	84,9	1,05
25-24	26	0,2	0,0046	0,120	0,373	0,373	20	1,16	11,8	234,1	2,76
24-ВУ	361	0,2	0,0046	1,661	1,415	1,415	50	1,12	8,8	90,1	0,79
ВУ-ВВОД	361	0,2	0,0046	1,661	1,415	1,415	50	1,12	15	90,1	1,35
$\sum h_t = 33,13$											

### 2.3 Расчет системы на пропуск хозяйственно-питьевых расходов

В системах холодного и горячего водоснабжения ввод в здание рассчитывается на пропуск воды, т.е. расчетного расхода  $q^c$ .

По расходу  $q^c = 1,3$  л/с по таблицам [4] определяем диаметр ввода 50 мм. Потери напора в водосчетчике вычисляем по формуле

$$h_w = S \cdot (q^c)^2, \quad (8)$$

где  $S$  – сопротивление водосчетчика,  $0,143 \text{ м}/(\text{л/с})^2$ ;

$q^c$  – расчетный расход через водосчетчик,  $1,3$  л/с.

$$h_w = 0,143 \cdot (1,3)^2 = 0,24 \text{ м.}$$

Значение  $0,24$  м меньше допустимых  $5$  м согласно п. 12.16 [3], потери давления в счётчиках холодной воды не должны превышать  $0,05$  МПа для крыльчатых счетчиков, и  $0,025$  МПа для турбинных.

Таким образом, принимаем счетчик ВСХН-50, диаметром условного прохода  $50$  мм с гидравлическим сопротивлением счетчика  $S = 0,143 \text{ м}/(\text{л/с})^2$ .

Основные технические характеристики водосчетчика холодной воды в диапазоне температур  $+5 \dots +50$  °С представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Технические характеристики водосчетчика ВСХН-50

Наименование показателя	Значение показателя
Номинальный расход $Q_n$ , м <sup>3</sup> /ч	50
Максимальный расход $Q_{max}$ , м <sup>3</sup> /ч	90
Переходный расход $Q_t$ , м <sup>3</sup> /ч	0,64
Минимальный расход $Q_{min}$ , м <sup>3</sup> /ч	0,40
Порог чувствительности, м <sup>3</sup> /ч	0,15
Максимальная температура $t$ , °С	50
Монтажная длина $L$ , мм	200
Высота $H$ , мм	180
Ширина $B$ , мм	165
Масса, кг	9,8

Водопроводные стояки проектируются с учетом размещения других смежных инженерных коммуникаций здания в санитарных узлах с нанесением на поэтажные планы нумерации стояков, которые обозначаются как СтВ1 –  $N$ , где  $N$  – номер стояка. Обычно водопроводные (и канализационные) стояки проектируют в углу вдоль стенки санитарных узлов открыто или скрыто (в шахтах). Желательно водопроводные стояки располагать по одной вертикали по всем этажам.

Требуемый напор на вводе в здание определяем по формуле

$$H_{\text{тр}} = H_{\text{геом}} + h_w + \sum h_l + h_{\text{мс}} + h_{\text{св}} + h_{\text{вв}}, \quad (9)$$

где  $H_{\text{геом}}$  – геометрическая высота подъема воды, м;  
 $h_w$  – потери напора на водосчетчике, м;  
 $\sum h_l$  – сумма потерь напора по длине, м;  
 $h_{\text{мс}}$  – потери напора на местное сопротивление, м;  
 $h_{\text{св}}$  – свободный напор, м;  
 $h_{\text{вв}}$  – потери на вводе, м.

Геометрическую высоту подъема воды определяем по формуле

$$H_{\text{геом}} = \nabla_{1 \text{ эт.}} + h_{\text{эт}} \cdot (n - 1) + 1 - \nabla_{\text{ввода}}, \quad (10)$$

где  $\nabla_{1 \text{ эт.}}$  – отметка первого этажа, м;  
 $h_{\text{эт}}$  – высота этажа, м;  
 $n$  – количество этажей;  
 $\nabla_{\text{ввода}}$  – отметка ввода, м.

$$H_{\text{геом}} = 417,45 + 3,6 \cdot (3 - 1) + 1 - 412,7 = 12,95 \text{ м.}$$

Потери напора на местное сопротивление определяем по формуле

$$h_{\text{мс}} = \sum h_l \cdot 0,3, \quad (11)$$

$$h_{\text{мс}} = 33,13 \cdot 0,3 = 9,93 \text{ м.}$$

На вводе в здание потери напора определяем по формуле

$$h_{\text{вв}} = il, \quad (12)$$

где  $i$  – удельные потери напора по длине, м/м;  
 $l$  – длина ввода от точки врезки в наружную сеть до водомерного узла, м.

$$h_{\text{вв}} = 0,002 \cdot 15 = 0,03 \text{ м.}$$

Требуемый напор на вводе в здание равен:

$$H_{\text{тр}} = 12,95 + 0,24 + 33,13 + 9,93 + 3 + 0,03 = 56,01 \text{ м.}$$

Сравним гарантийный напор с требуемым напором:

$$H_{\text{гар}} = 58 \text{ м} > H_{\text{тр}} = 56,01 \text{ м} - \text{условие выполняется.}$$

Результаты расчета удовлетворительные и повысительная установка не требуется.

## **2.4 Система противопожарной защиты здания**

Максимальный расход воды на наружное пожаротушение определен в соответствии с [5] и составляет 30 л/с.

В связи с тем, что наружные сети города не закольцованы и диаметр наружной сети не пропускает необходимый расход, то в соответствии с п. 8.4 (примечание) [5] предусмотрена установка противопожарных резервуаров, содержащих полный объем воды на пожаротушение. Количество запаса противопожарной воды на наружное пожаротушение составляет 324 м<sup>3</sup>, принято пять резервуаров по 75 м<sup>3</sup> каждый.

Напор в наружных сетях создается установкой в отдельно стоящей насосной станции моноблочной автоматической насосной установкой - комплекса тушения пожара «Адмирал-5500-2П-ПН» с производительностью одного насоса  $Q = 108 \text{ м}^3/\text{ч}$  и напором насоса  $H = 47 \text{ м}$ .

### **3 Горячее водоснабжение**

#### **3.1 Требования к качеству воды горячего водоснабжения**

В местах водоразбора температура горячей воды должна удовлетворять требованиям [6].

В зависимости от применяемой системы теплоснабжения и согласно п. 4.7 и 4.8 [3] в местах водоразбора температура горячей воды должна быть:

- для систем централизованного горячего водоснабжения, которые присоединяются к открытым системам водоснабжения – не ниже 60 °С;
- для систем централизованного горячего водоснабжения, которые присоединяются к закрытым системам водоснабжения – не ниже 50 °С;
- в помещениях детских дошкольных учреждений – не выше 37 °С;
- для всех категорий систем горячего водоснабжения – не выше 75 °С.

Горячая вода, которая используется для хозяйственно-питьевых целей, должна быть с температурой от 25 до 40 °С для санитарно-гигиенических процедур и для мытья посуды, стирки и пр., поэтому наименьшая температура в системе у потребителя принимается равной 50 °С. Для нужд потребителей необходимую температуру получают путем смешивания горячей и холодной воды в смесительной арматуре.

Причины для ограничения наибольшего значения температуры воды могут быть следующими:

- с целью предохранения детей от ожогов;
- в результате образования накипи в оборудовании и трубопроводах при увеличении температуры воды свыше 75 °С.

Качество холодной и горячей воды (санитарно-эпидемиологические показатели), подаваемой на хозяйственно-питьевые нужды, должно соответствовать [6].

#### **3.2 Общая схема горячего водоснабжения**

Система горячего водоснабжения (ГВС) состоит из тех же элементов, что и система холодного водоснабжения. В систему ГВС дополнительно включаются:

- устройства для приготовления теплоносителя;
- подачи его к водонагревателям;
- обратный трубопровод теплоносителя, который необходим для циркуляции сети теплоносителя.

Распределительная сеть горячего водоснабжения школы принимается тупиковой с разводкой сети под потолком подвального помещения.

К магистралям горячего водоснабжения присоединяется 23 распределительных и циркуляционных стояков. Распределительные стояки обозначаются Ст ТЗ – *N*, а циркуляционные Ст Т4 – *N*, где *N* – номер стояка.

Стояки прокладывают в одной шахте со стояками холодного водоснабжения, справа от них. Разводка горячего водоснабжения идет параллельно над разводкой холодного водоснабжения.

Сети монтируются из стальных оцинкованных водогазопроводных труб по [1].

Для смешения холодной и горячей воды используют смесители, а для регулирования потока воды предусмотрена запорная арматура - шаровые краны, которые устанавливаются у основания стояка для опорожнения сети и сверху стояка для спуска воздуха.

Гидравлический расчет систем горячего водоснабжения сводится к определению расчетного расхода горячей воды  $q^{h,sir}$  с учетом циркуляционного расхода, л/с, и определяется по формуле

$$q^{h,sir} = q^h \cdot (1 + k_{cir}), \quad (13)$$

где  $q^h$  – максимальный расчетный расход горячей воды на участке, л/с;

$k_{cir}$  – коэффициент, который принимается для водонагревателей и начальных участков системы до последнего водоразборного стояка по приложению Г [3].

Потери напора в трубопроводах горячего водоснабжения определяются с учетом зарастания внутреннего сечения из-за коррозии по формуле

$$H_i = il \cdot (1 + k_l), \quad (14)$$

где  $il$  – потери напора на участке, м;

$k_l$  – коэффициент, который учитывает потери на местные сопротивления, принимается по п. 8.28 [3].

Расчет сети горячего водоснабжения производится с помощью таблицы [4].

От точки ответвления холодного водопровода к водонагревателю расчетный расход воды определяется по подаче смешанной воды, т.е.  $q_0 = q_0^{tot}$ .

При принятии процедуры напоры в подводящих трубопроводах должны быть примерно равными для стабильного регулирования температуры и нормальной работы смесительной арматуры. Необходимость установки дополнительного насоса в сети горячего водоснабжения (перед водонагревателем) предусматривается, если разница в напорах сетей холодного и горячего водоснабжения будет более 10 м.

В сетях горячего водоснабжения необходимо следить за гидравлической устойчивостью сети и избегать резких колебаний расходов воды, при этом наибольшие потери напора должны допускаться в конечных участках системы. Эти требования в основном относятся к системам с большим числом душевых

установок, то есть в бытовых помещениях промышленных зданий, в банях и гостиницах.

Для сохранения постоянства температуры у наиболее удаленного водоразборного крана предусмотрена циркуляция в системе горячего водоснабжения.

В противном случае возможен сброс остывшей воды, что приводит к нерациональному потреблению воды. При этом наиболее неблагоприятным режимом является полное отсутствие водоразбора из системы горячего водоснабжения, кроме начальных участков до первого водоразборного стояка.

В режиме циркуляции расход горячей воды, л/с, определяется по формуле

$$q^{cir} = \beta \cdot \frac{\sum Q^{ht}}{4,2 \cdot \Delta t}, \quad (15)$$

где  $\beta$  – коэффициент разрегулировки циркуляции;

$Q^{ht}$  – теплотери в трубопроводах горячего водоснабжения, кВт;

$\Delta t$  – разность температур в подающих трубопроводах системы водонагревателя до наиболее удаленной водоразборной точки, °С.

В схемах горячего водоснабжения значения  $Q^{ht}$  и  $\beta$  следует принимать:

– в системах, где предусмотрена циркуляция воды по водоразборным стоякам,  $Q^{ht}$  определяют по подающим и разводящим трубопроводам при  $\Delta t = 10$  °С и  $\beta = 1$ ;

– в системах, где предусмотрена циркуляция воды по водоразборным стоякам с переменным сопротивлением,  $Q^{ht}$  определяют по подающим, разводящим трубопроводам и водоразборным стоякам при  $\Delta t = 10$  °С и  $\beta = 1$ ;

– при одинаковых сопротивлениях секционных узлов или стояков  $Q^{ht}$  определяют по водоразборным стоякам при  $\Delta t = 8,5$  °С и  $\beta = 1,3$ ;

– для водоразборного стояка или секционного узла теплотери  $Q^{ht}$  определяют по подающим трубопроводам, включая кольцевую перемычку, при  $\Delta t = 8,5$  °С и  $\beta = 1$ .

Разница между потерями напора в подающих и циркуляционных трубопроводах от водонагревателя до наиболее удаленных водоразборных или циркуляционных стояков в каждой ветви системы должна составлять не более 10 %.

Установка диафрагмы на циркуляционном трубопроводе предусматривается при невозможности гидравлической увязки давлений в сети трубопроводов системы горячего водоснабжения в результате соответствующего подбора диаметров труб.

Диаметр отверстий регулирующих диафрагм равен:

$$d_g = 20 \sqrt{\frac{q}{0,0316 \sqrt{H_{ep}} + 350 q/d^2}}, \quad (16)$$

где  $H_{ep}$  – избыточный напор, который необходимо погасить диафрагмой.

В системах, которые имеют одинаковые сопротивления секционных узлов или стояков, суммарные потери давления по подающему и циркуляционному трубопроводам в пределах между первым и последним стояками при циркуляционных расходах должны быть в 1,6 раза больше потерь давления в секционном узле или стояке, а при разрегулировке циркуляции  $\beta = 1,3$ .

При циркуляционных расходах в стояках или секционных узлах потери давления между точками присоединения их к распределительному подающему и сборному циркуляционному трубопроводам не должны отличаться более, чем на 10%, что является условием определения диаметров трубопроводов циркуляционных стояков.

Потери давления в секционных узлах при расчетном циркуляционном расходе следует допускать в пределах 0,03–0,06 Мпа в системах горячего водоснабжения, которые присоединены к закрытым тепловым сетям.

Теплопотери определяются по формуле

$$Q^{ht} = \sum_i Q_i^{ht} = \sum_i k_i \pi d_i l_i \Delta t_m^0 (1 - \eta) = \sum Q_{уд}^{ht} l_i, \quad (17)$$

где  $k_i$  – коэффициент теплопередачи неизолированной трубы, принимаемый равным 11,63 Вт/(м<sup>2</sup>·град);

$d_i$  – наружный диаметр трубопроводов на расчетном участке, м;

$l_i$  – расчетная длина участка, м;

$\eta$  – коэффициент эффективности теплоизоляции, равный 0,65;

$\Delta t_m^0$  – разность температур между средней температурой на расчетном участке и температурой воздуха в помещении;

$Q_{уд}^{ht}$  – удельные теплопотери 1 м трубопровода при заданном  $\Delta t_m^0$ , Вт/м.

В системах горячего водоснабжения предусматривается устройство для нагрева воды, распределительная и циркуляционная сети, а также арматура.

### 3.3 Расчет системы горячего водоснабжения в режиме водоразбора

Гидравлический расчет горячего водоснабжения выполняется по участкам сети по направлению движения воды от диктующего расчетного устройства на стояке до ИТП. Расчетные расходы для каждого участка определяются по формуле

$$q^c = 5 \cdot \alpha \cdot q_0^c, \text{ л/с}, \quad (18)$$

Диаметр трубопровода  $d$  и скорость  $v$  определяются с помощью таблиц [4] по расходу воды. Скорость принимается в пределах 0,9-1,2 м/с, Результаты расчета сводят в таблицу 4.

Таблица 4 – Гидравлический расчет горячей воды

№ участка	Число водоразборных приборов $N$ , шт.	Расход воды прибором, $q_0^h$ , л/с	Вероятность действия приборов, $P$	$N \cdot P$	Коэффициент $\alpha$	Расчетный расход воды на расчетном участке $q^h$ , л/с	Диаметр труб $d$ , мм	Скорость течения воды $v$ , м/с	Длина расчетного участка $l$ , м	Потери напора $h$ , м	
										$1000 \cdot i$	Расчетные потери на участке $h/1000$ , м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1-2	12	0,2	0,0031	0,037	0,261	0,261	20	0,82	3,8	120,6	0,46
2-3	18	0,2	0,0031	0,056	0,298	0,298	20	0,93	3,7	153,4	0,57
3-4	25	0,2	0,0031	0,078	0,331	0,331	20	1,03	5,9	187,3	1,11
4-5	31	0,2	0,0031	0,096	0,357	0,357	20	1,11	3,3	215,2	0,71
5-6	43	0,2	0,0031	0,133	0,405	0,405	20	1,27	3,4	273,2	0,93
6-7	52	0,2	0,0031	0,161	0,434	0,434	20	1,35	8,1	314,2	2,55
7-8	56	0,2	0,0031	0,174	0,449	0,449	20	1,39	7,9	335,3	2,65
8-9	58	0,2	0,0031	0,180	0,458	0,458	25	0,86	8,1	94,4	0,76
10-11	12	0,2	0,0031	0,037	0,261	0,261	20	0,82	4,8	120,6	0,58
11-12	27	0,2	0,0031	0,084	0,339	0,339	20	1,06	4,9	195,5	0,96
12-13	45	0,2	0,0031	0,140	0,412	0,412	20	1,29	8,6	283,0	2,43
13-9	57	0,2	0,0031	0,177	0,454	0,454	25	0,85	4,8	92,9	0,45
9-14	115	0,2	0,0031	0,357	0,619	0,619	25	1,16	9,7	165,3	1,60
15-16	12	0,2	0,0031	0,037	0,261	0,261	20	0,82	6,8	120,6	0,82
16-17	26	0,2	0,0031	0,081	0,331	0,331	20	1,03	7,3	187,3	1,37
17-18	44	0,2	0,0031	0,136	0,400	0,400	20	1,25	6,9	266,1	1,84
18-19	52	0,2	0,0031	0,161	0,419	0,419	20	1,31	7,2	292,9	2,11
19-14	74	0,2	0,0031	0,229	0,491	0,491	25	0,92	6,9	107,4	0,74
14-20	189	0,2	0,0031	0,586	0,779	0,779	25	1,46	8,3	259,7	2,16
21-22	9	0,2	0,0031	0,028	0,241	0,241	15	1,42	10,6	524,6	5,56

Окончание таблицы 4

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
22-23	24	0,2	0,0031	0,074	0,326	0,326	20	1,02	3,2	182,1	0,58
23-20	35	0,2	0,0031	0,109	0,373	0,373	20	1,16	6,7	234,1	1,57
20-24	254	0,2	0,0031	0,787	0,914	0,914	32	0,95	12,4	79,3	0,98
25-24	26	0,2	0,0031	0,081	0,322	0,322	20	1,01	11,8	177,9	2,10
24-ИТП	280	0,2	0,0031	0,868	0,958	0,958	32	0,99	8,8	86,5	0,76
$\sum h_i = 36,33$											

Требуемый напор на вводе в здание определяем по формуле

$$H_{\text{тр}} = H_{\text{геом}} + h_w + \sum h_l + h_{\text{мс}} + h_{\text{св}}, \quad (19)$$

где  $H_{\text{геом}}$  – геометрическая высота подъема воды, м;

$h_w$  – потери напора на водосчетчике, м;

$\sum h_l$  – сумма потерь напора по длине, м;

$h_{\text{мс}}$  – потери напора на местное сопротивление, м;

$h_{\text{св}}$  – свободный напор, м.

Геометрическую высоту подъема воды определяем по формуле

$$H_{\text{геом}} = \nabla_{1 \text{ эт.}} + h_{\text{эт}} \cdot (n - 1) + 1 - \nabla_{\text{ввода}}, \quad (20)$$

где  $\nabla_{1 \text{ эт.}}$  – отметка первого этажа, м;

$h_{\text{эт}}$  – высота этажа, м;

$n$  – количество этажей;

$\nabla_{\text{ввода}}$  – отметка ввода, м.

$$H_{\text{геом}} = 417,45 + 3,6 \cdot (3 - 1) + 1 - 412,7 = 12,95 \text{ м.}$$

Потери напора на местное сопротивление определяем по формуле

$$h_{\text{мс}} = \sum h_l \cdot 0,3, \quad (21)$$

$$h_{\text{мс}} = 36,13 \cdot 0,3 = 10,89 \text{ м.}$$

На вводе в здание потери напора определяем по формуле

$$h_{\text{вв}} = il, \quad (22)$$

где  $i$  – удельные потери напора по длине, м/м;

$l$  – длина ввода от точки врезки в наружную сеть до водомерного узла, м.

$$h_{\text{вв}} = 0,002 \cdot 15 = 0,03 \text{ м.}$$

Требуемый напор на вводе в здание равен:

$$H_{\text{тр}} = 12,95 + 0,24 + 36,13 + 10,89 + 3 = 57,21 \text{ м.}$$

### 3.4 Расчет системы в режиме циркуляции

Для предотвращения остывания воды у водоразборных точек и восполнения потерь тепла при отсутствии или незначительном расходе горячей воды, служат циркуляционная сеть и насосы, которые обеспечивают циркуляцию.

При расчете циркуляционных расходов определяют потери тепла на участках и всей системы горячего водоснабжения. Результаты расчета приведены в таблице 5.

Теплопотери на участках трубопроводов определяем по формуле

$$Q_i^{ht} = k \cdot \pi \cdot d_i \cdot l \cdot (t^h - t_0) \cdot (1 - \eta), \quad (23)$$

где  $k$  – коэффициент теплоотдачи неизолированной трубы, принимаемый равным  $0,0116 \text{ кВт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ ;

$d_i$  – наружный диаметр трубы, м;

$l$  – длина трубы на участке, м;

$t^h$  – средняя температура горячей воды на участке,  $t^h = 55 \text{ °C}$ ;

$t_0$  – температура окружающей среды, принимается равной  $t_0 = 20 \text{ °C}$  в помещениях и  $t_0 = 5 \text{ °C}$  в подвалах;

$\eta$  – коэффициент полезного действия теплоизоляции, принимаем  $\eta = 0,65$ , для неизолированной трубы  $\eta = 0$ .

Циркуляционный расход на участке определяем по формуле

$$q_{r-t}^{cir} = \frac{\sum Q_i^{ht}}{\Delta t \cdot 4.2}, \quad (24)$$

где  $Q_i^{ht}$  – потери тепла на участке;

$\Delta t$  – перепад температур на расчетном участке.

Циркуляционный расход вычисляем по формуле

$$q_{cir} = \frac{q_l^{ht}}{\Delta t \cdot c \rho}, \quad (25)$$

где  $\Delta t$  – перепад температур на расчетном участке, равный  $\Delta t = 10 \text{ °C}$ ;

$q_l^{ht}$  – потери теплоты в распределительной сети системы, Вт.

Таблица 5 – Гидравлический расчет циркуляционных трубопроводов при циркуляционных расходах тепла

Участок	Диаметр трубы, мм		Температурный напор $\Delta t$ , °С	Длина участка $l$ , м	1-η	Потери тепла на участке $Q_i^{ht}$ , кВт	Сумма потерь тепла $\sum Q_i^{ht}$ , кВт	Циркуляционный расход $q_{r-t}^{cir}$ , л/с
	$d_n$	$d_y$						
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ст Т4-1	26,8	20	35	2	0,35	0,0239	-	-
Подводка	26,8	20	50	4,5	0,35	0,0769	0,1008	0,0024
А-Б	26,8	20	50	4,5	0,35	0,0769	0,1777	0,0042
Ст Т4-2	26,8	20	35	0,6	0,35	0,0072	0,1848	0,0044
Подводка	26,8	20	50	4,5	0,35	0,0769	0,2617	0,0062
Б-В	26,8	20	50	4,5	0,35	0,0769	0,3386	0,0081
Ст Т4-3	26,8	20	35	2	0,35	0,0239	0,3625	0,0086
Подводка	26,8	20	50	1,7	0,35	0,0290	0,3915	0,0093
В-Г	26,8	20	50	9	0,35	0,1537	0,5453	0,0130
Ст Т4-4	26,8	20	35	2	0,35	0,0239	0,5692	0,0136
Подводка	26,8	20	50	3,5	0,35	0,0598	0,6290	0,0150
Г-Д	26,8	20	50	4,5	0,35	0,0769	0,7059	0,0168
Ст Т4-5	26,8	20	35	2	0,35	0,0239	0,7298	0,0174
Подводка	26,8	20	50	2,6	0,35	0,0444	0,7742	0,0184
Д-Е	26,8	20	50	4,5	0,35	0,0769	0,8511	0,0203
Ст Т4-6	26,8	20	35	4,2	0,35	0,0502	0,9013	0,0215
Подводка	26,8	20	50	3,6	0,35	0,0615	0,9628	0,0229
Е-Ж	26,8	20	50	12,5	0,35	0,2135	1,1763	0,0280
Ст Т4-7	26,8	20	35	1	0,35	0,0120	1,1883	0,0283
Подводка	26,8	20	50	2,6	0,35	0,0444	1,2327	0,0293
Ж-З	26,8	20	50	12,5	0,35	0,2135	1,4462	0,0344
Ст Т4-8	26,8	20	35	1	0,35	0,0120	1,4582	0,0347
Подводка	33,5	25	50	2,6	0,35	0,0555	1,5137	0,0360

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9
З-И	33,5	25	50	21	0,35	0,4484	1,9621	0,0467
Ст Т4-10	26,8	20	35	8,2	0,35	0,0981	-	-
Подводка	26,8	20	50	1,7	0,35	0,0290	0,1271	0,0030
К-Л	26,8	20	50	6	0,35	0,1025	0,2296	0,0055
Ст Т4-11	26,8	20	35	1	0,35	0,0120	0,2416	0,0058
Подводка	26,8	20	50	1,7	0,35	0,0290	0,2706	0,0064
Л-М	26,8	20	50	6	0,35	0,1025	0,3731	0,0089
Ст Т4-12	26,8	20	35	8,2	0,35	0,0981	0,4711	0,0112
Подводка	26,8	20	50	1,7	0,35	0,0290	0,5002	0,0119
М-Н	26,8	20	50	16	0,35	0,2733	0,7735	0,0184
Ст Т4-13	26,8	20	35	9,2	0,35	0,1100	0,8835	0,0210
Подводка	33,5	25	50	5,3	0,35	0,1132	0,9967	0,0237
Н-И	33,5	25	50	6	0,35	0,1281	1,1248	0,0268
И-О	33,5	25	50	26	0,35	0,5552	3,0870	0,0735
Ст Т4-15	26,8	20	35	1	0,35	0,0120	-	-
Подводка	26,8	20	50	2,7	0,35	0,0461	0,0581	0,0014
П-Р	26,8	20	50	8	0,35	0,1367	0,1947	0,0046
Ст Т4-16	26,8	20	35	1	0,35	0,0120	0,2067	0,0049
Подводка	26,8	20	50	3,9	0,35	0,0666	0,2733	0,0065
Р-С	26,8	20	50	10,5	0,35	0,1794	0,4527	0,0108
Ст Т4-17	26,8	20	35	1	0,35	0,0120	0,4647	0,0111
Подводка	26,8	20	50	6,2	0,35	0,1059	0,5706	0,0136
С-Т	26,8	20	50	8	0,35	0,1367	0,7072	0,0168
Ст Т4-18	26,8	20	35	1	0,35	0,0120	0,7192	0,0171
Подводка	26,8	20	50	5,3	0,35	0,0905	0,8097	0,0193
Т-У	26,8	20	50	10,5	0,35	0,1794	0,9891	0,0235
Ст Т4-19	26,8	20	35	8,2	0,35	0,0981	1,0872	0,0259
Подводка	33,5	25	50	4,5	0,35	0,0961	1,1832	0,0282

Окончание таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9
У-О	33,5	25	50	10,5	0,35	0,2242	1,4075	0,0335
О-Ф	33,5	25	50	13	0,35	0,2776	4,4944	0,1070
Ст Т4-21	21,3	15	35	4,2	0,35	0,0399	-	-
Подводка	21,3	15	50	7,1	0,35	0,0964	0,1363	0,0032
Х-Ц	21,3	15	50	13	0,35	0,1765	0,3128	0,0074
Ст Т4-22	26,8	20	35	8,2	0,35	0,0981	0,4109	0,0098
Подводка	26,8	20	50	6,2	0,35	0,1059	0,5168	0,0123
Ц-Ч	26,8	20	50	4,5	0,35	0,0769	0,5937	0,0141
Ст Т4-23	26,8	20	35	7,8	0,35	0,0933	0,6869	0,0164
Подводка	26,8	20	50	5,3	0,35	0,0905	0,7775	0,0185
Ч-Ф	26,8	20	50	8	0,35	0,1367	0,9141	0,0218
Ст Т4-20	26,8	20	35	8,2	0,35	0,0981	5,4085	0,1288
Подводка	33,5	25	50	4,8	0,35	0,1025	5,5110	0,1312
Ф-Ш	42,3	32	50	29	0,35	0,7819	6,2930	0,1498
Ст Т4-25	26,8	20	35	8,2	0,35	0,0981	-	-
Подводка	26,8	20	50	5,3	0,35	0,0905	0,1886	0,0045
Щ-Ш	26,8	20	50	17	0,35	0,2904	0,4790	0,0114
Ш-ИТП	42,3	32	50	10	0,35	0,2696	6,7720	0,1612

Для приготовления горячей воды для столовой в межотопительный период устанавливаются накопительные электрические водонагреватели марки Thermex Hit в количестве 11 шт.

Водонагреватель Thermex Hit 30 O (Pro) имеет компактный корпус с механическим управлением и нижней подводкой. Он способен быстро нагреть воду объемом 30 литров и при этом является энергоэффективным устройством. Кроме того, он сохраняет качество подаваемой воды, а также повышает показатели её чистоты и свежести, благодаря инновационному покрытию внутреннего бака из экологичного биостеклофарфора. Покрытие обладает высокой стойкостью к коррозии, перепадам температур, гидроударам и микротрещинам.

Технические характеристики водонагревателя Thermex Hit 30 O (Pro) представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Технические характеристики водонагревателя Thermex Hit 30 O (Pro)

<b>Наименование показателя</b>	<b>Значение показателя</b>
Максимальная температура нагрева воды, °С	75
Объем бака, л	30
Внутреннее покрытие бака	стеклокерамика
Потребляемая мощность, кВт	1,5
Напряжение сети, В	220

## 4 Канализация

### 4.1 Описание систем канализации

Для отведения сточных вод от санузлов, ванн, кухонь, душевых, общественных уборных, мусорокамер и т.д. предусмотрена хозяйственно-бытовая канализация К1.

Глубина заложения выпуска канализации проектируются на 0,3 м выше глубины промерзания грунта данной местности.

Для приема загрязненной воды и отвода ее в водоотводящую сеть предусматриваются приемники сточных вод.

Для предотвращения попадания вредных газов из водоотводящей сети в помещение предусматриваются гидравлические затворы.

Сточные воды (СВ) от приемников собираются внутренней водоотводящей сетью и поступают в дворовую канализационную сеть.

Внутренняя канализационная сеть состоит из:

- отводных трубопроводов;
- стояков;
- вытяжной части;
- горизонтальных линий;
- выпусков;
- устройств для прочистки.

Канализационная внутренняя сеть монтируется из полиэтилена низкого давления [7]. Соединение труб – раструбное. Щель между раструбом и гладким концом трубы заполняют жгутом из смоляной пряди и цементом. Снижение трудоемкости сборки труб и обеспечение эластичность и герметичность соединения позволяет резиновое кольцо, которое размещается в канавке раструба.

С изменением направления трубопровода и присоединения боковых отвлений, при соединении труб различного диаметра применяют фасонные (соединительные) части, такие как:

- колено;
- отводы (с углами 110, 120 и 135<sup>0</sup>);
- крестовины прямые (под углом 90<sup>0</sup>);
- крестовины косые (с углами 45 и 60<sup>0</sup>);
- тройники прямые;
- тройники косые;
- отступы;
- муфты;
- патрубки переходные;
- компенсационные муфты.

С целью облегчения монтажа и сокращения числа соединительных частей применяют комбинированные фасонные части, такие как:

- тройники-переходы, которые позволяют изменять направление трубопровода и присоединять трубу меньшего диаметра;

- отводы-кресты, позволяющие присоединить унитазаы к стояку и боковым ответвлениям меньшего диаметра;
- двухплоскостную крестовину, которая позволяет присоединять к стояку горизонтальные ответвления, расположенные в разных плоскостях.

Для разводов в санитарно-технических кабинах применяют унифицированные элементы, которые изготавливают путем отливки или с помощью контактной сварки отдельных фасонных частей. Пластмассовые трубы, по сравнению с металлическими трубами, имеют следующие преимущества:

- меньшую массу;
- большую коррозионную стойкость;
- гладкую поверхность, которая обеспечивает незасоряемость;
- небольшое гидравлическое сопротивление.

При использовании пластмассовых труб желательно учитывать их меньшую механическую прочность, а также значительный коэффициент линейного расширения.

Такие трубы производят из полиэтилена низкого давления (ПНД) и высокого давления (ПВД), а также из пластифицированного поливинилхлорида (ПВХ). Полиэтиленовые трубы диаметром 50-100 мм можно применять в районах с температурой воздуха не ниже -20 °С. Трубы из ПВХ диаметром 50 и 100 мм более морозостойки (до -30 °С). Эти трубы применяют в системах бытового и производственного водоотведения, с температурой транспортирующей воды не выше 40-60 °С. Соединение труб – раструбное с резиновым кольцом. Для компенсации температурных удлинений гладкий конец трубы вводят в раструб так, чтобы между его торцом и внутренним торцом раструба оставался зазор в диапазоне от 3 до 6 мм. Соединять трубы ПВХ можно также на клею, при этом получается прочное и герметичное соединение.

Также применяют раструбное сварное соединение (для этого расплавляют внутреннюю поверхность раструба и наружную поверхность гладкого конца). Пластмассовые фасонные (соединительные) части по конфигурации и номенклатуре такие же, как и чугунные фасонные части.

В случае засорения канализационной сети на ней предусматривают ревизии и прочистки, которые устанавливаются:

- на стояках при отсутствии на них отступов - в нижнем и верхнем этажах;
- на стояках при наличии отступов - также и в вышерасположенных над отступами этажах;
- в жилых зданиях высотой 5 этажей и более - не реже чем через 3 этажа;
- в начале участков (по движению стоков) отводных труб при числе присоединяемых приборов 3 и более, под которыми нет устройств для прочистки;
- на поворотах сети - при изменении направления движения стоков, если участки трубопровода не могут быть прочищены через другие участки;
- вместо ревизии на подвесных линиях сетей канализации, которые прокладываются под потолком, предусматривается установка прочисток, выводимых

мых в вышерасположенный этаж, с устройством люка в полу или открыто в зависимости от назначения помещения;

– ревизии и прочистки устанавливаются в местах, удобных для их обслуживания; на подземных трубопроводах канализации ревизии устанавливаются в колодцах диаметром не менее 0,7 м. Днища колодцев должны иметь уклон не менее 0,05 к фланцу ревизий.

Для удаления сточной воды из здания трассирование внутренней водоотводящей сети проводят по кратчайшему пути. Для этого на планах и разрезах здания определяют число и месторасположение приемников сточных вод. Как правило, архитекторы размещают санитарно-технические приборы на планах и разрезах.

Гидрозатвор предусматривают после каждого санитарно-технического прибора, кроме унитаза, в конструкции которого он предусмотрен. Отводящие стоки производственных сетей загрязнены в основном механическими примесями, поэтому установка гидрозатворов не обязательна.

Стояки устанавливаются в местах сосредоточения приемников сточных вод. С целью уменьшения числа стояков приемники сточных вод располагают группами друг над другом по этажам и размещают у колонн ограждающих конструкций по возможности ближе к унитазам, куда поступают наиболее загрязненные стоки, для того, чтобы длина отводящих труб была минимальной. Не рекомендуется устанавливать стояки около наружных стен, дверей и ворот во избежание их замерзания.

Отводные трубы прокладывают к стояку прямолинейно с постоянным уклоном. Санитарные приборы на одном этаже подключают к отдельным отводным трубопроводам с помощью косых тройников и крестовин.

Стояки и отводящие трубопроводы располагают обычно сзади или сбоку унитаза в санитарном узле. При размещении приборов в отдалении от санитарного узла предусматривают отдельный стояк для отвода стоков от приборов. В общественных зданиях стояки размещают вместе со стояками водоснабжения в санитарно-технических блоках, панелях, кабинах, которые монтируют одновременно со строительными конструкциями здания. Это позволяет сократить объем монтажных работ. Трубы прокладывают открыто с креплением к конструкциям зданий, а также на специальных опорах, либо скрыто – с заделкой в строительные конструкции перекрытий, под полом, в панелях, бороздах стен, в подшивных потолках, санитарно-технических кабинах, вертикальных шахтах, под плинтусом в полу.

Выпуски проектируют, если возможно, с одной стороны здания перпендикулярно наружным стенам, а длина горизонтальных линий, которые соединяют стояки, должна быть минимальна. В малоэтажных домах предусматривают, как правило, один выпуск на секцию. Выпуски выводят во двор здания. В зданиях с техническими подпольями и неэксплуатируемыми подвалами целесообразно устраивать два или один торцевой выпуск.

Аксонметрическую схему водоотводящей сети составляют после нанесения элементов сети на планы и разрезы. На аксонметрической схеме пока-

зывают места расположения устройств и места для прочистки сети. Ревизии располагают на вертикальных участках сети на высоте 1 м от пола до центра ревизии. Прочистки предусматривают на горизонтальных участках сети.

Для отвода дождевых вод предусматривается система ливневого водоотведения – К2, которая представляет собой самостоятельную систему не связанную с хозяйственно-бытовой или производственной канализацией. В систему К2 входят:

- водоприемные воронки;
- стояки (вертикальные водоотводные трубы, которые расположены внутри здания);
- отводные трубы (подпольные);
- выпуски, которые обеспечивают отвод дождевых и талых вод за пределы здания;
- сетевые устройства, такие как прочистки, ревизии, гидрозатворы и смотровые колодцы.

Водостоки монтируются из полиэтиленовых труб по [8].

Ливневая система канализации предназначена для защиты строения от просадки и растрескивания стен. После завершения монтажа проводят испытание системы и приемку ее в эксплуатацию.

Для отвода производственных сточных вод предусмотрена система канализации К3. Особенностью системы К3 является наличие дополнительных сооружений, таких как местных очистных сооружений, насосных станций перекачки и т.д. В ВКР канализация К3 используется для отвода производственных сточных вод от столовой, которые содержат жиры и масла. Для удаления этих загрязнений из сточных вод и попадания их в канализационную сеть в ВКР предусмотрена установка 3-х жироловушек под мойкой.

## 4.2 Общие требования к системе водоотведения

Расчёт безнапорных канализационных трубопроводов производится согласно [3] с выполнением следующего условия

$$v \cdot \sqrt{h/d} > k, \quad (26)$$

где  $k$  – для трубопроводов из пластмассовых и стеклянных труб, 0,5;

$k$  – для трубопроводов из других материалов, 0,6.

Если данное условие невозможно соблюсти, то участки сети считаются безрасчетными и уклон трубопроводов диаметрами 50, 100, 150 мм принимается соответственно 0,035; 0,02; 0,01.

При этом скорость движения жидкости  $v$  должна быть не менее 0,7 м/с, а наполнение  $h/d$  трубопроводов лежать в пределах 0,3-0,6.

При недостаточной величине расхода сточных вод, безрасчетные участки самотечных трубопроводов прокладываются с уклоном не менее 0,011. Ско-

рость движения и наполнение трубопроводов в системах производственной канализации определяются необходимостью транспортирования загрязнений производственных сточных вод.

Диаметр канализационного стояка принимается конструктивно по прибору с наибольшим диаметром выпуска. Если расход сточных вод превышает допустимый расход через стояк, то необходимо изменить диаметр стояка на больший.

В зданиях и сооружениях допускается устройство невентилируемых канализационных стояков при условии обеспечения режима вентиляции наружной канализационной сети с установкой на стояке вентиляционного клапана.

### 4.3 Расчет хозяйственно-бытовой системы канализации

В системе канализации расчетным расходом является максимальный секундный расход стоков ( $q^s$ , л/с), который зависит от санитарно-технических приборов, присоединенных к стояку. При  $q^{tot} > 8$  л/с, то  $q^s = q^{tot}$ , а при  $q^{tot} < 8$  л/с, то:

$$q^s = q^{tot} + q_0^s, \quad (27)$$

где  $q^{tot}$  – максимальный расчетный расход воды на расчетном участке, л/с;

$q_0^s$  – расход стоков от санитарно-технического прибора, который принимается по приложению А, таблица А.1 [3].

Для горизонтальных отводных трубопроводов систем канализации расчетным расходом является расход  $q^{sL}$ , л/с, значение которого вычисляется в зависимости от числа санитарно-технических приборов  $N$ , присоединенных к проектируемому расчетному участку трубопровода, и длины этого участка трубопровода  $L$ , м, по формуле

$$q^{sL} = \frac{q_{hr}^{tot}}{3,6} + K_s \cdot q_0^s, \quad (28)$$

где  $q_{hr}^{tot}$  – общий максимальный часовой расход воды, который рассчитывается по п. 5.10 [3];

$K_s$  – коэффициент, который принимается по таблице 5.1 [3];

$q_0^s$  – то же, что и в формуле (28).

Гидравлический расчет отводных напорных и безнапорных (самотечных) трубопроводов выполняется согласно таблицам [9], которые учитывают шероховатость принятого материала труб, вязкость жидкости.

В ВКР принята система хозяйственно-бытовой и производственной канализации с целью отвода загрязненных вод от моек, умывальников, ванн, унитазов, которые установлены в санитарных и кухонных помещениях столовой.

Внутренняя канализационная сеть предусмотрена из полиэтиленовых труб (ПНД) и фасонных частей по [7]. В здании принято 32 стояка. Хозяйственно-бытовые сточные воды из здания отводятся 6-ю выпусками, а производственные сточные воды от столовой – 1 выпуском. Диаметр стояка, к которому присоединены унитазы, принимается 110 мм, а отводные линии от санитарных приборов прокладываются диаметром 50 мм.

Согласно [3] на стояках на высоте 1 м от пола устанавливаются ревизии на первом и третьем этажах. Прочистки предусматриваются на выпусках и отводных трубопроводах, где могут быть засорения. Вентиляция системы К1 происходит через вытяжную часть канализационного стояка, который выводится вертикально через кровлю на высоту 0,2 м и равен диаметру стояка.

Система канализации состоит из дворовой и внутренней сети.

В системе канализации расчётный расход определяется по формуле (28).

Максимальный общий секундный расход стоков на участке определяется как:

$$q^{tot} = 5 \cdot q_0^{tot} \cdot \alpha, \quad (29)$$

где  $q_0^{tot}$  – общий секундный расход воды прибором, л/с;

$\alpha$  – коэффициент, зависящий от числа санитарно-технических приборов  $N$  и вероятности их действия  $P$ , принимается по приложению Б. таблица Б.2 [3].

Вероятность действия приборов на участке определяем по формуле

$$P = \frac{q_{hr,u}^{tot} \cdot U}{3600 \cdot q_0^{tot} \cdot N}, \quad (30)$$

где  $q_{hr,u}^{tot}$  – расход воды потребителем в час наибольшего водопотребления, л/ч, принимается по приложению А, таблица А.2 [3];

$U$  – число потребителей, чел.;

$q_0^{tot}$  – расход воды, л/с, санитарно-техническим прибором, принимается по приложению А, таблица А.1 [3];

$N$  – число санитарно-технических приборов, шт.

Результаты гидравлического расчета канализационной сети представлены в таблицах 7 и 8.

Таблица 7 – Гидравлический расчет канализационной сети (выгреб 1)

№ участка	Общий часовой расход воды $q_{hr,tot}$ , л/ч	Общий расход воды прибором $q_0^{tot}$ , л/с	Число приборов $N$ , шт.	Вероятность действия приборов $P^{tot}$	$N \cdot P^{tot}$	Коэффициент $\alpha$	Максимальный расчетный расход воды $q^{tot}$ , л/с	Расход стоков от прибора $q_0^s$ , л/с	Максимальный расчетный расход стоков $q^s$ , л/с	Диаметр трубы $d$ , мм	Скорость течения воды $v$ , м/с	Наполнение $h/d$	Уклон $i$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1-2	3,5	0,2	12	0,0083	0,100	0,431	0,431	0,2	0,631	50	0,77	0,49	0,02
2-3	3,5	0,2	16	0,0083	0,133	0,487	0,487	1,6	2,087	110	0,78	0,36	0,01
3-4	3,5	0,2	22	0,0083	0,183	0,559	0,559	1,6	2,159	110	0,79	0,37	0,01
4-5	3,5	0,2	26	0,0083	0,216	0,604	0,604	1,6	2,204	110	0,80	0,37	0,01
5-6	3,5	0,2	32	0,0083	0,266	0,667	0,667	1,6	2,267	110	0,80	0,38	0,01
7-8	3,5	0,2	12	0,0083	0,100	0,431	0,431	0,2	0,631	50	0,77	0,49	0,02
8-9	3,5	0,2	16	0,0083	0,133	0,487	0,487	1,6	2,087	110	0,78	0,36	0,01
9-6	3,5	0,2	22	0,0083	0,183	0,559	0,559	1,6	2,159	110	0,79	0,37	0,01
9-КК1	3,5	0,2	54	0,0083	0,448	0,869	0,869	1,6	2,469	110	0,83	0,39	0,01
КК1-КК2	3,5	0,2	54	0,0083	0,448	0,869	0,869	1,6	2,469	110	0,83	0,39	0,01
КК2-КК3	3,5	0,2	54	0,0083	0,448	0,869	0,869	1,6	2,469	110	0,83	0,39	0,01
КК3-КК4	3,5	0,2	73	0,0083	0,606	1,022	1,022	1,6	2,622	110	0,84	0,41	0,01
КК4-КК5	3,5	0,2	73	0,0083	0,606	1,022	1,022	1,6	2,622	110	0,84	0,41	0,01
КК8-КК7	3,5	0,2	89	0,0083	0,739	1,141	1,141	1,6	2,741	110	0,85	0,42	0,01
КК7-КК6	3,5	0,2	89	0,0083	0,739	1,141	1,141	1,6	2,741	110	0,85	0,42	0,01
КК6-КК5	3,5	0,2	89	0,0083	0,739	1,141	1,141	1,6	2,741	110	0,85	0,42	0,01
КК5-выгреб 1	3,5	0,3	204	0,0083	1,693	1,9	2,85	1,6	3,5	110	0,91	0,48	0,01

Таблица 8 – Гидравлический расчет канализационной сети (выгреб 2)

№ участка	Общий часовой расход воды $q_{hr,tot}$ , л/ч	Общий расход воды прибором $q_0^{tot}$ , л/с	Число приборов $N$ , шт.	Вероятность действия приборов $P^{tot}$	$N \cdot P^{tot}$	Коэффициент $\alpha$	Максимальный расчетный расход воды $q^{tot}$ , л/с	Расход стоков от прибора $q_b^s$ , л/с	Максимальный расчетный расход стоков $q^s$ , л/с	Диаметр трубы $d$ , мм	Скорость течения воды $v$ , м/с	Наполнение $h/d$	Уклон $i$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1-2	3,5	0,2	10	0,0161	0,161	0,411	0,411	0,15	0,561	50	0,74	0,46	0,02
2-3	3,5	0,2	12	0,0161	0,193	0,442	0,442	0,15	0,592	50	0,76	0,48	0,02
3-4	3,5	0,2	45	0,0161	0,725	0,818	0,818	1,6	2,418	110	0,82	0,39	0,01
4-5	3,5	0,2	61	0,0161	0,982	0,96	0,960	1,6	2,560	110	0,84	0,40	0,01
6-7	3,5	0,2	18	0,0161	0,290	0,526	0,526	1,6	2,126	110	0,79	0,36	0,01
7-5	3,5	0,2	21	0,0161	0,338	0,564	0,564	1,6	2,164	110	0,79	0,37	0,01
5-КК9	3,5	0,2	82	0,0161	1,320	1,129	1,129	1,6	2,729	110	0,85	0,42	0,01
КК9-КК10	3,5	0,2	111	0,0161	1,787	1,344	1,344	1,6	2,944	110	0,87	0,43	0,01
КК11-КК10	3,5	0,2	46	0,0161	0,741	0,826	0,826	1,6	2,426	110	0,82	0,39	0,01
КК10-КК12	3,5	0,2	157	0,0161	2,528	1,655	1,655	1,6	3,255	110	0,89	0,46	0,01
КК12-КК13	3,5	0,2	157	0,0161	2,528	1,655	1,655	1,6	3,255	110	0,89	0,46	0,01
КК13-выгреб 2	3,5	0,2	157	0,0161	2,528	1,655	1,655	1,6	3,255	110	0,89	0,46	0,01

#### 4.4 Проверка пропускной способности стояков

Поскольку диаметр стояка принимается конструктивно, то необходимо выполнить проверку пропускной способности стояка.

Проверка пропускной способности стояка определяется по формуле

$$q^s = 5 \cdot q_0^{tot} \cdot \alpha + q_0^s, \quad (31)$$

где  $q_0^{tot}$  – секундный расход воды, л/с, санитарно-техническим прибором, принимается по приложению А, таблица А.1 [3];

$\alpha$  – коэффициент, зависящий от числа санитарно-технических приборов и вероятности их действия, принимается по приложению Б, таблица Б.2 [3];

$q_0^s$  – расход стоков от санитарно-технического прибора, л/с, принимаемый согласно приложению А, таблице А.1 [3].

Стояки К1-1, К1-4:

$$N = 6;$$

$$P = 0,0083;$$

$$\alpha = 0,273.$$

$$q^s = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,273 + 1,6 = 1,873 \text{ л/с.}$$

Пропускная способность вентилируемого стояка диаметром 110 мм, диаметром поэтажных отводов 110 мм и углом присоединения отводов к стояку  $87,5^0$  равна 3,58 л/с. Следовательно, Ду 110 подходит.

Стояк К1-3:

$$N = 4;$$

$$P = 0,0083;$$

$$\alpha = 0,243.$$

$$q^s = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,243 + 1,6 = 1,843 \text{ л/с.}$$

Пропускная способность вентилируемого стояка диаметром 110 мм, диаметром поэтажных отводов 110 мм и углом присоединения отводов к стояку  $87,5^0$  равна 3,58 л/с. Следовательно, Ду 110 подходит.

Стояк К1-5:

$$N = 2;$$

$$P = 0,0083;$$

$$\alpha = 0,207.$$

$$q^s = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,207 + 0,15 = 0,357 \text{ л/с.}$$

Пропускная способность вентилируемого стояка диаметром 50 мм, диаметром поэтажных отводов 50 мм и углом присоединения отводов к стояку  $87,5^0$  равна 0,69 л/с. Следовательно, Ду 50 подходит.

Стояк К1-6:

$$N = 6;$$

$$P = 0,0161;$$

$$\alpha = 0,343.$$

$$q^s = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,343 + 1,6 = 1,943 \text{ л/с.}$$

Пропускная способность вентилируемого стояка диаметром 110 мм, диаметром поэтажных отводов 110 мм и углом присоединения отводов к стояку  $87,5^0$  равна 3,58 л/с. Следовательно, Ду 110 подходит.

Стояк К1-7:

$$N = 12;$$

$$P = 0,0161;$$

$$\alpha = 0,439.$$

$$q^s = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,439 + 1,6 = 2,039 \text{ л/с.}$$

Пропускная способность вентилируемого стояка диаметром 110 мм, диаметром поэтажных отводов 110 мм и углом присоединения отводов к стояку  $87,5^0$  равна 3,58 л/с. Следовательно, Ду 110 подходит.

Стояки К1-8, К1-16:

$$N = 2;$$

$$P = 0,0161;$$

$$\alpha = 0,241.$$

$$q^s = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,241 + 0,15 = 0,391 \text{ л/с.}$$

Пропускная способность вентилируемого стояка диаметром 50 мм, диаметром поэтажных отводов 50 мм и углом присоединения отводов к стояку  $87,5^0$  равна 0,69 л/с. Следовательно, Ду 50 подходит.

Стояки К1-9, К1-26/1:

$$\begin{aligned}N &= 9; \\P &= 0,0161; \\ \alpha &= 0,399.\end{aligned}$$

$$q^s = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,399 + 0,1 = 0,499 \text{ л/с.}$$

Пропускная способность вентилируемого стояка диаметром 50 мм, диаметром поэтажных отводов 50 мм и углом присоединения отводов к стояку  $87,5^0$  равна 0,69 л/с. Следовательно, Ду 50 подходит.

Стояки К1-11, К1-28:

$$\begin{aligned}N &= 18; \\P &= 0,0161; \\ \alpha &= 0,526.\end{aligned}$$

$$q^s = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,526 + 1,6 = 2,126 \text{ л/с.}$$

Пропускная способность вентилируемого стояка диаметром 110 мм, диаметром поэтажных отводов 110 мм и углом присоединения отводов к стояку  $87,5^0$  равна 3,58 л/с. Следовательно, Ду 110 подходит.

Стояки К1-12, К1-26:

$$\begin{aligned}N &= 15; \\P &= 0,0161; \\ \alpha &= 0,485.\end{aligned}$$

$$q^s = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,485 + 0,15 = 0,635 \text{ л/с.}$$

Пропускная способность вентилируемого стояка диаметром 50 мм, диаметром поэтажных отводов 50 мм и углом присоединения отводов к стояку  $87,5^0$  равна 0,69 л/с. Следовательно, Ду 50 подходит.

Стояк К1-13:

$$\begin{aligned}N &= 6; \\P &= 0,0161; \\ \alpha &= 0,343.\end{aligned}$$

$$q^s = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,343 + 0,15 = 0,493 \text{ л/с.}$$

Пропускная способность вентилируемого стояка диаметром 50 мм, диаметром поэтажных отводов 50 мм и углом присоединения отводов к стояку  $87,5^0$  равна 0,69 л/с. Следовательно, Ду 50 подходит.

Стояки К1-14, К1-15:

$$N = 4;$$

$$P = 0,0161;$$

$$\alpha = 0,289.$$

$$q^s = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,289 + 0,15 = 0,439 \text{ л/с.}$$

Пропускная способность вентилируемого стояка диаметром 50 мм, диаметром поэтажных отводов 50 мм и углом присоединения отводов к стояку  $87,5^0$  равна 0,69 л/с. Следовательно, Ду 50 подходит.

Стояк К1-17:

$$N = 9;$$

$$P = 0,0161;$$

$$\alpha = 0,399.$$

$$q^s = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,399 + 1,6 = 1,999 \text{ л/с.}$$

Пропускная способность вентилируемого стояка диаметром 110 мм, диаметром поэтажных отводов 110 мм и углом присоединения отводов к стояку  $87,5^0$  равна 3,85 л/с. Следовательно, Ду 110 подходит.

Стояк К1-18:

$$N = 24;$$

$$P = 0,0083;$$

$$\alpha = 0,449.$$

$$q^s = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,449 + 1,6 = 2,049 \text{ л/с.}$$

Пропускная способность вентилируемого стояка диаметром 110 мм, диаметром поэтажных отводов 110 мм и углом присоединения отводов к стояку  $87,5^0$  равна 3,85 л/с. Следовательно, Ду 110 подходит.

Стояк К1-19:

$$N = 9;$$

$$P = 0,0083;$$

$$\alpha = 0,311.$$

$$q^s = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,311 + 0,1 = 0,411 \text{ л/с.}$$

Пропускная способность вентилируемого стояка диаметром 50 мм, диаметром поэтажных отводов 50 мм и углом присоединения отводов к стояку  $87,5^0$  равна 0,69 л/с. Следовательно,  $D_y$  50 подходит.

Стояк К1-20:

$$N = 18;$$

$$P = 0,0083;$$

$$\alpha = 0,399.$$

$$q^s = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,399 + 1,6 = 1,999 \text{ л/с.}$$

Пропускная способность вентилируемого стояка диаметром 110 мм, диаметром поэтажных отводов 110 мм и углом присоединения отводов к стояку  $87,5^0$  равна 3,85 л/с. Следовательно,  $D_y$  110 подходит.

Стояк К1-22:

$$N = 15;$$

$$P = 0,0083;$$

$$\alpha = 0,367.$$

$$q^s = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,367 + 0,15 = 0,517 \text{ л/с.}$$

Пропускная способность вентилируемого стояка диаметром 50 мм, диаметром поэтажных отводов 50 мм и углом присоединения отводов к стояку  $87,5^0$  равна 0,69 л/с. Следовательно,  $D_y$  50 подходит.

Стояк К1-23:

$$N = 3;$$

$$P = 0,0083;$$

$$\alpha = 0,228.$$

$$q^s = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,228 + 0,15 = 0,378 \text{ л/с.}$$

Пропускная способность вентилируемого стояка диаметром 50 мм, диаметром поэтажных отводов 50 мм и углом присоединения отводов к стояку  $87,5^0$  равна 0,69 л/с. Следовательно,  $D_y$  50 подходит.

Стояк К1-24:

$$N = 2;$$

$$P = 0,0083;$$

$$\alpha = 0,207.$$

$$q^s = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,207 + 0,15 = 0,357 \text{ л/с.}$$

Пропускная способность вентилируемого стояка диаметром 50 мм, диаметром поэтажных отводов 50 мм и углом присоединения отводов к стояку  $87,5^0$  равна 0,69 л/с. Следовательно, Ду 50 подходит.

Стояк К1-25:

$$N = 1;$$

$$P = 0,0083;$$

$$\alpha = 0,2.$$

$$q^s = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,2 + 0,15 = 0,35 \text{ л/с.}$$

Пропускная способность вентилируемого стояка диаметром 50 мм, диаметром поэтажных отводов 50 мм и углом присоединения отводов к стояку  $87,5^0$  равна 0,69 л/с. Следовательно, Ду 50 подходит.

Стояк К1-26:

$$N = 1;$$

$$P = 0,0083;$$

$$\alpha = 0,2.$$

$$q^s = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,2 + 0,15 = 0,35 \text{ л/с.}$$

Пропускная способность вентилируемого стояка диаметром 50 мм, диаметром поэтажных отводов 50 мм и углом присоединения отводов к стояку  $87,5^0$  равна 0,69 л/с. Следовательно, Ду 50 подходит.

Стояки К1-29, К1-30, К1-31, К1-32:

$$N = 2;$$

$$P = 0,0161;$$

$$\alpha = 0,241.$$

$$q^s = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,241 + 0,15 = 0,391 \text{ л/с.}$$

Пропускная способность вентилируемого стояка диаметром 50 мм, диаметром поэтажных отводов 50 мм и углом присоединения отводов к стояку  $87,5^{\circ}$  равна 0,69 л/с. Следовательно, Ду 50 подходит.

#### 4.5 Расчет производственной канализации

В здании школы для питания детей предусмотрена школьная столовая, рассчитанная на 175 посадочных мест. Столовая оборудована санитарно-техническими приборами в количестве 42 шт. Вода в столовой используется на технологические нужды: мойка кухонной и столовой посуды, первичная обработка овощей, первичная обработка мяса и рыбы. В результате этого образуются производственные сточные воды, сбрасываемые в канализацию КЗ.

Каждое отделение производственной мойки оборудуется отдельным сифоном с ревизией диаметром 50 мм. Для исключения повторного загрязнения рук после мытья все раковины, расположенные в производственных цехах столовой и в санузле для персонала, оборудуются локтевыми смесителями, а унитаз в санузле для персонала – педальным приводом.

Характеристика потребителей, обслуживаемых системами холодного, горячего водоснабжения и канализации, рассчитываемого здания приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Расчетные расходы воды потребителями

Водопотребитель	Единица измерения	Расчетные расходы воды, л				Расход воды прибором, л/с (л/ч)		Т, ч
		среднесуточные		в час наибольшего водопотребления		общий (холодной и горячей) $q_0^{tot}$ ( $q_{0,hr}^{tot}$ )	холодной или горячей $q_0^c$ , $q_0^h$ ( $q_{0,hr}^c$ , $q_{0,hr}^h$ )	
		общий $q_{u,m}^{tot}$	горячей $q_{u,m}^h$	общий $q_{hr,u}^{tot}$	горячей $q_{hr,u}^h$			
Предприятия общественного питания для приготовления пищи, реализуемой в обеденном зале	1 у.б.	12	3,4	12	3,4	0,3 (300)	0,2 (200)	8

По примечанию 8 таблицы А.2 приложения А [3] для предприятия общественного питания следует определять число реализуемых блюд в час  $U_{ч}$  и в сутки  $U_{сут}$  по формулам (32) и (33).

Количество реализуемых блюд в час, шт./ч, определяется по формуле

$$U_{ч} = 2,2 \cdot n \cdot t, \quad (32)$$

где  $n$  – число посадочных мест, 175 шт.;

$m$  – число посадок, принимаемое для столовых – 3.

$$U_{\text{ч}} = 2,2 \cdot 175 \cdot 3 = 1155 \text{ у.б/ч.}$$

Количество блюд, реализуемых за один рабочий день, определяем по формуле

$$U_{\text{сут}} = U_{\text{ч}} \cdot T \cdot y, \quad (33)$$

где  $T$  – время работы предприятия общественного питания, 8 ч;

$y$  – коэффициент неравномерности посадок на протяжении рабочего дня, принимаемый для столовых – 0,45.

$$U_{\text{сут}} = 1155 \cdot 8 \cdot 0,45 = 4158 \text{ у.б/сут.}$$

По известным нормам водопотребления, количеству водопотребителей и приборов определяем расчетные расходы воды в столовой.

Для расчета максимальных секундных расходов воды определяем вероятность действия приборов  $P$  и коэффициент  $\alpha$ .

$$P = \frac{q_{hr,u} \cdot U}{3600 \cdot q_0 \cdot N} \quad (34)$$

$$P^{tot} = \frac{12 \cdot 1155}{3600 \cdot 0,3 \cdot 42} = 0,306,$$

$$P^{tot} \cdot N = 0,306 \cdot 42 = 12,83; \alpha = 4,944;$$

$$P^c = \frac{8,6 \cdot 1155}{3600 \cdot 0,2 \cdot 42} = 0,328,$$

$$P^c \cdot N = 0,328 \cdot 42 = 13,79; \alpha = 5,215;$$

$$P^h = \frac{3,4 \cdot 1155}{3600 \cdot 0,2 \cdot 42} = 0,13,$$

$$P^h \cdot N = 0,13 \cdot 42 = 5,45; \alpha = 2,71.$$

Максимальный секундный расход воды на расчетном участке сети, л/с, определяется по формуле

$$q = 5 \cdot q_0 \cdot \alpha \quad (35)$$

$$q^{tot} = 5 \cdot 0,3 \cdot 4,944 = 7,42 \text{ л/с,}$$

$$q^c = 5 \cdot 0,2 \cdot 5,215 = 5,215 \text{ л/с,}$$

$$q^h = 5 \cdot 0,2 \cdot 2,71 = 2,71 \text{ л/с.}$$

Для расчета максимальных часовых расходов воды определяем вероятность действия приборов  $P_{hr}$  и коэффициент  $\alpha_{hr}$ .

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot P \cdot q_0}{q_{0,hr}} \quad (36)$$

$$P_{hr}^{tot} = \frac{3600 \cdot 0,306 \cdot 0,3}{300} = 1,102,$$

$$P_{hr}^{tot} \cdot N = 1,102 \cdot 42 = 46,26; \alpha_{hr}^{tot} = 13,43;$$

$$P_{hr}^c = \frac{3600 \cdot 0,328 \cdot 0,2}{200} = 1,18,$$

$$P_{hr}^c \cdot N = 1,18 \cdot 42 = 49,6; \alpha_{hr}^{tot} = 14,2;$$

$$P_{hr}^h = \frac{3600 \cdot 0,133 \cdot 0,2}{200} = 0,479,$$

$$P_{hr}^h \cdot N = 0,479 \cdot 42 = 19,63; \alpha_{hr}^{tot} = 6,796;$$

Максимальный часовой расход воды на расчетном участке сети,  $\text{м}^3/\text{ч}$ , определяется по формуле

$$q_{hr} = 0,005 \cdot q_{0,hr} \cdot \alpha_{hr} \quad (37)$$

$$q_{hr}^{tot} = 0,005 \cdot 300 \cdot 13,43 = 20,15 \text{ м}^3/\text{ч,}$$

$$q_{hr}^c = 0,005 \cdot 200 \cdot 14,2 = 14,2 \text{ м}^3/\text{ч,}$$

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot 200 \cdot 6,796 = 6,796 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Суточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды,  $\text{м}^3/\text{сут}$ , определяется по формуле

$$Q = \frac{q_{u,m} \cdot U}{1000} \quad (38)$$

$$Q^{tot} = \frac{12 \cdot 4158}{1000} = 49,8 \text{ м}^3/\text{сут,}$$

$$Q^c = \frac{8,6 \cdot 4158}{1000} = 35,8 \text{ м}^3/\text{сут,}$$

$$Q^h = \frac{3,4 \cdot 4158}{1000} = 14,1 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Средний часовой расход воды, м<sup>3</sup>/ч, определяется по формуле

$$q_T = \frac{Q}{T} \quad (39)$$

$$q_T^{tot} = \frac{49,8}{8} = 6,23 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$q_T^c = \frac{35,8}{8} = 4,48 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$q_T^h = \frac{14,1}{8} = 1,76 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расходы сточных вод от столовой равны:

$$Q_{\text{сут}}^s = Q^{tot} = 49,8 \text{ м}^3/\text{сут.},$$

$$q_T^s = q_T^{tot} = 6,23 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$q_{hr}^s = q_{hr}^{tot} = 20,15 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$q^s = q^{tot} + q_0^s = 7,42 + 1 = 8,42 \text{ л/с}.$$

Для предотвращения попадания запаха из канализации в помещение в часы минимального водоотведения стояки производственной канализации оборудуются вентиляционными клапанами. Вентиляционные клапаны применяются: для увеличения пропускной способности невентилируемых канализационных стояков; для предотвращения срыва гидрозатворов у приборов, подключенных к горизонтальным трубопроводам; для подачи воздуха в резервные водосточные стояки. Воздушный клапан устанавливается внутри помещения вертикально в верхней части канализационного стояка не ниже, чем в 300 мм от места присоединения поэтажного отвода.

Клапан работает следующим образом: при возникновении разряжения в канализационном стояке резиновая мембрана клапана поднимается, и пропускает воздух внутрь стояка. При выравнивании давления внутри стояка с атмосферным, мембрана клапана под собственным весом опускается и надежно запирает загрязненный воздух (канализационные газы) в трубопроводах. Клапан работает в диапазоне рабочих температур от -50<sup>0</sup>С до +100<sup>0</sup>С.

В работе запроектированы воздушные клапаны фирмы HL900N.

Сточные воды, образующиеся в столовой, содержат взвешенные вещества, жиры, масла, кислоты и другие вещества, которые вызывают разрушение сети и нормальную работу очистных сооружений.

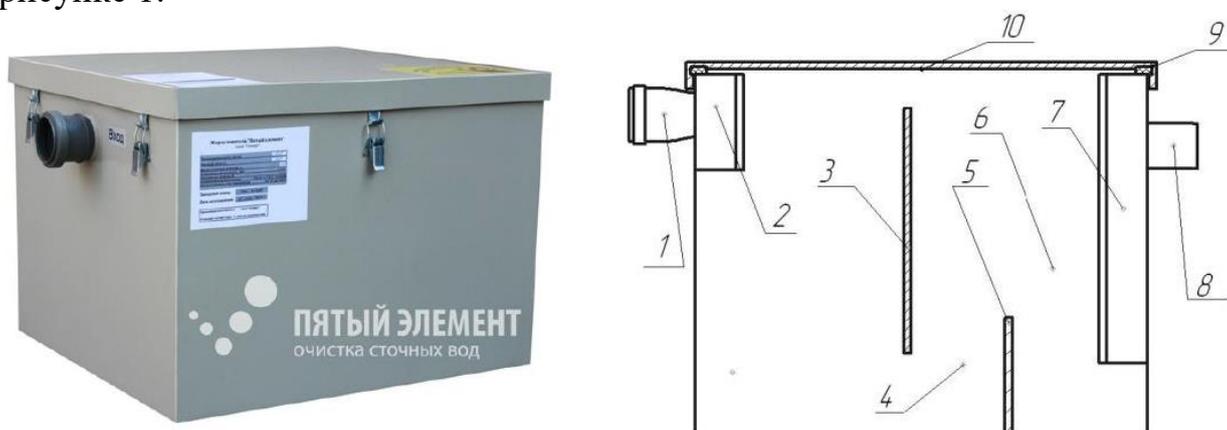
Согласно п. 20.1 [3] такие сточные воды необходимо очищать перед поступлением их в систему водоотведения К1. Для очистки таких сточных вод предусмотрены жироседелители. После очистки в жироседелителях сточные воды по составу должны соответствовать требованиям, предъявляемым к составу и свойствам сточных вод для приема их в наружную сеть водоотведения.

В работе запроектированы 3 жироседелителя под мойку серии «Стандарт» фирмы «Пятый элемент».

Жироседелитель серии «Стандарт» является простым и экономичным решением в борьбе с засорами. Он изготовлен из полипропилена. Жироседелитель герметичен за счет плотно закрывающейся крышки с резиновым уплотнителем и удобными фиксаторами, что исключает возможность протечек и появления неприятных запахов.

Производительность данного жироседелителя составляет 1,5 м<sup>3</sup>/ч для обслуживания одной мойки.

Жироседелитель серии «Стандарт» фирмы «Пятый элемент» представлен на рисунке 1.



1 – входной патрубок; 2 – гаситель потока; 3 – сепарационная пластина; 4 – камера сепарации; 5 – сепарационная пластина; 6 – камера отстаивания; 7 – распределительный карман; 8 – отводящий патрубок; 9 – резиновый уплотнитель; 10 – крышка

Рисунок 1 – Жироседелитель серии «Стандарт» фирмы «Пятый элемент»

Жироседелитель работает следующим образом: сточная вода через входной патрубок попадает в камеру сепарации жироседелителя. В камере происходит осаждение твердых частиц и укрупнение неэмульгированных жиров и масел, а также окончательное отстаивание и отделение частиц жира от воды за счет разницы в удельном весе. Очищенная и осветленная вода через распределительный карман, предотвращающий попадание жира в канализацию, по отводящему патрубку поступает в канализационную сеть К1. Жировая масса, которая скапливается в жироседелителе, периодически удаляется механическим способом.

Сточные воды от школы самотеком поступают в выгреб (цистерна стальная РГСп) объемом 55 м<sup>3</sup>. В работе запроектировано 2 выгреба. Сточные

воды из выгребов вывозятся специальным автотранспортом для утилизации на биологические очистные сооружения г. Нижнеудинска.

#### 4.6 Расчет внутренних водостоков

Дождевые сточные воды отводятся с кровли через водосточные воронки по внутренним водостокам с выпуском на отстойку. Внутренние водостоки запроектированы из полиэтиленовых безнапорных труб «КОРСИС».

Для расчета системы внутренних водостоков необходимо знать водосборную площадь, расчетный расход дождевых вод и интенсивность дождя. Также необходимо проверить пропускную способность диаметров отдельных участков сети.

Расчетный расход дождевых вод с водосборной площади  $F$ , л/с, определяется по формуле

$$Q = \frac{F \cdot q_5}{10000}, \quad (40)$$

где  $q_5$  – интенсивность дождя, л/с на 1 га, (для данной местности) продолжительностью 5 мин, определяется по формуле:

$$q_5 = 4^n \cdot q_{20}, \quad (41)$$

где  $n$  – параметр, принимаемый по приложению Ж, таблице Ж.1 [10];

$q_{20}$  – интенсивность дождя, л/с на 1 га, (для данной местности) продолжительностью 20 мин, определяется по приложению Ж, рисунку Ж.1 [10].

$$q_5 = 4^{0,6} \cdot 70 = 45,9 \text{ л/с},$$

$$Q = \frac{5233,35 \cdot 45,9}{10000} = 24,02 \text{ л/с},$$

Согласно [3] по таблице 21.1 диаметр водосточного стояка принимаем 110 мм.

## 5 Безопасность жизнедеятельности

### 5.1 Классификация зданий и сооружений по устройству молниезащиты

В зависимости от вероятности вызываемого молнией пожара или взрыва, а также исходя из масштаба возможных разрушений и ущерба, приняты три категории зданий и сооружений.

К первой категории относятся здания и сооружения (или их части), где имеются взрывоопасные зоны классов В-I и В-II по правилам устройства электроустановок (ПУЭ-76). В этих установках хранятся или содержатся постоянно, либо появляются во время производственного процесса смеси газов, паров или пыли горючих веществ с воздухом или иными окислителями, которые способны взорваться от электрической искры.

Ко второй категории относятся здания и сооружения (или их части), где имеются взрывоопасные зоны классов В-Ia, В-Iб, и В-IIa согласно ПУЭ-76.

В этих сооружениях опасные смеси появляются лишь при аварии или неисправностях в технологическом процессе. К этой же категории относятся наружные технологические установки и открытые склады, которые содержат взрывоопасные газы и пары, горючие легко воспламеняющиеся жидкости (газгольдеры, цистерны и резервуары, сливно-наливные эстакады и т.п.), которые по ПУЭ-76 относятся к взрывоопасным зонам класса В-Iг.

К третьей категории относятся:

- здания и сооружения со взрывоопасными зонами классов П-I, П-II и П-III согласно ПЭУ-76;

- открытые склады твердых горючих веществ и наружные технологические установки, в которых применяют или хранят горючие жидкости с температурой вспышки паров выше 61 °С, относимые согласно ПЭУ к П-III классу;

- здание и сооружения III, IV и V степени огнестойкости, где отсутствуют производства с зонами, относимыми ПЭУ к пожаро- и взрывоопасным классам;

- жилые и общественные здания, которые возвышаются на 25 м и больше над средней высотой окружающих зданий в радиусе 400 м и отдельно стоящие здания высотой больше 30 м, которые удалены от других зданий на 400 м и больше;

- общественные здания III, IV и V степени огнестойкости следующего назначения: детские сады и ясли, школы и школы-интернаты.

При выборе устройств молниезащиты по данным категориям учитывают следующие факторы: важность объекта, его высоту, расположение среди других объектов, интенсивность грозовой деятельности и т.д.

Здания и сооружения первой категории, как правило, должны быть защищены от прямых ударов молний, от электрической и электромагнитной индукции, от заноса высокого потенциала через подземные и надземные коммуникации на всей территории объекта. Молниеотводы предусматриваются с зонами защиты типа А.

Здания и сооружения второй категории, как правило, должны быть защищены от прямых ударов молний, вторичных ее воздействий и заноса высоких потенциалов по коммуникациям только в местностях со средней интенсивностью грозовой деятельности  $n_{\text{г}} \geq 10$ . Тип зоны защиты молниеотводов зависит от показателя  $N$ : тип А берется при  $N > 1$ , а тип Б при  $N \leq 1$ .

Здания и сооружения, относящиеся к третьей категории, подлежат молниезащите в местностях с грозовой деятельностью 20 ч и более в год, а тип зоны защиты молниеотводов зависит от степени огнестойкости здания.

## 5.2 Устройство молниезащиты и зоны защиты молниеотводов

При устройстве молниезащиты должны быть соблюдены следующие условия:

- соответствие типа молниезащиты характеру производственного процесса в зданиях и сооружениях, а также на объекте в целом;
- возможность типизаций конструктивных элементов молниезащиты и их «равнопрочность» и большой срок службы (10 лет и более);
- возможность использования недорогих материалов и применение конструктивных элементов зданий и сооружений;
- наглядность монтажа;
- предупредительные и запрещающие знаки или ограждения;
- доступность ко всем элементам контроля, восстановления или ремонта.

Для повышения безопасности людей и животных при выполнении молниезащиты зданий и сооружений всех категорий заземлители (кроме углубленных) размещают:

- в редко посещаемых местах (на газонах, в кустарниках) в удалении на 5 м и больше от основных грунтовых проезжих и пешеходных дорог;
- под асфальтовыми покрытиями или устанавливают предупреждающие плакаты.

В недоступных местах размещают токоотводы.

Для снижения опасности шаговых напряжений применяют углубленные и рассредоточенные заземлители в виде лучей и колец.

Учитывают возможность экранирования зонами защиты молниеотводов других близко расположенных зданий и сооружений при устройстве молниезащиты зданий и сооружений любой категории. При этом максимально используют естественные молниеотводы, такие как:

- вытяжные трубы;
- водонапорные башни;
- дымовые трубы;
- линии электропередачи и т.д.

Для защиты зданий и сооружений от прямых ударов применяется молниеотвод, который состоит из:

- молниеприемника, который непосредственно воспринимает удар молнии;

– токоотвода (спуска), который соединяет молниеприемник с заземлителем;

– заземлителя, по которому ток молний стекает в землю.

Вертикальная конструкция представляет собой столб или мачту, или часть сооружения, которая предназначена для закрепления молниеприемника и токоотвода.

Зона защиты молниеотвода представляет собой часть пространства, прилегающего к молниеотводу, внутри которого здание или сооружение защищено от прямых ударов молний с определенной степенью надежности. Зона защиты типа А обладает степенью надежности 99,5% и выше, а зона защиты типа Б – 95% и выше.

Молниеотводы по типу молниеприемников делятся на стержневые, тросовые и в виде сетки, а также по числу и общей зоне защиты – на одиночные, двойные и многократные. Кроме того, различают молниеотводы отдельно стоящие, изолированные и не изолированные от защищаемого здания.

Стержневые молниеотводы представляют собой вертикальные стержни или мачты, тросовые – горизонтальные стальные канаты или провода, закрепленные на двух опорах, по каждой, из которых прокладывают токоотвод к отдельному заземлителю. Чаще всего используют стержневые молниеотводы, при этом учитывают особенности защищаемого здания при устройстве молниезащиты.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе рассмотрены вопросы водоснабжения и водоотведения школы на 520 мест, расположенной в г. Нижнеудинске.

Системы водоснабжения и водоотведения школы рассчитаны по [3].

В здании предусмотрены системы внутренних водопроводов: хозяйственно-питьевого, горячего и противопожарного.

Водоснабжение школы предусмотрено от городской водопроводной линии диаметром 100 мм. Трубопроводы систем хозяйственно-питьевого и горячего водоснабжения выполнены из стальных водогазопроводных оцинкованных труб по [1], которые покрыты антикоррозионной краской «Цикроль» в 1 слой, а также предусмотрена теплоизоляция «Thermaflex FRZ» для предотвращения повышенной влагостойкости, а также увеличению эксплуатационного срока службы.

Ввод в здание запроектирован из стальных оцинкованных труб диаметром 50 мм. В подвале, после пересечения вводом стены в здание, устанавливается водомерный узел с обводной линией. Водопроводная сеть здания принята с нижней разводкой. Магистраль проложена по подвалу на высоте 2,0 м от пола подвала, к которой присоединено 32 стояка хозяйственно-питьевого водопровода.

Приготовление горячей воды предусмотрено в тепловом пункте. Запроектировано 23 стояка горячего водоснабжения. Для приготовления горячей воды для столовой в межотопительный период устанавливаются накопительные электрические водонагреватели марки Thermex Nit в количестве 11 шт.

Произведён гидравлический расчёт систем холодного и горячего водоснабжения, подобраны оптимальные диаметры труб.

В связи с тем, что наружные сети города не закольцованы и диаметр наружной сети не пропускает необходимый расход, поэтому предусмотрена установка противопожарных резервуаров, содержащих полный объем воды на пожаротушение. Количество запаса противопожарной воды на наружное пожаротушение составляет 324 м<sup>3</sup>, принято пять резервуаров по 75 м<sup>3</sup> каждый.

Для отвода сточных вод от школы запроектировано 3 системы водоотведения: хозяйственно-бытовая, производственная и ливневая.

В работе предусмотрена самотечная сеть бытовой канализации, состоящая из 32 стояков. Трубы для канализации приняты из полиэтилена низкого давления (ПНД) диаметром 50 и 110 мм. Для устранения засоров и прочистки канализационной сети на ней предусматривают ревизии и прочистки. После каждого санитарно-технического прибора предусматривается гидрозатвор (за исключением унитаза).

Для отвода хозяйственно-бытовых сточных вод предусмотрено 2 выгреба объемом 55 м<sup>3</sup> каждый, куда поступают стоки от колодцев 5 и 13. В выгреб 1 поступают сточные воды от 4 выпусков, включая производственные сточные воды от столовой, а в выгреб 2 – от 3 выпусков. Сточные воды от столовой перед поступлением в систему водоотведения проходят очистку в жируловителе

для удаления из них взвешенных веществ, жиров, масел, кислот и других веществ. Сточные воды из выгребов вывозятся специальным автотранспортом для утилизации на биологические очистные сооружения г. Нижнеудинска.

Дождевые сточные воды отводятся с кровли через водосточные воронки по внутренним водостокам с выпуском на отмокку. Внутренние водостоки запроектированы из полиэтиленовых безнапорных труб «КОРСИС».

Также в работе рассмотрен раздел БЖД, в котором изучен вопрос молниезащиты здания.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- В1 – хозяйственно-питьевой водопровод;
- В2 – противопожарный водопровод;
- Т3 – подающий трубопровод горячего водоснабжения;
- Т4 – циркуляционный трубопровод горячего водоснабжения;
- К1 – хозяйственно-бытовая канализация;
- К2 – ливневая канализация;
- К3 – производственная канализация;
- ХВС – холодное водоснабжение;
- ПВ – производственное водоснабжение;
- ВУ – водомерный узел;
- ВСХН – водяной счетчик холодного назначения;
- ГВС – горячее водоснабжение;
- СВ – сточные воды;
- ПВХ – поливинилхлорид;
- ПНД – полиэтилен низкого давления;
- ПВД – полиэтилен высокого давления;
- ВКР – выпускная квалификационная работа;
- БЖД – безопасность жизнедеятельности.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 3262-75 Трубы стальные водогазопроводные. Технические условия.
2. СП 61.13330.2012 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Актуализированная редакция СНиП 41-03-2003 (утв. Приказом Минрегиона России от 27.12.2011 N 608).
3. СП 30.13330.2020 Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85\* (утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 30 декабря 2020 г. № 920/пр и введен в действие с 1 июля 2021 г.).
4. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб/ Шевелев Ф. А., Шевелев А. Ф. Справочное пособие. – 10-е изд., исправленное. –М.: ООО «БАСТЕТ», 2014г. – 384 с.
5. СП 8.13130.2020 Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение. Требования пожарной безопасности (утв. и введен в действие приказом Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий от 30 марта 2020 г. № 225).
6. СанПиН 2.1.3684-21 Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению населения, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий (с изменениями на 14 февраля 2022 года).
7. ГОСТ 18599-2001 Трубы напорные из полиэтилена. Технические условия.
8. ГОСТ 22689.0-89 Трубы полиэтиленовые канализационные и фасонные части к ним. Общие технические условия (утв. постановлением Госстроя СССР от 16 июня 1989 г. N 93).
9. Таблицы для гидравлических расчетов безнапорных труб из полимерных материалов/ Добромыслов А.Я. М.: ТОО «Издательство ВНИИМП», 2004 г. – с ил. – 127 с.
10. СП 32.13330.2018 Канализация. Наружные сети и сооружения. СНиП 2.04.03-85 (утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 25 декабря 2018 г. № 860/пр и введен в действие с 26 июня 2019 г.).
11. СП 31.13330.2021 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84\* (утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 27 декабря 2021 г. № 1016/пр и введен в действие с 28 января 2022 г.).
12. СП 42.13330.2016 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89\* (с Изменениями № 1, 2), утвержден 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.

13. СП 18.13330.2019 Производственные объекты. Планировочная организация земельного участка (Генеральные планы промышленных предприятий). СНиП II-89-80\* (с Изменениями N 1, 2).

14. СП 10.13330.2020 Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности (утв. приказом Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий России от 27 июля 2020 г. N 559).

15. ГОСТ 21.205-2016 Система проектной документации для строительства. Условные обозначения элементов трубопроводных систем зданий и сооружений.

16. ГОСТ 21.508-2020 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов.

17. Санитарно-техническое оборудование зданий и сельскохозяйственных объектов: учеб.-метод. пособие / сост: Д.Б. Тугужаков, А.И. Матюшенко, А.Г. Бобрик. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2023 г. – 84с.

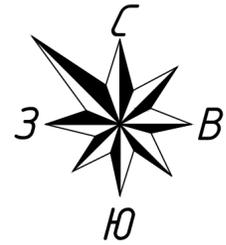
18. Санитарно-техническое оборудование зданий и сельскохозяйственных объектов: учеб. пособие / В.И. Орехова. – Краснодар: КубГАУ, 2018 г. – 100 с.

19. Методические указания по выполнению курсовой работы в рамках дисциплины «Инженерные системы и оборудование в архитектуре» / О.Н. Зубарева. – М.: МИИГАиК, 2016 г. – 35 с.

20. ГОСТ Р 59789-2021 Молниезащита. Защита зданий и сооружений от повреждений и защита людей и животных от электротравматизма (утв. и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 октября 2021 г. N 1266-ст).

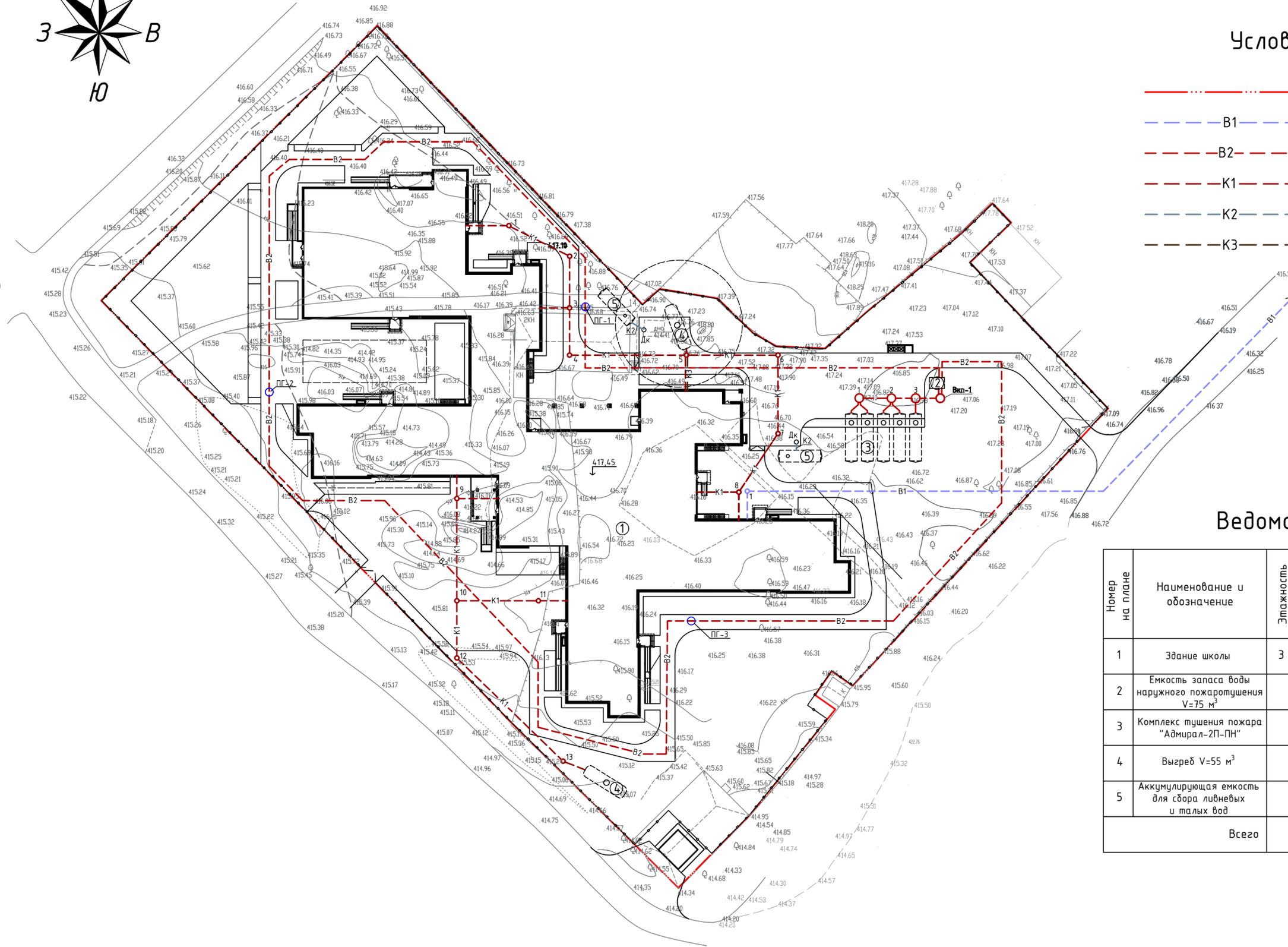
21. СТУ 7.5-07-2021. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. Система управления СФУ.

# Генеральный план школы М 1:500



## Условные обозначения:

- граница отвода территории
- В1 — проектируемый хоз.-питьевой водопровод
- В2 — проектируемый противопожарный водопровод
- К1 — проектируемая бытовая канализация
- К2 — проектируемая ливневая канализация
- К3 — проектируемая производственная канализация



## Ведомость зданий и сооружений

Номер на плане	Наименование и обозначение	Этажность	Количество		Площадь, м <sup>2</sup>				Строительный объем, м <sup>3</sup>	
					застройки		общая		подзем. часть	всего
			здания	всего	здания	всего	здания	всего		
1	Здание школы	3	1	1	5983,13	5983,13	13573,91	13573,91	64181	64181
2	Емкость запаса воды наружного пожаротушения V=75 м <sup>3</sup>	5	5	5	(заглублена ниже уровня земли)					
3	Комплекс тушения пожара "Адмирал-2П-ПН"	1	1	1	(заглублен ниже уровня земли)					
4	Выгреб V=55 м <sup>3</sup>	2	2	2	(заглублен ниже уровня земли)					
5	Аккумулярующая емкость для сбора ливневых и талых вод	2	2	2	(заглублен ниже уровня земли)					
Всего					6028,69					

БР-20.03.02.06-2023					
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата
Разраб.	Пестерева				
Пров.	Пазенко				
Н. контр.	Пазенко				
Зав. каф.	Матюшенко				
Водоснабжение и водоотведение школы на 520 учащихся, расположенной в г. Нижнеудинске					
		Стадия	Лист	Листов	
			1	10	
Генеральный план школы М 1:500					
Кафедра ИСЗиС					

# План 1-го этажа М 1:500

## Экспликация помещений

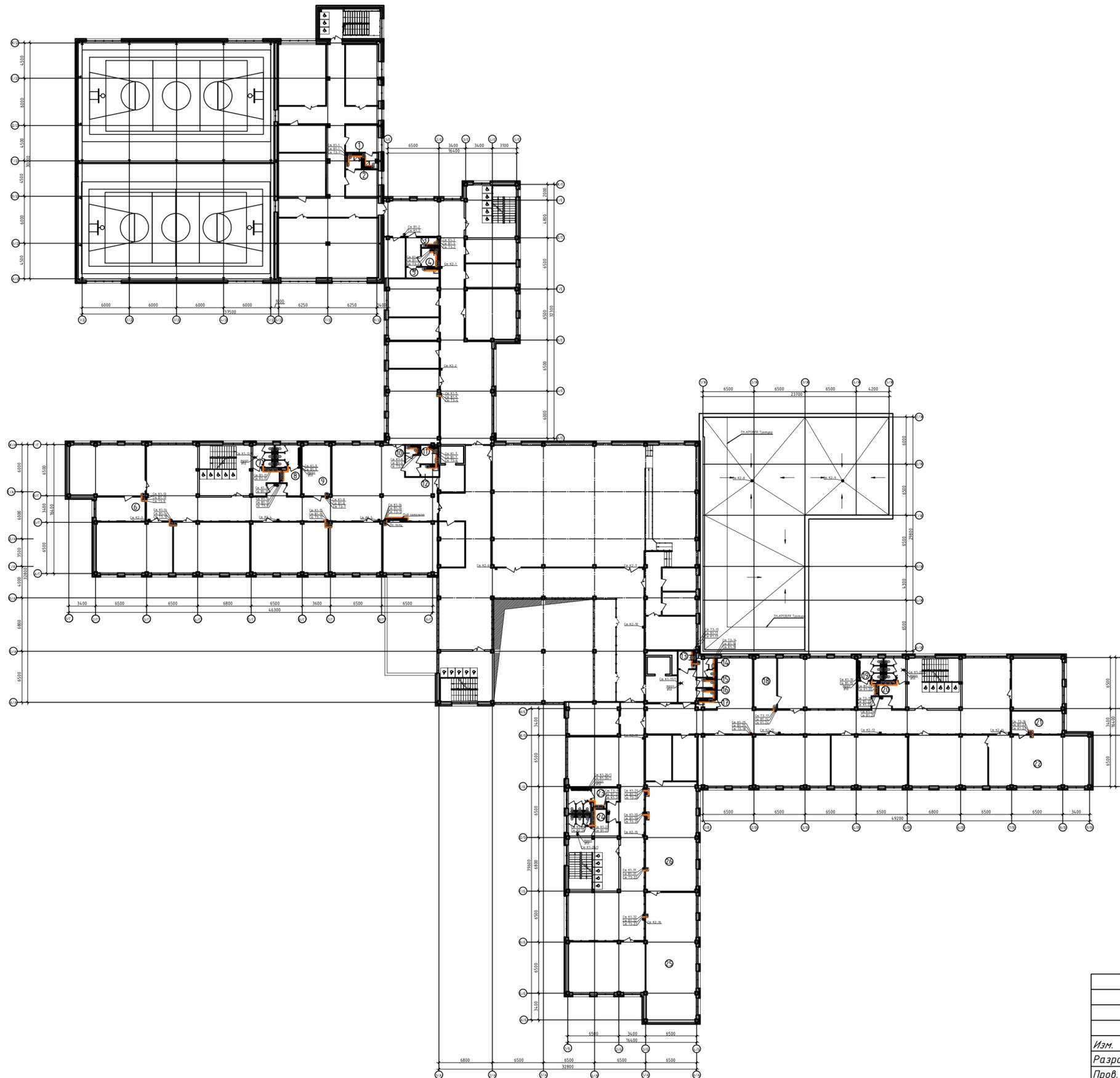


Номер помещения	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>	Кат. пом.
1;2	Душевая	12,5	
3;4	Санузел для мальчиков и девочек	8,1	
5	Санузел	3,9	
6;7	Раздевалка для МГН М и МГН Ж	17,5	
8	Комната уборочного инвентаря	3,9	
9;10	Санузел для мальчиков и девочек	8,1	
11;12	Душевая	12,5	
13	Комн. для пригот. дез. средств	11,5	
14	Санузел	2,8	
15	Санузел для МГН	5,1	
16;17	Санузел для девочек и мальчиков	16,5;16,3	
18	Санузел	2,1	
19	Санузел для МГН	5,2	
20	Комната уборочного инвентаря	3,3	
21	Холодный цех	20,9	
22	Мучной цех	28,8	
23	Помещение обработки яиц	5,1	
24;26	Овощной цех	17,5;2,3	
25;27	Цех первичной обработки овощей	14,4;2,0	
28	Комната уборочного инвентаря	3,9	
29	Мойка тары	4,9	
30	Мясо-рыбный цех	20,3	
31	Мойка кухонной посуды	14,2	
32	Мойка столовой посуды	44,7	
33	Горячий цех	58,2	
34;37	Санузел для МГН	5,6;5,0	
35	Комната уборочного инвентаря	3,2	
36	Умывальная при столовой	28,5	
38	Комната личной гигиены женщины	6,1	
39;40	Санузел	2,9	
41	Комната уборочного инвентаря	3,1	
42;43	Санузел для мальчиков и девочек	16,3;16,5	
44	Кабинет химии	80,9	
45;46	Санузел для мальчиков и девочек	16,4;16,6	

БР-20.03.02.06-2023					
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата
Разраб.		Пестерева			
Пров.		Пазенко			
Н. контр.		Пазенко			
Зав. каф.		Матюшенко			
Водоснабжение и водоотведение школы на 520 учащихся, расположенной в г. Нижнеудинске			Стадия	Лист	Листов
План 1-го этажа М 1:500				2	10
			Кафедра ИСЭиС		

# План 2-го этажа М 1:500

## Экспликация помещений

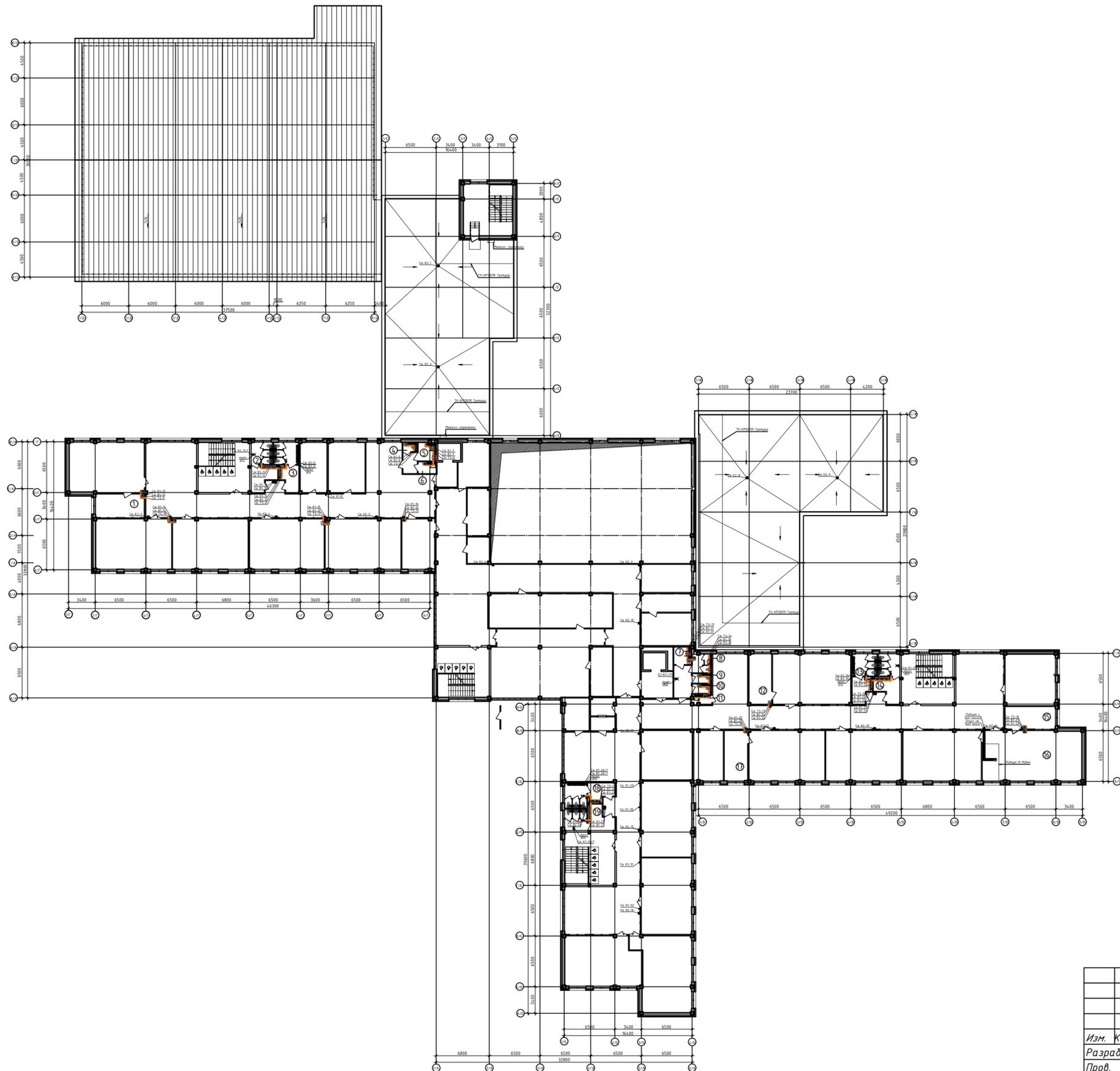


Номер помещения	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>	Кат. пом.
1;2	Санузел	3,8;4,0	
3	Санузел	2,8	
4	Санузел для МГН	5,1	
5	Комната уборочного инвентаря	5,5	
6	Лаборантская	18,2	
7;8	Санузел для девочек и мальчиков	16,5;16,3	
9	Лаборантская	23,8	
10	Санузел	2,1	
11	Санузел для МГН	5,2	
12	Комната уборочного инвентаря	3,3	
13	Санузел для МГН	5,0	
14	Комната личной гигиены женщины	5,8	
15;16	Санузел	2,85	
17	Комната уборочного инвентаря	3,1	
18	Лаборантская	18,7	
19;20	Санузел для мальчиков и девочек	16,3;16,5	
21	Лаборантская	18,3	
22	Кабинет физики	80,9	
23;24	Санузел для мальчиков и девочек	16,4;16,6	
25	Кабинет домоводства (шитье)	102,4	
26	Кабинет домоводства (кухня)	89,3	

БР-20.03.02.06-2023					
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата
Разраб.	Лазенко	Лазенко			
Пров.	Лазенко				
Н. контр.	Лазенко				
Зав. каф.	Матюшенко				
Водоснабжение и водоотведение школы на 520 учащихся, расположенной в г. Нижнеудинске			Стадия	Лист	Листов
План 2-го этажа М 1:500				3	10
			Кафедра ИСЭиС		

# План 3-го этажа М 1:500

## Экспликация помещений

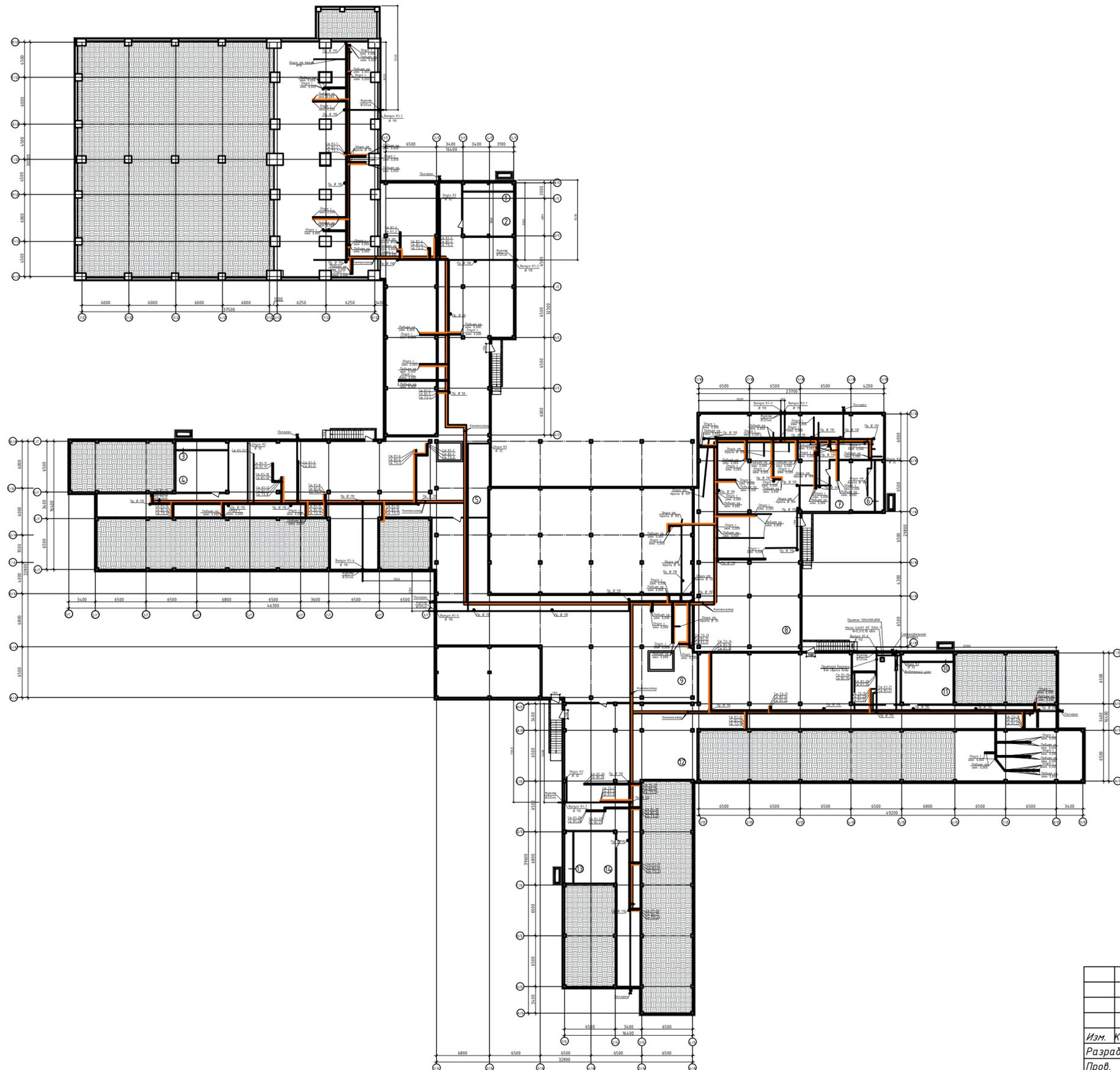


Номер помещения	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>	Кат. пом.
1	Лаборантская	18,2	
2;3	Санузел для девочек и мальчиков	16,5;16,3	
4	Санузел	2,1	
5	Санузел для МГН	5,2	
6	Комната уборочного инвентаря	3,3	
7	Санузел для МГН	5,0	
8	Комната личной гигиены женщины	5,8	
9;10	Санузел	2,9	
11	Комната уборочного инвентаря	3,1	
12	Лаборантская	18,7	
13;14	Санузел для мальчиков и девочек	16,3;16,5	
15	Лаборантская	18,3	
16	Кабинет биологии	80,9	
17	Лаборантская	18,9	
18;19	Санузел для мальчиков и девочек	16,4;16,6	

БР-20.03.02.06-2023							
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт							
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата		
Разраб.		Пестерева					
Пров.		Пазенко					
Н. контр.		Пазенко					
Зав. каф.		Матюшенко					
			Водоснабжение и водоотведение школы на 520 учащихся, расположенной в г. Нижнеудинске		Стадия	Лист	Листов
			План 3-го этажа М 1:500		4	10	Кафедра ИСЭиС

# План подвала М 1:500

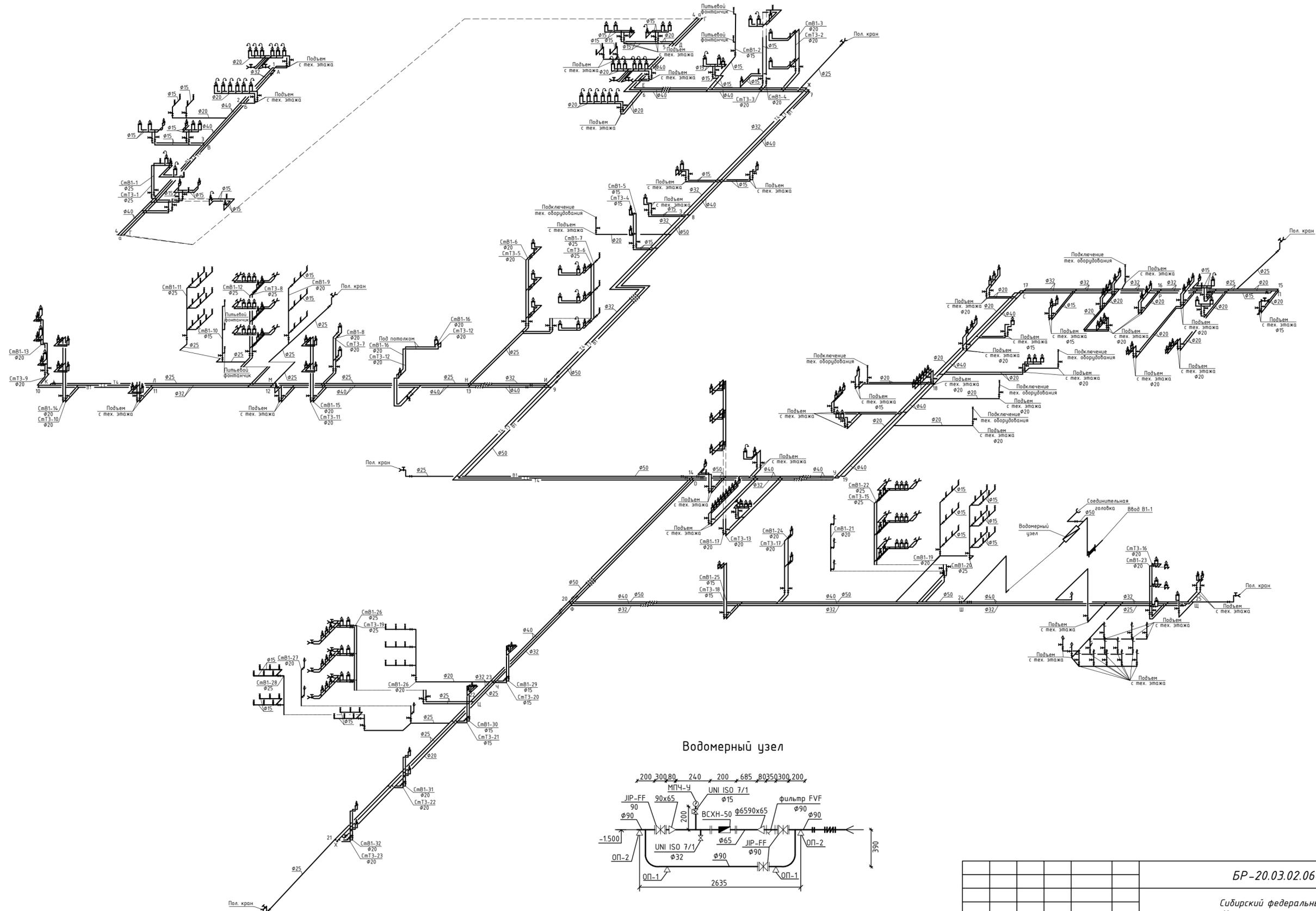
## Экспликация помещений



Номер помещения	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>	Кат. пом.
1	Холодный отсек	6,4	
2	Венткамера	36,7	
3	Холодный отсек	6,6	
4	Венткамера	35,4	
5	Техническое помещение	599,5	
6	Холодный отсек	6,5	
7	Венткамера	36,6	
8	Техническое помещение	492,2	
9	Техническое помещение	411,5	
10	Холодный отсек	6,6	
11	Венткамера	35,4	
12	Техническое помещение	598,3	
13	Холодный отсек	6,6	
14	Венткамера	35,4	

БР-20.03.02.06-2023					
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата
Разраб.		Пестерева			
Пров.		Пазенко			
Н. контр.		Пазенко			
Зав. каф.		Матюшенко			
			Водоснабжение и водоотведение школы на 520 учащихся, расположенной в г. Нижнеудинске		Стадия
					Лист
					Листов
			План подвала М 1:500		Кафедра ИСЗиС
					5
					10

# АксонOMETрическая схема В1, Т3 и Т4 М 1:100



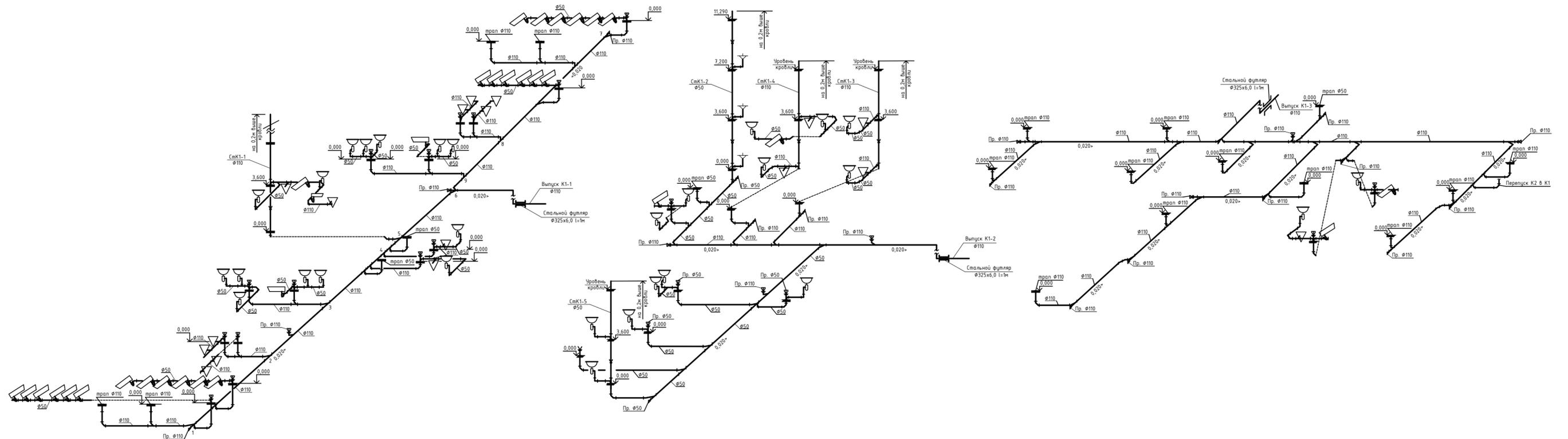
БР-20.03.02.06-2023					
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата
Разраб.	Лазенко				
Пров.	Лазенко				
Н. контр.	Лазенко				
Зав. каф.	Матюшенко				
Водоснабжение и водоотведение школы на 520 учащихся, расположенной в г. Нижнеудинске			Стадия	Лист	Листов
АксонOMETрическая схема В1, Т3 и Т4 М 1:100				6	10
Кафедра ИСЗиС					

# АксонOMETрическая схема K1 M 1:100

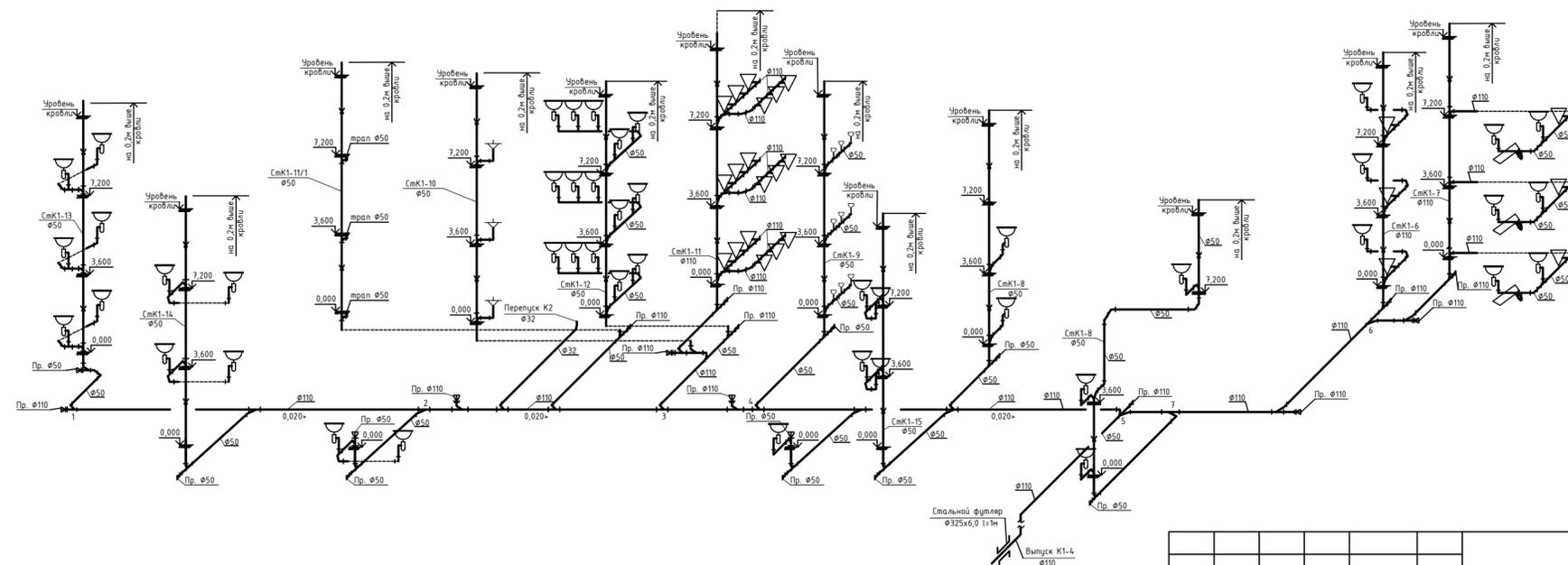
Выпуск 1

Выпуск 2

Выпуск 3



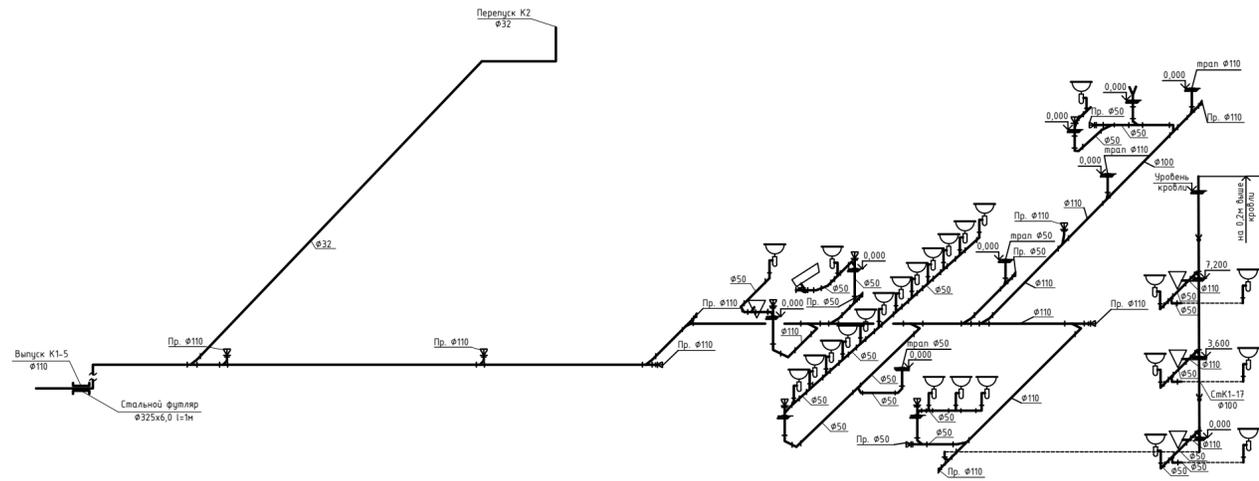
Выпуск 4



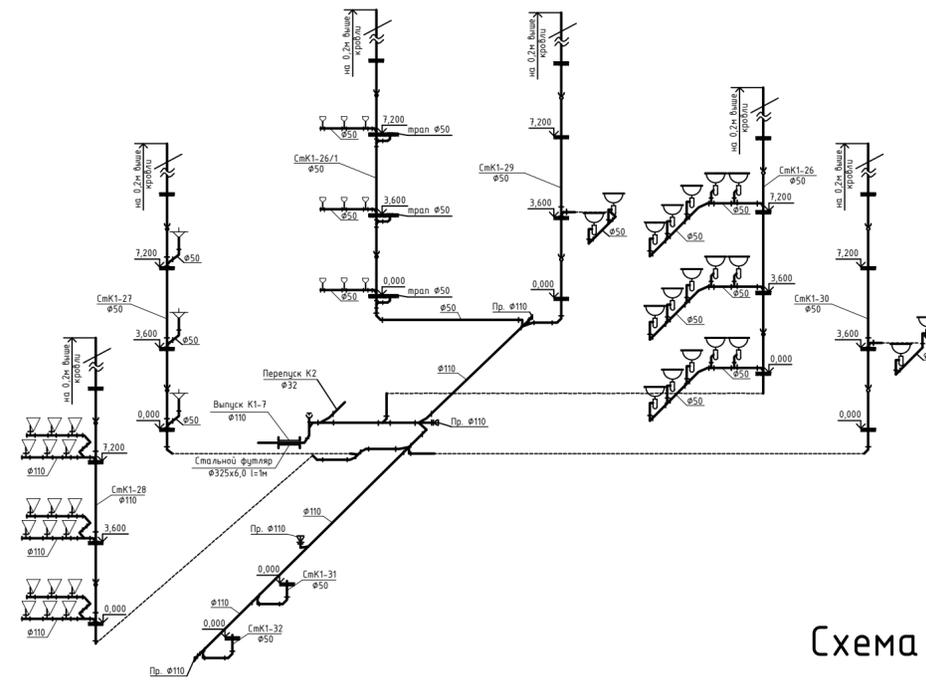
БР-20.03.02.06-2023					
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата
Разраб.	Пестерева				
Пров.	Пазенко				
Н. контр.	Пазенко				
Зав. каф.	Матюшенко				
			Водоснабжение и водоотведение школы на 520 учащихся, расположенной в г. Нижнеудинске		Стадия
					Лист
					Листов
			АксонOMETрическая схема K1 M 1:100		Кафедра ИСЗиС
			7	10	

# АксонOMETрическая схема К1 и К3 М 1:100

Выпуск 5



Выпуск 7



Выпуск 6

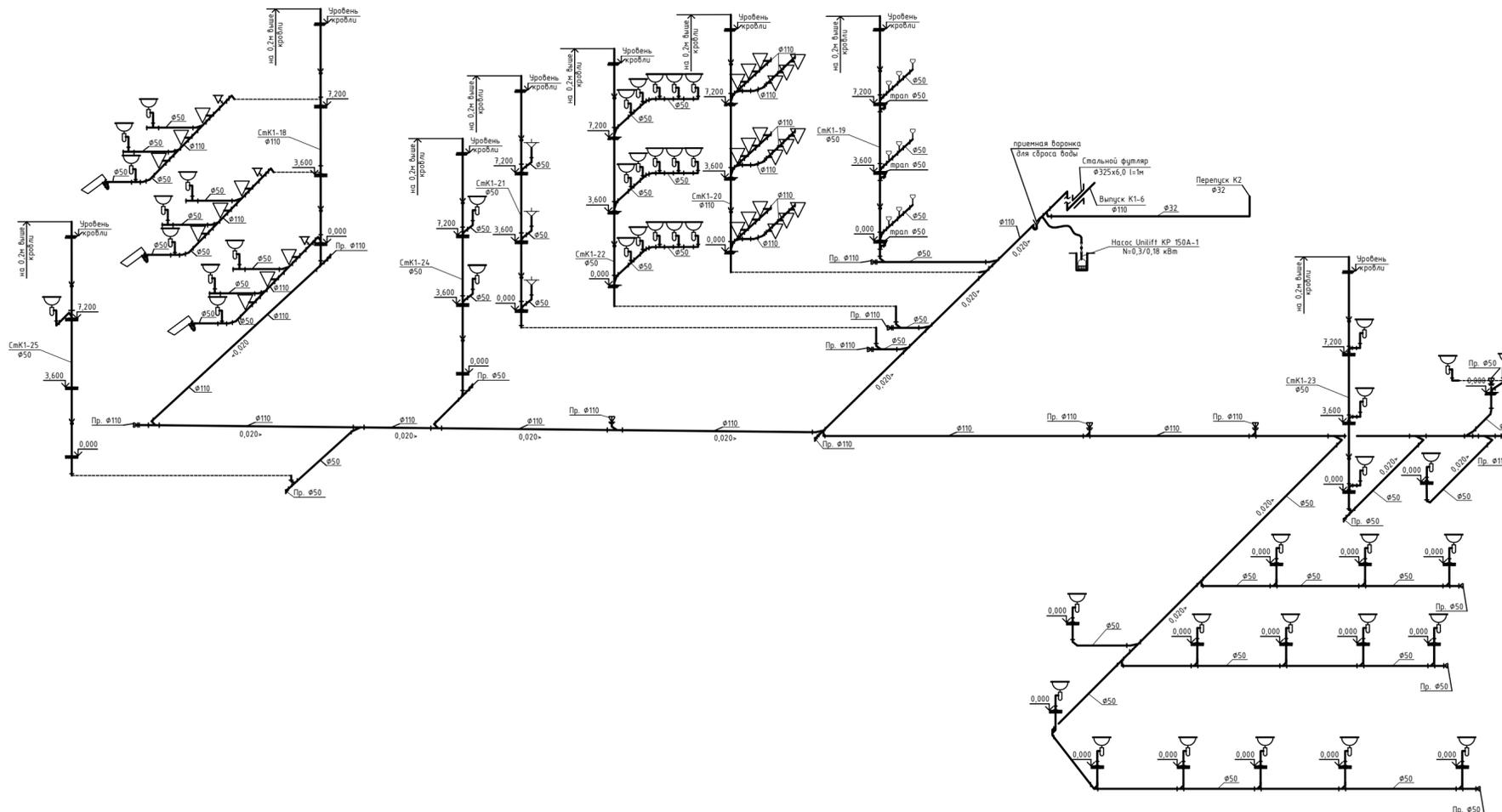
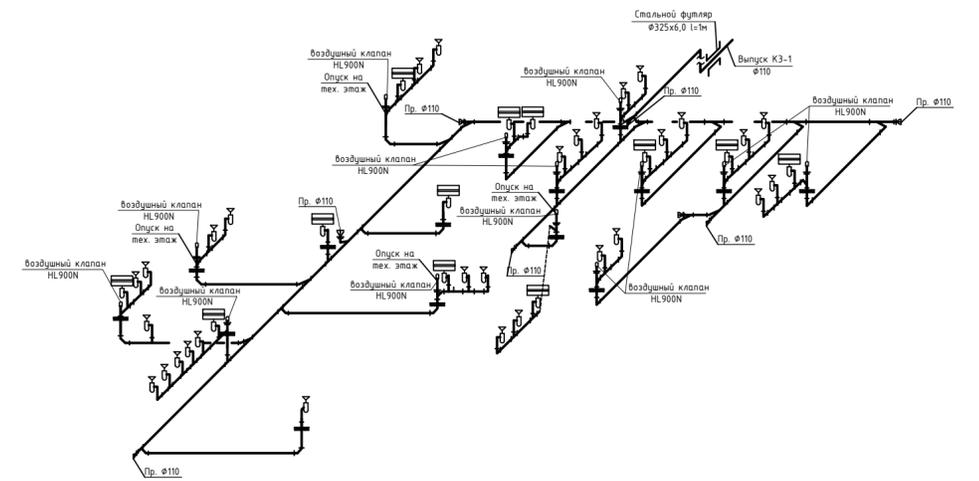


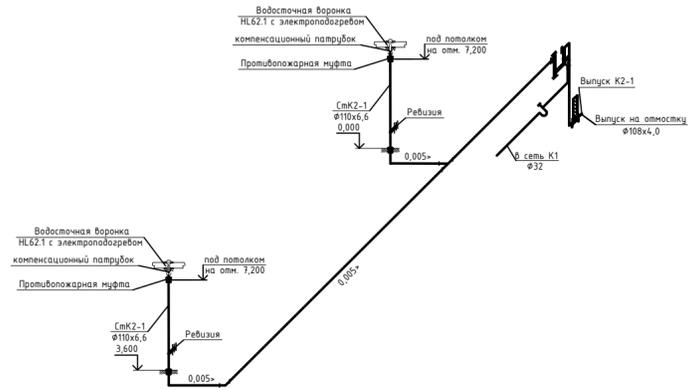
Схема К3



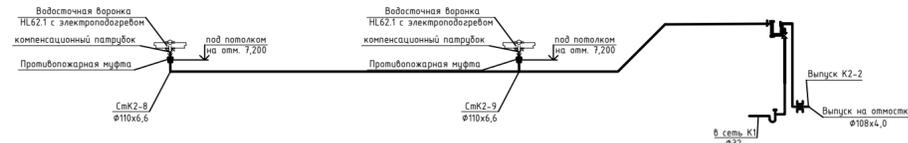
БР-20.03.02.06-2023					
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата
Разраб.	Лазенко				
Пров.	Лазенко				
Н. контр.	Лазенко				
Зав. каф.	Матюшенко				
Водоснабжение и водоотведение школы на 520 учащихся, расположенной в г. Нижнеудинске			Стадия	Лист	Листов
АксонOMETрическая схема К1 и К3 М 1:100				8	10
Кафедра ИСЗиС					

# АксонOMETрическая схема K2 M 1:100

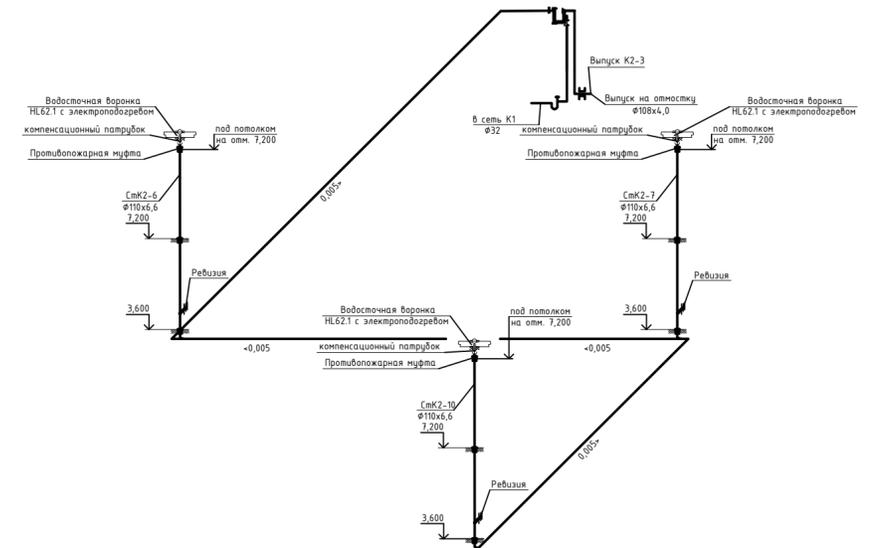
Выпуск K2-1



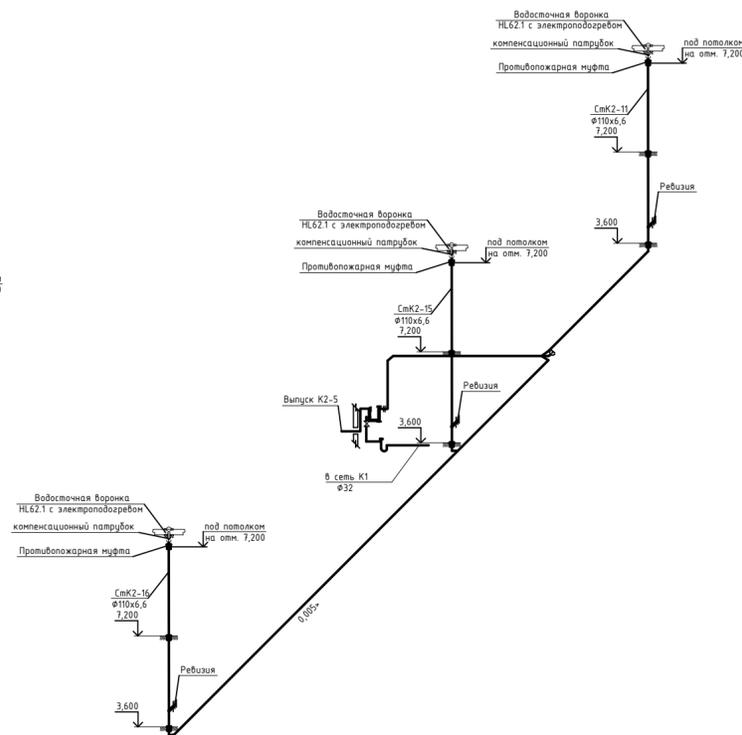
Выпуск K2-2



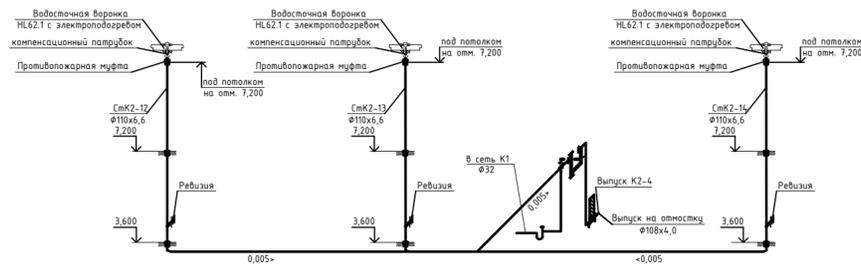
Выпуск K2-3



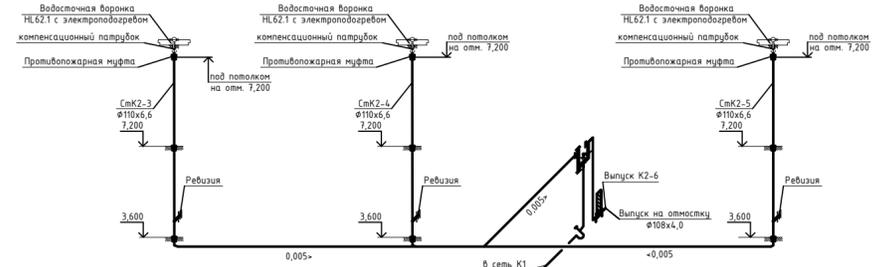
Выпуск K2-5



Выпуск K2-4



Выпуск K2-6



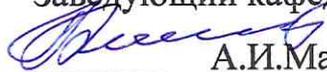
БР-20.03.02.06-2023				
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт				
Изм.	Кол.чл.	Лист	№ док	Подпись
Разраб.	Лестерева			
Пров.	Пазенко			
Н. контр.	Пазенко			
Зав. каф.	Матюшенко			
Водоснабжение и водоотведение школы на 520 учащихся, расположенной в г. Нижнеудинске			Стадия	Лист
АксонOMETрическая схема K2 M 1:100				Листов
			9	10
			Кафедра ИСЗиС	



Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный  
институт  
Инженерных систем зданий и сооружений  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой

  
А.И.Матюшенко  
подпись                      инициалы, фамилия  
« 23 »                      06                      2023 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

20.03.02 «Природообустройство и водопользование»  
код – наименование направления

Водоснабжение и водоотведение школы на 520 учащихся,  
расположенной в г. Нижнеудинске  
тема

Руководитель

  
подпись, дата

доцент, канд.тех.наук  
должность, ученая степень

Т.Я. Пазенко  
инициалы, фамилия

Выпускник

  
подпись, дата

А.А. Пестерева  
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

  
подпись, дата

доцент, канд.тех.наук  
должность, ученая степень

Т.Я. Пазенко  
инициалы, фамилия

Красноярск 2023