

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

и задания к курсовой работе

по дисциплине “Информатика”

(для студентов специальностей МАШ, ПТМ, ГПМ,
профессиональное направление 0902 – «Инженерная механика»)

Рассмотрено

на заседании кафедры ВМиП

Протокол №6 от 12 января 2007 г.

Утверждено

методической комиссией ДонНТУ

Протокол №5 от 28 февраля 2007 г.

УДК 681.3.06 (071)

Методические рекомендации и задания к курсовой работе по дисциплине “Информатика” (для студентов специальности МАШ, ПТМ, ГПМ)/ Сост.: Ю.Н. Добровольский, К.Н. Ефименко, – Донецк: ДонНТУ, 2007. – 60 с.

Изложены цель и задачи курсовой работы, организация ее выполнения, содержание курсовой работы, правила ее оформления. Приведены задания по курсовой работе, даны методические рекомендации по составлению программы, а также основы работы в MS Excel.

В приложениях рассмотрен пример оформления отдельных частей пояснительной записки.

Составители:

Ю.Н. Добровольский

К.Н. Ефименко

Отв. за выпуск:

В.Н. Павлыш, доц.

© Ефименко К.Н., 2007

© ДонНТУ, 2007

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения	4
1.1. Цель и задачи курсовой работы	4
1.2. Организация выполнения курсовой работы	4
2. Основные требования к оформлению пояснительной записки	4
2.1. Содержание курсовой работы	4
2.2. Правила оформления пояснительной записки	7
3. Рекомендации по составлению программы	8
4. Задания к курсовым работам	10
4.1. Шахтные водоотливные установки	10
4.1.1. Тема 1. Расчет напорной характеристики сети шахтной водоотливной установки	10
4.1.2. Тема 2. Определение расчетного диаметра шахтного водоотливного трубопровода	13
4.1.3. Тема 3. Расчет напорной характеристики шахтного водоотливного трубопровода	17
4.1.4. Тема 4. Расчет напорной характеристики насоса	20
4.1.5. Тема 5. Расчет напорной характеристики насоса и определение его рабочего режима	24
4.2. Шахтные вентиляторные установки	27
4.2.1. Тема 6. Расчет аэродинамической характеристики вентилятора	27
4.2.2. Тема 7. Расчет аэродинамической характеристики вентилятора и определение его рабочего режима	30
5. Основы работы в MS Excel	35
Приложения. Образец оформления пояснительной записки	49
Список рекомендуемой литературы	59

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Цель и задачи курсовой работы

Курсовая работа выполняется на базе знаний, полученных при изучении курса «Информатика» и общеобразовательных дисциплин.

Целью курсовой работы является закрепление теоретических знаний и практических навыков студентов по основам алгоритмизации, программирования и отладке программ при проведении инженерных расчетов на компьютере. При выполнении курсовой работы перед студентами ставится задача разработать программу на языке программирования Visual Basic for Application в приложении Microsoft Excel.

Содержанием курсовой работы является расчетная технологическая задача одной из специальных дисциплин, читаемых студентам на старших курсах. Это в дальнейшем позволит использовать результаты данной курсовой работы в научно-исследовательской работе студентов (НИРС), в курсовом и дипломном проектировании.

1.2. Организация выполнения курсовой работы

Задание на курсовую работу выдает студенту руководитель - консультант, который сообщает ему номер темы и вариант исходных данных к ней, на основании чего оформляется лист задания (см. приложение 2).

Курсовая работа выполняется в соответствии с графиком (см. приложение 3). Руководитель-консультант ведет учет выполнения студентом этапов курсовой работы.

Основной формой организации выполнения курсовой работы является самостоятельная работа студента под руководством консультанта в аудитории (компьютерном классе) согласно расписанию занятий.

Курсовая работа должна быть выполнена в сроки, указанные в задании и сдана на проверку руководителю. Оценка курсовой работы производится на основании защиты её в комиссии, назначаемой заведующим кафедрой. При неудовлетворительной оценке курсовая работа возвращается для исправления или дополнения, либо выдается новое задание.

2. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

2.1. Содержание курсовой работы

Общими требованиями к пояснительной записке являются: четкость и логическая последовательность изложения материала; убедительность аргументации; краткость и точность формулировок; конкретность изложения результатов работы и использование общепринятых сокращений.

Записка должна включать титульный лист (образец приведен в приложении 1), задание на курсовую работу (образец представлен в приложении 2), реферат (образец – приложение 4), содержание (образец – приложение 5) и следующие разделы:

1. Введение (образец – приложение 6).
2. Постановка задачи (образец – приложение 6).
3. Контрольный просчет.
4. Блок – схема алгоритма (образец – приложение 7).
5. Описание алгоритма (образец – приложение 8).
6. Характеристика данных и их условные обозначения (образец – приложение 9).
7. Программа решения задачи.
8. Описание программы (образец – приложение 10).
9. Заключение.

10. Список использованной литературы.

В конце пояснительной записки помещается приложение – результаты работы программы (образец – приложение 11, 12).

Реферат строится по следующей схеме: сведения об объеме записки в страницах, количество рисунков и таблиц, число использованных источников и приложений, перечень 8-15 ключевых слов, текст реферата. Перечень ключевых слов характеризует основное содержание курсовой работы. Ключевые слова приводятся заглавными буквами в именительном падеже в строку и разграничиваются запятыми. Текст реферата отражает цель курсовой работы, основные полученные результаты.

Во введении на основе анализа современного состояния вопроса необходимо обосновать актуальность темы курсовой работы.

В разделе “Постановка задачи” необходимо изложить математическое описание задачи в виде совокупности расчетных формул. Постановка задачи приведена в данных методических указаниях для каждой темы курсовой работы.

В разделе “Контрольный просчет” необходимо привести исходные данные и результат решения поставленной задачи, полученный с помощью редактора электронных таблиц MS Excel. Для варьируемых данных следует брать все точки из диапазонов начальных значений. Контрольный просчет следует выполнить сразу же после выдачи руководителем варианта задания до составления блок-схемы и программы.

В разделе “Блок-схема алгоритма” следует изобразить блок-схему алгоритма задачи. Отдельные блоки должны быть пронумерованы.

В разделе “Описание алгоритма” необходимо дать пояснение к каждому блоку алгоритма. При этом указывается лишь номер блока и текст пояснения.

В разделе “Характеристика данных и их условные обозначения” не-

обходимо привести таблицу данных, характеризующую соответствие идентификаторов программы условным обозначениям алгоритма, а также указать адреса ячеек, в которых хранятся эти величины.

В разделе “Программа решения задачи” помещается распечатка текста программы.

В разделе “Описание программы” приводятся сведения о языке программирования, на котором составлена программа, назначение операторов, использованных в программе. Также приводится рабочее окно программы (форма), краткое описание этапов создания программы и назначение управляющих кнопок.

В заключении требуется перечислить полученные на компьютере результаты и сравнить их с результатами контрольного просчета, доказать работоспособность программы путем сравнения этих результатов и сделать анализ полученных результатов.

Литература должна быть представлена общим списком в конце работы.

В приложениях производится распечатка результатов работы программы, графики, а также другие материалы. Приложения располагаются в порядке упоминания их в тексте.

2.2. Правила оформления пояснительной записки

Пояснительная записка должна быть сброшюрована в стандартном формате А4 на 15-25 страницах печатного текста. Переплет пояснительной записки изготавливается из плотной бумаги. Текст набирается в текстовом редакторе MS Word при соблюдении следующих параметров:

размеры полей: левое – 30 мм, правое – 15 мм, верхнее и нижнее – 20 мм;

тип шрифта – Times New Roman; заголовки разделов – размер шрифта 16 пт, полужирное начертание, выравнивание по центру; основной текст - размер шрифта 14 пт, обычное начертание, выравнивание по ширине; абзацный отступ – 15 мм.

Текст записки разбивается автором самостоятельно на соответствующие разделы (1, 2, ...), подразделы (2.1, 2.2, ...) и пункты (3.1.1, 3.1.2, ...). Названия разделов приводятся заглавными буквами, а названия подразделов и пунктов – строчными. Введению, заключению и списку использованной литературы номера не присваиваются. Каждый раздел и приложение должны начинаться с новой страницы.

Пояснительная записка должна иметь сквозную нумерацию страниц, начиная с титульного листа. Номера страниц располагаются в правом верхнем углу листов. Титульный лист, задание и реферат включаются в общую нумерацию, но на них номера страниц не ставятся.

Все таблицы и рисунки должны иметь название и нумерацию. Рекомендуется двухступенчатая нумерация: вначале номер раздела, затем порядковый номер внутри раздела (Таблица 4.1, Рисунок 2.1). Номер рисунка и его наименование указываются под ним, а номер таблицы и её наименование – справа над таблицей.

3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ПРОГРАММЫ

В курсовой работе при составлении программы на Visual Basic for Application в приложении Microsoft Excel [3] необходимо придерживаться следующих рекомендаций:

1. Исходные данные для решения поставленной задачи должны быть введены до начала работы программы, и располагаться на Листе1 MS Excel в виде таблицы аналогичной таблице, приведенной на листе задания.

Также на Листе 1 можно расположить результаты контрольного просчета.

2. Рабочее окно программы (форма) должно содержать пять кнопок управления: **“ВЫЧИСЛЕНИЕ”**, **“ИНТЕРПОЛЯЦИЯ”**, **“ГРАФИК”**, **“ОЧИСТКА”** и **“ВЫХОД”** (образец – приложение 10). Также на форме необходимо привести в виде надписи следующие данные: *ФИО* автора курсовой работы, *название группы*, *название темы* и *№ варианта*.

3. При нажатии кнопки **“ВЫЧИСЛЕНИЕ”** программа должна считать исходные данные с Листа1 MS Excel в соответствующие переменные, выполнить требуемые расчеты и вывести результаты (промежуточные величины и итоговая матрица, например $H = f(Q)$ в виде таблиц с пояснениями на Лист2 MS Excel.

4. При нажатии кнопки **“ИНТЕРПОЛЯЦИЯ”** программа должна выполнить интерполирование по всем столбцам результирующей матрицы для основного аргумента [4]. В качестве узлов интерполирования можно выбирать серединные точки столбца основного аргумента, вычисляемые по формуле, например: $Q^*_i = (Q_{i-1} + Q_i)/2$, где Q_{i-1} и Q_i два соседних значения в наборе основного аргумента Q . Результаты интерполирования вывести на Лист3 MS Excel после значений итоговой матрицы результатов.

5. При нажатии кнопки **“ГРАФИК”** должен выполняться макрос [4]. Макрос, может быть создан с помощью средств MS Excel, и обязан выполнять следующие действия:

- сортировка результирующей таблицы на Листе3 MS Excel, которая содержит итоговую матрицу и результаты интерполирования, в порядке возрастания значений в столбце основного аргумента;

- построение на основе упорядоченной таблицы точечной диаграммы на отдельном листе MS Excel.

6. При нажатии кнопки **“ОЧИСТКА”** необходимо выполнить удаление результатов, полученных в предыдущем сеансе работы программы,

т.е. удалить лист MS Excel, который содержит график, а также очистить Лист2 и Лист3, содержащие результаты основного расчета и интерполирования.

7. При нажатии кнопки **”ВЫХОД”** программа должна завершить работу.

Кроме перечисленного выше программа может выполнять дополнительные действия с целью улучшения пользовательского интерфейса (например, иметь возможность вводить и корректировать исходные данные и т.п.).

4. ЗАДАНИЯ К КУРСОВЫМ РАБОТАМ

4.1. Шахтные водоотливные установки

4.1.1. Тема 1. Расчет напорной характеристики сети шахтной водоотливной установки

ЗАДАНИЕ. Разработать алгоритм, составить программу определения напора H , необходимого для подачи по шахтному водоотливному трубопроводу заданного расхода воды Q , построить напорную характеристику сети $H=f(Q)$. Предполагая, что аналитическая зависимость $H=f(Q)$ неизвестна или задана “сложным” выражением, выполнить интерполирование полученных результатов для вычисления значений H^* в промежуточных значениях Q^* .

Введение

В настоящее время свыше 50% всего угля, в основном высокого качества (коксующийся, антрацит), добывается подземным способом. В подземные выработки поступает вода. На шахтах в зависимости от горно-

геологических условий на одну тонну добываемого угля приходится от 1,1 до 36 т воды. На ряде шахт притоки воды достигают 1000-2000 м³/ч.

Для откачки воды из горных выработок на поверхность служат главные водоотливные установки. Основными элементами такой установки являются насос и присоединение к нему подводящий (всасывающий) и напорный (нагнетательный) трубопроводы. В начале подводящего трубопровода установлен приемный клапан, а на напорном трубопроводе – задвижка и обратный клапан. Совокупность напорного и подводящего трубопроводов с приемным и обратным клапанами, задвижкой и другой трубопроводной арматурой представляет собой внешнюю сеть шахтной водоотливной установки.

При перемещении воды во внешней сети наблюдаются потери напора (напор – это энергия, расходуемая на перемещение единицы объема жидкости), изменяется положение жидкости (шахта-поверхность). Для компенсации этих потерь, а также для перемещения воды по вертикали применяются шахтные насосы. Параметры рабочего режима шахтных лопастных машин определяются напорными характеристиками как машин, так и внешних сетей. Под напорной характеристикой сети понимается зависимость напора, необходимого для транспортирования жидкости, от ее расхода [1,2].

Постановка задачи

Напорная характеристика сети $H = f(Q)$ задается формулой

$$H = H_{г} + a \cdot Q^2,$$

где H – напор сети, м;

$H_{г}$ – геометрический напор, расстояние по вертикали от нижнего уровня воды в водосборнике до уровня слива ее из на-

гнетательного трубопровода, м;

Q – расход воды, м³ / с;

a – сопротивление трубопровода, определяется по формуле

$$a = \frac{\delta}{\pi^2 \cdot d^2 \cdot g} \left(I + \lambda \frac{\ell}{d} + \sum \xi \right),$$

где d – внутренний диаметр трубопровода, м;

g – ускорение свободного падения (g = 9,81 м/с²);

λ – коэффициент потерь по длине;

ℓ - полная длина водоотливного трубопровода, м;

Σξ - сумма коэффициентов местных сопротивлений.

Исходные данные для расчета даны в таблице 4.1.

Таблица 4.1. Значения исходных данных к теме 1.

№ варианта	Hг	d	ℓ	λ	Σξ
1	2	3	4	5	6
1.1	220÷250 Δ = 5	0,3	280	0,03	15
1.2	270	0,3÷0,35 Δ = 0,01	300	0,03	17
1.3	300	0,35	330÷350 Δ = 5	0,0035	25 для ℓ≤340 27 для ℓ>340
1.4	310	0,3	330	0,03÷0,04 Δ = 0,002	20
1.5	280	0,3	310	0,03	18÷20 Δ = 0,5
1.6	300÷320 Δ = 4	0,3 для ℓ≤300 0,35 для ℓ>300	330	0,035	22
1.7	350	0.3÷0,4 Δ = 0,02	380	0,04	25
1.8	320	0,4	330÷360 Δ = 10	0,04	25
1.9	300	0,3 для ℓ≤350 0,4 для ℓ>350	430	0,03÷0,04 Δ = 0,005	27

Продолжение таблицы 4.1.

1	2	3	4	5	6
1.10	250÷350 $\Delta = 20$	0,3	380	0,03	25 для $\ell \leq 300$ 27 для $\ell > 300$

Примечание. Для всех вариантов исходных данных принять, что Q изменяется от 0,1 до 2,2 м³/с, с шагом $\Delta Q = 0,1$ м³/с.

4.1.2. Тема 2. Определение расчетного диаметра шахтного водоотливного трубопровода

ЗАДАНИЕ. Разработать алгоритм, составить программу определения расчетного диаметра трубопровода, выбрать по ГОСТ 8732-78 стандартные трубы и построить напорную характеристику сети $H=f(Q)$. Предполагая, что аналитическая зависимость $H=f(Q)$ неизвестна или задана “сложным” выражением, выполнить интерполирование полученных результатов для вычисления значений H^* в промежуточных значениях Q^* .

Введение

В подземные выработки шахт поступает вода, для откачки которой в угольной промышленности установлены более 300 тыс. электронасосных агрегатов общей мощностью свыше 2 млн. кВт и которые потребляют ежегодно более 6 млрд. кВт·ч электроэнергии.

Капитальные затраты на сооружение водоотливной установки складываются из капитальных затрат на сооружение насосной камеры, трубоного ходка, водосборников и трубопроводов; на приобретение и монтаж основного, вспомогательного оборудования и аппаратуры автоматизации.

Вариант водоотливной установки, обеспечивающей откачку одного и

того же годового притока шахтной воды при минимальных приведенных затратах, считается оптимальным. Наличие большого количества факторов, оказывающих влияние на величину приведенных затрат, значительно усложняет решение задачи. Поэтому рассматриваемую задачу можно упростить.

Как показывает опыт расчета различных вариантов типовой установки наиболее изменяемой частью капитальных затрат являются затраты на сооружение трубопровода. Причем, эти затраты, зависят от диаметра трубы, арматуры, соединительных и защитных устройств. Остальные же капитальные затраты изменяются относительно мало. Таким образом, общая задача отыскания варианта оптимальной водоотливной установки сводится к частной задаче определения оптимального диаметра трубопровода.

Упрощенный расчет экономически выгодного диаметра трубопровода выполняется по оптимальной скорости воды в нем. Данными для расчета являются: среднегодовой суточный нормальный и максимальный притоки воды, химический состав воды – водородный показатель РН; разность отметок между уровнем слива воды из трубопровода и нижним уровнем воды в водосборнике, определяющая геометрическую высоту подъема – геометрический напор; гидравлическая схема трубопровода – длина и наличие местных сопротивлений [1, 2].

Постановка задачи

Для водоотливных трубопроводов применяют стальные бесшовные горячедеформированные трубы по ГОСТ 8732-78 из марок стали Ст2сп, Ст4сп, Ст5сп, Ст6сп. Эти трубы имеют наружный диаметр от 25 до 820 мм при толщине стенок от 2,5 до 75 мм. В стандартах на трубы приводятся наружные диаметры, что позволяет унифицировать присоединительные

размеры арматуры и соединительных устройств. Чтобы выбрать по ГОСТ наружный диаметр трубы, нужно произвести расчет ее на прочность и учесть коррозионный износ трубы за время эксплуатации.

Предварительно внутренний диаметр трубопровода определяют по средней скорости воды:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_n}{3600 \cdot V \cdot \pi}} \cdot 10^3,$$

где d – внутренний диаметр трубы, мм;

Q_n – номинальная подача насоса, м³/ч;

V – оптимальная скорость воды, м/с.

Расчетное давление или наибольшее давление, которое должен выдерживать водоотливный трубопровод, в МПа:

$$P_p = 1,25 \cdot \rho \cdot g \cdot H_n \cdot 10^{-6},$$

где $\rho = 1020$ кг/м³ – плотность шахтной воды;

$g = 9,81$ м/с² – ускорение свободного падения;

H_n – необходимый напор насоса, м.

Необходимая минимальная толщина стенки трубы в мм:

$$\sigma_0 = \frac{P_p \cdot d}{0,8 \cdot \sigma_A},$$

где σ_0 – временное сопротивление разрыву, МПа.

С учетом коррозионного износа толщина стенок стальных труб, прокладываемых в вертикальных стволах:

$$\sigma = \frac{100[\sigma_0 + (\sigma_{\dot{E}.\dot{I}} + \sigma_{\dot{E}.\dot{A}}) \cdot t]}{100 - K_A},$$

где σ_0 – расчетная минимальная толщина стенки, мм;

$\sigma_{\text{к.н.}} = 0,25$ мм/год и $\sigma_{\text{к.в.}}$ – скорость коррозии поверхности трубы соответственно наружной и внутренней, мм/год;

$t = 10 - 15$ лет – срок службы трубопровода;

$K_d = 10 - 15$ – коэффициент, учитывающий минусовый допуск толщины стенки, %.

Расчетный наружный диаметр трубы: $d_H = d + 2 \cdot \sigma$.

Выбираются по ГОСТу ближайший наружный и внутренний диаметры трубы. По выбранному наружному диаметру трубы, взятому в метрах, рассчитывается напорная характеристика сети.

Под напорной характеристикой понимается зависимость напора, необходимого для транспортирования жидкости, от ее расхода $H = f(Q)$.

$$H = H_{\Gamma} + a \cdot Q^2,$$

где H – напор сети, м;

H_{Γ} – геометрический напор, м;

a – сопротивление трубопровода, определяется по формуле

$$a = \frac{8}{\pi^2 \cdot d_i^4 \cdot g} \left(1 + \lambda \frac{\ell}{d_i} + \sum \xi \right),$$

где Q – расход воды, м³/с;

d_H – диаметр трубопровода, м;

$g = 9,81$ м/с² – ускорение свободного падения;

λ – коэффициент потерь по длине;

ℓ – полная длина водоотливного трубопровода, м;

$\sum \xi$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений.

Исходные данные для расчета даны в таблице 4.2.

Таблица 4.2. Значения исходных данных к теме 2.

№ вар.	Q_H	V	H_H	σ_B	σ_{KB}	t	H_{Γ}	ℓ
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2.1	300	2,1	500	350	0,1	10 ÷ 15 $\Delta = 1$	250	280

Продолжение таблицы 4.2.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2.2	350	2,2	600	420	$0,1 \div 0,2$ $\Delta = 0,02$	10	280	310
2.3	400	2,3	700	$420 \div 500$ $\Delta = 20$	0,1	10	300	330
2.4	330	2,2	$600 \div 700$ $\Delta = 20$	350	0,4	15	290	340
2.5	350	$2 \div 2,4$ $\Delta = 0,1$	400	350	0,2	13	310	340
2.6	$300 \div 350$ $\Delta = 10$	2,2	500	420	0,4	14	300	330
2.7	340	2,2	400	600	$0,1 \div 0,4$ $\Delta = 0,05$	12	200	230
2.8	350	2,1	500	$380 \div 420$ $\Delta = 10$	0,2	15	310	340
2.9	400	2,4	$400 \div 450$ $\Delta = 10$	600	0,4	10	250	290
2.10	330	$2,1 \div 2,4$ $\Delta = 0,1$	450	420	0,1	15	220	250

Примечание. Для всех вариантов исходных данных принять одинаковые значения следующих величин: $\lambda = 0,03$; $\Sigma \xi = 20$; $K_d = 12$; $Q = 0 \div 1,8 \text{ м}^3/\text{с}$; $\Delta Q = 0,1 \text{ м}^3/\text{с}$.

4.1.3. Тема 3. Расчет напорной характеристики шахтного водоотливного трубопровода

ЗАДАНИЕ. Разработать алгоритм, составить программу определения

напора H по заданным значениям расхода воды Q и построить характеристику трубопровода $H=f(Q)$. Предполагая, что аналитическая зависимость $H=f(Q)$ неизвестна или задана “сложным” выражением, выполнить интерполирование полученных результатов для вычисления значений H^* в промежуточных значениях Q^* .

Введение

Одним из направлений ускорения технического прогресса для подземного способа добычи угля является развитие гидродобычи и трубопроводного транспорта. В подземные выработки поступает вода. Глубины, из которых откачивается вода, значительны – от 100 до 1600 м.

При перемещении воды по трубопроводам по шахтным выработкам наблюдаются потери напора, изменяется положение жидкости (шахта – поверхность). Для компенсации этих потерь, а также для перемещения воды по вертикали применяются шахтные насосы.

В шахтной водоотливной установке насос всасывает воду из приемного колодца и подает в нагнетательный трубопровод. Расстояние по вертикали от свободной поверхности воды в колодце до места слива называется геометрической высотой подъема H_g .

Параметры рабочего режима шахтных лопастных машин определяются напорными характеристиками как машин, так и внешних сетей.

Под напорной характеристикой понимается зависимость напора, необходимого для транспортирования жидкости, от ее расхода. Известно, что напор, необходимый для транспортирования жидкости, равен разности напоров в выходном и входном сечениях сети, сложенной с потерями напора в ней [1,2].

Постановка задачи

Уравнение напорной характеристики рассматриваемого трубопровода имеет вид:

$$H = H_{\Gamma} + a \cdot Q^2,$$

где $H_{\Gamma} = H_{\text{BC}} + H_{\text{H}}$;

H_{BC} – геометрическая высота всасывания, м;

H_{H} – геометрическая высота нагнетания, м;

a – сопротивление трубопровода, $\text{с}^2/\text{м}^5$;

Q – расход воды, $\text{м}^3/\text{ч}$.

Расчетный диаметр трубопровода

$$d_p = d_H - 2\sigma - K,$$

где d_H – наружный диаметр, мм;

σ – толщина стенки, мм;

K – величина уменьшения внутреннего диаметра в следствии коррозии и отложений. Для водопроводов $K = 1\text{мм}$.

Коэффициент Дарси по формуле Шевелева

$$\lambda = 0,021 / d_p^{0,3}$$

Эквивалентная длина трубопровода

$$l_{\text{э}} = \frac{\sum \xi}{\lambda} d_p,$$

где $\sum \xi$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений.

Сопротивление трубопровода

$$a = \frac{l + l_{\text{э}}}{K^2}$$

где l – длина трубопровода, м;

K^2 – квадрат расходной характеристики трубопровода, $\text{м}^6/\text{с}^2$.

Исходные данные для расчета даны в таблице 4.3.

Таблица 4.3. Значения исходных данных к теме 3.

№ вар.	H_{BC}	H_H	ℓ	d_H	σ	K^2	Q	$\Sigma\xi$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3.1	$1,5 \div 2$ $\Delta=0,1$	260	290	89	3,5	0,0945	$0 \div 400$ $\Delta=40$	17
3.2	1,5	$250 \div 270$ $\Delta=5$	280	70	2,5	0,0272	$0 \div 400$ $\Delta=50$	15
3.3	1,6	280	$300 \div 350$ $\Delta=10$	70	3,0	0,0249	$0 \div 500$ $\Delta=50$	20
3.4	5	400	430	$140 \div 220$ $\Delta=10$	5,0	0,0140	$0 \div 800$ $\Delta=50$	20
3.5	4,5	350	380	168	$3,0 \div 6,0$ $\Delta=0,5$	0,0295	$0 \div 700$ $\Delta=50$	22
3.6	2	300	330	89	3,0	0,0101	$0 \div 600$ $\Delta=60$	$15 \div 22$ $\Delta=1$
3.7	$2 \div 4,5$ $\Delta=0,5$	300	430	121	4,5	0,0502	$0 \div 700$ $\Delta=50$	20
3.8	2,5	$300 \div 400$ $\Delta=20$	360	121	3,5	0,0552	$0 \div 600$ $\Delta=60$	16
3.9	2,5	330	$360 \div 380$ $\Delta=5$	89	4,0	0,0885	$0 \div 600$ $\Delta=50$	18
3.10	3,5	270	300	$70 \div 140$ $\Delta=10$	5,5	0,0456	$0 \div 800$ $\Delta=100$	18

4.1.4. Тема 4. Расчет напорной характеристики насоса

ЗАДАНИЕ. Разработать алгоритм, составить программу вычисления значений напора H для построения напорной характеристики насоса

$H=f(Q_T)$. Предполагая, что аналитическая зависимость $H=f(Q_T)$ неизвестна или задана “сложным” выражением, выполнить интерполирование полученных результатов для вычисления значений H^* в промежуточных значениях Q_T^* .

Введение

Для откачки воды из горных выработок на поверхность оборудуются водоотливные установки. Основным элементом такой установки является насос с присоединенным к нему подводящим (всасывающим) и напорным (нагнетательным) трубопроводами.

Основные параметры насосов, по которым производится их выбор для конкретной технологической схемы водоотлива, таковы:

напор насоса H – энергия, сообщаемая насосом одной единице веса транспортируемой жидкости;

подача Q_T – объем жидкости, подаваемой насосом в единицу времени.

Насос состоит из спирального корпуса и свободно вращающегося в нем колеса. При вращении колеса частицы воды, находящейся в межлопаточных каналах, под воздействием лопаток и центробежной силы перемещаются от центра к периферии и далее в спиральный канал и нагнетательный патрубок.

Вследствие разрежения у входа в колесо через всасывающий патрубок под воздействием атмосферного давления поступают новые частицы жидкости. Рабочее колесо является основным элементом центробежного насоса и в значительной степени предопределяет всю ее конструкцию. Поэтому одной из важнейших задач теории турбомашин является исследование процесса энергообмена между рабочим колесом и потоком жидкости. Сложный характер движения жидкости в проточной части машин (насоса)

приводит к необходимости идеализировать рабочий процесс ее. Сначала исследуют рабочий процесс теоретической машины (насоса), т.е. такой воображаемой машины, в которой передача энергии потоку жидкости происходит без потерь, а затем анализируют влияние потерь энергии на рабочий процесс реальной машины (насоса).

Научной основой при создании насосов является гидравлика, которой известно, что для перемещения жидкости по трубопроводу необходим напор (энергия на перемещение одной единицы веса жидкости).

Напорная характеристика насоса – это графическая зависимость напора насоса от подачи $H=f(Q_T)$ при постоянных частоте вращения вала, вязкости и плотности жидкости [1,2].

Постановка задачи

Напор насоса (в первом приближении) вычисляется по формуле:

$$H = H_T - \Delta H_{Tr} - \Delta H_{уд},$$

где H_T – теоретический напор насоса, м;

$$H_T = \frac{U_2}{g} \left(U_2 \frac{ctg\beta_2}{K_c \cdot \pi \cdot \dot{A}_2 \cdot b_2} Q \right),$$

где U_2 – окружная скорость потока на выходе рабочего колеса, м/с;

$$U_2 = \frac{\pi \cdot n}{30} \cdot \frac{\dot{A}_2}{2}$$

g – ускорение свободного падения ($g = 9,81 \text{ м/с}^2$);

β_2 – угол выхода лопаток рабочего колеса, град;

Q_T – теоретическая подача насоса, м³/с;

K_c – коэффициент стеснения рабочего канала;

\dot{A}_2 – наружный диаметр рабочего колеса, м;

b_2 – ширина рабочего колеса на выходе, м;

n – частота вращения вала насоса, мин^{-1} ;

$\Delta H_{\text{тр}}$ – потери напора на трение, м;

$$\Delta H_{\text{тр}} = A \cdot Q_{\text{T}}^2,$$

где A – коэффициент потерь напора на трение, $\text{с}^2/\text{м}^5$;

$\Delta H_{\text{уд}}$ – потери напора на удар, м;

$$\Delta H_{\text{уд}} = B \cdot (Q_{\text{T}} - Q_{\text{опт}})^2,$$

где B – коэффициент потерь напора на удар, $\text{с}^2/\text{м}^5$;

$Q_{\text{опт}}$ – оптимальная подача насоса, $\text{м}^3/\text{с}$;

Исходные данные для расчета даны в таблице 4.4.

Таблица 4.4. Значения исходных данных к теме 4.

№ вар.	n	D_2	b_2	$Q_{\text{опт}}$	K_c	β_2	A	B
1	2	3	4	5	6	7	8	9
4.1	1450	$0,2 \div 0,6$ $\Delta=0,1$	0,02	0,17	0,8	120	$0,6 \cdot 10^3$	$0,4 \cdot 10^3$
4.2	950	0,35	0,03	0,012	0,6	55	$0,8 \cdot 10^3$	$(0,4 \div 0,8) \cdot 10^3$ $\Delta=10^2$
4.3	950	0,3	0,03	0,01	$0,5 \div 0,8$ $\Delta=0,05$	75	$0,8 \cdot 10^3$	$0,5 \cdot 10^3$
4.4	1450	0,6	0,03	0,02	0,6	125	$(0,3 \div 0,8) \cdot 10^3$ $\Delta=10^2$	$0,7 \cdot 10^3$
4.5	950	0,7	0,025	0,012	0,85	95	$1,4 \cdot 10^3$	$(0,2 \div 0,5) \cdot 10^3$ $\Delta=10^2$
4.6	3000	$0,3 \div 0,9$ $\Delta=0,1$	0,02	0,024	0,75	60	$0,6 \cdot 10^3$	$0,7 \cdot 10^3$
4.7	950	0,4	0,025	0,015	0,65	$55 \div 105$ $\Delta=25$	$0,8 \cdot 10^3$	$0,8 \cdot 10^3$
4.8	3000	0,2	0,03	0,01	0,8	80	$(0,6 \div 1,1) \cdot 10^3$ $\Delta=10^2$	$0,2 \cdot 10^3$

Продолжение таблицы 4.4.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4.9	950	0,3	0,025	0,025	$0,55 \div 0,75$ $\Delta=0,05$	120	$1,2 \cdot 10^3$	$0,7 \cdot 10^3$
4.10	3000	0,65	0,02	0,015	0,55	$60 \div 140$ $\Delta=20$	$1 \cdot 10^3$	$0,4 \cdot 10^3$

Примечание. Для всех вариантов исходных данных принять, что Q_T изменяется от 0 до $0,15 \text{ м}^3/\text{с}$ с шагом $\Delta Q_T = 0,025 \text{ м}^3/\text{с}$.

4.1.5. Тема 5. Расчет напорной характеристики насоса и определение его рабочего режима

ЗАДАНИЕ. Разработать алгоритм, составить программу вычисления напора H для построения напорной характеристики насоса $H=f(Q_T)$ и определения рабочего режима шахтного насоса. Предполагая, что аналитическая зависимость $H=f(Q_T)$ неизвестна или задана “сложным” выражением, выполнить интерполирование полученных результатов для вычисления значений H^* в промежуточных значениях Q_T^* .

Введение

При разработке месторождений полезных ископаемых вода проникает в горные выработки. Осушение шахтных полей может осуществляться спуском воды по наклонным выработкам в открытые русла (водоотлив самотеком) или подъемом воды на поверхность с помощью специальных водоотливных установок, что в большинстве случаев встречается на практике.

В случае водоотлива с подъемом воды (напорный водоотлив) шахтная

вода собирается в специальных водосборниках, откуда насосами транспортируется на поверхность. Основными требованиями, предъявляемыми к водоотливным установкам, являются обеспечение полной безопасности ведения горных работ и высокие технико-экономические показатели их работы.

В состав водоотливных установок входят насос, привод-электродвигатель, подводящий (всасывающий) и напорный (нагнетательный) трубопроводы с соответствующей арматурой.

Наиболее рациональным типом насосов шахтного водоотлива являются центробежные насосы. Для изучения режима работы насоса необходимо сопоставить требование внешней сети с возможностями насоса, которые определяются его напорной характеристикой $H = f(Q_T)$.

Решить эту задачу можно графически. Для этого в системе координат (Q_T, H) в одном и том же масштабе строят напорную характеристику сети и напорную характеристику насоса. Рабочий режим насоса определяется координатами точки пересечения этих кривых. По этим значениям получают мощность и КПД насоса, а также удельное энергопотребление [1,2].

Постановка задачи

Напорная характеристика сети $H = f(Q_T)$ задается формулой:

$$H_c = H_g + a \cdot Q_T^2$$

где H_g – высота нагнетания, м;

a – сопротивление трубопровода, c^2/m^5 ;

$$a = \frac{\ell + \ell_{экр}}{K^2},$$

где ℓ – длина трубопровода, м;

$$\ell = \frac{H\Gamma}{\sin \alpha},$$

где α - угол наклона ствола шахты, град;

$\ell_{\text{экв}}$ – эквивалентная длина, соответствующая местным сопротивлениям, м;

K^2 – квадрат расходной характеристики трубопровода, м⁶/с²;

Q_T – текущее значение расхода воды в трубопроводе, м³/с.

Напорная характеристика насоса определяется выражением

$$H_n = H_T - \Delta H_{\text{тр}} - \Delta H_{\text{уд}},$$

где H_T – теоретический напор насоса, м;

$$i_{\dot{o}} = \frac{U_2^2}{g} \cdot \left(U_2 - \frac{ctg\beta_2}{Kc \cdot \pi \cdot \dot{A}_2 \cdot b_2} Q_{\dot{o}} \right),$$

где U_2 – окружная скорость потока на выходе рабочего колеса, м/с;

$$U_2 = \frac{\pi \cdot n}{30} \cdot \frac{\dot{A}_2}{2},$$

где n – частота вращения вала насоса, мин⁻¹;

\dot{A}_2 – наружный диаметр колеса, м;

g – ускорение свободного падения ($g = 9,81$ м/с²);

β_2 – угол выхода лопаток рабочего колеса, град;

Kc – коэффициент стеснения рабочего канала;

b_2 – ширина рабочего колеса на выходе, м;

$\Delta H_{\text{тр}}$ – потери напора на трение, м;

$$\Delta H_{\text{тр}} = A \cdot Q_T^2,$$

где A – коэффициент потерь напора на трение, с²/м⁵;

$\Delta H_{\text{уд}}$ – потери напора на удар, м;

$$\Delta H_{\text{уд}} = B \cdot (Q_T - Q_{\text{опт}})^2,$$

где B – коэффициент потерь напора на удар, с²/м⁵;

Q_{опт} – оптимальная подача насоса, м³/с.

Исходные данные для расчета даны в таблице 4.5.

Таблица 4.5. Значения исходных данных к теме 5.

№ вар	Hг	α	ℓ _{экв}	K ²	n	Д ₂	b ₂	Q _{опт}	Kс	β ₂
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5.1	120	60	0,35 · ℓ	0,016	1450	0,5	0,025	0,02	0,75	120
5.2	125	90	0,4 · ℓ	0,00516	950	0,35	0,03	0,012	0,6	110
5.3	150	60	0,3 · ℓ	0,237	1450	0,65	0,02	0,015	0,55	60
5.4	230	90	0,35 · ℓ	0,748	1450	0,7	0,025	0,01	0,5	75
5.5	180	65	0,21 · ℓ	0,165	1450	0,35	0,03	0,025	0,8	120
5.6	100	90	0,25 · ℓ	0,634	1450	0,7	0,02	0,012	0,75	115
5.7	350	75	0,2 · ℓ	0,197	3000	0,45	0,03	0,01	0,8	80
5.8	110	60	0,15 · ℓ	0,0434	950	0,4	0,025	0,015	0,65	55
5.9	125	75	0,13 · ℓ	0,016	1450	0,7	0,03	0,025	0,6	105
5.10	200	90	0,12 · ℓ	0,00516	3000	0,55	0,02	0,024	0,75	60

Примечание. Для всех вариантов исходных данных принять одинаковые значения величин: A = 0,4 · 10⁴ с²/м⁵; B = 0,7 · 10⁴ с²/м⁵; Q_т изменяется от 0 до 0,15 м³/с; ; шаг ΔQ_т – подобрать самостоятельно.

4.2. Шахтные вентиляторные установки

4.2.1. Тема 6. Расчет аэродинамической характеристики вентилятора

ЗАДАНИЕ. Разработать алгоритм, составить программу вычисления значения давления вентилятора P и построить графики его зависимости от теоретической подачи P=f(Q_т). Предполагая, что аналитическая зависи-

мость $P=f(Q_T)$ неизвестна или задана “сложным” выражением, выполнить интерполирование полученных результатов для вычисления значений P^* в промежуточных значениях Q_T^* .

Введение

С развитием горной промышленности увеличиваются размеры шахтных полей, возрастает глубина разработки и длина горных выработок, увеличивается степень механизации производственных процессов, что приводит к увеличению газовыделения, пылеобразование и температура. Поэтому требуются значительные расходы воздуха для проветривания выработок, а также снижения температуры за счет циркуляции воздуха (на каждую тонну угля необходимо подавать от 5 до 15 т воздуха). Для выполнения этих функций предназначены шахтные вентиляторные установки.

Основным элементом вентиляторной установки является вентилятор. При выборе и эксплуатации вентиляторов необходимо знать его характеристики, под которыми понимают графическую зависимость основных технических показателей вентилятора (давление, мощность, КПД) от подачи. Подачей называется количество воздуха, перемещаемого вентилятором в единицу времени без учета утечек. Давление называют разность полных удельных энергий воздуха при выходе из вентилятора и входе в него. На практике давление, создаваемое вентилятором, можно определить по показаниям измерительных приборов.

В состав вентилятора входит рабочее колесо, состоящее из втулки с закрепленными на ней под некоторым углом к плоскости вращения лопатками. Оно посажено на вал и вращается в цилиндрическом кожухе. Аэродинамические характеристики вентилятора приводятся в виде сводного графика при различных углах установки лопаток рабочего колеса, частоты

вращения вала вентилятора и других параметров. Они позволяют выбрать вентилятор того типа, который удовлетворяет конкретным условиям, а также осуществлять регулирование вентиляторов, находящихся в эксплуатации. Характеристики вентиляторов получают опытным путем на лабораторных стендах. Но использование компьютеров для расчета характеристик позволяет с меньшими затратами труда и более точно выбрать оптимальный тип вентилятора и способы регулирования его работы.

Постановка задачи

Давление вентилятора определяется из выражения

$$P = P_T - \Delta P_{Tr} - \Delta P_{уд},$$

где P_T – теоретическое давление вентилятора, Па;

$$\Delta P_{уд} = \rho \cdot U \cdot \left(U - \frac{ctg\beta_2}{Kc \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (\dot{A}^2 - d^2)} Q_{\dot{\delta}} \right),$$

где ρ – плотность воздуха ($\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$);

U – окружная скорость потока, м/с;

$$U = \frac{\pi \cdot n}{30} \cdot \frac{\dot{A}}{2},$$

где n – частота вращения вала вентилятора, мин⁻¹;

Kc – коэффициент стеснения рабочего вала вентилятора;

\dot{A} – наружный диаметр рабочего колеса вентилятора, м;

d – диаметр втулки рабочего колеса, м;

$$d = 0.7 \cdot \dot{A}$$

β_2 – угол выхода лопаток рабочего колеса, град;

$Q_{\dot{\delta}}$ – теоретическая подача вентилятора, м³/с;

$\Delta P_{\text{тр}}$ – потери давления на трение, Па;

$$\Delta P_{\text{тр}} = A \cdot Q_{\text{T}}^2,$$

где A – коэффициент потерь давления на трение, Па·с²/м⁶;

$\Delta P_{\text{уд}}$ – потери давления на удар, Па;

$$\Delta P_{\text{уд}} = B \cdot (Q_{\text{T}} - Q_{\text{опт}})^2,$$

где B – коэффициент потерь давления на удар, Па·с²/м⁶;

$Q_{\text{опт}}$ – оптимальная подача вентилятора, м³/с.

Исходные данные для расчета даны в таблице 4.6.

Таблица 4.6. Значения исходных данных к теме 6.

№ варианта	n	Д	Кс	β_2	A	B	$Q_{\text{опт}}$
1	2	3	4	5	6	7	8
6.1	1450	0,8÷1,4 $\Delta=0,2$	0,8	80	0,02	0,03	50
6.2	1000	2,0	0,5÷0,8 $\Delta=0,1$	110	0,005	0,004	100
6.3	600	2,5	0,6	60÷140 $\Delta=20$	0,04	0,06	125
6.4	985	1,2	0,7	105	0,02÷0,1 $\Delta=0,02$	0,01	60
6.5	750	1,8	0,75	130	0,07	0,02÷0,1 $\Delta=0,02$	80
6.6	400	3,5	0,85	110	0,04	0,1	50÷150 $\Delta=20$
6.7	600÷1000 $\Delta=50$	2,2	0,65	75	0,12	0,12	120
6.8	500	1,4÷2,2 $\Delta=0,4$	0,9	120	0,11	0,08	100
6.9	475	2,5	0,8	70÷120 $\Delta=10$	0,07	0,04	75

Продолжение таблицы 4.6.

1	2	3	4	5	6	7	8
6.10	550	2	0,9	70	0,08	$0,01 \div 0,07$ $\Delta=0,01$	70

Примечание. Для всех вариантов исходных данных принять, что Q_T изменяется от 0 до $360 \text{ м}^3/\text{с}$, с шагом $\Delta Q_T = 30 \text{ м}^3/\text{с}$.

4.2.2. Тема 7. Расчет аэродинамической характеристики вентилятора и определение его рабочего режима

ЗАДАНИЕ. Разработать алгоритм, составить программу вычисления значения давления вентилятора P для построения характеристики вентилятора и определения его рабочего режима. Предполагая, что аналитическая зависимость $P=f(Q_T)$ неизвестна или задана “сложным” выражением, выполнить интерполирование полученных результатов для вычисления значений P^* в промежуточных значениях Q_T^* .

Введение

Разработка подземным способом угольных пластов, особенно на больших глубинах, сопровождается выделением из угля большого количества газа (метана, углекислого и др.) на тонну угля, что требует значительных расходов воздуха для проветривания выработок. Кроме того, с ростом глубины увеличивается температура, в снижении которой основным фактором является циркуляция воздуха, создаваемая вентиляторными установками.

Вентиляторная установка состоит из вентилятора и внешней сети. Шахтная вентиляторная сеть представляет собой сложную систему боль-

шого числа соединенных последовательно и параллельно выработок разной длины, конфигурации, сечения, по которым перемещается воздух.

Вентилятор работает на шахтную вентиляционную сеть. Для того, чтобы получить данные о режиме работы, необходимо сопоставить требования внешней сети с возможностями вентилятора, которые определяются его аэродинамической характеристикой $P(Q_T)$.

Задача эта обычно решается графически, в том числе и с использованием современных компьютеров. Для этого в системе координат (Q_T, P) в одном и том же масштабе строят характеристику сети и аэродинамическую характеристику вентилятора. Рабочий режим (значения Q_T и P) вентиляторной установки определяется координатами точки пересечения этих кривых. По этим значениям получают мощность и КПД вентилятора, а также удельное энергопотребление [1,2].

Постановка задачи

Характеристика вентиляторной сети $P_c(Q_T)$ задается формулой:

$$P_c = R \cdot Q_T^2$$

где R – сопротивление сети, $\text{Па} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^6$;

$$R = \frac{P_B}{Q_B^2},$$

где Q_B – необходимое количество воздуха, подаваемого в шахту, $\text{м}^3 / \text{мин}$;

P_B – давление, развиваемое вентилятором, Па ;

Q_T – текущее значение расхода воздуха по шахтной вентиляционной сети, $\text{м}^3 / \text{с}$.

Аэродинамическая характеристика вентилятора определяется выражением

$$P_a = P_T - \Delta P_{тр} - \Delta P_{уд},$$

где P_T – теоретическое давление вентилятора, Па;

$$P_T = \rho \cdot U \cdot \left(U - \frac{\text{ctg}\beta_2}{K_c \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2)} Q_T \right),$$

где ρ – плотность воздуха ($\rho=1.2 \text{ кг/м}^3$);

U – окружная скорость потока, м/с;

$$U = \frac{\pi \cdot n}{30} \cdot \frac{D}{2},$$

где n – частота вращения вала вентилятора, мин^{-1} ;

K_c – коэффициент стеснения рабочего канала;

D – наружный диаметр рабочего колеса вентилятора, м;

$d = 0,7 \cdot D$ – диаметр втулки рабочего колеса, м;

β_2 – угол выхода лопаток рабочего колеса, град;

$\Delta P_{тр}$ – потери давления на трение, Па;

$$\Delta P_{тр} = A \cdot Q_T^2,$$

где A – коэффициент потерь давления на трение, $\text{Па} \cdot \text{с}^2/\text{м}^6$;

$\Delta P_{уд}$ – потери давления на удар, Па;

$$\Delta P_{уд} = B \cdot (Q_T - Q_{опт})^2,$$

где B – коэффициент потерь давления на удар, $\text{Па} \cdot \text{с}^2/\text{м}^6$;

$Q_{опт}$ – оптимальная подача вентилятора, $\text{м}^3/\text{с}$.

Исходные данные для расчета даны в таблице 4.7.

Таблица 4.7. Значения исходных данных к теме 7.

№ вар.	P_B	Q_B	n	D	K_c	β_2	A	B	$Q_{опт}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7.1	3500	170	550	2	0,9	70	0,08	0,01	70

Продолжение таблицы 4.7.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7.2	2991	189	450	1,8	0,8	130	0,04	0,06	90
7.3	2975	165	750	1,2	0,77	125	0,06	0,05	130
7.4	1900	196	600	2,2	0,65	75	0,12	0,12	60
7.5	2500	150	800	1,4	0,85	95	0,07	0,04	110
7.6	4500	174	985	1,6	0,7	80	0,03	0,3	80
7.7	2575	159	475	2,5	0,8	60	0,07	0,04	75
7.8	3750	167	375	3	0,4	120	0,08	0,12	125
7.9	4000	179	500	1,4	0,9	120	0,11	0,08	100
7.10	1750	200	400	3,5	0,85	110	0,04	0,1	50

Примечание. Для всех вариантов исходных данных принять, что Q_T изменяется от 0 до $1,5 \cdot Q_v$ м³/с; шаг ΔQ_T – подобрать самостоятельно.

Выбор № темы и № варианта для выполнения курсовой работы

Номер темы и вариант, на основе которых выдается задание на курсовую работу, выбираются по последним двум цифрам номера зачетной книжки **m n**.

При этом **m** – предпоследняя цифра номера зачетной книжки, которая определяет номер темы в соответствии с таблицей.

m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
№ темы	1	2	3	4	5	6	7	7	6	5

n – последняя цифра номера зачетной книжки, которая определяет номер варианта. Если **n** = 0, то варианта №10.

5. Основы работы в MS Excel

5.1. Основные понятия

Редактор электронных таблиц MS Excel предназначен для обработки таблиц, выполнения вычислений и построения диаграмм. Рабочий файл редактора называется *Книга* и может состоять из одного или нескольких *Листов* (рис.1). Каждый лист представляет собой таблицу, столбцы которой обозначаются латинскими буквами, строки – цифрами. На пересечении столбца и строки находится *Ячейка*. Каждая ячейка имеет свой уникальный *Адрес* (например: A1, AB345 и т.д.). Адрес текущей ячейки всегда показан в поле Имя.

Несколько рядом расположенных ячеек называются *Диапазоном*, который может быть прямоугольным, в виде строки или столбца. Адрес диапазона состоит из адресов левой верхней и правой нижней ячеек, записанных через : (например, A2:C4, B1:B10 и т.д.). При выделении нескольких несмежных диапазонов необходимо держать нажатой клавишу Ctrl.

Поле Имя Главное меню Панели инструментов Строка формул

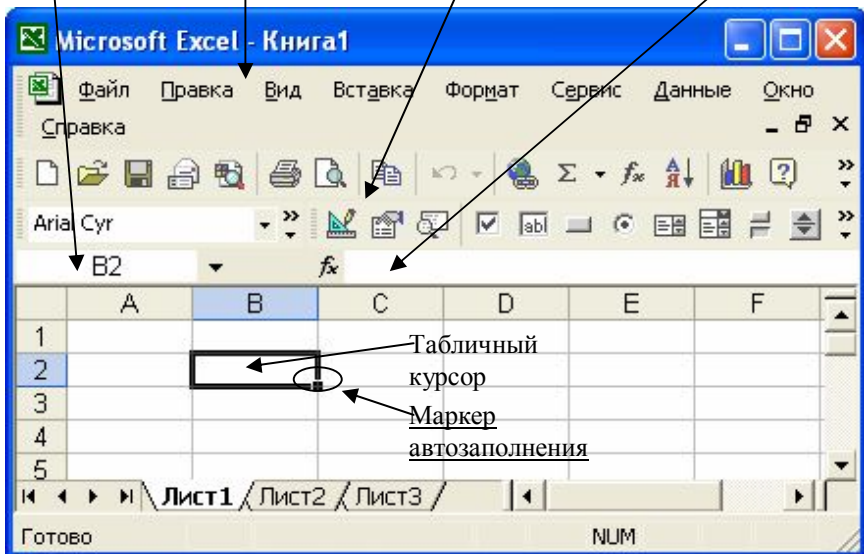


Рисунок 1. Окно редактора MS Excel.

5.2. Ввод и корректировка данных, форматирование ячеек

Для ввода данных необходимо поставить табличный курсор в требуемую ячейку и ввести значение с клавиатуры. Данные бывают следующих типов: текст, числа, даты, формулы и объекты.

Для заполнения диапазона ячеек одинаковыми величинами необходимо: ввести в 1-ю ячейку требуемое значение, поставить курсор мыши на *Маркер автозаполнения* (рис. 1), он примет вид \dagger , и растянуть область выделения на весь диапазон. Аналогичным образом заполняются диапазоны ячеек, содержащие перечисляемые величины, т.е. названия дней недели и месяцев, нумерованные списки (1-й класс, 2-й класс и т.д.). Для заполнения диапазона ячеек возрастающими (убывающими) последовательностями числовых значений можно: а) воспользоваться командой **Правка – Заполнить – Прогрессия**, перед вызовом которой необходимо ввести 1-е значение последовательности и выделить заполняемый диапазон; б) в первые две ячейки диапазона ввести два первых значения последовательности, выделить эти ячейки и растянуть за маркер автозаполнения на весь диапазон.

Для корректировки содержимого ячеек можно либо нажать клавишу F2 и внести изменения в самой ячейке, либо щелкнуть левой кнопкой мышки в строке формул и выполнить там редактирование данных.

При вводе текста он может перекрывать расположенные справа ячейки, которые на самом деле остаются свободными. Поэтому при создании таблиц заголовков каждого столбца необходимо вводить не в первой «свободной» справа ячейке, а в следующей после текущей, чтобы в таблице не оставалось пустых столбцов. И только после ввода всей «шапки» таблицы рекомендуется переходить к её форматированию.

Под форматированием понимается изменение внешнего вида ячейки и её содержимого. Для этого необходимо выделить диапазон ячеек (если форматировается одна ячейка, то на неё достаточно поставить табличный курсор), и выполнить команду **Формат – Ячейки...** Диалоговое окно команды «Формат ячеек» (рис. 2) содержит следующие вкладки:

Число – позволяет устанавливать различные числовые форматы отображения данных (числовой, экспоненциальный, дата и т.д.), а также задавать количество десятичных цифр в дробной части числа;

Выравнивание – позволяет выравнивать содержимое ячейки по вертикали и горизонтали, менять ориентацию текста, объединять ячейки и располагать текст ячейки в несколько строк (режим переносить по словам);

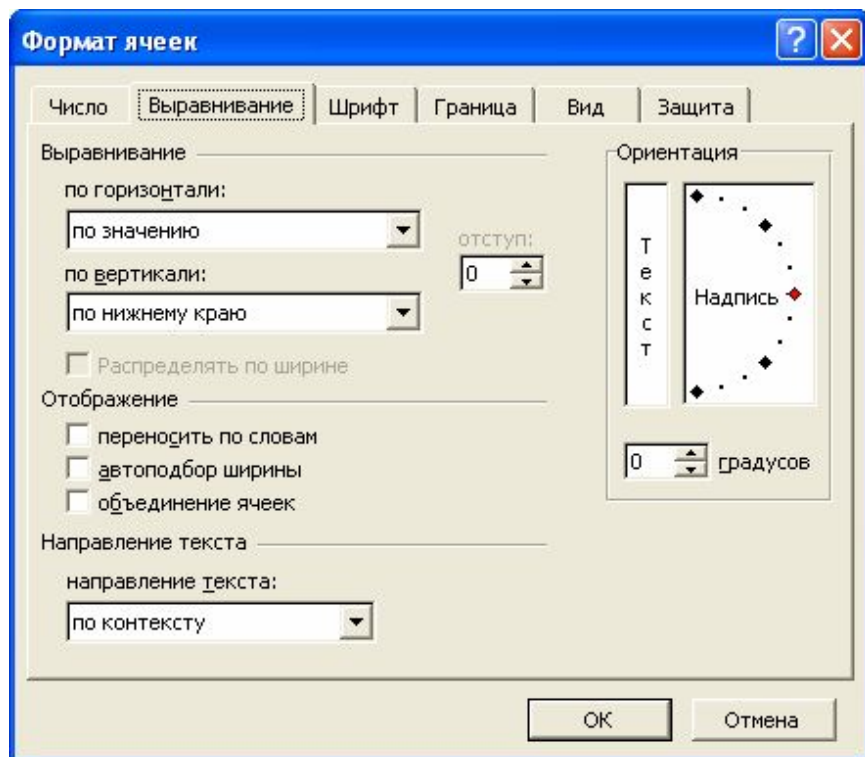


Рисунок 2. Окно формат ячейки.

Шрифт – позволяет изменять параметры шрифта (тип, размер, начертание, эффекты);

Граница – позволяет задавать ячейкам границы (обводить ячейки рамками);

Вид – позволяет выполнять заливку ячеек различными цветами.

2. Использование встроенных функций для вычислений

Вычисления в MS Excel выполняются с помощью *формул*, которые начинаются со знака =. В качестве аргументов формул могут использоваться числа, адреса ячеек и функции. Например, $=A5*C5/(B5^2)$, (содержимое ячейки A5 умножить на содержимое ячейки C5 и разделить на содержимое ячейки B5, возведенное в степень 2). При создании формулы адрес ячейки не вводится с клавиатуры, достаточно лишь щелкнуть левой кнопкой мыши на требуемой ячейке и ссылка на неё появится в выражении.

Для вычислений с помощью стандартных функций MS Excel необходимо: поставить табличный курсор в ячейку, в которой требуется получить результат; выполнить команду **Вставка – Функция**, или нажать на панели инструментов кнопку *fx* для вызова *Мастера функций*. Мастер – это последовательность диалоговых окон, в каждом из них предлагается выбрать или ввести требуемые параметры, для получения конечного результата. На 1-ом шаге Мастера функций необходимо выбрать категорию функции (для удобства использования, функции разделены на категории), найти и выделить функцию, затем нажать Ок. Если неизвестна категория, к которой относится функция, то вначале рекомендуется просмотреть категорию **«10 недавно использовавшихся»**, а затем **«Полный алфавитный перечень»**. Наиболее часто используемые функции приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1. Наиболее часто используемые функции MS Excel.

№ п/п	Функция	Категория	Назначение
1	2	3	4
1	СУММ(число1; ...)	Математические	Вычисляет сумму значений диапазона ячеек.
2	СРЗНАЧ(число1; ...)	Статистические	Вычисляет среднее значение диапазона ячеек.

Продолжение таблицы 5.1.

1	2	3	4
3	МАКС(число1; ...)	Статистические	Находит максимальное значение в диапазоне ячеек.
4	МИН(число1; ...)	Статистические	Находит минимальное значение в диапазоне ячеек.
5	СЧЕТ(знач1; ...)	Статистические	Подсчитывает количество чисел в диапазоне ячеек.
6	СУММПРОИЗВ(мас1; ...)	Математические	Перемножает соответствующие элементы заданных массивов (диапазонов) и возвращает сумму произведений.
7	СУММКВ(число1; ...)	Математические	Вычисляет сумму квадратов значений диапазона ячеек.

На 2-ом шаге Мастера функций (рис. 3) необходимо выделить адреса ячеек или диапазонов, которые будут аргументами функции и нажать Ок. Если это окно закрывает данные на листе, то его можно отодвинуть в сторону мышью.

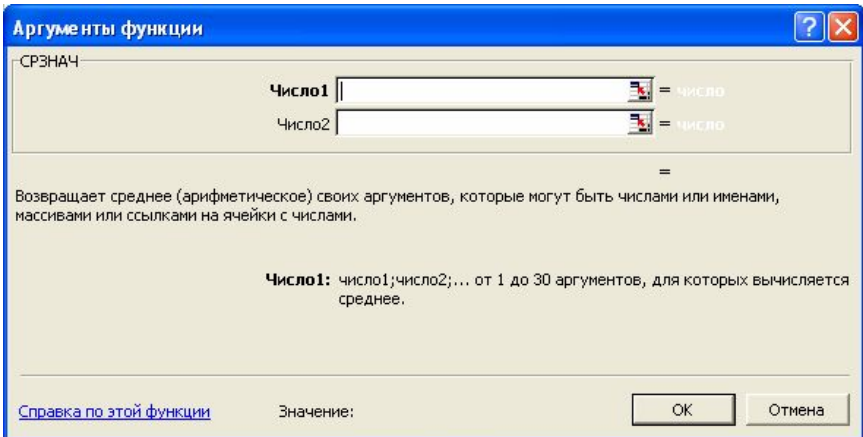


Рисунок 3. Окно Мастера функций (2 шаг).

Для вычисления суммы значений диапазона ячеек удобней выполнить

следующие действия: поставить табличный курсор в ячейку, в которой необходимо получить результат; нажать кнопку **Автосумма (Σ)** на панели инструментов; выделить требуемые ячейки и нажать Enter.

При выполнении вычислений аналогичные формулы не создают заново, а получают с помощью автозаполнения.

В MS Excel существуют три вида адресации ячеек – относительная, абсолютная и смешанная.

В случае **относительной адресации** адрес ячейки задается описанным выше способом (например, A3, C12 и т.д.). При копировании формул с помощью маркера автозаполнения, содержащиеся в них относительные адреса будут изменяться. Если формула «растягивается» по строке, то в адресе будет меняться номер столбца. Если по столбцу, то номер строки.

В случае **абсолютной адресации** в адрес ячейки перед буквой и цифрой добавляется знак \$ (например, \$A\$3, \$C\$12 и т.д.). При копировании формул с помощью маркера автозаполнения, содержащиеся в них абсолютные адреса изменяться не будут. Значит, если в аналогичных формулах должен стоять один и тот же адрес, то его надо сделать абсолютным. Для этого после ввода адреса в формулу необходимо нажать F4 (в адрес добавятся знаки \$).

В случае **смешанной адресации** знак \$ добавляется перед буквой или перед цифрой в адресе ячейки (например, \$A3, C\$12 и т.д.). При копировании формулы с помощью маркера автозаполнения не будет изменяться номер столбца или строки в смешанном адресе, перед которым стоит знак \$.

Пример. Вычислить функцию $Y = \text{Cos}(\pi/2 \cdot X)/A$, при $X \in [0;1]$, $hX=0,2$. Для этого в диапазон A2:A12 с помощью Вставка – Заполнить – Прогрессия занесем значения X из заданного интервала. В ячейку B2 введем формулу для вычисления Y (формула приведена в ячейке C2). Для вычисления последующих значений Y в столбце B будут использоваться формулы аналогичные, введенной в ячейке B2. При этом ячейка, содержащая значение X должна изменяться в каждой последующей формуле (используется относительный адрес), а ячейка, содержащая значение A

должна оставаться неизменной в каждой последующей формуле (используется абсолютный адрес).

	A	B	C	D
1	X	Y (значения)	Y (формулы)	A
2	0	0,8333	=COS(ПИ()/2*A2)/\$D\$2	1,2
3	0,2	0,7925	=COS(ПИ()/2*A3)/\$D\$2	
4	0,4	0,6742	=COS(ПИ()/2*A4)/\$D\$2	
5	0,6	0,4898	=COS(ПИ()/2*A5)/\$D\$2	
6	0,8	0,2575	=COS(ПИ()/2*A6)/\$D\$2	
7	1	0	=COS(ПИ()/2*A7)/\$D\$2	

В ходе вычислений часто приходится выбирать одно из нескольких выражений в зависимости от условий. Для этих целей можно использовать функции из категории «**Логические**», приведенные в таблице 5.2.

Таблица 5.2. Основные функции категории «Логические».

№ п/п	Функция	Назначение
1	И	Возвращает значение ИСТИНА , если все аргументы имеют значение ИСТИНА ; возвращает значение ЛОЖЬ , если хотя бы один аргумент имеет значение ЛОЖЬ .
2	ИЛИ	Возвращает ИСТИНА , если хотя бы один из аргументов имеет значение ИСТИНА ; возвращает ЛОЖЬ , если все аргументы имеют значение ЛОЖЬ .
3	НЕ	Меняет на противоположное логическое значение своего аргумента. Функция НЕ используется в тех случаях, когда необходимо быть уверенным в том, что значение не равно некоторой конкретной величине.
4	ЕСЛИ	Возвращает одно значение, если заданное условие при вычислении дает значение ИСТИНА , и другое значение, если ЛОЖЬ .

Функция **И** имеет следующий синтаксис:

=И (логическое_значение1; логическое_значение2; ...)

Логическое_значение1, логическое_значение2, ... — это от 1 до 30 проверяемых условий, которые могут иметь значение либо ИСТИНА, либо ЛОЖЬ.

Пример. Дано значение X. Необходимо определить $X \in [1; 5]$, т.е. проверить неравенство $1 \leq X \leq 5$. Для этого в ячейку В1 вводится значение X. В ячейку В2 вводится формула **=И(В1>=1;В1<=5)**

	А	В
1	X=	2,3
2	Проверка	ИСТИНА

	А	В
1	X=	5,2
2	Проверка	ЛОЖЬ

Функция **ИЛИ** имеет следующий синтаксис:

=ИЛИ(логическое_значение1;логическое_значение2; ...)

Пример. Дано значение X. Необходимо определить $X \notin [1; 5]$, т.е. проверить неравенство $X < 1$ или $X > 5$. Для этого в ячейку В1 вводится значение X. В ячейку В2 вводится формула **=ИЛИ(В1<1;В1>5)**

	А	В
1	X=	5,2
2	Проверка	ИСТИНА

	А	В
1	X=	2,3
2	Проверка	ЛОЖЬ

Функция **ЕСЛИ** имеет следующий синтаксис:

=ЕСЛИ(лог_выражение; значение_если_истина; значение_если_ложь)

Лог_выражение — это любое значение или выражение, принимающее значения ИСТИНА или ЛОЖЬ. Например, $A10=100$ — это логическое выражение; если значение в ячейке А10 равно 100, то выражение принимает значение ИСТИНА. В противном случае — ЛОЖЬ.

Значение_если_истина — это значение, которое возвращается, если лог_выражение равно ИСТИНА. Например, если этот аргумент — строка «Функция четная» и лог_выражение равно ИСТИНА, тогда функция ЕСЛИ отобразит текст «Функция четная». Если лог_выражение равно ИСТИНА, а значение_если_истина пусто, то возвращается значение 0. Значение_если_истина может быть формулой.

Значение_если_ложь — это значение, которое возвращается, если

лог_выражение равно ЛОЖЬ. Например, если этот аргумент — строка «Функция нечетная» и лог_выражение равно ЛОЖЬ, то функция ЕСЛИ отобразит текст «Функция нечетная». Если лог_выражение равно ЛОЖЬ, а значение_если_ложь опущено (то есть после значение_если_истина нет точки с запятой), то возвращается логическое значение ЛОЖЬ. Если лог_выражение равно ЛОЖЬ, а значение_если_ложь пусто (то есть после значение_если_истина стоит точка с запятой с последующей закрывающей скобкой), то возвращается значение 0. Значение_если_ложь может быть формулой.

Функции ЕСЛИ могут быть вложены друг в друга в качестве значений аргументов значение_если_истина и значение_если_ложь для конструирования более сложных проверок.

Пример. Вычислить значение Y в зависимости от произвольного значения X . Для этого в ячейку B1 вводится значение X . В ячейку B2 вводится формула **ЕСЛИ (B1>1; SIN(B1); ЕСЛИ(B1<1; COS(B1); 0))**. Заданные условия являются взаимно исключающими, поэтому для их проверки достаточно использовать две вложенные функции ЕСЛИ.

$$Y = \begin{cases} \sin(X), & \text{если } X > 1 \\ \cos(X), & \text{если } X < 1 \\ 0, & \text{если } X = 1 \end{cases}$$

	A	B
1	X=	1,2
2	Y=	0,93204

	A	B
1	X=	0,2
2	Y=	0,98007

	A	B
1	X=	1
2	Y=	0

MS Excel предлагает дополнительные функции, которые можно применять для анализа данных с использованием условий.

Функция **СЧЕТЕСЛИ** подсчитывает количество ячеек внутри диапазона, удовлетворяющих заданному условию, относится к категории «Статистические» и имеет следующий синтаксис:

=СЧЁТЕСЛИ(диапазон; условие)

Диапазон — диапазон, в котором нужно подсчитать ячейки.

Условие — условие в форме числа, выражения, функции или текста, которое определяет, какие ячейки надо подсчитывать. Например, 10, ">10", "минимум".

Пример. Определить в диапазоне A1:H1 количество ячеек равных максимальному значению. Для этого в ячейку A2 вводится формула =СЧЁТЕСЛИ(A1:H1;МАКС(A1:H1)).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	5	4	2	3	6	4	3	6
2	2							

Функция **СУММЕСЛИ**, просматривая указанный диапазон, ищет в нем ячейки, удовлетворяющие заданному условию, и суммирует соответствующие им ячейки из диапазона суммирования. Относится к категории «Математические» и имеет следующий синтаксис:

=СУММЕСЛИ(диапазон; условие; диапазон_суммирования)

Диапазон — диапазон, в котором выполняется поиск ячеек по заданному критерию.

Условие – условие в форме числа, выражения или текста, которое определяет, какая ячейка добавляется.

Диапазон_суммирования – это фактические ячейки для суммирования. Ячейки в диапазон_суммирования суммируются, только если соответствующие им ячейки в аргументе диапазон удовлетворяют заданному условию. Если диапазон_суммирования опущен, то суммируются ячейки в аргументе диапазон. Диапазон и диапазон_суммирования должны быть одинакового размера.

Пример. Для заданных значений X (диапазон B1:H1) вычислить значения Y по формуле $Y = \cos(\pi/2 \cdot X)$. Определить сумму Y, вычисленных для положительных X. Для этого в диапазоне B2:H2 вычисляются значения Y по формуле вида =COS(ПИ()/2*B1), а в ячейку B3 вводится формула =СУММЕСЛИ(B1:H1;">0"; B2:H2).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	X	-1,3	2,1	4,2	-1,6	0,1	1,7	-0,5
2	Y	-0,454	-0,988	0,951	-0,809	0,988	-0,891	0,707
3	Z	0,060						

5.3. Построение диаграмм

Диаграммы строятся на основе числовых данных, которые называются *рядами*. Каждый ряд имеет имя (по умолчанию это Ряд1, Ряд2 и т.д.) и представляет собой строку или столбец с данными. Перед построением диаграммы желательно выделить исходные данные с заголовками для строк или столбцов, т. е. определить имена для рядов. Затем выполнить команду **Вставка – Диаграмма** или нажать кнопку **Мастер диаграмм**.

На 1-м шаге мастера диаграмм выбирается **Тип диаграммы** и ее **Вид** (рис. 4). Например, для построения графика функции $Y=\sin(X)$ необходи-

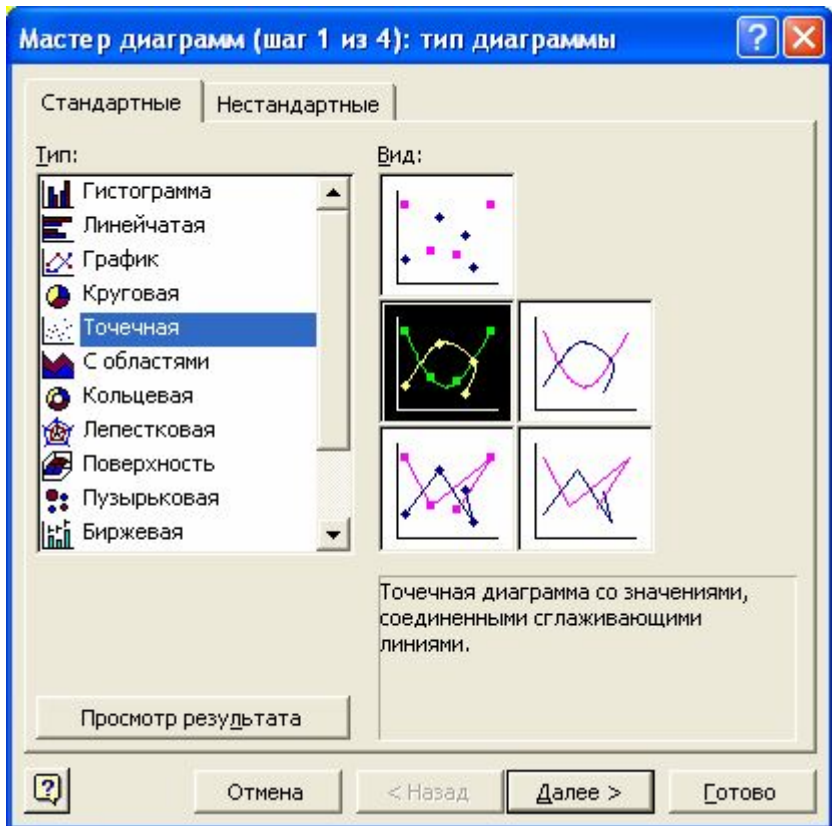


Рисунок 4. Окно Мастера диаграмм (шаг 1).

мо выбрать тип диаграммы **Точечная**, а не **График**. При нажатии кнопки **Просмотр результата** можно увидеть будущую диаграмму.

На 2-м шаге мастера диаграмм на вкладке «**Диапазон данных**» выбирается расположение рядов данных (в строках или в столбцах) таким образом, чтобы в **Легенде** выводились названия рядов данных, а не стандартные имена (рис. 5). На вкладке «**Ряд**» имеется возможность с помощью

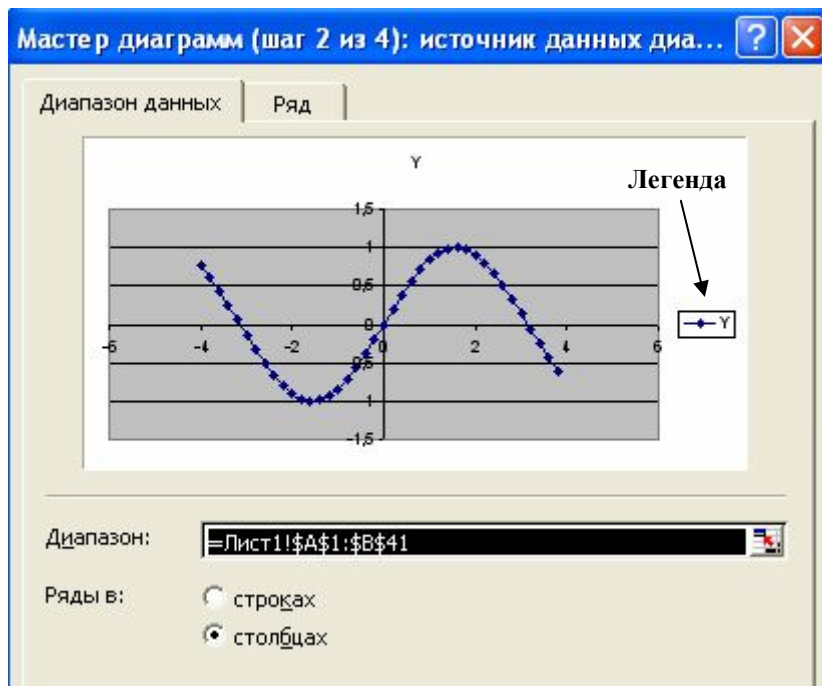


Рисунок 5. Окно Мастера диаграмм (шаг 2).

соответствующих кнопок добавить новый или удалить имеющийся ряд данных (при добавлении ряда необходимо на листе выделить ячейку, содержащую название ряда, и диапазон, содержащий значения). Для многих типов диаграмм можно указать диапазон ячеек, содержащий значения для подписи оси X.

На 3-м шаге мастера диаграмм вводятся названия диаграммы и осей, а также подписи данных и другие параметры диаграммы.

На 4-м шаге мастера диаграмм выбирается размещение диаграммы на

одном из существующих листов, либо на отдельном новом листе. Во втором случае диаграмма будет выведена на весь лист.

В созданной диаграмме можно форматировать (изменять внешний вид и параметры) любой её элемент (область построения, легенда, оси и т.д.). Для этого необходимо щелкнуть правой клавишей мыши на элементе и из контекстного меню выбрать команду **Формат...** (название элемента). Также имеется возможность изменить выбранные на каждом шаге мастера диаграмм параметры, выполнив команду **Диаграмма – (Название шага мастера диаграмм)**.

5.4. Создание макросов

Макрос – это один раз выполненная и сохраненная последовательность каких-либо действий (форматирование внешнего вида ячеек, ввод

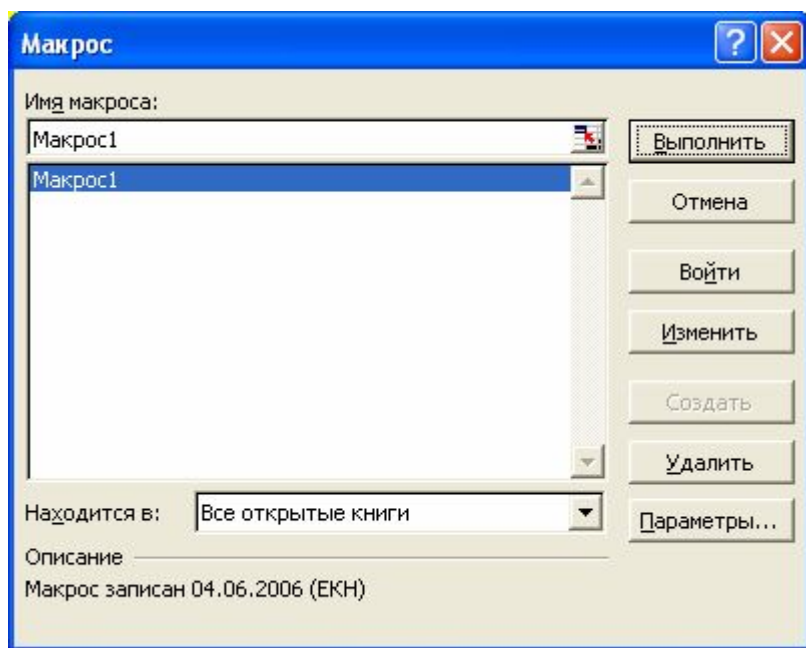


Рисунок 6. Запуск макроса на выполнение.

данных, вычисления, копирование и т.д.). Макрос представляет собой программу на языке *Visual Basic for Application*. Сохраненные в макросе действия можно многократно повторить, т. е. выполнить макрос.

Для того, чтобы макрос каждый раз работал не с одними и теми же ячейками, а с любым диапазоном ячеек, необходимо перед созданием макроса выделить диапазон и выполнить команду **Сервис – Макрос – Начать запись**. В появившемся окне, необходимо ввести имя макроса, задать комбинацию клавиш для его быстрого вызова и нажать кнопку **Ок**. Все в дальнейшем выполняемые действия будут записываться в макрос. После выполнения требуемых операций необходимо выполнить команду **Сервис – Макрос – Остановить запись**.

Для выполнения макроса необходимо вначале выделить диапазон ячеек, к которому он будет применяться. Затем выполнить команду **Сервис – Макрос – Макросы...** В появившемся окне (рис. 6), выделить имя макроса и нажать кнопку **Выполнить**. Если необходимо просмотреть текст макроса на VBA, то можно нажать кнопку **Войти**. Для удаления макроса необходимо нажать кнопку **Удалить**.

При открытии файла, содержащего макросы, будет появляться предупреждение о том, что в файле имеются макросы. Чтобы иметь возможность работать с макросами необходимо нажать кнопку **Не отключать макросы**.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Титульный лист

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
Донецкий национальный технический университет

Кафедра вычислительной математики
и программирования

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовой работе по дисциплине
«Информатика и основы программирования»

студента _____
группа, факультет, Ф.И.О., № темы, № варианта

Руководитель работы _____
Ф.И.О.

Донецк - 2007

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Образец задания на курсовую работу

Министерство образования и науки Украины
Донецкий национальный технический университет
Кафедра вычислительной математики и программирования

ТЕМА КУРСОВОЙ РАБОТЫ:

«Расчет напорной характеристики сети»

ЗАДАНИЕ. Разработать алгоритм расчета напорной характеристики сети, составить программу расчета значений H и построить соответствующие графики. Предполагая, что аналитическая зависимость $H = f(Q_T)$ неизвестна или задана “сложным” выражением, выполнить интерполирование полученных результатов для вычисления значений H^* в промежуточных значениях Q_T^* .

Исходные данные

№ п/п	Наименование величины	Значение
1	H_g – высота нагнетания, м	$300 \div 350$; $\Delta=10$
2	α – угол наклона ствола шахты, град	90
3	γ – коэффициент для определения эквивалентной длины	0,1
4	K^2 – квадрат расходной характеристики трубопровода, $\text{м}^6/\text{с}^2$	0,000132
5	Q_T – расход воды по трубопроводу, $\text{м}^3/\text{ч}$	$0 \div 360$; $\Delta=30$

Дата выдачи задания: _____

Срок сдачи работы: _____

Руководитель _____ Ф. И. О.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

График выполнения курсовой работы

№ п/п	Виды работ	Срок выполнения (неделя семестра)
1	Изучение постановки задачи, ознакомление с заданием и требованиями к оформлению	1
2	Контрольный расчет и оформление листа задания	2
3	Разработка блок-схемы алгоритма	3
4	Составление таблицы “Характеристика данных и их условные обозначения”	4
5	Составление и отладка программы	5 – 10
6	Получение результатов расчета и их оформление	11 – 12
7	Оформление пояснительной записки	13 – 14
8	Защита курсовой работы	15

Студент _____ Ф. И. О.

Руководитель _____ Ф. И. О.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
Образец реферата

РЕФЕРАТ

АЛГОРИТМ, БЛОК-СХЕМА, НАПОРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕТИ, НАСОС, MS EXCEL, ПРОГРАММА VBA, ФОРМА, МАКРОС

Страниц – 15, рис. – 2, табл. – 1, источника – 3, приложение – 1

Объектом исследования является шахтная водоотливная установка.

Цель работы – разработка алгоритма и программы расчета напорной характеристики сети.

В пояснительной записке представлены: блок-схема и описание алгоритма расчета значений давления в зависимости от расхода воды (Q_T), и алгоритма выполнения интерполирования; программа на языке VBA и её описание; таблица итоговых значений и результатов интерполирования $H = f(Q_T)$; график напорной характеристики сети. Исходные данные считываются, а результаты, включая график, выводятся на листы MS Excel.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Образец оформления содержания

Введение	5
1.Постановка задачи	6
2.Контрольный просчет	7
3.Блок-схема алгоритма	8
4.Описание алгоритма	12
5.Характеристика данных	14
6.Программа решения задачи	15
7.Описание программы	17
Заключение	18
Список литературы	19
Приложение. Результаты работы программы	20

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Образец введения и постановки задачи

Введение

Установка для перемещения жидкости состоит из насоса и внешней сети. Внешняя сеть водоотливной установки включает в себя подводящий и напорный трубопроводы. Характеристика внешней сети представляет собой зависимость напора, который необходимо создать для движения жидкости во внешней сети с расходом Q_T . Она изображается в виде кривой (параболы) и позволяет судить о необходимом напоре для перемещения жидкости с данным расходом.

1. Постановка задачи

Основное уравнение установки

$$H = H_{\Gamma} + a \cdot Q_T^2,$$

где H_{Γ} – высота нагнетания, м;

a – сопротивление трубопровода, c^2/m^5 ;

$$a = \frac{\ell + \ell_{\text{ЭКВ}}}{K^2}; \quad \ell = \frac{H_{\Gamma}}{\sin \alpha}; \quad \ell_{\text{ЭКВ}} = \gamma \cdot \ell;$$

где Q_T – расход воды по трубопроводу, m^3/c ;

ℓ – длина трубопровода, м;

$\ell_{\text{ЭКВ}}$ – эквивалентная длина, соответствующая местным сопротивлениям, м;

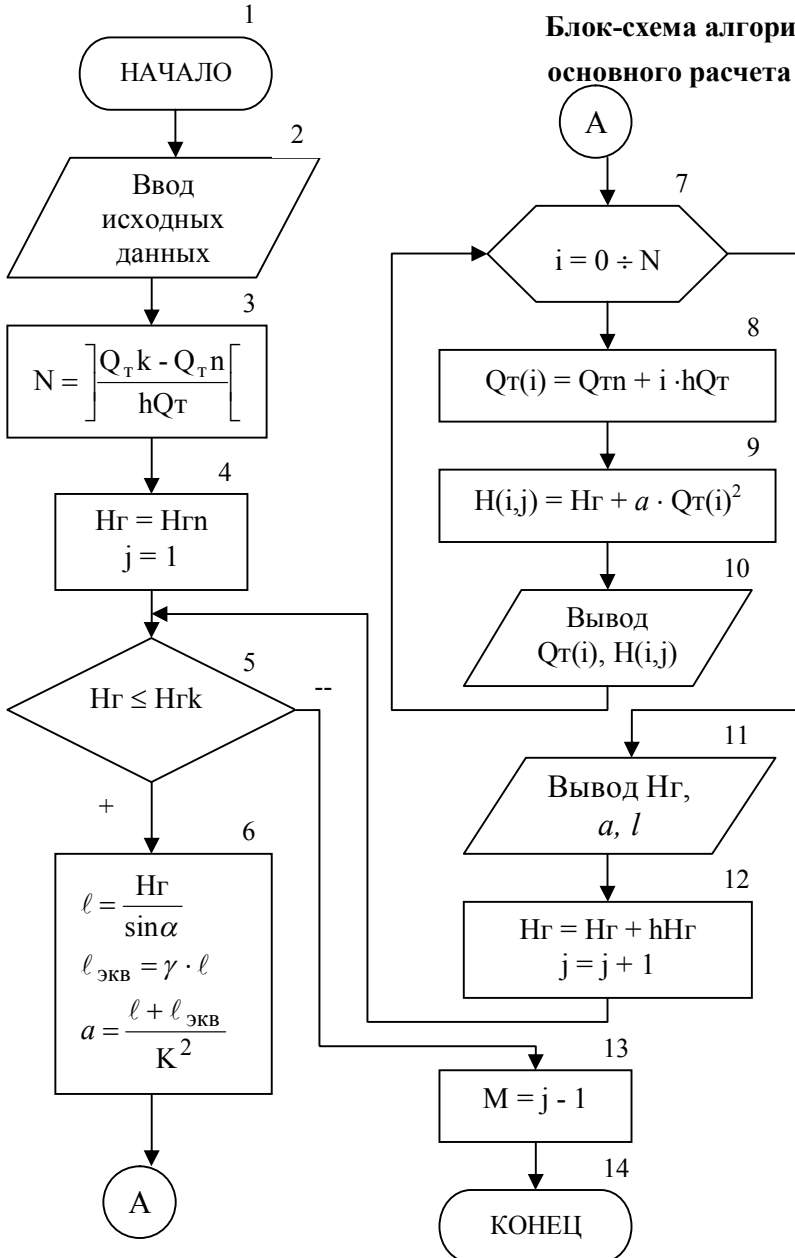
K^2 – квадрат расходной характеристики трубопровода, m^6/c^2 ;

α – угол наклона ствола шахты, град;

γ – коэффициент для определения эквивалентной длины.

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Блок-схема алгоритма основного расчета



ПРИЛОЖЕНИЕ 8

4. Описание алгоритма

Блок-схема является основанием для составления программы.

Блок 1 – начало алгоритма.

Блок 2 – ввод исходных данных $H_{гп}$, $H_{гк}$, $h_{гг}$, α , γ , K^2 , $Q_{гп}$, $Q_{гк}$, $h_{гг}$.

Блок 3 – вычисление N - размерности массива $Q_{г}$ (количество значений $Q_{г}$, лежащих в интервале $Q_{гп} \div Q_{гк}$ с шагом $h_{гг}$).

Блок 4 – задание начального значения для перебора $H_{г}$ (высота нагнетания) и присваивание начального значения счетчику количества зависимостей $H = f(Q_{г})$.

Блок 5 – начало внешнего цикла с предусловием по перебору значений $H_{г}$ (за один шаг внешнего цикла строится одна зависимость $H = f(Q_{г})$).

Блок 6 – вычисление промежуточных значений l (длина трубопровода), $l_{\text{экв}}$ (эквивалентная длина, соответствующая местным сопротивлениям) и a (сопротивление трубопровода).

Блок 7 – начало внутреннего цикла «Для» на основе блока модификации.

Блок 8 – вычисление текущего значения элемента массива $Q_{г}$ (расход воды по трубопроводу).

Блок 9 – вычисление напора H .

Блок 10 – вывод вычисленного значения напора H и соответствующего расхода воды $Q_{г}$. Завершение внутреннего цикла.

Блок 11 – вывод текущего значения $H_{г}$ и a , l .

Блок 12 – вычисление следующего значения $H_{г}$ и увеличение счетчика количества зависимостей $H = f(Q_{г})$. Завершение внешнего цикла.

Блок 13 – вычисление M – количество напорных характеристик.

Блок 14 – конец алгоритма.

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

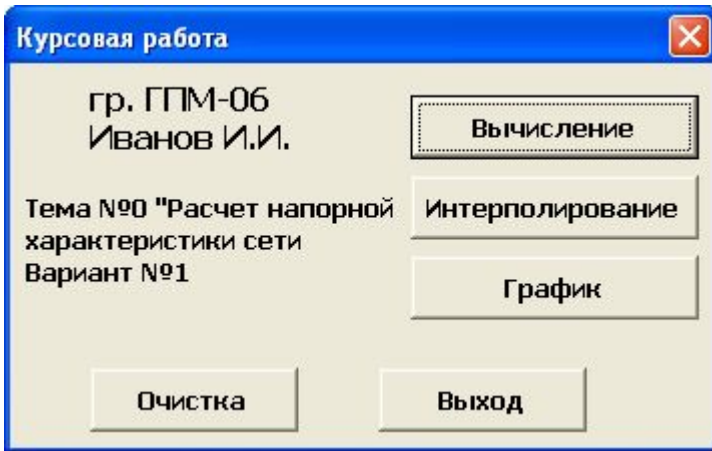
Образец характеристики данных

5. Характеристика данных и их условное обозначение

№ п/п	Наименование величины	Обозначение в алгоритме	Обозначение в программе	Адрес ячейки
1	Напор, м	H	H	B7:G19
2	Высота нагнетания, м	Hr	Hr	B1:G1
3	- начальное значение	Hrn	Hrn	C3
4	- конечное значение	Hrk	Hrk	D3
5	- шаг изменения	hHr	hHr	E3
6	Сопротивление трубопровода, c^2/m^5	a	a	B4:G4
7	Расход воды по трубопроводу, m^3/c :	Qt	Qt	A7:A19
8	- начальное значение	Qtn	Qtn	C7
9	- конечное значение	Qtk	Qtk	D7
10	- шаг изменения	hQt	hQt	E7
11	Длина трубопровода, м	ℓ	l	B2:G2
12	Эквивалентная длина, м	ℓ _{ЭКВ}	lekv	B3:G3
13	Квадрат расходной характеристики трубопровода, m^6/c^2	K ²	K2	C6
14	Угол наклона ствола шахты, град	α	Alfa	C4
15	Коэффициент для определения эквивалентной длины	γ	Gamma	C5

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

Образец рабочего окна программы (формы)



ПРИЛОЖЕНИЕ 11

Образец 1-го листа с исходными данными

	А	В	С	Д	Е	Ф
1	Тема №0. "Расчет напорной характеристики сети"					
2	Вариант №1					
3	№ п/п	Наименование величины	Обозначение	Начальное значение	Конечное значение	Шаг
4	1	Высота нагнетания, м	Hг	300	350	10
5	2	Угол наклона ствола шахты, град	<i>a</i>	90		
6	3	Коэффициент для определения эквивалентной длины	<i>g</i>	0,1		
7	4	Квадрат расходной характеристики трубопровода, м ⁶ /с ²	K ²	0,000132		
8	5	Расход воды по трубопроводу, м ³ /ч	Qт	0	360	30

ПРИЛОЖЕНИЕ 12

**Образец размещения результатов вычислений
на 2-м листе MS Excel**

	A	B	C	D	E	F	G
1	Результаты вычислений						
2	$H_T=$	300	310	320	330	340	350
3	$\ell=$	300,00	311,18	321,22	331,26	341,30	351,34
4	$\ell_{эKB}=$	30,000	31,118	32,122	33,126	34,130	35,134
5	$a=$	2500000	2583333	2666667	2750000	2833333	2916667
6	Напорные характеристики						
7	Q_T	H_1	H_2	H_3	H_4	H_5	H_6
8	0	300,0	310,0	320,0	330,0	340,0	350,0
9	30	473,6	489,4	505,2	521,0	536,8	552,5
...
17	270	14362,5	14841,3	15320,0	15798,8	16277,5	16756,3
18	300	17661,1	18249,8	18838,5	19427,2	20015,9	20604,6
19	330	21306,9	22017,2	22727,4	23437,6	24147,9	24858,1
20	360	25300,0	26143,3	26986,7	27830,0	28673,3	29516,7

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гейер В.Г., Тимошенко Г.М. Шахтные вентиляторные и водоотливные установки. – М.: Недра, 1987. – 263 с.
2. Гидравлика и гидропривод: Учеб. для вузов /В.Г. Гейер, В.С. Дулин, А.Н. Заря. – М.: Недра, 1991. – 330 с.
3. Кен Гетц, Майк Джилберт. Программирование в Microsoft Office. Руководство по Visual Basic for Application / ВHV, 2000. – 384 с.
4. Методическое пособие. Задачи математики с элементами функционального анализа в MS Excel/ Ю.Н. Добровольский, К.Н. Ефименко, - Донецк: ДонНТУ, 2003. – 67 с.
5. Методическое пособие. Программирование в среде Visual Basic for Application. Части 1 и 2./ В.В. Шамаев, К.Н. Ефименко и др.- Донецк: ДонНТУ, 2005. – 100 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

и задания к курсовой работе

по дисциплине “Информатика”

(для студентов специальностей МАШ, ПТМ, ГПМ,
профессиональное направление 0902 – «Инженерная механика»)

Составители: Добровольский Юрий Николаевич
Ефименко Константин Николаевич

Подп. в печать 25.01.07г.	Формат 60x84 1/16.	Бумага KumLux.
Ризографическая печать.	Усл. печ. л. 3,7	Усл. кр.-от. 3,75
Уч.-изд. л. 3,8	Тираж 50 экз.	Заказ № 25/01

Донецкий национальный технический университет
83000, г. Донецк, ул. Артёма, 58

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
и задания к курсовой работе
по дисциплине “Информатика”

2007

