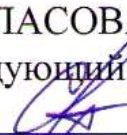
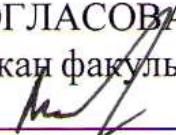


Учреждение образования
«Брестский государственный технический университет»

Факультет инженерных систем и экологии

Кафедра водоснабжения, водоотведения и охраны водных
ресурсов

СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой

С. В. Андreyюк
«16» ноября 2022 г.

СОГЛАСОВАНО
Декан факультета

А. А. Волчек
«16» 12 2022 г.

**ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
«ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ»**

для специальности:

1-70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов»

Составитель: Б.Н.Житенёв – профессор кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов БрГТУ, канд. техн. наук, доцент

Рассмотрено и утверждено на заседании Научно-методического совета университета 29.12.2022 г.,
протокол № 3.

рез. № УМК 22/23-46

ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ В КОМПЛЕКСЕ

Электронный учебно-методический комплекс содержит:

1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Конспект лекций по дисциплине «Вычислительные методы решения задач»

2 ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Методические рекомендации к выполнению лабораторных работ по курсу «Вычислительные методы решения задач».

3 РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

3.1 Вопросы к зачету по дисциплине «Вычислительные методы решения задач».

4.1 Учебная программа дисциплины «Вычислительные методы решения задач»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели ЭУМК

- повышение эффективности образовательного процесса специальности 1- 70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов» по дисциплине «Вычислительные методы решения задач»;
- внедрение перспективных технологий хранения и передачи информации в электронном виде;
- обеспечение открытости и доступности образовательных ресурсов путем размещения ЭУМК в локальной сети университета.

Структура ЭУМК

содержит теоретический, практический, вспомогательный раздел и раздел по контролю знаний студентов.

Рекомендации по организации работы с ЭУМК:

Необходим IBM PC-совместимый ПК стандартной конфигурации.

1 Теоретический раздел

Структура ЭУМК

Конспект лекций по дисциплине «Вычислительные методы решения задач»

Тема 1 Введение

Тема 2 Расчет внутренней водопроводной сети на ЭВМ

Тема 3 Расчет зон санитарной охраны из подземных источников по программе “ZONE”

Тема 4 Расчет ступенчатого графика водопотребления на ЭВМ .

Тема 5. Расчет оптимального режима работы насосной станции II-го подъема. Определение производительности водопитателей, регулирующих объемов РЧВ и водонапорной башни.

Тема 6. Расчет кольцевой водопроводной сети на случай максимального часового водопотребления.

Тема 7. Расчет кольцевой водопроводной сети на случай максимального часового водопотребления с учетом возникновения пожара

Тема 8. Анализ и оптимизация работы кольцевой водопроводной сети с помощью программы Eranet 2

Тема 9. Расчет хозяйственно-бытовой водоотводящей сети

Тема 10. Построение профиля водопроводной и водоотводящей сети

Тема 1 Введение

Теоретический раздел

Целью преподавания дисциплины «Вычислительные методы решения задач» является обучение студентов для расчетов сооружений и элементов систем водоснабжения и водоотведения с использованием современных ЭВМ.

Основной задачей курса «Вычислительные методы решения задач» является изучение алгоритмов, используемых для решения задач расчета сооружений и элементов систем водоснабжения и канализации и способов их применения в виде прикладных программ.

Изучение программы «Вычислительные методы решения задач» осуществляется по отдельным модулям, состоящим из лекционных и лабораторных занятий. Изучение каждого модуля программы происходит на лекции, лабораторном занятии, во время самостоятельной работы над курсом. На лекциях студентам излагаются основные понятия курса, на них формулируются задачи, решаемые с помощью ЭВМ, с указанием типичных проблем специальности ВВиОВР, которые сводятся к соответствующим математическим задачам и объясняются алгоритмы их решения. На лабораторных занятиях студенты закрепляют лекционный материал путем решения конкретной задачи расчета сооружения или элемента систем ВиВ с самостоятельным подбором соответствующего алгоритма и стандартной программы. Кроме того, на лабораторных работах обучающиеся приобретают навыки программирования и работы с ЭВМ.

Тема 2 Расчет внутренней водопроводной сети на ЭВМ

Теоретический раздел

Расчет внутреннего холодного водопровода на ЭВМ

Вопросы:

1. Схемы внутреннего водопровода. Выбор системы и схем водопровода. Элементы систем и их назначение.
2. Трубы и арматура для внутреннего водопровода.
3. Расчетные зависимости для проектирования внутреннего холодного водопровода
4. Расчет внутреннего холодного водопровода по программе VN-F.BAS
 - 4.1. Подготовка исходных данных
 - 4.2. Расчет по программе VN-F.BAS
 - 4.2. Использование результатов расчета.

1. Схемы внутреннего водопровода. Выбор системы и схем водопровода. Элементы систем и их назначение.

Система внутреннего водоснабжения предназначена для подачи воды потребителям внутри здания. Она должна обеспечить всех потребителей нужным количеством воды, подаваемой под требуемым напором.

Внутренний водопровод чаще работает под давлением, поддерживаемом в наружном водопроводе (рис. 1), но если это давление недостаточное, то устраиваются местные повысительные установки, насосы или пневмобаки (рис. 2).

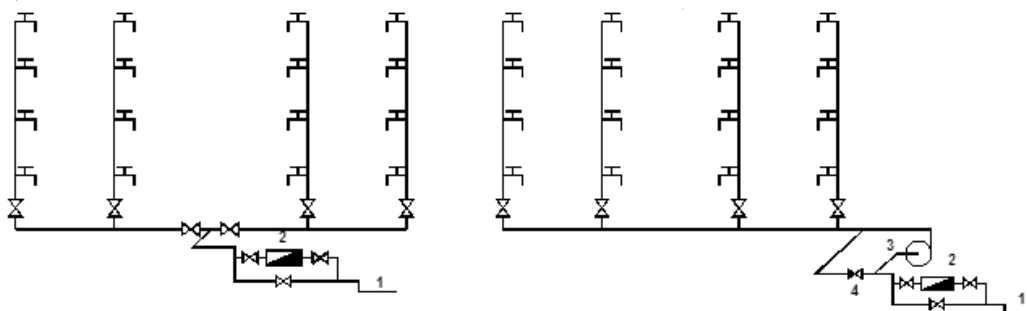


Рисунок 1 – Схема внутреннего водопровода

Рисунок 2 – Схема внутреннего водопровода с повысительным насосом

1 - ввод, 2- водомерный узел, 3 – повысительный насос, 4 – обводная линия.

Система внутреннего холодного водоснабжения (рис.3) включает: ввод, водомерный узел, магистральный трубопровод, стояки, подводки к санитарно-техническим приборам, водоразборную арматуру, запорную арматуру, индивидуальные счетчики воды.

2. Трубы и арматура для внутреннего водопровода.

Для устройства внутренних водопроводов применяют стальные, чугунные, пластмассовые, металлопластиковые, медные трубы. При выборе материала труб необходимо, чтобы они могли пропустить расчетный заданный расход, не влияли на качество воды, были достаточно долговечными, имели незначительную массу и стоимость, были простыми в монтаже, стойкими по отношению к коррозии. Внутренние водопроводные сети, подающие воду питьевого качества, проектируют из стальных оцинкованных труб при диаметрах до 150 мм, и из неоцинкованных – при больших диаметрах, а также из пластмассовых, металлопластиковых и медных труб. Чугунные напорные трубы чаще применяют для устройства вводов.

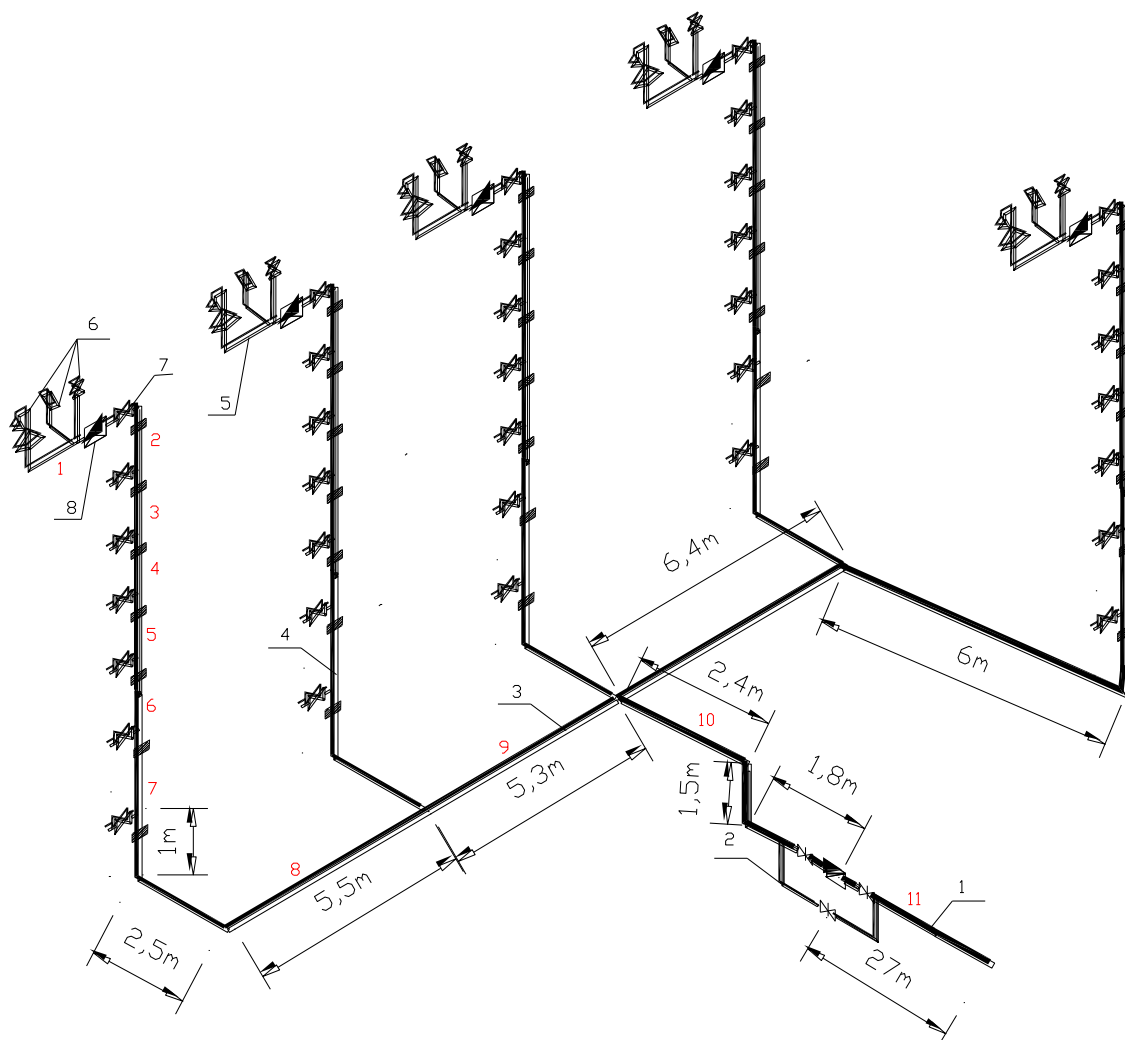


Рисунок 3 – Система внутреннего водопровода

1 - ввод, 2 - водомерный узел, 3 - магистральный трубопровод, 4 - стояки, 5 - подводки к санитарно-техническим приборам, 6 - водоразборная арматура, 7 – запорная арматура, 8 – индивидуальные счетчики воды.

3. Расчетные зависимости для проектирования внутреннего холодного водопровода

Внутренний водопровод должен обеспечить подачу необходимого количества воды с заданным давлением к любому водоразборному устройству внутри здания, поэтому расчет ведется для наиболее удаленного от ввода и высоко расположенного водоразборного устройства (диктующей точки).

Направление (путь), по которому движется вода к диктующей точке, является расчетным. В него входят: подводка к диктующему прибору, стояк, часть магистрали и ввод.

Расчетное направление разбивается на расчетные участки, за которые принимают участок сети с постоянным расходом

Расчет выполняют в следующей последовательности:

выбирается расчетное направление, которое разбивается на расчетные участки;

по расчетным расходам и рекомендуемой скорости воды подбираются диаметры труб расчетных участков;

вычисляются потери давления на расчетных участках;

подбирается водомер и определяется потери давления в нем;

определяется требуемое давление для внутреннего водопровода и сравнивается с величиной гарантийного давления;

в случае необходимости производится подбор насосной установки.

Определение расчетных расходов воды осуществляется после построения аксонометрической схемы. Гидравлический расчет внутреннего водопровода производится по максимальному секундному расходу воды, который определяется по формуле:

$$q^c = 5q_0^c \cdot \alpha, \text{ дм}^3/\text{с}, \quad (1)$$

где q_0^c – секундный расход холодной воды прибором, величину которого следует определять согласно п. 3.2. [1] (приложение 3);

α – коэффициент, определяемый согласно приложению 4[1] табл. 2, в зависимости от произведения общего числа приборов N на расчетном участке сети и вероятности их действия P , вычисляемой по формуле:

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

где $q_{hr,u}^c$ – норма расхода холодной воды потребителем в час наибольшего потребления (приложение 3[1]);

N – общее число санитарно-технических приборов в здании;

U – общее число водопотребителей в здании, чел.

Диаметры труб на расчетных участках назначаются, исходя из расчетного расхода и рекомендуемой скорости движения воды, которая не должна превышать 1,5-2 м/с в магистралях и стояках, в подводках – не более

2,5 м/с. Рекомендуется наиболее экономичная скорость 0,7-1,2 м/с.

После определения диаметров труб на расчетных участках определяются потери давления, удельные потери давления $1000i$ определяются по таблицам Потери давления по длине на участке

$$h_l = 0,01 \cdot i \cdot l, \text{ МПа} \quad (3)$$

где l – длина расчетного участка, м;

i – гидравлический уклон.

Суммарные потери давления на расчетных участках не должны превышать 0,07 МПа.

При подборе счетчика воды учитываются его гидрометрические характеристики (предел чувствительности, область учета, характерный предельно максимальный расход), а также допустимые потери давления и условия установки.

Диаметр условного прохода счетчика следует выбирать, исходя из среднечасового расхода воды за сутки, определяемого по формуле:

$$Q_{ч.ср} = \frac{0,001 \cdot Q_0 \cdot U}{24}, \text{ м}^3/\text{час}, \quad (4)$$

где U – общее число водопотребителей в здании, чел.;

Q_0 – норма водопотребления, $\text{дм}^3/\text{сут}$ на 1 человека.

Диаметр условного прохода счетчика подбирается по справочным таблицам по величине $Q_{\text{час.ср.}}$ (эксплуатационного расхода).

Величина эксплуатационного расхода подобранного счетчика должна быть больше величины среднечасового расхода воды.

4. Расчет внутреннего холодного водопровода по программе VN-F.BAS

4.1. Подготовка исходных данных

Для автоматизации расчетов в БрГТУ разработана программа расчета холодного водопровода **VN-F.BAS**, которая позволяет выполнить расчет внутреннего водопровода по следующему алгоритму:

1. На аксонометрической схеме водопровода намечается диктующий стояк (рис.3) наиболее удаленный от ввода.
2. Выбирается главное направление движения воды (от ввода до наиболее удаленного и высокорасположенного санитарно-технического прибора(диктующего прибора), подключенного к диктующему стояку.
3. Главное направление (от диктующего прибора до ввода) разбивается на расчетные участки, каждому участку присваивается свой номер (номера участков выделены красным цветом).
4. Определяется количество приборов, подключенных к участку и заполняется таблица 1 с исходными данными:

Таблица 1.

Исходные данные для схемы внутреннего водопровода (рис.3).

№ участка	Количество приборов, подключенных к расчетному участку, шт.				Длина участка , м.
	Ванна со смесителем общим для ванны и умывальника	Мойка со смесителем	Смывной бачок унитаза	Всего	
1	1			1	1
2	1	1	1	3	3.5
3	2	2	2	6	3.0
4	3	3	3	9	3.0
5	4	4	4	12	3.0
6	5	5	5	15	3.0
7	6	6	6	18	3.0
8	7	7	7	21	8.0
9	14	14	14	42	5.3
10	35	35	35	105	5.7
11	35	35	35	105	27.0

4.2.Расчет по программе VN-F.BAS

После загрузки QBASIC , открывается файл “VNF.BAS” и осуществляется запуск (нажатием клавиши F5).

Расчет осуществляется в диалоговом режиме, пользователь вводит информацию по подсказке машины.

Количество потребителей воды можно принять равным количеству установленных приборов.

Расход холодной воды одним потребителем в час максимального водопотребления - 5.6 л/ч;

Секундный расход холодной воды – 0.2 л/с;

Норма расхода холодной воды в сутки наибольшего водопотребления 130 л/сутки.

4.3.Использование результатов расчета.

По результатам расчета вычерчивается в масштабе 1: 100 аксонометрическая схема на которую наносятся номера стояков, диаметры труб на участках, длины участков или отметки, тип водомера).

Тема 3 Расчет зон санитарной охраны из подземных источников по программе “ZONE”

[Теоретический раздел](#)

Цель работы: **Выполнить расчет границ второго и третьего поясов зон санитарной охраны из подземных источников по программе “ZONE”**

Порядок выполнения:

Чтобы примеры выполнять, необходимо с помощью программы «Zone» указать имена и путь выходных файлов применительно к Вашей конфигурации или развернуть архив в C:\ZONE.

Работа с программой начинается после запуска выполняемого файла zone.exe. В результате на экране появляется главная форма программы (рис.3.1).

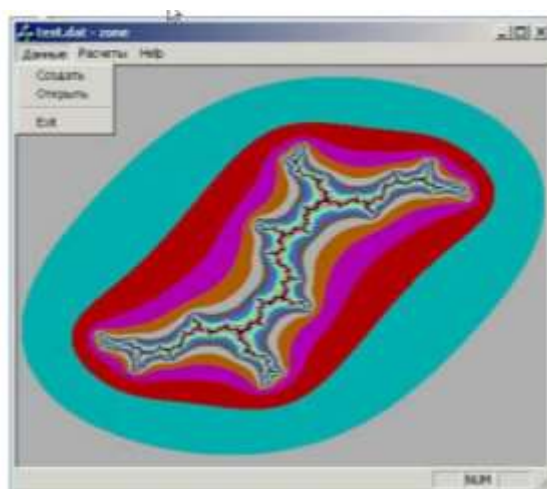


Рис.3.1. Главная форма программы ZONE

3. Подготовка данных

Подготовка данных производится нажатием кнопки 'Данные' на главной форме (рис.3.1). Далее можно:

1. создать новый файл данных;
2. открыть или отредактировать существующий файл (расширение *.txt);
3. завершить выполнение программы.

В первых двух случаях на экране появляется следующая форма (рис. 3.2):

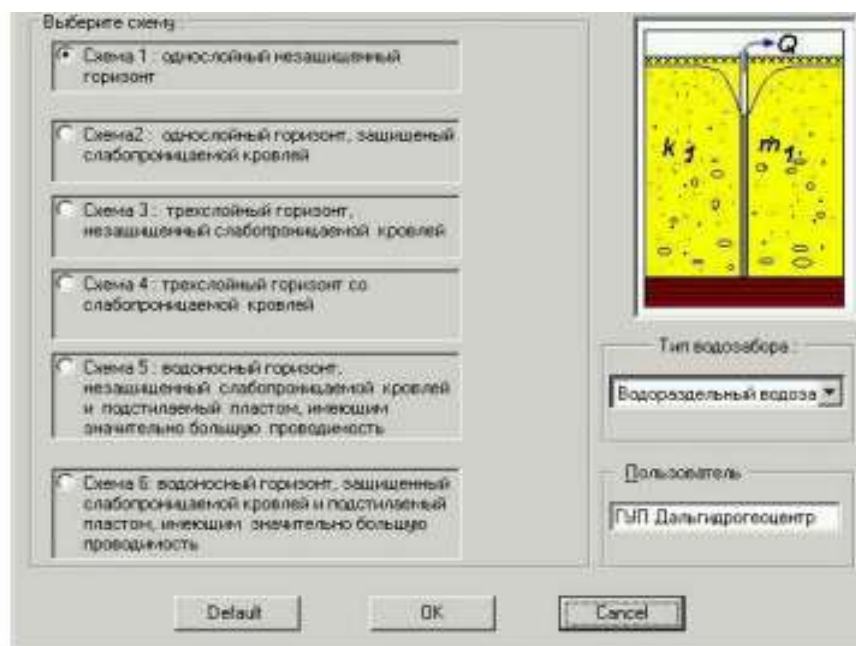


Рис. 3.2. ФОРМА ДЛЯ ВЫБОРА СХЕМЫ ФИЛЬТРАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ СЕТЕЙ

Эта форма позволяет выбрать или откорректировать схему фильтрации подземных вод и тип водозабора. После выбора схемы нажатием кнопки 'ОК' позволяет перейти к следующей форме (рис.3.3).

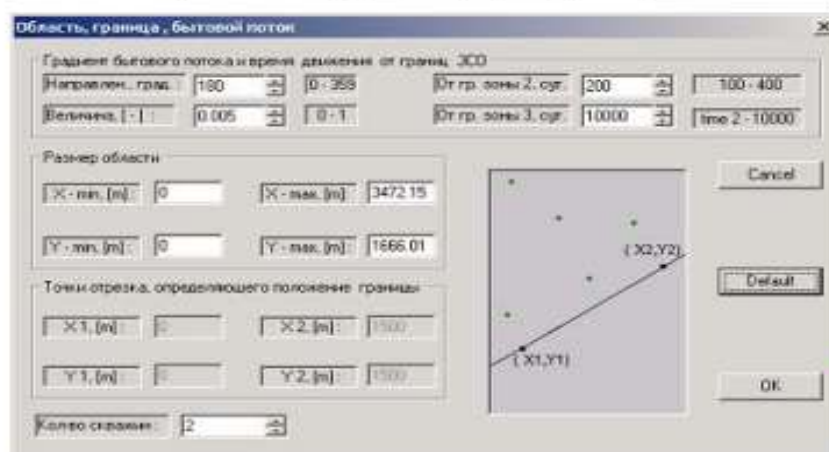


Рис.3.3. ФОРМА ДЛЯ ЗАДАНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И КОЛИЧЕСТВА СКВАЖИН

Форма, представленная на рис. 3.3 позволяет задать:

1. α – угол между направлением бытового потока и осью 'X' (см. рис.1) измеряемый в градусах;

2. величину градиент бытового потока $i=(h_2-h_1)/L$;
3. время движения частиц от границы второго пояса до водозаборных скважин T_2 ;
4. время движения частиц от границы третьего пояса до водозаборных скважин T_3 ;
5. размеры области поражаемой на экране;
6. координаты отрезка аппроксимирующего русло водоема;
7. общее количество водозаборных скважин.

Примечания:

- 1) Размеры области (пункт 4) трудно угадать заранее. Их можно уточнить после предварительных расчетов ЗСО.
- 2) координаты отрезка (пункт 6) задаются только для береговых водозаборов.

Нажатие кнопки 'ОК' позволяет перейти к форме для задания фильтрационных параметров (ри.3.4).

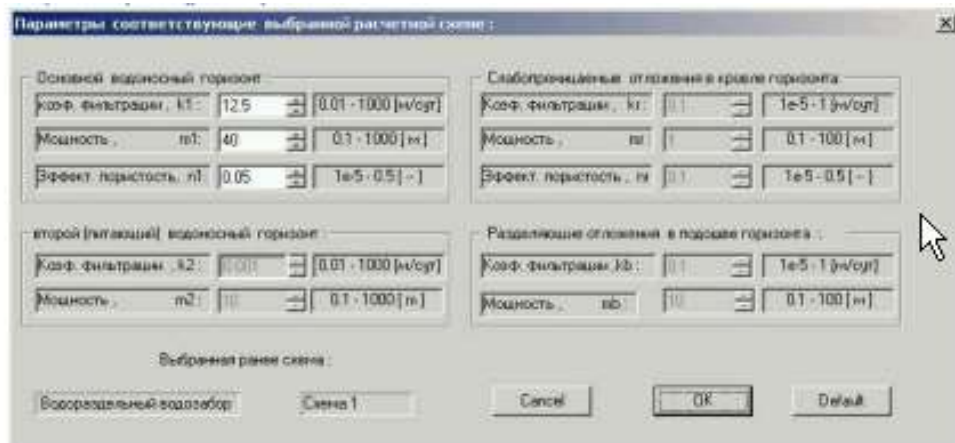


Рис.3.4. ФОРМА ДЛЯ ЗАДАНИЯ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ

На этом этапе производится ввод фильтрационных параметров:

1. коэффициента фильтрации основного водоносного горизонта, $k1$;
2. мощности основного водоносного горизонта, $m1$;
3. эффективной пористости основного водоносного горизонта, $n1$;
4. коэффициента фильтрации слабопроницаемых отложений, экранирующих основной водоносный горизонт, kr ;
5. мощности слабопроницаемых отложений, экранирующих основной водоносный горизонт, mr ;
6. эффективной пористости слабопроницаемых отложений, экранирующих основной водоносный горизонт, nr ;
7. коэффициента фильтрации питающего водоносного горизонта, $k2$;
8. мощности питающего водоносного горизонта, $m2$;
9. коэффициента фильтрации слабопроницаемых отложений, отделяющих основной водоносный горизонт от питающего, kb ;
10. мощности слабопроницаемых отложений, отделяющих основной

водоносный горизонт от питающего, *mb*.

Примечания:

- 1) Под основным водоносным горизонтом подразумевается тот, для водозаборных скважин которого, производится обоснования ЗСО.
- 2) Пункты 1-3 активны для всех схем. Остальные пункты активны при выборе соответствующих им схем.

Нажатие кнопки 'ОК' позволяет перейти к форме для задания скважин (рис. 3.5).

Рис. 3.5. ФОРМА ДЛЯ ЗАДАНИЯ СКВАЖИН

Нажатие кнопки 'ОК' позволяет записать подготовленный файл данных в формате **.txt*. На этом этапе подготовка данных заканчивается.

4. Расчеты ЗСО

Нажатие кнопок 'Расчеты' > 'Зоны санитарной охраны' на основной форме (рис.3.2.) приводит к запуску формы для открытия ранее подготовленных данных.



Рис.3.6. Форма для открытия входных данных и завершения расчетов
Вместе с программой поставляются примеры:

1. *Input/test* расчеты ЗСО для одиночного берегового в изолированном пласте;
2. *Input/test* расчеты ЗСО для одиночного берегового в пласте с перетеканием;
3. *Input/object* расчеты ЗСО для группы водозаборных скважин, пробуренных в изолированном водоносном горизонте.

Если открыть файл *Input/object/object/txt*, на экране появляются водозаборные скважины (рис.9).

На форме, представленной на рис.9, первоначально активной является скважина №1. Если расчеты ЗСО производятся для другой скважины, то ее можно выбрать щелчком левой кнопки мыши. На рис.9 показано, что активной является скважина №12. Она выделена черным цветом. Если расчетных скважин несколько, то в процессе вычислений в произвольном порядке производится выбор всех скважин.

5. Окончательное представление результатов расчетов

В результате расчетов формируется выходной файл в формате '*dx*f' с траекториями и отметками на них, соответствующих второму и третьему поясам ЗСО. Имя выходного файла и путь к нему, ранее установлены при подготовке данных (см. форму представленную на рис. 3.5)

Отметки на траекториях имеют следующий смысл:

1. красный кружок – граница второго пояса;
2. синий кружок – граница третьего пояса.

Для окончательного представления результатов в графических документах проекта файл '*dx*f' может быть импортирован в большинство

из известных ГИС. Далее по отметкам границ второго и третьего поясов необходимо провести линии соответствующие этим границам. На рис.12 показано проведение границы второго пояса в ГИС Mapinfo.



ЗАДАЧА. Выполнить расчет границ второго и третьего поясов зон санитарной охраны из подземного источника по программе “ZONE” для водораздельного водозабора, гидрогеологические условия соответствуют схеме №2, исходные данные принять в соответствии со своим вариантом (таблица 1).

Тема 4 Расчет ступенчатого графика водопотребления на ЭВМ.

Теоретический раздел

Водопотребление (отбор воды из водопроводной сети) в населенном пункте колеблется в течении года, а также в течении суток.

Правильно запроектированная водопроводная сеть населенного пункта должна обеспечить всех потребителей водой при максимально часовом водоотборе в сутки наибольшего водопотребления. Сутки наибольшего водопотребления приходятся на летнее время, максимально часовой водоразбор - чаще на утренние часы.

В населенном пункте вода используется различными потребителями: населением для удовлетворения хозяйственно-питьевых нужд; промышленными предприятиями на технологические нужды и хоз-питьевые нужды работающих; на тушение пожаров и полив зеленых насаждений.

При проектировании водопроводной сети максимальный часовой расход определяется на основании ступенчатого графика водопотребления, который строится с учетом режимов водопотребления всех категорий водопользователей.

Режим потребления воды на хоз-питьевые нужды населения принимается на основании опыта эксплуатации коммунальных водопроводов аналогичной мощности. Режим потребления воды на технологические нужды промышленных предприятий принимается чаще равномерным в течение рабочего времени промпредприятия.

Режим потребления на хоз-питьевые нужды принимается в соответствии с характеристикой цехов и режимом их работы.

ЗАДАЧА. Выполнить расчет суточного графика водопотребления населенного пункта. Вода используется для хоз-питьевых целей населения, технологические нужды промпредприятия и хоз-питьевые нужды работающих.

Порядок выполнения работы.

1. Загрузить табличный процессор **EXCEL**
2. Открыть файл для расчета ступенчатого графика tabl. xls.
3. В ячейки "С7 – С30, Е7 – Е30" вводится водопотребление в % на хозяйственно-питьевые нужды населенного пункта по районам в зависимости от коэффициента максимальной часовой неравномерности.
4. В ячейки "D32, F32" вводится численное значение суточного водопотребления на хоз-питьевые цели населения в м³/сут по зонам застройки соответственно.
5. Столбец "Н" и "О" заполняются в соответствии с режимом работы промпредприятия. Время работы принять:
 - 1-я смена – с 9 до 16 ч включительно;
 - 2-ая смена – с 17 до 24 ч включительно;
 - 3-я смена – с 1 до 8 ч включительно.

Поскольку потребление воды на технологические нужды за смену приняты за 100%, то в каждый час работы расходуется $100/8=12,5\%$ от $Q_{\text{смены}}$.

6. Редактируются ячейки "Н33 – Н35", в которые вводятся численные значения расходов воды на технологические цели промпредприятия за каждую смену в м³/см;

7. Редактируется содержимое ячеек "J33 – J35, L33 – L35", в которые вводится водопотребление на хозяйственно-питьевые нужды работающих на промышленном предприятии в холодных и горячих цехах соответственно;

8. В ячейки M7, M15, M23 заносятся численные значения расходов воды, приходящиеся на душевые нужды в м³/см. Необходимо учитывать, что работающие на промпредприятиях принимают душ в течение 45 мин после окончания смены.

9. Аналогичные расчеты проводятся для второго промышленного предприятия.

10. Редактируются ячейки "V32, X32 и Z32", в которые вводятся значения расходов воды на нужды бани, прачечной и столовой соответственно.

11. После расчета сводной таблицы водопотребления строится график водопотребления по значениям столбца "AA".

12. Анализируя график водопотребления необходимо назначить часы, в которые будет производиться полив зеленых насаждений и улиц населенного пункта. Полив необходимо назначать в часы наименьшего водопотребления, желательно в утренние и вечерние часы. При этом необходимо стараться приблизить график водопотребления с учетом полива к равномерному либо к графику работы насосной станции второго подъема.

13. В столбец "AB" заносятся численные значения в м³/ч расходов воды на полив насаждений в выбранные по графику водопотребления часы.

14. После расчета расходов воды по часам суток с учетом полива по данным ячеек "AD8 – AD31" строится график водопотребления с учетом полива.

14. На печать выводятся сводная таблица водопотребления, суточный график водопотребления с учетом полива и без него.

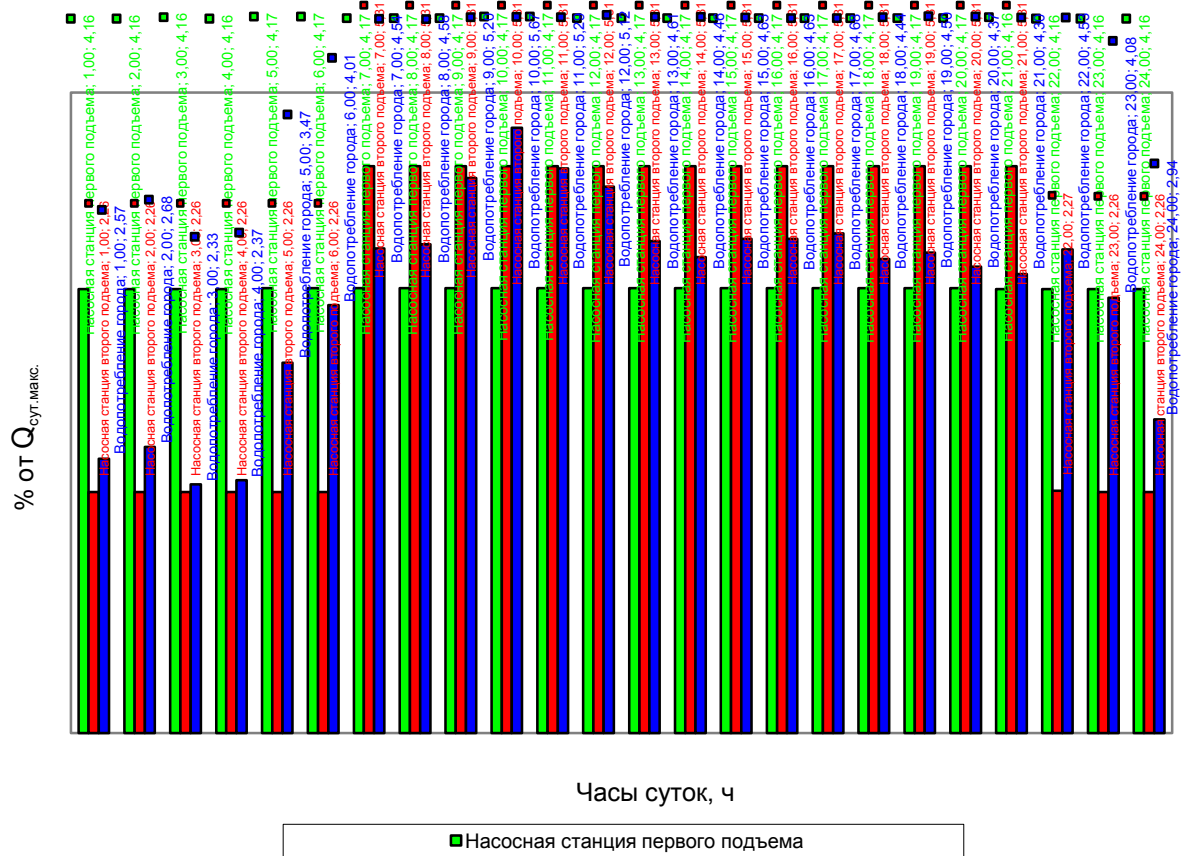
Тема 5. Расчет оптимального режима работы насосной станции II-го подъема. Определение производительности водопитателей, регулирующих объемов РЧВ и водонапорной башни.

Теоретический раздел

Из резервуаров вода забирается насосами второго подъема, которые работают с переменной подачей: в ночные часы она снижается, а в дневные увеличивается, из-за неравномерности водоотбора из сети. Поскольку водопотребление (водоотбор из сети) колеблется в течение суток, а подача насосов изменяется в значительно меньшей степени, то в системах водоснабжения предусматривается строительство одной или нескольких водонапорных башен, выполняющих роль аккумулялирующего резервуара. В часы, когда подача насосной станции превосходит водоотбор из сети, избыток воды поступает в бак водонапорной башни и наоборот, если водопотребление превышает подачу насосов, то недостаток воды поступает в сеть из него. Водонапорная башня является дорогостоящим сооружением, поэтому при проектировании стремятся к тому, чтобы объем бака башни был минимальным. Вместимость бака водонапорной башни зависит в основном от регулирующего объема, который определяется путем наложения графиков водопотребления и работы насосной станции второго подъема. Если водопотребление является нерегулируемым фактором, то подачу насосной станции можно регулировать путем изменения количества работающих насосов или частоты вращения их рабочих колес. Таким образом, задача расчета оптимального режима работы насосной станции второго подъема сводится к назначению такого графика подачи, при котором регулирующий объем бака башни минимальный.

Режим работы насосной станции 2-го подъема чаще принимается в 2 ступени, в дневное время, включены все рабочие насосы, в ночное часть агрегатов выключают, это позволяет уменьшить регулирующий объем водонапорной башни и снизить избыточные напоры в водопроводной сети. Назначение графика работы насосных станций второго подъема является многовариантной задачей, поэтому для ее решения целесообразно использовать ЭВМ. Расчет оптимального режима работы насосной станции 2-го подъема выполняется по программе NS1-2F.BAS в среде QBASIC.

Современные системы водоснабжения имеют от одного до нескольких водопитателей, к которым относятся насосные станции второго подъема, водонапорные башни. Производительность водопитателей назначается в соответствии с разведанными запасами воды в источниках водоснабжения, а также совмещением графиков подачи и потребления воды.



Графики работы насосных станций первого подъема, второго подъема и водопотребления города

Тема 6. Расчет кольцевой водопроводной сети на случай максимального часового водопотребления.

Теоретический раздел

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.

Наружные водопроводные сети в подавляющем числе случаев проектируются кольцевыми, которые в отличие от тупиковых имеют более высокую надежность

Задача гидравлического расчета кольцевой водопроводной сети решается последовательно: сначала определяются расходы на участках, затем по расходам - диаметры всех участков сети. Найденные расчетом диаметры должны обеспечить надежное снабжение всех потребителей заданным количеством воды под необходимым напором при наименьших приведенных затратах. Математически эта задача сводится к решению системы нелинейных уравнений с $2K$ неизвестными, где K – число участков сети.

Для отыскания этих неизвестных могут быть составлены $(P-1)$ уравнений вида: $Q_i=0$ (1 - ый закон Кирхгофа) и n уравнений выражающих второй закон Кирхгофа: $h_i=0$, где n - число колец сети, P - количество узлов сети. Для кольцевой сети справедливо:

$$K = P + n - 1$$

т.е. число уравнений вдвое меньше числа неизвестных. На практике при проектировании сетей сначала задаются желательными расходами воды по участкам сети (предварительное потокораспределение), по ним определяют экономически наиболее выгодные диаметры труб участков, а затем вычисляют фактические расходы воды и потери напора на участках при принятых стандартных диаметрах труб.

Гидравлическая увязка водопроводной сети выполняется с помощью ЭВМ. Расчет осуществляется по программе “WODSFF.BAS”, в среде QBASIC.

Программой предусматривается два режима ввода исходных данных: диалоговый и из файла.

В диалоговом режиме (рекомендуется для расчета небольших кольцевых водопроводных сетей) пользователь вводит исходные данные в следующем порядке:

- количество колец (кольца сети нумеруются в произвольном порядке, два параллельных участка, например, водоводы рассматриваются как кольцо);
- количество участков (участки сети нумеруются в любой последовательности):

Описание участков водопроводной сети (каждый участок сети описывается одной строкой и включает (табл.1):

- номер кольца, расположенного слева от участка по ходу движения воды;
- номер кольца, расположенного справа от участка;
- диаметр трубопровода на участке, мм;
- длину участка, м;
- линейный расход, л/с;

- код материала труб.

Если участок расположен во внешнем контуре, то с одной стороны он будет ограничен кольцом с номером «0».

Ввод исходных данных может осуществляться из файла записанного заблаговременно на диск. Файл представляет описание участков водопроводной сети, каждый участок сети описывается одной строкой и включает: номер кольца, расположенного слева от участка по ходу движения воды; номер кольца, расположенного справа от участка; диаметр трубопровода на участке, мм; длину участка, м; линейный расход, л/с; код материала труб. Указанные величины разделяются запятыми. Номера участков не вводятся.

Таблица 1. Исходные данные к гидравлическому расчету водопроводной сети.

№ участка	№№ колец		Диаметр, мм	Длина, м	Расход, л/с	Тип труб
	слева	справа				

Примечание

Если в результате гидравлической увязки водопроводной сети расходы, скорости, получились со знаком “минус” это свидетельствует о том, что на этих участках поменялось направление движения воды на противоположное по сравнению с предварительным потокораспределением.

Требуется выполнить гидравлический расчет кольцевой водопроводной сети на случай максимального водопотребления (Исходные данные принять в соответствии с заданием на курсовое проектирование по дисциплине: «Водопроводные сети»).

Данные для выбора кода материала труб:

- 1 - СТАЛЬНЫЕ, ГОСТ 10704-76, 8696-74 (100-2500 мм)
- 2 - ЧУГУННЫЕ, ГОСТ 9583-75, ТУ 14-3-1247-83 (100-1000 мм)
- 3 - ЖБ, ВИБРОГИДРОПРЕС., ГОСТ 12586.0-83 (500-1600 мм)
- 4 - ПНД, ГОСТ 18599-83, ТИП Л и 5 - СЛ (110-1200 мм)
- 6 - ТИП С (110-800 мм), 7 - ТИП Т (110-500 мм)
- 8 - АСБЦ ТИП - 1, ГОСТ 539-80 (100-500 мм), ВТ6
- 9 - ВТ9, 10 - ВТ12

Таблица 2. Результаты гидравлического расчета на случай максимального водопотребления

№ участка	№№ колец		Диаметр, мм	Длина, м	Расход, л/с	Скорость воды, м/с	Потери напора, м
	слева	Справа					

Вычисление пьезометрических отметок следует начинать от точки схода

потоков (в данном примере "диктующей точки"). Отметка пьезометрической линии в этой точке вычисляется по формуле:

$$H_{п.л.}(д.т.) = H_{тр.} + Z_{з.}(д.т.)$$

где

$H_{тр.}$ - требуемый напор в диктующей точке, м.

$Z_{з.}(д.т.)$ - отметка земли в диктующей точке.

Затем отметки пьезолиний вычисляются при обходе всех узлов сети (начиная от диктующей точки) по формуле:

$$H_{п.л.}(i+1) = H_{п.л.}(i) \pm h [(i+1)-i]$$

где $H_{п.л.}(i+1)$ - пьезометрическая отметка последующего узла водопроводной сети, м.;

$H_{п.л.}(i)$ - пьезометрическая отметка предыдущего узла сети, м.;

$h [(i+1)-i]$ - потери напора на участке между $(i+1)$ и i -ым узлами.

* Примечание. Знак принимается по следующему правилу, если при обходе направление обхода совпадает с направлением движения воды, то берется знак " - ", если нет, то " + ".

Свободный напор в i -ом узле вычисляется по формуле:

$$H_{св.}(i) = H_{п.л.}(i) - Z_{з.}(i)$$

Для построения карты пьезолиний в масштабе вычерчивается схема водопроводной сети, затем интерполяцией определяются точки с одинаковыми значениями отметок, соединяя эти точки, получают карту пьезолиний. Аналогично строится карта свободных напоров.

Подачу насосных станций второго подъема принимается равной максимальному часовому расходу воды в сутки наибольшего водопотребления, (подача на второй ступени) напор насосов вычисляется как:

$$H_{н.с.} = H_{п.л.}(н.с.) - Z_{з.}(н.с.)$$

где $H_{п.л.}(н.с.)$ и $Z_{з.}(н.с.)$ - соответственно отметки пьезолиний и земли в месте расположения насосной станции (базового водопитателя).

Высота ствола башни вычисляется аналогично напору насосной станции второго подъема с той лишь разницей, что отметки принимаются для узла, в котором расположена водонапорная башня.

Определение геометрических размеров бака водонапорной башни заключается в нахождении его высоты и диаметра, поскольку чаще, баки башен

принимаются цилиндрической формы.

За объем бака башни (W б.б.) принять регулируемый объем бака башни (см. лабораторную работу N 3).

Тема 7. Расчет кольцевой водопроводной сети на случай максимального часового водопотребления с учетом возникновения пожара

Теоретический раздел

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.

В настоящее время системы питьевого водоснабжения по назначению являются объединенными, т.е. выполняют несколько функций:

- подача воды на питьевые и хозяйственные нужды;
- подача воды для пожаротушения;
- подача воды на промышленные предприятия, в том числе и на технологические нужды, если для таковых требуется вода питьевого качества;

При возникновении пожара система водоснабжения работает не в штатном режиме, поэтому требуется проверочный расчет, справиться ли она с подачей дополнительного расхода воды необходимого для тушения пожара. При этом необходимо учитывать следующие моменты:

- пожар возникает в час максимального водопотребления;
- давление в любой точке водопроводной сети не должно быть менее 0,1 Мпа (10 м), при этом часть потребителей на время пожара остаются без воды;
- места предполагаемого возникновения пожара следует назначать на плане населенного пункта в узлах находящихся в неблагоприятных гидравлических условиях, а именно в наиболее удаленных от водопитателей и высокорасположенных узлах;
- расчетное количество одновременных пожаров и проектные нормы расходов воды на тушение одного пожара следует принимать в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 — Проектные нормы расхода воды на тушение наружных пожаров в населенном пункте.

Число жителей в населенном пункте, тыс. чел.		Расчетное количество одновременных пожаров	Расход воды на наружное пожаротушение (на один пожар), л/с, в населенном пункте при застройке зданиями высотой	
			не более двух этажей	три этажа и более
Св.	До 1 включ.	1	5	10
1	“ 10 “	1	10	15
“	10 “ 25 “	2	10	15
“	25 “ 50 “	2	20	25
“	50 “ 100 “	2	25	35
“	100 “ 200 “	3	—	40
“	200 “ 300 “	3	—	55
“	300 “ 400 “	3	—	70
“	400 “ 500 “	3	—	80
“	500 “ 600 “	3	—	85
“	600 “ 700 “	3	—	90
“	700 “ 800 “	3	—	95
“	800 “ 1000 “	3	—	100

Примечание — В расчетное количество одновременных пожаров в населенном пункте включены пожары на промышленных предприятиях, расположенных в пределах населенного пункта. При этом в расчетный расход воды следует включать соответствующие расходы воды на пожаротушение на этих предприятиях, но не менее указанных в таблице 2.4.

- Расчетная продолжительность тушения пожара – 3 часа.

Гидравлическая увязка водопроводной сети выполняется с помощью ЭВМ. Расчет осуществляется по программе “WODSFF.BAS”, в среде QBASIC.

Программой предусматривается два режима ввода исходных данных: диалоговый и из файла.

Выполнить гидравлический расчет кольцевой водопроводной сети на случай максимального часового водопотребления с учетом возникновения пожара.

(Исходные данные принять в соответствии с заданием на курсовое проектирование по дисциплине: «Водопроводные сети»).

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.

1. На основании задания на курсовое проектирование по дисциплине: «Водопроводные сети» определить по таблице 1 расчетное количество одновременных пожаров и расход воды на тушение одного пожара.
2. Наметить на расчетной схеме водопроводной сети (см. лабораторную работу №5) узлы в которых предполагается возникновение пожаров (наиболее удаленные и высокорасположенные узлы водопроводной сети)

- 1 К узловым расходам этих узлов прибавить расходы на пожаротушение выполнить предварительное потокораспределение и сформировать таблицу исходных данных к расчету водопроводной сети на случай максимального часового водопотребления с учетом возникновения пожара.
- 2 Выполнить расчет водопроводной сети на ЭВМ, на основании результатов гидравлического расчета определить пьезометрические отметки, свободные напоры и давление в узлах водопроводной сети, напоры насосных станций при пожаре;

Тема 8. Анализ и оптимизация работы кольцевой водопроводной сети с помощью программы Epanet 2

[Теоретический_раздел](#)

1. СОЗДАНИЕ НОВОГО ПРОЕКТА В EPANET

Вначале требуется создать новый проект в **EPANET** и убедиться в том, что установлены требуемые опции по умолчанию. Запустите **EPANET** и выберите пункт меню **Файл - Новый** для создания нового проекта. Далее выберите пункт меню **Проект - По умолчанию...** для отображения диалогового окна, показанного на Рис.1. Используйте это окно для того, чтобы настроить автозаполнение имен элементов последовательными числами, начиная с 1, по мере их добавления к схеме. На вкладке **Имена объектов** очистите все поля колонки **Префикс имени**, кроме последнего (**Шаг инкремента**). Установите **Шаг инкремента** равным 1. Далее выберите вкладку **Гидравлика** и установите значение поля **Единицы расхода** равным МЗЧ. При этом программа автоматически будет использовать систему СИ для всех остальных величин (длина в метрах, диаметр трубы в мм, давление в паскалях). Также выберите формулу Хазена-Вильямса (Х-В) для расчета потерь напора. Если вы хотите использовать указанные настройки для всех новых проектов, отметьте флажок **Использовать по умолчанию** для новых проектов перед нажатием **ОК** для применения параметров.

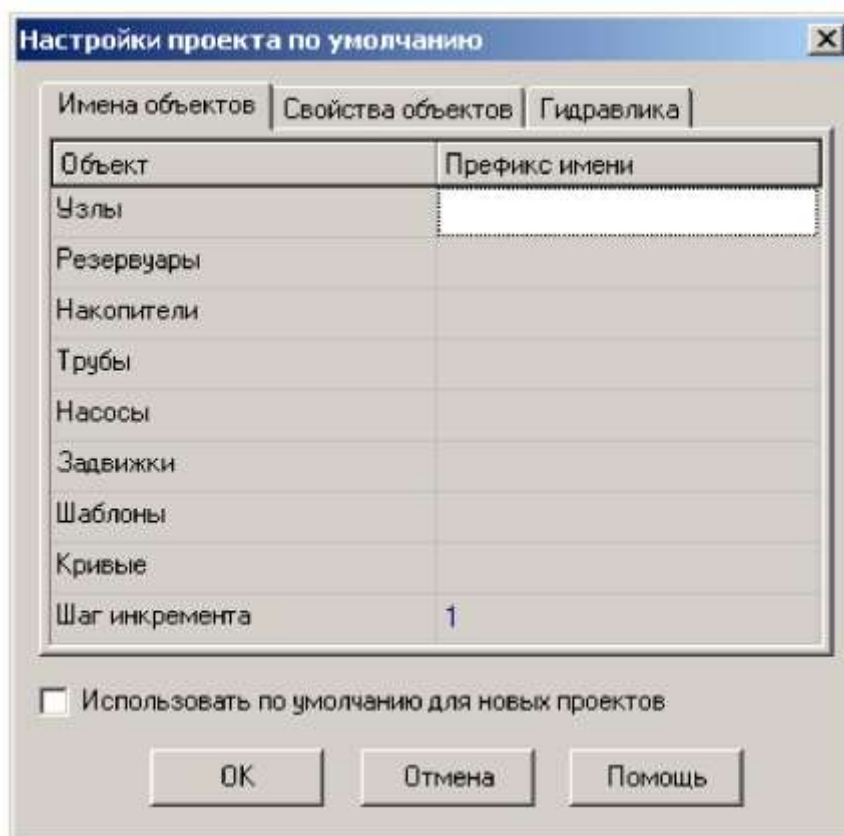


Рисунок 12 – Диалоговое окно **По умолчанию**

Для создания карты, рисунок (карту) следует сохранить в формате *.bmp), например через программу **Paint**.

Далее требуется настроить **параметры карты**. Для этого выберите пункт меню **Вид - Настройки** для открытия диалогового окна **Свойства карты**. Перейдите на вкладку **Подписи объектов** и установите значения параметров так, как это показано на **Рис. 2** Далее перейдите на вкладку **Символы** и отметьте все флажки. Нажмите **ОК** для подтверждения выбора и закрытия диалогового окна.

Наконец, перед началом создания схемы мы должны убедиться в том, что введены правильные настройки масштаба. Выберите пункт меню **Вид - Размеры...** для открытия диалогового окна **Размеры карты**. Просмотрите значения, установленные программой по умолчанию.

Настройки карты

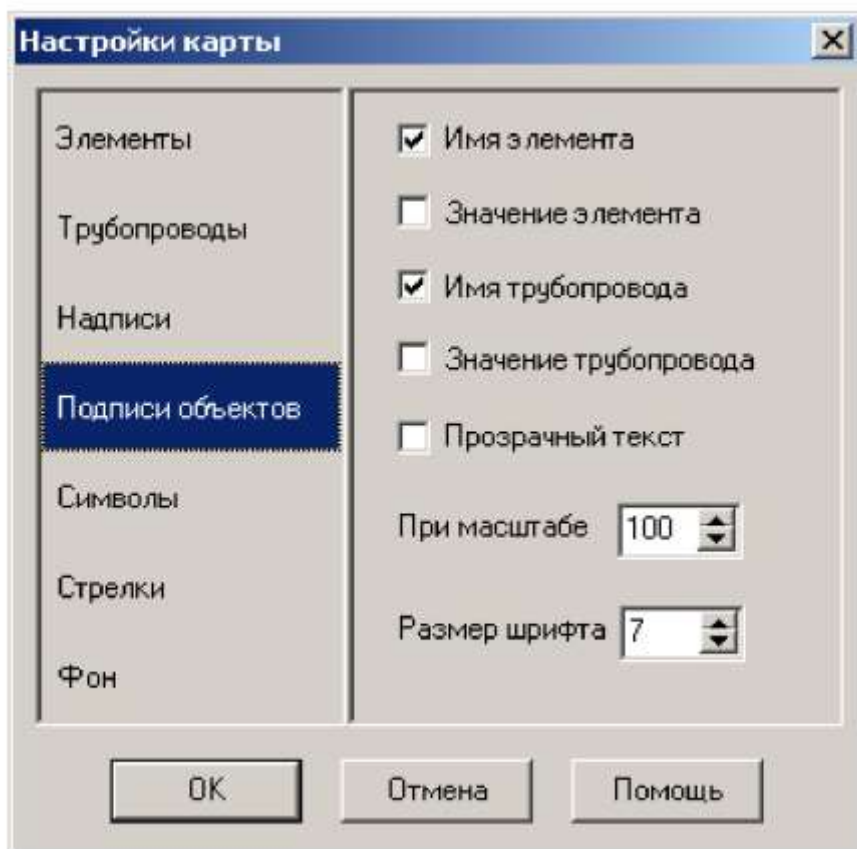


Рисунок 13 – Диалоговое окно **Свойства карты**

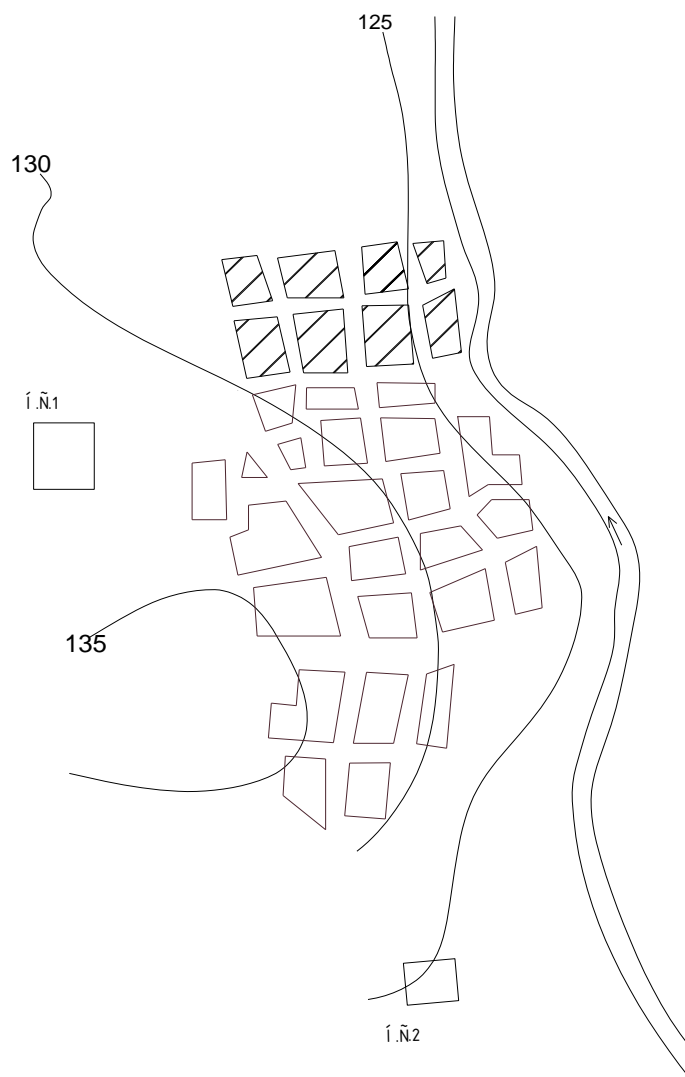


Рисунок 14 – Вид карты создаваемого проекта

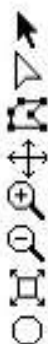
2. СОЗДАНИЕ СХЕМЫ

В Eranet две панели инструментов: стандартная и карта
Панель стандартная имеет кнопки позволяющие осуществлять наиболее употребимые команды. Доступ к панели: **Вид - Панели инструментов – Стандартная:**



- Открывает новый проект (**Файл - Новый**)
- Открывает существующий проект (**Файл - Открыть**)
- Сохраняет текущий проект (**Файл - Сохранить**)
- Распечатывает текущее активное окно (**Файл - Печать**)
- Копирует выбранную область в буфер обмена или в файл (**Правка – Копировать в**)
- Удаляет выделенный объект
- Выполняет поиск объекта на карте (**Вид - Поиск**)
- Запускает процесс моделирования (**Проект - Выполнить**)
- Открывает окно выполнения запросов к карте (**Вид - Запрос**)
- Создает новый график отображения результатов (**Отчет - График**)
- Создает новую таблицу отображения результатов (**Отчет - Таблица**)
- Открывает окно настроек проекта или отчета (**Вид – Настройки** или **Отчет - Настройки**)

Панель инструментов **Карта** содержит кнопки управления операциями по работе с картой доступ к панели - **Вид - Панели инструментов – Карта**:



- Выбирает объект на карте (**Правка – Выбрать объект**)
- Выбирает вершину трубопровода (**Правка – Выбрать вершину**)
- Выбирает регион на карте (**Правка – Выбрать регион**)
- Активирует режим перемещения по карте (**Вид – Режим перемещения**)
- Увеличивает масштаб карты (**Вид - Увеличить**)
- Уменьшает масштаб карты (**Вид - Уменьшить**)
- Перерисовывает карту в исходном масштабе (**Вид – Исходный размер**)
- Добавляет узел в схему

Теперь мы готовы начать рисование нашей схемы. Для этого будем использовать кнопки панели инструментов Карта (Если эта панель не видна, отметьте пункт меню **Вид - Панели инструментов - Карта**).

Вначале мы добавим резервуар чистой воды (РЧВ). Нажмите кнопку **Резервуар**. Далее выполните щелчок мышью на карте в том месте, где вы хотите добавить резервуар.

Далее добавьте узлы. Нажмите кнопку **Узел** и выполните щелчок мышью на карте в тех местах, где необходимо расположить узлы.

Наконец, добавьте емкость (водонапорную башню) , нажав кнопку **Накопитель** и выполнив щелчок мышью на карте в том месте, где этот накопитель будет размещен.

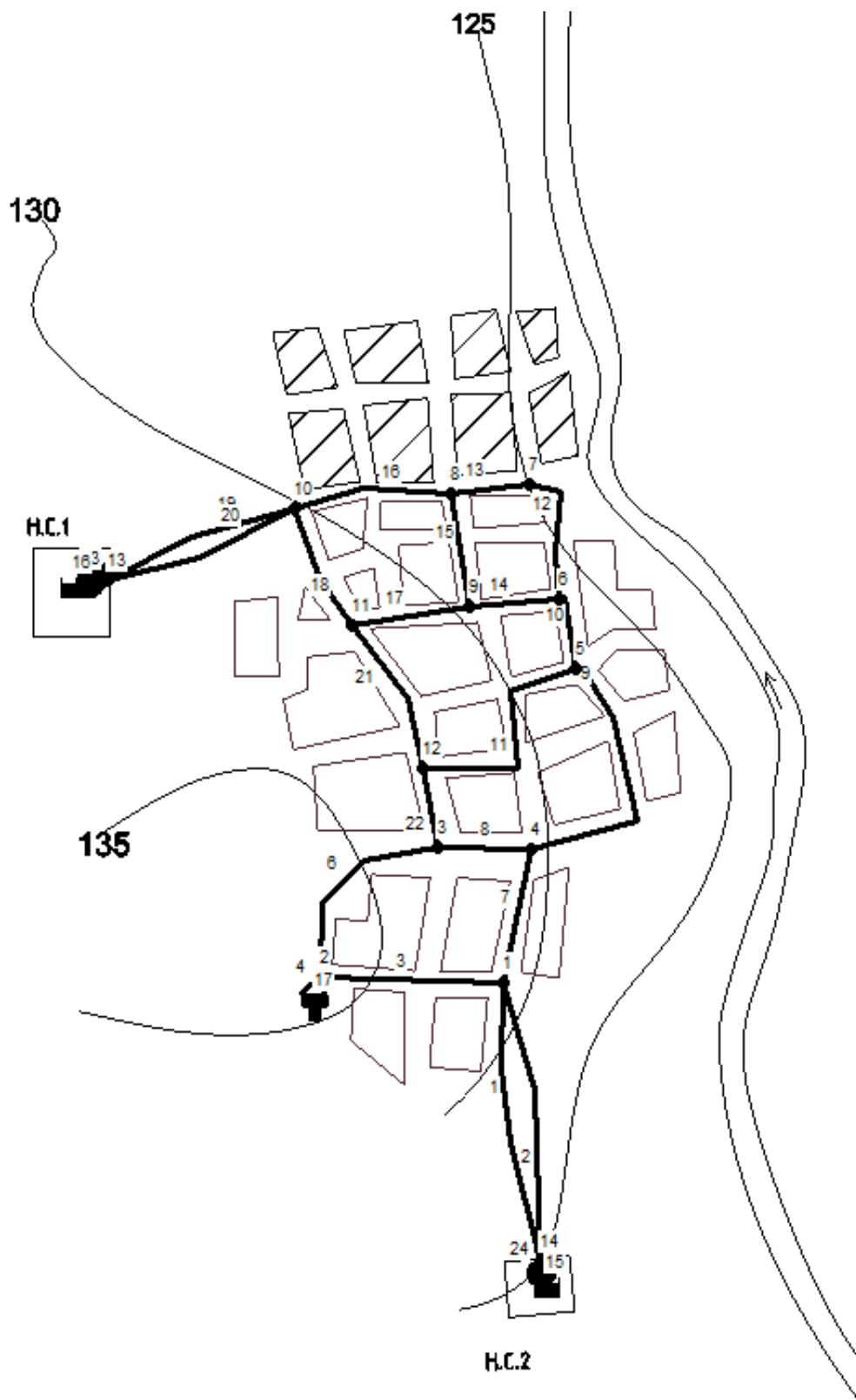


Рисунок 15– Внешний вид схемы после добавления элементов

Далее мы добавим трубопроводы. Давайте начнем с Трубопровода 1, соединяющего Узел 14 и узел 1. Вначале нажмите кнопку **Трубопровод** на **Панели инструментов**. Затем выполните щелчок мышью на Элементе 14 схемы,

и затем на Элементе 1. При движении курсора от Элемента 14 к Элементу 1 рисуется контур трубопровода. Повторите эту процедуру для всех трубопроводов.

Если трубопровод имеет изогнутую форму (форму ломаной линии). Вначале выполните щелчок на начальном элементе, затем при движении мыши к следующему элементу нажимайте левую кнопку мыши в тех точках, где трубопровод должен изменить направление. Завершите процесс, выполнив щелчок мышью на конечном элементе.

Далее добавьте насосы. Нажмите на кнопке **Насос**, нажмите мышью на Элементе 13, затем на Элементе 1. Повторите для элементов 14 и 15.

Затем мы добавим подписи к резервуару, насосу и накопителю. Выберите кнопку **Надпись Т** на **Панели инструментов** и выполните щелчок мышью на карте рядом с резервуаром РЧВ 1 (Элемент 16). Появится текстовое поле. Наберите слово РЧВ 1 и нажмите клавишу Enter. Выполните щелчок мышью рядом с насосами и отредактируйте соответствующую надпись, сделайте то же

самое с накопителем (водонапорной башней). Далее нажмите на кнопке **Выбор объекта** для того, чтобы перейти из режима вставки текста в режим выбора объектов на карте.

К настоящему моменту Ваша схема должна выглядеть приблизительно так, как на Рис. 4. Если элементы смещены или находятся не на своем месте, Вы можете их перемещать, перетаскивая с помощью мыши при зажатой левой кнопке. Обратите внимание, как трубопроводы, соединенные

Для изменения формы изогнутого Трубопровода

1. Выберите Трубопровод, выполнив щелчок мышью на нем, а затем нажмите кнопку

Выбор вершины **Панели инструментов** для перевода карты в режим выбора вершин.

Выберите одну из промежуточных точек кривой, нажав на ней мышью, и перетащите ее в нужное место, зажав левую кнопку мыши.

При необходимости вершины могут быть добавлены или удалены. Для этого нажмите правую кнопку мыши и выберите соответствующий пункт контекстного меню.

После окончания редактирования формы кривой, вернитесь в режим выбора объектов,

нажав кнопку **Выбор объекта**.

3. НАСТРОЙКА СВОЙСТВ ОБЪЕКТОВ

При добавлении к проекту свойствам каждого объекта присваиваются значения по умолчанию. Для изменения свойств объекта необходимо **выделить объект** и перейти в **Редактор свойств**. Есть несколько способов сделать это. Если программа настроена таким образом, что **Редактор свойств** всегда активен, то вы просто выполняете щелчок мышью на объекте или выбираете объект на вкладке **Объекты** окна **Обзор**. Если **Редактор свойств** не активен, вы можете

его вызвать одним из следующих способов:

- Выполнить двойной щелчок мышью на объекте.
- Нажать правой кнопкой мыши на объекте и выбрать пункт **Свойства** в контекстном меню.
- Выделить объект на вкладке **Объекты** окна **Обзор** и нажать кнопку **Редактировать**

Таблица. 1. Свойства элементов (узлов) сети.

Номер узловой точки	Высотная отметка, м	Напор, м	Узловой расход, л/с	Узловой расход, м ³ /ч
1	131,0	153	30,21	108,76
2	135,1+21 м.	151	6,94	24,98
3	133,0	155	9,27	33,37
4	130,7	152,7	8,72	31,39
5	127,0	149	10,40	37,44
6	126,5	148,5	5,20	18,72
7	125,0	147	3,72	13,39
8	127,5	149,5	6,01	21,64
9	128,5	150,5	5,74	20,66
10	130,0	152	4,96	17,86
11	131,0	153	7,25	26,10
12	132,5	154,5	10,64	38,30
13	132	154	0	0
14	126,5	148,5	0	0
19	132	154	0	0
22	126,5	148,5	0	0
23	125	147	0	0
24	125	147	0	0
Итого			109,06	392,62

Если окно **Редактора свойств** активно, то, нажав клавишу F1, вы можете получить подробное описание перечисленных свойств.

Узел 1	
Свойство	Значение
*Имя узла	1
X-координата	3534.14
Y-координата	3092.37
Описание	
Категория	
*Высотная отметка	131
Узловой расход	108.76
Шаблон узлового расхода	
Потребители	1
Козф. расхода насадки	
Показатель качества нач.	
Источник	
Фактический расход	79.37

Рисунок 16 – Редактор свойств (узел 1)

Таблица 2 Значения коэффициента шероховатости C в формуле Хазена – Вильямса с учетом возрастание шероховатости труб в процессе эксплуатации.

Материал труб	Новые трубы	Неновые трубы
Асбестоцемент	140	140
Чугун	100	140
Бетон	100	140
Медь	130	140
Сталь	90	110
Полиэтилен	140	140
Поливинилхлорид	130	130
Дисперсно-армированный пластик	150	150

Таблица 3 Свойства трубопроводов (участков).

Трубопровод (участок)	Диаметр, мм	Длина, м	Коэффициент шероховатости

1	250	760	100
2	250	760	100
3	200	520	120
4	100	30	100
5	100	30	100
6	200	600	120
7	200	380	120
8	100	250	120
9	100	780	120
10	100	190	120
11	100	710	120
12	150	390	120
13	200	210	120
14	100	260	120
15	150	320	120
16	200	440	120
17	100	340	120
18	200	360	120
19	200	560	100
20	200	560	100
21	150	470	100
22	200	230	100
23	100	30	100
24	100	30	100
25	350	50	100
26	300	50	100
27	150	5	100
28	150	5	100
32	150	5	100
33	150	5	100

Если окно **Редактора свойств** активно, то, нажав клавишу F1, вы можете получить подробное описание перечисленных свойств.

Давайте начнем редактирование, выбрав *Элемент 1*(узел 1) в **Редактор свойств**, как показано на рисунке 5. Сейчас мы собираемся ввести высотную отметку и узловый расход для этого элемента (см.табл 1 расход в м³/ч). Вы можете использовать стрелки Вверх / Вниз на Вашей клавиатуре или мышь для перемещения

Трубопровод 3	
Свойство	Значение
*Имя трубопровода	3
*Начальный элемент	1
*Конечный элемент	2
Описание	
Категория	
*Длина	520
*Диаметр	200
*Шероховатость	100
Кэф. местных потерь напора	0
Начальное состояние	Откр.
Кэф. объемной реакции	
Кэф. поверхностной реакции	
Расчет	122,12

Рисунок 17 – Редактор свойств (трубопровод 3).

В примере для стальных труб коэффициент шероховатости принимаем равным 100, а для чугунных труб – 120 (табл. 2). Результаты в таблице 3.

4. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ.

В рассматриваемом примере насосные станции второго подъема работают в две ступени.

Насосная станция №1

В соответствии с заданием насосная станция №1 подаёт 40%, а №2 - 60% расчетного расхода, суммарная подача Н.С. II :
на первой ступени согласно расчету на ЭВМ составит:

$$\sum Q_{н.с. II} = \frac{Q_{сут} \cdot 2,05}{100} = \frac{6252,51 \cdot 2,05}{100} = 128,18 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Тогда подача Н.С. II №1 (40%):

$$q_{н.с.1} = 0,4 \sum Q_{н.с. II} = 0,4 \cdot 128,18 = 51,27 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Подача Н.С. II №2 (60%):

$$q_{н.с.2} = 0,6 \sum Q_{н.с. II} = 0,6 \cdot 128,18 = 76,91 \text{ м}^3/\text{ч}$$

на второй ступени согласно расчету на ЭВМ составит:

$$\sum Q_{н.с. II} = \frac{Q_{сут} \cdot 5,68}{100} = \frac{6252,51 \cdot 5,68}{100} = 355,14 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Тогда подача Н.С. II №1:

$$q_{н.с.1} = 0,4 \sum Q_{н.с. II} = 0,4 \cdot 355,14 = 142,06 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Подача Н.С. II №2:

$$q_{н.с.2} = 0,6 \sum Q_{н.с.И} = 0,6 \cdot 355,14 = 213,08 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Таблица 4 Свойства насосных станций.

	Первая ступень		Вторая ступень	
	Подача, $q_{н.с}$ $\text{м}^3/\text{ч}$	Напор, м.	Подача, $q_{н.с}$ $\text{м}^3/\text{ч}$	Напор, м.
Нас.ст. №1	51,27	40	142,06	45
Нас.ст. №2	76,91	40	213,08	45
Всего	128,18		355,14	

Для моделирования работы насосных станций второго подъема в две ступени на каждой из них предусматриваем по два насоса, один обеспечивает работу на первой ступени, другой на второй ступени. Таким образом необходимо создать четыре **кривых**

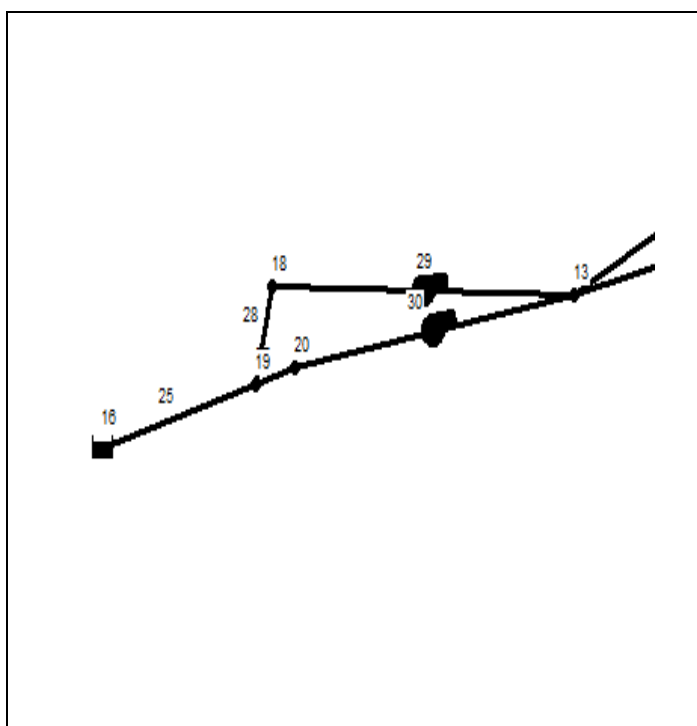


Рис. 8 Схема моделирования насосной станции №1
16 –резервуар (РЧВ);
13, 18, 19, 20 – узлы;
29, 30 – насосы;

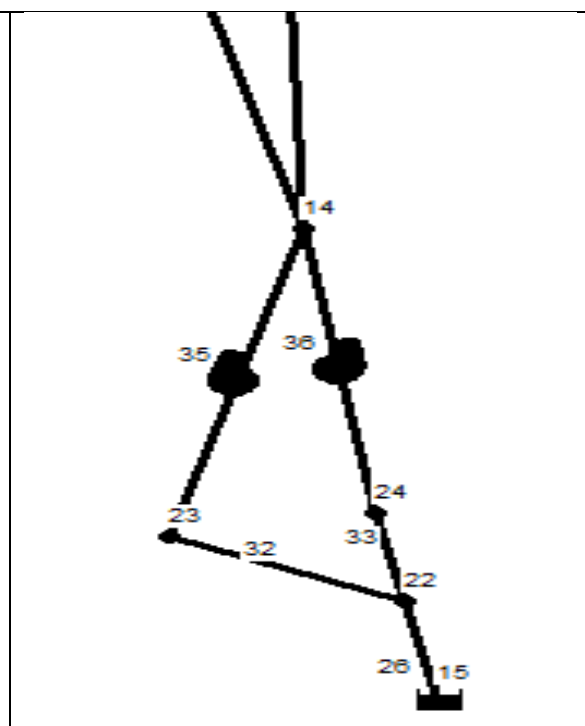


Рис. 8 Схема моделирования насосной станции №2
15 –резервуар (РЧВ);
14, 22, 23, 24 – узлы;
35, 36 – насосы;

(рабочие характеристики насосов – зависимости напора в метрах от производительности в $\text{м}^3/\text{ч}$). Для создания кривой выбрать : **Вид - Обзор – Объекты – Кривая –Добавить**, добавиться кривая с именем 1 и откроется редактор кривых, после двойного клика.

Требуется ввести расход ($\text{м}^3/\text{ч}$) насосной станции №1 на первой ступени 51.27 $\text{м}^3/\text{ч}$. Насос № 29 (рис. 9., табл. 4.) дробная часть отделяется **точкой**, а не

занятой и напор насоса (м), (для примера, напор насосной станции №1 – 40 м., табл. 4) Аналогично поступаем с созданием кривой производительности для насосной станции №1 на второй ступени, насос №30 (кривая 2). Все повторяется для насосной станции №2 Кривые 3, 4 соответственно для насосов 35,36 (Рис. 9). В результате по одной рабочей точке программа строит рабочую характеристику насосов. Кривые 1,2,3,4 приведены на рис. 9

Далее следует указать, для какого насоса соответствует та или другая кривая, для этого: **Вид - Обзор – Объекты – Насос**. В примере насос насосной станции №1 (первая ступень) имеет имя **29**, щелкнув дважды, переходим в **редактор свойств насоса** и в строке кривая производительности указываем 1. Аналогично поступаем с насосной станцией №1 (вторая ступень). В примере насос насосной станции №2 (первая ступень) имеет имя **35**, щелкнув дважды, переходим в **редактор свойств насоса** и в строке кривая производительности указываем 3. Насос насосной станции №2 (вторая ступень) имеет имя **36**, щелкнув дважды, переходим в **редактор свойств насоса** и в строке кривая производительности указываем 4.

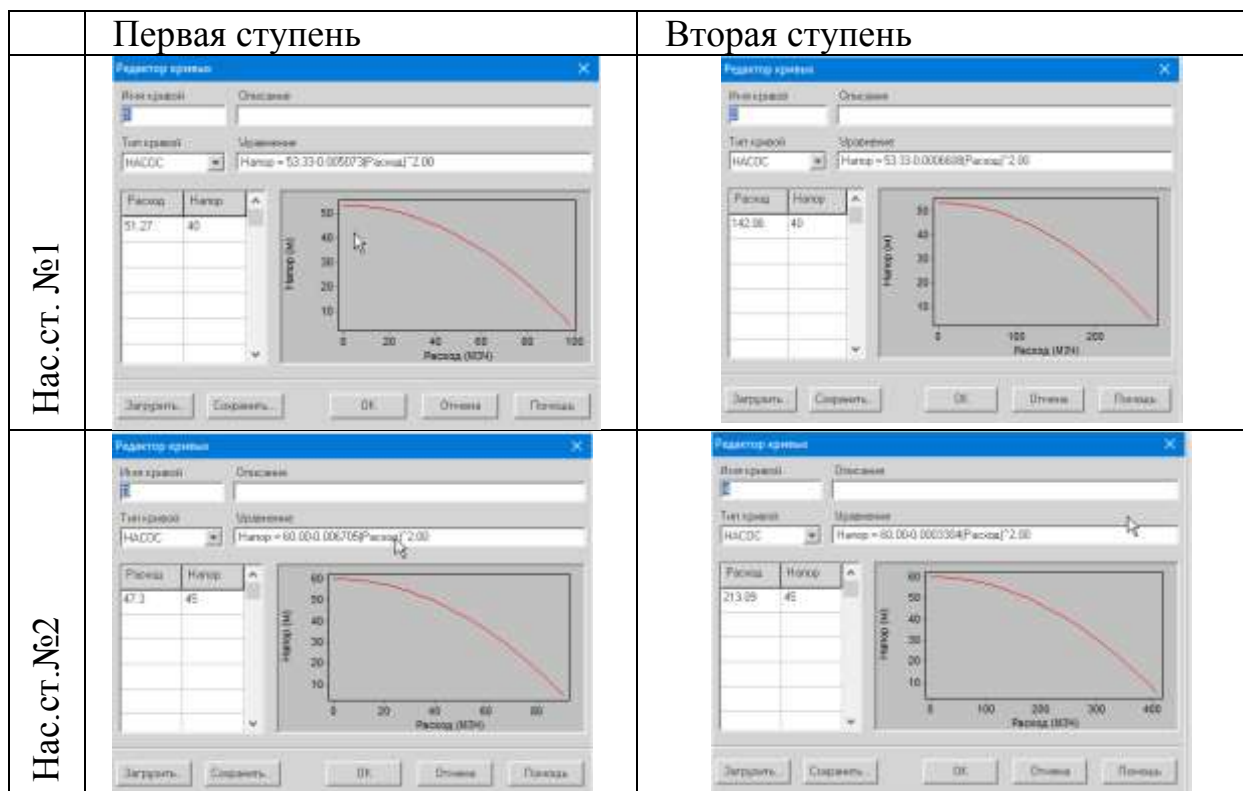


Рисунок 18 – Кривые 1,2,3,4.

6.5 СОЗДАНИЕ ШАБЛОНА ДЛЯ РАБОТЫ НАСОСА.

Шаблон - набор множителей, которые применяются к базовому значению для изменения величину параметра во времени. Например, шаблоны применимы к таким свойствам элементов и трубопроводов, как узловые расходы, напор в

резервуарах, режим работы насоса (насосной станции), качество воды в источниках. Временной интервал (шаг), используемый во всех шаблонах, - величина фиксированная. Шаг шаблона задается в окне **Проект – Настройки - Объект - Время - Свойства**. В пределах одного временного интервала (шага) значение управляемого параметра остается постоянным и равно произведению базового значения на множитель для этого интервала. Хотя все шаблоны имеют одинаковый шаг, количество шагов в каждом шаблоне может отличаться. Шаблон выполняется циклически в течение всего времени моделирования. При достижении последнего интервала времени в шаблоне, счетчик сбрасывается и следующим выполняется первый интервал.

Таблица 6.5 Свойства шаблонов, описывающих работу насосных станций

Шаблон 1(насос 29, Н ст. №1)																								
Время, ч	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Множитель	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Шаблон 2 (насос 30, Н. ст. №2)																								
Время, ч	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Множитель	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
Шаблон 4 (насос 35, Н. ст. №2)																								
Время, ч	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Множитель	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Шаблон 5 (насос 36, Н. ст. №3)																								
Время, ч	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Множитель	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0

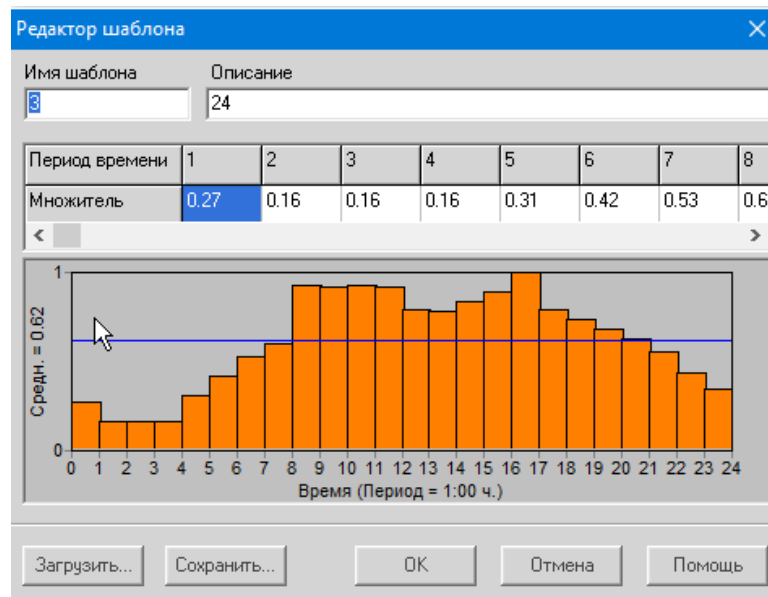
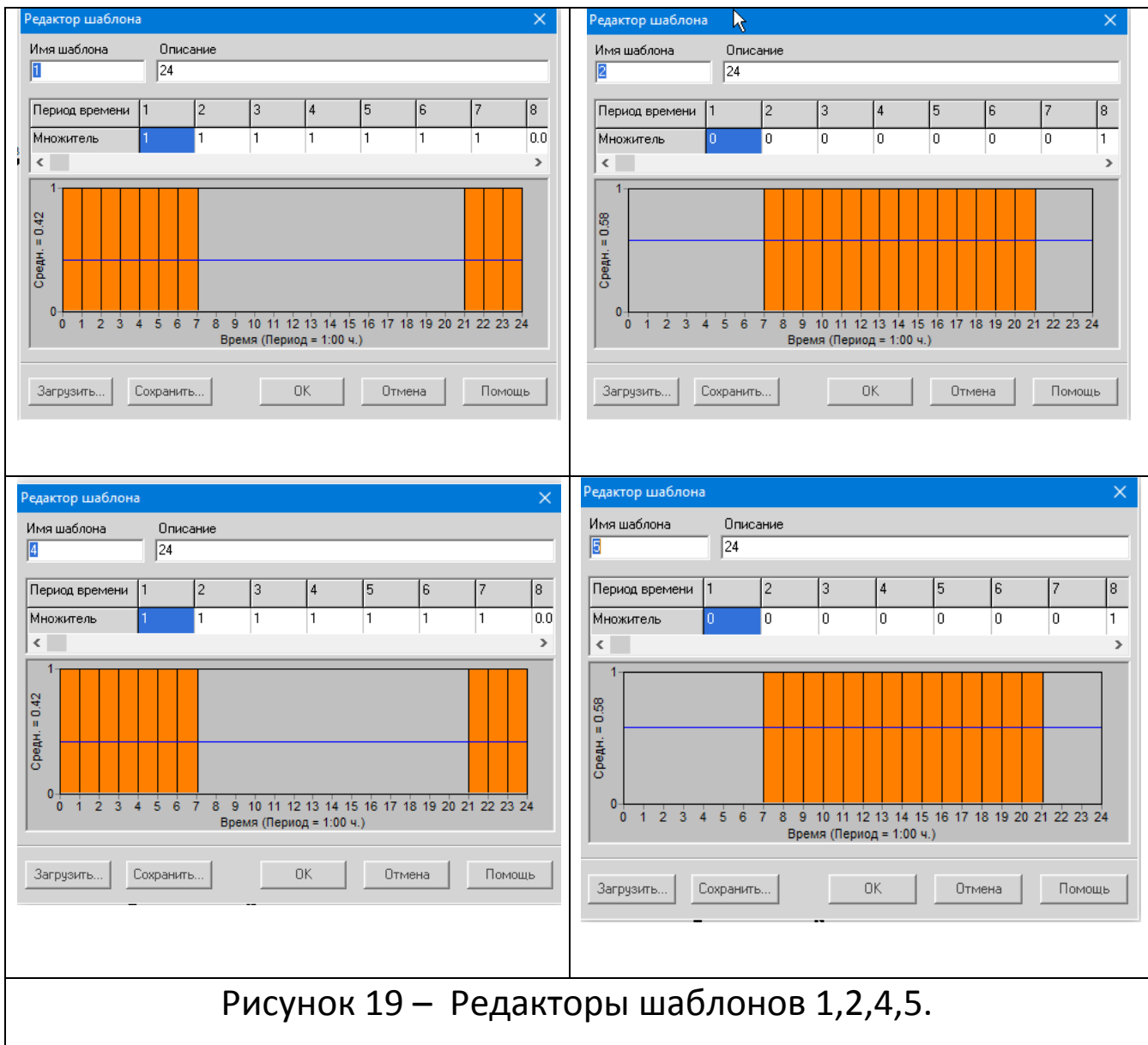


Рисунок 20 – Редактор шаблона №3

Формат числа для шаблона 1.00 или 0.36 в противном случае ошибка **недопустимое значение числа** Шаблон можно создать либо в диалоговом режиме через редактор шаблона: **Окно – Обзор – Объекты – Шаблон**, либо загрузить из предварительно созданного файла, который можно создать с помощью, например **Блокнота**.

Таблица 6.6 Пример (шаблон 3) При вычислении множителей за базовый выбирается, например, большее значение, так максимальное водопотребление, согласно расчетам, наблюдается в 17 час (столбец 2, табл. 6.6). Для этого часа множитель – 1, тогда для 1-го часа множитель составит:

Часы суток	Водопотребление, % Табл. 2.9	Шаблон EPANET (Множители)
-1-	-2-	-3-
1	1.85	0,27
2	1.1	0,16
3	1.1	0,16
4	1.1	0,16
5	2.08	0,31
6	2.82	0,42
7	3.58	0,53
8	4.05	0,60
9	6.28	0,93
10	6.23	0,92
11	6.26	0,93
12	6.22	0,92
13	5.33	0,79
14	5.26	0,78
15	5.67	0,84
16	6.04	0,89
17	6.75	1,00
18	5.32	0,79
19	4.97	0,74
20	4.61	0,68
21	4.27	0,63
22	3.74	0,55
23	3	0,44
24	2.37	0,35

$$M_{n1} = \frac{1,85}{6,75} = 0,27 \quad \text{и т.д.}$$

Созданный по формату (табл. 6.6, столбец 3) в блокноте файл следует сохранить с расширением *.pat

6.6 СОХРАНЕНИЕ И ЗАГРУЗКА ПРОЕКТОВ

Завершив создание схемы, необходимо сохранить проделанную работу. Для этого: Выберите пункт меню **Файл - Сохранить как...**

В появившемся окне выберите папку и имя файла, расширение .net будет добавлено к имени файла автоматически.

Нажмите ОК для сохранения проекта в файл.

Проект сохраняется в специальном двоичном формате. Если вы хотите сохранить информацию о схеме в виде читаемого текста, используйте пункт меню **Файл-Экспорт-Схема**.

Для того чтобы загрузить проект позже, воспользуйтесь пунктом меню **Файл-Открыть**.

6.7 СТАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Сейчас достаточно информации для выполнения статического моделирования схемы примера. Для запуска моделирования: **Проект - Выполнить** или кнопка **Выполнить** панели инструментов **Стандартная** (Если эта панель не отображается на экране, отметьте пункт меню **Вид - Панели инструментов - Стандартная**).

Если в процессе моделирования возникли ошибки, автоматически откроется окно **Отчет выполнения**, в котором будет приведена подробная информация об ошибке. Если моделирование было выполнено успешно, просмотреть результаты можно разными способами, например:

- В выпадающем списке вкладки **Карта окна Обзор** выбрать пункт **Давление**. При этом значения давления в узлах будут маркированы соответствующим цветом. Для просмотра легенды цветовой маркировки, выберите пункт меню **Вид - Легенда - Элементы** (или нажмите правой кнопкой мыши на пустой области карты и в контекстном меню выберите пункт **Легенда элементов**). Для изменения цветов и интервалов легенды, нажмите правой кнопкой мыши на легенде. При этом откроется окно **Редактора легенды**.

- Откройте **Редактор свойств** (выполните двойной щелчок мышью на любом элементе или трубопроводе). Результаты моделирования отображаются в конце списка свойств.

- Создайте таблицу результатов, выбрав пункт меню **Отчет - Таблица...** (или нажав на

кнопку **Таблица на Панели инструментов**). На Рис.6.12 показана таблица изменений расхода, скорости, удельных потерь напора во времени для трубопровода №11. Отрицательные значения расхода означают, что направление потока противоположно направлению, которое было выбрано при рисовании трубопровода. Аналогично можно вывести эти данные для любого трубопровода. На рис. 6.13 представлен график изменения расхода в трубопроводе 11. Разработанная модель системы водоснабжения позволяет анализировать изменение во времени: узлового расхода ($\text{м}^3/\text{ч}$), напора (значения пьезометрических отметок, м.), давления (свободного напора, м.) для всех узлов. На рис. 6.14 приведена таблица изменений узлового расхода ($\text{м}^3/\text{ч}$), напора (значения пьезометрических отметок, м.), давления (свободного напора, м.) для узла №5. На рис. 6.15 продемонстрировано изменение во времени давления (свободного напора, м.) для узла №5 в виде графика. Также разработанная модель позволяет оценить энергозатраты на функционирование системы и

подсчитывает затраты на электроэнергию (рис. 6.16). **Отчет – Энергопотребление.**

Time Часы	Расход м³/ч	Скорость м/с	Удельн. потери напора м/м	Коеф. трения
0:00	1.74	0.06	0.06	0.042
1:00	5.14	0.18	0.60	0.036
2:00	4.98	0.18	0.57	0.036
3:00	4.83	0.17	0.53	0.036
4:00	0.71	0.03	0.02	0.048
5:00	-4.82	0.17	0.53	0.036
6:00	-7.45	0.26	1.19	0.034
7:00	8.04	0.28	1.38	0.033
8:00	-7.71	0.27	1.27	0.034
9:00	-7.65	0.27	1.25	0.034
10:00	-8.29	0.29	1.46	0.033
11:00	-10.57	0.37	2.29	0.032
12:00	-9.15	0.32	1.75	0.033
13:00	-9.04	0.32	1.71	0.033
14:00	-9.69	0.34	1.95	0.032
15:00	-10.24	0.36	2.15	0.032
16:00	-11.46	0.41	2.65	0.032
17:00	-9.15	0.32	1.75	0.033
18:00	-8.60	0.30	1.56	0.033
19:00	-7.95	0.28	1.35	0.033
20:00	-7.41	0.25	1.18	0.034
21:00	-7.90	0.28	1.33	0.033
22:00	-5.48	0.19	0.68	0.035

Рис.6.12 Таблица изменений расхода, скорости, удельных потерь напора во времени для трубопровода №11.



Рис. 6.13 Временной график изменения расхода воды в трубопроводе 11.

Time Часы	Расход МЗЧ	Напор м	Давление м
0:00	10.11	157.39	30.39
1:00	5.99	159.26	32.26
2:00	5.99	160.04	33.04
3:00	5.99	160.81	33.81
4:00	11.61	160.01	33.01
5:00	15.72	159.34	32.34
6:00	19.84	157.33	30.33
7:00	22.46	163.93	36.93
8:00	34.82	159.93	32.93
9:00	34.44	160.50	33.50
10:00	34.82	160.76	33.76
11:00	34.44	165.14	38.14
12:00	29.58	170.51	43.51
13:00	29.20	170.89	43.89
14:00	31.45	168.54	41.54
15:00	33.32	166.45	39.45
16:00	37.44	161.45	34.45
17:00	29.58	170.51	43.51
18:00	27.71	172.36	45.36
19:00	25.46	174.43	47.43
20:00	23.59	176.03	49.03
21:00	20.59	159.04	32.04
22:00	16.47	159.88	32.88
23:00	13.10	160.23	33.23
24:00	10.11	160.52	33.52

Рис. 6.14 Изменение во времени узлового расхода ($\text{м}^3/\text{ч}$), напора (значения пьезометрических отметок, м.), давления (свободного напора, м.) для узла №5



Рис. 6.15 Изменение во времени давления (свободного напора, м.) для узла №5

Отчет энергопотребления						
Таблица		Диаграмма				
Насос	Процент Потребление	Средн. эффективность	кВт·ч /м ³	Средн. кВт	Пик. кВт	Затраты /сут
29	41.67	75.00	0.11	7.30	7.46	20.94
30	58.33	75.00	0.15	19.89	21.17	79.81
35	41.67	75.00	0.12	7.63	7.71	21.88
36	58.33	75.00	0.17	33.53	35.73	134.56
Общие затраты						257.19
Доп. энергопотребле						0.00

Тема 9. Расчет хозяйственно-бытовой водоотводящей сети Теоретический раздел

БЩИЕ СВЕДЕНИЯ.

Системой канализации населенного пункта называется комплекс инженерных сооружений, предназначенный для приема, отвода за пределы территории сточных вод, а также для их очистки и обеззараживания.

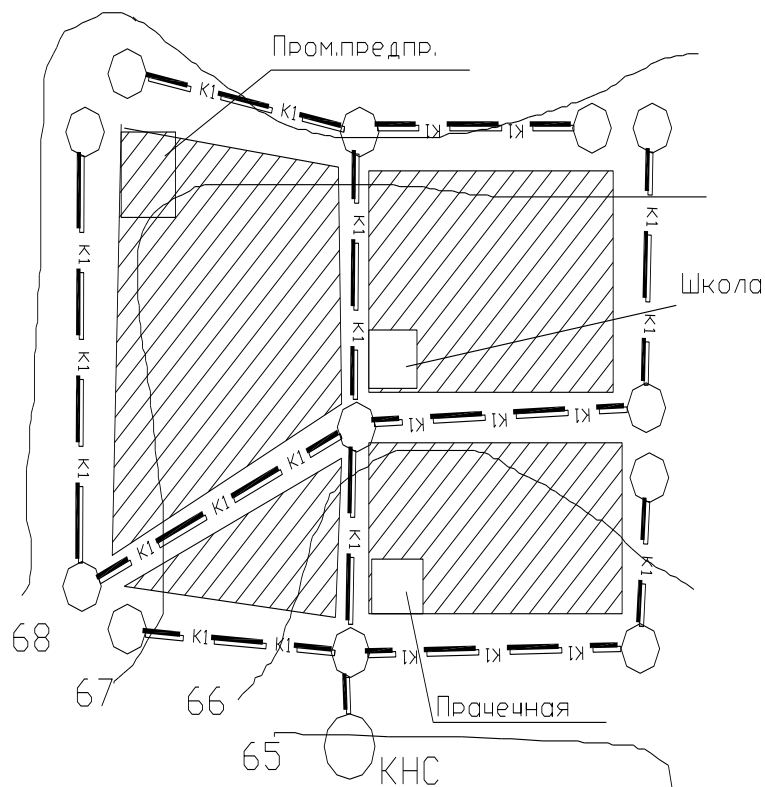


Рисунок 1 – Схема системы водоотведения населенного пункта

В отличие от водопровода сточная жидкость движется по трубам и коллекторам канализационной сети самотеком. При этом трубы, как правило, работают неполным сечением. Расчет канализационной сети включает:

- вычисление расчетных расходов сточных вод на участках;
- определение диаметров труб на участках;
- назначение такого уклона трубопровода, чтобы соблюдались соотношения:

$$V_{\min} < V_{\phi} < V_{\max},$$

где V_{\min} - минимальная расчетная скорость движения сточной жидкости, принимается по ТНПА в зависимости от расчетного наполнения;

V_{\max} - максимальная допустимая скорость движения сточной жидкости, принимаемая в зависимости от материала труб;

V_{ϕ} - расчетная скорость движения сточной жидкости;

З А Д А Ч А №8

Запроектировать хозяйственно-бытовую канализационную сеть для канализуемой территории (генплан согласно варианта. Построить профиль главного канализационного коллектора.

Методика расчета:

- на генплане населенного пункта трассируется водоотводящая сеть населенного пункта (рис.1.);

- на основании трассировки составляется расчетная схема водоотводящей сети (рис.2). На этой схеме узлы изображаются кружками, в которых указывается номер узла, а на выносках проставляется отметка земли и сосредоточенный расход сточной жидкости, поступающий в узел. На линиях указывается: номер участка, равный меньшему номеру узла, примыкающего к данному участку, длина участка, площадь территории стока, тяготеющей к рассматриваемому участку (площадь стока), га. Нумерация узлов начинается от самого удаленного, номера узлов по ходу движения сточных вод должны. Длина участка определяется по генплану, с учетом масштаба. Площадь стока, тяготеющую к рассматриваемому участку, следует определять предварительно разбив кварталы жилой застройки на площади стока, руководствуясь следующими правилами.

Квартал жилой застройки представляет собой прямоугольник, параллелограмм, трапецию, треугольник. В этом случае проводятся биссектрисы углов и соединив точки их пересечения получают площади стока, которые нумеруются. Определив с помощью линейки геометрические размеры вычисляют их площади.

Данные по площадям стока заносятся в табл.2.

Таблица 2 – Расчет площадей стока

Номер квартала	Номер площади стока	Расчет	Площадь	
			см ²	га
1	1.1			
	1.2			
	1.3			
	1.4			
2	...			
	...			
	...			
	...			

На основании табл.2 составляется табл.3 с помощью которой выполняется расчет площадей стока.

Таблица 3 – Расчет площадей стока участков водоотводящей сети

Номер участка	Тяготеющие площади стока	Площади, га	Общая площадь, га

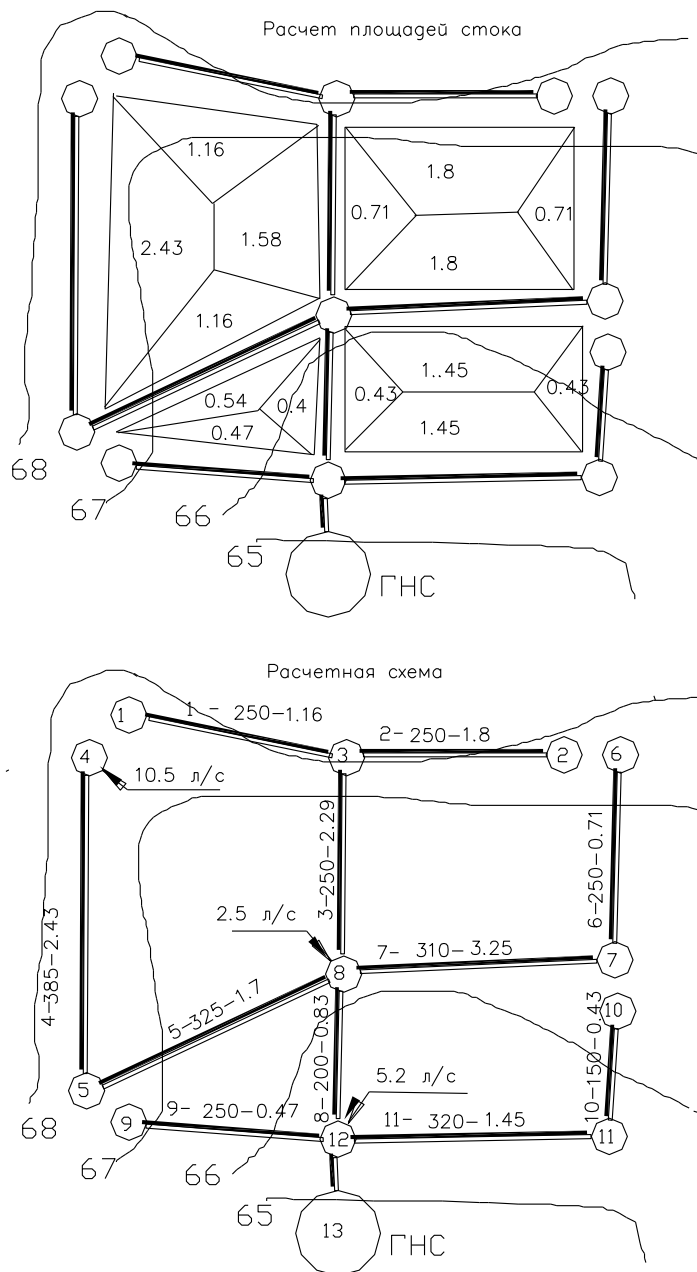


Рисунок 2. Расчет площадей стока, расчетная схема водоотводящей сети.

Площади стока наносятся на расчетную схему.

После составления расчетной схемы водоотводящей сети подготавливаются исходные данные для расчета водоотводящей сети на ЭВМ для этого формируются таблицы 4 и 5.

Таблица 4 – Информация об участках сети

Номер участка	Номера узлов		Длина участка, L, м	Площадь стока, F, га
	начало	конец		

Отметки земли в узлах водоотводящей сети определяются по генплану. Сосредоточенные расходы сточных вод принимаются в соответствии с исходными данными.

Таблица 5 – Информация об узлах сети

Номер узла	Отметка земли, Z, м	Сосредоточенный расход, Q _{соср.} , л/с

Расчет выполняется в диалоговом режиме по программе **KANS.EXE** результаты распечатать и по ним построить профиль (лабораторная работа №9).

Тема 10. Построение профиля водопроводной и водоотводящей сети
[#Теоретический раздел](#)

Профиль строится по программе ПРОФИЛЬ

РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Программа «Профиль» предназначена для автоматического вычерчивания продольных профилей наружных подземных инженерных сетей.

Для того чтобы построить профили, необходимо указать достаточно данных, позволяющих жестко и однозначно начертить чертежи.

Исходные данные вводятся в отдельном файле Excel. При желании исходные данные в любой момент можно поменять и перерисовать профили.

Программа из файла Setup.exe автоматически распаковывается и устанавливается в систему и внедряется в AutoCAD. После установки в AutoCAD появляется новая панель инструментов.

1 Установка и удаление программы

Для работы программы ПРОФИЛЬ необходимы следующие приложения:

- AutoCAD (начиная с 2006);
- MS Excel (любая версия);
- MS Word (желательно).

Программа ПРОФИЛЬ устанавливается и внедряется в AutoCAD автоматическим установщиком-распаковщиком (из файла Setup_profile.exe). Если у Вас установлено несколько разных версий AutoCAD, то программа ПРОФИЛЬ внедряется в тот AutoCAD, который в Вашей системе выбран по умолчанию (т.е. тот AutoCAD, который по умолчанию открывает все файлы dwg).

Путь распаковки файлов программы изменить нельзя, он постоянный:

C:\Weisskrahe\profile\

Если у Вас в системе нет диска C:\, то, к сожалению, данная программа не для Вас.

В конце процесса установки программа-установщик сама откроет AutoCAD, внедрит туда панель и завершит установку.

Итак, по окончании установки в AutoCADе появится новая панель инструментов (как показано на рис.7). О том, как ей пользоваться, см. следующие главы инструкции. Если по каким-либо причинам у Вас не появилась новая панель, попробуйте сделать следующее:

Откройте файл C:\Weisskrahe\profile\load\1.dwg

и потом закройте его.

Также после установки на Вашем рабочем столе появится файл-образец «profile.xls» (зачем он нужен см. далее), и ярлык на данную инструкцию.

Удаление программы ПРОФИЛЬ из Вашей системы следует осуществлять через Панель управления – Установка и удаление программ. Там в списке установленных программ в числе прочего будет строчка: Profile 3.0.

Или через: Пуск – Все программы – Профиль – Удалить Профиль.

2 Начало работы с программой

Для того чтобы начертить несколько (или один) профилей для своего проекта, скопируйте файл-образец «profile.xls» в свою папку. Этот файл нужен для ввода исходных данных. Он представляет собой книгу MSExcel. Скопировать его можно из любой предыдущей копии этого файла, либо из оригинала. После установки данной программы оригинал этого файла будет выложен на рабочий стол.

Файл «profile.xls» при желании можно переименовывать по своему усмотрению и создавать сколько угодно копий в одной папке. Следите только, чтобы расширение оставалось xls. Желательно конечно располагать этот файл в

той же папке, где и все остальные файлы Вашего текущего проекта (чертежи, расчеты, опросные листы, и т.п.). Просто для удобства.

В дальнейшем, при запуске программа каждый раз будет просить Вас указать Ваш файл с исходными данными. При этом она будет иметь ввиду именно этот файл.

Итак, приступим к вводу исходных данных.

Предполагается, что у Вас уже есть разработанный генплан с Вашими и чужими сетями, натурными и планировочными отметками местности.

Вы уже примерно определились, какие профили хотите начертить (т.е. разбили ваши разветвленные сети на несколько линейных участков).

Также предполагается, что Вы владеете программой MicrosoftExcel хотя бы на начальном уровне: заполнение ячеек, вставка и удаление строк, и т.п.

Все исходные данные (а также изменения в дальнейшем) нужно вносить в вышеупомянутый файл «profile.xls».

Рекомендуется при этом держать генплан перед глазами.

Можете его распечатать при желании.

Открываем файл «profile.xls»...

3 Ввод исходных данных и заполнение файла Excel

Ввод исходных данных – это всегда самый трудоемкий и сложный процесс при использовании любой программы. Ввод исходных данных требует внимательности.

Итак, файл «profile.xls» представляет собой книгу Excel и состоит из нескольких листов (вкладок):

«база данных» - это вспомогательный лист, его трогать не стоит, он недоступен для редактирования.

И три листа с названиями «1», «2», «3».

Перейдем на лист «1».

Сверху написано «ТАБЛИЦА РАСЧЕТА ЕДИНИЧНОГО ПРОФИЛЯ». На этом листе будем вносить все данные, касающиеся одного профиля. Это будет первый по порядку профиль (слева направо) который будет начерчен.

Чуть ниже большой надписи написано «Количество профилей в данном проекте». В этом поле поставьте общее количество профилей, которые Вы хотите начертить (натуральное число от 1 до 10 000). Под словом Профиль понимается отдельный линейный отрезок сети (например, в одной системе К1, если она разветвленная, может быть несколько профилей в данном проекте).

Каждый профиль в книге «profile.xls» описывается на отдельном листе, поэтому Вам нужно создать в данной книге столько листов, сколько профилей Вы только что указали. В настоящее время в этой книге 3 листа с профилями («1», «2», «3»). Лишние листы можете удалить. Для вставки новых листов проще всего просто скопировать существующий заполненный лист.

Для этого выделите нужный лист, нажмите правую кнопку, выберите

«переместить/скопировать», поставьте галочку «создавать копию», и выберите лист, перед которым хотите вставить вновь созданную копию.

Также можете создать пустой новый лист и вручную скопировать в него содержимое.

Для того чтобы создать новый лист, нажмите сверху на панели инструментов: Вставка – Лист. Возникнет новый пустой лист с названием «Лист 1».

Теперь нужно заполнить пустые листы:

1. Перейдите на лист «2» (или 1 или 3), нажмите Ctrl+A или Правка – Выделить всё;
2. нажмите Ctrl+C или Правка – Копировать.
3. Перейдите на пустой лист, встаньте в ячейку A1, нажмите Ctrl+V или Правка – Вставить. Всё содержимое листа «1» скопировалось в текущий лист.
4. Перейдите на следующий пустой лист, в ячейку A1, и снова нажмите Ctrl+V или Правка – Вставить. И так далее, по всем вновь созданным листам.

Теперь листы нужно переименовать. Листы должны называться натуральными цифрами по возрастанию, начиная с «1», например: «1», «2», «3», «4», «5»... Цифра в названии влияет на очередность прорисовки затем на чертежах.

Для того чтобы переименовать лист, щелкните правой кнопкой по его названию (снизу), в раскрывшемся меню выберите – Переименовать. Теперь введите соответствующую цифру и нажмите Enter. При желании можете перемещать листы относительно друг друга. Это ни на что не влияет.

Теперь Вы имеете столько листов с бланками, сколько профилей хотите начертить (проверьте, чтобы цифра, которую Вы ввели в самом начале на листе «1», совпадала с реальным количеством листов в Вашем файле).

Теперь перейдем на лист «1» и займемся описанием первого профиля.

3.1 Описание первого профиля. Общие данные о профиле

Сверху видите графу: Общие данные о профиле. Это данные, касающиеся всего профиля в целом. Заполните её, там всё понятно, кое-где стоят пояснения рядом, в скобках. **НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ при вводе любых, каких бы то ни было данных, ИСПОЛЬЗОВАТЬ КАВЫЧКИ (символ “).** Любые другие символы, в том числе скобки, можете использовать. Там, где явно требуется число, должно стоять число. Где текст – можете писать что угодно. Как правило, если Вы введете где-нибудь недопустимое значение, ячейка станет красной. Если это случится, обязательно обратите на это внимание.

Пункт «Подпись оси здания» - это текст, который будет дословно написан вдоль оси здания (если на данном профиле встретится ось). Если нет, можете не заполнять или оставить как есть.

Отметку условного горизонта вводить не надо. Вообще, **всё, что написано**

серым бледным цветом, трогать не надо.

Теперь переходим к следующей большой таблице. Это список всех узловых точек профиля: колодцев, углов поворота и т.п. (в дальнейшем узловые точки для простоты будем называть колодцами). В этом списке должно быть как минимум два колодца.

3.2 Описание колодцев

В данной таблице колодцев все колодцы расположены в строчках. Каждая одна строчка в таблице – это один колодец (или угол или точка). При желании Вы можете удалить некоторые строчки или вставить новые. Но ни в коем случае **не удаляйте первую и последнюю строчки**. В конце концов, в Вашем профиле должно быть хотя бы 2 колодца (точки). Вставлять новые строки нужно в середине таблицы, т.е. не надо вставлять новую между первой и второй, или между последней и предпоследней. Там просто формулы разные.

Примечание: Для того чтобы вставить новую строку в таблицу, выделите существующую строку, над которой Вы хотели бы вставить. Новые строки в Excel всегда вставляются сверху. Для выделения всей строки щелкните мышкой по номеру строки (это самая левая неактивная серая колонка с номерами по порядку). Вся строка должна стать синей. Теперь на панели инструментов (сверху) Вставка – Строки. Вставилась новая пустая строка. Можете вставить теперь еще одну, и еще... В общем столько, сколько нужно.

В целом количество строк в таблице колодцев должно равняться количеству колодцев (точек) в Вашем профиле. Теперь Вам нужно заполнить новые пустые строки формулами. Для этого выделите в существующей таблице все ячейки, находящиеся в одной строке над вновь вставленной пустой. Выделять нужно все ячейки, в том числе и серые бледные в конце. Например, если Вы вставили строку 19, то Вам нужно выделить ячейки с A18 по AM18 (это одна строчка таблицы). Теперь «расташтите» содержимое выделенных ячеек на все вновь вставленные строки.

Для справки, как это сделать: После выделения ячейки стали синими и обрамлены жирной черной границей. Теперь нужно навести курсор в нижний правый угол выделения и добиться, чтобы значок курсора превратился в маленький черный крестик. Теперь зажимаем левую кнопку мыши и тянем всю строчку вниз. При этом все нижележащие ячейки заполняются аналогичными формулами. Этот прием называется «растянуть».

При вставке новых строк у Вас должно получиться как на рис. 1, 2.

Значение – текст. Т.е. в эту графу можно писать любые символы кроме кавычек. Например:

ПГ-1(сущ.)

или УГ-2

Желательно делать названия не очень длинными, чтобы они не налезали друг на друга потом на профиле.

Если название будет начинаться со слова «Ось» (например, Ось В), программа будет считать, что это ось здания;

если с «УГ» (например, УГ-1), то – угол поворота трассы, без колодца.

если с «т» (например, т.2), то – точка на трассе, без колодца. Обычно так обозначают точки подключения к существующим сетям при безколодезной врезке.

графа 2. Угол поворота (заполнять необязательно)

Это угол поворота трубы в данной точке профиля, если он есть (в градусах). Значение – число, безо всяких градусов.

графа 3. Планир. отметка земли (заполнять необязательно)

Абсолютная отметка планировки в этой точке, если есть. Т.е. проектная отметка земли. Её может не быть, потому что трубопровод может проходить по участкам без проектной планировки. Значение – число.

графа 4. Натурн. отметка земли

Существующая отметка земли. Заполнять тоже необязательно, но в каждом колодце хотя бы одна отметка земли должна стоять: либо планировочная, либо натурная. Почему её может не быть: бывает так, что она просто неизвестна. Т.е. нам дана только проектная планировка местности. Такое бывает редко, но иногда случается. Значение – число.

графа 5. Расстояние до следующей точки, м (обязательно для заполнения)

Это длина участка от текущего колодца до следующего колодца по профилю. Профиль в этой программе рассматривается слева направо. То есть следующий колодец на чертеже будет располагаться справа от текущего, а в таблице – на строчку ниже. Расстояние до следующей точки надо поставить на всех колодцах кроме последнего. Значение – число.

графа 6. Трубы

▪ Тип

		Если трубы ПЭ, выберите SDR:		17	
		тоже не вставлять ↑		21	
клон йств.	отметка лотка действ.		коорди ната x	Глубин а колодц а, м	п
	<	>			
0,00	237,50	237,50	0,00	1,50	
0,00	237,40	237,40	51,84	1,75	

Тип - это материал трубы на данном участке (т.е. на участке от данного колодца до следующего).

Нужно ввести одно из следующих значений:

ПЭ – полиэтилен ПЭ 100, ГОСТ 18599-2001. Если система называется В1, будет принята труба питьевая, в противном случае – техническая. Также при выборе труб ПЭ Вы можете выбрать SDR для них (отношение диаметра к толщине стенки), см. рис. 3.

ПП – полипропилен (обычно на выпусках из здания);

ст – трубы стальные электросварные ГОСТ 10704-91;

чуг – трубы чугунные канализационные ГОСТ 6942.3-98.

▪ **Ø** – диаметр трубы на участке, в мм. Диаметр должен соответствовать типоразмерному ряду для выбранного материала труб.

графа 7. Требуемый уклон >>>, ‰

Это требуемый уклон на данном участке, в промиях. Это уклон, который Вы хотите изначально задать для данного участка. Впоследствии реальный уклон на участке может измениться, если будут заданы дополнительные условия (см. далее). Уклон считается слева направо. Если он положительный, тогда труба идет вниз. Его можно задать отрицательным, тогда труба пойдет вверх. Значение – число, может быть дробным и отрицательным.

графа 8. Требуемая отметка лотка* (необязательно)

Бывает так, что Вам нужно, чтобы в данный колодец труба пришла на конкретную заданную отметку. В таком случае поставьте свою отметку в эту графу. Тогда программа примет её как действительную отметку лотка в данном колодце и подгонит уклон на предыдущем участке.

Вы можете однозначно задать положение трубы либо уклоном участков, либо отметками в колодцах (точках). Причем отметки имеют приоритет. Если в графе 8 стоит отметка, уклоны будут проигнорированы.

На в первом колодце Вы должны обязательно поставить отметку лотка (синяя ячейка). Это отметка, от которой отсчитываются все остальные. Значение – число.

графа 9. точки *

Если в предыдущей колонке Вы поставили требуемую отметку, то программа пересчитает уклон на предыдущем участке таким образом, чтобы труба попала на указанную отметку. Этот уклон может оказаться очень большим, к тому же возникнет точка перегиба на профиле. Если Вы хотите, чтобы на нескольких участках подряд был одинаковый уклон, ограничьте группу участков знаками * в данной колонке. Тогда программа подгонит все уклоны на участках в указанном диапазоне таким образом, чтобы они были одинаковыми. Отметки в колодцах также пересчитаются автоматически. При использовании данного приема нужно соблюдать 2 правила:

а). Вы должны **ОБЯЗАТЕЛЬНО** поставить требуемую отметку в предыдущей колонке. Программа не может подгонять уклоны к неизвестной отметке.

б). Стоять должно две звездочки: первую надо поставить напротив

требуемой отметки (т.е. в текущем колодце), а вторую – выше по таблице (т.е. на каком-нибудь предыдущем колодце).

Таким образом, поставив две звездочки, Вы ограничили диапазон участков с постоянным уклоном. См. рис. 4, 5.

Номер точки/колодца	Угол поворота	Планир. отметка земли	Натурн. отметка земли	Расстояние до следующей точки, м	Трубы		Требуемый уклон >>>, %	Требуемая отметка лотка*	Точки *	Уклон действ.	отметка лотка действ.		координата
					тип	Ø					<	>	
Ось 1		239,00	239,18	51,84	ПЭ	315	2,00	237,50		2,00	237,50	237,50	0,00
ПГ-3		239,15	238,78	19,20	ПЭ	315	2,00			2,00	237,40	237,40	51,8
Уг-1	90	239,15	239,09	75,40	ПЭ	315	2,00			2,00	237,36	237,36	71,0
Уг-2	14	239,15	239,09	28,70	ПЭ	315	2,00			2,00	237,21	237,21	146,4
Уг-3			239,09	14,60	ПЭ	315	2,00			2,00	237,15	237,15	175,1
3			239,20	56,34	ПЭ	315	2,00			2,00	237,12	237,12	189,7
1			240,20	ОУГ			232,00	236,59	*	9,42	236,59	236,59	246,0

Рисунок 4 – Задание конкретной отметки в колодце 1.

Как видно, при этом уклон на предыдущем участке пересчитался и подошел к этой отметке.

Номер точки/колодца	Угол поворота	Планир. отметка земли	Натурн. отметка земли	Расстояние до следующей точки, м	Трубы		Требуемый уклон >>>, %	Требуемая отметка лотка*	Точки *	Уклон действ.	отметка лотка действ.		координата
					тип	Ø					<	>	
Ось 1		239,00	239,18	51,84	ПЭ	315	2,00	237,50		2,00	237,50	237,50	0,00
ПГ-3		239,15	238,78	19,20	ПЭ	315	2,00			2,00	237,40	237,40	51,8
Уг-1	90	239,15	239,09	75,40	ПЭ	315	2,00		*	4,39	237,36	237,36	71,0
Уг-2	14	239,15	239,09	28,70	ПЭ	315	2,00			4,39	237,03	237,03	146,4
Уг-3			239,09	14,60	ПЭ	315	2,00			4,39	236,90	236,90	175,1
3			239,20	56,34	ПЭ	315	2,00			4,39	236,84	236,84	189,7
1			240,20	ОУГ			232,00	236,59	*	9,42	236,59	236,59	246,0

Рисунок 5 – Группа участков с постоянным уклоном.

графа 10. Уклон действ.

Показывает результат расчетов. Непосредственно вручную изменять

цифру в этой графе не следует. Она необязательно будет совпадать с тем, что Вы ввели в графе «Требуемый уклон». Это тот уклон, который попадет на чертеж.

графа 11. Отметка лотка действ.

Это тоже результат расчетов. Вручную изменять эти цифры не следует.

▪ < лоток слева

▪ > лоток справа

Эти цифры различаются на величину перепада в колодце (если он задан в следующей графе).

графа 12. Координата х – это для программы, можно не обращать внимания.

графа 13. Глубина колодца, м

Показывает результат расчетов, это для справки. Когда будете задавать отметки труб и уклоны, сразу можете посмотреть в этой графе, какая получается глубина колодцев.

графа 14. Перепад >, м

Если в данном колодце Вы хотите поставить перепад, введите его сюда.

Положительный перепад – значит правая труба будет ниже левой.

графа 15. Подключение

Если в данном колодце/точке к проектируемому трубопроводу подключается другая труба (например, существующая сеть, или участок с другого профиля), то заполните эту графу.

а. Ø – диаметр подключаемой трубы, мм.

б. отм. – отметка подключаемой трубы. Эта отметка может быть Вам неизвестна доподлинно (бывает такое). Тогда на конце поставьте * (например: 214,25*). В таком случае на чертеже потом программа напишет примечание – отметку уточнить по месту.

графа 16. в. суц. – если подключаемая труба существующая, поставьте в этой графе звездочку (знак *).

Таким образом заполняем всю таблицу колодцев для данного профиля. Переходим к следующей таблице:

3.3 Описание пересечек

Пересечка – это участок какой-либо другой подземной коммуникации, пересекающий проектируемую трассу. В данном профиле пересечек может быть несколько, а может и вообще не быть. Для того чтобы нанести на чертеж пересечки, нужно заполнить таблицу пересечек. Эта таблица расположена чуть ниже. Рассмотрим по порядку колонки в этой таблице:

1. название

Любое текстовое значение (например, W1).

Существует несколько зарезервированных имен пересечек:

<> - электрокабель, на старых съемках обозначается ----<--> --- <--> ---

дор – дорога. Для неё вместо диаметра введите её ширину, м. Вместо отметки

лотка введите отметку дороги. Расстояние - до её оси;
 кан – канава. Условия ввода такие же как для дороги;
 пут – путепровод (эстакада);

ж/д – железная дорога стандартной колеи 1520 мм. Ширину можно не вводить. Все остальное как для дороги.

Если название начинается с цифры (например, 2В1), значит имеется ввиду две параллельные трубы одного диаметра, относящиеся к одной системе. На профиле они будут отображены соответственно.

Если Вы не введете название ни одной пересечки, будет считаться, что пересечек у Вас на данном профиле нет.

2. 0-сущ.; 1-проект.

Если пересечка проектируемая, поставьте 1, если существующая – 0.

3. Положение на профиле

а. расстояние

б. от точки

В этой графе задается положение пересечки на профиле по горизонтали. Чтобы это задать, найдите на генплане ближайший колодец/точку/угол на проектируемой трассе и измерьте расстояние от него до пересечки. И введите в эти две графы: измеренное расстояние, м, и название колодца/точки/угла. Если расстояние положительное, значит пересечка будет на профиле дальше (правее) указанного колодца. Если отрицательное – соответственно, ближе к началу профиля (левее). Пример заполнения см. рис. 6:

ПЕРЕСЕЧКИ												
назва ние	0-сущ., 1-проект.	положение на профиле		↓ или то, или это ↓		диам. пересе чки, мм	в этом месте				экви расст ние,	
		расстоя ние, м	от точки	глубина в свету, м	отметка лотка		отм.лот. наш.трубы	∅	план. отм.	натур. отм.		
K1	0	7	Ось 1	2,5	236,36	160	237,49	315	239,02	239,13	7	
дор	0	-14,2	ПГ-3		239,10	6	237,42	315	239,11	238,89	37,6	
кан	0	10	ПГ-3	1,0	238,15	4	237,38	315	239,15	238,94	10	
ж/д	0	5,8	Уг-2		239,09		237,00	315		239,09	5,8	
W1	1	17,5	Уг-2	0,7	238,39		236,95	315		239,09	17,5	
T1, T2	1	-7	1		237,5*	200	236,62	315		240,08	49,3	
Примечание: название пересечки может быть любым.												

Рисунок 6 – Описание пересечек

4. глубина в свету, м

если не знаете отметку лотка, можете ввести сюда глубину в свету (от земли до верха трубы). Тогда отметка лотка посчитается (с учетом диаметра).

5. отметка лотка

Или можете задать конкретную отметку лотка. На конце здесь можете поставить звездочку (например: 125,7*). Это значит – уточнить по месту.

6. диам. пересечки, мм

Следующие графы – для справки.

7. отм.лот. наш.трубы

вычисленная отметка лотка «нашего» основного трубопровода в точке

пересечения с данной пересечкой.

8. Ø - диаметр «нашей» трубы в данной точке.
9. план. отм, натур. отм – отметки земли в данной точке.

4 Загрузка программы и настройка параметров

Итак, ввод исходных данных закончен. Теперь закройте Excel(обязательно) и откройте файл чертежа AutoCAD. Ваш файл dwg должен находиться в той же папке.

После установки программы Профиль в AutoCAD должна появиться новая панель инструментов (рис. 7). Её можете двигать как любую другую панель, по желанию.

Для того, чтобы воспользоваться программой, её нужно сначала загрузить в AutoCAD. Для этого нажмите кнопку «Загрузить» на панели (рис. 8).

В командной строке появится надпись:
Программа ПРОФИЛЬ загружена!

Таким образом Вы загрузили программу в оперативную память AutoCAD. После этого она будет доступна в течение всего сеанса работы. Т.е. пока Вы не закроете текущий файл чертежа. Если Вы потом откроете файл снова и захотите воспользоваться программой, нужно будет снова её загрузить. Программа всегда загружается в текущий файл чертежа (рисунок). В других файлах она будет недоступна (при многодокументном режиме работы).

Итак, программа загружена.

Теперь при желании можно зайти в настройки программы и установить их по своим требованиям или по своему вкусу (заходить в настройки необязательно, можно пропустить этот шаг и сразу запустить программу). Настройки относятся в основном к оформлению готовых чертежей.

Для того чтоб зайти в настройки, нажмите кнопку «Настройки» (рис. 9, справа).

На экране появится диалоговое окно настроек (рис. 11, на след стр.). Рассмотрим по очереди все пункты:

1. Масштабы профиля

Можете установить по своему желанию масштабы по горизонтали и вертикали. Масштабы Вы можете

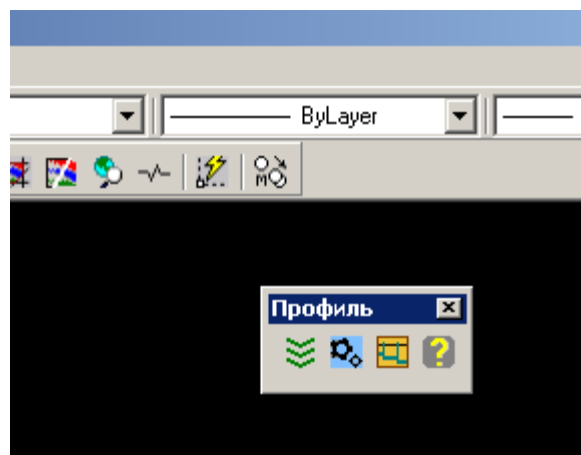
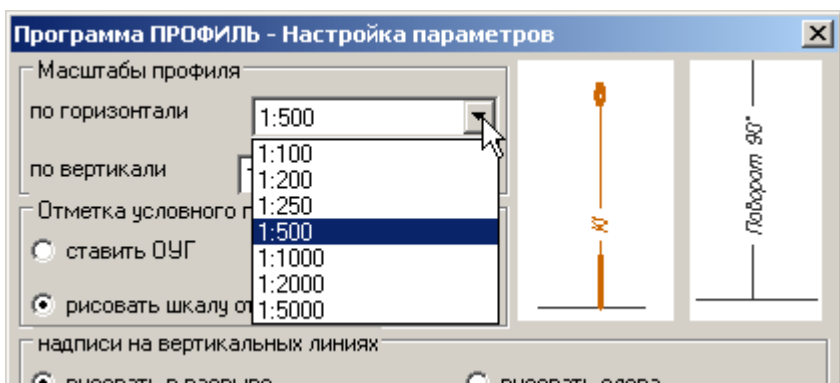
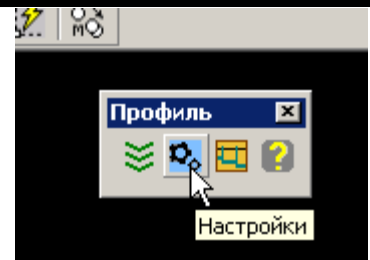
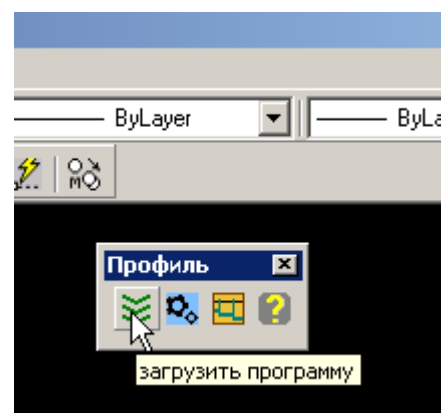
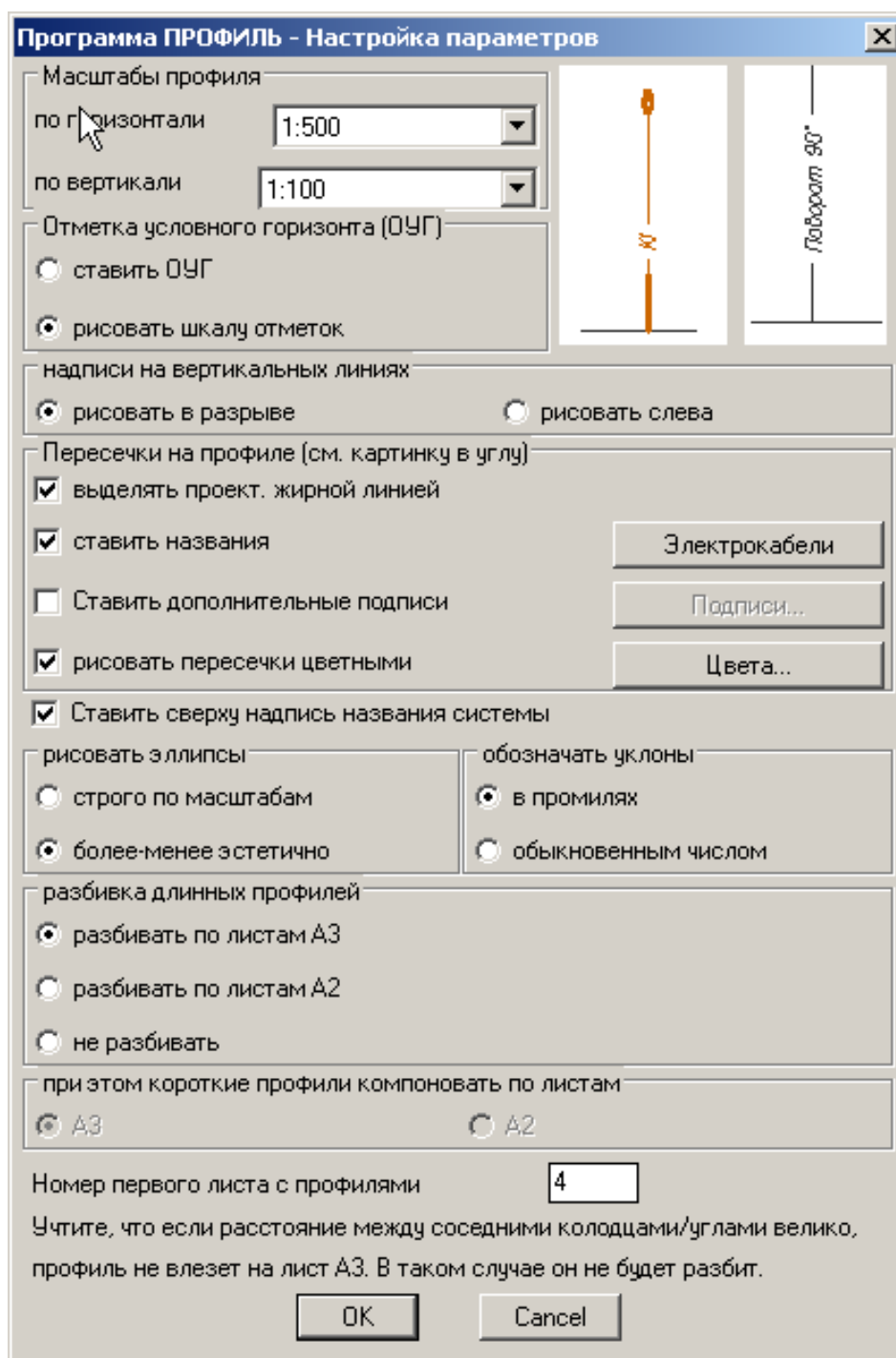


Рисунок 7 - Новая панель



выбрать из раскрывающегося списка (рис. 10 справа).

2. Отметка условн. горизонта.



Можете выбрать: ставить на чертежах ОУГ, либо рисовать шкалу отметок.3. Надписи на вертикальных линиях. Рисовать надписи в разрыве линии/рисовать слева. На картинке сверху сбоку это интерактивно отображается.

4. Пересечки на профиле. Их можно оформить по-разному. В зависимости от Вашего выбора будет интерактивно изменяться картинка пересечки в углу.

5. Выделять проект. жирной линией – ставить жирную линию или нет. Попробуйте убрать и поставьте галочку и посмотрите на картинку. Вам все будет понятно.

6. Ставить названия – ставить названия на линии, типа К1.

7. Ставить доп. подписи – рядом с каждой пересечкой будет выноска с полным названием и описанием пересечки (по ГОСТу это необязательно). Если поставите тут галочку, Вам будет доступна кнопка:

8. Кнопка «Подписи...». При нажатии появляется еще одно окно (рис. 12). Здесь можете ввести полные названия для различных систем, которые встречаются в Ваших проектах. Это как раз тот текст,

Рисунок 11 - Окно настроек

который будет написан на полочке-

выноске при простановке дополнительных подписей для пересечек. Там есть ряд стандартных систем, для которых названия уже определены. Вы можете

добавить в этот список свои. Также можно переопределить стандартные названия. Например, в стандартном списке есть система W2, для неё будет подпись «Электрокабель 6 кВ». А Вам, например нужно, чтобы к ней писалось «Электрокабель 10 кВ», тогда внизу введите своё название (см. рис. 12, на след. стр.). Пользовательские названия имеют приоритет. При нажатии ОК данные сохраняются, при нажатии Cancel – нет (ну как везде).

9. Рисовать пересечки цветными. В данной программе возможно рисование пересечек разным цветом (для удобства их отличия). Распечатать Вы это потом можете монохромно, или с цветом. Если поставите галочку, Вам будет доступна кнопка:

10. Кнопка «Цвета...». При нажатии появляется еще одно окно (рис. 13).

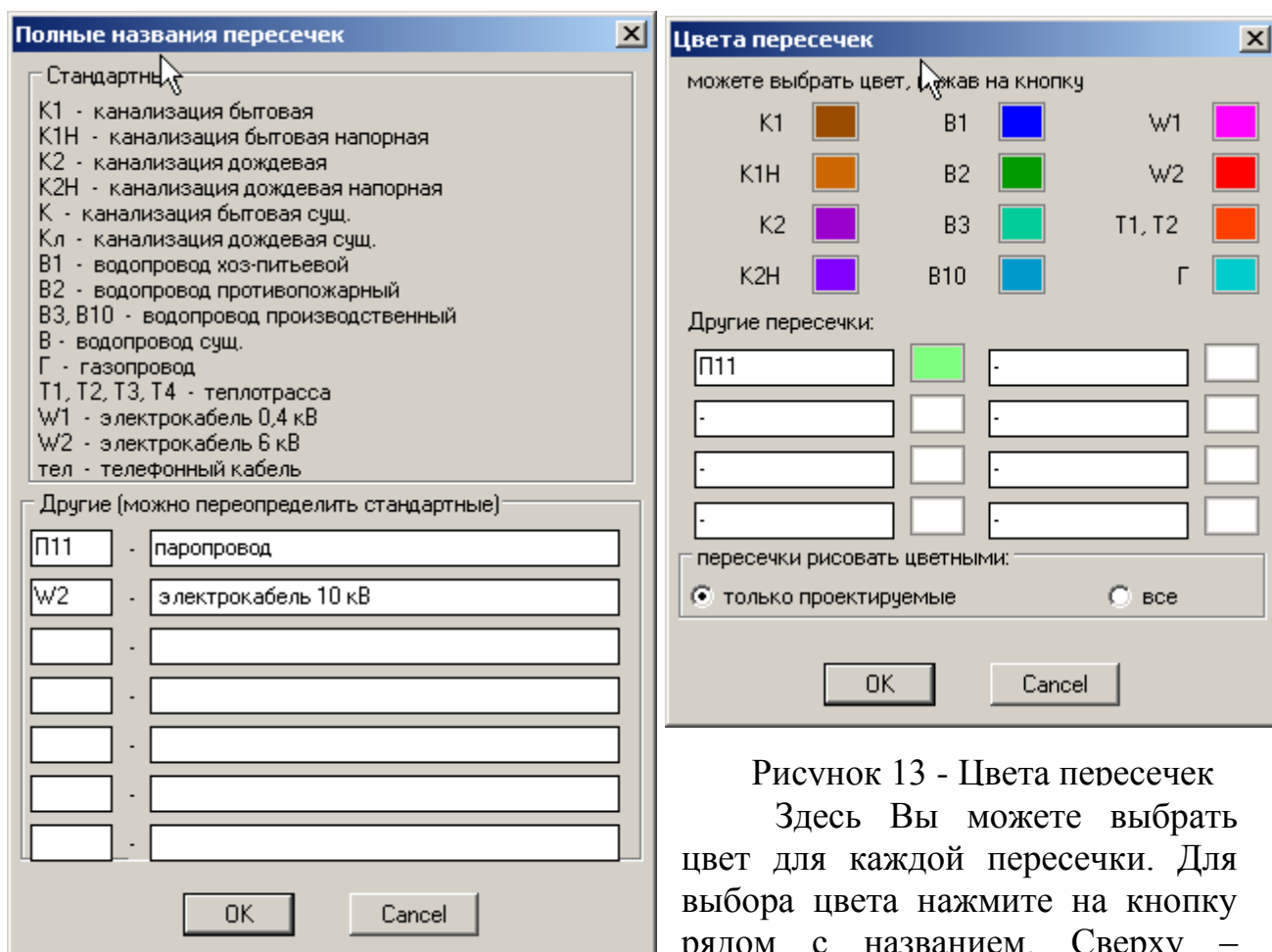
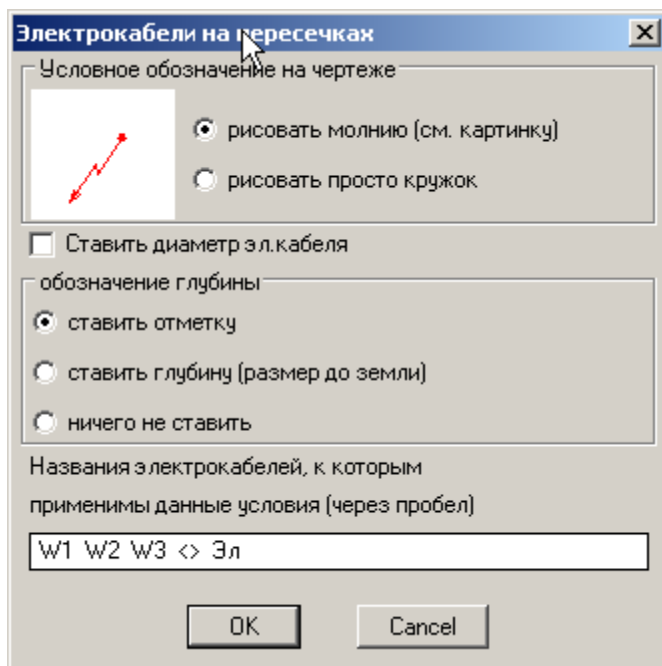


Рисунок 6 - Названия пересечек

Рисунок 13 - Цвета пересечек
Здесь Вы можете выбрать цвет для каждой пересечки. Для выбора цвета нажмите на кнопку рядом с названием. Сверху – стандартные названия. Снизу – можете добавить свои. Если в

проекте встретятся пересечки, для которых цвет здесь не определен, они будут нарисованы с цветом «По слою». Ниже можно выбрать: рисовать цветными только проектными пересечками или все. Идем дальше.

11. Кнопка «Электрокабели». При нажатии появляется окно (рис. 14).



Здесь можете выбрать способ отображения электрокабелей на чертежах.

а. рисовать молнию/кружок

б. Ставить диаметр эл. кабеля. Подписывать на чертеже значение диаметра или нет. Имеет смысл поставить галочку, если у Вас в электрокабели, например, в трубах заложены, и их диаметр играет роль.

в. обозначение глубины: каким образом на чертеже будет обозначаться глубина заложения эл.кабеля.

г. Названия электрокабелей, к которым применимы данные

условия. Здесь нужно перечислить названия систем, для которых будут применяться выбранные здесь форматы. Эти названия необязательно должны встречаться в каждом проекте, но те названия, которые есть в проекте, должны здесь присутствовать. Если их здесь не будет, программа нарисует их как обычный трубопровод.

Возвращаемся в первичное окно:

12. Ставить сверху надпись названия системы – если да, то сверху каждого профиля будет проставлено название системы, к которой он принадлежит (например, «B2»).

13. Рисовать эллипсы строго по масштабу / более-менее эстетично. Иногда при большой разности масштабов эллипсы получаются практически как черточки. Чтобы этого избежать, можно выбрать «более-менее эстетично».

14. Обозначать уклоны в промилях / обыкновенным числом. Стиль отображения уклона в таблице под профилем. Например, «2,4‰» или «0,0024».

15. Разбивка длинных профилей.

В данной программе есть возможность разбить длинные профили по стандартным форматам А2/А3 (для удобства распечатки). Можно поставить А2, А3, или «не разбивать». В последнем случае длинные профили будут нарисованы во всю длину без разбивки, а рамка обведена вокруг.

Если Вы выберете разбивку, к примеру, по листам А3, возможно, что некоторые Ваши профили не удастся разбить по таким листам. Это в том случае, если там расстояние между соседними колодцами превышает размер листа (с учетом масштаба), т.е. длина одного участка больше чем длина листа. В этом случае профиль не будет разбит, а будет нарисован без разбивки. Все остальные будут разбиты.

16. При этом короткие профили компоновать по листам...

Если в предыдущем пункте Вы выбрали «не разбивать», то нужно выбрать здесь, по каким форматам следует компоновать короткие профили: по листам А2 или А3. Если будет несколько коротких профилей, они будут сгруппированы по

листам выбранного размера.

17. Номер первого листа с профилями.

В этом поле введите номер листа, с которого начнутся профили. По умолчанию там стоит 4 (обычно первые 2 листа – общие данные, 3 лист – план).

Все.

При нажатии ОК. Все введенные изменения сохраняются. При нажатии Cancel – нет. Настройки сохраняются в отдельный файл. Они сохраняются даже после перезагрузки компьютера. При следующем обращении к настройкам там будут отображаться ранее введенные.

Вы в любой момент можете вернуться к этому окну и изменить настройки. А можете больше не возвращаться. 5 Запуск программы и получение готовых чертежей

Для запуска программы нажмите кнопку «Запуск» на панели инструментов (рис. 15).

После этого Вам будет сразу же предложено указать Ваш файл с исходными данными (заполнение этого файла см. раздел 3). После выбора файла следите за тем, что будет написано в командной строке.

Дождитесь, пока программа задаст вам вопрос, либо закончит свою работу. Вопросы и сообщения - в командной строке AutoCAD.

Вопросы могут быть следующего типа:

Проверьте, закрыт ли Excel? Если нет, переключитесь и закройте. [Enter] (при открытом Excel программа зависнет, т.к. она должна к нему обращаться, а Excel не допускает, чтобы его одновременно открывали несколько пользователей) Если Excel у Вас закрыт, просто нажмите Enter, если нет – закройте его, а затем нажмите здесь Enter.

Введите номера профилей, которые хотите начертить (напр: 2, 5-7) [Enter-все]

Вы можете начертить не все профили, которые заданы у Вас в файле Excel. Например, Вам в этот раз нужно начертить только профиль №5 (профиль, расположенный в файле Excel на листе «5»). Тогда вводите «5» и Enter. Если нужно, например, начертить с 4-го по 8-ой, то вводите: «4-8» и Enter. Или, например, первый и четвертый: «1, 4» и Enter. Если Вы хотите начертить все, то просто нажмите Enter.

Укажите точку для начала рисования (левый нижний угол первого листа):

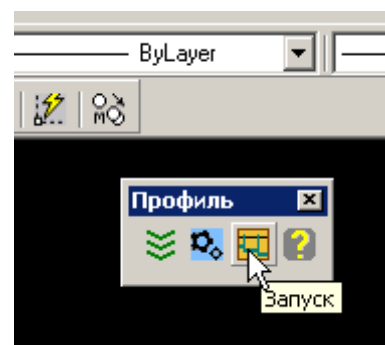
В ответ на это нужно ткнуть мышкой в нужное Вам место. От этой точки программа будет рисовать все чертежи.

Также по ходу программа может запрашивать у Вас точки для простановки второстепенных надписей. Например:

С какой стороны поставить отметку? введите точку:

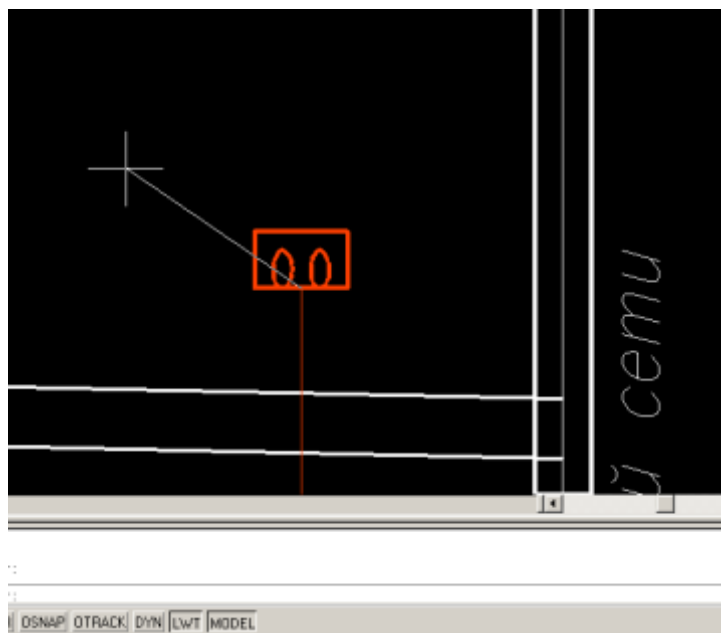
Где поставить надпись? Укажите точку 1:

Укажите точку 2:



Когда проставляется отметка, у Вас запрашивается точка только для того, чтобы определить, на какую сторону следует ориентировать символ отметки. Конкретная координата точки в этом случае не имеет значения. Важно лишь, с какой стороны она будет от исходной точки (рис. 16).

Ну, и так далее. В основном, Вам нужно вводить точки для того, чтобы различные объекты и надписи на чертеже, по возможности, не налезали друг на друга и выглядели более-менее эстетично.



После последнего листа с чертежами программа автоматически нарисует две таблицы:

- таблица суммарных длин труб;
- таблица глубин колодцев.

Эти таблицы Вам пригодятся потом при составлении таблицы колодцев и спецификации.

По окончании программы посреди экрана выскочит окошко с сообщением, что, мол, все готово.

Готовые чертежи представляют собой набор обычных примитивов AutoCAD (линии, окружности, текст...). Поэтому можете править чертежи как хотите обычными средствами AutoCAD.

Можете также вернуться в Excel, изменить некоторые параметры, сохранить, закрыть Excel, вернуться в AutoCAD, запустить программу заново и получить новые, измененные чертежи.

2 ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.

Структура ЭУМК

Методические рекомендации к выполнению лабораторных работ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1 Расчет внутренней водопроводной сети на ЭВМ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2 Расчет зон санитарной охраны из подземных источников по программе «ZONE»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3 Расчет ступенчатого графика водопотребления с помощью табличного процессора EXCEL

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 Расчет оптимального режима работы насосной станции второго подъема

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5 Гидравлический расчет кольцевой водопроводной сети на ЭВМ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6 Расчет кольцевой водопроводной сети на случай максимального часового водопотребления с учетом возникновения пожара

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7 Анализ и оптимизация кольцевой водопроводной сети с помощью программы EXCEL

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8 Расчет хозяйственно-бытовой водоотводящей сети

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9 Построение профиля водопроводной и водоотводящей сети

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1 Расчет внутренней водопроводной сети на ЭВМ

Практический раздел

Цель работы: Выполнить расчет внутреннего холодного водопровода по программе VN-F.BAS.

1. В соответствии с вариантом, указанным преподавателем вычертить (или загрузить в AutoCadсм.папку «Аксонметрические схемы холод. водопровода») аксонметрическую схему (АС) системы холодного внутреннего водопровода.
2. На АС наметить главное направление, диктующий стояк, диктующий прибор.
3. Разбить главное направление на расчетные участки.
4. Заполнить таблицу исходных данных.

Исходные данные для схемы внутреннего водопровода.

№ участка	Количество приборов, подключенных к расчетному участку, шт.				Длина участка , м.
	Ванна со смесителем общим для ванны и умывальника	Мойка со смесителем	Смывной бачок унитаза	Всего	
1					
2					
3					

5. Загрузить QBASIC;
6. Открыть файл “VNF.BAS” и запустить программу (нажатием клавиши F5).
7. Выполнить расчет в соответствии с заданием в диалоговом режиме, пользователь вводит информацию по подсказке машины.
8. Распечатать результаты в виде двух таблиц и результатов по расчету напора и отметок.
9. На аксонметрическую схему нанести диаметры всех участков.

Примечание :

Количество потребителей воды принять равным количеству установленных приборов.
Расход холодной воды одним потребителем в час максимального водопотребления - 5.6 л/ч;
Секундный расход холодной воды – 0.2 л/с;
Норма расхода холодной воды в сутки наибольшего водопотребления 130 л/сутки.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2 Расчет зон санитарной охраны из подземных источников по программе «ZONE»

[Практический раздел](#)

Цель работы: **Выполнить расчет границ второго и третьего поясов зон санитарной охраны из подземных источников по программе «ZONE»**

Порядок выполнения:

Чтобы примеры выполнять, необходимо с помощью программы «Zone» указать имена и путь выходных файлов применительно к Вашей конфигурации или развернуть архив в C:\ZONE.

Работа с программой начинается после запуска выполняемого файла zone.exe. В результате на экране появляется главная форма программы (рис.3.1).

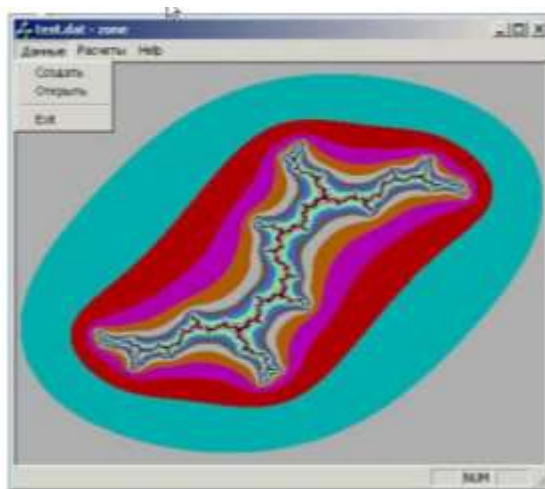


Рис.3.1. Главная форма программы ZONE

3. Подготовка данных

Подготовка данных производится нажатием кнопки 'Данные' на главной форме (рис.3.1). Далее можно:

4. создать новый файл данных;
5. открыть или отредактировать существующий файл (расширение *.txt);
6. завершить выполнение программы.

В первых двух случаях на экране появляется следующая форма (рис. 3.2):

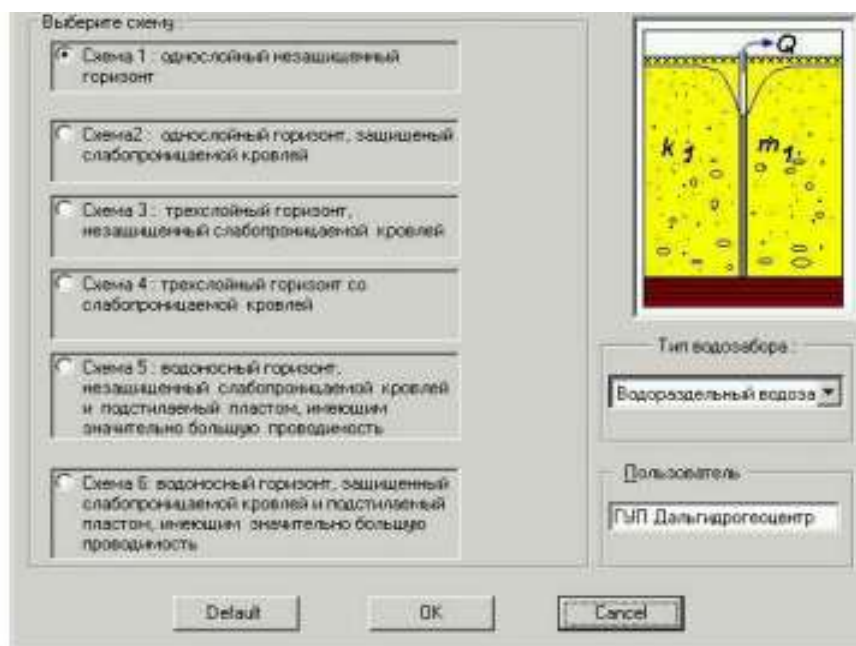


Рис. 3.2. ФОРМА ДЛЯ ВЫБОРА СХЕМЫ ФИЛЬТРАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ СЕТЕЙ

Эта форма позволяет выбрать или откорректировать схему фильтрации подземных вод и тип водозабора. После выбора схемы нажатием кнопки 'OK' позволяет перейти к следующей форме (рис.3.3).

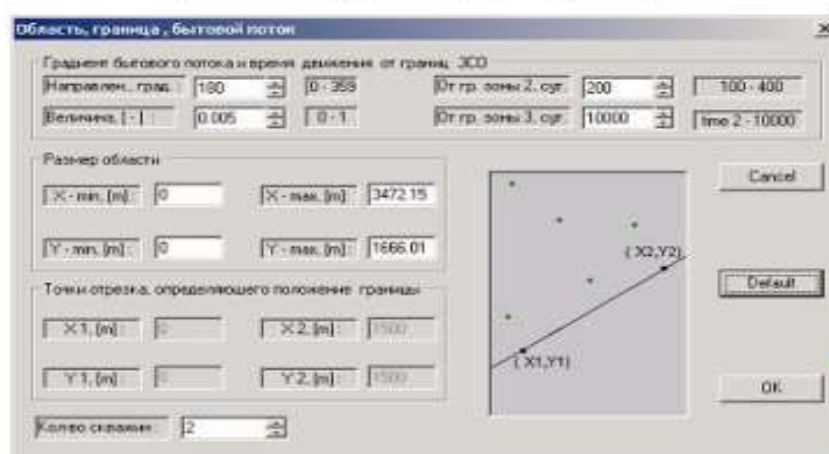


Рис.3.3. ФОРМА ДЛЯ ЗАДАНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И КОЛИЧЕСТВА СКВАЖИН

Форма, представленная на рис. 3.3 позволяет задать:

8. α – угол между направлением бытового потока и осью 'X' (см. рис.1) измеряемый в градусах;
9. величину градиент бытового потока $i=(h_2-h_1)/L$;
10. время движения частиц от границы второго пояса до водозаборных скважин T_2 ;
11. время движения частиц от границы третьего пояса до водозаборных скважин T_3 ;
12. размеры области поражаемой на экране;
13. координаты отрезка аппроксимирующего русло водоема;
14. общее количество водозаборных скважин.

Примечания:

1) Размеры области (пункт 4) трудно угадать заранее. Их можно уточнить после предварительных расчетов ЗСО.

2) координаты отрезка (пункт 6) задаются только для береговых водозаборов.

Нажатие кнопки 'ОК' позволяет перейти к форме для задания фильтрационных параметров (ри.3.4).

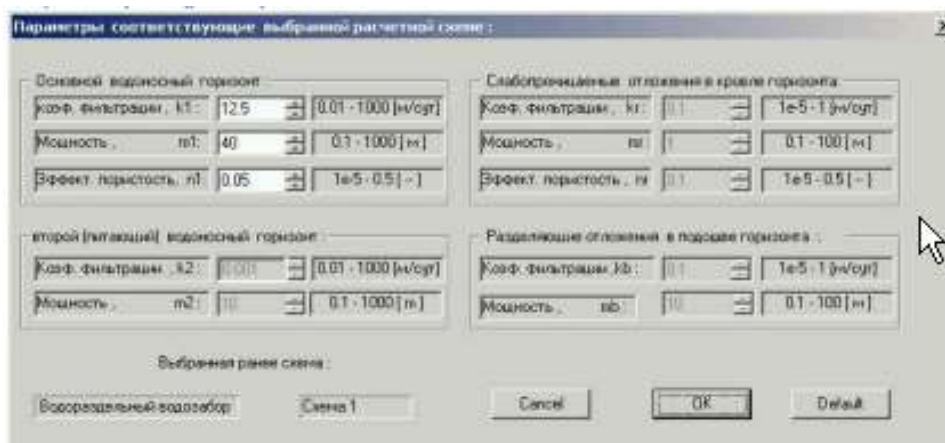


Рис.3.4. ФОРМА ДЛЯ ЗАДАНИЯ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ

На этом этапе производится ввод фильтрационных параметров:

11. коэффициента фильтрации основного водоносного горизонта, $k1$;
12. мощности основного водоносного горизонта, $m1$;
13. эффективной пористости основного водоносного горизонта, $n1$;
14. коэффициента фильтрации слабопроницаемых отложений, экранирующих основной водоносный горизонт, kr ;
15. мощности слабопроницаемых отложений, экранирующих основной водоносный горизонт, mr ;
16. эффективной пористости слабопроницаемых отложений, экранирующих основной водоносный горизонт, nr ;
17. коэффициента фильтрации питающего водоносного горизонта, $k2$;
18. мощности питающего водоносного горизонта, $m2$;
19. коэффициента фильтрации слабопроницаемых отложений, отделяющих основной водоносный горизонт от питающего, kb ;

20. мощности слабопроницаемых отложений, отделяющих основной водоносный горизонт от питающего, *mb*.

Примечания:

- 1) Под основным водоносным горизонтом подразумевается тот, для водозаборных скважин которого, производится обоснования ЗСО.
- 2) Пункты 1-3 активны для всех схем. Остальные пункты активны при выборе соответствующих им схем.

Нажатие кнопки 'ОК' позволяет перейти к форме для задания скважин (рис. 3.5).

Рис. 3.5. ФОРМА ДЛЯ ЗАДАНИЯ СКВАЖИН

Нажатие кнопки 'ОК' позволяет записать подготовленный файл данных в формате *.txt. На этом этапе подготовка данных заканчивается.

4. Расчеты ЗСО

Нажатие кнопок 'Расчеты' > 'Зоны санитарной охраны' на основной форме (рис.3.2.) приводит к запуску формы для открытия ранее подготовленных данных.



Рис.3.6. Форма для открытия входных данных и завершения расчетов
Вместе с программой поставляются примеры:

4. *Input/test* расчеты ЗСО для одиночного берегового в изолированном пласте;
5. *Input/test* расчеты ЗСО для одиночного берегового в пласте с перетеканием;
6. *Input/object* расчеты ЗСО для группы водозаборных скважин, пробуренных в изолированном водоносном горизонте.

Если открыть файл *Input/object/object/txt*, на экране *появляются водозаборные скважины (рис.9)*.

На форме, представленной на рис.9, первоначально активной является скважина №1. Если расчеты ЗСО производятся для другой скважины, то ее можно выбрать щелчком левой кнопки мыши. На рис.9 показано, что активной является скважина №12. Она выделена черным цветом. Если расчетных скважин несколько, то в процессе вычислений в произвольном порядке производится выбор всех скважин.

5. Окончательное представление результатов расчетов

В результате расчетов формируется выходной файл в формате *'dxf'* с траекториями и отметками на них, соответствующих второму и третьему поясам ЗСО. Имя выходного файла и путь к нему, ранее установлены при подготовке данных (см. форму представленную на рис. 3.5)

Отметки на траекториях имеют следующий смысл:

3. красный кружок– граница второго пояса;
4. синий кружок– граница третьего пояса.

Для окончательного представления результатов в графических документах проекта файл *'dxf'* может быть импортирован в большинство из

известных ГИС. Далее по отметкам границ второго и третьего поясов необходимо провести линии соответствующие этим границам. На рис.12 показано проведение границы второго пояса в ГИС Mapinfo.



ЗАДАЧА: Выполнить расчет границ второго и третьего поясов зон санитарной охраны из подземного источника по программе "ZONE" для водораздельного водозабора, гидрогеологические условия соответствуют схеме №2, исходные данные принять в соответствии со своим вариантом (таблица 2.1).

Таблица 2.1 Исходные данные к лабораторной работе №2

											координаты скважин, м								
№ варианта	направление градиента бытового потока, град.	величина градиента бытового потока	время движения 2-ой пояс, сут.	время движения 3-ой пояс, сут.	размер области, ВхL, м.	Количество скважин, шт.	коэффициент фильтрации основного водоносного горизонта, м.	мощность основного водоносного горизонта, м.	коэффициент фильтрации слабопроницаемого горизонта, м.	мощность слабопроницаемого горизонта, м.	X1	Y1	X2	Y2	X3	Y3	X4	Y4	Расход воды из скважины м3/сутки
1	30	0,1	200	450	1000X1000	3	10	20	0,1	10	100	120	180	140	360	160	420	240	-190
2	60	0,2	250	500	1000X1000	3	15	30	0,2	10,5	110	125	190	145	375	170	450	250	-200
3	90	0,1	280	480	1000X1000	4	18	35	0,3	11	120	130	200	150	390	180	480	260	-300
4	120	0,15	210	520	1000X1000	3	12	25	0,1	11,5	130	135	210	155	405	190	510	270	-350
5	150	0,12	230	600	1000X1000	4	15	28	0,12	12	140	140	220	160	420	200	540	280	-400
6	180	0,18	240	590	1000X1000	4	18	30	0,15	12,5	150	145	230	165	435	210	570	290	-300
7	30	0,1	200	450	1000X1000	4	10	30	0,1	13	160	150	240	170	450	220	600	300	-190
8	60	0,2	250	500	1000X1000	4	15	29	0,2	13,5	170	155	250	175	465	230	630	310	-200
9	90	0,1	280	480	1000X1000	4	18	28	0,3	14	180	160	260	180	480	240	660	320	-300
10	120	0,15	210	520	1000X1000	4	12	17	0,1	14,5	190	165	270	185	495	250	690	330	-350
11	150	0,12	230	600	1000X1000	4	15	18	0,12	15	200	170	280	190	510	260	720	340	-400
12	180	0,18	240	590	1000X1000	4	18	25	0,15	15,5	210	175	290	195	525	270	750	350	-300
13	30	0,1	200	450	1000X1000	4	10	30	0,1	16	220	180	300	200	540	280	780	360	-190
14	60	0,2	250	500	1000X1000	4	15	29	0,2	16,5	230	185	310	205	555	290	810	370	-200
15	90	0,1	280	480	1000X1000	4	18	28	0,3	17	240	190	320	210	570	300	840	380	-300
16	120	0,15	210	520	1000X1000	4	12	17	0,1	17,5	250	195	330	215	585	310	870	390	-350
17	150	0,12	230	600	1000X1000	4	15	18	0,12	18	260	200	340	220	600	320	900	400	-400
18	180	0,18	240	590	1000X1000	4	18	25	0,15	18,5	270	205	350	225	615	330	930	410	-300

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3 Расчет ступенчатого графика водопотребления с помощью табличного процессора EXCEL

Практический раздел

Цель работы: Выполнить расчет и построить ступенчатый график водопотребления населенного пункта.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Водопотребление (отбор воды из водопроводной сети) в населенном пункте колеблется в течении года, а также в течении суток.

Правильно запроектированная водопроводная сеть населенного пункта должна обеспечить всех потребителей водой при максимально часовом водоотборе в сутки наибольшего водопотребления. Сутки наибольшего водопотребления приходятся на летнее время, максимально часовой водоразбор - чаще на утренние часы.

В населенном пункте вода используется различными потребителями: населением для удовлетворения хозяйственно-питьевых нужд; промышленными предприятиями на технологические нужды и хоз-питьевые нужды работающих; на тушение пожаров и полив зеленых насаждений.

При проектировании водопроводной сети максимальный часовой расход определяется на основании ступенчатого графика водопотребления, который строится с учетом режимов водопотребления всех категорий водопользователей.

Режим потребления воды на хоз-питьевые нужды населения принимается на основании опыта эксплуатации коммунальных водопроводов аналогичной мощности. Режим потребления воды на технологические нужды промышленных предприятий принимается чаще равномерным в течение рабочего времени промпредприятия.

Режим потребления на хоз-питьевые нужды принимается в соответствии с характеристикой цехов и режимом их работы.

ЗАДАЧА. Выполнить расчет суточного графика водопотребления населенного пункта. Вода используется для хоз-питьевых целей населения, технологические нужды промпредприятия и хоз-питьевые нужды работающих.

Порядок выполнения работы.

1. Загрузить табличный процессор **EXCEL**
2. Открыть файл для расчета ступенчатого графика tabl. xls.
3. В ячейки "С7 – С30, Е7 – Е30" вводится водопотребление в % на хозяйственно-питьевые нужды населенного пункта по районам в зависимости от коэффициента максимальной часовой неравномерности.
4. В ячейки "D32, F32" вводится численное значение суточного водопотребления на хоз-питьевые цели населения в м³/сут по зонам застройки соответственно.
5. Столбец "Н" и "О" заполняются в соответствии с режимом работы промпредприятия. Время работы принять:

- 1-я смена – с 9 до 16 ч включительно;
- 2-ая смена – с 17 до 24 ч включительно;
- 3-я смена – с 1 до 8 ч включительно.

Поскольку потребление воды на технологические нужды за смену приняты за 100%, то в каждый час работы расходуется $100/8=12,5\%$ от $Q_{\text{смены}}$.

6. Редактируются ячейки "Н33 – Н35", в которые вводятся численные значения расходов воды на технологические цели промпредприятия за каждую смену в $\text{м}^3/\text{см}$;

7. Редактируется содержимое ячеек "J33 – J35, L33 – L35", в которые вводится водопотребление на хозяйственно-питьевые нужды работающих на промышленном предприятии в холодных и горячих цехах соответственно;

8. В ячейки M7, M15, M23 заносятся численные значения расходов воды, приходящиеся на душевые нужды в $\text{м}^3/\text{см}$. Необходимо учитывать, что работающие на промпредприятиях принимают душ в течение 45 мин после окончания смены.

9. Аналогичные расчеты проводятся для второго промышленного предприятия.

10. Редактируются ячейки "V32, X32 и Z32", в которые вводятся значения расходов воды на нужды бани, прачечной и столовой соответственно.

11. После расчета сводной таблицы водопотребления строится график водопотребления по значениям столбца "AA".

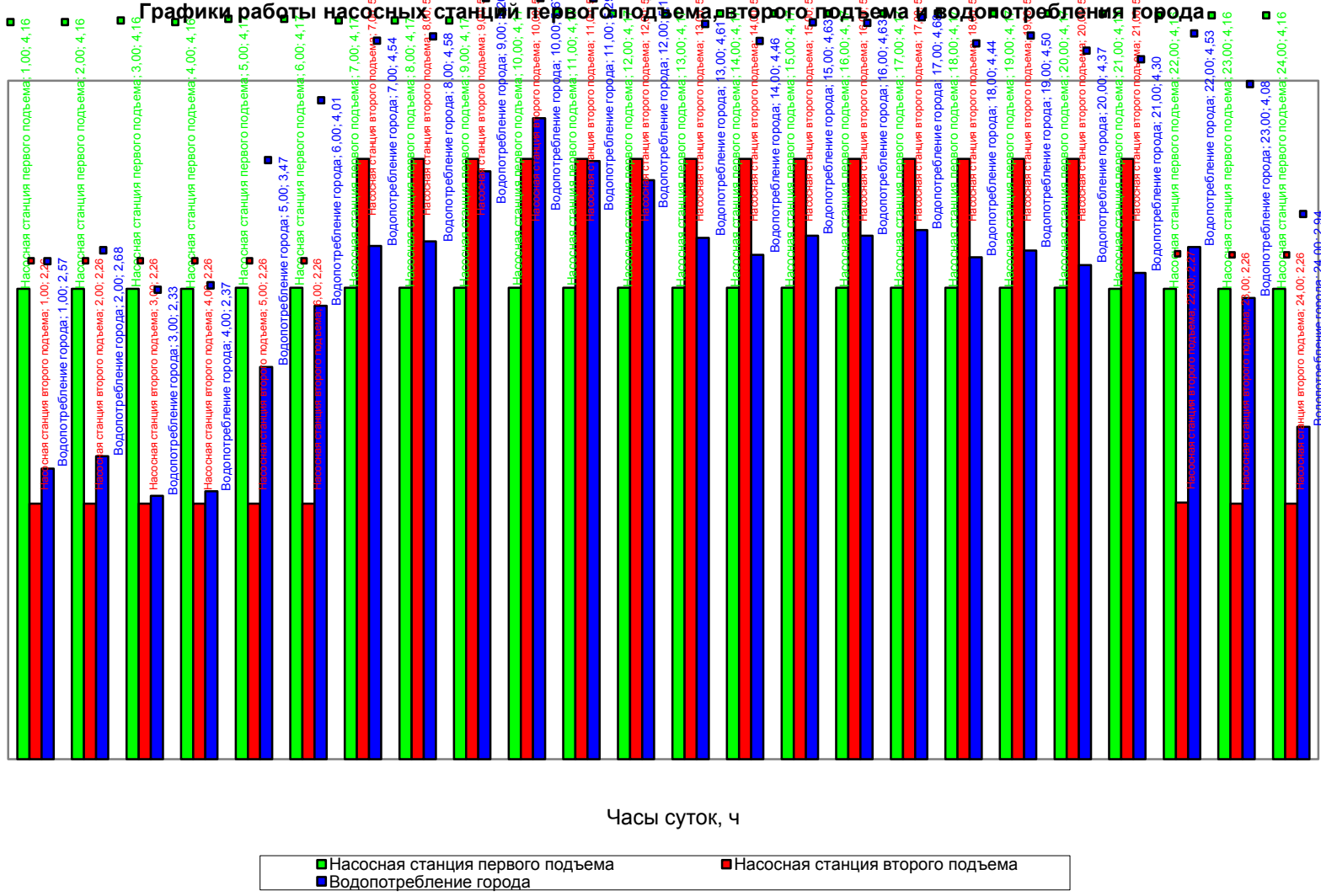
12. Анализируя график водопотребления необходимо назначить часы, в которые будет производиться полив зеленых насаждений и улиц населенного пункта. Полив необходимо назначать в часы наименьшего водопотребления, желательно в утренние и вечерние часы. При этом необходимо стараться приблизить график водопотребления с учетом полива к равномерному либо к графику работы насосной станции второго подъема.

13. В столбец "AB" заносятся численные значения в $\text{м}^3/\text{ч}$ расходов воды на полив насаждений в выбранные по графику водопотребления часы.

14. После расчета расходов воды по часам суток с учетом полива по данным ячеек "AD8 – AD31" строится график водопотребления с учетом полива.

14. На печать выводятся сводная таблица водопотребления, суточный график водопотребления с учетом полива и без него.

% от Q_{сут.макс.}



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 Расчет оптимального режима работы насосной станции второго подъема

Практический раздел

Цель работы: по заданному графику водопотребления рассчитать оптимальный режим работы насосной станции второго подъема

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Система водоснабжения представляет комплекс взаимосвязанных сооружений. Насосные станции первого подъема, подающие воду от водозаборных сооружений до станций водоподготовки, работают чаще с постоянной подачей в течение суток, что обеспечивает нормальную работу отстойников, фильтров и др. сооружений. Очищенная вода поступает в резервуары чистой воды (РЧВ).

Насосная станция второго подъема предназначена для подачи воды из резервуаров чистой воды, расположенных на территории водоочистной станции, в водопроводную сеть населенного пункта.

Поскольку водопотребление (водоотбор из сети) колеблется в течение суток, а подача насосов изменяется в значительно меньшей степени, то в системах водоснабжения предусматривается строительство одной или нескольких водонапорных башен, исполняющих роль аккумулирующего резервуара. В часы, когда подача насосной станции превосходит водоотбор из сети, избыток воды поступает в бак водонапорной башни и, наоборот, если водопотребление превышает подачу насосов, то недостаток воды поступает в сеть из него. Режимы водопотребления и работы насосных станций первого и второго подъема описываются ступенчатыми и интегральными графиками.

Водонапорная башня является дорогостоящим сооружением, поэтому при проектировании системы водоснабжения стремятся к тому, чтобы объем бака башни был минимальным. Вместимость бака водонапорной башни зависит в основном от регулирующего объема, который определяется путем наложения графиков водопотребления и работы насосной станции второго подъема. Если водопотребление является нерегулируемым фактором, то подачу насосной станции можно регулировать путем изменения количества насосов или частоты вращения их рабочих колес. Таким образом, задача расчета оптимального режима работы насосной станции второго подъема сводится к назначению такого графика подачи, при котором регулируемый объем бака башни минимальный:

$$W_{рег}^{Б.Б.} = |P_{\max}| + |P_{\min}| \rightarrow \min$$

$$0 < n \leq 2$$

$$Q_{ni} = Q_{ci}$$

где P_{\max} - максимальное превышение интегрального графика подачи насосной станции второго подъема над интегральным графиком водопотребления (рис. 1);

P_{\min} - максимальное превышение интегрального графика водопотребления над интегральным графиком подачи насосной станции второго подъема;

n - количество ступеней работы насосной станции второго подъема;

Q_{ni} - суммарная подача насосной станции второго подъема за сутки, м³/сут;

Q_{ci} – водопотребление за сутки, м³/сут.

Резервуары, расположенные за очистными сооружениями или после скважин, как бы разграничивают систему водоснабжения на две группы. До резервуара режим работы сооружений определяется режимом работы насосной станции первого подъема, а после – режимом работы насосной станции второго подъема. Насосная станция первого подъема обычно работает, возможно, большее число часов в сутки, чтобы снизить стоимость водоприемных и очистных сооружений. Режим работы насосной станции второго подъема выбирают из условия обеспечения минимального объема в баке водонапорной башни в соответствии с режимом водопотребления.

Регулирующий объем резервуара определяют совмещением графиков работы насосных станций I и II подъема (рис.1). Регулирующий объем резервуара чистой воды составит:

$$W_{рег}^{PЧВ} = [(c + d) \cdot Q_{сут.мах}] / 100$$

Возможны несколько вариантов работы насосной станции второго подъема. Каждому их них соответствует определенный регулирующий объем водонапорной башни. Лучшим проектным решением будет такое, при котором этот объем минимальный. Ввиду того, что поиск оптимального решения требует выполнения значительного объема вычислений, эту задачу целесообразно решать при помощи ЭВМ по программе "NS1-2.BAS".

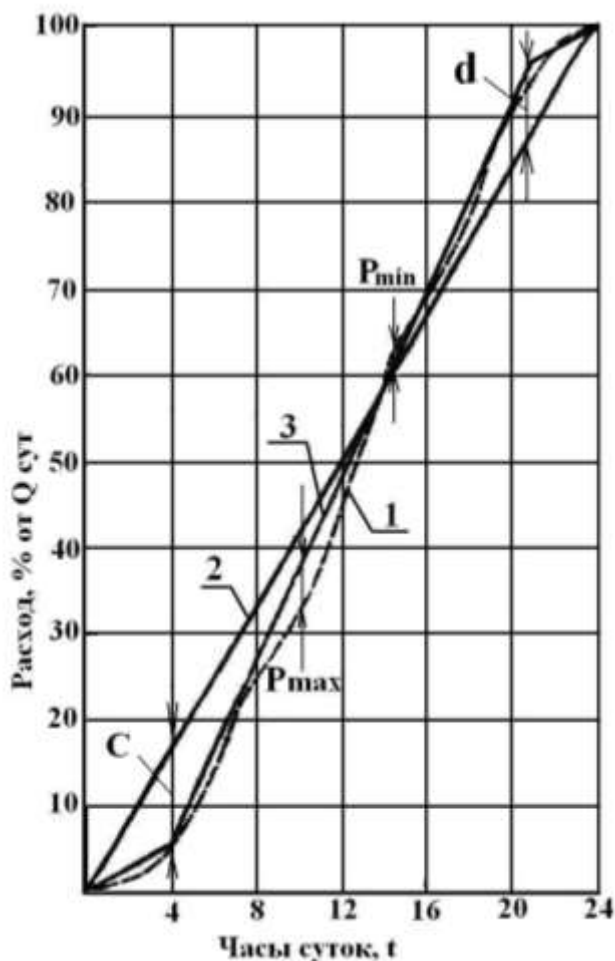


Рис. 1. Интегральный график водопотребления (1) и работы

насосной станции первого и второго подъема (2,3).

ЗАДАЧА № 4

На основании заданного графика водопотребления выполнить расчет оптимального режима работы насосной станции второго подъема в две ступени:

- определить подачу насосов на первой и второй ступени;
- найти продолжительность работы насосной станции второго подъема на первой и второй ступени;
- вычислить регулирующий объем бака водонапорной башни;
- определить производительность водопитателей для часа максимального водопотребления (насосной станции второго подъема и башни);
- найти регулирующий объем РЧВ при работе насосной станции 1-го подъема в одну ступень;

Расчет осуществляется в диалоговом режиме, для его реализации необходимы следующие данные: водопотребление по часам суток в процентах; суточное водопотребление.

Порядок выполнения работы.

1. Войти в среду QBASIC;
2. Загрузить программу NS1-2.BAS для расчета оптимального режима работы насосной станции второго подъема, запустить её командой RUN;
3. Ввести исходные данные, а при необходимости откорректировать их;
4. Выполнить расчет работы насосной станции второго подъема в две ступени и рассчитать регулирующий объем РЧВ.
5. Вывести результаты расчета в виде таблицы.
6. На график водопотребления нанести график работы насосной станции второго подъема;
7. Составить отчет по лабораторной работе, для чего дать письменные ответы на вопросы, сформулированные в условии задачи.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5 Гидравлический расчет кольцевой водопроводной сети на ЭВМ

[Практический раздел](#)

Цель работы:

- 3 Выполнить расчет кольцевой водопроводной сети на персональном компьютере по программе "WODSFF.BAS".
- 4 На основании результатов гидравлического расчета определить пьезометрические отметки и свободные напоры в узлах водопроводной сети.
- 5 Определить основные рабочие параметры (подачу и напор) насосов второго подъема;
- 6 Запроектировать водонапорную башню, для чего определить высоту ствола башни, определить геометрические размеры бака башни.

- 7 Проанализировать работу водопроводной сети при: изменении диаметра труб на участке (по рекомендации преподавателя); аварии на участке (по указанию преподавателя).

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.

Гидравлическая увязка водопроводной сети выполняется с помощью ЭВМ. Расчет осуществляется по программе “WODSFF.BAS”, в среде QBASIC.

Программой предусматривается два режима ввода исходных данных: диалоговый и из файла.

В диалоговом режиме (рекомендуется для расчета небольших кольцевых водопроводных сетей) пользователь вводит исходные данные в следующем порядке:

- количество колец (кольца сети нумеруются в произвольном порядке, два параллельных участка, например, водоводы рассматриваются как кольцо);
- количество участков (участки сети нумеруются в любой последовательности):

Описание участков водопроводной сети (каждый участок сети описывается одной строкой и включает (табл.1):

- номер кольца, расположенного слева от участка по ходу движения воды;
- номер кольца, расположенного справа от участка;
- диаметр трубопровода на участке, мм;
- длину участка, м;
- линейный расход, л/с;
- код материала труб.

Если участок расположен во внешнем контуре, то с одной стороны он будет ограничен кольцом с номером «0».

Ввод исходных данных может осуществляться из файла записанного заблаговременно на диск. Файл представляет описание участков водопроводной сети, каждый участок сети описывается одной строкой и включает: номер кольца, расположенного слева от участка по ходу движения воды; номер кольца, расположенного справа от участка; диаметр трубопровода на участке, мм; длину участка, м; линейный расход, л/с; код материала труб. Указанные величины разделяются запятыми. Номера участков не вводятся.

Таблица 1. Исходные данные к гидравлическому расчету водопроводной сети.

№ участка	№№ колец		Диаметр, мм	Длина, м	Расход, л/с	Тип труб
	слева	справа				

Примечание

Если в результате гидравлической увязки водопроводной сети расходы, скорости, получились со знаком “минус” это свидетельствует о том, что на этих участках поменялось направление движения воды на противоположное по

сравнению с предварительным потокораспределением.

ЗАДАЧА N5

Выполнить гидравлический расчет кольцевой водопроводной сети на случай максимального водопотребления (Исходные данные принять в соответствии с заданием на курсовое проектирование по дисциплине: «Водопроводные сети»).

Данные для выбора кода материала труб:

- 1 - СТАЛЬНЫЕ, ГОСТ 10704-76, 8696-74 (100-2500 мм)
- 2 - ЧУГУННЫЕ, ГОСТ 9583-75, ТУ 14-3-1247-83 (100-1000 мм)
- 3 - ЖБ, ВИБРОГИДРОПРЕС., ГОСТ 12586.0-83 (500-1600 мм)
- 4 - ПНД, ГОСТ 18599-83, ТИП Л и 5 - СЛ (110-1200 мм)
- 6 - ТИП С (110-800 мм), 7 - ТИП Т (110-500 мм)
- 8 - АСБЦ ТИП - 1, ГОСТ 539-80 (100-500 мм), ВТ6
- 9 - ВТ9, 10 - ВТ12

Таблица 2. Результаты гидравлического расчета на случай максимального водопотребления

№ участка	№№ колец		Диаметр, мм	Длина, м	Расход, л/с	Скорость воды, м/с	Потери напора, м
	слева	Справа					

Вычисление пьезометрических отметок следует начинать от точки схода потоков (в данном примере "диктующей точки"). Отметка пьезометрической линии в этой точке вычисляется по формуле:

$$Н_{п.л.}(д.т.) = Н_{тр.} + Z_{з}(д.т.)$$

где

$N_{тр.}$ - требуемый напор в диктующей точке, м.

$Z_{з}(д.т.)$ - отметка земли в диктующей точке.

Затем отметки пьезолиний вычисляются при обходе всех узлов сети (начиная от диктующей точки) по формуле:

$$Н_{п.л.}(i+1) = Н_{п.л.}(i) \pm h [(i+1)-i]$$

где $N_{п.л.}(i+1)$ - пьезометрическая отметка последующего узла водопроводной сети, м.;

$N_{п.л.}(i)$ - пьезометрическая отметка предыдущего узла сети, м.;

$h [(i+1)-i]$ - потери напора на участке между $(i+1)$ и i -ым узлами.

* Примечание. Знак принимается по следующему правилу, если при обходе направление обхода совпадает с направлением движения воды, то берется знак " - ", если нет, то " + ".

Свободный напор в i -ом узле вычисляется по формуле:

$$H_{св.}(i) = H_{п.л.}(i) - Z_з(i)$$

Для построения карты пьезолиний в масштабе вычерчивается схема водопроводной сети, затем интерполяцией определяются точки с одинаковыми значениями отметок, соединяя эти точки, получают карту пьезолиний. Аналогично строится карта свободных напоров.

Подачу насосных станций второго подъема принимается равной максимальному часовому расходу воды в сутки наибольшего водопотребления, (подача на второй ступени) напор насосов вычисляется как:

$$H_{н.с.} = H_{п.л.}(н.с.) - Z_з(н.с.)$$

где $H_{п.л.}(н.с.)$ и $Z_з(н.с.)$ - соответственно отметки пьезолиний и земли в месте расположения насосной станции (базового водопитателя).

Высота ствола башни вычисляется аналогично напору насосной станции второго подъема с той лишь разницей, что отметки принимаются для узла, в котором расположена водонапорная башня.

Определение геометрических размеров бака водонапорной башни заключается в нахождении его высоты и диаметра, поскольку чаще, баки башен принимаются цилиндрической формы.

За объем бака башни (W б.б.) принять регулирующий объем бака башни (см. лабораторную работу N 3).

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.

1. На основании задания на курсовое проектирование по дисциплине: «Водопроводные сети» составить схему водопроводной сети с нанесением узловых расходов, длин участков, диаметров участков и отметок земли.

2. Выполнить предварительное потокораспределение и нанести на эту схему линейные расходы. Пронумеровать, руководствуясь правилами, изложенными в разделе: "Общие сведения" кольца сети и расчетные участки;

3. Сформировать таблицу исходных данных к расчету водопроводной сети по программе WODS.BAS. (см. табл.4.4);

4. Выполнить расчет водопроводной сети на ЭВМ. В процессе расчета имитировать аварию на одном из расчетных участков. Результаты распечатать;

5. На основании результатов гидравлического расчета определить пьезометрические отметки, свободные напоры и давление узлах водопроводной

сети;

Литература:

Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Водопроводные сети» к расчету и проектированию водопроводных сетей по программе ЕРАNET для студентов специальности 700403 – «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов» / Брест. гос. техн. ун-т ; сост.: Б. Н. Житенев, С. В. Андреюк. – Брест, 2021. – 75 с

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6 Расчет кольцевой водопроводной сети на случай максимального часового водопотребления с учетом возникновения пожара

Практический раздел

Цель работы:

- 8 Выполнить расчет кольцевой водопроводной сети на персональном компьютере по программе "WODSFF.BAS" на случай максимального часового водопотребления с учетом возникновения пожара.
- 9 На основании результатов гидравлического расчета определить пьезометрические отметки и свободные напоры в узлах водопроводной сети.
- 10 Определить основные рабочие параметры (подачу и напор) насосов второго подъема;

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.

В настоящее время системы питьевого водоснабжения по назначению являются объединенными, т.е. выполняют несколько функций:

- подача воды на питьевые и хозяйственные нужды;
- подача воды для пожаротушения;
- подача воды на промышленные предприятия, в том числе и на технологические нужды, если для таковых требуется вода питьевого качества;

При возникновении пожара система водоснабжения работает не в штатном режиме, поэтому требуется проверочный расчет, справиться ли она с подачей дополнительного расхода воды необходимого для тушения пожара.

При этом необходимо учитывать следующие моменты:

- пожар возникает в час максимального водопотребления;
- давление в любой точке водопроводной сети не должно быть менее 0,1 Мпа (10 м), при этом часть потребителей на время пожара остаются без воды;
- места предполагаемого возникновения пожара следует назначать на плане населенного пункта в узлах находящихся в неблагоприятных

гидравлических условиях, а именно в наиболее удаленных от водопитателей и высокорасположенных узлах;

- расчетное количество одновременных пожаров и проектные нормы расходов воды на тушение одного пожара следует принимать в соответствии с таблицей 6.1.

Таблица 6.1 — Проектные нормы расхода воды на тушение наружных пожаров в населенном пункте.

Число жителей в населенном пункте, тыс. чел.		Расчетное количество одновременных пожаров	Расход воды на наружное пожаротушение (на один пожар), л/с, в населенном пункте при застройке зданиями высотой	
			не более двух этажей	три этажа и более
Св.	До 1 включ.	1	5	10
1	“ 10 “	1	10	15
“	10 “ 25 “	2	10	15
“	25 “ 50 “	2	20	25
“	50 “ 100 “	2	25	35
“	100 “ 200 “	3	—	40
“	200 “ 300 “	3	—	55
“	300 “ 400 “	3	—	70
“	400 “ 500 “	3	—	80
“	500 “ 600 “	3	—	85
“	600 “ 700 “	3	—	90
“	700 “ 800 “	3	—	95
“	800 “ 1000 “	3	—	100

Примечание — В расчетное количество одновременных пожаров в населенном пункте включены пожары на промышленных предприятиях, расположенных в пределах населенного пункта. При этом в расчетный расход воды следует включать соответствующие расходы воды на пожаротушение на этих предприятиях, но не менее указанных в таблице 2.4.

- Расчетная продолжительность тушения пожара – 3 часа.

Гидравлическая увязка водопроводной сети выполняется с помощью ЭВМ. Расчет осуществляется по программе “WODSFF.BAS”, в среде QBASIC.

Программой предусматривается два режима ввода исходных данных: диалоговый и из файла.

ЗАДАЧА №6

Выполнить гидравлический расчет кольцевой водопроводной сети на случай максимального часового водопотребления с учетом возникновения пожара. (Исходные данные принять в соответствии с заданием на курсовое проектирование по дисциплине: «Водопроводные сети»).

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.

3. На основании задания на курсовое проектирование по дисциплине: «Водопроводные сети» определить по таблице 1 расчетное количество одновременных пожаров и расход воды на тушение одного пожара.
4. Наметить на расчетной схеме водопроводной сети (см. лабораторную работу №5) узлы в которых предполагается возникновение пожаров (наиболее удаленные и высокорасположенные узлы водопроводной сети)
- 11 К узловым расходам этих узлов прибавить расходы на пожаротушение выполнить предварительное потокораспределение и сформировать таблицу исходных данных к расчету водопроводной сети на случай максимального часового водопотребления с учетом возникновения пожара.
- 12 Выполнить расчет водопроводной сети на ЭВМ, на основании результатов гидравлического расчета определить пьезометрические отметки, свободные напоры и давление в узлах водопроводной сети, напоры насосных станций при пожаре;

Литература:

Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Водопроводные сети» к расчету и проектированию водопроводных сетей по программе EPANET для студентов специальности 700403 – «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов» / Брест. гос. техн. ун-т ; сост.: Б. Н. Житенев, С. В. Андреек. – Брест, 2021. – 75 с

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7 Анализ и оптимизация кольцевой водопроводной сети с помощью программы EXEL

[Практический раздел](#)

Цель работы: Моделирование и анализ работы системы водоснабжения по программе *Epanet 2*

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1. СОЗДАНИЕ НОВОГО ПРОЕКТА В EPANET

Вначале требуется создать новый проект в **EPANET** и убедиться в том, что установлены требуемые опции по умолчанию. Запустите **EPANET** и выберите пункт меню **Файл - Новый** для создания нового проекта. Далее выберите пункт меню **Проект - По умолчанию...** для отображения диалогового окна, показанного на Рис.1. Используйте это окно для того, чтобы настроить автозаполнение имен элементов последовательными числами, начиная с 1, по мере их добавления к схеме. На вкладке **Имена объектов** очистите все поля колонки **Префикс имени**, кроме последнего (**Шаг инкремента**). Установите **Шаг инкремента** равным **1**. Далее выберите вкладку **Гидравлика** и установите значение поля **Единицы расхода** равным **МЗЧ**. При этом программа автоматически будет использовать систему СИ для всех остальных величин

(длина в метрах, диаметр трубы в мм, давление в паскалях). Также выберите формулу Хазена-Вильямса (Х-В) для расчета потерь напора. Если вы хотите использовать указанные настройки для всех новых проектов, отметьте флажок **Использовать по умолчанию** для новых проектов перед нажатием **ОК** для применения параметров.

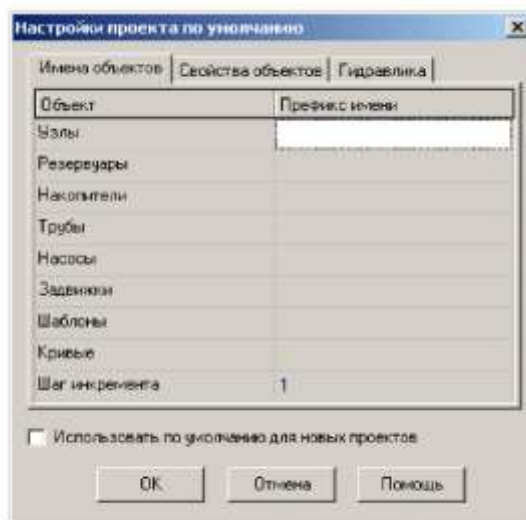


Рис. 1 Диалоговое окно **По умолчанию**.

Для создания карты, рисунок (карту) следует сохранить в формате *.bmp), например через программу **Paint**.

Далее требуется настроить **параметры карты**. Для этого выберите пункт меню **Вид - Настройки** для открытия диалогового окна **Свойства карты**. Перейдите на вкладку **Подписи объектов** и установите значения параметров так, как это показано на **Рис. 2** Далее перейдите на вкладку **Символы** и отметьте все флажки. Нажмите **ОК** для подтверждения выбора и закрытия диалогового окна.

Наконец, перед началом создания схемы мы должны убедиться в том, что введены правильные настройки масштаба. Выберите пункт меню **Вид - Размеры...** для открытия диалогового окна **Размеры карты**. Просмотрите значения, установленные программой по умолчанию.

Настройки карты

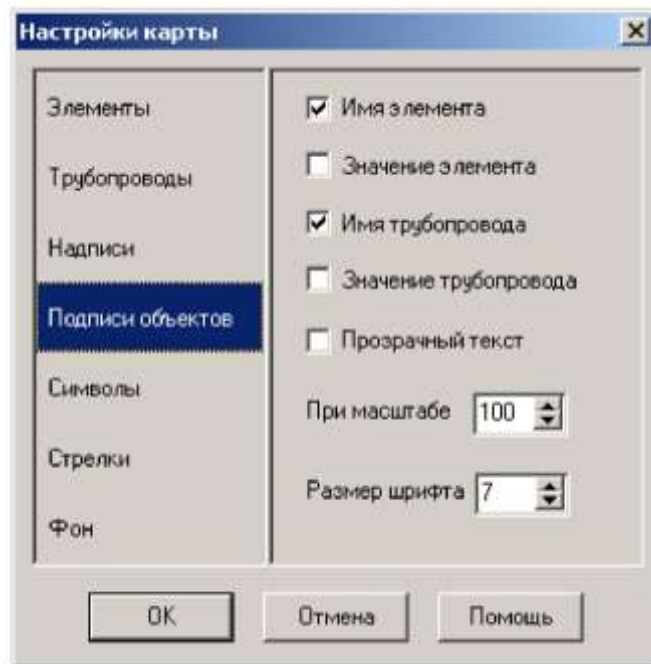


Рис. 2 Диалоговое окно **Свойства карты**

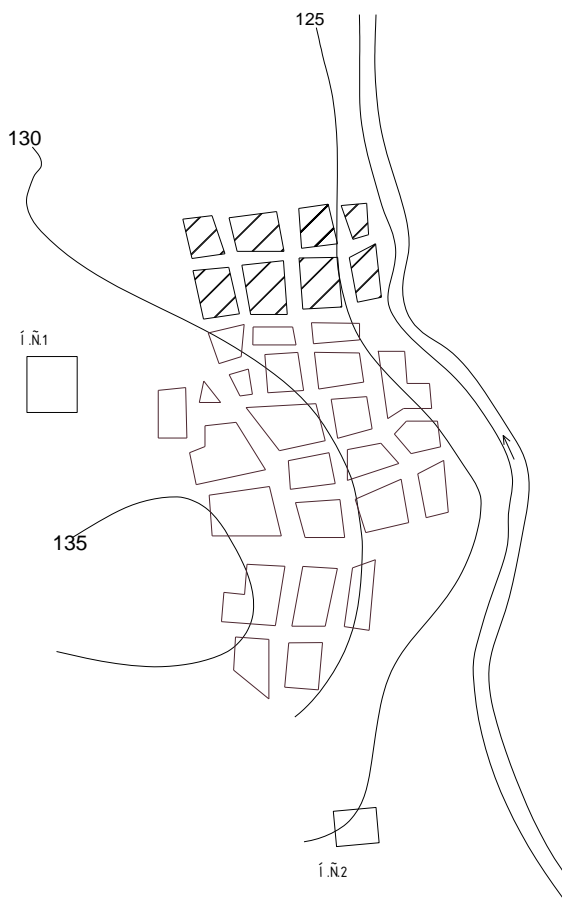














Рис. 3 Вид карты создаваемого проекта









2. СОЗДАНИЕ СХЕМЫ

В Epanet две панели инструментов: стандартная и карта

Панель стандартная имеет кнопки позволяющие осуществлять наиболее употребимые команды. Доступ к панели: **Вид - Панели инструментов – Стандартная:**

	Открывает новый проект (Файл - Новый)
	Открывает существующий проект (Файл - Открыть)
	Сохраняет текущий проект (Файл - Сохранить)
	Распечатывает текущее активное окно (Файл - Печать)
	Копирует выбранную область в буфер обмена или в файл (Правка – Копировать в)
	Удаляет выделенный объект
	Выполняет поиск объекта на карте (Вид - Поиск)
	Запускает процесс моделирования (Проект - Выполнить)
	Открывает окно выполнения запросов к карте (Вид - Запрос)
	Создает новый график отображения результатов (Отчет - График)
	Создает новую таблицу отображения результатов (Отчет - Таблица)
	Открывает окно настроек проекта или отчета (Вид – Настройки или Отчет - Настройки)

Панель инструментов **Карта** содержит кнопки управления операциями по работе с картой доступ к панели - **Вид - Панели инструментов – Карта:**

	Выбирает объект на карте (Правка – Выбрать объект)
	Выбирает вершину трубопровода (Правка – Выбрать вершину)
	Выбирает регион на карте (Правка – Выбрать регион)
	Активирует режим перемещения по карте (Вид – Режим перемещения)
	Увеличивает масштаб карты (Вид - Увеличить)
	Уменьшает масштаб карты (Вид - Уменьшить)
	Перерисовывает карту в исходном масштабе (Вид – Исходный размер)
	Добавляет узел в схему

Теперь мы готовы начать рисование нашей схемы. Для этого будем использовать кнопки панели инструментов Карта (Если эта панель не видна, отметьте пункт меню **Вид - Панели инструментов - Карта**).

Вначале мы добавим резервуар чистой воды (РЧВ). Нажмите кнопку **Резервуар**. Далее выполните щелчок мышью на карте в том месте, где вы хотите добавить резервуар.

Далее добавьте узлы. Нажмите кнопку **Узел** и выполните щелчок мышью на карте в тех местах, где необходимо расположить узлы.

Наконец, добавьте емкость (водонапорную башню) , нажав кнопку **Накопитель** и выполнив щелчок мышью на карте в том месте, где этот накопитель будет размещен.

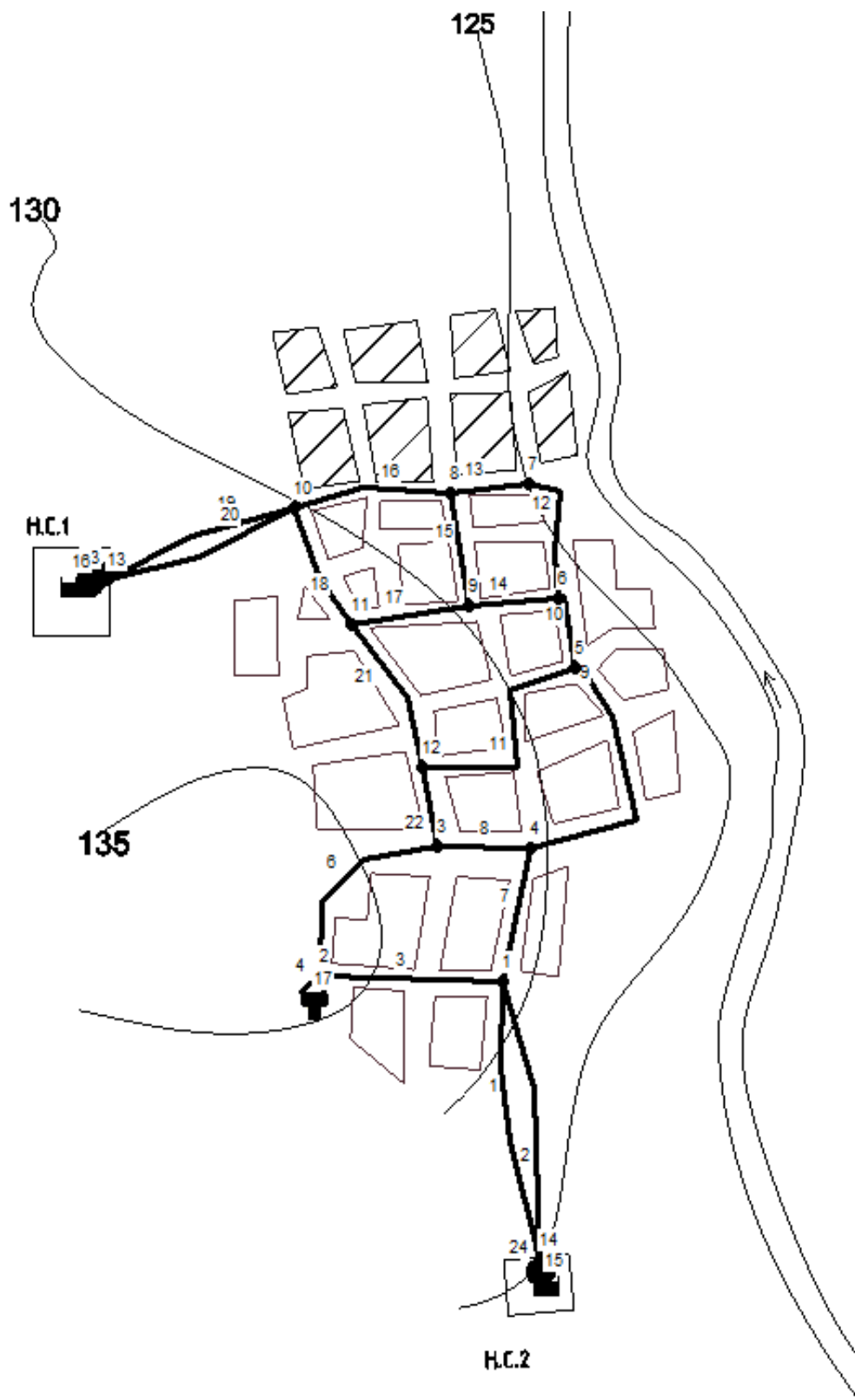


Рис. 4. Внешний вид схемы после добавления элементов

Далее мы добавим трубопроводы. Давайте начнем с Трубопровода 1, соединяющего Узел 14 и узел 1. Вначале нажмите кнопку **Трубопровод** на **Панели инструментов**. Затем выполните щелчок мышью на Элементе 14 схемы,

и затем на Элементе 1. При движении курсора от Элемента 14 к Элементу 1 рисуется контур трубопровода. Повторите эту процедуру для всех трубопроводов.

Если трубопровод имеет изогнутую форму (форму ломаной линии). Вначале выполните щелчок на начальном элементе, затем при движении мыши к следующему элементу нажимайте левую кнопку мыши в тех точках, где трубопровод должен изменить направление. Завершите процесс, выполнив щелчок мышью на конечном элементе.

Далее добавьте насосы. Нажмите на кнопке **Насос**, нажмите мышью на Элементе 13, затем на Элементе 1. Повторите для элементов 14 и 15.

Затем мы добавим подписи к резервуару, насосу и накопителю. Выберите кнопку **Надпись Т** на **Панели инструментов** и выполните щелчок мышью на карте рядом с резервуаром РЧВ 1 (Элемент 16). Появится текстовое поле. Наберите слово РЧВ 1 и нажмите клавишу Enter. Выполните щелчок мышью рядом с насосами и отредактируйте соответствующую надпись, сделайте то же

самое с накопителем (водонапорной башней). Далее нажмите на кнопке **Выбор объекта** для того, чтобы перейти из режима вставки текста в режим выбора объектов на карте.

К настоящему моменту Ваша схема должна выглядеть приблизительно так, как на Рис. 4. Если элементы смещены или находятся не на своем месте, Вы можете их перемещать, перетаскивая с помощью мыши при зажатой левой кнопке. Обратите внимание, как трубопроводы, соединенные

Для изменения формы изогнутого Трубопровода

1. Выберите Трубопровод, выполнив щелчок мышью на нем, а затем нажмите кнопку

Выбор вершины **Панели инструментов** для перевода карты в режим выбора вершин.

Выберите одну из промежуточных точек кривой, нажав на ней мышью, и перетащите ее в нужное место, зажав левую кнопку мыши.

При необходимости вершины могут быть добавлены или удалены. Для этого нажмите правую кнопку мыши и выберите соответствующий пункт контекстного меню.

После окончания редактирования формы кривой, вернитесь в режим выбора объектов,

нажав кнопку **Выбор объекта**.

3. НАСТРОЙКА СВОЙСТВ ОБЪЕКТОВ

При добавлении к проекту свойствам каждого объекта присваиваются значения по умолчанию. Для изменения свойств объекта необходимо **выделить объект** и перейти в **Редактор свойств**. Есть несколько способов сделать это. Если программа настроена таким образом, что **Редактор свойств** всегда активен, то вы просто выполняете щелчок мышью на объекте или выбираете объект на вкладке **Объекты** окна **Обзор**. Если **Редактор свойств** не активен, вы можете

его вызвать одним из следующих способов:

- Выполнить двойной щелчок мышью на объекте.
- Нажать правой кнопкой мыши на объекте и выбрать пункт **Свойства** в контекстном меню.
- Выделить объект на вкладке **Объекты** окна **Обзор** и нажать кнопку **Редактировать**

Таблица. 1. Свойства элементов (узлов) сети.

Номер узловой точки	Высотная отметка, м	Напор, м	Узловой расход, л/с	Узловой расход, м ³ /ч
1	131,0	153	30,21	108,76
2	135,1+21 м.	151	6,94	24,98
3	133,0	155	9,27	33,37
4	130,7	152,7	8,72	31,39
5	127,0	149	10,40	37,44
6	126,5	148,5	5,20	18,72
7	125,0	147	3,72	13,39
8	127,5	149,5	6,01	21,64
9	128,5	150,5	5,74	20,66
10	130,0	152	4,96	17,86
11	131,0	153	7,25	26,10
12	132,5	154,5	10,64	38,30
13	132	154	0	0
14	126,5	148,5	0	0
19	132	154	0	0
22	126,5	148,5	0	0
23	125	147	0	0
24	125	147	0	0
Итого			109,06	392,62

Если окно **Редактора свойств** активно, то, нажав клавишу F1, вы можете получить подробное описание перечисленных свойств.

Узел 1	
Свойство	Значение
*Имя узла	1
X-координата	3534.14
Y-координата	3092.37
Описание	
Категория	
*Высотная отметка	131
Узловой расход	108.76
Шаблон узлового расхода	
Потребители	1
Козф. расхода насадки	
Показатель качества нач.	
Источник	
Фактический расход	79.37

Рис. 5.Редактор свойств (узел 1)

Таблица 2 Значения коэффициента шероховатости C в формуле Хазена – Вильямса с учетом возрастание шероховатости труб в процессе эксплуатации.

Материал труб	Новые трубы	Неновые трубы
Асбестоцемент	140	140
Чугун	100	140
Бетон	100	140
Медь	130	140
Сталь	90	110
Полиэтилен	140	140
Поливинилхлорид	130	130
Дисперсно-армированный пластик	150	150

Таблица 3 Свойства трубопроводов (участков).

Трубопровод (участок)	Диаметр, мм	Длина, м	Коэффициент шероховатости

1	250	760	100
2	250	760	100
3	200	520	120
4	100	30	100
5	100	30	100
6	200	600	120
7	200	380	120
8	100	250	120
9	100	780	120
10	100	190	120
11	100	710	120
12	150	390	120
13	200	210	120
14	100	260	120
15	150	320	120
16	200	440	120
17	100	340	120
18	200	360	120
19	200	560	100
20	200	560	100
21	150	470	100
22	200	230	100
23	100	30	100
24	100	30	100
25	350	50	100
26	300	50	100
27	150	5	100
28	150	5	100
32	150	5	100
33	150	5	100

Если окно **Редактора свойств** активно, то, нажав клавишу F1, вы можете получить подробное описание перечисленных свойств.

Давайте начнем редактирование, выбрав *Элемент 1*(узел 1) в **Редактор свойств**, как показано на рисунке 5. Сейчас мы собираемся ввести высотную отметку и узловый расход для этого элемента (см.табл 1 расход в м³/ч). Вы можете использовать стрелки Вверх / Вниз на Вашей клавиатуре или мышь для перемещения

Трубопровод 3	
Свойство	Значение
*Имя трубопровода	3
*Начальный элемент	1
*Конечный элемент	2
Описание	
Категория	
*Длина	520
*Диаметр	200
*Шероховатость	100
Кэф. местных потерь напора	0
Начальное состояние	Откр.
Кэф. объемной реакции	
Кэф. поверхностной реакции	
Расчет	122.12

Рис. Редактор свойств (трубопровод 3).

В примере для стальных труб коэффициент шероховатости принимаем равным 100, а для чугунных труб – 120 (табл. 2). Результаты в таблице 3.

4. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ.

В примере, рассматриваемом в методических указаниях, насосные станции второго подъема работают в две ступени.

Насосная станция №1

В соответствии с заданием (см. пункт 3.7) насосная станция №1 подаёт 40%, а №2 - 60% расчетного расхода, суммарная подача Н.С. II :
на первой ступени согласно расчету на ЭВМ составит:

$$\sum Q_{н.с. II} = \frac{Q_{сут} \cdot 2,05}{100} = \frac{6252,51 \cdot 2,05}{100} = 128,18 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Тогда подача Н.С. II №1 (40%):

$$q_{н.с.1} = 0,4 \sum Q_{н.с. II} = 0,4 \cdot 128,18 = 51,27 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Подача Н.С. II №2 (60%):

$$q_{н.с.2} = 0,6 \sum Q_{н.с. II} = 0,6 \cdot 128,18 = 76,91 \text{ м}^3/\text{ч}$$

на второй ступени согласно расчету на ЭВМ составит:

$$\sum Q_{н.с. II} = \frac{Q_{сут} \cdot 5,68}{100} = \frac{6252,51 \cdot 5,68}{100} = 355,14 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Тогда подача Н.С. II №1:

$$q_{н.с.1} = 0,4 \sum Q_{н.с. II} = 0,4 \cdot 355,14 = 142,06 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Подача Н.С. II №2:

$$q_{н.с.2} = 0,6 \sum Q_{н.с.И} = 0,6 \cdot 355,14 = 213,08 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Таблица 4 Свойства насосных станций.

	Первая ступень		Вторая ступень	
	Подача, $q_{н.с}$ $\text{м}^3/\text{ч}$	Напор, м.	Подача, $q_{н.с}$ $\text{м}^3/\text{ч}$	Напор, м.
Нас.ст. №1	51,27	40	142,06	45
Нас.ст. №2	76,91	40	213,08	45
Всего	128,18		355,14	

Для моделирования работы насосных станций второго подъема в две ступени на каждой из них предусматриваем по два насоса, один обеспечивает работу на первой ступени, другой на второй ступени. Таким образом необходимо создать четыре **кривых**

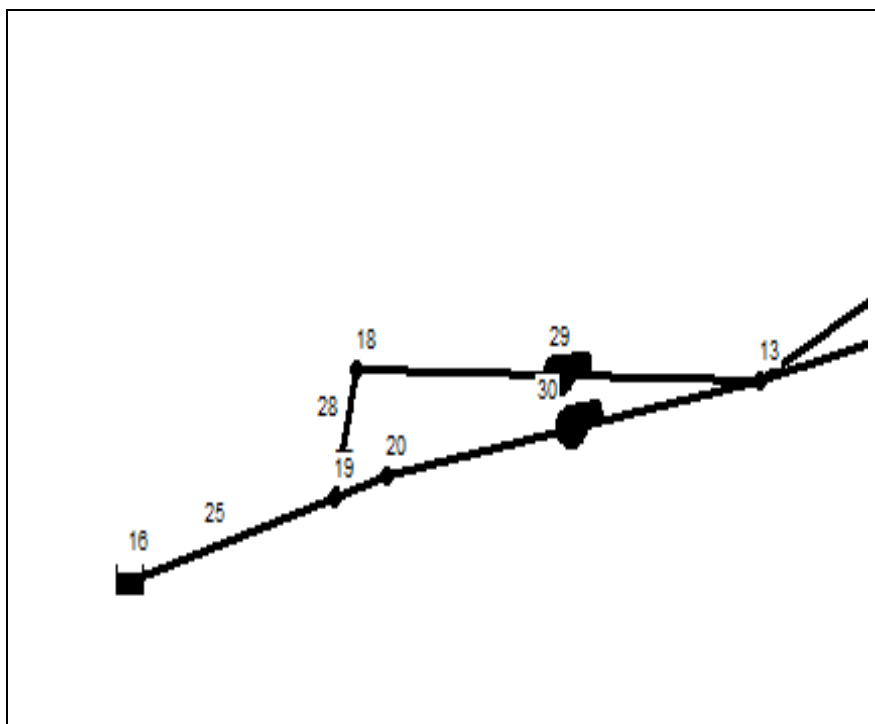


Рис. Схема моделирования насосной станции №1
16 –резервуар (РЧВ);
13, 18, 19, 20 – узлы;
29, 30 – насосы;

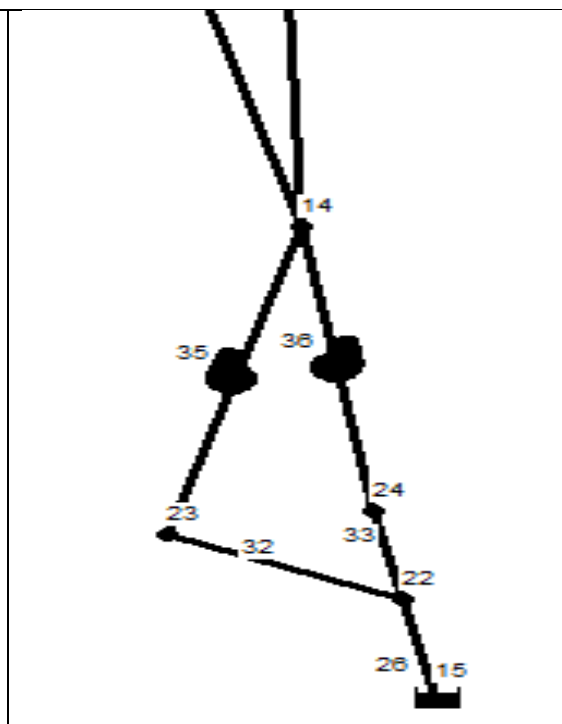


Рис. 8 Схема моделирования насосной станции №2
15 –резервуар (РЧВ);
14, 22, 23, 24 – узлы;
35, 36 – насосы;

(рабочие характеристики насосов – зависимости напора в метрах от производительности в $\text{м}^3/\text{ч}$). Для создания кривой выбрать : **Вид - Обзор - Объекты - Кривая - Добавить**, добавиться кривая с именем 1, и откроется редактор кривых, после двойного клика.

Требуется ввести расход ($\text{м}^3/\text{ч}$) насосной станции №1 на первой ступени 51.27 $\text{м}^3/\text{ч}$. Насос № 29 (рис. 9., табл. 4.) дробная часть отделяется **точкой**, а не

занятой и напор насоса (м), (для примера, напор насосной станции №1 – 40 м., табл. 4) Аналогично поступаем с созданием кривой производительности для насосной станции №1 на второй ступени, насос №30 (кривая 2). Все повторяется для насосной станции №2 Кривые 3, 4 соответственно для насосов 35,36 (Рис. 9). В результате по одной рабочей точке программа строит рабочую характеристику насосов. Кривые 1,2,3,4 приведены на рис. 9

Далее следует указать, для какого насоса соответствует та или другая кривая, для этого: **Вид - Обзор – Объекты – Насос**. В примере насос насосной станции №1 (первая ступень) имеет имя **29**, щелкнув дважды, переходим в **редактор свойств насоса** и в строке кривая производительности указываем 1. Аналогично поступаем с насосной станцией №1 (вторая ступень). В примере насос насосной станции №2 (первая ступень) имеет имя **35**, щелкнув дважды, переходим в **редактор свойств насоса** и в строке кривая производительности указываем 3. Насос насосной станции №2 (вторая ступень) имеет имя **36**, щелкнув дважды, переходим в **редактор свойств насоса**, и в строке кривая производительности указываем 4.

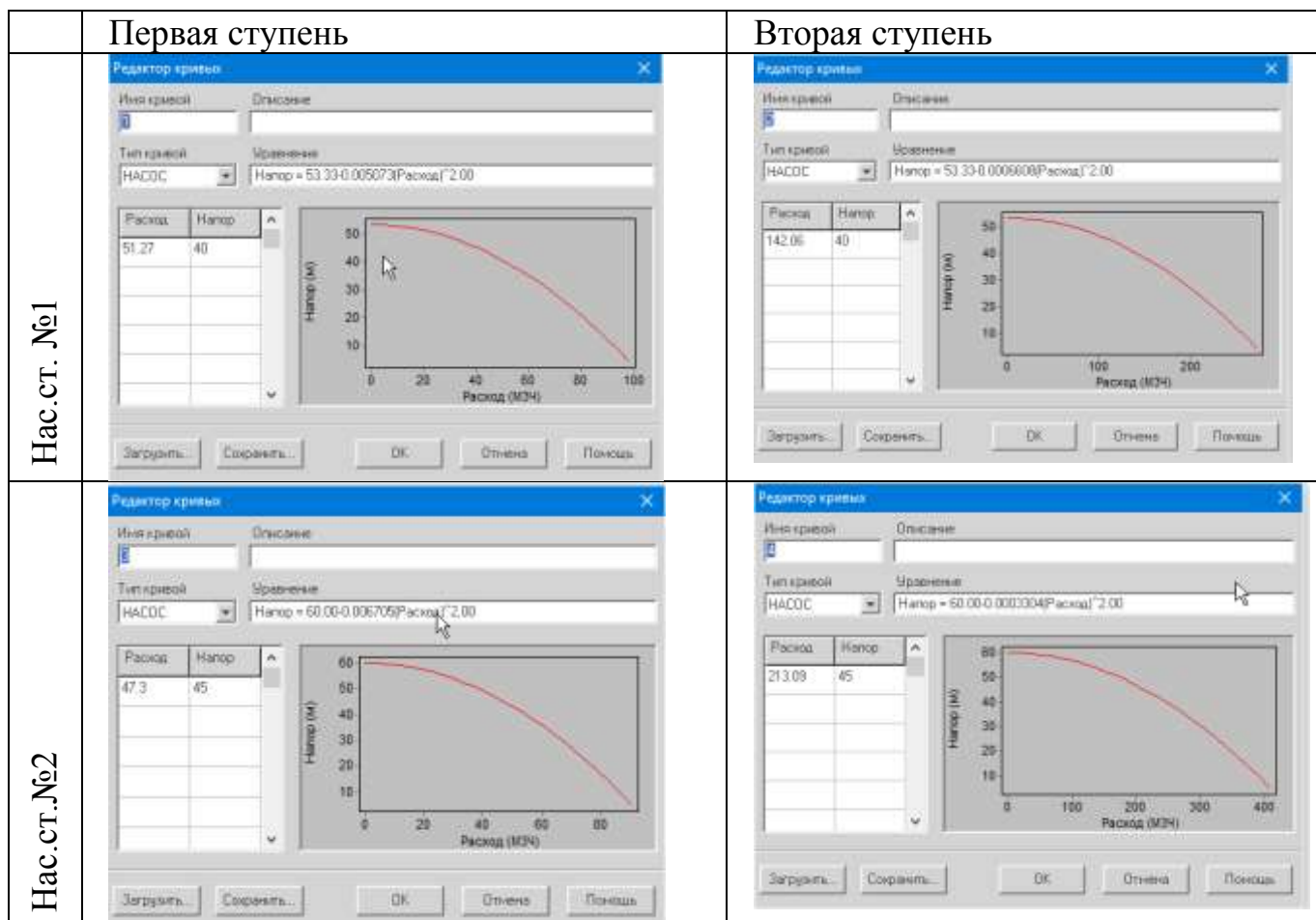


Рис. 9. Кривые 1,2,3,4.

5 СОЗДАНИЕ ШАБЛОНА ДЛЯ РАБОТЫ НАСОСА

Шаблон - набор множителей, которые применяются к базовому значению для изменения величину параметра во времени. Например, шаблоны применимы к таким свойствам элементов и трубопроводов, как узловые расходы, напор в резервуарах, режим работы насоса (насосной станции), качество воды в источниках. Временной интервал (шаг), используемый во всех шаблонах, - величина фиксированная. Шаг шаблона задается в окне **Проект – Настройки - Объект - Время - Свойства**. В пределах одного временного интервала (шага) значение управляемого параметра остается постоянным и равно произведению базового значения на множитель для этого интервала. Хотя все шаблоны имеют одинаковый шаг, количество шагов в каждом шаблоне может отличаться. Шаблон выполняется циклически в течение всего времени моделирования. При достижении последнего интервала времени в шаблоне, счетчик сбрасывается и следующим выполняется первый интервал.

Таблица 5 Свойства шаблонов, описывающих работу насосных станций

Шаблон 1(насос 29, Н ст. №1)																								
Время, ч	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Множитель	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Шаблон 2 (насос 30, Н. ст. №2)																								
Время, ч	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Множитель	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
Шаблон 4 (насос 35, Н. ст. №2)																								
Время, ч	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Множитель	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Шаблон 5 (насос 36, Н. ст. №3)																								
Время, ч	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Множитель	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0

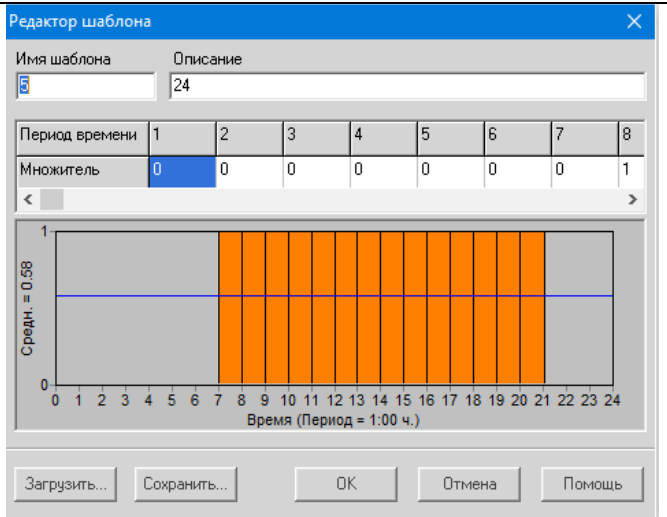
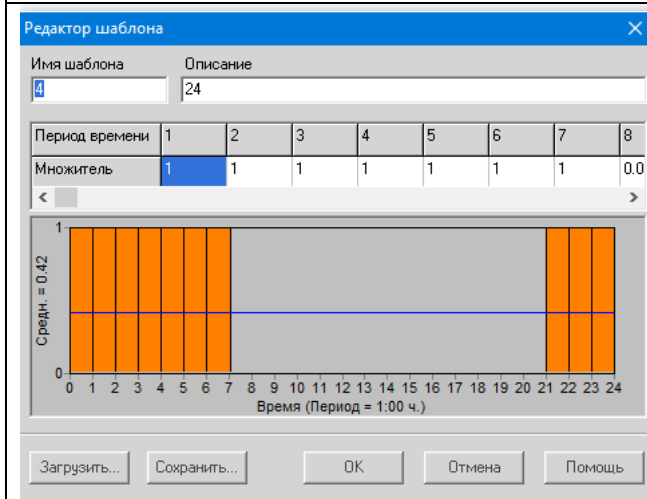
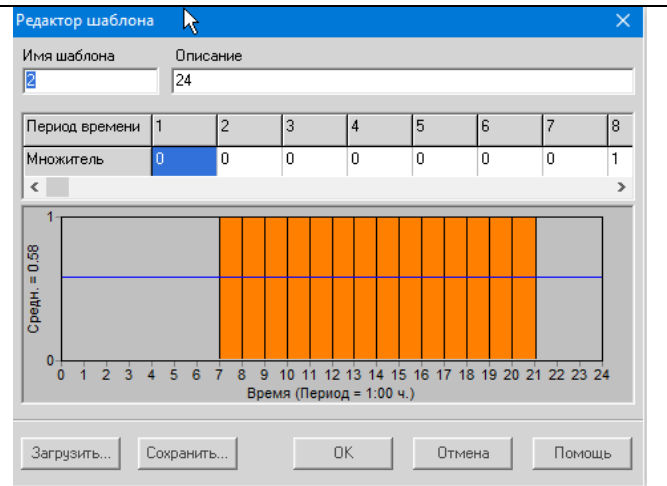
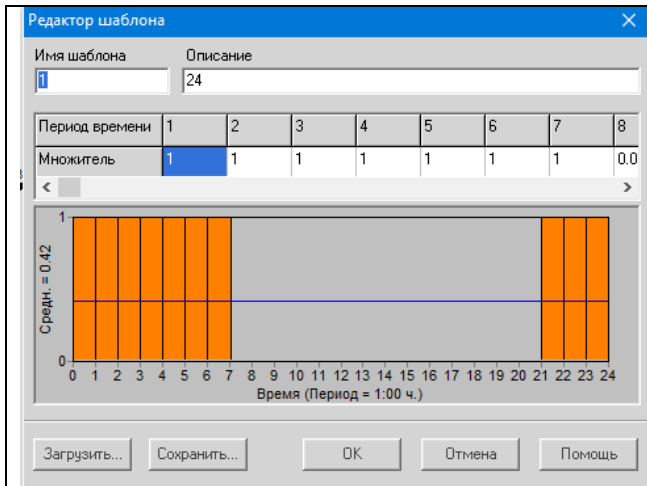


Рис. 10. Редакторы шаблонов 1,2,4,5.

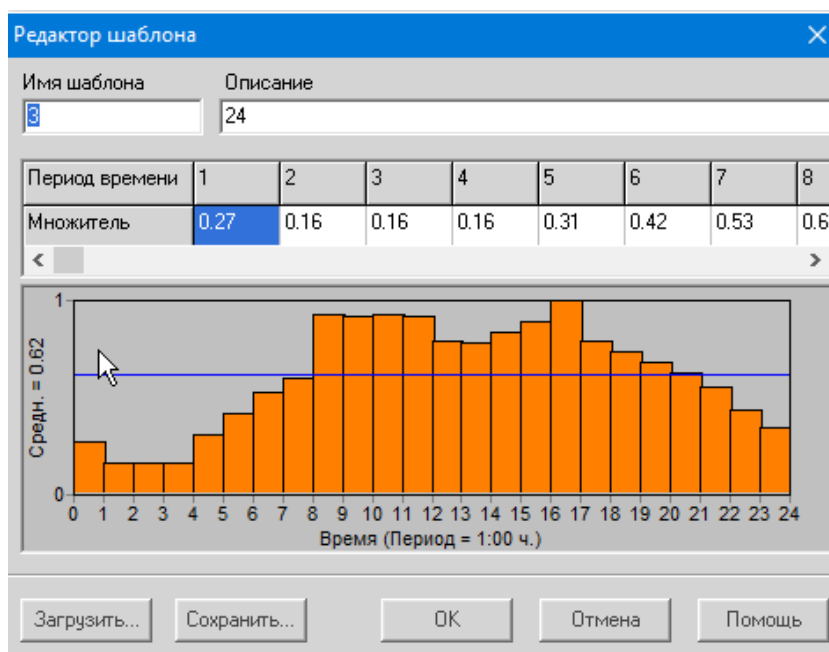


Рис. 11. Редактор шаблона №3

Формат числа для шаблона 1.00 или 0.36 в противном случае ошибка **недопустимое значение числа**. Шаблон можно создать либо в диалоговом режиме через редактор шаблона: **Окно – Обзор – Объекты – Шаблон**, либо загрузить из предварительно созданного файла, который можно создать с помощью, например **Блокнота**.

Таблица 6 Пример (шаблон 3) Водопотребление.

Часы суток	Водопотребление, % Табл. 2.9	Шаблон EPANET (Множители)
-1-	-2-	-3-
1	1.85	0,27
2	1.1	0,16
3	1.1	0,16
4	1.1	0,16
5	2.08	0,31
6	2.82	0,42
7	3.58	0,53
8	4.05	0,60
9	28	0,93

При вычислении множителей за базовый выбирается, например, большее значение, так максимальное водопотребление, согласно расчетам, наблюдается в 17 час (столбец 2, табл. 6). Для этого часа множитель – 1, тогда для 1-го часа множитель составит:

$$M_{n1} = \frac{1,85}{6,75} = 0,27 \quad \text{и т.д.}$$

Созданный по формату (табл. 6, столбец 3) в блокноте файл следует сохранить с расширением *.pat

6 СОХРАНЕНИЕ И ЗАГРУЗКА ПРОЕКТОВ

Завершив создание схемы, необходимо сохранить проделанную работу. Для этого: Выберите пункт меню **Файл - Сохранить как...**

10	23	0,92
11	26	0,93
12	22	0,92
13	5.33	0,79
14	5.26	0,78
15	5.67	0,84
16	04	0,89
17	75	1,00
18	5.32	0,79
19	4.97	0,74
20	4.61	0,68
21	4.27	0,63
22	3.74	0,55
23	3	0,44
24	2.37	0,35

В появившемся окне выберите папку и имя файла, расширение .net будет добавлено к имени файла автоматически.

Нажмите ОК для сохранения проекта в файл.

Проект сохраняется в специальном двоичном формате. Если вы хотите сохранить информацию о схеме в виде читаемого текста, используйте пункт меню **Файл-Экспорт-Схема**.

Для того чтобы загрузить проект позже, воспользуйтесь пунктом меню **Файл-Открыть**.

7 СТАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Сейчас достаточно информации для выполнения статического моделирования схемы примера. Для запуска моделирования: **Проект - Выполнить** или кнопка **Выполнить** панели инструментов **Стандартная** (Если эта панель не отображается на экране, отметьте пункт меню **Вид - Панели инструментов - Стандартная**).

Если в процессе моделирования возникли ошибки, автоматически откроется окно **Отчет выполнения**, в котором будет приведена подробная информация об ошибке. Если моделирование было выполнено успешно, просмотреть результаты можно разными способами, например:

- В выпадающем списке вкладки **Карта окна Обзор** выбрать пункт **Давление**. При этом значения давления в узлах будут маркированы соответствующим цветом. Для просмотра легенды цветовой маркировки, выберите пункт меню **Вид - Легенда - Элементы** (или нажмите правой кнопкой мыши на пустой области карты и в контекстном меню выберите пункт **Легенда элементов**). Для изменения цветов и интервалов легенды, нажмите правой кнопкой мыши на **легенде**. При этом откроется окно **Редактора легенды**.

- Откройте **Редактор свойств** (выполните двойной щелчок мышью на любом элементе или трубопроводе). Результаты моделирования отображаются в конце списка свойств.

- Создайте таблицу результатов, выбрав пункт меню **Отчет - Таблица...** (или

нажав на кнопку **Таблица на Панели инструментов**). На Рис. 12 показана таблица изменений расхода, скорости, удельных потерь напора во времени для трубопровода №11. Отрицательные значения расхода означают, что направление потока противоположно направлению, которое было выбрано при рисовании трубопровода. Аналогично можно вывести эти данные для любого трубопровода. На рис. 13 представлен график изменения расхода в трубопроводе 11. Разработанная модель системы водоснабжения позволяет анализировать изменение во времени: узлового расхода ($\text{м}^3/\text{ч}$), напора (значения пьезометрических отметок, м.), давления (свободного напора, м.) для всех узлов. На рис. 14 приведена таблица изменений узлового расхода ($\text{м}^3/\text{ч}$), напора (значения пьезометрических отметок, м.), давления (свободного напора, м.) для узла №5. На рис. 15 продемонстрировано изменение во времени давления (свободного напора, м.) для узла №5 в виде графика. Также разработанная модель позволяет оценить энергозатраты на функционирование системы и подсчитывает затраты на электроэнергию (рис. 16). **Отчет – Энергопотребление.**

EPANET 2 - Пример к методичке декабрь 01 ОК.net - [Таблица трубопр...

Файл Правка Вид Проект Отчет Окно Помощь

Time Часы	Расход М3Ч	Скорость МС	Удельн. потери напора $\frac{м}{км}$	Козф. трения
0:00	1.74	0.06	0.08	0.042
1:00	5.14	0.18	0.60	0.036
2:00	4.98	0.18	0.57	0.036
3:00	4.83	0.17	0.53	0.036
4:00	-0.71	0.03	0.02	0.048
5:00	-4.82	0.17	0.53	0.036
6:00	-7.45	0.26	1.19	0.034
7:00	8.04	0.28	1.38	0.033
8:00	-7.71	0.27	1.27	0.034
9:00	-7.65	0.27	1.25	0.034
10:00	-8.29	0.29	1.46	0.033
11:00	-10.57	0.37	2.29	0.032
12:00	-9.15	0.32	1.75	0.033
13:00	-9.04	0.32	1.71	0.033
14:00	-9.69	0.34	1.95	0.032
15:00	-10.24	0.36	2.16	0.032
16:00	-11.46	0.41	2.65	0.032
17:00	-9.15	0.32	1.75	0.033
18:00	-8.60	0.30	1.56	0.033
19:00	-7.95	0.28	1.35	0.033
20:00	-7.41	0.26	1.18	0.034
21:00	-7.90	0.28	1.33	0.033
22:00	-5.48	0.19	0.68	0.035

Рис. 12 Таблица изменений расхода, скорости, удельных потерь напора во времени для трубопровода №11.



Рис. 13 Временной график изменения расхода воды в трубопроводе 11.

Time Часы	Расход МЗЧ	Напор м	Давление м
0:00	10.11	157.39	30.39
1:00	5.99	159.26	32.26
2:00	5.99	160.04	33.04
3:00	5.99	160.81	33.81
4:00	11.61	160.01	33.01
5:00	15.72	159.34	32.34
6:00	19.84	157.33	30.33
7:00	22.46	163.93	36.93
8:00	34.82	159.93	32.93
9:00	34.44	160.50	33.50
10:00	34.82	160.76	33.76
11:00	34.44	165.14	38.14
12:00	29.58	170.51	43.51
13:00	29.20	170.89	43.89
14:00	31.45	168.54	41.54
15:00	33.32	166.45	39.45
16:00	37.44	161.45	34.45
17:00	29.58	170.51	43.51
18:00	27.71	172.36	45.36
19:00	25.46	174.43	47.43
20:00	23.59	176.03	49.03
21:00	20.59	159.04	32.04
22:00	16.47	159.88	32.88
23:00	13.10	160.23	33.23
24:00	10.11	160.52	33.52

Рис. 14 Изменение во времени узлового расхода ($\text{м}^3/\text{ч}$), напора (значения пьезометрических отметок, м.), давления (свободного напора, м.) для узла №5

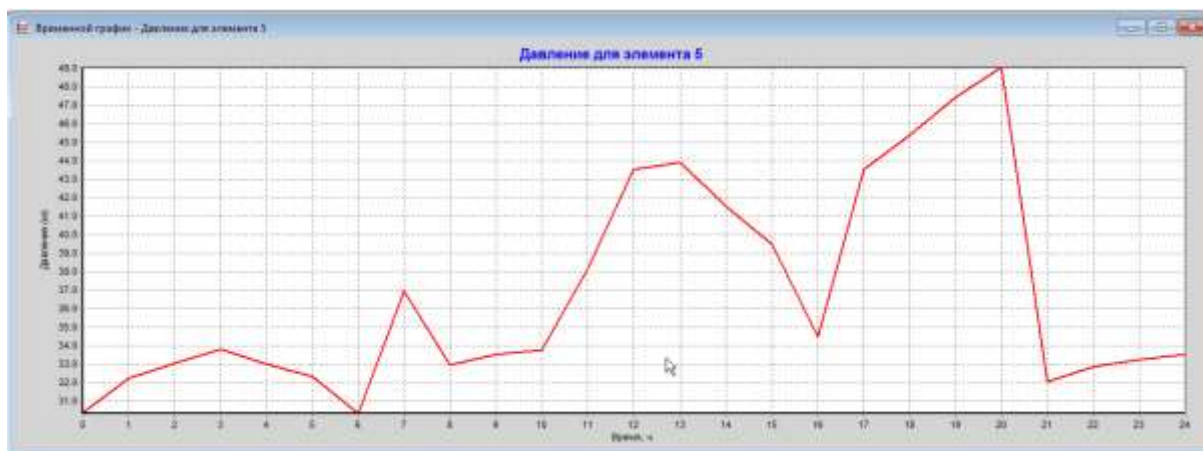


Рис. 15 Изменение во времени давления (свободного напора, м.) для узла №5

Отчет энергопотребления

Таблица | Диаграмма

Насос	Процент Потребление	Средн. эффektivност	кВт-ч /м3	Средн. кВт	Пик. кВт	Затраты /сут
29	41.67	75.00	0.11	7.30	7.46	20.94
30	58.33	75.00	0.15	19.89	21.17	79.81
35	41.67	75.00	0.12	7.63	7.71	21.88
36	58.33	75.00	0.17	33.53	35.73	134.56
Общие затраты						257.19
Доп. энергопотребле						0.00

Рис. 16. Отчет по энергопотреблению.

ЗАДАЧА №7

Выполнить моделирование по программе EPANET 2 простой системы водоснабжения по заданию преподавателя.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8 Расчет хозяйственно-бытовой водоотводящей сети

[Практический раздел](#)

Цель работы: Выполнить расчет системы хозяйственно-бытовой водоотводящей сети.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.

Системой канализации населенного пункта называется комплекс инженерных сооружений, предназначенный для приема, отвода за пределы территории сточных вод, а также для их очистки и обеззараживания.

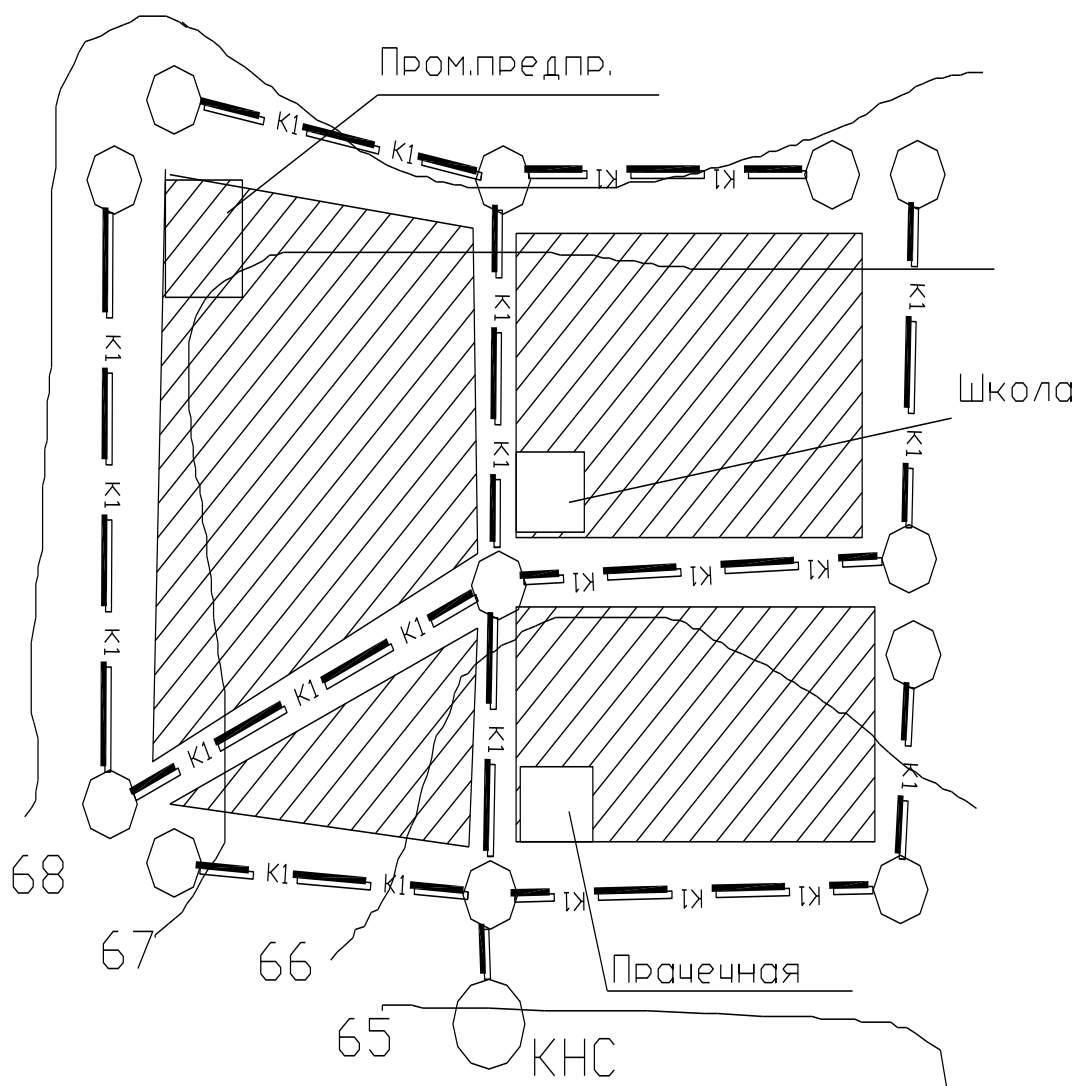


Рисунок 1 – Схема системы водоотведения населенного пункта

В отличие от водопровода сточная жидкость движется по трубам и коллекторам канализационной сети самотеком. При этом трубы, как правило, работают неполным сечением. Расчет канализационной сети включает:

- вычисление расчетных расходов сточных вод на участках;
- определение диаметров труб на участках;
- назначение такого уклона трубопровода, чтобы соблюдались соотношения:

$$V_{\min} < V_{\phi} < V_{\max},$$

где V_{\min} - минимальная расчетная скорость движения сточной жидкости, принимается по ТНПА в зависимости от расчетного наполнения;

V_{\max} - максимальная допустимая скорость движения сточной жидкости, принимаемая в зависимости от материала труб;

V_{ϕ} - расчетная скорость движения сточной жидкости;

З А Д А Ч А

Запроектировать хозяйственно-бытовую канализационную сеть для канализуемой территории (генплан согласно варианту). Построить профиль главного канализационного коллектора.

Таблица 1 – Таблица исходных данных

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Количество жителей	850	790	900	670	840	960	890	560	600	700	1000
Норма водоотведения, л/сут	300	350	230	320	250	350	340	300	250	260	290
Школа, л/с	2,5	3,6	2,9	3,8	3,4	2,8	3,1	3,2	3,7	4,1	3,0
Промышленное предприятие, л/с	10,5	11,0	12,4	12,0	10,9	6,7	11,5	10,3	15,6	18,1	14,8
Прачечная, л/с	5,2	3,6	6,4	5,4	4,9	6,3	5,1	6,1	7,2	6,3	5,5

Методика расчета:

- на генплане населенного пункта трассируется водоотводящая сеть населенного пункта (рис.1.);
- на основании трассировки составляется расчетная схема водоотводящей сети (рис.2). На этой схеме узлы изображаются кружками, в которых указывается номер узла, а на выносках проставляется отметка земли и сосредоточенный расход сточной жидкости, поступающий в узел. На линиях указывается: номер участка, равный меньшему номеру узла, примыкающего к данному участку, длина участка, площадь территории стока, тяготеющей к рассматриваемому участку (площадь стока), га. Нумерация узлов начинается от

самого удаленного, номера узлов по ходу движения сточных вод должны. Длина участка определяется по генплану, с учетом масштаба. Площадь стока, тяготеющую к рассматриваемому участку, следует определять предварительно разбив кварталы жилой застройки на площади стока, руководствуясь следующими правилами.

Квартал жилой застройки представляет собой прямоугольник, параллелограмм, трапецию, треугольник. В этом случае проводятся биссектрисы углов и соединив точки их пересечения получают площади стока, которые нумеруются. Определив с помощью линейки геометрические размеры вычисляют их площади.

Данные по площадям стока заносятся в табл.2.

Таблица 2 – Расчет площадей стока

Номер квартала	Номер площади стока	Расчет	Площадь	
			см ²	га
1	1.1			
	1.2			
	1.3			
	1.4			
2	...			
	...			
	...			
	...			

На основании табл.2 составляется табл.3 с помощью которой выполняется расчет площадей стока.

Таблица 3 – Расчет площадей стока участков водоотводящей сети

Номер участка	Тяготеющие площади стока	Площади, га	Общая площадь, га

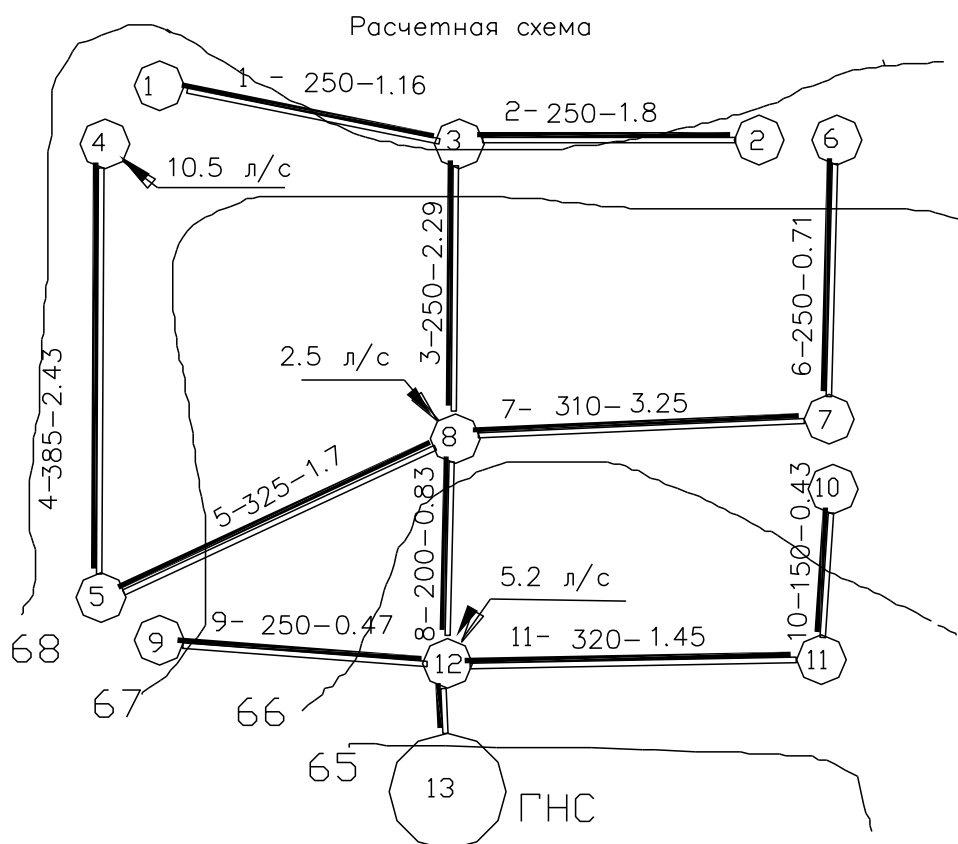
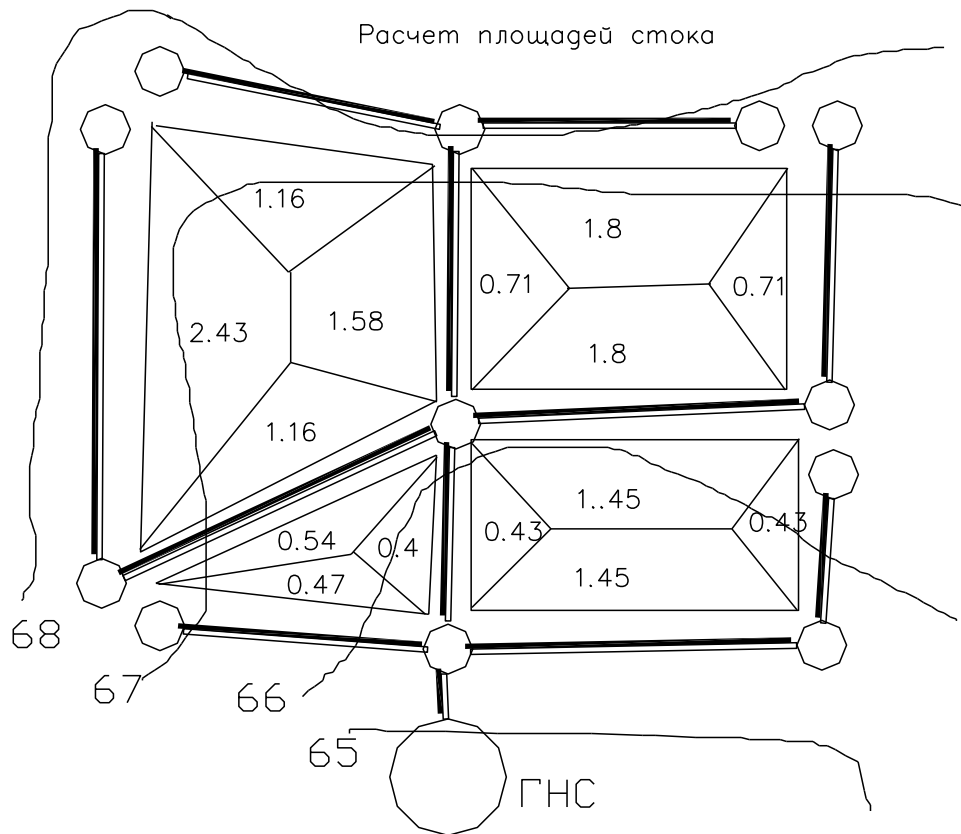


Рисунок 2. Расчет площадей стока, расчетная схема водоотводящей сети.
Площади стока наносятся на расчетную схему.

После составления расчетной схемы водоотводящей сети подготавливаются исходные данные для расчета водоотводящей сети на ЭВМ для этого формируются таблицы 4 и 5.

Таблица 4 – Информация об участках сети

Номер участка	Номера узлов		Длина участка, L, м	Площадь стока, F, га
	начало	конец		

Отметки земли в узлах водоотводящей сети определяются по генплану. Сосредоточенные расходы сточных вод принимаются в соответствии с исходными данными.

Таблица 5 – Информация об узлах сети

Номер узла	Отметка земли, Z, м	Сосредоточенный расход, Q _{соср.} , л/с

Расчет выполняется в диалоговом режиме по программе **KANS.EXE** результаты распечатать и по ним построить профиль (лабораторная работа №9).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9 Построение профиля водопроводной и водоотводящей сети

[Практический раздел](#)

Цель работы:

1. Построение профиля водоотводящей сети на ЭВМ по данным лабораторной работы №8. .
2. Построение профиля водопроводной сети с пьезометрическими линиями в соответствии с заданием на курсовое проектирование по дисциплине: «Водопроводные сети».

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

«profile.xls» представляет собой книгу Excel и состоит из нескольких листов (вкладок) три листа с названиями «1», «2», «3». Файл следует скопировать в папку, где расположен файл AutoCad и заполнить формы рис.1...5

Рис.3

Номер точки/колодца	Угол поворота	Планир. отметка земли	Натурн. отметка земли	Расстояние до следующей точки, м	Трубы		Требуемый уклон >>>, ‰	Требуемая отметка лотка*	Точки *	Уклон действ.	отметка лотка действ.		координата
					тип	Ø					<	>	
Ось 1		239,00	239,18	51,84	ПЭ	315	2,00	237,50		2,00	237,50	237,50	0,00
ПГ-3		239,15	238,78	19,20	ПЭ	315	2,00			2,00	237,40	237,40	51,8
Уг-1	90	239,15	239,09	75,40	ПЭ	315	2,00		*	4,39	237,36	237,36	71,0
Уг-2	14	239,15	239,09	28,70	ПЭ	315	2,00		+	4,39	237,03	237,03	146,0
Уг-3			239,09	14,60	ПЭ	315	2,00			4,39	236,90	236,90	175,0
3			239,20	56,34	ПЭ	315	2,00			4,39	236,84	236,84	189,0
1			240,20		ОУГ			232,00	*		236,59	236,59	246,0

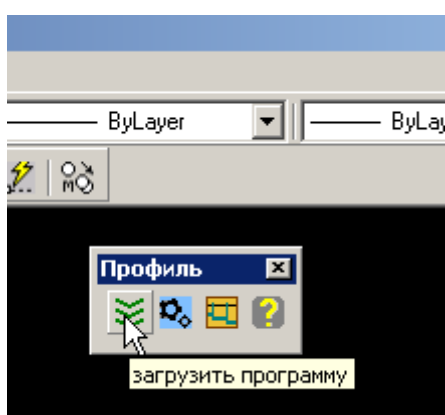
* Если Вы поставите значение в колонке I, программа подгонит действительную отметку лотка, при этом пересеч

Рис.4

ПЕРЕСЕЧКИ												
название	0-сущ.; 1-проект.	положение на профиле		↓ или то, или это ↓		диам. пересечки, мм	в этом месте				эквив. расстояние	
		расстояние, м	от точки	глубина в свету, м	отметка лотка		отм. лот. наш. трубы	Ø	план. отм.	натур. отм.		
К1	0	7	Ось 1	2,5	236,36	160	237,49	315	239,02	239,13	7	
дор	0	-14,2	ПГ-3		239,10	6	237,42	315	239,11	238,89	37,6	
кан	0	10	ПГ-3	1,0	238,15	4	237,38	315	239,15	238,94	10	
ж/д	0	5,8	Уг-2		239,09		237,00	315		239,09	5,8	
W1	1	17,5	Уг-2	0,7	238,39		236,95	315		239,09	17,5	
T1, T2	1	-7	1		237,5*	200	236,62	315		240,08	49,3	
Примечание: название пересечки может быть любым.												

Рис.5

После установки программы Профиль в AutoCAD должна появиться новая панель инструментов (рис. 6). Её можете двигать как любую другую панель, по желанию.



Для того, чтобы воспользоваться программой, её нужно сначала загрузить в AutoCAD. Для этого нажмите кнопку «Загрузить» на панели (рис. 6).

Рис.6

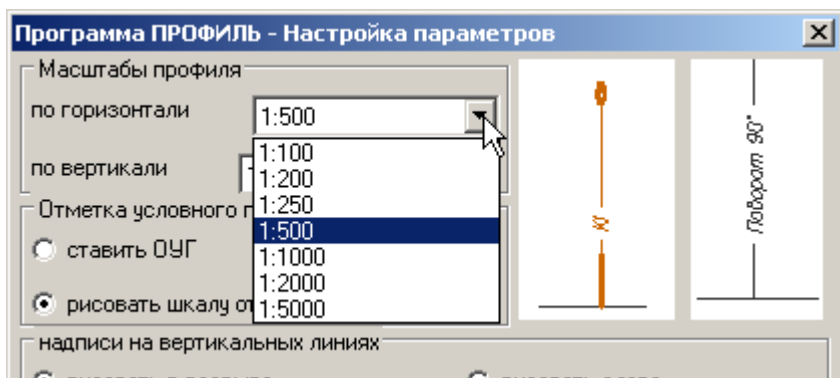


Рис.7

Для запуска программы нажмите кнопку «Запуск» на панели инструментов (рис. 8).

После этого Вам будет сразу же предложено указать Ваш файл с исходными данными (заполнение этого файла см. раздел 3). После выбора файла следите за тем, что будет написано в командной строке.

Дождитесь, пока программа задала вам вопрос, либо закончит свою работу. Вопросы и сообщения - в командной строке AutoCAD.

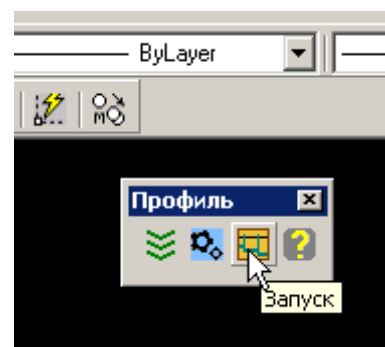


Рис.8

Вопросы могут быть следующего типа:

Проверьте, закрыт ли Excel? Если нет, переключитесь и закройте. [Enter]

(при открытом Excel программа зависнет, т.к. она должна к нему обращаться, а Excel не допускает, чтобы его одновременно открывали несколько пользователей) Если Excel у Вас закрыт, просто нажмите Enter, если нет – закройте его, а затем нажмите здесь Enter.

Введите номера профилей, которые хотите начертить (напр: 2, 5-7) [Enter-все]

Вы можете начертить не все профили, которые заданы у Вас в файле Excel. Например, Вам в этот раз нужно начертить только профиль №5 (профиль, расположенный в файле Excel на листе «5»). Тогда вводите «5» и Enter. Если нужно, например, начертить с 4-го по 8-ой, то вводите: «4-8» и Enter. Или, например, первый и четвертый: «1, 4» и Enter. Если Вы хотите начертить все, то просто нажмите Enter.

Готовые чертежи представляют собой набор обычных примитивов AutoCAD (линии, окружности, текст...). Поэтому можете править чертежи как хотите обычными средствами AutoCAD.

РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Структура ЭУМК

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ, ВЫНОСИМЫХ НА ЗАЧЕТ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ»

- 1 Из каких элементов состоит система внутреннего холодного водоснабжения ?
- 2 Что такое диктующий прибор, главное направление, как оно назначается ?
- 3 Как заполнить таблицу исходных данных для расчета по программе VN-F.BAS ?
- 4 Какие параметры системы внутреннего водопровода рассчитывает программа VN-F.BAS ?
- 5 С какой целью устанавливаются границы зон санитарной охраны ? Какие ограничения в первом и втором поясе?
- 6 Продемонстрируйте работу по расчету границ второго и третьего поясов зон санитарной охраны по программе ZONE.
- 7 Как определить реальные размеры рассчитанных по программе ZONE зон санитарной охраны ?
- 8 Какие потребители воды учитываются при расчете сводной таблицы водопотребления ?
- 9 Как назначается типовой график распределения расходов воды на хозяйственно-питьевые цели населения ?
- 10 Какой режим потребления воды на душевые нужды на промышленном предприятии ?
- 11 В какие часы следует предусматривать полив зеленых насаждений ?
- 12 Что такое режим водопотребления, от чего он зависит, какими графиками он описывается ?
- 13 По какому режиму работают насосные станции первого и второго подъема ?
- 14 Что такое оптимальный режим работы насосной станции второго подъема ? Какой главный критерий оптимальности ?
- 15 Для чего в системе водоснабжения предусматриваются РЧВ и водонапорные башни ?
- 16 Почему водопроводные сети устраиваются кольцевыми ? Что такое увязка кольцевой сети ?
- 17 Как составляется расчетная схема для увязки водопроводной сети и заполняется таблица исходных данных ?
- 18 Какие особенности функционирования водопроводной сети при пожаре ?
- 19 Какие основные функции у программы EPANET ? Как создать схему системы водоснабжения ?
- 20 Как задаются свойства узлов, трубопроводов, насосов ?
- 21 Как задать график водопотребления в программе EPANET ?
- 22 Как подготовить исходные данные и выполнить расчет водоотводящей сети по программе KANS.EXE ?
- 23 Как осуществляется ввод исходных данных для построения профиля по программе ПРОФИЛЬ ?

4 ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

Структура ЭУМК

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ»

для специальности:

1-70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов»

Учреждение образования
«Брестский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор БрГТУ

_____ М.В. Нерода

«_____» _____ 2022 г.

Регистрационный № УД-_____ /уч.

Вычислительные методы решения задач

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1–70 04 03 Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов

Брест 2022

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1–70 04 03–2019 и типового учебного плана J 70-1-004/пр-тип. для специальности 1-70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов» (код 2142-017 по ОКРБ 014-2017).

СОСТАВИТЕЛЬ:

Б.Н.Житенёв, профессор кафедры: водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов, кандидат технических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В.Г. Новосельцев, заведующий кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции учреждения образования «Брестский государственный технический университет», кандидат технических наук, доцент;

А.В. Радюк, ГИП УП «Институт «Брестстройпроект»

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов

Заведующий кафедрой _____ к.т.н., доцент С.В. Андreyuk (протокол № 2 от 19.10.22.)

Методической комиссией факультета инженерных систем и экологии

Председатель методической комиссии _____ к.т.н., доцент О.П. Мешик. (протокол № ____ от _____ 2022 г.)

Научно-методическим советом БрГТУ (протокол № _____ от _____ 2022 г.)

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Код компетенции СК-2.

Целью преподавания дисциплины «Вычислительные методы решения задач» является обучение студентов для расчетов сооружений и элементов систем водоснабжения и водоотведения с использованием современных ЭВМ.

Основной задачей курса «Вычислительные методы решения задач» является изучение алгоритмов, используемых для решения задач расчета сооружений и элементов систем водоснабжения и канализации и способов их применения в виде прикладных программ.

Изучение программы «Вычислительные методы решения задач» осуществляется по отдельным модулям, состоящим из лекционных и лабораторных занятий. Изучение каждого модуля программы происходит на лекции, лабораторном занятии, во время самостоятельной работы над курсом. На лекциях студентам излагаются основные понятия курса, на них формулируются задачи, решаемые с помощью ЭВМ, с указанием типичных проблем специальности ВВиОВР, которые сводятся к соответствующим математическим задачам и объясняются алгоритмы их решения. На лабораторных занятиях студенты закрепляют лекционный материал путем решения конкретной задачи расчета сооружения или элемента систем ВиВ с самостоятельным подбором соответствующего алгоритма и стандартной программы. Кроме того, на лабораторных работах обучающиеся приобретают навыки программирования и работы с ЭВМ.

В соответствии с учебными планами на изучение учебной дисциплины «Вычислительные методы решения задач» отводится:

План учебной дисциплины для дневной формы получения высшего образования

Предмет	Курс	Семестр	Общее количество часов по плану (з.е.)	Аудиторных часов		Самостоятельная работа	Форма текущей аттестации
				Лекции	Практики		
ВМРЗ	Дневная форма обучения						
	2	4	110 (Зз.е.)	16	34 (лаб.р.)	60	Зачет
	Заочная форма обучения						
	2	4	110(Зз.е.) (3 з.е.)	4	8 (лаб р.)	98	Зачет
				Контрольная работа			

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

2.1. ЛЕКЦИОННЫЕ ЗАНЯТИЯ, ИХ СОДЕРЖАНИЕ

- 2.1.1 Вводная лекция.
- 2.1.2. Расчет внутренней водопроводной сети на ЭВМ.
- 2.1.3. Расчет зон санитарной охраны из подземных источников по программе “ZONE”.
- 2.1.4. Расчет ступенчатого графика водопотребления на ЭВМ .
- 2.1.5. Расчет оптимального режима работы насосной станции II-го подъема. Определение производительности водопитателей, регулирующих объемов РЧВ и водонапорной башни.
- 2.1.6. Расчет кольцевой водопроводной сети на случай максимального часового водопотребления.
- 2.1.7. Расчет кольцевой водопроводной сети на случай максимального часового водопотребления с учетом возникновения пожара.
- 2.1.8. Анализ и оптимизация работы кольцевой водопроводной сети с помощью программы Eranet 2.
- 2.1.9. Расчет хоз-бытовой водоотводящей сети.
- 2.1.10. Построение профиля водопроводной и водоотводящей сети.

2.2. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ, ИХ СОДЕРЖАНИЕ

- 2.2.1. Расчет внутренней водопроводной сети на ЭВМ.
- 2.2.2. Расчет зон санитарной охраны из подземных источников по программе “ZONE”.
- 2.2.3. Расчет ступенчатого графика водопотребления на ЭВМ .
- 2.2.4. Расчет оптимального режима работы насосной станции II-го подъема. Определение производительности водопитателей, регулирующих объемов РЧВ и водонапорной башни.
- 2.2.5. Расчет кольцевой водопроводной сети на случай максимального часового водопотребления.
- 2.2.6. Расчет кольцевой водопроводной сети на случай максимального часового водопотребления с учетом возникновения пожара.
- 2.2.7. Анализ и оптимизация работы кольцевой водопроводной сети с помощью программы Eranet 2.
- 2.2.8. Расчет хоз-бытовой водоотводящей сети.

2.3. ПЕРЕЧЕНЬ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений студентов по данной дисциплине используется следующий диагностический инструментарий:

- устный опрос на лабораторных занятиях;
- итоговая форма аттестации – зачёт.

2.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Основной учебной работой студента является самостоятельная работа в течение всего срока обучения. Начинать изучение дисциплины необходимо с ознакомления с целями и задачами дисциплины, а также знаниями и умениями, приобретаемыми в процессе изучения. Далее следует проработать рекомендуемую литературу, рассмотрев темы лекционных и лабораторных занятий.

2.5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Вводная лекция.	1					6	зачет
2.	Расчет внутренней водопроводной сети на ЭВМ	1			4		6	зачет
3.	Расчет зон санитарной охраны из подземных источников по программе "ZONE"	2			4		6	зачет
4.	Расчет ступенчатого графика водопотребления на ЭВМ .	2			2		6	зачет
5.	Расчет оптимального режима работы насосной станции II-го подъема. Определение производительности водопитателей, регулирующих объемов РЧВ и водонапорной башни.	2			2		6	зачет
6.	Расчет кольцевой водопроводной сети на случай максимального часового водопотребления	2			4		6	зачет
7.	Расчет кольцевой водопроводной сети	1			2		6	зачет

	на случай максимального часового водопотребления с учетом возникновения пожара.							
8.	Анализ и оптимизация работы кольцевой водопроводной сети с помощью программы Epanet 2	2			4		6	зачет
9.	Расчет хоз-бытовой водоотводящей сети.	2			4		6	зачет
10.	Построение профиля водопроводной и водоотводящей сети	2			4		6	зачет
	ИТОГО	16			34		60	

Заочная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Расчет ступенчатого графика водопотребления на ЭВМ.	1			2		20	зачет
2.	Увязка кольцевой водопроводной сети на ЭВМ.	1			2		24	зачет
3.	Расчет зон санитарной охраны подземных источников	1			2		24	зачет

	водоснабжения на ЭВМ							
4.	Расчет водоотводящей сети на ЭВМ	1			2		30	зачет
5.	Итого	4			8		98	

2.6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Перечень вопросов, выносимых на самостоятельное изучение

1. Работа по расчету границ второго и третьего поясов зон санитарной охраны по программе ZONE [3.1.1, 3.1.5, 3.2.3].
2. Определение реальных размеров рассчитанных по программе ZONE зон санитарной охраны [3.1.1, 3.1.5, 3.2.3].
3. Потребители воды при расчете сводной таблицы водопотребления [3.1.1, 3.1.5, 3.2.3].
4. Типовой график распределения расходов воды на хозяйственно-питьевые цели населения [3.1.1, 3.1.5, 3.2.3].
5. Режим потребления воды на душевые нужды на промышленном предприятии [3.1.1, 3.1.5, 3.2.3].
6. Расчётные часы для полива зеленых насаждений [3.1.1, 3.1.5, 3.2.3].
7. Режим водопотребления, от чего он зависит, какими графиками он описывается [3.1.1, 3.1.5, 3.2.3].
8. Режим работают насосные станции первого и второго подъема [3.1.1, 3.1.5, 3.2.3].
9. Что такое оптимальный режим работы насосной станции второго подъема? Какой главный критерий оптимальности? [3.1.1, 3.1.5, 3.2.3].

3. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 3.1.1 СН 4.01.01-2019 Строительные нормы Республики Беларусь «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения». Министерство архитектуры и строительства РБ. – Минск, 2019.
- 3.1.2 СНБ 2.02.01-98 Пожарно-техническая классификация зданий, строительных конструкций и материалов. Мн. 2001
- 3.1.3 СН 2.02.02-2019 Строительные нормы Республики Беларусь «Противопожарное водоснабжение». Министерство архитектуры и строительства РБ. – Минск, 2019.

- 3.1.4 СанПиН 10-124 РБ 99 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
- 3.1.5 Водопроводные сети : учебное пособие / Э. И. Михневич, С. В. Андреюк. – Минск : ИВЦ Минфина, 2021. – 256 с.
- 3.1.6 Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: издание 2-ое, переработанное и дополненное. Учебное пособие. Том 1,2,3. – М.: Издательство АСВ, 2004.- 256 с
- 3.1.7 СТБ 2072-2010 Строительство. Монтаж наружных сетей и сооружений водоснабжения и канализации.

3.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 3.2.1 Санитарно–техническое оборудование зданий : учеб. Пособие / Б.Н.Житенёв, Г.А.Волкова, Н.Ю.Сторожук.– Минск : Высш. Шк.,2008.– 191 с. : ил.
- 3.2.2 Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Водопроводные сети» для студентов специальности 700403 – «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов» / Брест. гос. техн. ун-т ; сост.: Б. Н. Житенев, С. В. Андреюк. – Брест, 2015. – 65 с
- 3.2.3 Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Водопроводные сети» к расчету и проектированию водопроводных сетей по программе EPANET для студентов специальности 700403 – «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов» / Брест. гос. техн. ун-т ; сост.: Б. Н. Житенев, С. В. Андреюк. – Брест, 2021. – 75 с

3.3. КОМПЬЮТЕРНЫЕ ПРОГРАММЫ

- 3.3.1 Программа VN-F.BAS
- 3.3.2 Программа ZONE
- 3.3.3 Программа EXCEL
- 3.3.4 Программа NS 1- 2.BAS
- 3.3.5 Программа WODSFF.BAS;
- 3.3.6 Программа EPANET
- 3.3.7 Программа для расчета системы водоотведения KANS.EXE
- 3.3.8 Программа для построения профиля ПРОФИЛЬ

3.4. ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

- 1 Из каких элементов состоит система внутреннего холодного водоснабжения ?
- 2 Что такое диктующий прибор, главное направление, как оно назначается ?
- 3 Как заполнить таблицу исходных данных для расчета по программе VN-F.BAS ?
- 4 Какие параметры системы внутреннего водопровода рассчитывает

программа VN-F.BAS ?

- 5 С какой целью устанавливаются границы зон санитарной охраны ? Какие ограничения в первом и втором поясе?
- 6 Продемонстрируйте работу по расчету границ второго и третьего поясов зон санитарной охраны по программе ZONE.
- 7 Как определить реальные размеры рассчитанных по программе ZONE зон санитарной охраны ?
- 8 Какие потребители воды учитываются при расчете сводной таблицы водопотребления ?
- 9 Как назначается типовой график распределения расходов воды на хозяйственно-питьевые цели населения ?
- 10 Какой режим потребления воды на душевые нужды на промышленном предприятии ?
- 11 В какие часы следует предусматривать полив зеленых насаждений ?
- 12 Что такое режим водопотребления, от чего он зависит, какими графиками он описывается ?
- 13 По какому режиму работают насосные станции первого и второго подъема ?
- 14 Что такое оптимальный режим работы насосной станции второго подъема ? Какой главный критерий оптимальности ?
- 15 Для чего в системе водоснабжения предусматриваются РЧВ и водонапорные башни ?
- 16 Почему водопроводные сети устраиваются кольцевыми ? Что такое увязка кольцевой сети ?
- 17 Как составляется расчетная схема для увязки водопроводной сети и заполняется таблица исходных данных ?
- 18 Какие особенности функционирования водопроводной сети при пожаре ?
- 19 Какие основные функции у программы EPANET ? Как создать схему системы водоснабжения ?
- 20 Как задаются свойства узлов, трубопроводов, насосов ?
- 21 Как задать график водопотребления в программе EPANET ?
- 22 Как подготовить исходные данные и выполнить расчет водоотводящей сети по программе KANS.EXE ?
- 23 Как осуществляется ввод исходных данных для построения профиля по программе ПРОФИЛЬ ?

ПРОТОКОЛ

согласования учебной программы учреждения высшего образования
по учебной дисциплине «Вычислительные методы решения задач»
с другими дисциплинами

Наименование учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения кафедры об изменениях в содержании учебной программы	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и № протокола)
Водопроводные сети	Кафедра ВВиОВР	нет	Согласовать протокол № _____ от _____ 2022 г.
Сети водоотведения	Кафедра ВВиОВР	нет	Согласовать протокол № _____ от _____ 2022 г.