

Министерство образования и науки
Иркутский национальный исследовательский технический университет

Тимофеева С.С.

ПРИКЛАДНАЯ ТЕХНОСФЕРНАЯ РИСКОЛОГИЯ

Практические работы

Методические указания для магистрантов направления

280700 «Техносферная безопасность»

Программа « Народосбережение. Управление профессиональными,
экологически и аварийными рисками»

Издательство Иркутского национального
исследовательского технического университета

2015

УДК

ББК

Рецензенты:

Тимофеева С.С. Прикладная техносферная рискология. Практические работы для магистрантов. -Иркутск. -Изд-во ИрГТУ. – 2015-

Представлены практические работы по прогнозированию экологических последствий функционирования объектов экономики в штатном режиме и в условиях чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения

Предназначено для магистрантов программы «Народосбережение. Управление профессиональными, экологически и аварийными рисками» направления 20.04.01 «Техносферная безопасность», изучающих дисциплину «Прикладная техносферная рискология»

Может быть полезно практическим работникам служб охраны труда, промышленной безопасности и отделов ГО ЧС промышленных предприятий.

Практическая работа 1

Определение физических характеристик приземного слоя атмосферы

Цель работы: *приобретение магистрантами навыков расчета физических параметров атмосферы.*

Теоретические положения

1. Электрические характеристики атмосферы

В атмосфере всегда существуют подвижные положительные и отрицательные электрические заряды, связанные с ионами, а также с каплями и кристаллами облаков и осадков. Преобладают положительные, поэтому суммарный заряд атмосферы - положительный, который растет с высотой. Следовательно, атмосфера обладает электрическим полем, в каждой точке которого есть то или иное значение потенциала. Это значит, что электрический заряд, помещенный в любой точке атмосферы, будет испытывать силу, действующую на него в направлении, нормальном к поверхности равного потенциала, проходящего через эту точку. Это силу на единицу положительного электрического заряда называют *напряженностью атмосферно-электрического поля*. Она направлена в отсутствие облаков сверху вниз и измеряется изменением потенциала поля на единицу расстояния, т.е. в вольтах на метр (В/м).

В приземном слое атмосферы напряженность поля при ясной погоде в среднем для всего земного шара равна около 100 В/м. В промышленных районах с сильно загрязненным воздухом она значительно больше.

Электрическое поле в тропосфере и нижней стратосфере ввиду малой проводимости атмосферного воздуха можно характеризовать с помощью основных уравнений электростатики.

Напряженность поля, создаваемого монополярным облаком на земной поверхности на расстоянии l от облака, заряд которого равен Q кулонов, а центр тяжести заряда расположен на высоте h над земной поверхностью, выражается формулой:

$$E = \frac{2Qh}{4\pi\epsilon_0(h^2 + l^2)^{\frac{3}{2}}}, \text{ В/м} \quad (1)$$

ϵ_0 электрическая постоянная, равная $8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

Порядок выполнения работы.

1. Изучить теоретические положения.
2. По заданию преподавателя выполнить расчеты напряженности электрического поля у поверхности земли.
3. Подготовить отчет.

Задание

Рассчитать напряженность электрического поля у поверхности Земли, создаваемую грозвым облаком, по вариантам задачи согласно в таблице 1, если заряд равен 20 и 35 кл.

Таблица 1

Вариант	Расстояние l , км	Высота центра тяжести отрицательного заряда, км
1	20	3
2	25	4
3	30	5

2. Характеристика звуковых колебаний в атмосфере

Акустические колебания, как и всякий волновой процесс, характеризуются частотой ν , длиной волны λ и скоростью распространения v , которые связаны между собой соотношением:

$$v = \nu \lambda$$

Акустические частоты лежат в пределах:

$\nu > 20000$ Гц	20000-2300 Гц	2300-44 Гц	44-16 Гц	$\nu < 16$ Гц
<i>ультразвуки</i>	<i>свисты</i>	<i>звуки чело -</i> <i>веческого голоса</i>	<i>шумы</i>	<i>инфразвуки</i>

Скорость распространения звуковых волн в газе

$$v = \sqrt{\chi RT/\mu}$$

где $\chi = \frac{c_p}{c_v}$
 c_v – соответственно удельные теплоемкости газа

(c_p и

при

постоянном давлении и объеме). Для воздуха $\chi = 1,404$; T – абсолютная температура; μ – молекулярный вес газа, для воздуха $\mu = 28,966$; R – универсальная газовая постоянная, равная 8,315 Дж (моль $^\circ\text{C}$).

Порядок выполнения работы

1. Изучить теоретические положения.
2. По заданию преподавателя выполнить расчеты акустических колебаний в атмосфере.
3. Подготовить отчет.

Задание 1. Вычислить длины волн, между которыми лежат все акустические колебания, воспринимаемые человеческим ухом, от самых высоких свистов с частотой 20000 Гц до самых низких шумов с частотой 16 Гц. Скорость звука в воздухе (при 0°C) равна 331 м/с.

Задание 2. Определить скорость звука в воздухе, в водороде и в углекислом газе при одинаковой температуре. Сравнить эти величины, сделать выводы.

Практическая работа 2

Определение количества антропогенных газов, поступающих в тропосферу

Цель работы: освоение магистрантами методики расчета антропогенных газов с использованием уравнений химической кинетики.

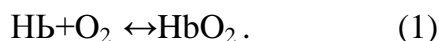
Теоретические положения

1. Образование угарного газа в тропосфере

По суммарной массе монооксид углерода (угарный газ) CO занимает первое место среди газов-загрязнителей, не считая CO₂. В настоящее время в атмосфере содержится ~ 5-10¹¹ кг CO. Ежегодная доля выбросов CO от неполного сгорания топлива, автотранспорта, тепловых электростанций составляет дополнительно 20 - 30 %.

Молекулы монооксида CO сравнительно нереакционноспособны, однако способны специфически связываться с гемоглобином Hb - железосодержащим белком - переносчиком кислорода в крови, образуя прочный комплекс *карбоксигемоглобин* HbCO. Молекулы угарного газа конкурируют с молекулами кислорода за право связаться с гемоглобином крови и превосходят в этом кислород в 210 раз.

Молекулы CO и O₂ очень схожи по электронном строению, но CO обладает, кроме этого, большим, чем O₂, сродством к иону Fe²⁺ в гемоглобине. В реакции между гемоглобином и кислородом происходит образование относительно нестойкого комплекса оксигемоглобина HbO₂:



В присутствии CO происходит вытеснение кислорода из комплекса:



Константа равновесия этой реакции, представляющая собой отношение произведения концентраций образующихся веществ к произведению концентраций исходных веществ, имеет большое численное значение:

$$K_p = \frac{[\text{HbCO}] \times [\text{O}_2]}{[\text{CO}] \times [\text{HbO}_2]} = 210 \quad (3)$$

Эта цифра указывает на то, что концентрация комплекса гемоглобина с CO значительно больше, чем с O₂. Даже небольшое количество CO выводит из рабочего состояния существенную часть Hb крови, и организм соответственно получает меньше кислорода. Например, человек, вдыхающий несколько часов воздух с содержанием CO всего в 0,1 %, поглощает его столько, что большая часть гемоглобина (60%) связывается (тем самым на столько же снижается нормальная функция крови по переносу O₂). Этот процесс сопровождается головной болью и снижением умственной деятельности.

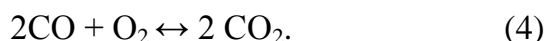
Порядок выполнения работы

1. Внимательно изучите теоретические положения.
2. В соответствии с заданием выполните расчеты.

Задание 1. Современная ТЭС потребляет в сутки 20 тыс.т угля. Рассчитать какая масса угарного газа выбрасывается в атмосферу, если уголь содержит 3 % негорючих примесей, а при сгорании угля образуются CO и CO₂ в соотношении 1/1.

Задание 2. Допустим, что человек вдыхает воздух, содержащий 0,1 % CO. Исходя из того, что весь гемоглобин, покидающий легкие, несет либо кислород, либо CO, рассчитайте, какая доля гемоглобина приходится на HbCO. Расчет выполнять по формуле 3, приняв концентрацию кислорода в воздухе 21%.

Задание 3. При отравлении CO применяют смесь CO₂ и O₂ (массовая доля первого 6-7 %), называемую карбогеном. Повышенные парциальные давления этих газов в смеси позволяют вытеснить CO из тканей и крови. Происходит смещение равновесия процесса вправо:



Рассчитать:

- 1) какая масса угарного газа вытеснится из организма при введении 30 мл карбогена;
- 2) во сколько раз увеличится скорость реакции вытеснения CO из организма при повышении давления газовой смеси в 5 раз*

*Примечание. При выполнении задания использовать уравнение закона действующих масс.

2. Образование оксидов азота в тропосфере

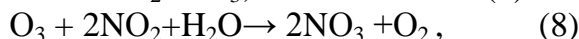
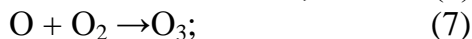
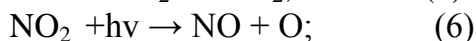
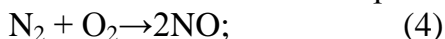
Монооксид NO и диоксид NO₂ азота, объединяемые часто под формулой NO_x, обладают четко выраженным общетоксичным и раздражающим действием, на них установлены весьма низкие значения ПДК во всех промышленно развитых странах. В тропосферу в основном выбрасывается NO₂ - бурый газ, раздражающе действующий на органы дыхания. На поверхности слизистых оболочек рта и носоглотки диоксид азота взаимодействует с влагой, образуя кислоты HNO₂ и HNO₃, которые могут способствовать развитию отека легких. Отрицательное биологическое воздействие NO_x на живые организмы проявляется в обесцвечивании листьев, увядании цветов, прекращении плодоношения и роста. Такое действие объясняется образованием кислот при растворении оксидов в межклеточной и внутриклеточной жидкостях.

Основные источники NO_x:

-естественные - лесные пожары, грозы, процессы нитрификации в почве (всего образуется до 770 млн. т в год).

- антропогенные - в результате сжигания твердого, жидкого и газообразного топлива образуется значительное количество оксидов азота, особенно много их содержится в

выбросах автомашин. Сначала выделяется главным образом оксид азота (NO). Затем он довольно быстро окисляется в атмосфере до двуокиси азота (NO₂). При этом образуется атомарный кислород, который может вступать во взаимодействие с углеводородами и другими органическими веществами, содержащимися в выхлопных газах автомашин. В результате образуются как свободные радикалы R, весьма активно вступающие в реакцию и существующие в атмосфере непродолжительное время, так и другие, реакционноспособные органические соединения. В зоне выхлопа автомобиля протекают следующие реакции:



Из формул (4) - (8) видно, что антропогенный выброс NO способствует образованию тропосферного озона и кислотного аэрозоля HNO₃. Озон раздражает слизистую оболочку органов дыхания, вызывает кашель, нарушает работу легких, обостряет хронические заболевания сердца. Кислотный аэрозоль ухудшает видимость, раздражает верхние дыхательные пути, вызывает бронхит.

Порядок выполнения работы

1. Внимательно изучите теоретические положения.
2. В соответствии с заданием выполните расчеты

Задание 1. Принимая во внимание то, что в выхлопах автомобиля масса оксидов азота может составлять 3-4 г на 1 км пробега, рассчитать массу образующихся при этом:

а) паров азотной кислоты

б) тропосферного озона.

При расчете использовать формулы (4)-(8).

Задание 2. Как увеличится скорость реакции образования NO в выхлопах автомобиля при повышении температуры газовой смеси на 20° (γ=3)*.

*При решении использовать правило Вант-Гоффа $v_{t_2} = v_{t_1} \cdot \gamma^{\frac{\Delta t}{10}}$, где v_{t_2} - скорость реакции при температуре t_2 , v_{t_1} - скорость реакции при температуре t_1 , γ - температурный коэффициент скорости реакции.

3. Геометрическая дальность видимости

Отдаленные предметы видны хуже, чем близкие, и не только потому, что уменьшаются их видимые размеры. Даже и очень большие предметы на том или ином расстоянии от наблюдателя становятся плохо различимыми вследствие мутности атмосферы, сквозь которую они видны. Эта мутность обусловлена

рассеянием света в атмосфере. Понятно, что она увеличивается при возрастании аэрозольных примесей в воздухе.

Для многих практических целей очень важно знать, на каком расстоянии перестают различаться очертания предметов за воздушной завесой. Расстояние, на котором в атмосфере перестают различаться очертания предметов, называется *дальностью видимости* или просто видимостью.

В очень чистом воздухе, например арктического происхождения, дальность видимости может достигать сотен километров, так как ослабление света от предметов в таком воздухе происходит за счет рассеяния преимущественно на молекулах воздуха. В воздухе, содержащем много пыли или продуктов конденсации, дальность видимости может понижаться до нескольких километров и даже метров.

Геометрическая дальность видимости предмета высотой H_{np} для наблюдателя, находящегося на высоте H_H над землей, с учетом рефракции света в атмосфере вычисляется по формуле

$$D=3,82(\sqrt{H_H}-\sqrt{H_{np}}), \quad (2)$$

где H_H и H_{np} - в м, D в км.

Порядок выполнения работы

1. Внимательно изучите теоретические положения.
2. В соответствии с заданием выполните расчеты

Задание 1. Вычислить радиус видимого горизонта для своего роста.

Задание 2. Рассчитать, на каком расстоянии наблюдатель ростом 1,64 м. находясь на берегу, увидит теплоход высотой 16 м?

Практическая работа 3

Физическое моделирование процесса загрязнения воздушной среды

Цель работы: для оценки экологических рисков научиться моделировать загрязнение атмосферы при штатных режимах работы промышленных предприятий.

Теоретические положения

Построение физической модели процесса загрязнения воздушной среды целесообразно проводить методом анализа параметров, характеризующих объекты, участвующие в процессе загрязнения воздушной среды, которые в результате взаимодействия определяют особенности загрязнения атмосферы. Учитывая сложность прямых и обратных связей между объектами, будем использовать системный подход к анализу параметров, присущих каждому выделенному объекту.

Сущность физической модели загрязнения воздушной среды с учетом возможности реализации соответствующих зависимых последовательных событий может быть выражена формулой

$$P_{\text{загр}} = P_{\text{обр}} * P_{\text{выд}} * P_{\text{распр}}$$

характеризующей вероятностью процесса загрязнения ($P_{\text{загр}}$) как совокупность вероятностей последовательного протекания физических процессов образования загрязняющего вещества ($P_{\text{обр}}$), выделения ($P_{\text{выд}}$) и распространения загрязняющего аэрозоля в воздушной среде ($P_{\text{распр}}$). В процессе загрязнения воздушной среды на каждой его стадии участвуют различные физические объекты.

Основным физическим объектом, связывающим в рассматриваемой задаче все остальные объекты, являются загрязняющие вещества (ЗВ).

Загрязняющие вещества в процессе взаимодействия с различными физическими объектами, изменяют свои параметры.

Практически все технологические процессы в любой отрасли промышленности связаны с использованием и переработкой сырьевого

материала, обусловленными технологическими требованиями. В силу структурных свойств исходного сырья при его переработке за счет воздействия внешних неуправляемых факторов (механические, аэродинамические и другие воздействия при хранении, транспортировке, перегрузке сырьевого материала и т.п.) порождаются различные фракционные компоненты, которые формируют загрязняющее вещество.

Таким образом, любой технологический процесс, связанный с использованием сырьевых материалов, сопровождается первой стадией процесса загрязнения воздушной среды образованием ЗВ. При этом часть технологического оборудования (рабочий орган), реализующая процесс переработки сырья, является источником образования ЗВ. Современное технологическое оборудование в процессе работы образует (обобщенно по всем отраслям промышленности) от нескольких граммов до десятков килограммов ЗВ в секунду. Количество образуемых ЗВ в каждом случае зависит от конструктивных особенностей технологического оборудования и режима его работы. Размеры зоны образования ЗВ в технологическом процессе определяют характер источника образования ЗВ (точечный, линейный, плоскостной). В результате процесса образования ЗВ рождается дисперсная система "Загрязняющее вещество".

Таким образом, в процессе образования ЗВ участвуют три физических объекта:

- исходное технологическое сырье;
- технологическое оборудование;
- источник образования ЗВ.

Второй стадией процесса загрязнения воздушной среды является выделение ЗВ в окружающую воздушную среду.

Под воздействием газовых (воздушных) потоков или других возмущений в зоне образования ЗВ или за ее пределами осуществляется переход ЗВ во взвешенное состояние, в результате чего рождается «Загрязняющий аэрозоль» - дисперсная система, включающая газообразную дисперсионную среду и дисперсную фазу, частицы которой находятся на расстоянии друг от друга, намного превышающем радиус действия межмолекулярных сил. Процесс выделения ЗВ сопровождается входом его частиц из основной массы сырьевого

материала в окружающую среду. Зона технологического оборудования (процесса), которая непосредственно связана с воздухом рабочей зоны или приземного слоя атмосферы и в котором происходит формирование загрязняющего аэрозоля, представляет собой внутренний источник выделения ЗВ.

Если характер процесса образования ЗВ определяется, прежде всего, конструктивными особенностями технологического оборудования и физико-химическими свойствами исходного сырья, то характер процесса выделения ЗВ определяется, помимо перечисленных, также свойствами окружающей воздушной среды. При этом важное место занимают соотношения аэродинамических параметров частиц дисперсной фазы (скорость витания, коэффициент аэродинамического сопротивления, коэффициент поверхностного трения и др.) и воздействующего воздушного потока (скорость, вязкость, режим течения и др.).

Таким образом, в процессе выделения ЗВ в общем случае, когда технологическое оборудование размещено внутри производственного здания, участвуют следующие объекты:

- загрязняющий аэрозоль;
- воздух помещения (рабочей зоны);
- внутренний источник выделения ЗВ, определяемый особенностями технологического оборудования и источника образования ЗВ.

Аэродинамические свойства внутренней производственной и внешней окружающей среды, особенности рельефа местности, промышленной и городской застроек обуславливают развитие третьей стадии процесса загрязнения воздушной среды распространения аэрозоля, выражающейся в его пространственном переносе. Эта стадия включает два этапа распространения аэрозоля:

- во внутреннем объеме помещения;
 - в воздухе приземного слоя атмосферы за пределами помещения.
- Зона производственного помещения, которая непосредственно связана с воздухом приземного слоя атмосферы и через которую происходит выход загрязняющего аэрозоля во внешнюю среду, представляет собой внешний источник выделения ЗВ. В процессе распространения аэрозоля во

внутреннем объеме помещения участвуют загрязняющий аэрозоль, воздух помещения, внутренний источник выделения ЗВ.

В процессе распространения аэрозоля в приземном слое атмосферы участвуют загрязняющий аэрозоль, воздух приземного слоя атмосферы.

Технологическое оборудование как объект, участвующий в процессе загрязнения воздушной среды на первой стадии при образовании ЗВ, характеризуется следующими параметрами:

- типом (ленточный конвейер, элеватор, шпек и т.п.) и маркой;
- серией технических характеристик:
 - a) размеры оборудования: точечное, когда его размеры не превышают 1 м по любой оси; линейное, при преобладании одного из размеров над остальными и при его величине больше 1 м; плоскостное, когда все размеры превышают 1 м;
 - b) рабочий орган: его размер (точечный, линейный, плоскостной по аналогии с размерами оборудования), вид движения и соответствующая скорость;
 - c) режим работы (суточный): постоянный (время, ч, и сменность работы), периодический (время работы, ч. и время остановки, ч);
 - d) производительность, выражаемая количеством сырья (продукции), перерабатываемого данным технологическим оборудованием в единицу времени, кг/ч.

Внутренний источник как объект, участвующий в процессе выделения ЗВ, характеризуется следующими параметрами:

- типом: точечный, линейный, плоскостной по аналогии с технологическим оборудованием;
- видом: открытый и закрытый, характеризуемый:
 - a) коэффициентом герметичности укрытия;
 - b) режимом работы технологической вытяжки, расходом воздуха, м³/ч, и формой сечения: круглое (радиус, м), эллиптическое (большой и малый радиусы, м), квадратное (сторона квадрата, м), прямоугольное (длина и ширина, м);

- мощностью - количество данного загрязняющего вещества, выбрасываемого источником во внутренний воздушный объем в единицу времени, г/с;

- параметрами загрязняющего аэрозоля в выбросе источника: скорость выхода, м/с; температура выхода, °С; концентрация ЗВ на выходе, мг/м .

Воздух помещения (рабочей зоны) как объект, участвующий в физической модели на второй стадии, в процессе выделения загрязняющего аэрозоля, характеризуется следующими параметрами:

- влажностью (относительной), определяемой отношением количества водяных паров, содержащихся в единице объема влажного воздуха при данных температуре и давлении, к максимально возможному количеству водяных паров в этом объеме воздуха при тех же значениях температуры и давления, %;

- температурой воздуха рабочей зоны помещения, °С:

- скоростью движения воздуха в рабочей зоны помещения, м/с.

Помещение как объект, участвующий в физической модели на третьей стадии в процессе распространения аэрозоля во внутреннем объеме помещения, характеризуется следующими параметрами:

- геометрией и конструкцией помещения: координаты и отметки характерных точек наружных и внутренних стен, проемов в них: тип (плоская, одно-, многоскатная, с аэрационными фонарями и без них и т.п.) и отметки кровли помещения:

- категорией взрывопожароопасности: А, Б, В, Г, Д;

- типом зоны молниезащиты: А, Б;

- категорией работ: легкая 1а, легкая 1б, средней тяжести 2а, средней тяжести 2б, тяжелая 3;

рабочей зоной: тип (точечная, линейная, плоскостная), отметка;

- азимутом вертикальной (в плане) оси помещения, град.

Внешний источник выделения как объект, участвующий в физической модели в процессе распространения ЗВ в приземном слое атмосферы, характеризуется следующими параметрами:

- типом: точечный, линейный, плоскостной;

- видом:

а) организованный, с выбросом через специально сооруженные газоходы, воздухопроводы, трубы и т.п., а также неорганизованный, с выбросом в атмосферу в виде ненаправленных потоков через неплотности и проемы ограждающих конструкций помещения;

б) низкий, когда высота источника выброса не превышает критическую высоту, соответствующую верхней границе циркуляционной зоны помещения, а также высокий, когда высота источника выброса превышает критическую высоту;

- мощностью: количество ЗВ, выбрасываемого источником в единицу времени, г/с;

- параметрами аэрозоля в выбросе источника: скорость выхода, м/с; температура выброса, С; концентрация ЗВ на выходе, мг/м³; площадь сечения струи выброса в устье источника, м².

Воздух приземного слоя атмосферы как объект, участвующий в физической модели в процессе распространения ЗВ в приземном слое атмосферы, характеризуется параметрами, описанными выше (давление, влажность, подвижность и т.п.).

Проанализировав основные объекты, участвующие в процессе загрязнения воздушной среды, определяющие их параметры, можно заключить, что построенная физическая модель процесса загрязнения, представляет собой совокупность последовательных стадий взаимодействия загрязняющих веществ и загрязняющего аэрозоля с другими объектами, каждый из которых вступает в это взаимодействие на конкретной стадии.

В процессе загрязнения воздушной среды аэрозоль, проходя через все стадии процесса, претерпевает качественные и количественные изменения.

Процессы образования, выделения и распространения ЗВ могут, протекать либо одновременно в пространстве и времени, либо последовательно, а также обуславливают загрязнение воздушной среды.

Особенности и характеристики процессов образования, выделения и распространения ЗВ, их свойства и воздействие на организм человека

составляют основу инженерных разработок в области снижения загрязнения воздушной среды и должны быть четко определены перед началом решения соответствующих задач.

Порядок выполнения работы

1. Внимательно изучить теоретические положения
2. Построить физическую модель процесса загрязнения воздушной среды для технологических процессов, приведенных в заданиях, а также технологических процессов по теме научно-исследовательской работы магистерской диссертации.

Задание

Построить физическую модель процесса загрязнения воздушной среды для указанного технологического процесса.

1. На участке изготовления тары производится механическая обработка древесины на деревообрабатывающих станках серийного производства. Используется фуговальный санок СФ-3 для строгания прямолинейных деталей. Режущий инструмент ножевой вал, расположенный между двумя плитами горизонтального рабочего стола. Станок находится в центре деревообрабатывающего цеха размерами 36×12×6,5 м. Цех имеет сплошное ленточное остекление, кровля плоская, без аэрационных фонарей. Цех расположен на территории малого предприятия в г.Иркутске.

2. На кирпичном заводе г. Иркутска осуществляется сушка глины в барабанном сушиле. Объем камеры вращающегося барабанного сушила 45,6 м³. Сушило состоит из топки, смесительной камеры, сального сушильного барабана и камеры выгрузки. Сушка глины происходит за счет продуктов сгорания природного газа, которые поступают в барабан из смесительной камеры. На выходе из барабана температура продуктов сгорания 80⁰С. Барабанное сушило занимает отдельное помещение, оборудовано дымососом и выхлопной трубой.

3. Гальваническое производство расположено в цехе защитных покрытий и печатных плат. Процесс покрытия осуществляется в стационарных ваннах размером 2×0,8 м. В качестве растворов используются соляная и борная кислота, щелочь натрия. Температура растворов 40⁰С. Размеры цеха 72×36×12м. Кровля двускатная с аэрационными фонарями. Также имеется сплошное ленточное остекление.

4. В цехе штамповки ГПЗ-10 установлена дробеструйная камера. Она имеет две герметично закрывающиеся дверки, через которые в барабан засыпают стальные сепараторы для обработки. Вылетевшая из дробеструйных пушек дробь ударяется о поверхность заготовок, очищает их от заусенцев и попадает в приямок. Образовавшаяся металлическая пыль через неплотности приямка выделяется в воздушную среду помещения, где улавливается аспирационными системами и выбрасывается в атмосферу через выхлопную трубу высотой 12 м.

Практическая работа 4

Оценка потенциала загрязнения атмосферы.

Цель работы: изучение климатологических особенностей загрязнения воздуха городов и климатических характеристик, определяющих рассеивающую способность атмосферы, а также изучение методики оценки и расчёт метеорологического потенциала загрязнения атмосферы (ПЗА).

Теоретические положения

Вредные вещества, попадая в атмосферу, подвергаются физико-химическим превращениям, рассеиваются и вымываются из атмосферы. Степень загрязнения атмосферы от антропогенных источников зависит от того, будут ли эти вещества переноситься на большие расстояния от источника или скапливаться в районе их выброса. При постоянном режиме выбросов вредных веществ колебания уровня загрязнения происходят под влиянием условий переноса и рассеивания в атмосфере.

Сочетание метеорологических параметров, определяющих возможный уровень загрязнения атмосферы при заданных выбросах называют потенциалом загрязнения атмосферы (ПЗА). Эта характеристика противоположна рассеивающей способности атмосферы (РСА). Чем выше РСА, тем ниже ПЗА. РСА оценивается комбинированным показателем, включающим высоту слоя перемешивания и скорость ветра в этом слое.

Различают метеорологический и климатический ПЗА. (Метеорологический ПЗА включает сочетание наблюдаемых (при ожидаемых) метеорологических параметров в определённый период (час, сутки) и используется при прогнозировании возможных изменений уровня загрязнения на короткие временные интервалы. Климатический ПЗА включает многолетние климатические характеристики. Поэтому он позволяет оценить ожидаемый в данном физико-географическом районе (при заданных выбросах) Средний уровень загрязнения.

Поскольку формирование уровня загрязнения атмосферы связано с условиями вертикального и горизонтального переноса и рассеивания примесей, то ПЗА может представляться в виде различных сочетаний метеорологических параметров, определяющих эти условия.

Основные характеристики, определяющие потенциал загрязнения атмосферы.

ПЗА может включать любые сочетания метеорологических факторов, характеризующих условия вертикального и горизонтального рассеивания примесей в атмосфере (например, коэффициент турбулентности и скорость ветра, объём перемешивания и др.). Эти факторы должны соответствовать условиям повышения (или понижения) концентрации примесей от выбросов данного типа источников. Так, ПЗА для случая низкого источника холодных выбросов будет отличаться от ПЗА для случая высокого источника нагретых выбросов.

В городах с большим количеством крупных и мелких предприятий влияние метеорологических характеристик на рассеивание примесей будет зависеть от соотношения низких и высоких источников выбросов, от нагретых и холодных выбросов.

Для случаев городских условий с многочисленными низкими и неорганизованными выбросами ПЗА включает приземные и низкие приподнятые инверсии, скорость ветра 0-1 м/с, застои и туманы. Превышение концентрации примеси над некоторым условным неопасным уровнем будет происходить при наличии приземных (или низких приподнятых) инверсий и при скорости ветра более 1 м/с и отсутствии инверсий, а также опоке превышение над неопасными уровнями более чем на 50% создаётся приземными инверсиями при слабом ветре, то есть застое воздуха. Превышение уровня загрязнения воздуха на 50% и более отличается также при туманах и высоте слоя перемешивания менее 500м.

Как для случаев отдельного источника, так и для городских условий высокая интенсивность солнечной радиации и повышение температуры воздуха в летнее время благоприятствует фотохимическим реакциям, увеличивают вероятность возникновения фотохимического смога и повышения уровня загрязнения воздуха.

Атмосферные осадки способствуют вымыванию примесей из атмосферы, а их интенсивность определяет скорость этого процесса. Эти факторы следует принимать во внимание при оценках ПЗА.

Расчёт ПЗА

В различных странах влияние метеоусловий на уровень загрязнения атмосферы оценивается по разному.

В Германии для оценки влияния РСА на содержание примеси в атмосфере введён индекс застойных условий I_3 - учитывающий среднюю ВСП (высоту слоя перемешивания) H и среднюю скорость ветра U за рассматриваемый временной интервал:

$$I_3 = R \sqrt{1} UH \quad (1)$$

где R - поправочный множитель.

ВСП экспериментально определяется по ежедневным данным аэрологического зондирования атмосферы и максимальной температуре воздуха за сутки, полученной по метеорологическим наблюдениям. На аэрологической диаграмме максимальная за сутки ВСП находится как точка пересечения кривой вертикального распределения температуры в ночной срок с линией, проходящей по сухой адиабате через максимум температуры. ВСП (H) пропорциональна средней высоте пограничного слоя (H_0):

$$H_0 = 0,76H \quad (2)$$

В США разработан показатель ПЗА в виде функции, зависящей от высоты слоя перемешивания, скорости ветра и протяженности города L в направлении преобладающего ветра.

В нашей стране широко используется показатель ПЗА, выраженный через отношение средних концентраций примесей при одинаковых выбросах в конкретном (q_i) и условном (q_0) районах, различающихся по климатическим условиям распространения примеси:

$$ПЗА = q_i / q_0 \quad (3)$$

т.е. ПЗА показывает, во сколько раз средний уровень загрязнения атмосферы в конкретном районе, определяемый реальной повторяемостью неблагоприятных для рассеивания примесей метеорологических условий, будет выше, чем в условном.

Если принять, что распределение концентрации примеси соответствует логарифмическому закону, то формула для расчета среднего значения концентрации q может быть получена из выражения:

$$q = m a^{s/2} \quad (4)$$

где m и s — параметры логарифмически нормального распределения.

Если известны вероятности P_1 и P_2 реализации некоторых метеорологических условий, при которых будут наблюдаться концентрации примеси выше q_n и q_n , то параметры m и s могут быть выражены через эти вероятности. Величина γ и параметры, определяющие условия рассеивания, зависят от параметров выбросов вредных веществ (нагретые, высокие, холодные, низкие). Поэтому оценки ПЗА относятся к заданному типу источников и определенному географическому району.

Для городских условий, в которых преобладают низкие источники выбросов, можно принять $\gamma=1,5$. Тогда:

$$q = q_n \exp [0,04/(Z_2-Z_1)^2 - 0,4Z_1 /Z_2-Z_1] \quad (5)$$

где Z_1 и Z_2 - аргументы интеграла вероятности $\Phi(Z)$, при которых Φ связано с P_1 и P_2 соотношениями:

$$\Phi(Z_1) = 1-2 \cdot P_1 , \quad (6)$$

$$\Phi(Z_2) = 1-2 \cdot P_2 , \quad (7)$$

Для условного района выбираются минимальные значения P_1 и P_2 . соответственно 0,1 и 0,05:

$$P_1 = 0,1 : P_2 = 0,05, \quad (8)$$

Для любого района территории России эти значения выше, чем в условном районе.

Известно, что при расчёте ПЗА для низких источников принято:

$$P_1(q > q_n) = P_{ин} + P_{сл} - P_3 + P_1 , \quad (9)$$

$$P_2(q > 1,5q_n) = P_3 + P_1 . \quad (10)$$

где $P_{ин}$, $P_{сл}$, P_3 и P_1 - повторяемости соответственно приземных инверсий, скорости ветра 0-1 м/с, застоев воздуха и туманов. Повторяемость туманов вычисляется, как отношение числа часов с туманом к общему числу часов в году ($365 \cdot 24 = 8760$ ч/год).

Для отдельных высоких источников нагретых выбросов в качестве q_n берётся $C_M/2$, $\gamma=2$. Тогда

$$q = C_M/2 \exp [0, 12/(Z_1 - Z_2)^2 - 0,69Z_1 /Z_2-Z_1] \quad (11)$$

При этом

$$P_1 (q > C_M) = P_{ин} + P_{сл} + P_u/2; \quad (12)$$

$$P_2 (q > C_M) = P_{ин} + P_{сл}, \quad (13)$$

Где $P_{ин}$ —повторяемость приподнятых инверсий;

$P_{сл}$ —повторяемость слабых ветров от земли до высоты источников выбросов;

P_u —повторяемость опасной скорости ветра.

Следовательно, при расчете ПЗА учитываются основные характеристики условий вертикального перемешивания атмосферы.

Для того чтобы оценить рассеивающую способность атмосферы в различных физико-географических районах, необходима специальная климатическая информация, которая содержится в справочниках по климату повторяемость приземных и приподнятых инверсий, их мощность, интенсивность;

повторяемость застоев воздуха, штилевых слоев до различных высот и др., представленных в табл. 1.

Исходя из этих данных по формулам (3), (5), (9), (10) можно рассчитать значения ПЗА для разных районов страны.

По значениям ПЗА, который на территории России измеряется более чем в 2 раза (2,1-4,4), выделено 5 зон (рис. 1).

Первая, характеризуемая низким ПЗА, охватывает северо-западную часть ЕТР, включая побережье Белого и Баренцева морей. Здесь в среднем за год наблюдаются наиболее благоприятные условия для рассеивания вредных выбросов от низких источников. Повторяемость скоростей ветра (меньше 1 м/с) не превышают 20%, приземных инверсий в целом за год – 20-30%, причем в утренние и вечерние часы они достигают 40-65%. Максимум повторяемости приземных инверсий отличается весной и осенью. Формирование приземных инверсий в этой зоне редко сопровождается ослаблением скорости ветра. При скорости ветра, меньшей или равной 1 м/с, приземные инверсии наблюдаются только в 5-10 % случаев. Вертикальная протяженность (мощность) и интенсивность приземных инверсий также невелики, примерно 0,4км и 2-3°C соответственно и только в январе

увеличиваются до 0,8 км и 3-8 °С. При таких условиях редко происходит скопление примеси у земли. Этому также благоприятствуют осадки, способствующие вымыванию примесей. Максимум осадков отмечается в сентябре-октябре при увеличении повторяемости утренних и вечерних инверсий. Увеличение осадков в этот период снижает неблагоприятное действие инверсий. Туманы над этой территорией формируются не очень часто. В силу особенностей метеорологического режима повышенный уровень загрязнения воздуха в этой зоне формируется в переходные сезоны (осенне-весенние периоды). Повышенные значения ПЗА (2,5-3,0) отмечаются также ночью в теплое полугодие.

Вторая, характеризуемая умеренным ПЗА, охватывает центральную, юго-западную и северо-восточную части ЕТР, а также часть Западной Сибири. Для нее повторяемость скорости ветра 0,1 м/с даже в сравнительно защищенных условиях не превышает 40% в периоды для длительного сохранения скорости ветра <1 м/с с наблюдением 1-5 раз в месяц. Повторяемость приземных инверсий за год составляет 30-40%. Максимум их как в скорости ветра 0-1 м/с отмечается летом. Почти в 30 % случаев инверсии наблюдаются при скорости ветра 0-1 м/с. Большое влияние на ПЗА оказывают приподнятые инверсии, образование которых над крупными городами часто обусловлено разрушением приземных инверсий. Весной, особенно в утренние сроки, повторяемость приподнятых инверсий с нижней границей на сравнительно небольших высотах (до 500 м) достигает 40 %. В среднем за год их мощность в пределах 0,3-0,6 км при интенсивности 1,5-4°С. Наличие задерживающих слоёв на сравнительно небольшой высоте, но имеющих большое вертикальное и горизонтальное протяжение может способствовать накоплению примеси в приземном слое и от высоких источников. Число дней с туманом в основном не превышает 40 за год. Образуются они в основном в холодное полугодие. В связи с особенностями климата во второй зоне в разные периоды года создаются примерно одинаковые условия как для рассеивания, так и накопления примесей в приземном слое воздуха.

Третья, характеризуемая повышенным ПЗА, охватывает Нижнее Поволжье, Северный Кавказ, большую часть Урала, часть Западной Сибири, а также побережье северо-восточных и дальневосточных морей, Камчатку и Сахалин. На ЕТС повторяемость слабых ветров составляет 20-40 % с максимумом в августе-сентябре. Число дней со скоростью ветра ≤ 1 м/с в течение суток во всей зоне не превышает 5 %. Для этой зоны характерны условия застоя воздуха и слабых ветров, а в отдельные периоды увеличение повторяемости низких приподнятых инверсий, особенно

осенью, что способствует накоплению примесей в приземном слое атмосферы от низких источников.

Число дней с туманами в этой зоне сильно колеблется. В Западной Сибири, на Урале оно составляет 15-25. На Северном Кавказе число дней с туманом несколько больше. Дальний Восток характеризуется максимумом приземистых инверсий зимой. Количество осадков возрастает от весны к лету. В связи со сложной картиной формирования условий рассеивания выбросов можно сказать, что наиболее благоприятные условия рассеивания вредных веществ зимой. Однако летом при туманах и ослаблении скорости ветра можно ожидать такие повышения уровня загрязнения воздуха.

Четвёртая. Эта зона характеризуется высоким ПЗА и охватывает Южный Урал, часть Красноярского края. Низкая рассеивающая способность атмосферы обусловлена преобладанием слабых ветров и мощных приземных инверсий, которые составляют 40-50%, а при слабых ветрах - 10-30 %. Число дней с туманами в горных районах изменяется довольно существенно в зависимости от высоты места и экспозиции склонов относительно влагонесущих потоков. В высокогорной зоне Кавказа число дней с туманом может достигать 200. Максимум туманов наблюдается зимой, а максимум осадков отмечается весной и осенью. Летом осадков выпадает мало, а значит в это время они не играют существенной роли в очищении атмосферы от вредных выбросов.

Пятая - характеризуется очень высоким ПЗА и в основном охватывает Восточную Сибирь. Здесь располагается мощный антициклон, обуславливающий слабые ветры и устойчивую стратификацию атмосферы. Повторяемость скорости ветра 0-1 м/с составляет 50-70%. а в отдельных местах и более. Повторяемость в приземных инверсий в год составляет 40-50%. В зимние месяцы приземные инверсии наблюдаются почти постоянно в течении суток, т.е. сохраняются условия застоя воздуха во всем пограничном слое. Что обуславливает чрезвычайно низкую рассеивающую способность атмосферы и высокий ПЗА.

В указанных условиях и при температуре воздуха от -40 до -50 °С наблюдаются туманы. Они связаны с поступлением в атмосферу нагретых выбросов от крупных промышленных предприятий и от различных отопительных систем.

Таблица 1.

Среднегодовые значения метеорологических параметров, определяющих ПЗА по зонам

Зона	ПЗА	Географические районы, входящие в зону	Приземные инверсии			Повторяемость %		Высота слоя перемещения, км	Продолжительность туманов, ч
			Повторяемость, %	Мощность, км	Интенсивность, °С	Скорость ветра, 0-1м/с	Застоев воздуха		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	Низкий	Северо-западная часть ЕТР, включающая побережье Белого и Баренцева моря	20-30	0,3-0,4	2-3	10-20	5-10	0,7-0,8	80-350
II	Умеренный	Центральная, юго-западная, северо-восточная ЕТР, часть Западной Сибири	30-40	0,4-0,5	3-5	20-30	7-12	0,8-1,0	100-550
III а	Повышенный континента	Нижнее Поволжье, Северный Кавказ, большая часть Урала, часть Западной Сибири	30-45	0,3-0,6	2-6	20-40	8-18	0,7-1,0	100-600

	льный								
Ш б	Приморский район	Побережье Северо-восточных морей. Камчатка, Сахалин	30-45	0,3-0,7	2-6	10-30	10-25	0,4-1,1	100-600
IV	Высокий	Южный Урал, часть Красноярского края. Средняя Азия, южные районы Кавказа	40-50	0,3-0,7	3-6	30-60	10-30	0,7-1,6	50-200
V	Очень высокий	Восточная Сибирь	40-60	0,3-0,9	3-10	50-70	20-45	0,8-1,6	10-600

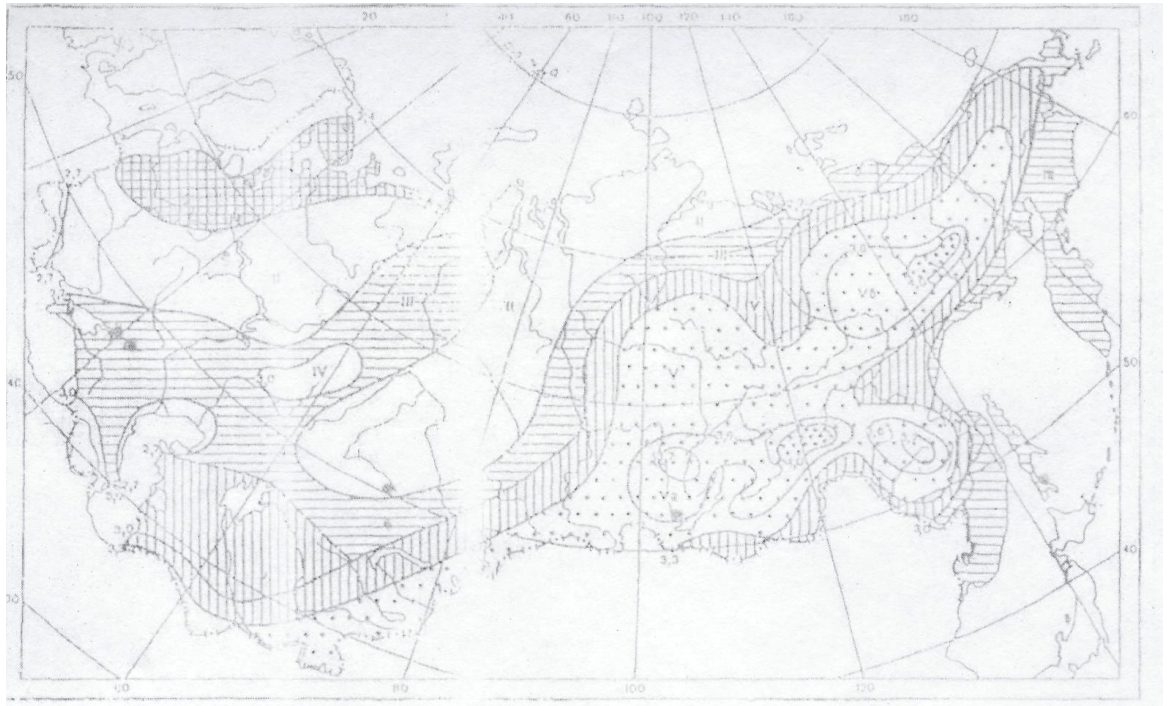


Рис.1

Районирование территории страны по климатическим условиям, определяющим рассеивающую способность атмосферы от низких источников выбросов, (цифры у изолиний значения ПЗА)

Зоны:

I - низкий ПЗА

II - умеренный ПЗА

III - повышенный ПЗА

IV - высокий ПЗА

V - очень высокий ПЗА.

Порядок выполнения работы.

1. Внимательно изучить теоретические положения.
2. Получить задание у преподавателя и выполнить расчет потенциала загрязнения атмосферы.
3. Сделать выводы и подготовить отчет.

Задание. Рассчитать потенциал загрязнения атмосферы для четырёх времён года и в среднем за год для одного из городов (согласно своему варианту).

Сравнить, полученные величины ПЗА и сделать вывод.

Для этого по формулам (9 и 10) рассчитать значения P_1 и P_2 . По полученным значениям P_1 и P_2 с помощью рис. 2 определить величину ПЗА для четырёх времён года (весна, лето, осень, зима), а также среднюю величину ПЗА за год. Использовать таблицы исходных данных для расчёта ПЗА (табл. 2,3,7,8).

Исходные данные для расчета ПЗА.

Таблица 2.

*Суточный и годовой ход повторяемости (%) слабых ветров (0-1 м/с),
 $P_{сл}$*

№ п/п	Город	Месяцы года											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	Мурманск	0,8	1	0,6	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,8	0,8	0,4
2	Москва	0,5	0,3	0,3	0,5	1-5	0,7	0,8	0,6	0,8	0,8	0,4	0,2
5	Ростов-на-Дону	0,8	1,5	1,5	0,0	0,6	1,5	1,5	0,5	1,5	1-5	1,5	0,5
4	Караганда	0,6	0,4	0,6	0,3	0,7	1,5	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
5	Иркутск	4	4	2	3	2	2	3	4	4	4	2	4
6	Ю-Сахалинск	4	5	4	2	2	3	5	8	4	4	4	6

Таблица 3.

Повторяемость (%) приземных инверсий (сутки), $P_{ин}$

№ п/п	Город	Месяцы года											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	Мурманск	17	16	15	14	11	11	13	16	14	15	16	16

2	Москва	15	13	13	16	21	16	17	18	18	12	12	10
3	Ростов-на-Дону	13	12	9	11	12	13	13	14	14	13	8	9
4	Караганда	23	23	20	12	12	17	18	17	16	13	22	20
5	Иркутск	46	38	32	20	21	19	18	21	34	35	42	44
6	Ю-Сахалинск	18	21	16	14	11	10	8	8	15	17	17	19

Таблица 4.

Мощность (км) приземных инверсий (за сутки)

№ п/п	Город	Месяцы года											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	Мурманск	0,58	0,60	0,52	0,39	0,42	0,42	0,41	0,40	0,37	0,38	0,46	0,57
2	Москва	0,69	0,63	0,36	0,23	0,23	0,24	0,24	0,26	0,26	0,21	0,54	0,63
3	Ростов-на-Дону	0,67	0,59	0,50	0,35	0,33	0,31	0,31	0,31	0,32	0,42	0,66	0,58
4	Караганда	0,82	0,83	0,72	0,37	0,24	0,27	0,25	0,26	0,32	0,42	0,62	0,67
5	Иркутск	0,70	0,63	0,51	0,45	0,40	0,51	0,52	0,51	0,48	0,47	0,56	0,62
6	Ю-Сахалинск	0,27	0,27	0,25	0,33	0,37	0,3	0,54	0,39	0,27	0,24	0,24	0,25

Таблица 5.

Интенсивность ($\Delta T^{\circ}\text{C}$) приземных инверсий

№ п/п	Город	Месяцы года											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	Мурманск	5,8	5,7	3,8	1,7	1,6	1,6	1,9	1,8	1,1	1,6	3,2	5,4

2	Москва	6,2	5,0	3,2	2,3	2,8	3,0	2,8	2,7	2,8	2,3	4,3	5,2
3	Ростов-на-Дону	4,6	4,3	3,0	2,0	2,3	2,6	2,6	2,6	2,6	2,8	3,5	4,5
4	Караганда	7,3	6,3	4,6	2,3	2,0	1,9	1,6	2,2	2,2	3,2	4,6	6,2
5	Иркутск	8,8	7,9	5,3	3,8	4,3	4,0	3,5	4,3	4,3	4,1	6,3	8,1
6	Ю-Сахалинск	3,8	4,1	2,7	2,3	2,8	2,4	2,1	2,5	2,5	2,3	2,6	3,2

Таблица 6.

Высота слоя перемешивания (км)

№ п/п	Город	Месяцы года											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	Мурманск	0,31	0,34	0,64	0,98	1,37	1,48	1,41	1,11	0,80	0,53	0,32	0,33
2	Москва	0,65	0,80	1,10	1,70	2,10	2,10	2,00	1,70	1,40	1,00	0,70	0,70
3	Ростов-на-Дону	0,73	0,80	0,80	0,57	0,68	0,90	0,87	0,95	1,00	0,60	0,55	0,58
4	Караганда	0,91	0,93	1,08	1,79	2,38	2,78	2,67	2,49	2,20	1,62	1,07	0,91
5	Иркутск	0,44	0,64	0,97	1,35	1,50	1,53	1,36	1,21	1,22	0,90	0,67	0,67
6	Ю-Сахалинск	0,71	0,93	0,96	1,45	1,11	0,91	0,81	0,83	1,05	1,18	1,03	0,84

Таблица 7

Повторяемость туманов (P_T)

№ п/п	Город	P_T

1	Мурманск	0,91
2	Москва	1,14
3	Ростов-на-Дону	1,14
4	Караганда	0,57
5	Иркутск	0,11
6	Ю-Сахалинск	1,14

Таблица 8

Повторяемость застоев воздуха (P_z)

№ п/п	Город	P_T
1	Мурманск	10
2	Москва	10
3	Ростов-на-Дону	8
4	Караганда	13
5	Иркутск	20
6	Ю-Сахалинск	14

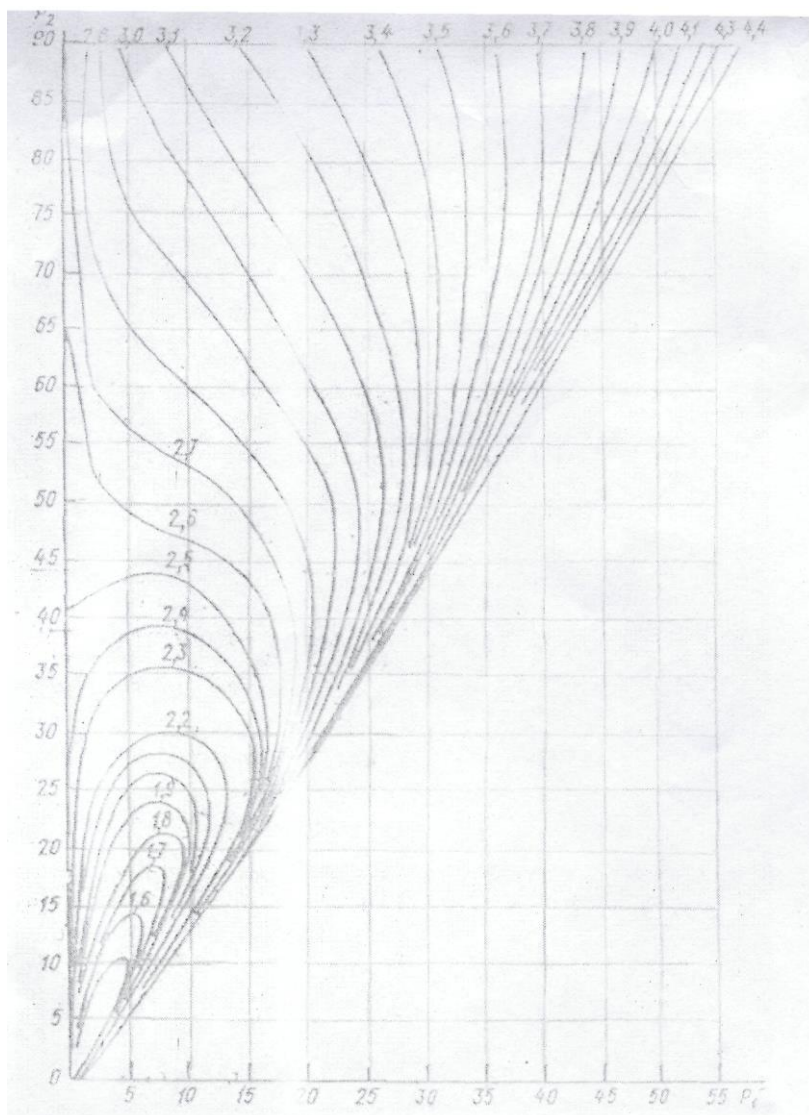


Рис.2 Номограмма для определения относительного потенциала загрязнения атмосферы (городские условия) по значениям P_1 и P_2 при $r = 1,5$

Контрольные вопросы

1. Что такое ПЗА?
2. Назовите виды ПЗА.
3. Сколько климатических зон в нашей стране, отличающихся по ПЗА?
4. Какие вы знаете методы прогнозирования загрязнения атмосферы на длительный период?
5. По какой формуле можно рассчитать ПЗА?

Практическая работа 5

Оценка экологического риска в городской застройке

Цель работы: Изучить методики идентификации факторов экологического риска и выполнить оценку экологического риска на конкретном примере.

Теоретические положения

Экологические риски характеризуют возможность потерь, возникающую вследствие необходимости принятия решений в условиях неопределенности, обусловленной негативным влиянием различного рода загрязнителей на компоненты окружающей среды и здоровье населения.

Отправной точкой процедуры анализа экологического риска является идентификация его факторов. Они являются не чем иным, как потенциально опасными для окружающей среды и человека факторами негативного воздействия. Речь идет о параметрах, используемых для комплексной многофакторной оценки состояния окружающей среды городской застройки.

Факторы экологического риска по происхождению классифицируют:

1. Факторы материального загрязнения:

- пыль (раздражающая, токсическая, радиоактивная),
- химические вещества (газообразные, жидкие, твердые);

2. Факторы физического (энергетического) загрязнения:

- акустические: шум, вибрация;
- излучение: электромагнитное, ионизирующее.

При этом население города, как правило, испытывает на себе многосредовое негативное воздействие, обусловленное загрязнением всех основных потенциально воздействующих сред: атмосферного воздуха, воды, продуктов питания, почвы. Кроме того, необходимо учесть возможность одновременного воздействия факторов экологического риска не только из разных сред, но и различными путями поступления в организм: ингаляционно, перорально, на кожу. Интегральная оценка ущерба от набора загрязнителей предполагает аддитивность их воздействия т.е. возможность суммирования порождаемых ими рисков. Экологический риск, прежде всего, связан с пространственными характеристиками проявления его последствий. Пространственно-территориальная составляющая определяется масштабом последствий риска, которые нарушают индивидуальные,

социальные и культурные интересы, генерируют негативные реакции людей. При этом последствия экологического риска, независимо от вероятности его возникновения, могут проявляться локально, регионально или глобально. Поэтому комплексной мерой риска, характеризующей данную территорию, служит **потенциальный территориальный риск** - пространственное распределение вероятности (частоты реализации) негативного воздействия определенного уровня. Данная мера риска не зависит от факта нахождения объекта воздействия (например, человека) в данном месте пространства. При этом, правда, по умолчанию считают, что эта вероятность равна 1. Потенциальный риск, в соответствии с названием, выражает собой потенциал максимально возможного экологического риска для конкретных объектов воздействия, находящихся в данной точке городской территории.

Как правило, потенциальный территориальный риск оказывается промежуточной мерой опасности, используемой для оценки индивидуального и популяционного (коллективного) рисков. Речь идет о возможности ранжирования экологического риска по различным когортам (группам) населения:

- все население городов (поселков);
- население отдельных зон проживания в рамках города (поселка);
- детское население, которое может делиться по территориальному, возрастному, социальному и другим признакам;
- группы населения, которые могут делиться по возрастным категориям, полу и другим признакам.

Индивидуальный риск (*individual risk*) - это частота поражения отдельного человека (индивидуума) в результате воздействия негативных факторов риска. Индивидуальный риск определяется потенциальным риском и вероятностью нахождения человека в районе возможного действия негативных факторов. При этом индивидуальный риск во многом определяется «обученностью» индивидуума действиям в опасной ситуации и степенью его защищенности.

Частным случаем социального риска является известный из зарубежной практики страхования **популяционный (коллективный) риск (*Potential Loss of Life - PLL*)**, который определяет масштаб ожидаемых последствий для людей от потенциальных аварий. Фактически популяционный риск определяет ожидаемое количество смертельных случаев на рассматриваемой территории за определенный период времени.

Ущерб здоровью оценивается двумя величинами: **вероятностью приобрести раковое заболевание и индексом опасности неракового заболевания**. Поэтому оценка экологических рисков

проводится отдельно для канцерогенных и неканцерогенных эффектов.

Выделенные виды экологического риска отражают так называемый «медико-биологический» подход к его оценке, реализуемый по схеме: *территория - индивидуум - социум*, конечным этапом которой является учет негативных биолого-физиологических реакций отдельного человека или человеческого сообщества на проявление негативных факторов экологического риска.

Методика оценки экологических рисков различной природы

Оценка экологических рисков включает оценку вероятности неблагоприятного воздействия данного вида загрязнения на здоровье человека с учетом данных об уровне этого загрязнения, токсических свойствах веществ, их миграции и превращениях, путях воздействия на человека, а также особенностях рассматриваемой человеческой популяции (популяционный риск).

Практически все перечисленные условия учтены в методологии оценки риска (risk assessment), предложенной Агентством США по Охране Окружающей Среды (US EPA). В соответствии с ней при оценке экологического риска как «вероятности повреждения, заболевания или смерти при определенных обстоятельствах» рассчитывают отдельно два типа эффектов: канцерогенные и неканцерогенные. В соответствии с этим ущерб здоровью оценивается двумя величинами:

- *вероятностью канцерогенных эффектов* (вероятностью приобрести раковое заболевание);
- *индексом опасности неканцерогенного заболевания.*

Интегральная оценка ущерба от набора загрязнителей предполагает аддитивность их воздействия, т.е. возможность суммирования порождаемых ими рисков.

Решение задачи оценки экологического риска состоит из следующих стадий.

1. *Идентификация опасности*, которая включает выявление и учет факторов риска химической и физической природы, которые способны оказать негативное воздействие на здоровье человека. В результате должны быть получены ответы на вопросы: какие факторы экологического риска, присутствующие в городской окружающей среде, могут вызвать неблагоприятные для здоровья эффекты, и о каком именно неблагоприятном воздействии идет речь?

Следует подчеркнуть, что этот этап работы, как правило, подразумевает предварительную инвентаризацию источников загрязнения, а также уточнение экологических нормативов и нормативных показателей токсичности для идентифицированных загрязнителей:

- $WofE$ - качественный показатель канцерогенности загрязнителя, определяемый по таблицам, но не используемый непосредственно в расчетах;
 - RfD – пороговая доза вещества загрязнителя, вызывающая нераковое заболевание, мг/кг день.
 - SF - вероятность получения ракового заболевания в случае приема среднесуточной дозы ADD , 1/мг/кг день;
2. Оценка риска предполагает использование следующих подходов:
- при выявлении в ходе инвентаризации *канцерогенов* вычисляется ранговый индекс канцерогенной опасности ($HRi_{канц.}$):

$$HRi_{канц} = E W_c P / 10000, \quad (1)$$

где E - величина условной экспозиции (объем годового выброса), т/год; P численность населения, испытывающего данное негативное воздействие, тыс. чел.; W_c - весовой коэффициент канцерогенной активности (таблица 1).

Таблица 1.

Значения весовых коэффициентов канцерогенной активности (W_c)

Фактор канцерогенного потенциала, (мг/кг)	Весовой коэффициент
< 0,005	1
0,005-0,05	10
0,05 - 0,5	100
0.5 - 5,0	1000
5,0 - 50.0	1 0000
> 50,0	1000000

- при выявлении в ходе инвентаризации *неканцерогенов* вычисляется ранговый индекс неканцерогенной опасности ($HRi_{неканц.}$):

$$HRi_{неканц} = E T W P / 100000, \quad (2)$$

где E - величина условной экспозиции (объем годового выброса, т/год); TW - весовой коэффициент неканцерогенной активности (таблица 2).

Таблица 2.

Весовые коэффициенты для оценки канцерогенных эффектов (TW)

Безопасная доза, мг/кг	Безопасная концентрация, мг/м ³	Весовой коэффициент
< 0,00005	< 0,000175	100000
0.00005 - 0.0005	0,000175-0,00175	10000
0,0005 - 0,005	0,00175-0,0175	1000
0,005 - 0,05	0,0175-0,175	100
0,05-0,5	0,175- 1.75	10
>0,5	> 1,75	1

3. *Оценка экспозиции*, т.е. получение информации о том, с какими реальными дозовыми нагрузками сталкиваются те или иные группы населения. Под оценкой экспозиции как правило понимают процесс измерения количества агента в конкретном объекте среды обитания, находящаяся в соприкосновении с так называемыми пограничными органами человека (легкие, желудочно-кишечный тракт, кожа) в течение какого-либо точно установленного времени, сопровождающийся оценкой частоты, продолжительности и путей негативного воздействия.

При оценке экспозиционных нагрузок принято выделять, как минимум, три типа воздействия:

- острое - при продолжительности воздействия менее 2 недель;
- подострое - при продолжительности воздействия до 7 лет;
- хроническое - при продолжительности воздействия более 7 лет.

Оценка доз подразумевает нахождение корреляции между концентрациями загрязнителей и соответствующими экспозициями и дозами, с одной стороны, и реальными показателями здоровья населения (заболеваемости, смертности и т.п.) - с другой. В случае, если для идентифицированных загрязнителей такие взаимосвязи установлены достаточно надежно, они могут быть использованы при расчете экологического риска как самостоятельные эмпирические модели. В противном случае, предусматривается использование коэффициентов взаимосвязи «доза-эффект», рекомендуемых US EPA. Они суммируют большой опыт мировых токсикологических и эпидемиологических исследований, но имеют весьма общий характер и большие «коэффициенты запаса».

При количественной оценке экологического риска окружающая городская среда представляется в виде множества взаимодействующих

слоев - носителей загрязнений. В качестве их количественной характеристики используются данные о концентрациях C_i загрязнителей. Величины C_i являются либо данными экологического мониторинга, либо результатами расчетов по стандартным методикам. Входом последних, в свою очередь, служат либо данные статистической экологической отчетности источников выбросов, либо результаты расчетов рассеивания выбросов получаемые с помощью стандартных сертифицированных программных средств.

Итогом выполнения второго этапа оценки риска, является расчет среднесуточной дозы (ADD_i) или поступления (I_i), мг/кг сут.:

$$ADD_i (I_i) = (C_i CR ED EF)/(BW AT 365) , \quad (3)$$

где C - концентрация вещества в среде обитания; CR - скорость поступления (объем ежедневно вдыхаемого воздуха м³/день или количество потребляемой питьевой воды л/сут. и т.п.); ED - продолжительность воздействия, лет; EF - частота воздействия, дней/год; BW - масса тела человека; AT - период осреднения экспозиции, лет; 365 - число дней в году.

4. *Характеристика риска* включает расчет его параметров и анализ их распределения во всевозможных аспектах - территориальном, временном, по половозрастным когортам, по загрязнителям и т.д.

С учетом того, что в мировой практике принято разделять понятия экологического риска канцерогенной и неканцерогенной природы, расчет показателей риска включает:

- для канцерогенных эффектов - определение вероятности получения ракового заболевания в результате воздействия i -того загрязнителя $ILCR_i$. Она представляет собой безразмерную величину, которая обычно выражается в единицах 1:1000000 и характеризует число случаев раковых заболеваний, приходящихся на 1 миллион жителей, проживающих на рассматриваемой городской территории. Вероятность получения ракового заболевания рассчитывается по формуле:

$$ILCR_i = SF ADD_i . \quad (4)$$

- для неканцерогенных эффектов - определение индекса опасности получения неракового заболевания в результате воздействия i -того загрязнителя HQ_i , определяемый как:

$$HQ_i = ADD_i / RfD . \quad (5)$$

В мировой практике представленные показатели являются самостоятельными величинами, количественно характеризующими экологический риск и имеющими собственное шкалирование, отражающее степень опасности негативного воздействия соответствующих групп загрязнителей.

Для *канцерогенных эффектов* шкала экологического риска включает следующие характерные зоны:

- $ILCRi < 10^{-6}$ - незначительный уровень риска (целевой уровень риска);
- $10^{-6} < ILCRi \leq 10^{-4}$ - приемлемый уровень риска;
- $10^{-4} < ILCRi < 10^{-3}$ - опасный уровень риска;
- $ILCRi > 10^{-3}$ - чрезвычайно опасный уровень риска.

Для *неканцерогенных эффектов* шкала экологического риска включает только две зоны:

- $HQi < 1,0$ - малоопасный уровень риска;
- $HQi \geq 1,0$ - опасный уровень риска.

Характеристика риска, является обобщением результатов предыдущих этапов, поэтому, как правило, включает расчет комбинированного действия (комбинированного риска). Под комбинированным действием принимается воздействие нескольких примесей, поступающих через один компонент окружающей среды (воздух, воду или др.). Упрощенным методом оценки комбинированного риска (так как это принято, например, в международной практике) является способ, где комбинированный риск определяется как сумма рассчитанных величин риска по каждому из принятых в расчет веществ.

Другим способом оценки комбинированного воздействия нескольких примесей является расчет суммарных показателей. При определении суммарных показателей (индексов загрязнения) используется принцип изоэффективности, т.е. кратности превышения ПДК каждого вещества «приводятся» к третьему классу опасности.

Еще одним подходом, который может применяться как для оценки комбинированного, так и комплексного действия, является метод, основанный на умножении вероятностей. Основанием для такого суждения служит следующее. Для оценки комбинированного действия нескольких примесей, обладающих эффектом суммации, используют метод расчета приведенной концентрации (C_{np}):

$$C_{np} = C_1 + C_2 \frac{ПДК_1}{ПДК_2} + \dots + C_i \frac{ПДК_1}{ПДК_i}, \quad (6)$$

где $C_1, C_2 \dots C_i$ - концентрации 1-й, 2-й ... i -той примесей, $мг/м^3$
 $ПДК_1, ПДК_2 \dots ПДК_i$ - соответственно их нормативы, $мг/м^3$.

При этом, риск комбинированного действия такой смеси может быть легко определен с использованием подходов, где $C_{пр}$ принимается как биологический эквивалент суммарного воздействия примесей, входящих в смесь. Вместе с тем, учитывая, что риск, по своей сути, является величиной вероятностной, мы не исключаем возможность определения риска комбинированного действия в соответствии с правилом умножения вероятностей, где в качестве множителя выступают не величины риска здоровью, а значения, характеризующие вероятность его отсутствия:

$$Risk_{сум} = 1 - (1-Risk_1) (1-Risk_2) (1-Risk_3)... (1-Risk_i) \quad (7)$$

где $Risk_{сум}$ - показатель риска комбинированного действия примесей; $Risk_1 - Risk_i$ - показатели риска воздействия каждой отдельной примеси.

При этом эффекты немедленного действия чаще всего проявляются в виде рефлекторных реакций у наиболее чувствительных лиц, т.е. люди наиболее подверженные воздействию одних примесей также оказываются более чувствительными и к другим. В связи с этим, потенциальный риск немедленного действия при комбинированном воздействии чаще всего определяется максимальным риском отдельной примеси среди всех воздействующих ингредиентов, хотя в ряде отдельных случаев необходим учет эффекта суммации.

Хроническое воздействие химических веществ общетоксического характера действия на уровне малых концентраций (1-15 ПДК) характеризуется однотипными неспецифическими эффектами, что заставляет думать о необходимости обязательного использования в этом случае уравнения расчета суммарного риска для всех примесей, являющиеся потенциальными токсикантами хронического действия.

В характеристику риска, как правило, включают и качественный анализ ожидаемых реакций на негативное воздействие загрязнителей по отдельным территориям и группам населения:

- все население отдельных городов (поселков);
- население отдельных зон проживания в рамках города (поселка);
- детское население, которое может делиться по территориальному, возрастному, половому, социальному и другим признакам и др.

Такая информация о «группах риска» и «территориях риска» необходима для принятия решения, обоснования и учета приоритетных экологических опасностей.

Порядок выполнения работы

1. Внимательно изучить методическую основу идентификации факторов и расчета экологических рисков различной природы.
 2. В соответствии с темой и материалами магистерской диссертации (или с индивидуальным заданием преподавателя) поставить задачи оценки риска, уточнить расчетный вид экологического риска.
 3. Уточнить перечень и значение исходных данных, необходимых для расчета величины экологического риска.
 4. Применительно к условиям рассматриваемой задачи реализовать основные этапы методики расчета экологического риска, для чего произвести идентификацию опасности, оценку риска, оценку экспозиции и дать характеристику риска.
 5. Произвести анализ полученных результатов и сформулировать выводы по работе.

Литература

1. Онищенко Г.Г., Новиков СМ. Рахманин Ю.А. и др. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду /Под ред. Рахманина Ю.А., Онищенко Г.Г. - М.: НИИЭЧ и ГОС, 2002.
2. Киселев А.В., Фридман К.Б. Оценка риска здоровью. Подходы к использованию в медико-экологических исследованиях и практике управления качеством окружающей среды: Методич. пособие. СПб.: Международный институт оценки риска здоровью, 1997.
3. Постановление «Об использовании методологии оценки риска для управления качеством окружающей среды и здоровьем населения в Российской Федерации». Утв. Гл. Госуд. Сан. врачом РФ (N25 от 10.11.97г.) и Гл. Госуд. инспектором РФ по охране природы (N03-19/24-3483 от 10.11.97г.).

Практическая работа 6

Идентификация прямого и косвенного экологического риска территории предприятия

Цель работы: *Освоить методики идентификации и оценки прямого и косвенного экологического риска территории.*

Теоретические положения

Понятие – экологический риск в настоящее время входит в обиход и практически для каждой территории, где ведется хозяйственная деятельность, требуется выполнять всесторонний анализ экологической опасности, обусловленной негативным воздействием стационарных, передвижных и аварийных источников воздействия. Воздействие негативных факторов на организм человека может быть:

1. по воздействию на организм человека

- прямым, возникает при воздействии высоких концентраций токсикантов и сопровождается острыми нарушениями здоровья;
- косвенным, обусловленным кумулятивными эффектами.

2. по времени воздействия

- аварийным, при залповых выбросах, возникающих при чрезвычайных ситуациях;
- текущим, действующим постоянно, даже если и соблюдаются экологические нормативы.

Под **экологическими опасностями** понимают несоответствие фактических параметров окружающей среды гигиеническим нормативам, это обуславливает возникновение экологического риска.

Под **экологическим риском** понимают двухмерную величину, равную произведению количественной меры опасности возникновения тех или иных негативных воздействий на вероятность их проявления.

При этом экологический риск рассматривают как оценочный критерий, характеризующий качество и количество материальных (вещественных) и физических (энергетических) факторов загрязнения и времени воздействия используемый для определения изменений в состоянии окружающей среды и связанного с ним состояния здоровья населения.

При анализе факторов экологического риска используют совокупность параметров загрязнения, основными из которых являются:

- кратность превышения экологических нормативов;

- характер комбинированного воздействия;
- экспозиция (продолжительность) воздействия на окружающую среду и организм человека (при наличии эффекта кумуляции).

При этом первые два условия характерны для аварийного загрязнения, последние – для стационарного загрязнения из постоянно действующих источников, даже если соблюдаются экологические нормативы. Принято различать:

- **прямой (аварийный) риск** – он определяется массовым выбросом, концентрацией, практически не зависит от времени;
- **косвенный (текущий) риск** – он зависит от времени воздействия.

Прямой риск определяется коэффициентом качества среды $K_{пр}$ – под которым понимают кратность превышения фактических значений концентраций (уровней, доз) к их экологическим нормативам. (ПДК, ПДУ, ПДД).

Количественной мерой косвенного риска является коэффициент **хи**-среды $K_{кос}$, рассчитываемый через параметр, характеризующий экспозицию воздействия загрязняющего фактора. Этот параметр доза – средняя величина которой определяется как произведение усредненной за рассматриваемое время концентрации (уровня) загрязняющего фактора на продолжительность воздействия.

$$\bar{D}_i = \bar{C}(t)\Delta t \quad \text{или} \quad \bar{D}_i = \bar{Y}_i(t)\Delta t \quad (1)$$

Соответственно предельно допустимая доза (ПДД) – уровень воздействия фактора, который не вызывает каких либо отрицательных изменений в здоровье человека и его потомства (его биологического оптимума) за рассматриваемый промежуток времени.

Отсюда мерой косвенного экологического риска является кратность превышения фактической дозы над её предельно допустимым значением. Это и есть коэффициент качества среды.

Принимая во внимание независимое проявление прямого и косвенного экологических рисков и свойственные им детерминированный и стохастический характер экологический риск территории определяется по формуле:

$$R^{экол} = (1 - R_{пр}^{экол})(1 - R_{кос}^{экол}) \quad (2)$$

где $R_{пр}^{экол}$, $R_{кос}^{экол}$ – соответственно величины прямого и косвенного экологических рисков, каждая из которых может быть определена по выражению:

$$R_{\text{пр(кос)}}^{\text{экол}} = \sum_{ij} \left[(P_t K_{\text{пр(кос)}i}^{\text{м}})_i + (P_t K_{\text{пр(кос)}j}^{\text{ф}})_j \right] \cdot r^{\text{опт}} K_{\text{тер}} \quad (3)$$

Рассмотрим подробно параметры, входящие в выражение (3), и зависимости для определения их численного значения.

$r^{\text{опт}}$ - относительное сокращение продолжительности жизни, равное:

$$r^{\text{опт}} = \frac{\Delta r}{r} < 1 \quad (4)$$

где Δr - сокращение продолжительности жизни при прямом и косвенном загрязнении территории, равное соответственно 45 и 15 годам; r - средняя продолжительность жизни, характерная для данного региона; $K_{\text{тер}}$ - коэффициент экологической значимости рассматриваемой территории, принимаемый по данным Минприроды РФ.

В выражении (3) параметр P_t представляет собой вероятность загрязнения окружающей среды за определенный период времени в результате воздействия i -го материального и j -го физического фактора.

При **прямом загрязнении**, когда изменение параметров качества окружающей среды носит внезапный пиковый характер, вероятность события описывается экспоненциальным законом распределения случайной величины:

$$P_t = \exp\left(-\frac{1}{c_{i(j)}} C_{i(j)}\right), \quad (5)$$

где C_i - концентрация i -го материального или уровень (доза) j -го физического загрязнения при аварийном выбросе; $\overline{C_{i(j)}}$ - средняя (или фоновая) для данной территории концентрация i -го материального загрязнения или уровень (доза) j -го физического загрязнения, определяемая как

$$\overline{C_{i(j)}} = \frac{1}{n} \sum_{i(j)=1}^n c_{i(j)} \quad (6)$$

где n - количество наблюдений.

При **косвенном загрязнении** окружающей среды, когда уровень загрязнения нередко находится в пределах экологических нормативов (ПДК, ПДУ, ПДД), преобладают процессы кумуляции (накопления) негативных воздействий на организм человека. Математически закономерности накопления случайной величины описывает нормальный закон распределения:

$$P_i = 1 - \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{D_{i(j)} - \overline{D_{i(j)}}}{\sigma_D}} \exp\left(-\frac{u^2}{2}\right) du = 1 - \Phi\left(\frac{D_{i(j)} - \overline{D_{i(j)}}}{\sigma_D}\right) \quad (7)$$

где $\Phi(x)$, $x = \frac{D_{i(j)} - \overline{D_{i(j)}}}{\sigma_D}$ - функция Лапласа, значение которой представлено в прил.1; σ_D - среднеквадратичное отклонение текущего значения дозы i -го материального или j -го физического от среднего, определяемая по выражению:

$$\sigma_D = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i(j)=1}^n (D_{i(j)} - \overline{D_{i(j)}})^2} \quad (8)$$

где n - количество наблюдений; $D_{i(j)}$ - доза текущего i -го материального или j -го физического загрязнения рассматриваемой территории. В частности, при материальном загрязнении для определения суточной дозы можно использовать выражение:

$$D_i = \frac{C_{CCi} W \tau_i f_i}{365 M \overline{T}_i}, \quad (9)$$

где D_i - среднесуточная доза i -го загрязняющего вещества, мг/кг сут; C_{CCi} - среднесуточная концентрация i -го загрязняющего вещества на рассматриваемой территории, мг/м³; W - расход ежедневно поступающего в организм воздуха, воды и т.п., м³/день; τ_i - продолжительность воздействия j -го загрязняющего вещества, год; f_i - частота воздействия i -го загрязняющего вещества, дней/год; M - масса тела человека, кг; \overline{T}_i - период осреднения экспозиции действия i -го загрязняющего вещества, год; 365 - число дней в году; $\overline{D_{i(j)}}$ - средняя (или фоновая) доза i -го материального или j -го физического загрязнения рассматриваемой территории, которая может быть определена по данным натуральных наблюдений:

$$\overline{D_{i(j)}} = \frac{1}{n} \sum_{i(j)=1}^n D_{i(j)} \quad (10)$$

В выражении (3) параметры $K_{\text{пр(кос)}i}^M$, $K_{\text{пр(кос)}j}^\Phi$ - это коэффициенты качества среды соответственно прямого и косвенного риска при i -м материальном и j -м физическом загрязнении.

В случае воздействия материальных факторов прямого риска:

$$K_{\text{ср}}^{\text{м}} = \sum_{c=1}^{N_n} \left(\frac{C_c}{\text{ПДК}_c} \right)^{m_i^{\text{пр}}} K_c + \sum_{d=1}^{N_c} \left(\sum_{K=1}^K \frac{C_K}{\text{ПДК}_K} \right) K_d \quad (10)$$

где C - количество независимых отдельных i -х материальных загрязнителей ($C = 1, \dots, N_n$); d - количество синергических (суммирующих эффект воздействия) загрязняющих веществ $d=1, \dots, N_c$; K - количество примесей в d -й группе. Примеры загрязняющих веществ-синергистов приведены в прил. 2; K_c , K_d - коэффициенты значимости воздействия загрязнителей на организм человека, зависящие от класса опасности загрязняющего вещества. В частности, применительно к задаче оценки прямого экологического риска загрязнения воздушной среды их значения можно определить по формуле:

$$K_c(K_d) = \frac{\text{ПДК}_{\text{С(К)АТ ВОЗ}}}{\text{ПДК}_{\text{С(К)Р.З}}}, \quad (11)$$

«Ли,,)

пдк_{с(к)к}

(II)

где $\text{ПДК}_{\text{С(К)АТ ВОЗ}}$, $\text{ПДК}_{\text{С(К)Р.З}}$ - соответственно предельно допустимые концентрации разной степени осреднения (20-30 мин, сутки, месяц, год) независимых по своему действию и синергических (усиливающих эффект воздействия) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и в рабочей зоне;

В выражении (10) параметр $m_i^{\text{пр}}$ представляет собой показатель степени, учитывающий класс опасности материальных загрязнителей, равный:

1,7 - для загрязняющих веществ первого класса опасности;

1,3 - второго класса опасности;

1,0 - третьего класса опасности;

0,8 - четвертого класса опасности;

C_c , C_k в выражении (10) - соответственно, концентрации независимых загрязняющих веществ и загрязняющих веществ, образующих группы суммаций; ПДК_c и ПДК_k - их предельно допустимые концентрации.

Аналогично выражению (10) определяют коэффициент материального загрязнения окружающей среды в случае воздействия **материальных факторов косвенного риска:**

$$K_{\text{ср}}^{\text{м}} = \sum_{c=1}^{N_n} \left(\frac{D_c}{\text{ПДД}_c} \right)^{m_i^{\text{кос}}} K_c + \sum_{d=1}^{N_c} \left(\sum_{K=1}^K \frac{D_K}{\text{ПДД}_K} \right) K_d \quad (12)$$

D_c , D_k - соответственно дозы независимых загрязняющих веществ и загрязняющих веществ-синергистов в окружающей среде; ПДД_c , ПДД_k - предельно допустимые дозы независимых загрязняющих веществ и

загрязняющих веществ-сенергистов; $m_i^{кос}$ - показатель степени; $m_i^{кос}$ - при учете кумулятивных эффектов имеет следующие значения (таблица). Коэффициент загрязнения окружающей среды в случае воздействия физических факторов прямого и косвенного риска оценивается суммой кратностей превышения фактических доз (D) факторов физического загрязнения (шума, вибрации, электромагнитного и ионизирующего излучений) над соответствующими экологическими нормативами:

$$K_{ср}^{\Phi} = \left(\frac{D_{ш}}{ПДУ_{ш}} K_{ш} + \frac{D_{в}}{ПДУ_{в}} K_{в} + \frac{D_{эми}}{ПДУ_{эми}} K_{эми} + \frac{D_{ион}}{ПДУ_{ион}} K_{ион} \right), \quad (13)$$

Где $\frac{D_{ш}}{ПДУ_{ш}}$, $\frac{D_{в}}{ПДУ_{в}}$, $\frac{D_{эми}}{ПДУ_{эми}}$, $\frac{D_{ион}}{ПДУ_{ион}}$ - соответственно кратности превышения доз шумового, вибрационного, электромагнитного и ионизирующего излучений; $K_{ш}$, $K_{в}$, $K_{эми}$, $K_{ион}$ - соответственно коэффициенты значимости воздействий перечисленных видов физического загрязнения на организм человека.

Значения показателя степени $m_i^{кос}$ при косвенном загрязнении

Период осреднения концентрации (дозы) - кумуляции	Класс опасности загрязняющего вещества			
	1	2	3	4
20-30 мин	1,36	1,08	1,0	0,95
24 ч	1,37	1,11	1,0	0,95
1 мес	1,56	1,16	1,0	0,91
1 год	1,35	1,28	1,0	0,87

Поскольку шум и вибрация по физической сущности объединены в группу акустического загрязнения, то в расчетах для них можно использовать единый коэффициент значимости, величину которого принимают по $K_{ш}$ так как воздействие шумового загрязнения по величине и длительности более опасно для человека.

Соответственно для группы излучений величину коэффициента значимости можно принять равной величине коэффициента значимости ионизирующего излучения. Тогда коэффициент загрязнения окружающей среды в случае воздействия физических факторов прямого и косвенного риска будет равен:

$$K_{ср}^{\Phi} = \left(\frac{D_{ш}}{ПДУ_{ш}} + \frac{D_{в}}{ПДУ_{в}} \right) K_{ш} + \left(\frac{D_{эми}}{ПДУ_{эми}} + \frac{D_{ион}}{ПДУ_{ион}} \right) K_{ион}, \quad (14)$$

Известно, что вероятность возникновения прямого (аварийного) риска с последующими детерминирующими эффектами не превышает 10 %, в то

время как вероятность возникновения **косвенного (текущего) риска** со стохастическими эффектами наоборот высока и находится в пределах 10-90 %. Таким образом, исходя из численных значений прямого и косвенного рисков дополнительно можно записать условия, определяющие область реализации общих видов экологических рисков:

$$R_{\text{эк}} = \begin{cases} K_{\text{пр}}^{\text{экол}}, \text{ при } P_t \leq 0.1 \\ K_{\text{пр}}^{\text{экол}}, \text{ при } P_t > 0.1 \end{cases}$$

Контроль экологического риска позволяет ранжировать его прямой и косвенный виды с целью выбора одного из трех возможных методов управления риском: сохранения, снижения или передачи с последующей выработкой мероприятий.

В основу контроля прямого и косвенного экологических рисков положен принцип шкалирования (ранжирования) их величины.

Шкала прямого экологического риска базируется на действующей в настоящее время классификации промпредприятий как источников аварийного (прямого) загрязнения окружающей среды в зависимости от вероятности их аварийных выбросов, сбросов и воздействий. Это позволяет, сохраняя общие предпосылки, параметры и оценку тяжести последствий возникновения аварийных ситуаций различной физической природы, предложить следующую шкалу прямого риска:

- $P_t^{\text{нр}} \leq 0,05$ - экологически условно безопасная зона;
- $0,05 < P_t^{\text{нр}} \leq 0,07$ - экологически малоопасная зона;
- $0,07 < P_t^{\text{нр}} \leq 0,10$ - экологически опасная зона.

В основу шкалы косвенного экологического риска положен пороговый принцип национальной системы экологического нормирования. В соответствии с ним уровни негативного материального и физического воздействий считаются безопасными для здоровья человека, когда не превышают соответствующих предельно допустимых величин. В результате шкала косвенного риска предполагает наличие двух зон, границей которых при нормальной функции распределения вероятности выступает величина $P_t^{\text{кос}} = 0,5$, соответствующая условиям, когда концентрации загрязняющих веществ и уровни физических воздействий равны соответствующим экологическим нормативам (*ПДК, ПДУ, ПДД*). Таким образом, шкала косвенного риска для оценки стоимости объектов недвижимости имеет вид:

- $P_t^{\text{кос}} \leq 0,05$ - экологически малоопасная зона;
- $P_t^{\text{кос}} > 0,5$ - экологически опасная зона.

Ранжирование уровней прямого и косвенного экологических рисков позволяет, адаптировав классические методы теории риск-менеджмента,

выбрать оптимальный метод управления экологическими рисками: сохранение, снижение или передача рисков (рис.1).

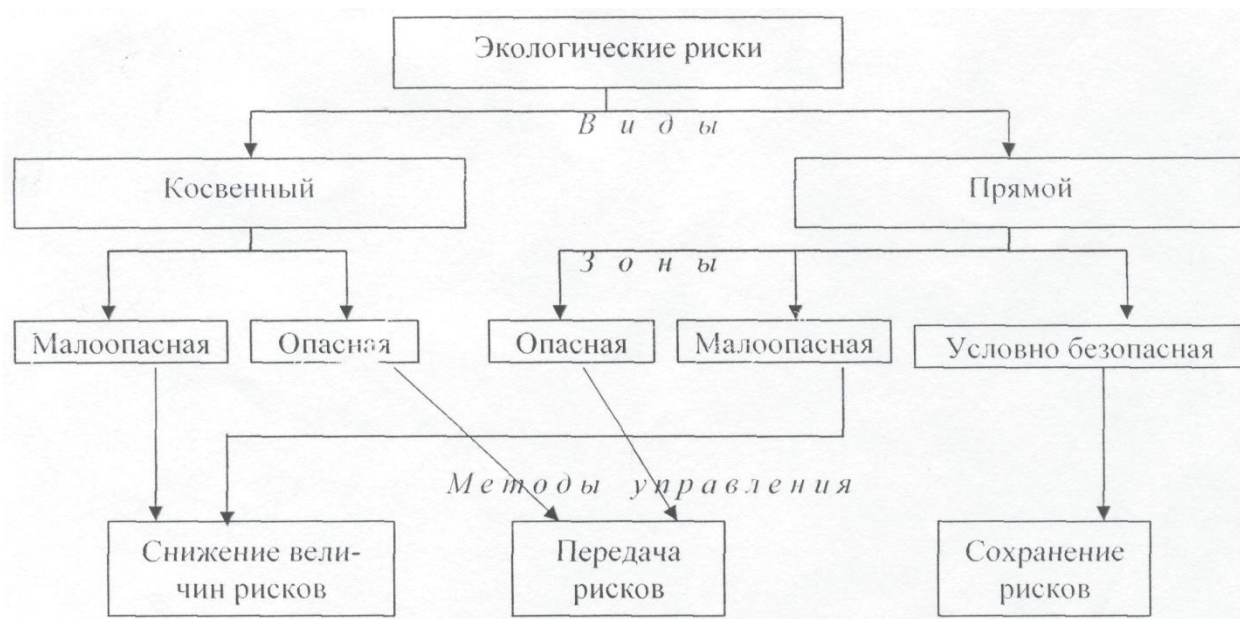


Рис.1. Схема выбора метода управления экологическими рисками

Практическая работа 7

Оценка надежности технических систем и методы ее анализа

Цель работы: *освоить методы анализа технических систем и построения деревьев отказ, обеспечение понимания цели предварительного определения опасностей и познание методов, которые могут быть использованы для предварительного определения опасностей*

Теоретические положения

В процессе оценки риска анализ опасностей выполняет роль базы, на которой основываются многие элементы системы управления безопасностью и управления при чрезвычайных ситуациях. В целом, анализ опасностей должен документально зафиксировать существующие угрозы безопасности, относительную вероятность крупных аварий и их возможных последствий. В соответствии с Директивой Seveso II, угроза (опасность) – это «неотъемлемое свойство опасного вещества или реальной ситуации, связанное со способностью нанести ущерб здоровью человека или окружающей среде». Существует несколько способов анализа опасностей и оценки риска. Можно использовать либо качественный, либо количественный подход к ситуации, каждый из которых способен обеспечить правильное представление о безопасности ситуации, если применяется последовательно. Выбор метода зависит от конкретной ситуации или вида риска. В любом случае предпринимаемые усилия должны соответствовать степени возможного ущерба. Как правило, анализ опасностей представляет собой последовательный процесс, цель которого - соблюдение в полной мере всех требований безопасности. Этот процесс состоит из следующих шагов: Шаг А – Предварительное определение опасностей Шаг В – Определение источников опасностей и оценка последствий крупных аварий Шаг С – Меры предотвращения, контроля и смягчения последствий этих аварий. Основными проблемами определения опасностей являются полнота, содержательность и корректность анализа. Если определение опасностей проводится не в полной мере или непоследовательно, то, очевидно, соответствующие шаги для контроля выявленных опасностей, угроз не будут предприняты. При процедуре определения опасностей непоследовательной и неправильной (когда выявление опасности вызывает сомнение), время, усилия и деньги на

анализ и контроль за этими опасностями тратятся напрасно и принятые решения могут на самом деле привести к менее безопасному функционированию объекта. Все эти проблемы решаются соответствующим выбором метода определения опасностей и их правильным применением. В целом, удовлетворительный уровень определения опасностей может обеспечиваться сочетанием нескольких методик. Выбор определенного набора методик в значительной мере зависит от сложности и новизны производственных операций (технологических процессов). На некоторых объектах, не отличающихся новизной и сложностью с точки зрения способов хранения и переработки опасных материалов, может быть достаточно применение довольно простого подхода. В отношении предприятий, перерабатывающих значительные объемы опасных материалов, необходим более детальный анализ, с применением специальных методик. Важным элементом каждого из вышеупомянутых шагов анализа опасностей является использование опыта, приобретенного в результате произошедших ранее аварий и аварийных ситуаций, возникших на данном предприятии или аналогичном предприятии где-либо в мире. Более детально этот аспект рассматривается в других документах. Рассмотрим простые методы определения опасностей, такие как:

- Анализ «что произойдет если?»
- Карты (карточки) контроля безопасности
- Проверка концепций безопасности
- Предварительный анализ опасностей

АНАЛИЗ «ЧТО ПРОИЗОЙДЕТ, ЕСЛИ»

Данная методология широко применяется и может быть использована на всех стадиях цикла проекта, начиная с разработки его концепции. Анализ «что произойдет, если?» – основан на методе «мозговой атаки», которая, тем не менее, в определенной степени структурирована. Группе опытных специалистов, знакомых с анализируемыми процессами, руководителем аналитической группы предлагается задавать вопросы и ставить проблемы, связанные с рассматриваемой конструкцией (например, в химической промышленности, это вопросы о блокировках, утечках, коррозии, вибрации, частичных выходах из строя (неполадках), событиях вне предп. Обычно

вопросы начинаются со слов «что произойдет, если?». Например: «Что произойдет, если при запуске в компрессоре окажется воздух?» «Что произойдет, если в компрессоре высокая температура?» «Что произойдет, при утечке охладителя?» «Что произойдет, при утечке смазочных материалов?» и т.д. Вопрос, однако, может быть поставлен в любой форме, независимо от того включает ли он фразу «что произойдет, если...». Анализ, как правило, включает следующие шаги:

1. Постановка вопросов, которые возникают сами собой в отношении любой части системы.
2. Разделение вопросов по типам или по отношению к крупным производственным стадиям.
3. Постановка новых вопросов последовательно по мере прохождения каждой стадии. Ответы на вопросы, один за другим, относящиеся к причинам, последствиям и мерам безопасности. Определение действий там, где это приемлемо. Основой анализа должны стать последние (самые новые) чертежи, процедуры, описания и т.п. технологического процесса и оборудования. Аналитическая группа должна включать специалистов по всем вопросам, имеющим отношение к делу, например, технологического процесса, оборудования по эксплуатации и ремонту. Результаты анализа заносятся в таблицы, подобные приведенной ниже:

«Что произойдет, если»	Причины	Причины	Меры безопасности	Действия

Метод в какой-то степени неструктурирован и вряд ли можно ожидать, что с его помощью можно выявить все проектные ошибки или их последствия. Однако, результат может быть значительно улучшен при использовании данного метода совместно с методом карт контроля безопасности. Некоторые из этих карт являются результатом подобной комбинации методов.

Порядок выполнения работы

1. Внимательно изучите теоретические положения.

2. Применительно к объекту своего диссертационного исследования выберите технологические процессы и выполните анализ опасностей при возникновении нештатных ситуаций.

3. Подготовьте отчет.

Практическая работа 8

Разработка карт риска с использованием программы Golden Software Surfer

Цель работы: *освоение работы в картографическом пакете Golden Software Surfer и построение карт рисков*

Теоретические положения

Golden Software Surfer – мощный картографический пакет для вычерчивания поверхности карт. Логика работы с пакетом можно представить в виде трех основных функциональных блоков: а) построение цифровой модели поверхности; б) вспомогательные операции с цифровыми моделями поверхности; в) визуализация поверхности. Программа быстро и легко преобразует данные в контур, поверхность, каркас, вектор, изображение, заштрихованную область и т.д. Фактически все параметры карт могут быть настроены для получения желаемого изображения.

1. Основные возможности Golden Software Surfer

1.1. 1. Построение цифровой модели поверхности.

В пакете программы реализован математический аппарат. Цифровая модель поверхности традиционно представляется в виде значений в узлах прямоугольной регулярной сетки, дискретность которой определяется в зависимости от конкретной решаемой задачи. Для хранения таких значений Surfer использует собственные файлы типа GRD (двоичного или текстового формата), которые уже давно стали своеобразным стандартом для пакетов математического моделирования. Существует три варианта получения значений в узлах сетки, которые реализованы в пакете:

- по исходным данным, заданным в произвольных точках области (в узлах нерегулярной сетки), с использованием алгоритмов интерполяции двухмерных функций;
- вычисление значений функции, заданной пользователем в явном виде; в состав пакета входит достаточно широкий набор функций - тригонометрических, Бесселя, экспоненциальных, статистических и некоторых других (рис.1);
- переход от одной регулярной сетки к другой, например, при изменении дискретности сетки.

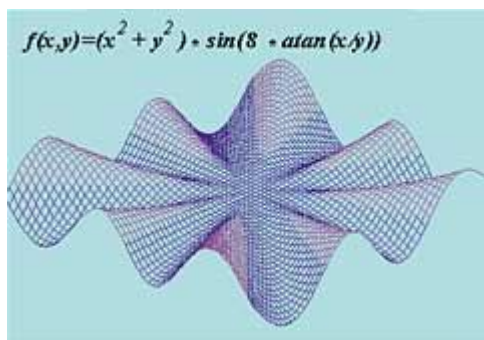


Рис. 1. Построение поверхности по функции,
заданной пользователем в явном виде

Можно использовать готовую цифровую модель поверхности, полученную пользователем, к примеру, в результате численного моделирования (это достаточно частый вариант использования пакета Surfer в качестве постпроцессора).

Пакет Surfer 8.0 предлагает семь алгоритмов интерполяции: Крикинг (Kriging), Инверсные расстояния (Inverse Distance), Минимизация кривизны (Minimum Curvature), Радиальные базовые функции (Radial Basis Functions), Полиномиальная регрессия (Polynomial Regression), Метод Шепарда (Shepard's Method, представляющий собой комбинацию метода Инверсных расстояний со сплайнами) и Триангуляция (Triangulation). Расчет регулярной сетки теперь может выполняться для файлов наборов данных X, Y, Z любого размера, а сама сетка может иметь размеры 10 000x10 000 узлов.

Увеличение числа методов интерполяции позволяет значительно расширить круг решаемых задач. В частности, метод Триангуляции может быть использован для построения поверхности по точным значениям исходных данных (например, поверхность Земли по данным геодезической съемки), а алгоритм Полиномиальной регрессии - для анализа тренда поверхности.

При этом обеспечены широкие возможности по управлению методами интерполяции со стороны пользователя. В частности, наиболее популярный в обработке экспериментальных данных геостатистический метод Крикинга теперь включает возможность применения различных моделей вариограмм, использования разновидности алгоритма со сносом, а также учета анизотропии. При расчете поверхности и ее изображения можно также задавать границу территории произвольной конфигурации (рис.2).

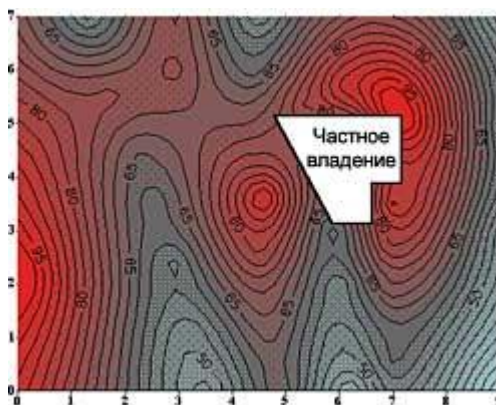


Рис. 2. Расчет и изображение поверхности
с использованием границ территории

Кроме того, имеется встроенный графический редактор для ввода и коррекции значений данных сеточной области, при этом пользователь сразу видит результаты своих действий в виде изменения карты изолиний (рис.3). Для целого класса задач (особенно связанных с описанием природных данных), которые, как правило, невозможно описать точной математической моделью, эта функция часто является необходимой.

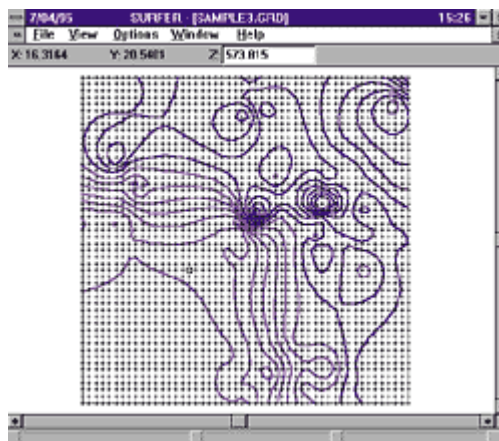


Рис. 3. Окно пакета Surfer — интерактивный редактор данных в узлах сеточной области. При коррекции данных пользователь сразу видит изменение графического изображения поверхности

Ввод данных выполняется из файлов форматов [.DAT] (Golden Software Data), [.SLK] (Microsoft SYLK), [.BNA] (Atlas Boundary) или простого текстового ASCII-файла, а также из электронных таблиц Excel [.XLS] и Lotus [.WK1, .WKS]. Исходная информация может также вводиться или редактироваться с помощью встроенной электронной таблицы пакета, при этом возможны дополнительные операции с данными, например сортировка, а также преобразование чисел с помощью задаваемых пользователем уравнений.

В Surfer для Windows реализован большой набор дополнительных средств преобразования поверхностей и различных операций с ними:

- вычисление объема между двумя поверхностями;
- переход от одной регулярной сетки к другой;
- преобразование поверхности с помощью математических операций с матрицами;

- рассечение поверхности (расчет профиля);
- вычисление площади поверхности;
- сглаживание поверхностей с использованием матричных или сплайн-методов;
- преобразование форматов файлов;

Оценку качества интерполяции можно произвести с помощью статистической оценки отклонений исходных точечных значений от результирующей поверхности. Кроме того, для любого подмножества данных можно произвести статистические расчеты или математические преобразования, в том числе с использованием функциональных выражений, задаваемых пользователем.

1.2. 2. Визуализация изображений поверхности

Поверхность можно графически представить в двух видах: карты изолиний или трехмерного изображения поверхности. При этом в основе работы Surfer лежат следующие принципы их построения:

получение изображения путем наложения нескольких прозрачных и непрозрачных графических слоев;

импорт готовых изображений, в том числе полученных в других приложениях;

использование специальных инструментов рисования, а также нанесение текстовой информации и формул для создания новых и редактирования старых изображений.

Использование многооконного интерфейса позволяет выбрать наиболее удобный режим работы. В частности, можно одновременно наблюдать числовые данные в виде электронной таблицы, карту, построенную на базе этих данных, и справочную информацию из текстового файла (рис. 4).

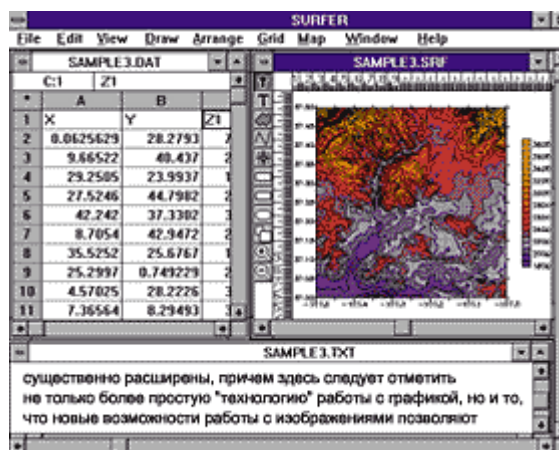


Рис. 4. Многооконный интерфейс пакета Surfer

В Surfer в качестве основных элементов изображения используются следующие типы карт:

- Карта изолиний (Contour Map). В дополнение к уже традиционным средствам управления режимами вывода изолиний, осей, рамок, разметки, легенды и пр. здесь реализована возможность создания карт с помощью заливки цветом или различными узорами отдельных зон (рис. 5.). Кроме того, изображение плоской карты можно вращать и наклонять, использовать независимое масштабирование по осям X и Y.

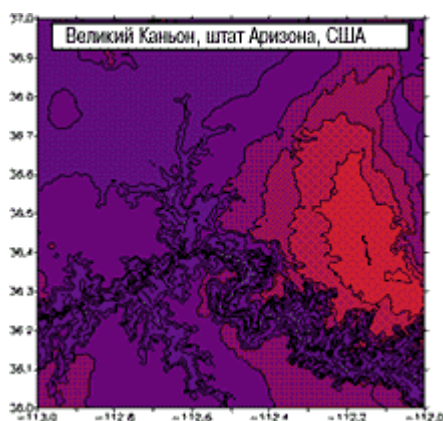


Рис. 5. Изображение поверхности с помощью цветовой заливки зон

- Трехмерное изображение поверхности (3D Surface Map). Для таких карт используются различные типы проекции, при этом изображение можно поворачивать и наклонять, используя простой графический интерфейс. На них можно также наносить линии разрезом, изолиний (рис. 6), устанавливать

независимое масштабирование по осям X, Y, Z, заполнять цветом или узором отдельные сеточные элементы поверхности.

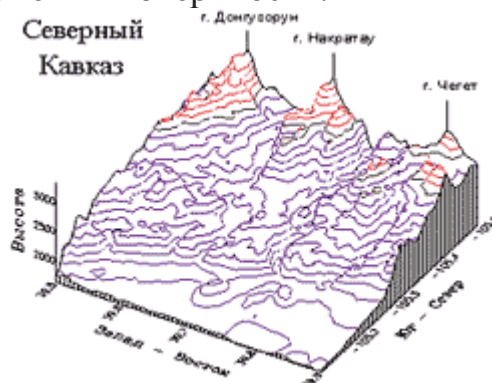


Рис. 6. Трехмерное изображение поверхности, представленное в виде изолиний

▪ Карта исходных данных (Post Map). Эти карты используются для изображения точечных данных в виде специальных символов и текстовых подписей к ним. При этом для отображения числового значения в точке можно управлять размером символа или применять различные символы в соответствии с диапазоном данных (рис.7). Построение одной карты может выполняться с помощью нескольких файлов.

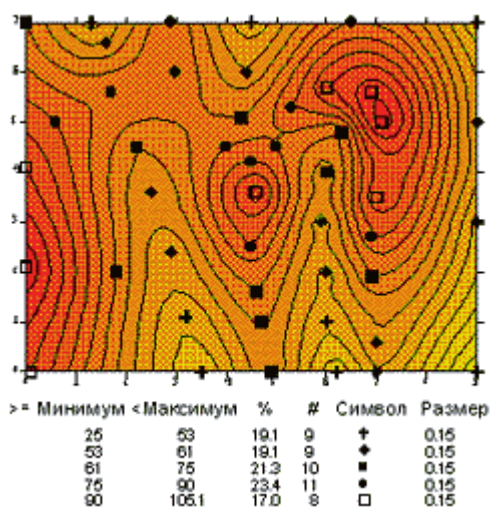


Рис. 7. Нанесение точечных данных с использованием различных символов для разных диапазонов значений. Совмещение карты изолиний с цветовой заливкой зон и карты точечных данных

▪ Карта основы (Base Map). Это может быть практически любое плоское изображение, полученное с помощью импорта файлов различных графических форматов: AutoCAD [.DXF], DOS Surfer [.BLN, .PLT], Atlas Boundary [.BNA], Golden Software MapViewer [.GSB], Windows Metafile [.WMF], USGS Digital Line Graph [.LGO], Bitmap Graphics [.TIF], [.BMP], [.PCX], [.GIF], [.JPG], [.DCX], [.TGA] и некоторых других. Эти карты могут быть использованы не только для простого вывода изображения, но также, например, для вывода некоторых областей пустыми. Кроме того, при желании эти карты можно использовать для получения границ при выполнении расчетов поверхности, ее преобразовании, рассечении и пр.

С помощью разнообразных вариантов наложения этих основных видов карт, их различного размещения на одной странице можно получить самые различные варианты представления сложных объектов и процессов. В частности, очень просто получить разнообразные варианты комплексных карт с совмещенным изображением распределения сразу нескольких параметров. Все типы карт пользователь может отредактировать с помощью встроенных инструментов рисования.

Очень эффективным и удобным для анализа является также представление нескольких карт в виде объемной «этажерки». Послойная компоновка изображений с использованием широкого набора графических объектов обеспечивает возможность получения самых разнообразных карт. Например, можно импортировать изображение карты изолиний распределения какого-то параметра из пакета Surfer, наложить на него карту территории и получить карту распределения этого параметра на конкретной территории. Или вывести изображение врезки крупномасштабной карты на фоне мелкомасштабной. Это может быть как различное представление одних и тех же наборов данных (например, трехмерное изображение плюс цветная карта изолиний (рис.9), так и серия разных наборов, например площадное распределение одного параметра в разные моменты времени или нескольких различных параметров (рис. 10).

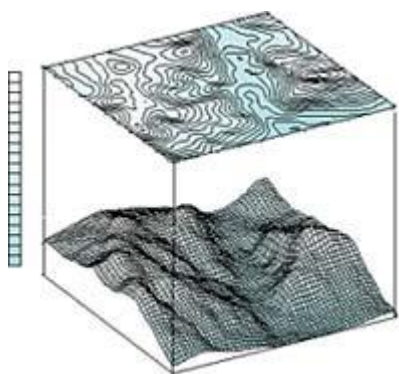
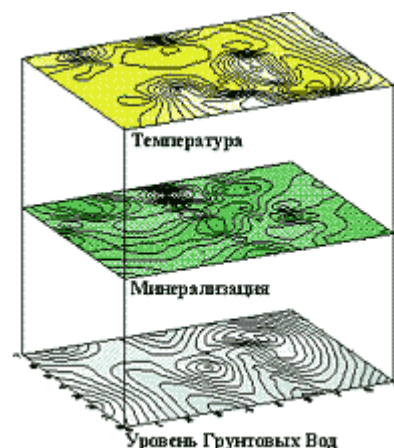


Рис. 9. Представление одной и той же поверхности в виде «этажерки»: карта изолиний и трехмерное изображение



»

Рис. 10. Представление трех карт одной территории в виде «этажерки»

Все эти возможности представления изображений могут быть очень полезны при сравнительном анализе влияния различных методов интерполяции или их отдельных параметров на вид результирующей поверхности (рис.11).

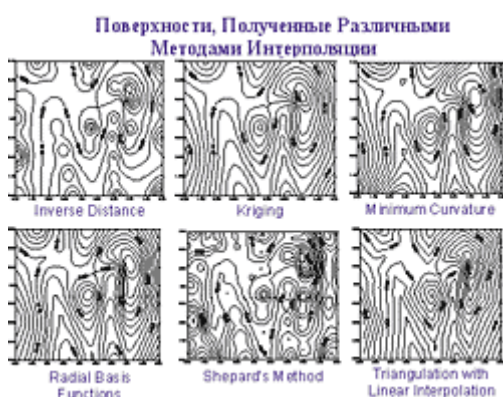


Рис. 11. Размещение на одной странице нескольких изображений

Полученные графические изображения можно вывести на любое печатающее устройство, поддерживаемое Windows, или выдать в файл формата AutoCAD [.DXF], Windows Metafile [.WMF], Windows Clipboard [.CLP], а также — HP Graphics Language [.HPGL] и Encapsulated PostScript [.EPS]. Двухсторонний обмен данными и графикой с другими Windows-приложениями может выполняться также через Буфер обмена Windows. Кроме того, графические изображения, подготовленные в Surfer, можно экспортировать в пакет MapViewer, наложить на него карту территории и получить карту распределения этого параметра на конкретной территории (рис. 12, 13).



Рис. 12. Изображение, полученное в результате наложения карты изолиний, сформированной в пакете Surfer, и границ территории



Рис. 13. Изображение, полученное в результате наложения карты изолиний и цветной заливки зон, сформированной в пакете Surfer, и границ территории

1.3. 3. Рабочая среда и элементы интерфейса окна Графика программы Surfer

3.1 Главное меню окна Графика(Plot Window).

File (Файл) - содержит команды открытия и сохранения файлов, печати графика и изменения опций печати, создания новых окон документов.

Edit (Редактирование) - содержит команды работы с буфером обмена, а также разнообразные команды редактирования.

View (Просмотр) - содержит команды, управляющие просмотром текущего окна документа.

Draw (Рисование) - создает текстовые блоки, многоугольники, линии, символы и фигуры.

Arrange (Размещение) - содержит команды управления размещением и ориентацией графических объектов.

Grid (Сетка) - содержит команды построения и модификации сеточных файлов.

Map (Карта) - содержит команды построения и модификации карт.

Window (Окно) - управляет системой окон документов.

Help (Справка) - обеспечивает доступ к справочным разделам.

3.1.1 Команды Меню File (Файл)

New (Новый) - создает новое окно документа.

Open (Открыть) - открывает существующий документ.

Close (Заккрыть) - закрывает активное окно документа.

Save (Сохранить) - сохраняет активный документ под его текущим именем.

Save As (Сохранить как) - сохраняет активный документ под новым именем.

Import (Импортировать) - импортирует файлы различных форматов.

Export (Экспортировать) - экспортирует файлы различных форматов.

Print (Печать) - печатает активный документ на установленном принтере.

Page Setup (Установить формат страницы) - модифицирует формат страницы.

Preferences (Предпочтения) - устанавливает элементы отображения, способы выделения объектов и страниц.

Exit (Выход) - завершает работу программы. Действует так же, как команда **Close** Контрольного меню приложения.

3.1.2 Команды меню Edit (Правка)

Undo (Аннулировать) - аннулирует последнюю операцию, выполненную в окне Графика. С помощью команды **Undo** можно обратить несколько последних операций, то есть вернуться на несколько шагов назад.

Redo (Сделать заново) - аннулирует последнюю команду **Undo Creation**. С помощью команды **Can't Redo** можно обратить несколько последних команд **Undo Creation**, то есть восстановить несколько отмененных операций.

Cut (Вырезать) - вырезает выделенные объекты из окна Графика и помещает их в буфер обмена (Clipboard). Эта команда неактивна, если в окне Графика нет выделенных объектов.

Copy (Копировать) - копирует выделенные объекты из окна Графика в буфер обмена (Clipboard). Эта команда неактивна, если в окне Графика нет выделенных объектов.

Paste (Вставить) - вставляет копию содержимого буфера обмена в окно активного документа. Эта команда неактивна, если буфер обмена пуст.

Paste Special (Спецификация вставки) - определяет форматы буфера обмена при вставке объектов в окно Графика.

Delete (Удалить) - удаляет выделенные объекты из окна Графика.

Select All (Выделить все) - выделяет все объекты активного уровня.

Deselect All (Выделить блок) - выделяет все объекты внутри заданного прямоугольника.

Invert Selections (Инверсное выделение) - выделяет все невыделенные объекты и отменяет выделение всех ранее выделенных объектов.

Object ID (Идентификатор объекта) - присваивает имя выделенному объекту.

Reshape (Изменить форму) - изменяет форму ранее созданных многоугольников и ломаных линий.

Properties (Цветовая палитра) - позволяет изменить цветовую палитру

3.1.3 Команды меню View (Вид)

Fit to Window (Подгонка к окну) - масштабирует документ, подгоняя его по размеру окна Графика.

Page (Страница) - масштабирует документ, подгоняя страницу по размеру окна Графика.

Actual Size (Реальный размер) - отображает документ в реальном масштабе.

Full Screen (Полный экран) Представляет график на полном экране.

Zoom Commands (Команды растяжения)

Zoom Rectangle (Растянуть прямоугольник) - растягивает оконтуренную область до размеров всего окна Графика.

Zoom In (Растянуть) - увеличивает масштаб изображения в два раза.

Zoom Out (Сжать) - уменьшает масштаб изображения в два раза.

Zoom Selected (Растянуть выделенные объекты) - заполняет все окно выделенными объектами.

Pan Realtime - позволяет перемещать область просмотра в окне документа.

Redraw (Перерисовать) - перерисовывает документ.

Auto Redraw (Автоматическое перерисовывание) - автоматически перерисовывает документ после каждого внесения изменений в карту.

Rulers – линейка.

Drawing Grid - нарисовать сетку.

Toolbars - панели инструментов.

Status Bar (Строка состояния) - отображается текущая информация, характер которой зависит от того, какой объект выделен и какой инструмент активен.

Object Manager (Менеджер объектов) - открывает окно Менеджера объектов.

3.1.4 Команды меню Draw (Рисование)

Text (Текст) - создает текстовый блок.

Polygon (Многоугольник) - создает замкнутый многоугольник.

Polyline (Ломаная линия) - создает ломаную линию.

Symbol (Символ) - создает символ.

Rectangle (Прямоугольник) - создает прямоугольник.

Rounded Rect (Округленный прямоугольник) - создает прямоугольник с округленными углами.

Ellipse (Эллипс) - создает эллипс.

3.1.5 Команды меню Arrange (Разместить)

Order Objects - порядок объектов.

Order Overlapp - порядок объединения.

Move to Front (Переместить вперед) - перемещает выделенные объекты на передний план.

Move to Back (Переместить назад) - перемещает выделенные объекты на задний план.

Move Forward - перемещает на один план вперед.

Move Backward - перемещает на один план назад.

Align Objects - выравнивает объекты внутри охватывающего прямоугольника.

Left - выравнивает по левому краю.

Center - выравнивает по центру.

Right - выравнивает по правому краю.

Top - выравнивает по верхнему краю.

Middle - выравнивает по середине.

Bottom - выравнивает по нижнему краю.

Combine (Объединить) - объединяет выделенные объекты.

Break Apart (Разъединить) - разъединяет выделенные объекты.

Rotate (Повернуть) - поворачивает выделенные объекты на заданный угол.

Free Rotate (Свободно вращать) - позволяет поворачивать выделенные объекты с помощью мышки.

Transform (Преобразования) - производит преобразования с выделенными объектами. Параметры преобразования задаются в диалоговом окне Transform.

3.1.6 Команды меню *Grid (Сеть)*

Data (Данные) - строит сеточный [.GRD] файл по XYZ файлу данных.

Function (Функция) - строит сеточный [.GRD] файл по заданной пользователем функции.

Math (Математика) - строит сеточный [.GRD] файл путем выполнения математических действий над заданными сеточными [.GRD] файлами.

Matrix Smooth (Матричное сглаживание) - сглаживает сеточный [.GRD] файл с помощью алгоритма матричного сглаживания.

Spline Smooth (Сплайновое сглаживание) - сглаживает сеточный [.GRD] файл с помощью алгоритма сплайнового сглаживания.

Blank (Бланкирование) - строит бланковый сеточный [.GRD] файл по заданному сеточному [.GRD] файлу и бланкирующему [.BLN] файлу.

Convert (Преобразование) - преобразует сеточный [.GRD] файл из двоичного в ASCII формат и обратно; преобразует сеточный [.GRD] файл в XYZ файл данных.

Volume (Объем) - вычисляет объемы и площади сеточных [.GRD] файлов.

Slice (Разрез) - строит линию профиля по заданному сеточному [.GRD] файлу и граничному [.BLN] файлу.

Residuals (Невязки) - вычисляет невязки между значениями сеточного [.GRD] файла и XYZ файла данных.

Grid Node Editor (Сеточный редактор) - позволяет корректировать индивидуальные узлы сеточного [.GRD] файла.

3.1.7 Основные команды меню Map (Карта)

Contour Map (Изолинейная карта) - создает карту изолиний по сеточному файлу.

Base Map (Опорная карта) - создает опорную карту по граничному файлу, метафайлу или растровому файлу.

Post Map (Метка) - создает карту меток, отображающую расположение точек данных.

Classed Post (Групповая метка) - создает карту меток, используя разные символы для представления данных из разных диапазонов.

Surface (Поверхность) - строит график поверхности по сеточному файлу.

Show (Показать) - определяет отображение осей на выделенной карте или оверлее.

Edit (Редактировать) - определяет параметры выделенной оси.

Scale (Масштаб) - определяет масштаб выделенной оси.

Grid Lines (Линии сетки) - определяет отображение сетки по площади карты.

Scale Bar (Шкала масштаба) - создает шкалу расстояний.

Background (Фон) - задает атрибуты закраски и линии для фона карты.

Digitize (Оцифровка) - отображает координаты карты в строке состояния.

3D View (Трехмерная проекция) - определяет ориентацию выделенной карты или оверлея.

Scale (Масштаб) - определяет масштаб выделенной карты или оверлея.

Stack Maps (Сложить карты стопкой) - выравнивает выделенные карты на странице.

Overlay Maps (Объединение карт) - объединяет выделенные карты в оверлеи.

Break Apart Overlay (Редактирование оверлея) - позволяет корректировать компоненты оверлея.

3.1.8 Команды меню Window (Окно)

New Window (Новое окно) - создает окно Графика, связанное с активным окном Графика.

Cascade (Каскад) - располагает все окна, открытые в текущем сеансе работы программы Surfer, одно за другим с небольшим смещением.

Arrange Icons (Разместить пиктограммы) - располагает в нижней части рабочей области Surfer все пиктограммы минимизированных окон.

3.1.9 Команды Меню Help (Помощь)

Contents (Содержание) - открывает оглавление Справки.

Menu Commands (Команды) - отображает Справку о командах программы **Surfer**.

Automation Help (Использование Справки) - дает описание приемов получения помощи.

Check for Update

Golden Software on the Web

Feedback

About Surfer(О программе) - дает информацию об авторском праве и о разработчиках программы Surfer.

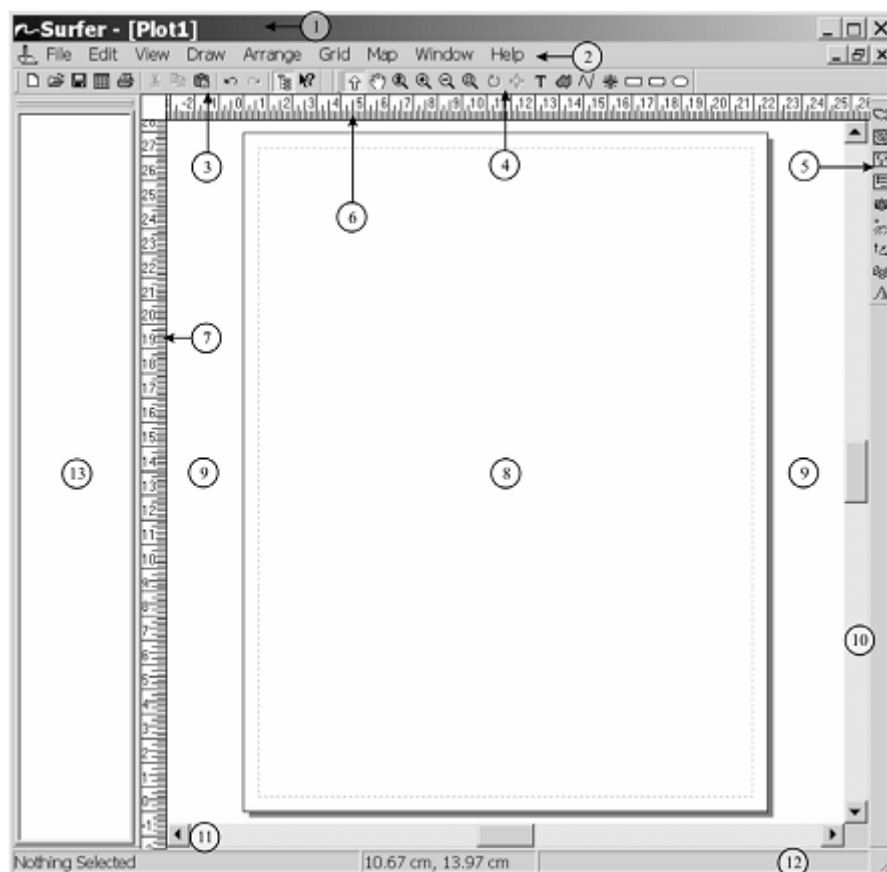


Рис. 14. Вид окна Surfer при первом запуске в режиме плот-документа: 1 – заголовок с именем плот-документа; 2 – главное меню; панели инструментов: 3 – «главная» (Main), 4 – «рисование» (Drawing), 5 – «карта» (Map); управляющие линейки (Rulers): 6 – горизонтальная, 7 – вертикальная; 8 – печатная страница; 9 – непечатаемое рабочее пространство; полосы прокрутки: 10 – вертикальная, 11 – горизонтальная; 12 – строка состояния (Status Bar); 13 – менеджер объектов (Object Manager)

Порядок выполнения работы

1. Внимательно изучите теоретические положения.
2. «. Последовательно выполните задания.
3. После освоения методики работы с программой выполните расчет и постройте карты риска по объекту диссертационного исследования.

Задание 1. Типы файлов

Цель работы: Ознакомиться с типами файлов применяемых при работе в окнах Графика (Plot Windows), Рабочий лист (Worksheet Windows), Редактор (Editor Windows).

Основные понятия

Surfer может работать с файлами нескольких основных типов. Каждый вид окна документа Surfer использует свой тип файлов.

Окно Графика (Plot Windows)

Существует несколько типов файлов, которые используются для ввода информации в окно Графика и для вывода информации из окна Графика. Файлы Surfer [.SRF] содержат информацию, необходимую для создания законченной карты. В эти файлы включаются все параметры, необходимые для воспроизведения объектов (**objects**), находящихся в окне Графика, в том числе, сама карта и все связанные с ней тексты и элементы (табл. 1).

Таблица 1

Типы файлов, используемые для ввода и вывода информации (File-Open, Save, Save as..., Import)		Типы файлов, используемые для экспорта информации (File-Export)	
1		2	
SURFER [.SRF]	файлы законченных рисунков, созданных в окне Графика, содержат всю информацию, необходимую для создания законченного изображения, содержащего любую комбинацию карт изолиний, графиков поверхностей, опорных карт или карт меток, а также текстов и любых других объектов.	Windows Metafile (Clipboard) [.CLP]	Типы файлов, которые можно экспортировать из SURFERа в другие приложения.
Сеточные [.GRD]	содержат информацию, необходимую для построения карт изолиний и графиков поверхностей	Windows Metafile (Picture) [.WMF]	
Файлы HPGL	Graphic Language файлы, которые воспринимаются многими пакетами программного обеспечения.	AutoCAD [.DXF]	

Atlas Boundary [.BNA]	граничные файлы, которые используются для размещения на карте точек, ломаных линий и многоугольников. Файлы BNA - это ASCII файлы, которые можно создавать как вне SURFERa, так и в Рабочем листе SURFERa.	Файлы HPGL	
AutoCAD DXF Drawing [.DXF]	граничные файлы, которые используются для нанесения на карту точек, ломаных линий и многоугольников.		
Golden Software Blanking [.BLN]	можно использовать для построения профилей сеточного файла с помощью команды Slice (Разрез) или для нанесения на карту границ		
Golden Software Boundary [.GSB]	граничные файлы, которые создаются в пакете MapViewer Golden Software		
1		2	
Golden Software PlotCall [.PLT]	файлы пакета Golden Software PLOTCALL, которые создаются программами SURFER и SURFER for DOS		
USGS Digital Line Graph [.LGO]	содержат кодированные данные опорной карты в форме "линейного графика". Эти файлы представляют данные в масштабе 1:2 000 000		
Windows Metafile (Clipboard) [.CLP] Windows Metafile (Picture) [.WMF]	Файлы импорта опорных карт, использующие формат метафайлов (Metafile format)		

Compuserve Bitmap [.GIF]	Файлы импорта опорных карт, использующие формат растровых изображений (Bitmap format):		
DCX (Multi-page PCX) [.DCX]			
Encapsulated Postscript Bitmap [.EPS]			
JPEG Compressed Bitmap [.JPG]			
PCX (ZSoft/Paintbrush) [.PCX]			
PICT (Macintosh) Bitmap [.PCT]			
Tagged Image (TIFF) [.TIF]			
Targa (TrueVision) [.TGA]			
Windows Bitmap [.BMP]			
WordPerfect Bitmap [.WPG]			

Окно Рабочего листа (Worksheet Window files)

Файлы окна Рабочего листа содержат данные, расположенные в виде строк и столбцов. SURFER может импортировать информацию из файлов, имеющих различные форматы, в том числе из ASCII [.DAT] файлов, SYLK [.SLK] файлов, Lotus [.WK1], и Excel [.XLS] файлов. Карты можно строить по данным, содержащимся в файлах любого из перечисленных форматов, но сохранять данные Рабочего листа можно только в файлах формата ASCII или формата SYLK.

Окно Редактора (Editor Window files)

Файлы окна Редактора - это текстовые ASCII [.TXT] файлы, содержащие любую текстовую информацию (табл. 2).

Таблица 2

Команды	Меню	Выполняемое действие
Команды, использующие XYZ файлы данных		
Data (Данные)	Grid	<i>строит сеточный [.GRD] файл (grid [.GRD] file) по XYZ файлу данных (XYZ data [.DAT] file).</i>
Post (Метка)	Map	<i>строит карту, в которой каждая точка данных помечается символом. Карта меток строится на основе XYZ файла данных.</i>
Classed Post (Групповая метка)	Map	<i>строит карту групповых меток. Все точки данных разбиваются на группы в соответствии с определенными пользователем диапазонами значений, и точки из разных групп представляются на карте групповых меток разными символами.</i>
Residuals (Невязки)	Grid	<i>вычисляет вертикальные разности между значениями точек сеточной поверхности и исходным множеством точек данных. Эти разности (невязки) служат мерой согласия между Вашими исходными данными и полученной в результате интерполяции сеточной функцией</i>
Команды, использующие граничные файлы		
Load BaseMap (Загрузить опорную карту)	Map	<i>строит опорную карту в окне Графика.</i>
Blank (Пробел)	Grid	<i>используется для бланкирования заданных областей карты изолиний. В бланковых областях карты контуры изолиний не отображаются. Для выполнения команды Blank необходим граничный файл формата Golden Software Blanking [.BLN], а также сеточный [.GRD] файл</i>
Slice (Разрез)	Grid	<i>создает файл данных, содержащий значения линии профиля, определенной пользователем. Для выполнения команды Slice необходим граничный файл формата Golden Software Blanking [.BLN], а также сеточный [.GRD] файл</i>
Команды, использующие сеточные [.GRD] файлы		
Math (Математика)	Grid	<i>строит сеточный [.GRD] файл путем выполнения математических операций над двумя (или над одним) сеточными [.GRD] файлами.</i>
Matrix Smooth (Матричное сглаживание)	Grid	<i>строит более гладкую версию существующего сеточного [.GRD] файла путем осреднения значений узлов сети в области сглаживающей матрицы, определенной пользователем.</i>
Spline Smooth (Сплайновое сглаживание)	Grid	<i>строит более гладкую версию существующего сеточного [.GRD] файла методом сплайновой интерполяции. При этом число сеточных линий может либо увеличиться, либо уменьшиться.</i>
Blank (Пробел)	Grid	<i>используется для бланкирования заданных областей карты изолиний. В бланковых областях карты контуры изолиний не отображаются. Для выполнения команды Blank необходим граничный файл формата Golden Software Blanking [.BLN], а также сеточный [.GRD] файл.</i>

Convert (Преобразовать)	Grid	<i>выполняет преобразование сеточного ASCII файла в двоичный сеточный файл, и наоборот. Кроме того, эта команда строит XYZ файл данных по сеточному [.GRD] файлу.</i>
Volume (Объем)	Grid	<i>вычисляет объемы и площади областей, заданных сеточным [.GRD] файлом.</i>
Slice (Разрез)	Grid	<i>создает файл данных, содержащий значения линии профиля, определенной пользователем. Для выполнения команды Slice необходим граничный файл формата Golden Software Blanking [.BLN], а также сеточный [.GRD] файл</i>
Residuals (Невязки)	Grid	<i>вычисляет вертикальные разности между значениями точек сеточной поверхности и исходным множеством точек данных. Эти разности (невязки) служат мерой согласия между Вашими исходными данными и полученной в результате интерполяции сеточной функцией.</i>
Contour (Изолиния)	Map	<i>строит карту изолиний на основе сеточного [.GRD] файла.</i>
Surface (Поверхность)	Map	<i>строит график поверхности на основе сеточного [.GRD] файла.</i>

Порядок выполнения задания:

1. Используя справочный материал, составить сводную таблицу с примерами:

Форматы файлов		
собственные	импортируемые	экспортируемые

Задание 2. Создание сеточных файлов.

Цель работы: Ознакомиться со способами построения сеточных файлов.

Основные понятия

Программа SURFER создает карты изолиний и графики поверхностей по значениям данных в узлах сети. Эти карты и графики строятся не по Вашим нерегулярным экспериментальным данным, содержащимся во входном XYZ файле, а на основе регулярного прямоугольного массива сеточных значений, который создается SURFERом в результате интерполяции исходных данных и сохраняется в так называемом сеточном файле в формате [.GRD]..

Сеть - прямоугольный массив значений Z-координат точек данных, организованный в строки и столбцы, подобно блоку ячеек в Рабочем листе. Строка соответствует значениям данных с заданной координатой X; столбец

соответствует значениям данных с заданной координатой Y . Пересечение строки и столбца сеточного файла определяет узел сети. Узел сети содержит проинтерполированное значение координаты Z для соответствующих значений X - и Y -координат.

Создание сеточных файлов.

Создание сеточного файла (Creating a Grid File) с помощью команды **Data (Данные)**. Команда **Data (Данные)** из меню **Grid** выполняет интерполяцию Z -значений для всех узлов сети. Если входной файл представляет собой набор значений какой-то величины Z для неравномерной сети X, Y -координат, то команда **Data** строит сеточный файл, содержащий значения Z для узлов регулярной двумерной сети.

Для того, чтобы построить сеточный [.GRF] файл (**XYZ.grd**), необходимо сначала создать файл данных XYZ [.DAT] (**XYZ.dat [txt]**) и сохранить его на диске.

Сеточные [.GRD] файлы могут сохраняться либо в двоичном (Binary) формате, либо в ASCII формате (ASCII Grid File Format). И ASCII файлы, и двоичные [.GRD] файлы содержат одну и ту же информацию. Однако, каждый из этих форматов имеет свои достоинства и свои недостатки. Двоичные сеточные файлы имеют меньший размер и, соответственно, занимают меньше места на диске, но их нельзя корректировать. Карты изолиний и графики поверхности строятся на основе данных, хранящихся в сеточных файлах.

Сеточные файлы, сохраненные в ASCII формате, имеют больший размер, чем двоичные сеточные файлы и, соответственно, занимают больше места на диске. Однако, несомненным достоинством этого формата является то, что такие файлы можно корректировать с помощью текстовых ASCII редакторов и считывать в Рабочий лист **SURFERa**.

Команда **Convert (Преобразовать)** позволяет преобразовывать двоичные сеточные [.GRD] файлы в сеточные ASCII файлы, и наоборот. С помощью этой команды можно также преобразовать сеточный файл в файл данных XYZ. В созданном в результате такого преобразования файле каждый узел сети занимает отдельную строку; X -координата находится в столбце A , Y -координата в столбце B , а соответствующее значение Z в столбце C .

Преобразование форматов сеточных файлов.

1. Выберите команду **Convert (Преобразовать)** из меню **Grid**; на экране откроется панель диалога *Open Grid (Открыть сеть)*. Введите имя сеточного [.GRD] файла, формат которого Вы хотите преобразовать.
2. Щелкните по кнопке *Save File as Type (Сохранить файл в формате)* и выберите формат, в котором Вы хотите сохранить Ваш файл. Допустимы следующие форматы: *GS Binary (*.GRD)*, *GS ASCII (*.GRD)* и *ASCII XYZ (*.DAT)*.
3. Введите путь доступа и имя создаваемого файла. Щелкните по клавише *OK*, и будет создан соответствующий сеточный файл или файл данных.

Наконец, сеточный файл можно построить непосредственно на основе массива значений *Z*-координат точек, заданных на равномерной сети. Если *Z*-координаты точек сохранены в ASCII файле в виде правильного блока значений, то Вы можете поступить следующим образом. Загрузите Ваш файл в Рабочий лист SURFERa и добавьте в заголовок информацию, идентифицирующую его как [.GRD] файл, а также диапазоны значений данных. После этого сохраните файл в сеточном формате [.GRD]. Теперь этот файл можно использовать для построения карт изолиний или графиков поверхностей.

Как правило, при создании сеточного файла можно принять значения параметров сети по умолчанию; это позволяет сгенерировать приемлемый сеточный файл, пригодный для построения карт изолиний и графиков поверхностей. Однако, есть несколько параметров, изменение которых оказывает существенное влияние на сеточный файл. Эти параметры по смыслу можно разбить на две группы: параметры геометрии сети и параметры используемого сеточного метода.

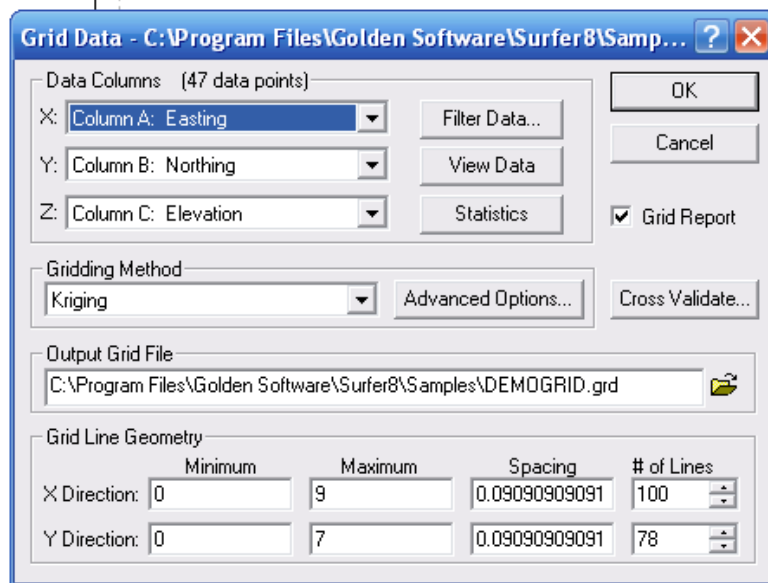


Рис. 15. Диалоговое окно Grid Data

Параметры геометрии сети (Grid Line Geometry) (рис.15) - это пределы сети (Grid Limits) и плотность сети (Grid Density).

Пределы сети определяют минимальные и максимальные значения X и Y координат создаваемого сеточного файла. По умолчанию SURFER выбирает в качестве пределов сети минимальные и максимальные значения X и Y координат точек данных из XYZ файла. Пределы сеточного файла задают область определения для карт изолиний и графиков поверхностей, которые будут строиться на основе этого файла.

Плотность сети определяется количеством сеточных линий в направлении осей X и Y , соответственно. Иными словами, плотности сети определяется числом строк и столбцов в сеточном файле. По умолчанию SURFER выбирает ту из осей координат (X или Y), которая длиннее, и строит 50 сеточных линий от этой оси. Сеточные линии от более короткой оси строятся с тем же шагом; их количество определяется длиной этой оси. Вы можете изменять количество сеточных линий или расстояния между ними, если в этом есть необходимость.

Параметры **сеточного метода (Grid method)** определяются используемыми интерполяционными процедурами.

Интерполяционные схемы, реализованные в SURFERe, оценивают значения исследуемой поверхности в точках, где нет экспериментальных данных, на основе имеющегося множества исходных точек. Построенную сеточную функцию SURFER использует для генерации карт изолиний и

графиков поверхностей.

Достоинства такого подхода намного превосходят его недостатки. Такие операции, как отрисовывание изолиний, объемные вычисления или модификация карт, выполняются намного быстрее на основе сеточных функций. В любом случае, найдется не много задач, для которых построение карты изолиний на основе исходного хаотического множества точек обладает какими-то преимуществами по сравнению с сеточными методами.

Возможным недостатком подходов, основанных на построении регулярной сети, является то, что карты изолиний строятся не по исходным данным, а по значениям интерполяционной функции. Поэтому нет гарантии, что Ваши экспериментальные точки будут представлены на карте точно.

Большинство методов построения сети, реализованных в SURFERe, основаны на вычислении весовых коэффициентов, с помощью которых взвешиваются значения экспериментальных значений в точках наблюдений. Это значит, что при прочих равных условиях, чем ближе точка данных к узлу сети, тем больший вес она имеет при определении значения интерполяционной функции в этом узле.

Иногда значения сеточных функций могут выходить за пределы диапазона изменения исходных экспериментальных данных. Это может случиться в тех областях карты, которые не поддерживаются исходными данными, например, вдоль края карты или в районе больших "дыр" в наблюдениях. Этот эффект определяется используемым методом построения сеточной функции. Например, метод обратных расстояний (**Inverse Distance to a Power**) не может сгенерировать значения, выходящие за пределы диапазона исходных данных. Другие методы пытаются определить тренды в данных. Если эти тренды используются для вычисления сеточных значений в "пустых" областях, то в результате могут получиться значения Z-координат, вне диапазона наблюдаемых данных. В этом случае Вы можете попробовать построить сеточную функцию другим методом или использовать команду **Math** из меню **Grid** для усечения значений функции на некотором пределе, определенном пользователем.

Построение сеточного [.GRD] файла.

1. Создайте на основе Ваших данных XYZ [.DAT] файл и сохраните его на диске.

2. Выберите команду **Data (Данные)** из меню **Grid**; на экране откроется панель диалога **Open Data (Ввод данных)** (рис.16). Введите имя XYZ файла, для которого Вы хотите построить сеточный файл и щелкните по клавише **OK**. Откроется панель диалога **Scattered Data Interpolation (Вычисление значений интерполяционной функции)**.

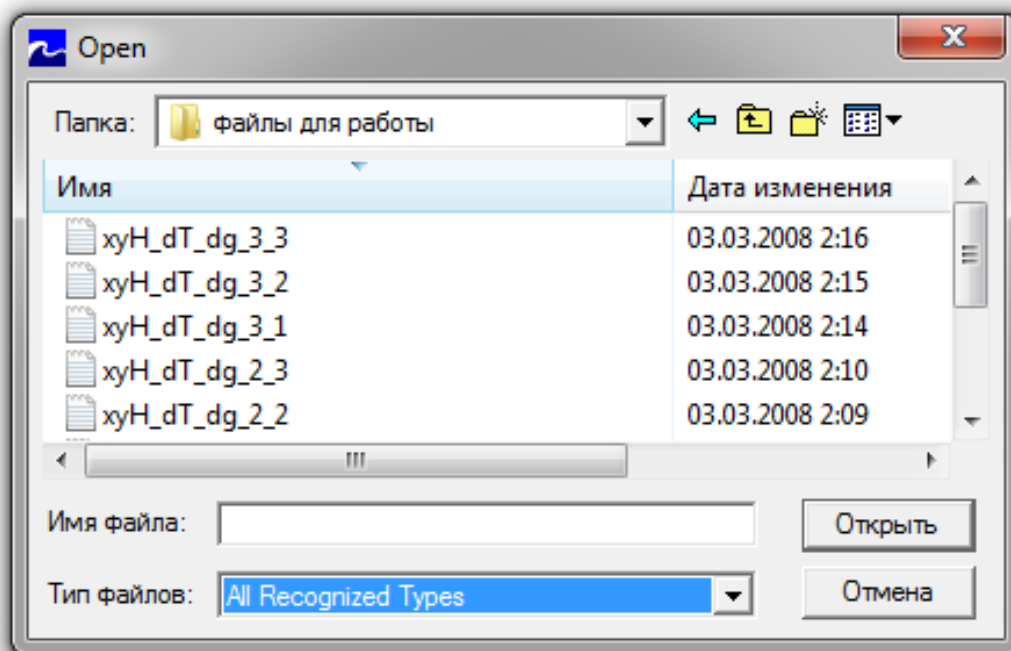


Рис. 16 Диалоговое окно *Open Data*

3. В панели диалога **Scattered Data Interpolation (Вычисление значений интерполяционной функции)** задайте параметры для того типа сеточного файла, который Вы хотите построить. Эти параметры определяют окончательный вид карты изолиний или графика поверхности, которые Вы будете создавать на основе этого сеточного файла. Для получения более подробной информации о построении сети обратитесь к разделам *Data Command (Команда Data)* и *Gridding Methods (Методы построения сети)*.
4. После задания требуемых параметров щелкните по клавише **OK**. На экране откроется панель диалога **Save Data (Сохранить данные)**. Введите имя файла и путь доступа. Щелкните по клавише **OK**, и

сеточный файл в формате [.GRD] будет создан.

5. Для того, чтобы построить карту изолиний или график поверхности на основе созданного Вами сеточного файла, выберите команду **Contour (Изолиния)** или **Surface (Поверхность)** из меню **Map** и введите имя этого файла.

Геометрия сеточных линий задается в панели диалога *Scattered Data Interpolation* (Вычисление значений интерполяционной функции) и определяет пределы и плотность сети. Пределы сети - это минимальное и максимальное значения *X*- и *Y*-координат узлов сети. Плотность сети определяется количеством строк и столбцов в сеточном файле, то есть числом узлов сети. Параметр *# of Line (число линий)* в окне *X Direction (X направление)* задает число столбцов в генерируемом сеточном файле, а параметр *# of Line* в окне *Y Direction (Y направление)* задает число строк этого файла. При изменении пределов сети или числа строк и столбцов сеточного файла автоматически вычисляются значения шагов (*Spacing*) по осям координат, то есть расстояния между смежными строками и столбцами. Эти значения задаются в единицах измерения данных.

При создании сеточного файла SURFER вычисляет минимальное и максимальное значения *X*- и *Y*-координат по данным из исходного XYZ файла. Эти значения используются как минимальные и максимальные координаты сети (*Grid limits*) по умолчанию. По умолчанию также полагается, что число линий сети, выходящих от оси координат, имеющей большую длину, равно 50. Число сеточных линий в другом направлении выбирается так, чтобы шаги по осям *X* и *Y* были как можно более близки друг к другу.

Пределы сети определяют протяженность в направлении осей *X* и *Y* карт изолиний и графиков поверхностей, которые строятся по сеточному файлу. При создании сеточного файла Вы должны задать эти пределы так, чтобы они определили нужную Вам область для карты изолиний или графика поверхностей. Если сеточный файл уже построен, то размеры создаваемых карт или графиков не могут превосходить размеров этого сеточного файла. Вы можете, однако, использовать подмножество сеточного файла для построения карт или графиков меньшей протяженности, чем размер сеточного файла.

Для того чтобы задать пределы сети необходимо выполнить следующие действия:

1. Изучите значения в групповом окне *Grid Line Geometry (Геометрия сеточных линий)*. В окнах редактирования *Minimum (Минимум)* и *Maximum (Максимум)*, соответственно для *X направления (X Direction)* и *Y направления (Y Direction)*, отображены значения пределов файла данных XYZ, на основе которого строится сеточный файл.
2. Вы можете изменить пределы сети, введя собственные значения в окна редактирования *Minimum (Минимум)* и *Maximum (Максимум)*. Например, если X-координаты данных Вашего XYZ файла находятся в диапазоне от 1 до 9, то пределы *X Direction* по умолчанию устанавливаются в 1 для *Minimum* и в 9 для *Maximum*. Если Вы хотите, чтобы значения X-координат сеточной функции изменялись в диапазоне от 1 до 10, то Вы должны ввести эти значения в окна редактирования *Minimum* и *Maximum* для *X Direction*. То же самое относится и к значениям пределов для *Y Direction*.
3. Задайте все остальные опции выбранного метода построения сети, щелкните по клавише *OK*, и будет создан сеточный файл с определенными Вами пределами.

Плотность сети определяется количеством строк и столбцов в сеточном файле, то есть числом узлов сети. С ростом плотности сети увеличивается гладкость изолиний и графиков поверхностей. Однако, увеличение числа сеточных узлов пропорционально увеличивает время построения сети, размер сеточного файла, а также время рисования карт и графиков.

Плотность сети определяет степень гладкости карт изолиний и графиков поверхностей. Изолинии, а также линии сетки, определяющей график поверхности, на самом деле являются ломаными линиями, состоящими из прямолинейных отрезков. Чем больше строк и столбцов в сеточном файле, тем короче эти отрезки и тем более гладкими выглядят изолинии и графики поверхностей.

Вы можете создавать сети с достаточно высокой плотностью, но существует предел на число узлов сети, который определяется размером RAM вашего компьютера и величиной файла исходных экспериментальных данных, используемого для построения сети. Недостаточный размер RAM, очень большие файлы исходных данных, очень плотные сети или любая комбинация этих факторов могут существенно увеличить время построения сеточного файла.

Для того чтобы задать плотность сети необходимо выполнить следующие действия:

1. В групповом окне *Grid Line Geometry(рис.1)* (*Геометрия сеточного файла*) задайте значение шага (*Spacing*) или число линий (*# of Line*) как в направлении оси *X* (*X Direction*), так и в направлении оси *Y* (*Y Direction*). Эти значения совместно с размерами сети определяют плотность сеточной функции.

* Окно редактирования *Spacing* (*интервал*) определяет число единиц данных между сеточными линиями (то есть длину шага вдоль соответствующей оси). Это значение является функцией от *минимального значения* (*Minimum*), *максимального значения* (*Maximum*) и *числа линий* (*# of Lines*). Если Вы изменяете какое-то из этих значений, то остальные параметры автоматически пересчитываются в соответствии с выполненными изменениями. Если заданное Вами значение параметра *Spacing* приводит к дробному числу линий (*# of Lines*), то SURFER автоматически подгоняет значение *Spacing*, чтобы получить целое значение для параметра (*# of Lines*).

* Окно редактирования *# of Lines* (*число линий*) определяет число сеточных линий выходящих от соответствующей оси координат. Это целое число, равное количеству строк (*Y*) или столбцов (*X*) в сеточном файле. Если Вы измените параметр *# of Lines*, то значение шага в окне *Spacing* будет автоматически пересчитано в соответствии с этим новым значением.

2. Задайте все остальные опции выбранного метода построения сети, щелкните по клавише *OK*, и будет создан сеточный файл с определенными Вами параметрами.

Построение сеточного файла для функции (Gridding a Function).

Сеточный файл можно также создать с помощью команды **Function** (**Функция**) из меню **Grid**, которая позволяет сгенерировать сеточный файл для любой функции двух переменных вида $Z = f(X,Y)$. В правую часть уравнения могут входить математические функции, встроенные в SURFER. На основе созданного сеточного файла можно затем строить карты изолиний или графики поверхностей.

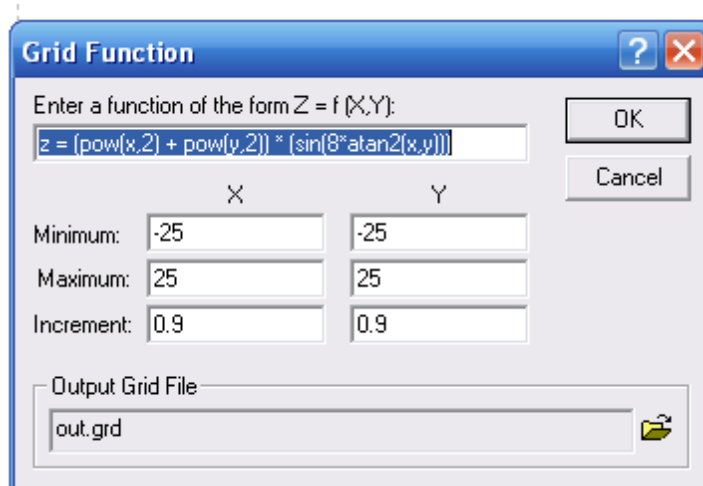


Рис. 15. 1 Диалоговое окно *Grid Function*

1. Выберите команду **Function** (**Функция**) из меню **Grid**. На экране откроется панель диалога *Function* (рис 16).
2. Введите нужную функцию, минимальные и максимальные значения переменных X и Y , а также значения шагов по осям координат. Щелкните по клавише *OK* и задайте имя выходного файла. Сеточный файл [.GRD] будет создан.
3. Для того, чтобы построить карту изолиний или график поверхности

на основе созданного Вами сеточного файла функции, выберите команду **Contour (Изолиния)** или **Surface (Поверхность)** из меню **Map** и введите имя этого файла.

Вариант	Выражение	
	1	2
1	$\cos(x^2 + y^2)$	$\sin(x)\sin(y)$
2	$(x^2 + y^2)\cos(x)\cos(y)$	$\cos(x)\cos(y)$
3	$\cos(\sqrt{x^2 + y^2})$	$\sin\left(4\arctan\left(\frac{y}{x}\right)\right)$
4	$\cos(\sqrt{x^2 + y^2})\cos\left(16\arctan\left(\frac{y}{x}\right)\right)$	$\sin\left(8\arctan\left(\frac{y}{x}\right)\right)$
5	$(x^3 + y^3)\cos\left(4\arctan\left(\frac{y}{x}\right)\right)$	$\sin\left(16\arctan\left(\frac{y}{x}\right)\right)$
6	$\sin(\sqrt{2x^2 + y^2})$	$\sin(x^2 + y^2)$
7	$\cos\left(4\arctan\left(\frac{y}{x}\right)\right)$	$(x^2 + y^2)\sin(x)\sin(y)$
8	$\cos\left(8\arctan\left(\frac{y}{x}\right)\right)$	$\sin(\sqrt{x^2 + y^2})$
9	$\cos\left(16\arctan\left(\frac{y}{x}\right)\right)$	$\sin(\sqrt{x^2 + y^2})\sin\left(16\arctan\left(\frac{y}{x}\right)\right)$
10	$\cos(x^2 + y^2)$	$(x^3 + y^3)\sin\left(4\arctan\left(\frac{y}{x}\right)\right)$

Построение сеточного файла с помощью математических операций (Combining Grid Files with Grid Math).

Команда **Math (Математика)** из меню **Grid** позволяет сгенерировать сеточный файл, значения которого вычисляются по значениям Z-координат узлов двух других сеточных файлов с помощью математических операций и функций. Понятно, что файлы, участвующие в операциях, должны иметь одинаковое число узлов и одинаковые X-,Y-координаты соответствующих узлов.

Данная команда создает сеточный файл на основе заданной пользователем математической функции вида $C = f(A, B)$, где A и B - входные сеточные файлы, а C - выходной сеточный файл. Заданная функция вычисляется над значениями узлов входных файлов с одинаковыми X, Y -координатами, а результат вычислений помещается в выходной файл в узел с теми же X, Y -координатами.

Команду **Math** можно использовать также для вычисления математических функций от одного сеточного файла. В этом случае заданная функция вычисляется для всех узлов входного файла. Например, Вы можете построить сеточный файл, элементы которого являются десятичными логарифмами от элементов входного файла. Для этого нужно воспользоваться функцией $C = \log_{10}(A)$.

Вы можете, наконец, выполнить простую математическую операцию над входным сеточным файлом. Например, если Вы зададите функцию $C = A - 100$, то в результате получите файл, элементы которого на 100 единиц меньше элементов входного файла.

Использование команды Math из меню Grid

1. Выберите команду **Math (Математика)** из меню **Grid**. На экране откроется панель диалога **Open Grid (Откройте сеть)**. Задайте один из сеточных [.GRD] файлов, который будет использоваться в математических вычислениях. Если Вы хотите использовать в вычислениях только подмножество сеточного файла, то щелкните по клавише **Options (Опции)** и задайте параметры **Rows (Строки)** и **Columns (Столбцы)**, то есть номера строк и столбцов, которые нужно вычитать из файла.
2. Щелкните по клавише **OK**, и откроется панель диалога **Grid Math (Математика)**. Групповое окно **Input Grid File A (Введите сеточный файл A)** определяет первый файл, участвующий в вычислении сеточной математической функции. Задание этого файла обязательно, поскольку его параметры используются для определения выходного сеточного файла. Выходной файл имеет те же пределы X, Y -координат и ту же плотность сети, что и входной сеточный файл A .

3. Групповое окно *Input Grid File B* (*Введите сеточный файл B*) определяет второй файл, участвующий в вычислении сеточной математической функции. Если Вы хотите выполнить операцию только над сеточным файлом *A*, то оставьте это окно пустым. Если же Вы хотите вычислить функцию от двух файлов, то щелкните по клавише *Change* (*Изменить*) и задайте сеточный файл *B* в открывшейся панели диалога ***File Open*** (*Открытие файла*). Два файла, участвующие в вычислении функции, должны иметь одинаковые диапазоны изменения (X,Y) -координат и содержать одинаковое число строк и столбцов.

4. Введите сеточную математическую функцию в окно редактирования *Enter a function of the form C = f(A,B)* (*Введите функцию вида C = f(A,B)*) в нижней части панели диалога. Здесь *A* и *B* - входные сеточные файлы, заданные в соответствующих окнах панели диалога, а *C* - выходной сеточный файл.

5. В групповом окне *Output Grid File* (*Выходной сеточный файл*) отображаются путь доступа и имя создаваемого сеточного файла, заданные по умолчанию. Если Вы хотите задать другой путь доступа или имя файла, щелкните по клавише *Change* (*Изменить*), и откроется панель диалога ***Save As***.

6. Щелкните по клавише *OK*, и новый сеточный файл будет создан.

Порядок выполнения задания:

1. Построить сеточный файл с помощью команды **Data** (используйте для этого данные содержащиеся в файле date.txt).

вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Столбцы из файла	1,2,3	1,3,4	1,4,5	2,3,4	2,4,5	2,5,6	3,4,5	3,5,6	4,5,6	4,6,7

2. Построить сеточный файл с помощью команды **Math...**

вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Столбцы из файла	C=2+3	C=3+4	C=1+2	C=1+3	C=4+5	C=1+4	C=5+1	C=6+2	C=7+3

Задание 3. Создание цифровой модели рельефа

Цель работы: познакомиться с набором инструментов программы Surfer для редактирования и обработки координатно-привязанной информации. Создать цифровую модель рельефа в режиме дегитализации.

Основные понятия

Изолиния - линия равного значения координаты Z или, иначе, плоская линия, получаемая при сечении трехмерной области горизонтальной плоскостью уровня Z .

Карта изолиний - двумерное представление трехмерной области. SURFER строит карты изолиний по сеточным **[.GRD]** файлам (**grid [.GRD] file**). Сеточные файлы содержат множество Z -значений функции, определенных на регулярном массиве (X, Y) -координат. Степень гладкости контуров на карте изолиний определяется, в значительной степени, плотностью сети, то есть числом сеточных линий в X и Y направлениях. Чем выше плотность сети, тем более гладкими становятся контуры изолиний. Для того, чтобы увеличить плотность сети, можно либо воспользоваться командой **Spline Smooth (Сплайновое сглаживание)** из меню **Grid**, либо перестроить сеть с помощью команды **Data (Данные)** из меню **Grid**.

График поверхности - трехмерное представление сеточного **[.GRD]** файла. Для отображения графика поверхности можно использовать любую комбинацию линий постоянного значения X , Y и Z . Обычно для представления поверхности выбираются X и Y линии; в этом случае график имеет вид "проволочной сети", положенной на поверхность. Плотность X и Y линий определяется числом строк и столбцов в сеточном файле.

Режим дегитализации (оцифровки) отображает координаты указателя мышки в строке состояния (**Status Bar**).

Порядок выполнения задания:

1. Подготовка растрового фрагмента карты:

- сканирование карты;
- редактирование карты для улучшения контрастности элементов, являющихся источником информации – изолиний высот, а так же точек высотных отметок;
- вырезание необходимого фрагмента с выделением точек привязки со значениями координат;
- сохранение вырезанного фрагмента в растровых форматах типа *.bmp *.tif.

2. Создание точек привязки растрового фрагмента карты:

- выбор точек с известными координатами (обычно это точки пересечения координатной сетки, либо характерные точки карты – высоты, слияние рек и т. п.)
 - определение координат этих точек в трех системах координат: абсолютной, условной местной и системе координат рисунка;
 - запись координат точек в файл с заголовками колонок X и Y.

3. Откройте новый рабочий лист, нажав кнопку **New Worksheet** на панели инструментов. Внесите координаты привязки (рис. 17), сохраните документ, выполнив команду **Save As**.

	A	B	C
1	x	y	
2	0	0	
3	0	15000	
4	10000	15000	
5	10000	0	
6			

Рис. 17. Координаты привязки

4. Импортируйте растровый фрагмент карты в документ Surfer, выполнив команду **File ► Import**.

5. Наложите схему точек привязки на растровый фрагмент карты, выполняя команды меню **Map ► Post Map ► New Post Map**.

6. Уравняйте вручную размеры растрового фрагмента со схемой. При привязке старайтесь пользоваться средними маркерами схемы. Для увеличения или уменьшения масштаба пользуемся Инструментом **Zoom In** и **Zoom Out**.

7. Получение цифровых данных. Увеличьте размер карты при котором хорошо видны необходимые элементы. Включите режим дигитализации (только при появлении маркеров карты и схемы) – **Map ► Digitise**. Указатель мыши принимает форму крестика. При нажатии левой кнопки на объекте появляется красная точка на схеме и создается строка в отдельном окне под названием **digit.blm** со значениями ее координат x и y.

8. При прохождении изолиний с одной и той же высотной отметкой, сохраните этот текстовый файл в окне **digit.blm** командой **File ► Save As**. Целесообразно, чтобы имя файла содержало номер изолинии (например, координаты изолинии с высотой 950 хранятся в файле с именем 950_topo.blm).

9. Закройте окно **digit.blm**. Отключите **Map ► Digitise**, затем опять включите и продолжайте работу над следующей изолинией. Для каждой изолинии желательно создавать собственный файл с уникальным именем.

10. Редактирование текстовых файлов по формату в табличном процессоре MS Excel. Открываем файл первой изолинии – **Файл – Открыть**, тип файла – **Все файлы**. Выбираем нужный файл. Открывается диалоговое окно **Мастера текстов** (рис. 2). **Формат данных** должен быть с **разделителями** (установить флажок, если он не установлен).

11. В следующем окне **символом - разделителем** установите запятую, **знак табуляции** отмените. Раздвиньте столбцы на ширину записи числа. В ячейки **A1, B1, C1** – внесите заголовки колонок **X, Y, H**. В ячейку **C2** запишите значение изолинии – 950 и, выполнив метод автозаполнения заполните этим значением все ячейки столбца.

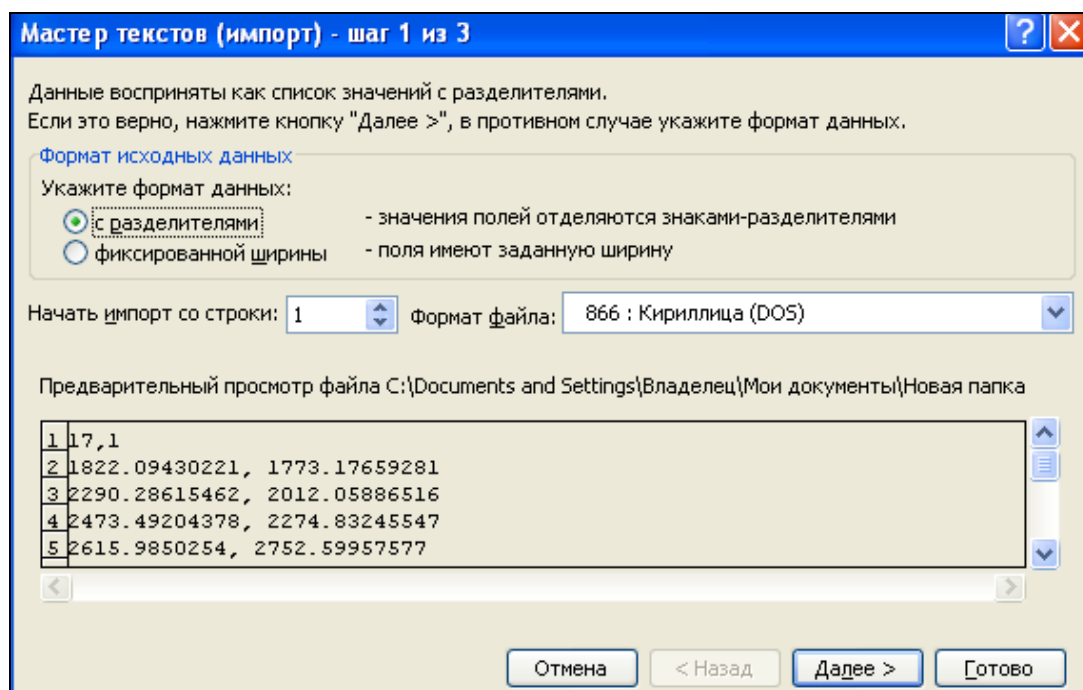


Рис. 18. Диалоговое окно мастер текстов

12. Замените точки на запятой, выполнив команду **Правка ► Заменить**. В диалоговом окне в строке **Найти** ставим точку, в строке **Заменить на** – запятую.

13. Сохраняем данные командой меню **Файл ► Сохранить**, тип файла: **Книга Microsoft Excel 5,0/95(*.xls)**. Сохранять файлы в отдельной папке. Преобразовать все файлы по изолиниям подобным образом (файлы не закрывайте, а просто сверните).

14. Объедините все файлы по изолиниям в один, копируя все три колонки и перенося в один файл цифровой модели. Сохраните его, дав отличительное имя (например – topo_all).

15. Постройте интерполяционную сетку на основе созданной цифровой модели. С помощью команды меню **Grid ► Data**, откройте сводный файл цифровой модели. В следующем диалоговом окне указывается тип интерполяции (наиболее приемлемый – Крайгинг, выбирается по умолчанию) (рис. 3). Результатом проделанных действий станет файл с именем файла сводной цифровой модели и расширением *.grd

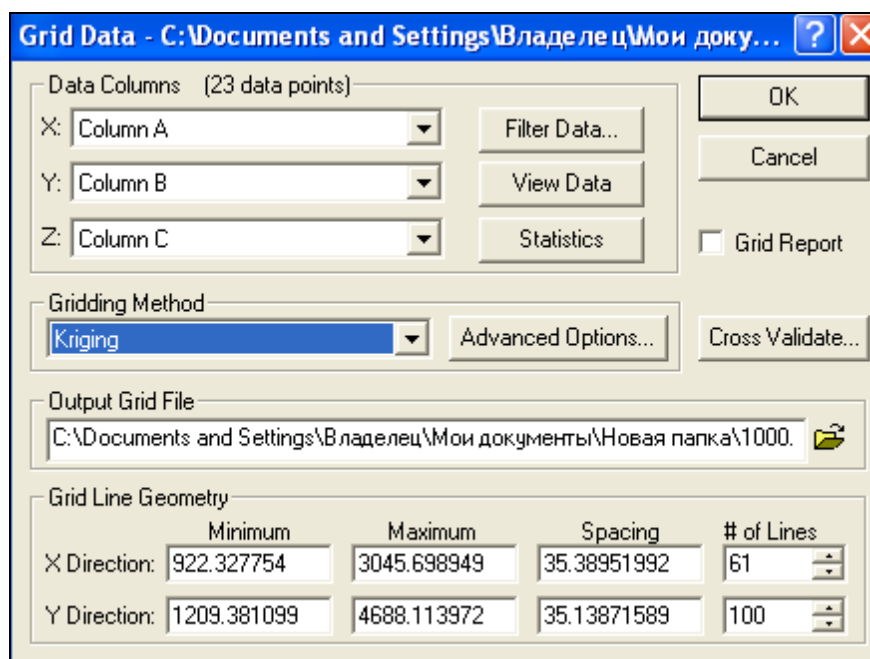


Рис. 19. Диалоговое окно для выбора типа интерполяции.

16. Постройте карту в изолиниях с помощью команды меню **Map** ► **Contour Map** ► **New Contour Map**. Выбираем созданный файл с расширением ***.grd**.

17. Постройте карту в режиме **3D** (график поверхности) с помощью команды меню **Map** ► **Surface**. При этом указывается тот же файл с расширением ***.grd**.

Задание 4. Построение изолиний, изменение атрибутов элементов карты

Цель работы: построение карты изолиний, знакомства с контекстным меню **Properties**, изменение параметров визуализации карты.

Основные понятия

Карта изолиний отображает линии постоянного значения координаты **Z**, или иначе, плоские линии, получаемые при сечении трехмерной области горизонтальной плоскостью уровня **Z**. SURFER строит карту изолиний по сеточному **[.GRD]** файлу (**grid [.GRD] file**), содержащему регулярный массив **Z**-значений.

Шкала цветов используется для отображения цветовых зон, заданных для интервалов изолиний на карте изолиний (**Contour Map**) или на графике поверхности (**Surface Plot**).

Оверлей - две или более карты, объединенные в единый объект с помощью команды **Overlay Maps (Объединить карты)**. SURFER позволяет объединять несколько карт, построенных по связанным данным, в единую карту (оверлей). Оверлей может содержать любое количество опорных карт (**BaseMaps**), карт изолиний (**Contour**), карт меток (**Post**) или карт групповых меток (**Classed Post**), но в него может входить только один график поверхности (**Surface**). Можно наложить на карту изолиний несколько опорных карт, содержащих границы различных объектов. Каждая опорная карта может иметь свои атрибуты линий и закрасок, поэтому на карте изолиний все объекты будут легко различимы.

Все карты, входящие в оверлей, используют одни и те же оси координат (X, Y, Z), и SURFER располагает карты в соответствии с этими координатами. Если какие-то карты используют одни и те же диапазоны изменения (X, Y)-координат, то они будут наложены точно одна на другую. Если же разные карты занимают разные области (X, Y)-плоскости, то при наложении SURFER разместит их в правильных относительных положениях и создаст общие оси координат. Диапазоны изменения координат будут выбраны так, чтобы охватить всю группу объединяемых карт. Включенные в оверлей карты можно перемещать по странице как единый объект.

Для того, чтобы отредактировать индивидуальную карту из оверлея, необходимо выполнить следующие действия:

- Нажать клавишу **CTRL** и, удерживая ее, щелкнуть по карте левой клавишей мышки, пока не будет выделена нужная карта. В строке состояния (**Status Bar**) отображается имя (*Object ID*) текущей выделенной карты. После этого дважды щелкнуть по выделенной карте, чтобы открыть ее панель диалога.
- Выделить весь оверлей и выберите команду **Edit Overlays** (Отредактировать оверлей) из меню **Map**. В открывшейся панели диалога **Edit Components (Отредактировать компоненты)** выделить нужную карту и щелкнуть по клавише **Edit (Редактировать)**. Откроется панель диалога для выделенной карты.

Порядок выполнения задания:

1. Откройте новый рабочий лист **New Worksheet**. Запишите и сохраните координаты привязки.

2. Импортируйте растровый рисунок, содержащий базовые точки для построения изолиний.

3. Наложите схему точек привязки на растровый фрагмент карты с помощью команды меню **Map ► Post Map ► New Post Map**.

4. Совместите размеры растрового фрагмента со схемой. При двойном щелчке левой кнопкой мыши (или нажатии правой кнопки) появляется меню. Установите масштаб как показано на рисунке 20.

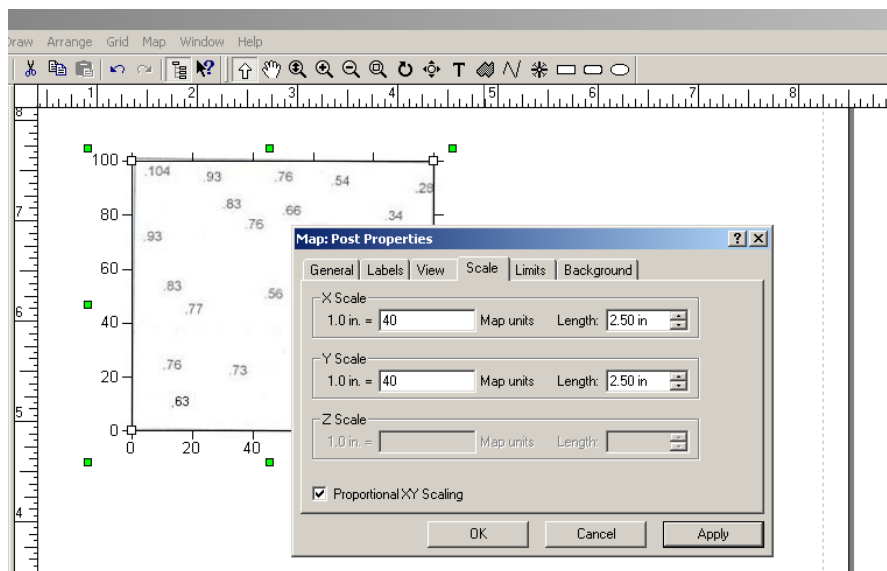


Рис.20. Диалоговое окно масштаба шкалы

5. Включите режим дигитализации **Map ► Digitise**

6. При построении точек изолиний с одной и той же высотной отметкой, сохраняем этот текстовый файл в окне **digit.blm**. Целесообразно, чтобы имя файла содержало номер изолинии.

7. Отредактируйте текстовые файлы по формату в табличном процессоре MS Excel (см. Лабораторную работу 3) и объедините в один файл.

8. Постройте интерполяционную сетку на основе созданной цифровой модели с помощью команды меню **Grid ► Data**, выбираем сводный файл цифровой модели ► **Открыть**. В следующем диалоговом окне указывается тип интерполяции. Результатом проделанных действий является файл с именем файла сводной цифровой модели и расширением ***.grd**

9. Постройте карту изолиний.

10. С помощью меню **Properties** (свойства) установите масштаб. Перейдите в меню **Properties** на вкладку **Levels** (изолиния). В столбце **Line** (линия) выбирается тип и цвет линии. Выполните выбор изолинии (цвета можно выбрать произвольно), в столбце **Fill** (заполнение) выбирается цвет и структура заливки между изолиниями (рис. 21). Выполните заливку между изолиниями.

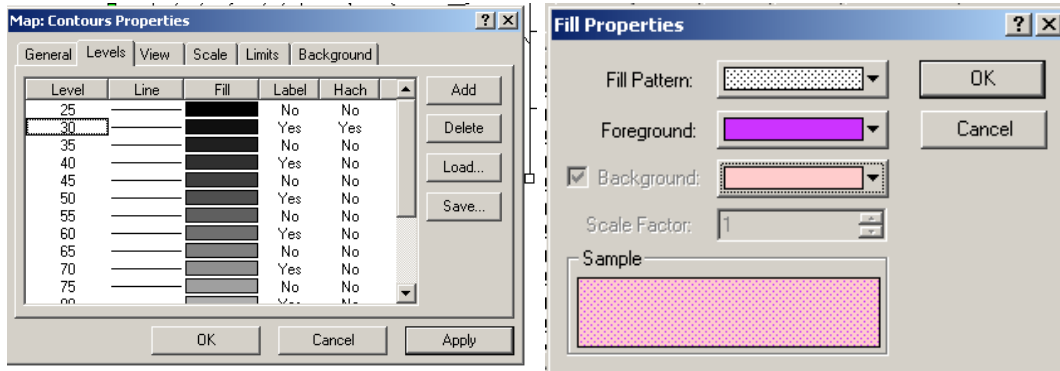


Рис. 21. Диалоговое окно **Properties**

11. В столбце **Label** (Метка) устанавливаются параметры выводимой изолинии. Установите **Yes** для изолиний с метками 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100. В столбце **Hach** (Штриховка) установите вывод на карту штрихов для обозначения рельефа, а также параметры этих штрихов (рис 22).

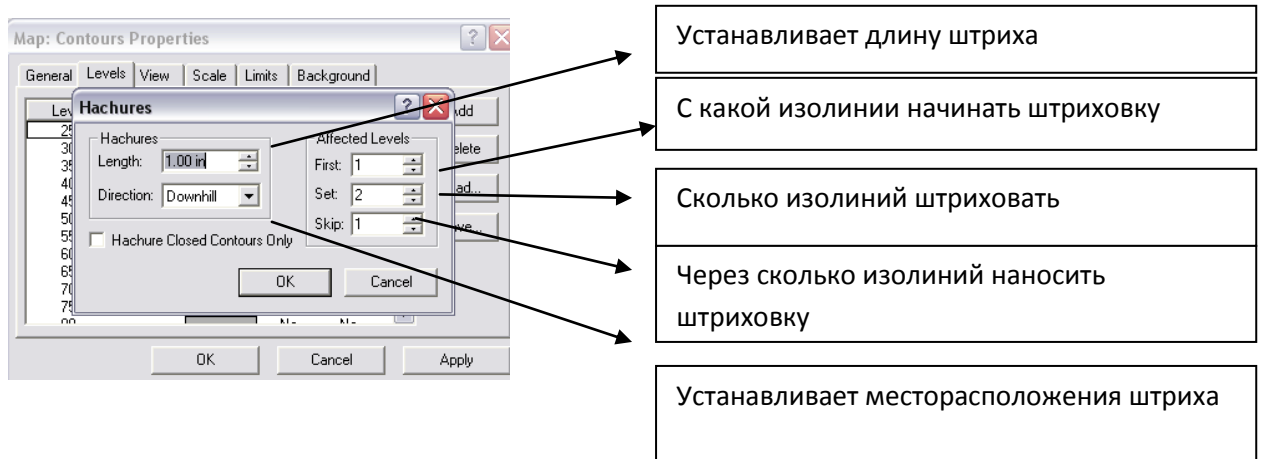


Рис. 22. Диалоговое окно для задания свойств штриха

12. Для того чтобы закрасить области между изолиниями (согласно установленным параметрам) в меню **Properties** откройте вкладку **General** (Общие) и установить флажок на **Filled Contour** (Контур файла). При необходимости вывода шкалы закраски областей между изолиниями устанавливается флажок на **Color Scale** (цветовая шкала). Для сглаживания изолиний установите флажок на **Smooth Contours** (Сглаживание контура) (рис.23).

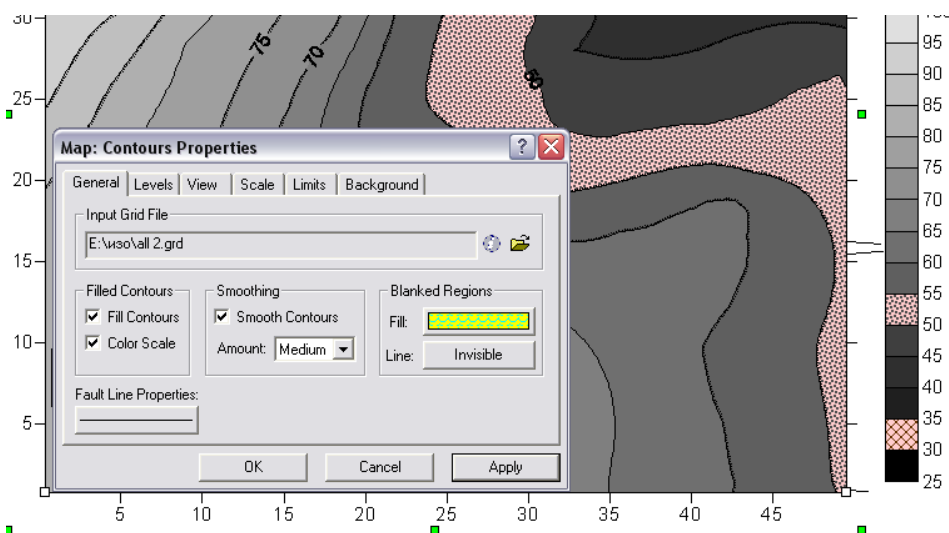


Рис. 23 Диалоговое окно Properties Contours (Свойства контура)

13. Постройте карту поверхности в режиме **3D**.

14. Выделите карты. Для выделения нескольких карт можно использовать один из следующих способов:

- удерживая клавишу *SHIFT*, щелкайте по каждой карте, которую следует включить в оверлей:
 - если Вы хотите объединить все карты, находящиеся в окне Графика, то нажмите клавишу *F2* (или выберите команду **Select All** из меню **Edit**);
 - если все нужные карты можно охватить прямоугольником, воспользуйтесь командой **Block Select (Выделить блок)** из меню **Edit**.

Выберите команду **Overlay Maps (Объединить карты)** из меню **Map**, и все выделенные карты будут сгруппированы в единый объект с общими осями координат, причем каждая карта будет расположена в правильном положении в соответствии со своими диапазонами изменения координат.

Задание 5. Построение карты гидроизогипс, определение зоны подтопления.

Основные понятия

Гидроизогипсы – линии на карте или плане, соединяющие точки одинаковых высот поверхности подземных вод над абсолютной или условной плоскостью.

Карта гидроизогипс- это графическое изображение гидроизогипсами поверхности подземных вод, природного или техногенного происхождения.

Зона подтопления – точки пересечения горизонталей с гидроизогипсами на карте гидроизогипс, когда разница между значениями горизонталей, описывающих рельеф поверхности земли и гидроизогипсами меньше или равна 2 метрам.

Порядок выполнения задания:

При выполнении разведочных работ пробурено 12 скважин, расположенных в плане в углах сетки, как показано на рис. 24, на расстоянии 25 м друг от друга. В таблице 1 приведены абсолютные отметки устьев скважин (в числителе) и результаты одновременного замера глубин залегания уровней грунтовых вод (в знаменателе). Используя эти данные, постройте на топографической основе карту гидроизогипс масштаба 1: 500, приняв сечение горизонталей и гидроизогипс через 1 м. На карте покажите направление движения подземных вод и выделите участок с глубиной залегания уровня грунтовых вод не менее 2 м.

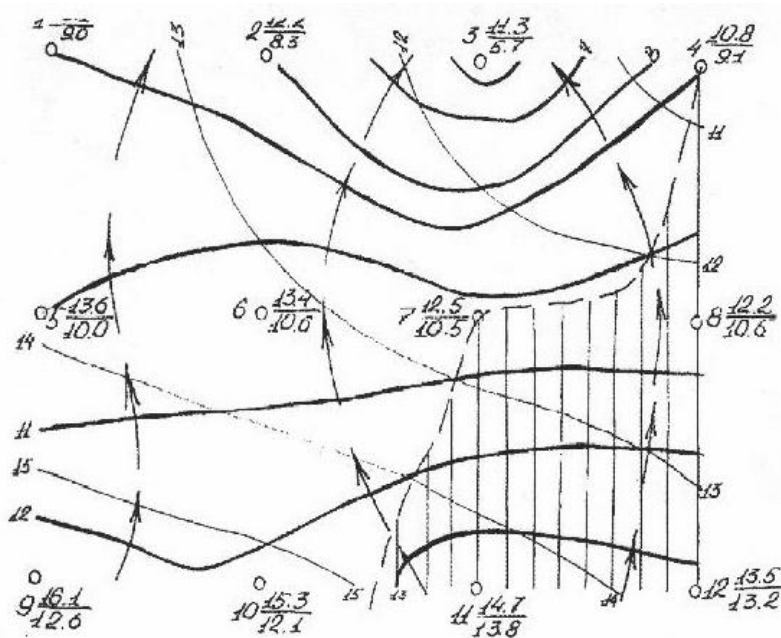


Рис.24. План расположения скважин

Таблица 1

Абсолютные отметки устьев скважин (в числителе)

и глубина залегания уровней грунтовых вод (в знаменателе)

Варианты	№ скважины											
	<u>13,1</u>	<u>12,2</u>	<u>11,3</u>	<u>10,8</u>	<u>13,6</u>	<u>13,4</u>	<u>12,5</u>	<u>12,2</u>	<u>16,1</u>	<u>15,3</u>	<u>14,7</u>	<u>13,5</u>
	4,1	3,9	5,6	2,7	3,6	2,8	2,0	1,6	3,5	3,2	0,9	0,3
	<u>12,4</u>	<u>11,3</u>	<u>10,6</u>	<u>10,5</u>	<u>13,0</u>	<u>12,5</u>	<u>12,3</u>	<u>12,4</u>	<u>15,3</u>	<u>14,2</u>	<u>13,7</u>	<u>13,3</u>
	3,9	2,4	1,5	1,8	3,2	2,0	1,7	2,8	3,2	1,3	0,4	2,3
	<u>13,6</u>	<u>13,1</u>	<u>12,5</u>	<u>12,4</u>	<u>16,7</u>	<u>15,1</u>	<u>14,4</u>	<u>13,5</u>	<u>18,2</u>	<u>18,3</u>	<u>18,2</u>	<u>17,0</u>
	3,6	2,8	2,0	1,7	3,6	3,2	1,1	0,4	1,3	4,2	3,1	2,0
	<u>13,2</u>	<u>12,5</u>	<u>12,0</u>	<u>11,7</u>	<u>15,2</u>	<u>14,0</u>	<u>13,6</u>	<u>13,3</u>	<u>18,8</u>	<u>18,0</u>	<u>17,3</u>	<u>17,2</u>
	4,1	2,9	2,4	3,5	4,2	2,0	1,2	3,3	5,0	4,2	3,6	5,2
	<u>10,3</u>	<u>9,1</u>	<u>8,4</u>	<u>7,5</u>	<u>10,6</u>	<u>10,3</u>	<u>9,5</u>	<u>9,1</u>	<u>13,3</u>	<u>12,2</u>	<u>11,2</u>	<u>10,5</u>
	4,2	4,3	2,6	2,0	3,8	3,4	2,3	1,5	3,6	3,2	1,3	0,2
	<u>9,1</u>	<u>8,2</u>	<u>7,6</u>	<u>7,5</u>	<u>10,1</u>	<u>9,5</u>	<u>9,4</u>	<u>9,2</u>	<u>12,0</u>	<u>11,3</u>	<u>10,5</u>	<u>10,3</u>
	4,3	2,5	1,6	2,0	3,2	2,4	1,8	2,5	3,2	1,7	0,8	2,3
	<u>10,6</u>	<u>10,1</u>	<u>9,5</u>	<u>9,6</u>	<u>13,2</u>	<u>12,4</u>	<u>11,5</u>	<u>10,5</u>	<u>15,6</u>	<u>15,3</u>	<u>15,1</u>	<u>1,3</u>
	3,6	3,0	2,3	1,5	3,5	3,2	1,1	0,2	3,3	4,0	2,9	2,4
	<u>10,1</u>	<u>9,5</u>	<u>9,4</u>	<u>9,6</u>	<u>11,2</u>	<u>12,3</u>	<u>10,5</u>	<u>10,3</u>	<u>15,3</u>	<u>15,4</u>	<u>14,3</u>	<u>14,4</u>
	3,6	2,1	1,5	2,5	3,3	0,9	0,2	2,3	4,2	3,2	1,9	4,1
	<u>15,2</u>	<u>15,7</u>	<u>16,7</u>	<u>17,5</u>	<u>14,2</u>	<u>14,3</u>	<u>15,4</u>	<u>15,0</u>	<u>10,3</u>	<u>10,5</u>	<u>11,2</u>	<u>12,3</u>
	3,5	2,5	3,6	5,4	4,1	2,2	3,0	4,4	2,2	0,3	1,4	3,2
	<u>15,7</u>	<u>16,6</u>	<u>17,5</u>	<u>18,2</u>	<u>17,3</u>	<u>15,0</u>	<u>15,2</u>	<u>15,4</u>	<u>10,5</u>	<u>11,2</u>	<u>12,3</u>	<u>13,4</u>
	2,2	3,7	5,3	5,4	2,1	2,8	4,4	3,3	0,2	0,9	3,2	3,5

	<u>8,5</u>	<u>9,1</u>	<u>10,0</u>	<u>10,5</u>	<u>10,8</u>	<u>11,3</u>	<u>8,5</u>	<u>11,8</u>	<u>12,6</u>	<u>13,1</u>	<u>9,2</u>	<u>13,1</u>
	2,6	1,7	4,3	4,1	3,2	0,9	2,9	6,2	5,5	6,5	3,5	6,6
	<u>6,9</u>	<u>8,1</u>	<u>10,2</u>	<u>9,5</u>	<u>7,9</u>	<u>6,3</u>	<u>6,7</u>	<u>7,9</u>	<u>9,5</u>	<u>4,8</u>	<u>3,2</u>	<u>6,5</u>
	2,2	3,3	4,3	3,8	6,6	4,7	2,4	1,3	2,7	2,6	1,5	1,4
	<u>13,6</u>	<u>13,1</u>	<u>12,5</u>	<u>12,4</u>	<u>16,7</u>	<u>15,1</u>	<u>14,4</u>	<u>13,5</u>	<u>18,2</u>	<u>18,3</u>	<u>18,2</u>	<u>17,0</u>
	3,6	2,8	2,0	1,7	3,6	3,2	1,1	0,4	1,3	4,2	3,1	2,0
	<u>10,3</u>	<u>9,1</u>	<u>8,4</u>	<u>7,5</u>	<u>10,6</u>	<u>10,3</u>	<u>9,5</u>	<u>9,1</u>	<u>13,3</u>	<u>12,2</u>	<u>11,2</u>	<u>10,5</u>
	4,2	4,3	2,6	2,0	3,8	3,4	2,3	1,5	3,6	3,2	1,3	0,2
	<u>12,4</u>	<u>13,1</u>	<u>12,5</u>	<u>12,4</u>	<u>16,7</u>	<u>15,1</u>	<u>14,4</u>	<u>13,5</u>	<u>18,2</u>	<u>18,3</u>	<u>18,2</u>	<u>17,0</u>
	3,9	2,8	2,0	1,7	3,6	3,2	1,1	0,4	1,3	4,2	3,1	2,0

Указания по построению карты гидроизогипс (контрольный пример)

На миллиметровке формата А4, в заданном масштабе нанести на карту план расположения скважин, обозначая их кружками диаметром 2 мм, как указано на рис. 24 для варианта 1. Слева от каждой скважины записывают ее номер, справа в числителе – абсолютную отметку устья, в знаменателе – абсолютную отметку уровня грунтовых вод (УГВ).

Абсолютную отметку УГВ в каждой скважине вычисляют как разность между отметкой устья и глубиной залегания УГВ. Находят далее путем интерполяции между абсолютными отметками устьев скважин точки с абсолютными отметками, равными целому числу (по заданию сечение горизонталей и гидроизогипс через 1 м.).

Соединив точки с одинаковыми отметками плавными линиями, получают горизонталы рельефа (на схеме обозначить черными тонкими линиями). Аналогичным путем интерполяции находят точки с абсолютными отметками УГВ.

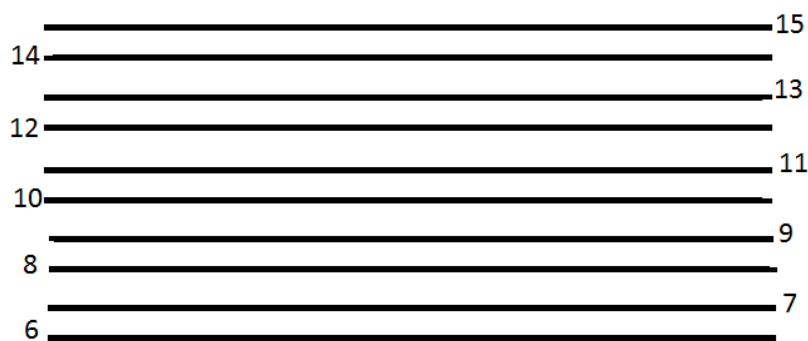


Рис 25. Палетка

Соединив точки с одинаковыми отметками УГВ плавными линиями, получим гидроизогипсы (на рис.24 – жирные линии). Интерполяцию удобно производить с помощью палетки (рис. 25), представляющей собой систему параллельных линий (масштабную сетку), проведенных на кальке на равном расстоянии друг от друга (обычно через 1 см).

Выполняется интерполяция в такой последовательности. Точки, отметки уровней которых принадлежат интерполяции, соединяют вспомогательной прямой линией (после окончания работ линия может быть стерта). Палетка накладывается на одну из точек таким образом, чтобы отметка на палетке и отметка точки совпадали. Эта точка фиксируется путем прокола булавкой. Далее палетка поворачивается вокруг булавки до тех пор, пока отметка второй точки не совпадает с отметкой на палетке. На пересечении отрезка, соединяющего точки с масштабной сеткой палетки, находят искомые точки.

Целесообразно производить интерполяцию, соединяя ближайшие точки отрезками так, чтобы последние образовывали в плане треугольники или четырехугольники (в примере – квадраты).

При составлении карты гидроизогипс нельзя интерполировать между точками, расположенными по разные стороны поверхностных водотоков и водоемов. Для выделения участков с глубиной залегания УГВ менее 2 м находят точки пересечения горизонталей и гидроизогипс с разностью отметок 2 метра. Точки пересечения соединяются, а внутренняя область штрихуется – это область подтопления.

Алгоритм построения карты гидроизогипс средствами SURFER.

1. При построении карты гидроизогипс средствами SURFER необходимо подготовить в Excel 4 колонки:

- Колонка А - значения координат X для 12 буровых скважин
- Колонка В - значения координат У для 12 буровых скважин
- Колонка С – абсолютные значения устья 12 скважин
- Колонка D – абсолютные значения УГВ для 12 скважин.

A	B	C	D
0	0	16,1	12,6
25	0	15,3	12,1
50	0	14,7	13,8
75	0	13,5	13,2
0	25	13,6	10
25	25	13,4	10,6
50	25	12,5	10,5
75	25	12,2	10,6
0	50	13,1	9
25	50	12,2	8,3
50	50	11,3	5,7
75	50	10,8	8,1

Исходные данные для варианта 1.

Сохранить под именем «**Исходные данные.xls**»

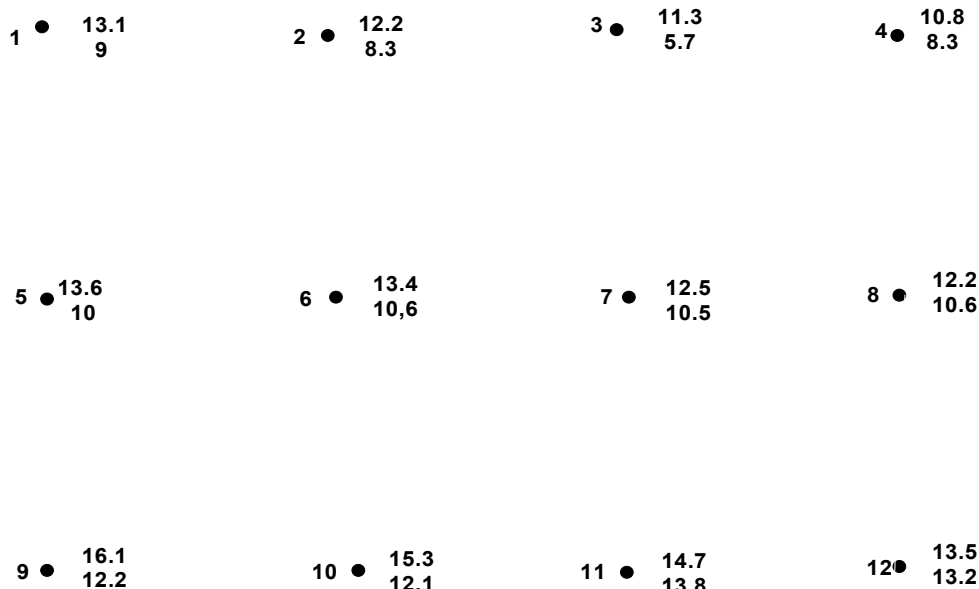
2. Запустить программу SURFER.

3. Сформировать сетку из буровых скважин, слева прописать номера буровых, справа - справа в числителе – абсолютную отметку устья, в знаменателе – абсолютную отметку уровня грунтовых вод (УГВ). Справа в

числителе – абсолютную отметку устья, в знаменателе – абсолютную отметку уровня грунтовых вод (УГВ).

**КАРТА ГИДРОИЗОГИПС
ВЫПОЛНИЛ:**

М 1:500



ВАРИАНТ 1

4. Подготовить данные, для построения рельефа поверхности земли:

4.1 **Grid →Data** →папку с исходными данными → «Исходные данные .xls».

4.2. В появившемся окне указать колонки **A,B,C**, имя файла - «Земля».

5. Подготовить данные для построения гидроизогипс:

5.1 **Grid→Data**→ выбрать папку с исходными данными→выделить файл «Исходные данные .xls».

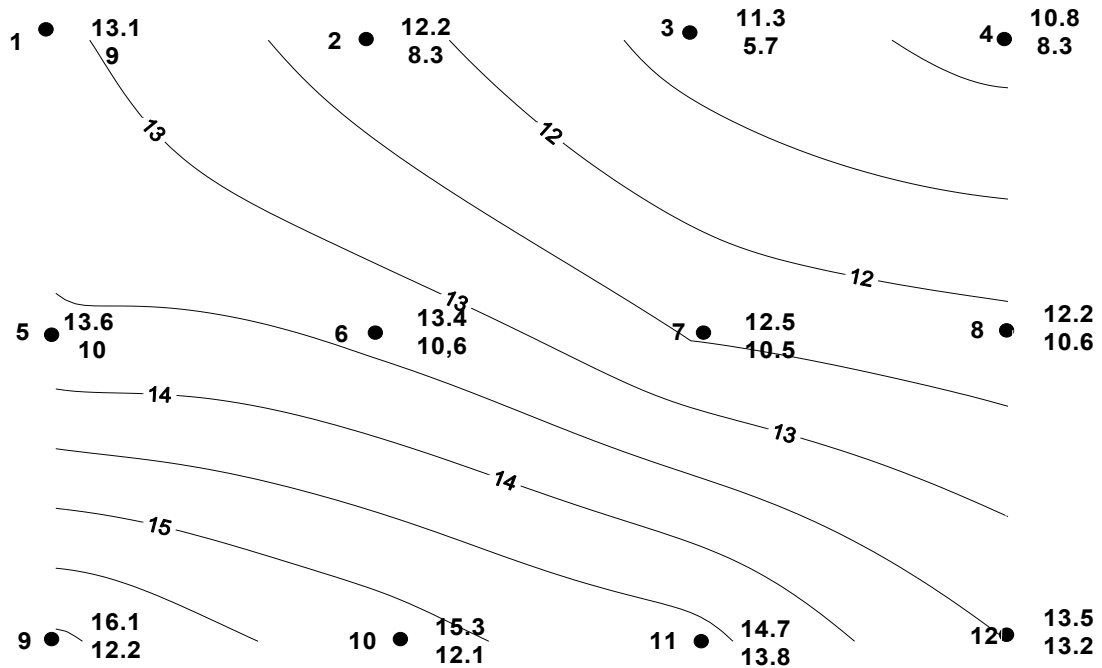
5.2 В появившемся окне указать колонки **A,B,D**, имя файла указать «УГВ».

5.3 Построить рельеф поверхности: **Map→ Contour Map→New contour map**
→

выбрать папку с исходными данными→выделить файл «Земля».

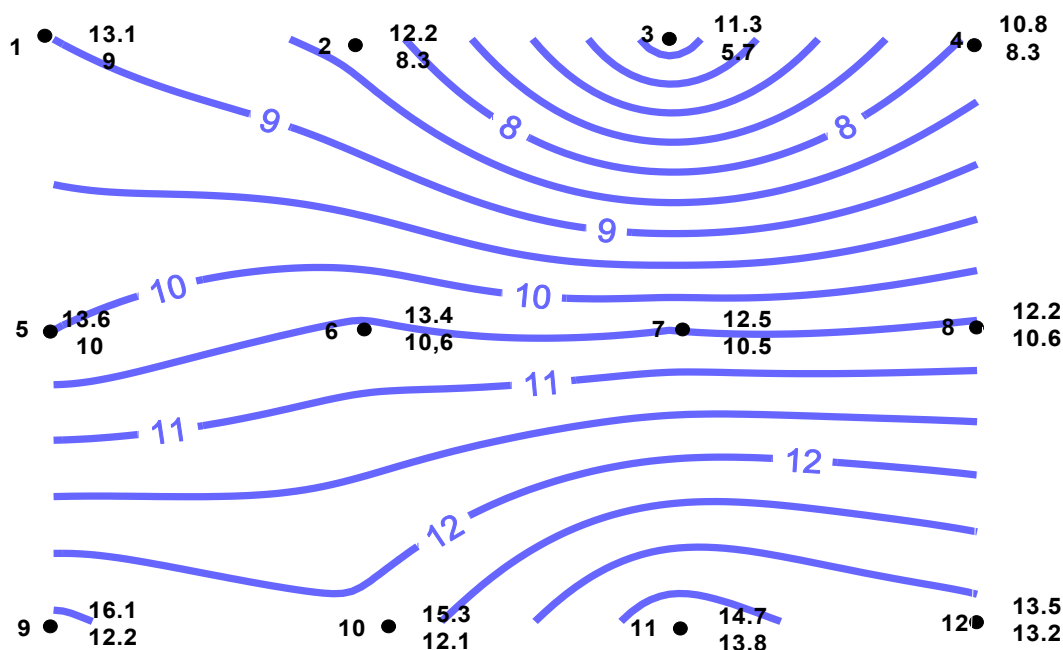
**КАРТА ГИДРОИЗОГИПС
ВЫПОЛНИЛ:**

М 1:500



ВАРИАНТ 1

6. Построить карту гидроизогипс : **Map→Contour Map→ New contour map→** выбрать папку с исходными данными→выделить файл «УГВ».



ВАРИАНТ 1

7. Отредактировать карту с помощью **Properties**

8. Карту оформить текстом (**Draw, Text**), горизонтали выделить черным цветом, гидроизогипсы – синим, выделить зону подтопления (**Draw, Symbol; Draw Elipse**) (прил. 4)

9. Карту сохранить в личной папке под именем «Карта ФИО»

Задание 6. Вычисление и интерполяция данных в программе Surfer геологической информации.

Цель работы: использование исходной геолого-геофизической информации для получения навыков построения математической аппроксимации используемых данных и графического построения поверхностей геологических объектов.

Основные понятия

Построение сеточной функции (Gridding) - процесс вычисления значений интерполяционной функции в точках регулярной сети по значениям хаотически расположенных экспериментальных точек данных (наблюдений). Исходное множество экспериментальных точек вводится из XYZ файла данных (XYZ data[.DAT] file); значения сеточной функции сохраняются в сеточном файле с расширением [.GRD] (grid[.GRD] file).

Интерполяционные схемы, реализованные в SURFERe, оценивают значения исследуемой поверхности в точках, где нет экспериментальных данных, на основе имеющегося множества исходных точек. Построенную сеточную функцию SURFER использует для генерации карт изолиний и графиков поверхностей.

Большинство методов построения сети, реализованных в SURFERe, основаны на вычислении весовых коэффициентов, с помощью которых взвешиваются значения экспериментальных значений в точках наблюдений. Это значит, что при прочих равных условиях, чем ближе точка данных к узлу сети, тем больший вес она имеет при определении значения интерполяционной функции в этом узле. Иногда значения сеточных функций могут выходить за пределы диапазона изменения исходных экспериментальных данных. Это может случиться в тех областях карты, которые не поддерживаются исходными данными, например, вдоль края карты или в районе больших "дыр" в наблюдениях. Этот эффект определяется используемым методом построения сеточной функции. Например, метод обратных расстояний (**Inverse Distance to a Power**) не может сгенерировать значения, выходящие за пределы диапазона исходных данных. Другие методы пытаются определить тренды в данных. Если эти тренды используются для вычисления сеточных значений в "пустых" областях, то в результате могут получиться значения Z-координат, вне диапазона наблюдаемых данных. В этом случае Вы можете попробовать построить сеточную функцию другим методом или использовать команду **Math** из меню **Grid** для усечения значений функции на некотором пределе, определенном пользователем.

Точные и сглаживающие интерполяторы

Методы построения сеточных функций, реализованные в SURFERe, можно разбить на два класса: точные интерполяторы и сглаживающие интерполяторы. В действительности большинство методов попадает в тот или иной класс в зависимости от заданных пользователем значений параметров метода. Некоторые точные интерполяторы содержат сглаживающий параметр, и ненулевое значение этого параметра превращает точный интерполятор в сглаживающий.

Точные интерполяторы учитывают исходную экспериментальную точку точно (то есть включают ее в сеточный файл) только тогда, когда эта точка совпадает с узлом генерируемой сети. Если точка данных не совпадает с

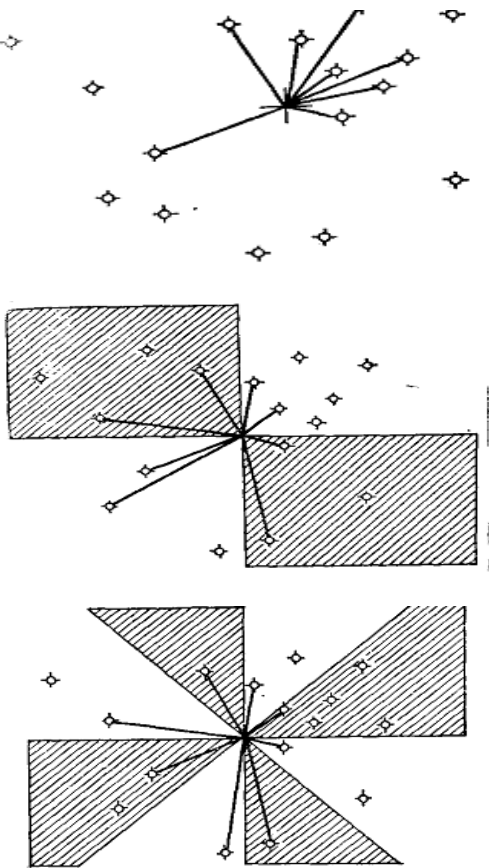
узлом сети, то она не включается в сеточный файл, даже если Вы используете точный интерполятор. В случае методов, основанных на вычислении весовых коэффициентов, это означает, что весовой коэффициент экспериментальной точки, совпадающей с узлом сети, полагается равным единице, а всем другим наблюдаемым точкам присваиваются нулевые веса.

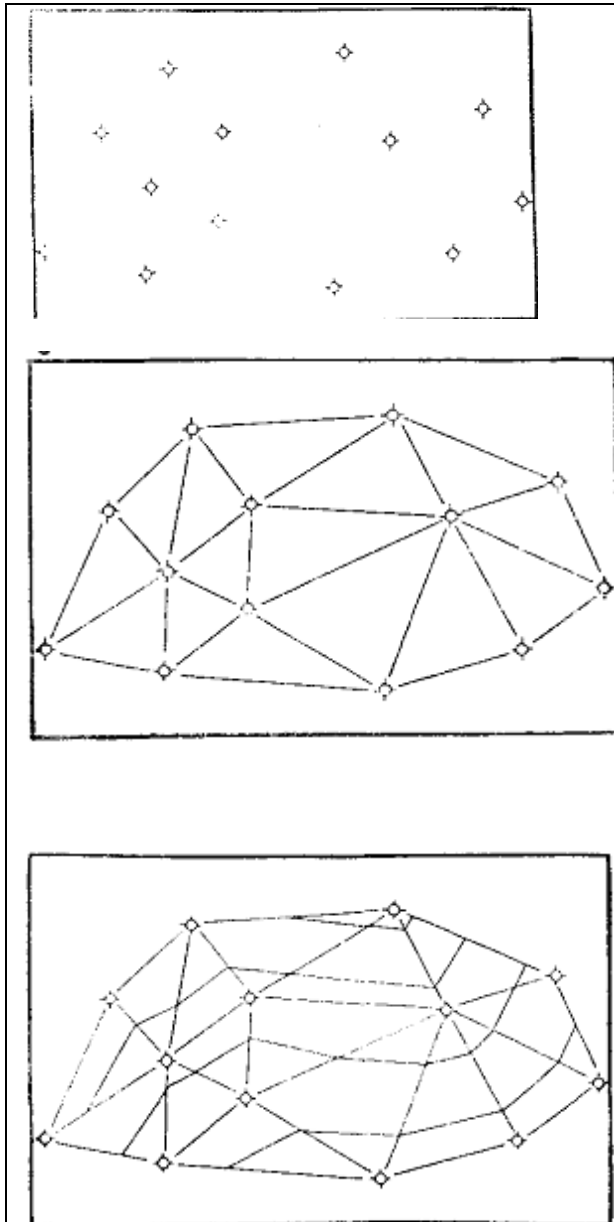
Поскольку SURFER строит карты изолиний на основе сеточного файла, исходные экспериментальные точки не всегда могут быть учтены точно. Например, если Вы нанесете исходные точки данных на карту изолиний, то некоторые из них могут оказаться на "неправильной" стороне изолинии. Это происходит потому, что усреднение значений точек данных, расположенных рядом с рассматриваемым узлом, может увеличить или уменьшить значение функции в этом узле.

Для того, чтобы повысить вероятность учета исходных точек, следует увеличить плотность сеточных линий в направлениях X и Y. Это увеличит шанс, что Ваши экспериментальные точки совпадут с узлами сети и, следовательно, будут непосредственно включены в сеточный файл.

Сглаживающие интерполяторы или сглаживающие параметры точных интерполяторов используются в тех случаях, когда экспериментальные данные измерены в узловых точках не точно, а с некоторой погрешностью. Сглаживающие интерполяторы не присваивают весов, равных единице, никаким точкам данных, даже тем, которые точно совпадают с узлами сети. Весовые множители сглаживающих интерполяторов задаются так, чтобы поверхность, полученная в результате интерполяции, была как можно более гладкой. В предельном случае всем точкам данных присваиваются равные веса; сгенерированная в этом случае поверхность представляет собой горизонтальную плоскость, проходящую через среднее значение всех наблюдений выборки.

Метод интерполяции	Характеристика
Метод Кригнга (Kriging)	Геостатистический метод построения сети, который оказался очень полезным и в других областях. Данный метод пытается выразить тренды, которые предполагаются в Ваших данных. Например, точки высокого уровня предпочтительнее

	<p>соединять вдоль гребня, а не изолировать с помощью замкнутых горизонталей типа "бычий глаз".</p> <p>Метод Криге включает три составляющих:</p> <ul style="list-style-type: none"> — модель вариограммы (<i>Variogram Model</i>), — тип дрейфа (<i>Drift Type</i>) — “эффекта самородка” (<i>Nugget Effect</i>).
<p>Метод радиальных базисных функций (Radial Basis Functions)</p> 	<p>является точным интерполятором, многими авторами рассматривается как наилучший метод с точки зрения построения гладкой поверхности, проходящей через экспериментальные точки.</p> <p>Это значит, что интерполяционная функция в точках наблюдений совпадает в точности с заданными значениями. Вы можете, однако, ввести в этот метод сглаживающий фактор для того, чтобы получить более гладкую поверхность. Радиальные базисные функции аналогичны вариограммам, используемым в методе Криге. Эти функции определяют оптимальную сеть весов, с помощью которых взвешиваются значения функции в точках наблюдений при построении интерполяционной функции.</p>
<p>Триангуляция (Triangulation)</p>	<p>является точным интерполяционным методом. Суть метода - исходные точки данных соединяются таким образом, что результирующая поверхность покрывается “лоскутным одеялом” из</p>



граней треугольников. При этом ни одна из сторон треугольника не пересекается сторонами других треугольников.

Каждый треугольник определяется тремя исходными экспериментальными точками. Значения функции в узлах регулярной сети, попадающих внутрь этого треугольника, принадлежат плоскости, проходящей через вершины треугольника.

Данный метод является точным, поскольку исходные точки данных используются для построения треугольников и, следовательно, принадлежат интерполяционной функции.

Метод триангуляции работает наилучшим образом в случае, когда множество экспериментальных данных содержит от 200 до 1000 точек, равномерно распределенных в рассматриваемой области. Использование этого метода для построения интерполяционной функции по небольшому числу хаотически распределенных точек приводит к появлению явных треугольных граней на графике поверхности и больших прямолинейных сегментов на карте изолиний. При больших множествах экспериментальных данных (>1000 точек) метод триангуляции работает очень медленно.

	<p>Метод триангуляции особенно эффективен, если требуется сохранить линии разрывов поверхности.</p>
<p>Метод Степень обратного расстояния (Inverse Distance to a Power)</p>	<p>может быть как точным, так и сглаживающим интерполяционным методом.</p> <p>Этот метод основан на вычислении весовых коэффициентов, с помощью которых взвешиваются значения экспериментальных Z-значений в точках наблюдений при построении интерполяционной функции.</p> <p>Параметр <i>Power</i> (<i>Степень</i>) определяет, как быстро уменьшаются весовые множители с ростом расстояния до узла сети. При больших значениях параметра <i>Power</i> точкам наблюдений, более близким к рассматриваемому узлу сети, присваиваются большие доли общего веса; при меньших значениях параметра <i>Power</i> веса убывают более плавно с ростом расстояния до узла сети.</p> <p>Вес, присвоенный отдельной точке данных при вычислении узла сети, пропорционален заданной степени (<i>power</i>) обратного расстояния от точки наблюдения до узла сети. При вычислении интерполяционной функции в каком-то узле сети сумма всех назначенных весов равна единице, а весовой коэффициент каждой экспериментальной точки является долей этого общего</p>

	<p>единичного веса. Если точка наблюдения совпадает с узлом сети, то весовой коэффициент этой точки полагается равным единице, а всем другим наблюдаемым точкам присваиваются нулевые веса. Другими словами, в этом случае узлу сети присваивается значение соответствующего наблюдения, и, следовательно, данный метод работает как точный интерполятор.</p> <p>Недостатком метода обратных расстояний является генерация структур типа "бычий глаз" вокруг точек наблюдений с большими значениями функции. Для уменьшения влияния этих точек Вы можете задать параметр, который сглаживает интерполяционную функцию. Если значение сглаживающего параметра больше нуля, то ни одному наблюдению не присваивается весь вес при вычислении функции в каком-то узле сети, даже если точка наблюдения совпадает с этим узлом.</p> <p>Метод обратных расстояний является очень быстрым методом построения сеточной функции. Если число точек данных не превышает 500, то сеть строится очень быстро, даже если Вы выбираете опцию <i>All Data (Все данные)</i> при задании <i>типа поиска (Search Type)</i>.</p>
Метод Минимальной кривизны	Широко используется в науках о

<p>(Minimum Curvature)</p>	<p>земле. Поверхность, построенная с помощью этого метода, аналогична тонкой упругой пленке, проходящей через все экспериментальные точки данных с минимальным числом изгибов. Метод минимальной кривизны, однако, не является точным методом. Он генерирует наиболее гладкую поверхность, которая проходит настолько близко к экспериментальным точкам, насколько это возможно, но эти экспериментальные точки не обязательно принадлежат интерполяционной поверхности.</p>
<p>Метод Полиномиальной регрессии (Polynomial Regression)</p>	<p>Используется для выделения больших трендов и структур в Ваших данных. Это метод, строго говоря, не является интерполяционным методом, поскольку сгенерированная поверхность не проходит через экспериментальные точки.</p>
<p>Метод Шепарда (Shepard's Method)</p>	<p>Подобен методу <i>обратных расстояний (Inverse Distance to a Power)</i>. Он также использует обратные расстояния при вычислении весовых коэффициентов, с помощью которых взвешиваются значения экспериментальных Z-значений в точках наблюдений. Отличие состоит в том, что при построении интерполяционной функции в локальных областях используется метод наименьших квадратов. Это уменьшает вероятность появления на сгенерированной поверхности структур типа "бычий глаз".</p>

Метод Шепарда может быть как точным, так и сглаживающим интерполяционным методом.

Порядок выполнения задания:

1. Импортировать растровый рисунок
2. Создать сетку привязки, совместить сетку привязки с координатной сеткой на растровом рисунке.
3. Оцифровать изолинии поверхности карты. Сохранить результат в файле **topo_iso**.
4. Построить карту изолиний поверхности.
5. Оцифровать точки наблюдения (для удобства работы временно отключить построенную карту изолиний). Сохранить результат в файле **toshka_nab1**.
6. С помощью **New Worksheet** (электронной таблицы) произвести расчет относительной отметки залегания подошвы рудного пласта. Для этого найдите разность между отметкой рельефа в точке наблюдения (столбец А) и глубиной залегания подошвы пласта в этой точке наблюдения (столбец В). Для вычисления в столбце С задайте формулу через меню **Data-Transform**. В открывшемся окне задайте формулу $C=B-A$ (рис. 26) и определите диапазон строк от 2 до 39 (по количеству точек наблюдения). Сохраните полученные данные.

8	4619,7411	14696,080	10076,339
9	5649,2899	12577,858	6928,5681
10	6781,7975	10577,313	3795,5150
11	8326,1291	8164,8883	-161,24071
12	9613,0692	6282,0198	-3331,0
13	10900,004	4104,9557	-6795,0
14	12238,424	1927,8917	-10310,5
15	13473,884	-249,17237	-13723,0
16	19084,943	280,38324	-18804,6
17	17849,482	2516,2889	-15333,0
18	16716,975	4399,1575	-12317,2
19	15378,555	6811,5754	-8566,9
20	13937,182	9341,6765	-4595,5
21	12701,721	11342,222	-1359,4993
22	11569,214	13283,932	1714,7185
23	10333,753	15519,832	5186,0787

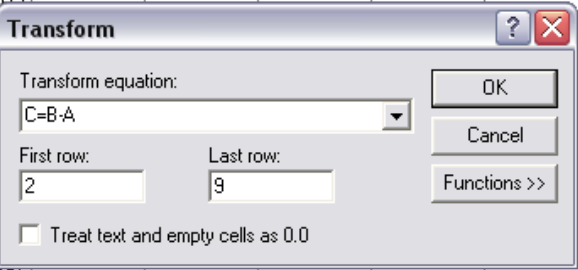


Рис. 26 Математические вычисления.

7. Полученные относительные отметки залегания подошвы пласта нанести на план точек наблюдений следующим образом:
 - Вывести план точек наблюдения: **Map – Post Map – New Post Map**
 - Нанести относительные отметки подошвы пласта с помощью опции **Text**

- Сгруппировать текст с планом точек наблюдения: **выделить** (с помощью клавиши Ctrl) **все объекты** → **Arrange** → **Combine**.
8. Создайте отдельные файлы с расширением **.grd** для подошвы, кровли, мощности. Постройте карты изолиний по полученным файлам. (Обратите внимание на метод интерполяции данных. Выберите 2 наиболее эффективных метода. Оформите результаты на отдельных листах.)
 9. Постройте 3D- поверхность подошвы и кровли. Объедините их с помощью команды **Map – Overlay Maps**.
 10. Постройте объединенную 3D – поверхность топографических высот, кровли рудного пласта, подошвы рудного пласта. Используя меню **Properties** и вкладки **Lingthing, View** подберите наиболее оптимальный угол поворота для анализа построенных поверхностей. (рис. 27)
 11. Постройте карту изолиний трехмерной поверхности мощности рудного пласта. Наложите карту изолиний мощности рудного пласта на 3D-поверхность мощности пласта (рис. 28)
 12. Оформите отчет.

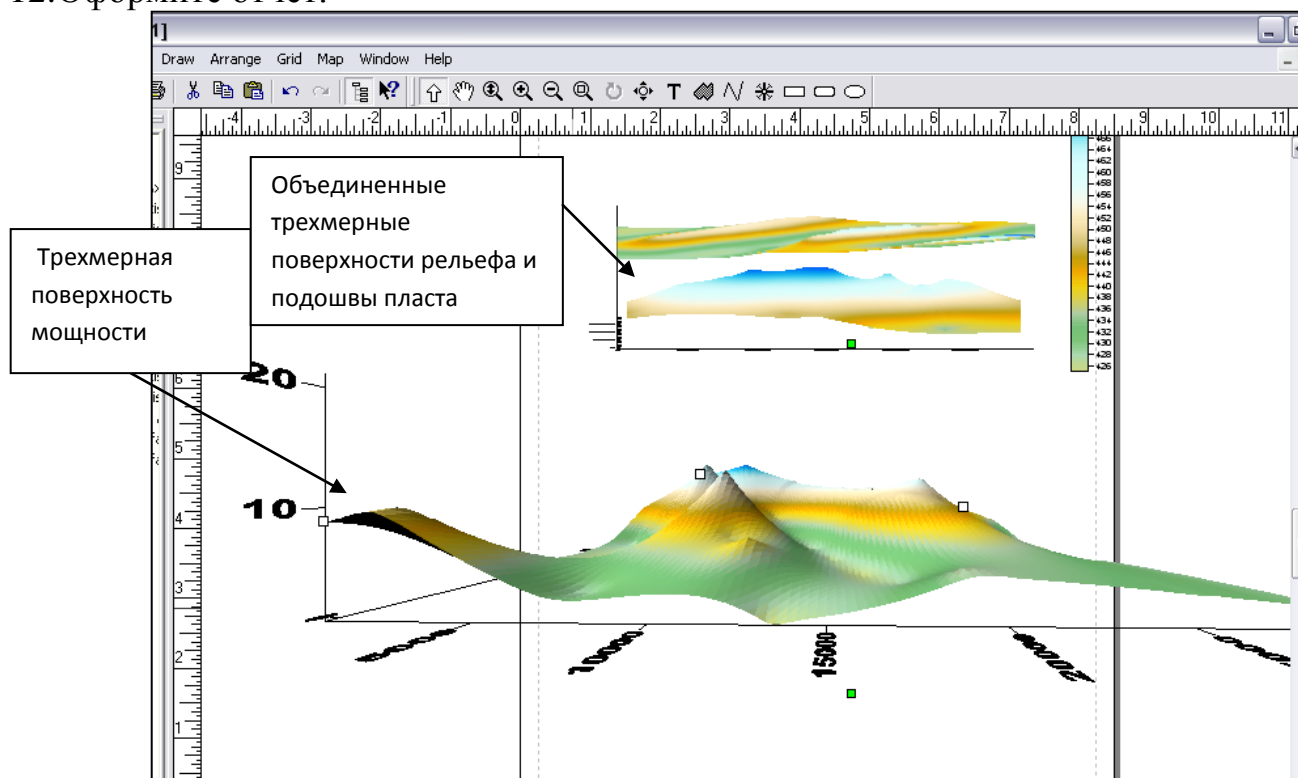


Рис. 27 Результат оверлейных операций с 3D объектами.

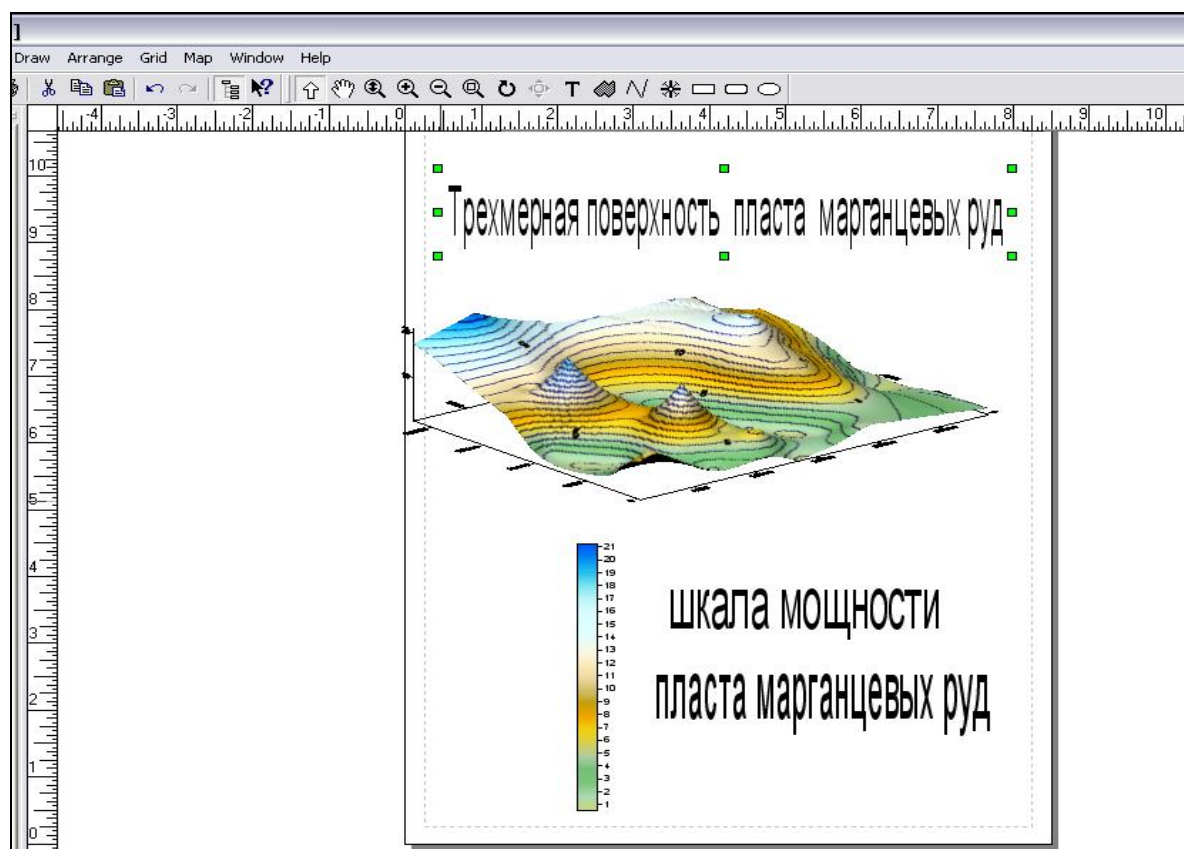


Рис. 28 Результат оверлейной операции 3D и 2D объектов

Задание 7. Векторизация растровых изображений средствами Surfer

Цель работы: Освоить навыки работы с инструментами рисования программы **Surfer**

Основные понятия.

Компьютерная графика – процесс создания, обработки и вывода изображений разного рода с помощью компьютера.

Растровая графика (точечная). Пиксел – элементарная единица изображения в растровой графике, обычно имеющая квадратную форму. Размеры пиксела зависят от разрешения изображения (количества пикселей на единицу длины). Растровая графика имеет следующие особенности:

- растровое изображение всегда прямоугольной формы;
- растровое изображение не столь гибко как векторное к изменению размера (масштабирование может заметно ухудшить качество)
- растровый документ не может содержать объекты в разных цветовых режимах.

Разрешение – количество точек на единицу длины.

Векторная графика. Описываются только основные точки изображения, а все промежуточные достраиваются между ними по определенным математическим законам. Например, при построении отрезка прямой необходимо указать только координаты концов отрезка, а также сделать пометку о том, что соединяющая их линия – прямая. Для описания окружности – задать ее центр, указать радиус и сделать пометку «окружность». Аналогичным способом кодируются цвет объекта, толщина линий и др.

Процедура векторизации предназначена для перевода существующих картографических изображений из растрового в векторный вид.

Процедура векторизации состоит из нескольких этапов:

- геометрическая коррекция снимка;
- привязка к требуемой картографической проекции;
- склейка различных растров в единое полотно;
- подготовка к векторизации;
- собственно векторизация (ручная, полуавтоматическая и автоматическая).

К основным элементам панели инструментов **Draw** (Рисование) относятся (рис. 29):

Эллипс (Ellipse) – рисование эллипса (при создании эллипса удерживайте клавишу CTRL)

Окружность (Circle) - рисование окружности,.

Многоугольник (Polygon.) – рисует замкнутые фигуры произвольной формы. **Ломаная линия (Polyline)** - рисует линии состоящие из последовательности смежных отрезков.

Прямоугольник (Rectangle) - рисует замкнутые фигуры, имеющие определенные пользователем размеры. Прямоугольник можно перемещать; можно изменить размеры прямоугольника.

Округленный Прямоугольник (Rounded Rectangle) – это прямоугольник с закругленными углами. Радиус закругления изменить нельзя.

Округленный Квадрат (Rounded Square) - частный случай округленного прямоугольника. Для того, чтобы нарисовать округленный квадрат, при создании округленного прямоугольника с помощью команды **Rounded Rect** удерживайте клавишу CTRL.

Квадрат (Square) - частный случай прямоугольника. Для того, чтобы нарисовать квадрат, при создании прямоугольника с помощью команды **Rectangle** удерживайте клавишу CTRL.

Символ (Symbol) – значок, помечающий точку окна Графика. Положение символа на странице определяется пользователем.

Текст (Text) - Одна или несколько текстовых строк. Текст вставляется в окно Графика с помощью команды **Text** меню **Draw** или соответствующего инструмента из панели инструментов. Текстовый блок можно переместить с помощью мышки или повернуть с помощью команд **Rotate** или **Free Rotate** из меню **Arrange**. Текстовые блоки могут содержать специальные неотображаемые коды, называемые **математическими текстовыми командами (math text instructions)**. Эти команды позволяют изменять атрибуты текста (такие, как шрифт, его размер и начертание) внутри отдельного текстового блока.

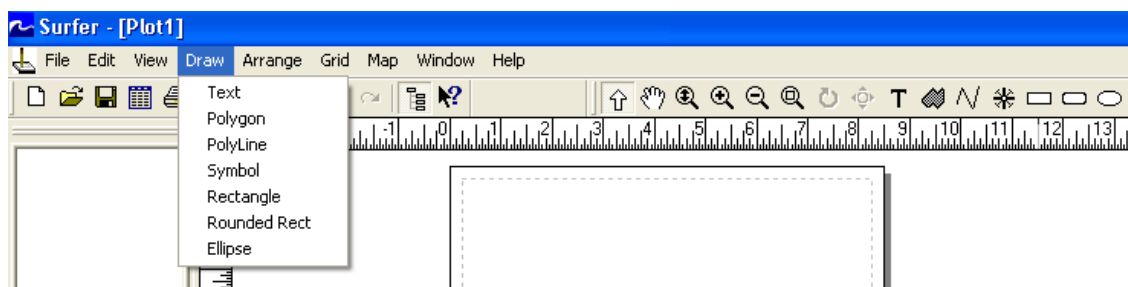


Рис. 29. Панель инструментов Draw

Порядок выполнения задания:

1. Импортируйте растровый фрагмент карты в документ Surfer, выполнив команду **File ► Import**.

2. Используя команды меню **Draw (Рисование)** или соответствующие инструменты рисования из панели инструментов векторизуйте все элементы карты. Выполните заливку цветом замкнутых объектов и линий с помощью Атрибутов. Атрибуты закрасок и линий можно задавать для большинства объектов SURFERa. Атрибуты линии - это цвет, толщина и стиль линии. Атрибуты линий можно задавать для любых объектов, состоящих из линий, например, для осей (**axes**), ломаных линий (**polylines**), а также для контуров таких объектов, как многоугольники (**polygons**), прямоугольники

(**rectangles**), округленные прямоугольники (**rounded rectangles**) или эллипсы (**ellipses**).

Атрибуты закрашки - это цвет и шаблон закрашки. Атрибуты закрашек можно задавать для таких объектов, как многоугольники, прямоугольники, округленные прямоугольники, эллипсы, карты или графики поверхностей.

Чтобы открыть панель диалога атрибутов необходимо:

- Выделить объект (**object**) и дважды щелкнуть по нему. Затем щелкнуть по клавише **Fill Attrib** (атрибуты закрашек) или по клавише **Line Attrib** (атрибуты линий) в соответствующей панели диалога объекта.
- Для того чтобы задать атрибуты контуров изолиний или закрашек для областей между изолиниями, дважды щелкнуть по образцу, соответственно, линии или закрашки в списке уровней панели диалога **Contour Map** (Карта изолиний).
- Выбрать команду **Fill Attributes** (Атрибуты закрашек) или **Line Attributes** (Атрибуты линий) из меню **Draw**.

3. Вставьте текстовые и символные обозначения на карте с помощью команд меню **Draw ►Text**, **Draw ►Symbol** или соответствующего инструмента из панели инструментов. Текстовый блок можно переместить с помощью мышки или повернуть с помощью команд **Rotate** или **Free Rotate** из меню **Arrange**. Текстовые блоки могут содержать специальные неотображаемые коды, называемые математическими текстовыми командами (math text instructions). Эти команды позволяют изменять атрибуты текста (такие, как шрифт, его размер и начертание) внутри отдельного текстового блока.

4. Удалите растровый фрагмент карты, используя окно **Object Manager** (Менеджер объектов).

Задание 8. Построение изолиний параметров распределения ионов фтора и сульфат - ионов в снежном покрове с помощью средств Surfer

Цель работы: рассмотреть применение программы Surfer для оценки экологических рисков металлургического производства на примере Братского алюминиевого завода.

Порядок выполнения задания:

1. Формирование файла исходных данных: создайте с помощью **WorkSheet** таблицу и сохраните ее под именем **isdan.bln** .

№ точки	Наименование точки отбора	Концентрация сульфатов,	Интенсивность	Концентрация	Интенсивность фтора
---------	---------------------------	-------------------------	---------------	--------------	---------------------

		С_c	сульфатов	фтора, С_ф	
1	Невон			0,06	0,27
2	Седаново			0,1	0,50
3	Анчирикова	0,3	2,60	0,32	1,75
4	Падун Мыс	0,23	2,07	0,23	1,24
5	Падун Юж.	1,7	8,01	0,4	2,21
6	Артек	5	29,84	0,8	4,49
7	Стениха 1	1,6	13,50	1,59	8,99
8	Стениха 2	2,7	18,40	2,73	15,49
9	Бикей	0,45	3,10	0,45	2,49
10	Энергетик	3	15,37	0,25	1,35
11	Бр. Взморье	3,3	16,76	0,62	3,46
12	ГЭС	2	11,00	0,2	1,07
13	Сухой	3,3	9,75	0,2	1,07
14	Чекановский	4,7	27,68	5	28,42
15	Зяба	1,5	4,39	0,15	0,78
16	Реч. Порт	12	76,00	3,4	19,30
17	Вихоревка	4,5	38,90	1,83	10,36
18	Анзеба	7,6	70,60	3,5	19,87
19	Тарма	16,1	18,25	0,31	1,70
20	Поворот на Тарму	0,9	9,50	0,9	5,06
21	Бурниские вихоря	5,6	19,33	0,56	3,12
22	Порожки(залив)	18	274,00	4,44	25,23
23	Порожки(выезд)	16,5	143,00	4,2	23,86
24	Кузнецовка	0,6	4,50	0,8	4,49

2. Импорт и привязка растрового фрагмента карты Иркутской области. (рис 30), (см. задание 3 пункты 3-6)

Для создания цифровой модели карты используйте инструменты **Polygon** и **Polyline** (см. задание 7). Для нанесения точек отбора используйте **Symbol**. Для обозначения названий рек и городов используйте **Text**.

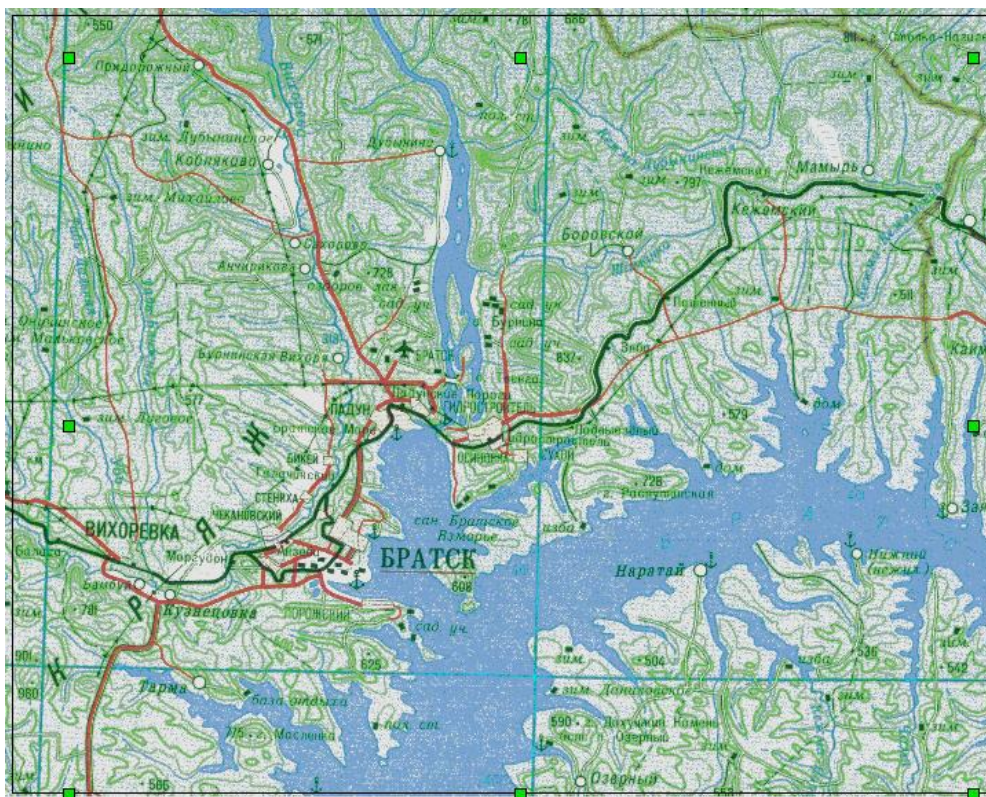


Рис. 30 Фрагмент карты Иркутской области.

3. Подготовка данных для интерполяции: необходимо оцифровать точки отбора проб снега (Приложение 5) с помощью **Digitize**. Полученный файл сохранить под именем **koordin.blm**. Объедините полученные **.blm** – файлы в один либо с помощью Excel либо с помощью WorkSheet.

4. Создание grid-файлов: используя файл **koordin.blm** создайте поочередно сеточные файлы для концентрации и интенсивности сульфатов и фтора используя параметры выбора столбцов в окне Grid Data. (см. задание 2). Метод интерполяции (Gridding Method)-Kriging.

5. Постройте карты изолиний для каждого параметра. Добавьте легенду. (рис. 31)

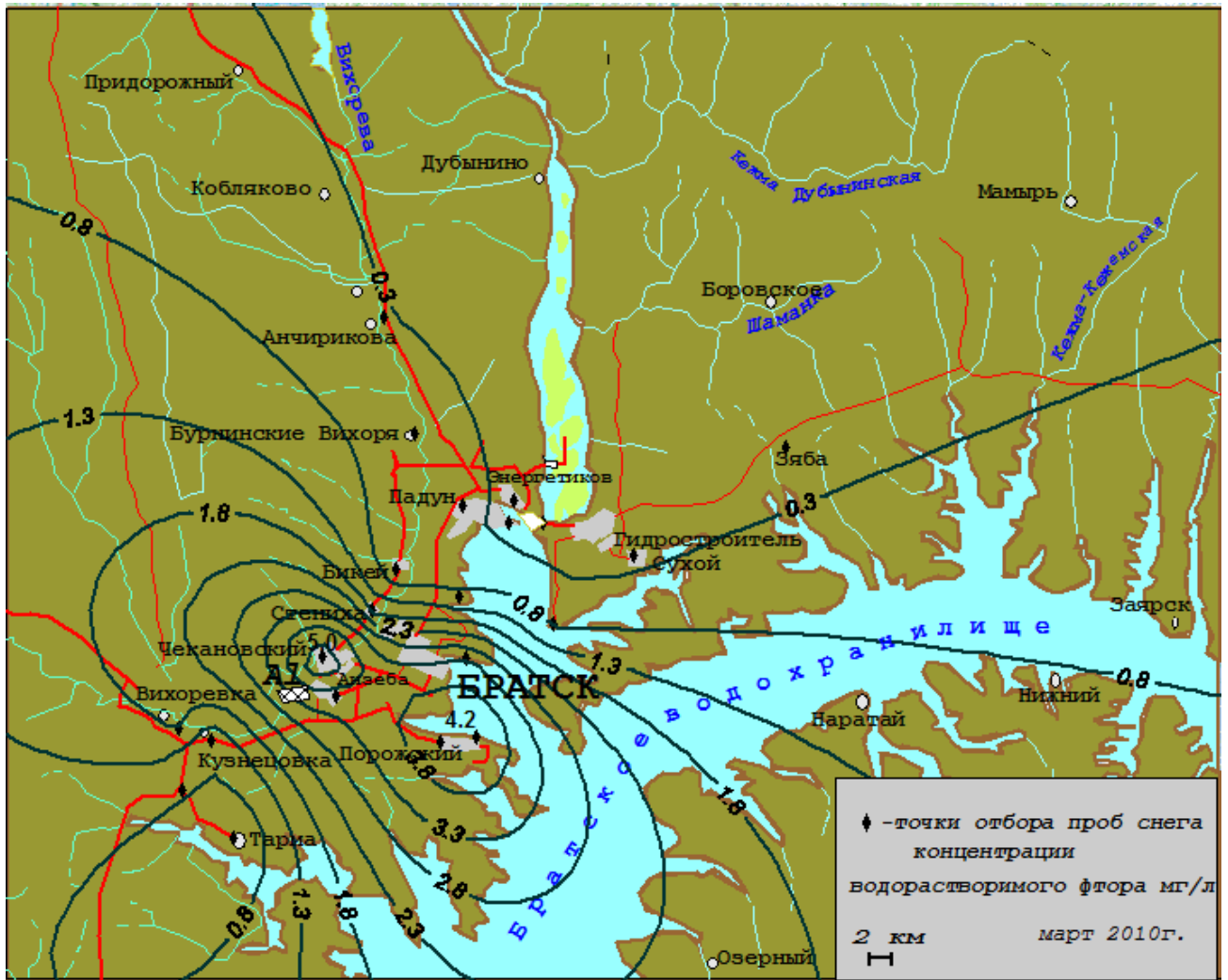


Рис. 31 Карта изолиний концентрации водорастворимого фтора (мг/л).

6. Подготовьте отчет

В отчете должна быть указана тема работы, ее цели, исходные данные. Краткое описание проделанной работы с представлением полученных результатов. Все листы графики, приложений, а также таблицы должны быть пронумерованы, иметь заголовки и подрисуночные подписи. К печатному варианту отчета должен прилагаться электронный вариант.

Отчет должен быть оформлен в соответствии с требованиями СТО ИрГТУ 005-2007.

Библиографический список

Дж. С. Дэвис Статистический анализ данных в геологии: Пер. с англ. В 2 кн./Пер. В.А. Голубевой; Под ред. Д.А. Радионова Кн.1.-М.: Недра. 1990.-319 с.

Коротаев М. В. Применение геоинформационных систем в геологии: учебное пособие/ Коротаев М. В., Правикова Н. В.–М.:КДУ, 2008-172 с.

Жвалевский А., Гурский Ю CorelDRAW 12.- СПб.: Питер, 2005.- 320 с.

Роджерс Д., Адамс Дж. Математические основы машинной графики. –М.: Машиностроение, 1980. – 240 с.

Фокс А., Пратт М. Вычислительная геометрия. – М.: Изд-во Мир, 1982. – 304 с.

Скворцов А.В. Геоинформатика: учебное пособие/ А.В. Скворцов. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 2006. – 336 с.

Баранов А. Н. Экологические проблемы металлургических производств: учебное пособие/ А. Н. Баранов, Л. В. Гавриленко, Н. И. Янченко – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2007. – 208 с.

ГОСТ 2.301-68 ЕСКД. Форматы. -М.: Изд-во стандартов, 1981. – 53 с.

ГОСТ 2.302-68 ЕСКД. Масштабы.- М.: Изд-во стандартов, 1982. – 45 с.

ГОСТ 2.105-79 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.

ГОСТ 7.1-76 ЕСКД. Библиографическое описание произведений печати.

Интернет-ресурсы

(<http://www.goldensoftware.com>)

Приложение 1

Глубина залегания подошвы залежи марганцевых руд,
мощность пласта и содержания марганца в пласте.

Вариант 1			
№ точки	Глубина, м	Мощность, м	Содержание Mn ₂ O, %
1	50	4.4	16.9
2	110	5.1	11.6
3	180	3.5	6.5

4	120	2.0	3.8
5	80	2.3	39.4
6	190	14.6	23.6
7	150	2.6	40.2
8	100	2.4	19.0
9	90	1.9	17.4
10	150	6.4	22.4
11	130	8.8	39.9
12	80	4.5	30.6
13	140	5.1	42.8
14	90	3.5	34.3
15	110	2.0	20.1
16	90	2.3	11.5
17	120	11.6	31.4
18	140	7.5	25.5
19	120	4.5	16.3
20	70	4.5	3.2
21	140	0.8	7.7
22	170	8.3	5.9
23	120	10.4	12.4
24	140	17.6	20.3
25	120	8.8	51.1
26	120	3.8	48.6
27	90	1.4	28.9

28	120	5.7	31.5
29	110	9.2	6.4
30	140	2.6	6.8
31	120	11.1	43.6
32	110	2.2	34.3
33	140	1.8	39.8
34	150	0.5	31.9
35	160	9.3	29.7
36	130	9.9	25.1
37	150	5.5	11.6
38	140	1.6	11.8

Вариант 2			
№ точки	Глубина, м	Мощность, м	Содержание Mn ₂ O, %
1	120	3.2	16.9
2	150	7.7	11.6
3	140	1.8	6.5
4	150	0.5	3.8
5	160	2.3	11.5
6	130	14.6	20.1
7	150	2.6	40.2
8	100	2.4	19.0
9	90	1.9	17.4
10	150	5.1	22.4

11	130	3.5	39.9
12	80	2.0	23.6
13	180	3.1	39.4
14	140	5.9	51.1
15	120	12.4	48.6
16	110	20.3	28.9
17	120	11.6	31.4
18	140	7.5	25.5
19	120	4.5	16.3
20	70	4.5	45.6
21	50	0.6	12.6
22	110	8.3	55.6
23	140	10.4	25.7
24	90	17.6	44.4
25	110	8.8	30.6
26	90	3.8	42.8
27	90	1.4	34.3
28	120	5.7	31.5
29	80	6.4	6.4
30	190	14.2	6.8
31	190	4.4	43.6
32	40	9.2	34.3
33	90	2.6	39.8
34	140	11.1	31.9

35	140	9.3	29.7
36	170	9.9	25.1
37	140	5.5	11.6
38	140	1.6	11.8

Вариант 3			
№ точки	Глубина, м	Мощность, м	Содержание Mn ₂ O, %
1	120	0.8	25.7
2	150	8.3	44.4
3	140	10.4	30.6
4	150	1.6	42.8
5	160	2.3	34.3
6	130	14.6	20.1
7	150	2.6	40.2
8	100	2.4	19.0
9	90	1.9	17.4
10	150	5.1	22.4
11	130	3.5	39.9
12	80	2.0	16.9
13	180	3.1	11.6
14	140	5.9	6.5
15	120	1.4	3.8
16	110	2.3	11.5
17	120	11.6	31.4

18	140	7.5	25.5
19	120	4.5	16.3
20	70	4.5	45.6
21	50	4.4	12.6
22	110	9.2	55.6
23	140	2.6	23.6
24	90	11.1	39.4
25	110	8.8	51.1
26	90	3.8	48.6
27	90	1.4	28.9
28	120	5.7	31.5
29	80	6.4	6.4
30	190	14.2	6.8
31	190	3.2	43.6
32	40	7.7	34.4
33	90	1.8	39.8
34	140	0.5	31.9
35	140	9.3	29.7
36	170	9.9	25.1
37	140	5.5	11.6
38	140	1.6	11.8

Вариант 4			
№ точки	Глубина, м	Мощность, м	Содержание Mn ₂ O, %

1	120	5.1	42.8
2	90	3.5	34.3
3	110	2.0	31.5
4	90	3.1	6.4
5	90	5.9	6.8
6	120	14.6	43.6
7	150	2.6	40.2
8	100	2.4	19.0
9	90	1.9	17.4
10	150	0.8	22.4
11	130	8.3	39.9
12	80	9.4	23.6
13	40	17.6	39.4
14	90	8.8	51.1
15	140	12.4	48.6
16	140	20.3	28.9
17	170	11.6	25.6
18	140	7.5	25.5
19	120	4.5	16.3
20	70	4.5	16.9
21	50	3.2	11.6
22	110	7.7	6.5
23	140	1.8	3.8
24	180	0.5	11.5

25	140	2.3	20.1
26	120	3.8	45.6
27	110	1.4	12.6
28	120	5.7	55.6
29	80	6.4	25.7
30	190	14.2	44.4
31	190	4.4	30.6
32	150	9.2	34.3
33	140	2.6	39.8
34	150	11.1	31.9
35	160	9.3	29.7
36	130	9.9	25.1
37	140	5.5	11.6
38	140	1.6	11.8

Вариант 5			
№ точки	Глубина, м	Мощность, м	Содержание Mn ₂ O, %
1	50	3.8	16.9
2	170	1.4	11.6
3	20	8.3	6.5
4	140	10.4	3.8
5	160	17.6	11.5
6	180	8.8	20.1
7	120	4.4	40.2

8	100	2.4	19.0
9	90	5.1	17.4
10	150	3.5	22.4
11	120	2.0	39.9
12	150	2.3	23.6
13	140	1.6	39.4
14	110	1.1	51.1
15	140	1.6	48.6
16	140	5.6	28.9
17	90	1.6	31.4
18	190	7.5	25.5
19	150	4.5	16.3
20	70	4.5	45.6
21	140	0.8	12.6
22	120	1.9	55.6
23	90	6.4	25.7
24	130	4.2	44.4
25	80	6.8	30.6
26	130	2.2	42.8
27	110	3.2	34.3
28	140	2.7	31.5
29	150	5.6	6.4
30	110	4.8	6.8
31	120	1.9	43.6

32	120	2.2	34.3
33	110	1.8	39.8
34	90	0.5	31.9
35	120	9.3	29.7
36	140	9.9	25.1
37	120	5.5	11.6
38	80	1.6	11.8

Вариант 6			
№ точки	Глубина, м	Мощность, м	Содержание Mn ₂ O, %
1	120	3.2	25.7
2	150	7.7	44.4
3	140	1.8	30.6
4	150	0.5	42.8
5	160	2.3	34.3
6	130	14.6	20.1
7	150	2.6	40.2
8	100	2.4	19.0
9	90	1.9	17.4
10	150	5.1	22.4
11	130	3.5	39.9
12	80	2.0	16.9
13	180	3.1	11.6
14	140	5.9	6.5

15	120	12.4	3.8
16	110	20.3	11.5
17	120	11.6	31.4
18	140	7.5	25.5
19	120	4.5	16.3
20	70	4.5	45.6
21	50	0.6	12.6
22	110	8.3	55.6
23	140	10.4	23.6
24	90	17.6	39.4
25	110	8.8	51.1
26	90	3.8	48.6
27	90	1.4	28.9
28	120	5.7	31.5
29	80	6.4	6.4
30	190	14.2	6.8
31	190	4.4	43.6
32	40	9.2	34.4
33	90	2.6	39.8
34	140	11.1	31.9
35	140	9.3	29.7
36	170	9.9	25.1
37	140	5.5	11.6
38	140	1.6	11.8

Вариант 7			
№ точки	Глубина, м	Мощность, м	Содержание Mn ₂ O, %
1	50	3.2	16.9
2	170	7.7	11.6
3	20	1.8	6.5
4	140	0.5	3.8
5	160	2.3	39.4
6	180	14.6	23.6
7	120	2.6	40.2
8	100	2.4	19.0
9	90	1.9	17.4
10	150	5.1	22.4
11	120	3.5	39.9
12	150	2.0	30.6
13	140	3.1	42.8
14	110	5.9	34.3
15	140	12.4	20.1
16	140	20.3	11.5
17	90	11.6	31.4
18	190	7.5	25.5
19	150	4.5	16.3
20	70	4.5	3.2
21	140	0.6	7.7

22	120	8.3	5.9
23	90	10.4	12.4
24	130	17.6	20.3
25	80	8.8	51.1
26	130	3.8	48.6
27	110	1.4	28.9
28	140	5.7	31.5
29	150	6.4	6.4
30	110	14.2	6.8
31	120	4.4	43.6
32	120	9.2	34.3
33	110	2.6	39.8
34	90	11.1	31.9
35	120	9.3	29.7
36	140	9.9	25.1
37	120	5.5	11.6
38	80	1.6	11.8

Вариант 8			
№ точки	Глубина, м	Мощность, м	Содержание Mn ₂ O, %
1	200	1.9	12.4
2	160	8.8	42.8
3	130	2.2	6.8
4	110	3.2	39.4

5	100	2.7	34.3
6	160	1.9	20.1
7	150	7.5	11.5
8	60	4.5	31.4
9	150	9.3	25.5
10	100	9.9	16.3
11	120	5.5	3.8
12	150	1.6	39.8
13	120	3.8	31.9
14	140	1.4	48.6
15	120	8.3	28.9
16	80	10.4	31.5
17	80	17.6	23.6
18	140	4.5	22.4
19	150	0.8	5.9
20	110	1.8	20.3
21	130	0.5	43.6
22	120	2.3	34.3
23	140	1.6	29.7
24	90	1.1	25.1
25	160	1.6	6.4
26	130	2.4	40.2
27	80	5.1	19.0
28	140	3.5	17.4

29	80	2.0	39.9
30	140	5.6	30.6
31	110	4.8	11.6
32	180	5.6	11.8
33	140	1.6	3.2
34	170	6.4	7.7
35	140	4.2	51.1
36	110	6.8	16.9
37	150	4.4	11.6
38	140	2.2	6.5

Вариант 9			
№ точки	Глубина, м	Мощность, м	Содержание Mn ₂ O, %
1	140	4.4	42.8
2	120	9.2	34.3
3	110	2.6	31.5
4	90	3.1	6.4
5	90	5.9	6.8
6	120	14.6	43.6
7	140	9.9	40.2
8	150	5.5	19.0
9	160	1.6	17.4
10	150	0.8	22.4
11	130	4.5	39.9

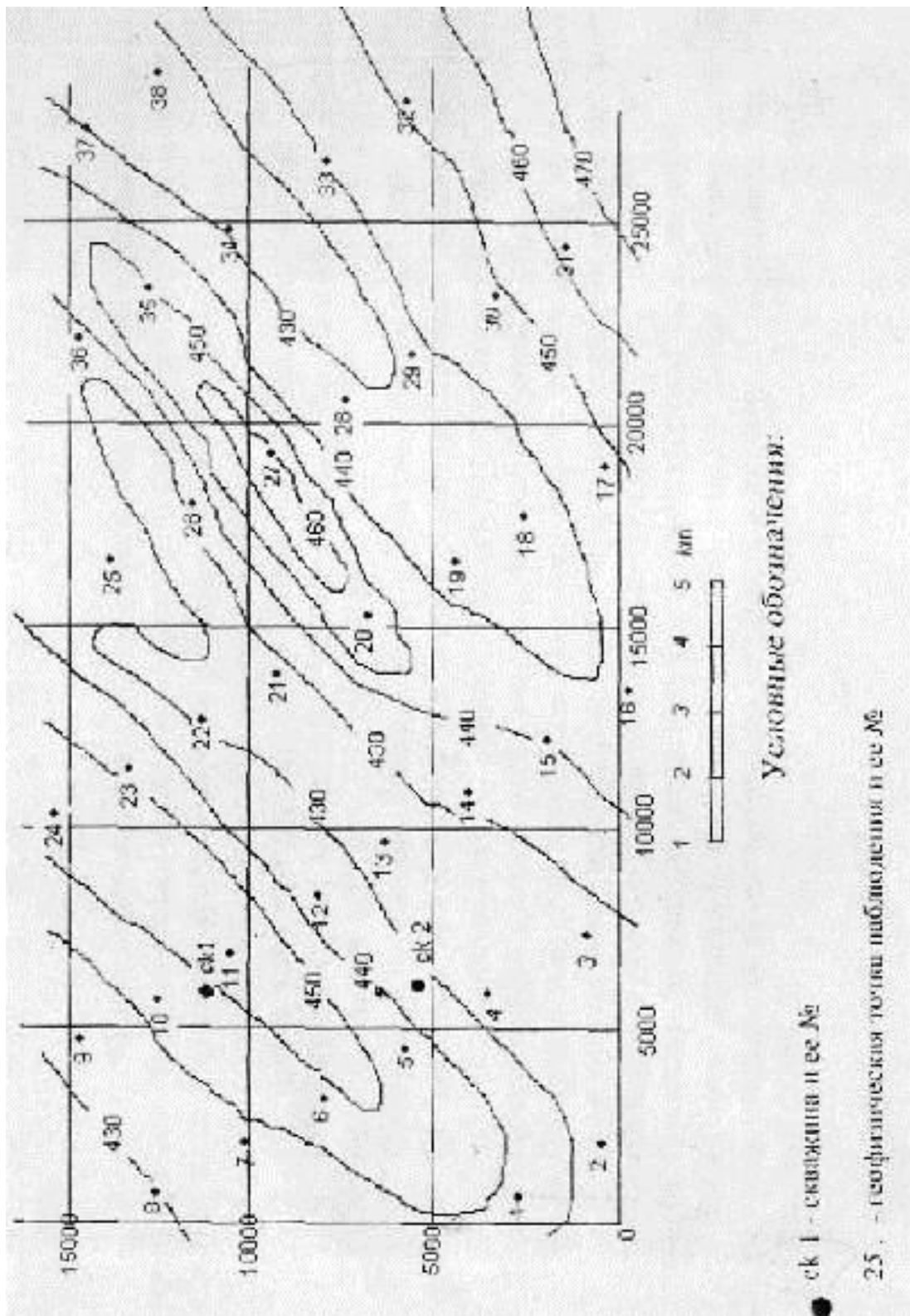
12	80	3.2	23.6
13	40	7.7	39.4
14	90	8.8	51.1
15	140	12.4	48.6
16	140	20.3	28.9
17	170	11.6	25.6
18	140	7.5	25.5
19	120	4.5	16.3
20	70	3.2	16.9
21	50	3.5	11.6
22	110	2.0	6.5
23	140	1.8	3.8
24	180	0.5	11.5
25	150	2.3	20.1
26	100	3.8	45.6
27	90	1.4	12.6
28	120	5.7	55.6
29	80	6.4	25.7
30	190	14.2	44.4
31	190	8.3	30.6
32	150	10.4	34.3
33	120	17.6	39.8
34	90	11.1	31.9
35	110	9.3	29.7

36	130	2.6	25.1
37	140	2.4	11.6
38	140	1.9	11.8

Вариант 10			
№ точки	Глубина, м	Мощность, м	Содержание Mn ₂ O, %
1	120	5.6	22.4
2	50	4.8	5.9
3	140	5.6	12.4
4	90	1.6	42.8
5	190	6.4	6.8
6	150	4.2	39.4
7	120	6.8	3.8
8	100	4.4	39.8
9	90	2.2	31.9
10	150	1.8	48.6
11	120	0.5	28.9
12	120	2.3	31.5
13	110	1.6	23.6
14	90	1.1	34.3
15	170	1.6	20.1
16	120	2.4	11.5
17	90	5.1	34.1
18	130	3.5	25.5

19	70	2.0	16.3
20	130	3.8	3.2
21	120	1.4	7.7
22	150	8.3	51.1
23	120	10.4	16.9
24	140	17.6	11.6
25	120	4.5	6.5
26	80	0.8	6.4
27	80	1.9	40.2
28	140	8.8	19.0
29	150	2.2	17.4
30	110	3.2	39.9
31	140	2.7	30.6
32	110	1.9	20.3
33	140	7.5	43.6
34	140	4.5	34.3
35	110	9.3	29.7
36	180	9.9	25.1
37	140	5.5	11.6
38	160	1.6	11.8

Топографическая карта поверхности



**КАРТА ГІДРОІЗОГІПС
ВЫПОЛНИЛ:**

М 1:500

