

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

по дисциплине

Б1.О.26 Водоснабжение и водоотведение

Специальность

08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений

Специализация

08.05.01.01 Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений

1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы, описание показателей и критериев оценивания компетенций

Семестр	Код и наименование индикатора компетенции	Результаты обучения	Оценочные мероприятия
5 (зачет)	- Способен осуществлять и организовывать разработку проектов зданий и сооружений с учетом экономических, экологических и социальных требований и требований безопасности, способен выполнять технико-экономическое обоснование проектных решений зданий и сооружений, осуществлять техническую экспертизу проектов и авторский надзор за их соблюдением (ОПК-6)	Знать: методики расчетов при проектировании систем водоснабжения и водоотведения нормативные требования к разработке проектной и рабочей технической документации (ВиК)	ОС-1
		Уметь: собирать и обрабатывать технические данные для проектирования систем водоснабжения и водоотведения контролировать соответствие разрабатываемого раздела ВИК проектной документации техническому заданию, стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	ОС-2
		Владеть: современными методиками расчетов при проектировании систем водоснабжения и водоотведения навыками предварительного технико-экономического обоснования проектных решений	

2 Типовые оценочные средства с описанием шкал оценивания и методическими материалами, определяющими процедуру проведения и оценивания достижения результатов обучения

2.1 Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль знаний необходим для проверки усвоения учебного материала и его закрепления. Контроль следует проводить на протяжении всего периода изучения дисциплины. Текущий контроль осуществляется в процессе практических и лекционных занятий. Формой текущего контроля является оценка по практическим работам.

2.2 Промежуточная аттестация

Учебным планом изучения дисциплины предусмотрена сдача зачета на основании ОС-1 и ОС-2.

Оценочное средство 1 – ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ (ОС-1)

1. Роль и значение водоснабжения, канализации и санитарно-технического оборудования зданий в развитии народного хозяйства, строительства и благоустройства отдельных объектов и населенных мест.
2. Краткая история, состояние и перспективы развития.
3. Классификация систем и схем водоснабжения населенных мест и промышленных предприятий.
4. Назначение отдельных водопроводных сооружений. нормы и режимы водопотребления.
5. Потребные расходы воды и напоры в водопроводной сети.
6. Прямоточные и оборотные системы водоснабжения.
7. Характеристика подземных и поверхностных источников водоснабжения.
8. Водоприемные сооружения для подземных и поверхностных вод.
9. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения.
10. Насосы поршневые и центробежные, эрлифты, гидроэлеваторы, гидравлический таран.
11. Водопроводные насосные станции.
12. Схема трассировки наружных водопроводных сетей.
13. Принцип расчета водопроводных сетей.
14. Устройства и оборудование сетей (трубы, арматура).
15. Регулирующие и запасные емкости.

16. Требования, предъявляемые к качеству воды.
17. Методы очистки воды: коагулирование и отстаивание, фильтрование, умягчение, обезжелезивание, обессоливание, дегазация, охлаждение. Обеззараживание воды.
18. Виды сточных вод.
19. Классификация систем и схемы канализации населенных мест и промышленных предприятий.
20. Трассировка канализационных сетей.
21. Определение расчетных расходов сточных вод.
22. Расчет канализационных сетей.
23. Глубина заложения сетей.
24. Устройство сетей и сетевых сооружений.
25. Трубы и коллекторы.
26. Колодцы на канализационной сети.
27. Устройство и проектирование дождевой сети.
28. Насосы для перекачки сточных вод.
29. Канализационные насосные станции.
30. Виды и состав загрязнений сточных вод.
31. Сооружения для механической очистки сточных вод.
32. Обработка и использование осадка.
33. Сооружения для биологической очистки сточных вод в естественных и искусственных условиях.
34. Обеззараживание и спуск сточных вод в водоем.
35. Охрана окружающей среды от загрязнений и рациональное использование природных ресурсов.
36. Доочистка сточных вод для технического водоснабжения. Бессточные системы водного хозяйства промышленных предприятий.
37. Классификация внутренних водопроводов.
38. Трубы, арматура.
39. Вводы и их устройство.
40. Водомерные узлы.
41. Подбор и установка водосчетчиков.
42. Водонапорные и регулирующие емкости в зданиях.
43. Схемы водопроводных сетей.
44. Насосные и гидropневматические установки.
45. Особенности устройства систем горячего водоснабжения, применение секционных узлов. Установки и оборудование для приготовления горячей воды.
46. Требования к качеству горячей воды.
47. Центральный тепловой пункт (ЦТП).
48. Циркуляция воды в системах горячего водоснабжения.
49. Определения расчетных расходов холодной и горячей воды для зданий различного назначения.
50. Поливочные водопроводы.
51. Схемы внутренней канализации.
52. Оборудование и материалы.
53. Трубы и их соединения.
54. Гидравлические затворы.
55. Вентиляция канализационных сетей.
56. Применение невентилируемых стояков.
57. Проектирование внутренней канализации.
58. Устройство выпусков.
59. Дворовая канализация.
60. Присоединение к уличным сетям.
61. Местные установки для предварительной очистки сточных вод.
62. Внутренние водостоки.

Оценочное средство 2 – ЗАДАЧИ К ЗАЧЕТУ (ОС-2)

Перечень тем задач:

1. Гидравлический расчет водопроводной сети (ОС-2.1)
2. Гидравлический расчет сети внутренней канализации (ОС-2.2)
3. Гидравлический расчет внутриквартальной сети канализации (ОС-2.3)

Примерные исходные данные:

Количество этажей 3

Количество секций 2

Высота этажа 2,7 м

Высота подвала 2,2 м

Кровля плоская неэксплуатируемая. Гарантированный напор 22,5 м

Водоразборная арматура: смеситель мойки, смеситель ванны, смывной кран

Расстояние от красной линии до здания $l_1=10$ м

Расстояние от здания до городского канализационного колодца $l_2=13$ м Диаметр трубы городского водопровода 300 мм

Диаметр трубы городской канализации 350 мм Уклон трубы

городской канализации $i=0,008$ Абсолютная отметка земли у

здания 20 м Абсолютная отметка пола 1 этажа 10,50 м Глубина

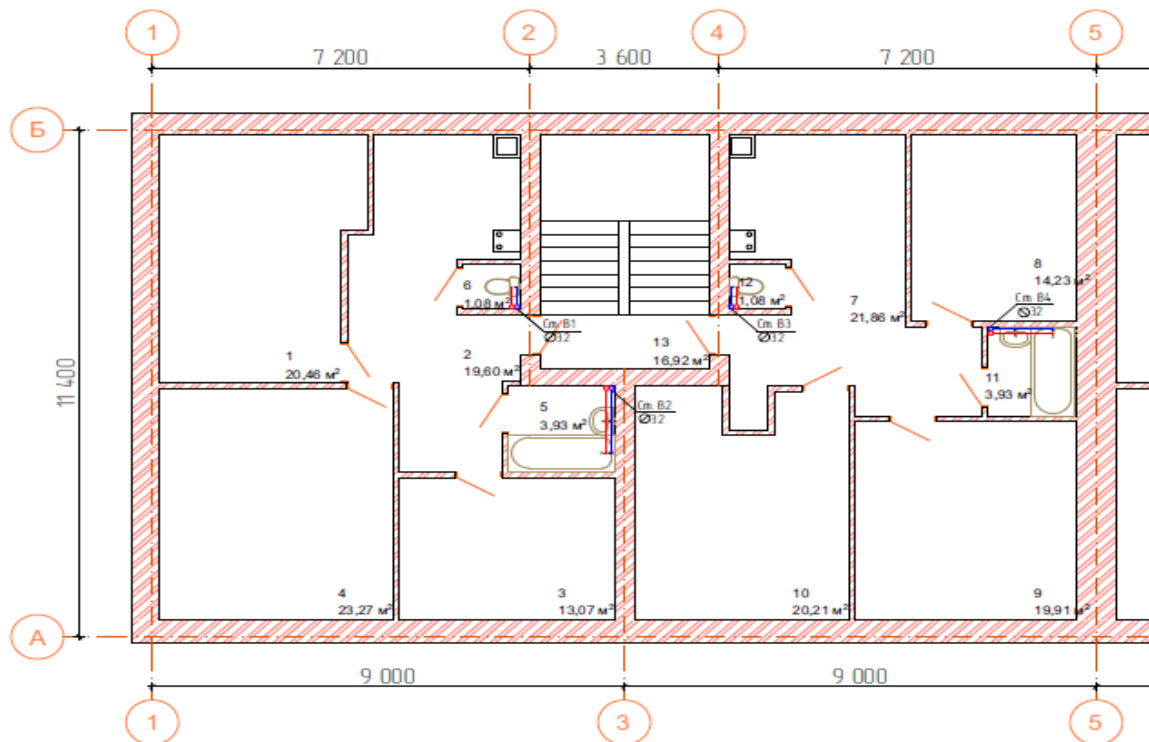
промерзания грунта 3,2 м

Грунт сухой

Номер варианта генплана 1 Номер варианта

1

План типового этажа со стояками



Пример решения:

Гидравлический расчет водопроводной сети (ОС-2.1)

Основным назначением гидравлического расчета является определение наиболее экономичных диаметров трубопроводов для пропуска расчетных расходов воды, а также условий, обеспечивающих подачу воды ко всем потребителям в необходимом количестве и с наименьшими потерями напора.

1. Определение числа потребителей (чел.)

$$U = \frac{F_{\text{ж}}}{f} = \frac{179,55}{12} = 14,96 - \text{количество жителей на одном этаже}$$

следовательно на 3 этажа 45 чел

где: $F_{\text{ж}}$ - полезная жилая площадь (м^2);

f - норма площади, приходящейся на одного человека (м^2);

2. Определение максимального суточного расхода воды ($\text{м}^3/\text{сут.}$)

$$Q_{\text{max.сут.}} = \frac{q_u^{\text{tot}} \cdot U \cdot K_{\text{сут}}}{1000} = \frac{300 \cdot 45 \cdot 1,2}{1000} = 16,2 \text{ м}^3/\text{сут}$$

где: q_u^{tot} - норма максимального потребления воды на одного жителя, ($\text{л}/\text{сут.}$), (прил.2);

U - число потребителей, (чел);

$K_{\text{сут}}$ - коэффициент суточной неравномерности для жилых зданий равный 1,1-1,3.

3. Вычисление вероятности действия водоразборных устройств

$$P = \frac{q_{hr,u}^{\text{tot}} \cdot U}{3600 \cdot q_0^c \cdot N} = \frac{15,6 \cdot 45}{3600 \cdot 1,3 \cdot 135} = 0,001$$

где: $q_{hr,u}^{\text{tot}}$ - норма расхода воды одним потребителем, ($\text{л}/\text{ч}$), централизованное горячее водоснабжение (прил.2);

N - число водоразборных устройств в здании;

q_0^c - нормативный секундный расход холодной воды диктующего прибора, ($\text{л}/\text{с}$);

U - число потребителей, (чел);

4. Определение максимального секундного расхода воды по всем расчётным участкам

($\text{л}/\text{с}$)

$$q_B = 5 \cdot q_0^{\text{tot}} \cdot \alpha = 5 \cdot 0,083 \cdot 1,62 = 0,664$$

где: q_0^{tot} - нормативный расход воды диктующего прибора, ($\text{л}/\text{с}$), (прил.3);

α - величина, определяемая в зависимости от общего числа водоразборных устройств на расчетном участке сети N и вероятности P .

$$\alpha_1 = f(N \cdot P) = 12(135 \cdot 0,001) = 1,62$$

5. Определение диаметра труб на каждом участке

Диаметр труб определяется по расчетам расхода воды, проходящему по данному участку и наиболее экономичной скорости.

$$d = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{q_B}{V_э}} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{0,664}{1,5}} = 0,75$$

где: q_B - максимальный расход воды на участке, ($\text{л}/\text{с}$);

$V_э$ - экономически выгодная скорость движения воды (в магистральных трубопроводах и стояках рекомендуется принимать не более 1,5 – 2 м/с).

По прил. 6 производится подбор диаметров труб, гидравлических уклонов трубопроводов (удельных потерь напора на трение) и скоростей.

6. Определение среднечасового расхода воды ($\text{м}^3/\text{ч}$)

$$Q_{\text{ср.чр.}} = \frac{q_u^{\text{tot}} \cdot U}{24000} = \frac{300 \cdot 45}{24000} = 0,56 \text{ м}^3/\text{ч}$$

7. Определение вероятности действия водоразборных устройств в час наибольшего водопотребления

$$P_{hr} = \frac{P \cdot 3600 \cdot q_0^c}{q_{0,hr}^{tot}} = \frac{0,001 \cdot 3600 \cdot 1,3}{300} = 0,0156$$

где: $q_{0,hr}^{tot}$ - максимальный нормативный часовой расход водоразборным устройством, (л/ч), (прил.3) ;

q_0^c - нормативный секундный расход холодной воды диктующего прибора, (л/с);

8. Определение максимального часового расхода воды (м³/ч)

$$q_{hr} = 0,005 \cdot q_{0,hr}^{tot} \cdot \alpha_{hr}$$
$$q_{hr} = 0,005 \cdot 300 \cdot 0,2 = 0,3 \text{ м}^3/\text{ч}$$

9. Выбор счетчика воды.

Диаметр условного прохода (калибр) водосчетчика выбирают по среднечасовому расходу, который не должен превышать эксплуатационный расход счетчика.

Выбираем $d=50$

$$Q_{ср. hr} = 0,56 < Q_{экспл.} = 12$$

Скоростной счетчик работает нормально при пропуске расхода, составляющего около 40-50% его максимальной предельной пропускной способности (характерного расхода). Характерным считается предельный часовой расход, при котором потери напора в счетчике составляют 10м.

$$q_{hr} = 0,3 \leq 40 - 50\% Q_{хар.} = 12$$

Минимальный расчетный расход воды, составляющий примерно 6-8% среднечасового или 10-15% максимального расчетного расхода, не должен быть меньше порога чувствительности счетчика или близок к минимальному допустимому расходу

$$10 - 15\% q_B = 0,7 > Q_{min. доп.} = 0,15$$

Для увеличения срока службы счетчика средний часовой расход воды, пропускаемой через него, не должен превышать 4% наибольшего суточного водопотребления

$$Q_{ср. hr} = 0,78 < 4\% Q_{max. сут.} = 30$$

Потери напора в счетчике, (м), определяются по формуле

$$h_{сч} = S \cdot q_B^2 = 0,143 \cdot 0,664 = 0,095$$

где: S- гидравлическое сопротивление счетчика (м/(л*с)²);

q_B - расчетный (максимальный секундный) расход воды, (л/с);

При учете расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды потери напора $h_{доп}$ в крыльчатых счетчиках не должны превышать 2,5 м, а в турбинных – 1м.

$$h_{сч} = 0,095 \leq h_{доп} = 1,0 \text{ м.}$$

10. Определение потерь напора

Потери напора на трение по длине каждого расчетного участка, (м).

$$h_l = i \cdot l$$

где: i – потери напора на единицу длины (прил.6);

l – длина расчетного участка трубопровода, (м).

$$h_{l1-2} = 6,77 \cdot 0,24 = 1,62$$

$$h_{l2-3} = 1,23 \cdot 0,24 = 0,3$$

$$h_{l3-4} = 1,8 \cdot 0,24 = 0,43$$

$$h_{l4-5} = 0,5 \cdot 0,24 = 0,12$$

$$h_{l5-6} = 2,28 \cdot 0,24 = 0,55$$

$$h_{l6-7} = 1,23 \cdot 0,24 = 0,3$$

$$h_{l7-8} = 0,3 \cdot 24 = 0,072$$

$$h_{l8-9} = 5,66 \cdot 0,24 = 1,36$$

$$h_{l9-10} = 4,65 \cdot 24 = 1,12$$

$$h_{l10-11} = 0,74 \cdot 0,24 = 0,18$$

$$h_{l11-12} = 1,81 \cdot 0,24 = 0,43$$

Местные потери напора (в соединениях и фасонных частях труб) находят в процентах от потерь напора на трение по длине, (м).

$$\begin{aligned}
 h_T &= 30\%h_l & h_{6-7} &= 0,09 \\
 h_{1-2} &= 1,62 \cdot 30\% = 0,49 & h_{7-8} &= 0,022 \\
 h_{2-3} &= 0,09 & h_{8-9} &= 0,041 \\
 h_{3-4} &= 0,129 & h_{9-10} &= 0,34 \\
 h_{4-5} &= 0,036 & h_{10-11} &= 0,054 \\
 h_{5-6} &= 0,165 & h_{11-12} &= 0,129
 \end{aligned}$$

Суммарные потери напора, (м), по расчетному направлению определяются:

$$h_{tot} = h_{ВВ} + h_{сч} + h_l + h_m = 0,158 + 0,095 + 11,43 + 3,43 = 15,113$$

где: $h_{ВВ}$ – потери напора на трение во вводе (от наружной сети до водомерного узла) м;

h_l – потери напора на трение по расчетному направлению от водомерного узла до диктующего водоразборного устройства, м; $h_{сч}$ – потери напора в счетчике воды, м;

h_m – потери напора на преодоление местных сопротивлений м.

11. Определение общего напора, требуемого для внутреннего водопровода (м)

$$H_{mp} = H_{geom} + h_{tot} + H_f = 6,6 + 15,113 + 3 = 24,713$$

где: H_{geom} – геометрическая высота, м, подачи воды от отметки гарантированного напора в наружной сети водопровода до отметки расположения диктующего водоразборного устройства;

Геометрическую высоту подачи H_{geom} , м, определяют по формуле:

$$H_{geom} = h_{nl} + (n - 1) \cdot h_{эм} + h_{np},$$

$$H_{geom} = 0,5 + (3 - 1) \cdot 2,7 + 0,7 = 6,6 \text{ м}$$

где: h_{nl} – превышение отметки пола 1-го этажа над поверхностью земли (планировочная высота); n – число этажей в здании; $h_{эм}$ – высота этажа здания;

h_{np} – высота расположения диктующего водоразборного устройства над полом (0,7 – 0,8 м); h_{tot} – потери напора, м, во внутренней сети, вводе и водомерном узле;

H_f – рабочий напор, м, у диктующего водоразборного устройства (прил. 3).

12. Сравнение гарантированного напора с требуемым:

$H_g = 42 \text{ м} \geq H_{тр} = 24,713 \text{ м}$ - установка насосов не предусматривается.

План подвала с разводкой

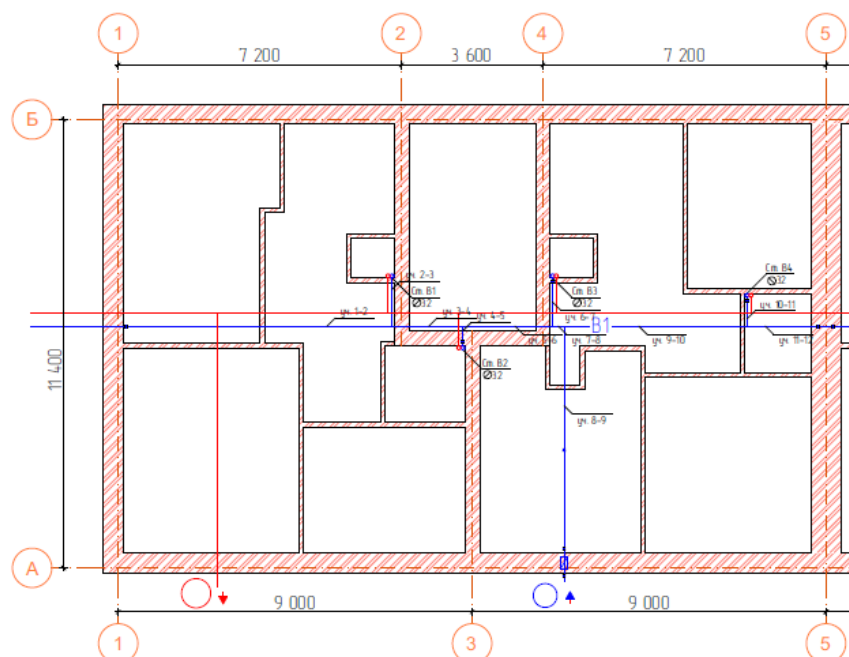
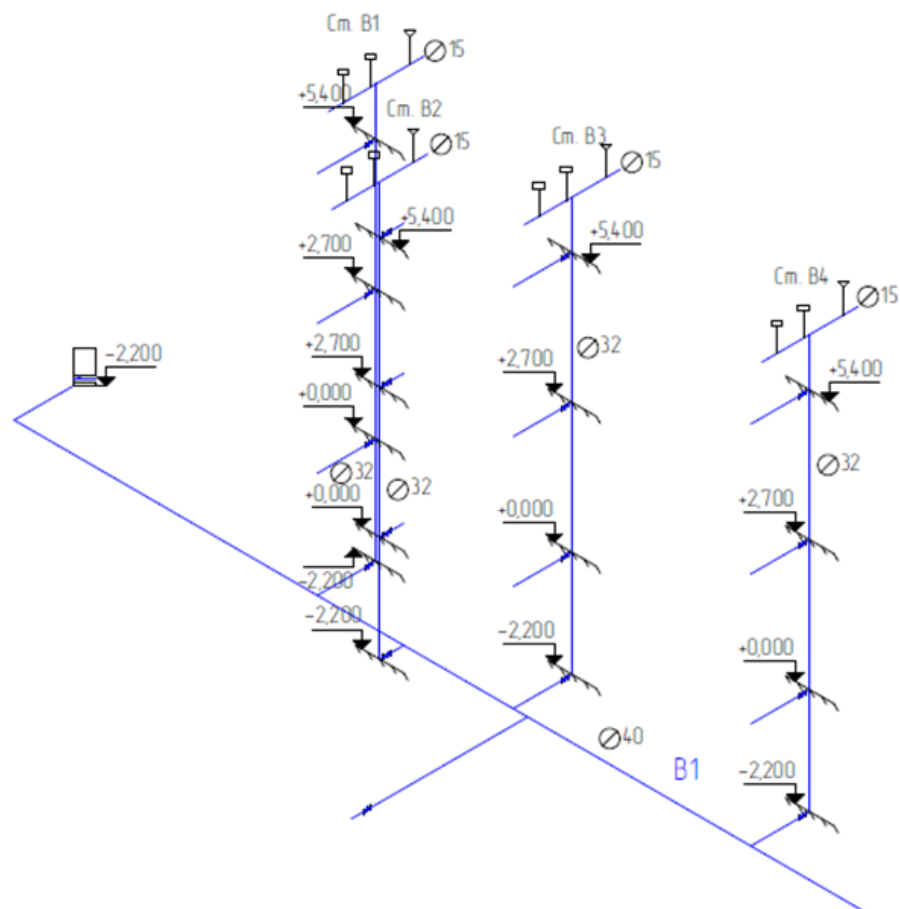


Таблица 1 – Данные по гидравлическому расчёту водопроводной сети

Расчетный участок	Длина участка, м	Число водоразборных устройств, N	Вероятность действия водоразборных устройств, P	NP	Значение α	Расчетный расход воды $q_B = 5q_0^{tot} * \alpha$, л/с	Диаметр d, мм	Скорость V, м/с	Потери напора	
									На единицу длины, м	На участке $h_l = i \cdot l$
1-2	6,77	1	0,001	0,03	0,645	0,664	32	2,09	0,367	1,62
2-3	1,23	4	0,001	0,12	0,645	0,664	32	2,09	0,367	0,3
3-4	1,8	0	0,001	0	0,645	0	32	2,09	0,367	0,43
4-5	0,5	4	0,001	0,12	0,645	0,664	32	2,09	0,367	0,12
5-6	2,28	0	0,002	0	0,645	0	32	2,09	0,367	0,55
6-7	1,23	2	0,001	0,06	0,645	0,664	32	2,09	0,367	0,3
7-8	0,3	0	0,001	0	0,645	0	32	2,09	0,367	0,072
8-9	5,66	4	0,001	0,12	0,645	0,664	32	2,09	0,367	1,36
9-10	4,65	0	0,001			0	32	2,09	0,367	1,12
10-11	0,74	4	0,001			0,664	32	2,09	0,367	0,18

Аксонометрия системы внутреннего водопровода



Гидравлический расчет сети внутренней канализации (ОС-2.2)

Сеть внутренней канализации монтируют из канализационных труб диаметром 50 и 100 мм. Диаметры отводных линий и стояков не должны быть менее диаметров, присоединённых к ним приемников сточных вод.

В жилых зданиях, где применяются санитарно-технические кабины или блоки, канализационную сеть не рассчитывают. Подвергают расчету лишь выпуски, объединяющие группы стояков.

1. Определение расчетного расхода сточных вод, (л/с)

На участках канализационной сети при малых расходах стоков (до 8 л/с) для ориентировочных расчетов можно пользоваться формулой:

$$q^s = q^{tot} + q_o^s$$
$$q^s = 0,8 + 1,6 = 2,4$$
$$q^{tot} = q^s = 2,4 + 1,6 = 4$$

где: q^{tot} - водопотребление арматурой, обслуживающей приемники, отводящие сточные воды по расчетному участку канализационной сети, л/с; при $q^{tot} \geq 8 \text{ л/с}$

q_o^s - нормативный удельный расход стоков от приемника с максимальным водоотведением, л/с (прил. 8).

2. Определение скорости движения сточных вод и наполнения.

Наполнение h/d для трубопроводов диаметрами 50 и 100мм принимаем не менее 0,3 и не более 0,5. Канализационные выпуски из зданий и сборные линии проверяют на выполнение условия

$$V \cdot \sqrt{\frac{h}{d}} \geq k$$

$$\frac{h}{d} = 0,4$$

$$k = 0,6$$

$$1,25 \cdot \sqrt{0,4} = 0,76 \geq 0,6$$

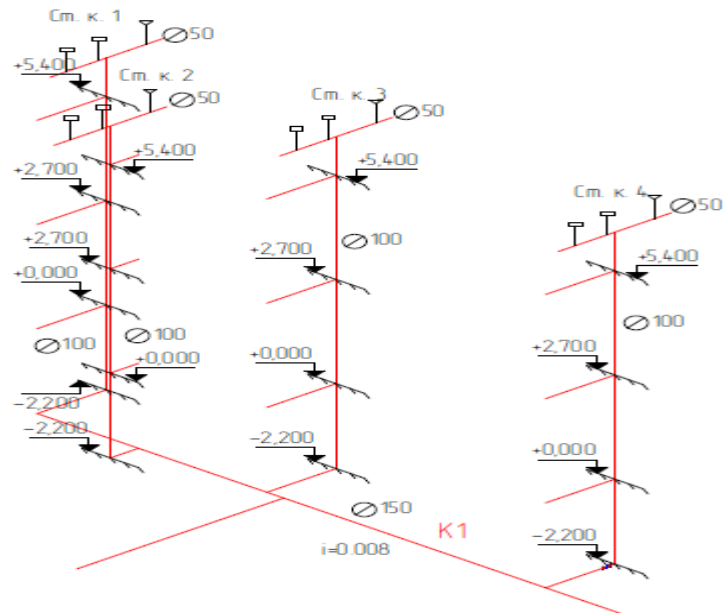
где: $k=0,5$ – для пластмассовых и стеклянных труб;

$k=0,6$ – для трубопроводов из других материалов (чугунных, керамических и т.д.).

3. Определение уклонов.

Уклоны трубопроводов диаметром 50мм рекомендуется принимать в пределах 0,025 – 0,035, диаметром 100мм – 0,012 – 0,02. Примем $i=0,015$.

Аксонометрия системы внутренней канализации



Гидравлический расчет внутриквартальной сети канализации (ОС-2.3)

Основным назначением гидравлического расчета является определение расходов сточных вод, скоростей, уклонов, диаметров и глубин заложения.

Сеть дворовой канализации монтируем из керамических труб диаметром 150 мм и 200 мм.

1. Выбор на генплане расчетного направления от колодца на городской сети до диктующего смотрового колодца.

2. Определение расчетных расходов стоков на всех расчетных участках.

$$q^s = 5 \cdot q_0^s \cdot \alpha = 4$$

3. Определение диаметра уклона, скорости и расчетного наполнения.

$$V = w \cdot \sqrt{i} = 7,3 \cdot \sqrt{0,015} = 0,89$$

где: w – модуль скорости, м/с;

i – уклон трубопровода, принимается в пределах допустимых значений.

Модуль скорости w , а также наполнение h/d принимаются по прил. 12 в зависимости от диаметра (150 мм) и модуля расхода K .

Модуль расхода K (л/с) определяется по формуле:

$$K = \frac{q^s}{\sqrt{i}} = \frac{4}{\sqrt{0,015}} = 32,7$$

где: q^s – расчетный расход сточных вод на расчетном участке;

i – принятый уклон трубопровода.

1. Определение отметок земли по генплану участка для узловых точек.

$$h_1 = h_{\text{зал}} + 3 \cdot i = 2,1 + 3 \cdot 0,015 = 2,145$$

$$h_{\text{зал}} = h_{\text{пр}} - 0,3 = 2,4 - 0,3 = 2,1$$

$$h_2 = h_1 + l_1 \cdot i = 2,145 + 7,2 \cdot 0,015 = 2,253$$

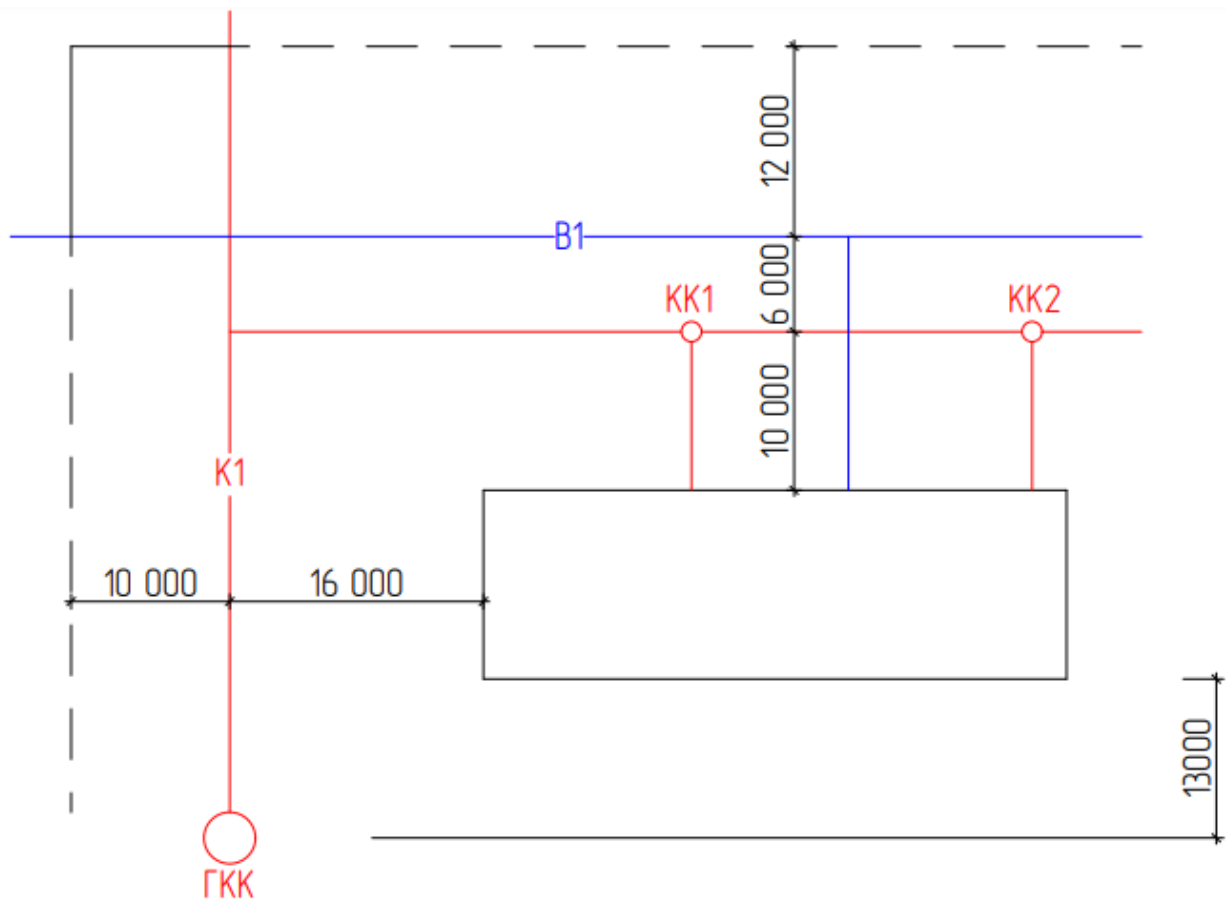
$$h_3 = h_2 + l_2 \cdot i = 2,253 + 14 \cdot 0,015 = 2,463$$

$$h_4 = h_3 + l_3 \cdot i = 2,463 + 22 \cdot 0,015 = 2,793$$

Таблица 2 – Данные по гидравлическому расчету канализационной сети

Расчетный участок	Длина участка, м	Диаметр d , мм	Расход сточных вод q_k , л/с	Уклон трубы i	Скорость течения V , м/с	Расчетное наполнение h/d	Отметка участка, м				Глубина участка, м	
							земли		лотка трубы			
							начало	конец	начало	конец	начало	конец
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
КК1-КК2	19	150	4,06	0,016	0,74	0,35	10,4	10,4	8,15	7,85	2,25	2,55
КК2-КК3	33	150	4,06	0,016	0,74	0,35	10,4	10,4	7,85	7,32	2,55	3,08
КК3-ГКК	22	150	4,06	0,016	0,74	0,35	10,4	10,4	7,32	6,97	3,08	3,43

Генеральный план



Критерии для выставления зачета

- «ЗАЧТЕНО» выставляется обучающемуся, если:

1. Он глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает.
2. Умеет тесно увязывать теорию с практикой.
3. Не допускает существенных неточностей при возникновении дополнительных вопросов.

- «НЕ ЗАЧТЕНО» выставляется обучающемуся, если:

1. Студент не усвоил основной материал и его детали, допускает значительные неточности при ответе.
2. Нарушает логическую последовательность в ответе.
3. Неуверенно, с большими затруднениями отвечает на дополнительные вопросы.

3. ПРОЦЕДУРА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ


Сдача зачета производится в последнюю неделю обучения. Ведущим преподавателем может быть проведена промежуточная аттестация студента по результатам обучения без дополнительной сдачи зачета по вопросам. Зачет проставляется студенту после успешной сдачи практических работ.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических возможностей (подбираются индивидуально в зависимости от возможностей здоровья студента):

Категории студентов	Виды оценочных средств	Форма контроля и оценки
---------------------	------------------------	-------------------------

		результатов обучения
С нарушением слуха	Контрольные вопросы для зачета	Преимущественно письменная проверка
С нарушением зрения	Контрольные вопросы для зачета (в ограниченном объеме)	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушением опорно-двигательного аппарата	Контрольные вопросы для зачета	Письменная проверка

Разработчики:

 / Е. В. Логинова/