**Пример расчета\_07\_11\_2016\_V1.docx**

**Пример расчета №1 загрязнения грунта**

**и грунтовых вод в результате разлива НП**

Пусть =80 м3 ‑ объем разлитого НП (бензина).

Рассчитываем площадь разлива НП:

*,* (1)

где м-1– коэффициент разлива на равнине, м2/м3 (МЧС РФ, расчет основных характеристик Разлива.doc стр.4).

Полная масса НП:

где – плотность НП, кг/м3.

Тогда радиус разлива:

Высота разлитого слоя НП:

**Вариант Алексея – нет параметров:**

Время достижения НП грунтовых вод (с):

где – коэффициент задержки НП в грунте;

– вычисляется по формуле:

где ‑ толщина слоя грунта;

– влажность грунта (от 0 до 1);

где – водопроницаемость грунта, м/с, при влажности , **>** ;

– капиллярная влагоёмкость грунта (от 0 до 1);

‑ коэффициент Аверьянова (от 3,5 до 9 !! у Аверьянова );

– коэффициент фильтрации воды м/с;

– пористость грунта (от 0 до 1).

**Вариант Э.Вестника:**

Время достижения НП грунтовых вод, с (1 сутки = 86400 с):

где – мощность слоя грунта, м;

– скорость распространения НП в грунте, м/с:

где – вязкость НП, ;

– вязкость воды, ;

– плотность воды, кг**/**м3;

– коэффициент фильтрации воды грунтом (водопроницаемость грунта), м/с (см. формулу (6)).

Адсорбированная масса НП грунтовым слоем рассчитывается по формуле:

где ‑ масса НП, адсорбированная грунтовым слоем, кг;

– мощность слоя грунта, м;

– площадь разлива НП, м2;

– пористость грунтового слоя в месте разлива (от 0 до 1);

– капиллярная влагоемкость слоя грунта (от 0 до 1) (объем пор, занятых капиллярной водой);

– коэффициент поверхностного натяжения бензина, кг/с2;

– коэффициент поверхностного натяжения воды, кг/с2;

– вязкость НП, ;

– вязкость воды, ;

– плотность воды, кг**/**м3.

Возможны два случая:

1. Масса пролитого НП M меньше или равна адсорбированной грунтовым слоем массы: . В этом случае НП не дойдет до грунтовых вод; максимальная глубина проникновения НП в этом случае .
2. Масса пролитого НП M больше или равна адсорбированной грунтовым слоем массы: . В этом случае НП попадет в грунтовые воды; масса НП, попавшего в грунтовые воды составит .

У нас случай 2:

В первом случае глубина проникновения НП в метрах определяется как:

Рассчитываем для второго случая: масса НП, попавшего в грунтовые воды, составляет

Тогда концентрация НП в грунтовых водах вычисляется по формуле:

где – коэффициент диффузии НП в воде, м2**/**с;

– расстояние от центра пятна НП в грунтовых водах до точки наблюдения вдоль линии течения грунтовых вод, м;

– время от момента попадания НП в грунтовые воды до момента наблюдения, время *t* отсчитывается от момента разлива, с, ;

– скорость грунтовых вод, м**/**с (будем считать, что :

где – уклон, , где – перепад высот между центром пятна загрязнения и точкой наблюдения. Альтернативно может быть задано как независимый параметр.

Пятно НП в грунтовых водах расплывается со временем – дисперсия распределения меняется как:

т.е. линейно растет со временем *t*. Выберем *t* =10 суток = , тогда ; Максимальная концентрация равна:

Концентрация имеет размерность кг/м, т.е. масса НП на 1 м длины вдоль скорости потока. Чтобы найти объемную концентрацию , учтем распределение НП в поперечном сечении потока:

где – координаты центра пятна НП в поперечной плоскости.

Максимальная объемная концентрация (кг/м3) равна:

Она будет меньше или равна предельно допустимой концентрации через время после загрязнения, если:

откуда:

Такому времени Т соответствует расстояние L от центра пятна загрязнения:

Если природоохранный объект находится на расстоянии от центра пятна загрязнения, то при

будет выполняться условие:

Чтобы вычислить на расстоянии *x* по потоку, найдем время распространения НП на это расстояние:

Тогда

Полученное значение концентрации нужно сравнить с табличным значением для данного загрязнителя.

**Учет конечных размеров пятна загрязнения.**

Формулы (9), (11) описывают концентрацию при точечном загрязнении грунтовых вод – это видно из того, что при . Для пятна на зеркале грунтовых вод с радиусом и толщиной распределение по осям *x* и *y* можно описать функцией :

где – расстояние в плоскости зеркала грунтовых вод от смещающегося центра пятна загрязнения до точки наблюдения (см. Рис.1). Т.к. это расстояние берется не обязательно вдоль течения, то *l* может не совпадать с .

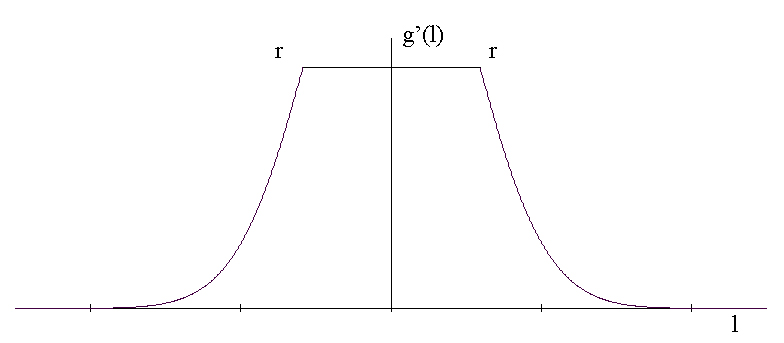


Рис.1. График функции

“Объем” (в м2, т.к. безразмерная величина) между поверхностью и плоскостью равен (:

поэтому нормированное распределение будет равно:

Формулы (9) и (11) не учитывают также начальную толщину пятна на грунтовых водах , поэтому при возникнет деление на 0 для распределения НП по вертикальной оси *z*. Чтобы избежать этого, в нормальном распределении по оси *z* (смотри формулу (11)) можно сделать замену: , где

В итоге полное распределение плотности НП будет иметь вид:

Выберем **первую точку наблюдения с**  Тогда Поскольку , то в данной точке наблюдения.

**Выберем вторую точку наблюдения внутри пятна загрязнения с**  Тогда

## Во второй точке наблюдения, попавшей в круг радиуса r, на глубине 0,5 м от зеркала грунтовых вод, . По документу РФ «Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03» ПДК бензина в воде составляет 0,1 , т.е. в данной точке имеется небольшое превышение ПДК.

**Выберем третью точку наблюдения внутри пятна загрязнения с**  Тогда

## В третьей точке наблюдения, попавшей в круг радиуса r, на глубине 0 м от зеркала грунтовых вод, . По документу РФ «Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03» ПДК бензина в воде составляет 0,1 , т.е. в данной точке имеется превышение ПДК в 2,4 раза. Это превышение является максимальным для выбранного значения *t* =10 суток = внутри пятна загрязнения с .

Максимальная объемная концентрация (кг/м3) теперь будет в центре пятна загрязнения в круге радиуса *r*;она будет равна:

С течением времени пятно загрязнения будет расплываться, его центральная часть будет становиться все тоньше.