

```

In[* ]:= (*Определение констант и параметров*) k = 0.1 (*проницаемость,Д*);
b = 10 (*толщина пласта,м*);
h = 10 (*толщина вскрытой части пласта,м*);
mu = 1 (*вязкость,сПз*);
pk = 100 (*давление на контуре,атм*);
pc = 50 (*давление на забое,атм*);
rc = 0.1 (*радиус скважины,м*);
Rk = 500 (*радиус контура питания,м*);
Ro = 1;
l = 100 (*длина горизонтальной скважины,м*);
deltaP = pk - pc;

(*Вспомогательные функции*)
phi[x_] := Log[
    |натуральный логарифм
    Gamma[0.875 * x] * Gamma[0.125 * x] / (Gamma[1 - 0.875 * x] * Gamma[1 - 0.125 * x])];
    |гамма-функция |гамма-функция |гамма-функция |гамма-функция
a[lVal_, RkVal_] := lVal * Sqrt[0.5 + Sqrt[0.25 + (RkVal / lVal) ^ 4]];
    |квадратны... |квадратный корень

(*Формулы для несовершенных скважин*)

(*1. Формула Гиринского*)
Q1[bVal_, rcVal_] := (2 * Pi * k * bVal / mu) * (pk - pc) / Log[1.66 * bVal / rcVal];
    |число пи |натуральный логарифм

(*2. Формула Маскета*)
xi[hVal_, rcVal_, bVal_] := (1 / (2 * hVal / bVal)) *
    (2 * Log[4 * hVal / rcVal] - phi[bVal / hVal]) - Log[4 * hVal / Rk];
    |натуральный логарифм |натуральный логарифм
Q2[hVal_, rcVal_, bVal_] := (2 * Pi * k * hVal / mu) * (pk - pc) / xi[hVal, rcVal, bVal];
    |число пи

(*3. Формула Козени*)
Q3[hVal_, rcVal_, bVal_] := (2 * Pi * k * bVal / mu) * (pk - pc) / Log[Rk / rcVal] *
    (1 + 7 * Sqrt[rcVal / (2 * bVal)] * Cos[(Pi * bVal) / (2 * hVal)]);
    |число пи |натуральный логарифм
    |квадратный корень |кос... |число пи

(*4. Формула Чарного*)
Q4[hVal_, rcVal_] :=
    (2 * Pi * k * hVal / mu) * (pk - pc) / (Log[Rk / Ro] + hVal / rcVal - hVal / Ro);
    |число пи |натуральный логарифм

(*Формулы для горизонтальных скважин*)

(*5. Формула Борисова*)
Q5[hVal_, rcVal_, lVal_] := (2 * Pi * k * hVal / mu) *
    |число пи

```

```

deltaP / (Log[2 * Rk / lVal] + (hVal / (2 * lVal)) * Log[hVal / (2 * Pi * rcVal)]);
      [натуральный логарифм] [натуральный ло... [число пи

(*6. Формула Джоши*)
Q6[hVal_, rcVal_, lVal_] := Module[{aVal = a[lVal, Rk]},
      [программный модуль
(2 * Pi * k * hVal / mu) * deltaP / (Log[(aVal + Sqrt[aVal^2 - lVal^2]) / lVal] +
      [число пи [натуральный... [квадратный корень
(hVal / (2 * lVal)) * Log[hVal / (2 * rcVal)]])];
      [натуральный логарифм

(*Анализ несовершенных скважин*)
Print["Дебиты несовершенных скважин:"];
[печатать
Print["Гиринского: ", Q1[b, rc]];
[печатать
Print["Маскера: ", Q2[h, rc, b]];
[печатать
Print["Козени: ", Q3[h, rc, b]];
[печатать
Print["Чарного: ", Q4[h, rc]];
[печатать

(*Анализ горизонтальных скважин*)
Print["\nДебиты горизонтальных скважин:"];
[печатать
Print["Борисова: ", Q5[h, rc, l]];
[печатать
Print["Джоши: ", Q6[h, rc, l]];
[печатать

(*Построение графиков отношений дебитов*)

(*Для несовершенных скважин*)
rcValues = Table[rcVal, {rcVal, 0.05, 0.5, 0.01}];
      [таблица значений
ratios1 = Table[Q1[b, rcVal] / Q2[h, rcVal, b], {rcVal, rcValues}];
      [таблица значений
ratios2 = Table[Q1[b, rcVal] / Q3[h, rcVal], {rcVal, rcValues}];
      [таблица значений
ratios3 = Table[Q1[b, rcVal] / Q4[h, rcVal], {rcVal, rcValues}];
      [таблица значений

Plot1 =
ListLinePlot[{Transpose[{rcValues, ratios1}], Transpose[{rcValues, ratios2}],
      [линейный график... [транспозиция [транспозиция
Transpose[{rcValues, ratios3}]]], PlotLegends -> {"Q1/Q2 (Гиринский/Маскер)",
      [транспозиция [легенды графика
"Q1/Q3 (Гиринский/Козени)", "Q1/Q4 (Гиринский/Чарного)"},
AxesLabel -> {"Радиус скважины (м)", "Отношение дебитов"},
      [обозначения на осях

```

```

PlotLabel → "Сравнение дебитов несовершенных скважин";
[пометка графика]

(*Для горизонтальных скважин*)
lValues = Table[lVal, {lVal, 50, 500, 10}];
[таблица значений]
ratiosH = Table[Q5[h, rc, lVal] / Q6[h, rc, lVal], {lVal, lValues}];
[таблица значений]

Plot2 = ListLinePlot[Transpose[{lValues, ratiosH}],
[линейный график] [транспозиция]
  PlotLegends → {"Q5/Q6 (Борисов/Джоши)"},
[легенды графика]
  AxesLabel → {"Длина скважины (м)", "Отношение дебитов"},
[обозначения на осях]
  PlotLabel → "Сравнение дебитов горизонтальных скважин";
[пометка графика]

(*Расчет эффективного радиуса rc'*)

(*Для несовершенной скважины (сравниваем с формулой совершенной скважины)*)
perfectQ[hVal_, rcVal_] := (2 * Pi * k * hVal / mu) * (pk - pc) / Log[Rk / rcVal];
[число пи] [натуральный логарифм]

rcPrime1[rcVal_] := rcVal *
  Exp[(perfectQ[h, rcVal] - Q1[b, rcVal]) * Log[Rk / rcVal] / perfectQ[h, rcVal]];
[показательная функция] [натуральный логарифм]
rcPrime2[rcVal_] := rcVal * Exp[
[показательная функция]
  (perfectQ[h, rcVal] - Q2[h, rcVal, b]) * Log[Rk / rcVal] / perfectQ[h, rcVal]];
[натуральный логарифм]
rcPrime3[rcVal_] := rcVal *
  Exp[(perfectQ[h, rcVal] - Q3[h, rcVal]) * Log[Rk / rcVal] / perfectQ[h, rcVal]];
[показательная функция] [натуральный логарифм]
rcPrime4[rcVal_] := rcVal *
  Exp[(perfectQ[h, rcVal] - Q4[h, rcVal]) * Log[Rk / rcVal] / perfectQ[h, rcVal]];
[показательная функция] [натуральный логарифм]

rcPrimeRatios1 = Table[rcPrime1[rcVal] / rcVal, {rcVal, rcValues}];
[таблица значений]
rcPrimeRatios2 = Table[rcPrime2[rcVal] / rcVal, {rcVal, rcValues}];
[таблица значений]
rcPrimeRatios3 = Table[rcPrime3[rcVal] / rcVal, {rcVal, rcValues}];
[таблица значений]
rcPrimeRatios4 = Table[rcPrime4[rcVal] / rcVal, {rcVal, rcValues}];
[таблица значений]

Plot3 = ListLinePlot[{Transpose[{rcValues, rcPrimeRatios1}],
[линейный график] [транспозиция]
  Transpose[{rcValues, rcPrimeRatios2}], Transpose[
[транспозиция] [транспозиция]

```

```

    {rcValues, rcPrimeRatios3}], Transpose[{rcValues, rcPrimeRatios4}]],
    |транспозиция

    PlotLegends → {"Гиринский", "Маскер", "Козени", "Чарного"},
    |легенды графика

    AxesLabel → {"Радиус скважины (м)", "rc'/rc"},
    |обозначения на осях

    PlotLabel → "Отношение эффективного радиуса к фактическому";
    |пометка графика

    (*График нормированного коэффициента продуктивности*)
    bRange = Table[bVal, {bVal, 1, 20, 0.5}];
    |таблица значений

    (*Перерасчет всех формул с переменным b*)
    jNorm1 = Table[{bVal / Rk, Q1[bVal, rc] * mu / (2 * Pi * k * deltaP)}, {bVal, bRange}];
    |таблица значений |число пи
    jNorm2 =
    Table[{bVal / Rk, Q2[h, rc, bVal] * mu / (2 * Pi * k * deltaP)}, {bVal, bRange}];
    |таблица значений |число пи
    jNorm3 = Table[{bVal / Rk, Q3[h, rc] * mu / (2 * Pi * k * deltaP)}, {bVal, bRange}];
    |таблица значений |число пи
    jNorm4 = Table[{bVal / Rk, Q4[h, rc] * mu / (2 * Pi * k * deltaP)}, {bVal, bRange}];
    |таблица значений |число пи
    jNormPerfect =
    Table[{bVal / Rk, perfectQ[h, rc] * mu / (2 * Pi * k * deltaP)}, {bVal, bRange}];
    |таблица значений |число пи

    (*Построение графика*)
    PlotProductivity = ListLinePlot[{jNorm1, jNorm2, jNorm3, jNorm4, jNormPerfect},
    |линейный график данных

    PlotLegends → {"Гиринский", "Маскер", "Козени", "Чарного", "Совершенная"},
    |легенды графика

    AxesLabel → {"b/Rk", " $J \cdot \mu / (2\pi k)$ "},
    |обозначения на осях

    PlotLabel → "Нормированный коэффициент продуктивности",
    |пометка графика

    PlotStyle → Thick, GridLines → Automatic];
    |стиль графика |жирный |линии координат |автоматический

    (*Отображение всех графиков*)
    Print[Plot1];
    |печатать
    Print[Plot2];
    |печатать
    Print[Plot3];
    |печатать
    Print[PlotProductivity]
    |печатать

    Дебиты несовершенных скважин:
    Гиринского: 61.4554
    Маскера: 36.8853

```

Козени: 36.8853

Чарного: 3.26519

Дебиты горизонтальных скважин:

Борисова: 128.704

Джоши: 125.752

