```
ln[\cdot]:=(\star 0пределение констант и параметров\star) k = 0.1 (\starпроницаемость, \mathcal{J}_{\star});
     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];
                                                             [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];
     (*3. Формула Козени*)
     Q3[hVal_, rcVal_, bVal_] := (2 * Pi * k * bVal / mu) * (pk - pc) / Log[Rk / rcVal] *
                                                                     натуральный логарифм
                                       число пи
         (1 + 7 * Sqrt[rcVal / (2 * bVal)] * Cos[(Pi * bVal) / (2 * hVal)]);
                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
```

Іобозначения на осях

```
deltaP / (Log[2 * Rk / lVal] + (hVal / (2 * lVal)) * Log[hVal / (2 * Pi * rcVal)]);
                                                    <u> </u> натуральный ло⋯ <u> </u> число пи
             [натуральный логарифм
(*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] +
                                   _ натуральный · · · _ квадратный корень
        (hVal / (2 * lVal)) * Log[hVal / (2 * rcVal)])];
                            [натуральный логарифм
(*Анализ несовершенных скважин*)
Print["Дебиты несовершенных скважин:"];
Print["Гиринского: ", Q1[b, rc]];
Print["Macκera: ", Q2[h, rc, b]];
Print["Козени: ", Q3[h, rc, b]];
Print["Чарного: ", Q4[h, rc]];
печатать
(*Aнализ горизонтальных скважин*)
Print["\nДебиты горизонтальных скважин:"];
Print["Fopucoba: ", Q5[h, rc, l]];
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}];
ratios2 = Table[Q1[b, rcVal] / Q3[h, rcVal], {rcVal, rcValues}];
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/Маскег)",
    транспозиция
                                        легенды графика
      "Q1/Q3 (Гиринский/Козени)", "Q1/Q4 (Гиринский/Чарного)"},
   AxesLabel → {"Радиус скважины (м)", "Отношение дебитов"},
```

```
PlotLabel → "Сравнение дебитов несовершенных скважин"];
   пометка графика
(∗Для горизонтальных скважин∗)
lValues = Table[lVal, {lVal, 50, 500, 10}];
         Ітаблица значений
ratiosH = Table[Q5[h, rc, lVal] / Q6[h, rc, lVal], {lVal, lValues}];
         таблица значений
Plot2 = ListLinePlot[Transpose[{lValues, ratiosH}],
       |линейный графи .. | транспозиция
   PlotLegends → {"Q5/Q6 (Борисов/Джоши)"},
   легенды графика
   AxesLabel → {"Длина скважины (м)", "Отношение дебитов"},
   Іобозначения 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}];
                 Ітаблица значений
rcPrimeRatios4 = Table[rcPrime4[rcVal] / rcVal, {rcVal, rcValues}];
                 таблица значений
Plot3 = ListLinePlot[{Transpose[{rcValues, rcPrimeRatios1}],
       линейный график… транспозиция
    Transpose[{rcValues, rcPrimeRatios2}], Transpose[
```

```
4 | task_4.nb
             {rcValues, rcPrimeRatios3}], Transpose[{rcValues, rcPrimeRatios4}]},
                                             транспозиция
          PlotLegends → {"Гиринский", "Маскег", "Козени", "Чарного"},
          легенды графика
          AxesLabel → {"Радиус скважины (м)", "rc'/rc"},
          Іобозначения 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}];
       jNorm4 = Table[{bVal / Rk, Q4[h, rc] * mu / (2 * Pi * k * deltaP)}, {bVal, bRange}];
               таблица значений
       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", "Маскег", "Козени", "Чарного", "Совершенная"},
          легенды графика
          AxesLabel \rightarrow {"b/Rk", "J·\mu / (2\pik)"},
          обозначения на осях
          PlotLabel → "Нормированный коэффициент продуктивности",
          пометка графика
          PlotStyle → Thick, GridLines → Automatic];
          [стиль графика [жирный [линии коорд... [автоматический
       (*Отображение всех графиков*)
       Print[Plot1];
       печатать
       Print[Plot2];
```

печатать

Print[Plot3];

печатать

Print[PlotProductivity]

печатать

Дебиты несовершенных скважин:

Гиринского: 61.4554

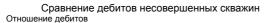
Маскега: 36.8853

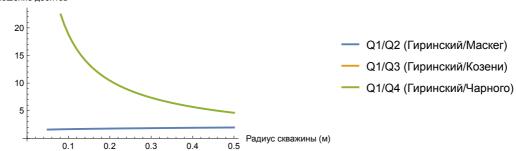
Козени: 36.8853 Чарного: 3.26519

## Дебиты горизонтальных скважин:

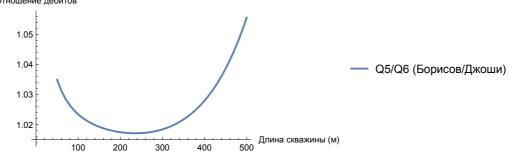
Борисова: 128.704

Джоши: 125.752

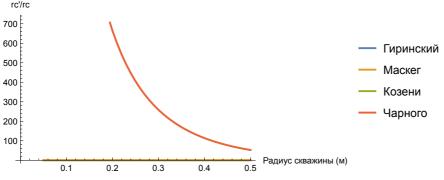




## Сравнение дебитов горизонтальных скважин Отношение дебитов



## Отношение эффективного радиуса к фактическому



## Нормированный коэффициент продуктивности

