

О.Н.Калачёв

Пособие  
по программе KONCUT  
**Расчет режимов механообработки  
с учетом технико-экономических показателей**

Ярославль 2005

# Содержание

<b>Введение</b> .....	<b>3</b>
<b>Методика расчета</b> .....	<b>4</b>
<b>Подготовка исходных данных</b> .....	<b>5</b>
<b>Результаты расчета</b> .....	<b>8</b>
<b>Пример расчета</b> .....	<b>10</b>
<b>Список литературы</b> .....	<b>13</b>
<b>О программе</b> .....	<b>13</b>

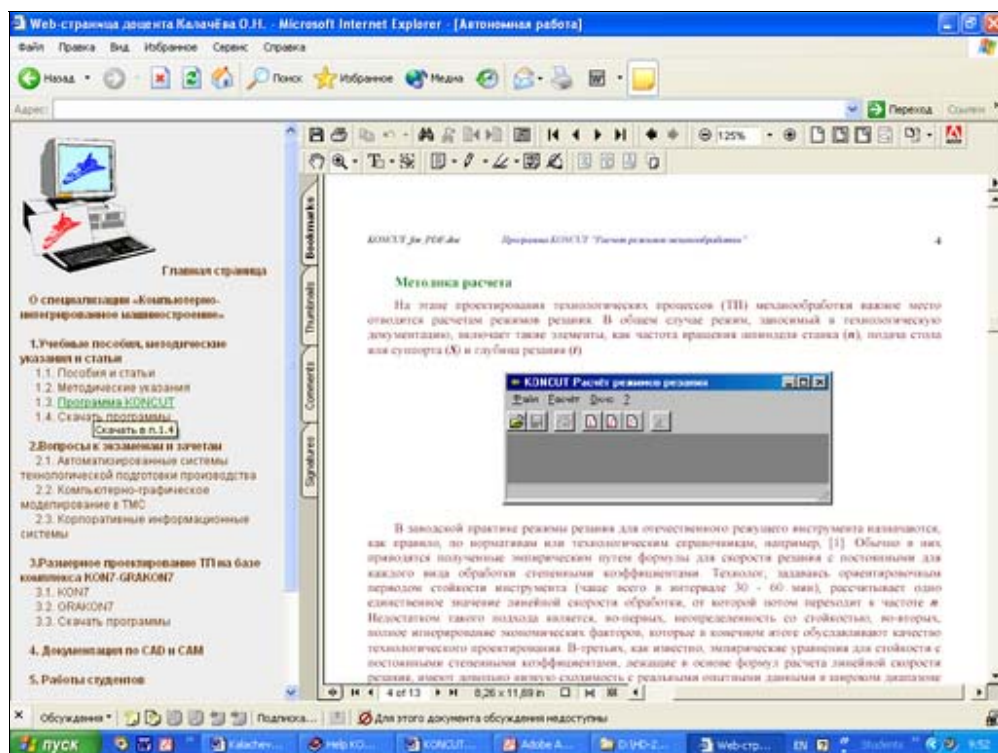
Представлена на Web-странице <http://tms.ystu.ru/>

После запуска программы ее необходимо зарегистрировать – для студенческой версии – ввести пароль **rjy**.

## Введение

Программа KONCUT предназначена для интерактивной подготовки исходной информации и расчета оптимальных по частоте вращения шпинделя режимов резания при точении, сверлении и фрезеровании. Выбор оптимальной частоты вращения выполняется на основе анализа целевых функций производительности, себестоимости обработки и стоимости инструмента. В основу методики расчета положены нестепенные стойкотные зависимости, расширяющие диапазон достоверности режимов по сравнению с традиционными степенными выражениями.

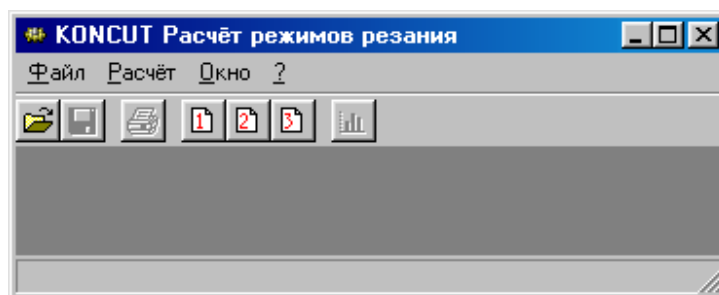
The computer program KONCUT, intended for interactive preparation of the initial information and account optimum frequency of rotation of a spindle of modes of cutting for turning, drilling and milling is discussed. The choice of optimum frequency of rotation is carried out on the basis of the analysis of criterion functions of productivity, cost price of processing and cost of the tool. In a basis of a technique of account the not sedate dependences of resistance expanding a range of reliability of modes in comparison with traditional sedate expressions are fixed.



Отображение данного пособия на Web-странице <http://tms.ystu.ru>

## Методика расчета

На этапе проектирования технологических процессов (ТП) механообработки важное место отводится расчетам режимов резания. В общем случае режим, заносимый в технологическую документацию, включает такие элементы, как линейная скорость ( $V$ ), частота вращения шпинделя станка ( $n$ ), подача стола или суппорта ( $S$ ) и глубина резания ( $t$ ).



В заводской практике режимы резания для отечественного режущего инструмента назначаются, как правило, по нормативам или технологическим справочникам, например, [1]. Обычно в них приводятся полученные эмпирическим путем формулы для скорости резания с постоянными для каждого вида обработки степенными коэффициентами. Технолог, задаваясь ориентировочным периодом стойкости инструмента (чаще всего в интервале 30 - 60 мин), рассчитывает одно единственное значение линейной скорости обработки, от которой потом переходит к частоте  $n$ . Недостатком такого подхода является, во-первых, неопределенность со стойкостью, во-вторых, полное игнорирование экономических факторов, которые в конечном итоге обуславливают качество технологического проектирования. В-третьих, как известно, эмпирические уравнения для стойкости с постоянными степенными коэффициентами, лежащие в основе формул расчета линейной скорости резания, имеют довольно низкую сходимость с реальными опытными данными в широком диапазоне изменения режимов резания. В силу своей недостоверности эти уравнения не могут быть рекомендованы для практического использования при многоинструментальной обработке, при обработке некоторых жаропрочных сплавов, труднообрабатываемых металлов и металлокерамических композиций, тем более при создании современных САПР ТП [2].

Более общая аналитическая зависимость для стойкости инструмента, описывающая достаточно надежно весь диапазон возможных скоростей резания, была предложена еще в [3]:

$$T = 100 e^{a(1 - \sqrt{1 - b \ln \mu})} \text{ при } \mu \leq e^{1/b},$$

$$T = 100 e^{a - (\ln \mu - 1/b)} \text{ при } \mu > e^{1/b},$$

$$\text{где } V_{100} = \frac{C_V D^z}{t^x S_z^y B u_z^n} k_{..} k_y k_u - \text{ приведенная скорость резания;}$$

$$\mu = \frac{V}{V_{100}} - \text{ отношение текущей скорости резания к приведенной;}$$

$a, b$  – коэффициенты, учитывающие материал заготовки и инструмента.

В результате отказа от степенных зависимостей и перехода на нестепенные, приведенные выше, НИИТавтопромом и ведущими отечественными автомобильными заводами разработаны нормативная база и рекомендации по расчету режимов резания [4], которые реализованы в предлагаемой нами интерактивной системе **KONCUT** для компьютеров платформы Wintel.

Выбор оптимального режима резания из дидактических соображений выполняется на основе построения и анализа целевых функций: - производительности, - себестоимости обработки и стоимости инструмента, - в интервале частот вращения станка.

## Подготовка исходных данных

После выбора метода обработки (KON1-Точение, KON2-Сверление, KON3-Фрезерование), пользователь должен заполнить шесть вкладок путем ввода в поля диалогового окна или выбора из меню сведений по следующим группам информации.

- сведения о заказчике:

The screenshot shows the 'KON1 Точение' dialog box with the 'Заказчик' (Customer) tab selected. The 'Заказчик, ФИО' (Customer, Full Name) field contains 'Цех корпусных деталей' (CNC shop) and the 'Группа' (Group) field contains 'Иванов И.И.' (Ivanov I.I.). The 'Расчёт' (Calculate) and 'Отмена' (Cancel) buttons are visible at the bottom.

- материал заготовки:

The screenshot shows the 'KON1 Точение' dialog box with the 'Материал заготовки' (Material) tab selected. The 'Материал заготовки' (Material) dropdown menu is open, showing a list of materials including 'Углеродистая сталь' (Carbon steel), 'Серый чугун' (Gray cast iron), 'Автоматная сталь' (Automatic steel), and various alloy steels. 'Углеродистая сталь' is currently selected. The 'Твёрдость материала (HRC)' (Material hardness) field is empty. The 'Расчёт' (Calculate) and 'Отмена' (Cancel) buttons are visible at the bottom.

- кинематика станка:

The screenshot shows the 'KON1 Точение' window with the 'Станок' (Machine) tab selected. The 'Название станка' (Machine name) is '1Б240'. The following parameters are listed:

Минимальная частота вращения шпинделя (Nmin), об/мин	63.000
Максимальная частота вращения шпинделя (Nmax), об/мин	1048.000
Минимальная величина подачи (Smin), мм/об	1.000
Максимальная величина подачи (Smax), мм/об	6.600
Число ступеней ряда частоты вращения (Kn)	39
Число ступеней геометрического ряда подач (Ks)	30
Мощность электродвигателя станка (N), кВт	13.0
Коэффициент полезного действия (КПД)	0.85

Buttons: 'Расчёт' (Calculate), 'Отмена' (Cancel).

- характеристики режущего инструмента:

The screenshot shows the 'KON1 Точение' window with the 'Режущий инструмент' (Cutting tool) tab selected. The 'Тип резца' (Tool type) is 'Проходной, подрезной, расточной'. The 'Профиль фасонного резца' (Profile of the shaped tool) is 'Проходной, подрезной, расточной'. The following parameters are listed:

Подача инструмента в пределах ряда подач станка (S), мм/об	1.000
Угол в плане (Fi), град	60
Главный передний угол (Gamma), град	10
Радиус при вершине (r), мм	1.000

Buttons: 'Расчёт' (Calculate), 'Отмена' (Cancel).

- экономические показатели;
- содержание операции:

**KON1 Точение** [X]

Технико-экономические параметры | Содержание операции

Вид обработки: Наружное продольное точение

Характер обработки: Чистовая

Состояние поверхности: Без корки и холодный прокат

Глубина резания (t), мм: 2.000

Длина (ширина) резания (Lрез, B), мм: 137.000

Длина рабочего хода (Lрх), мм: 150.000

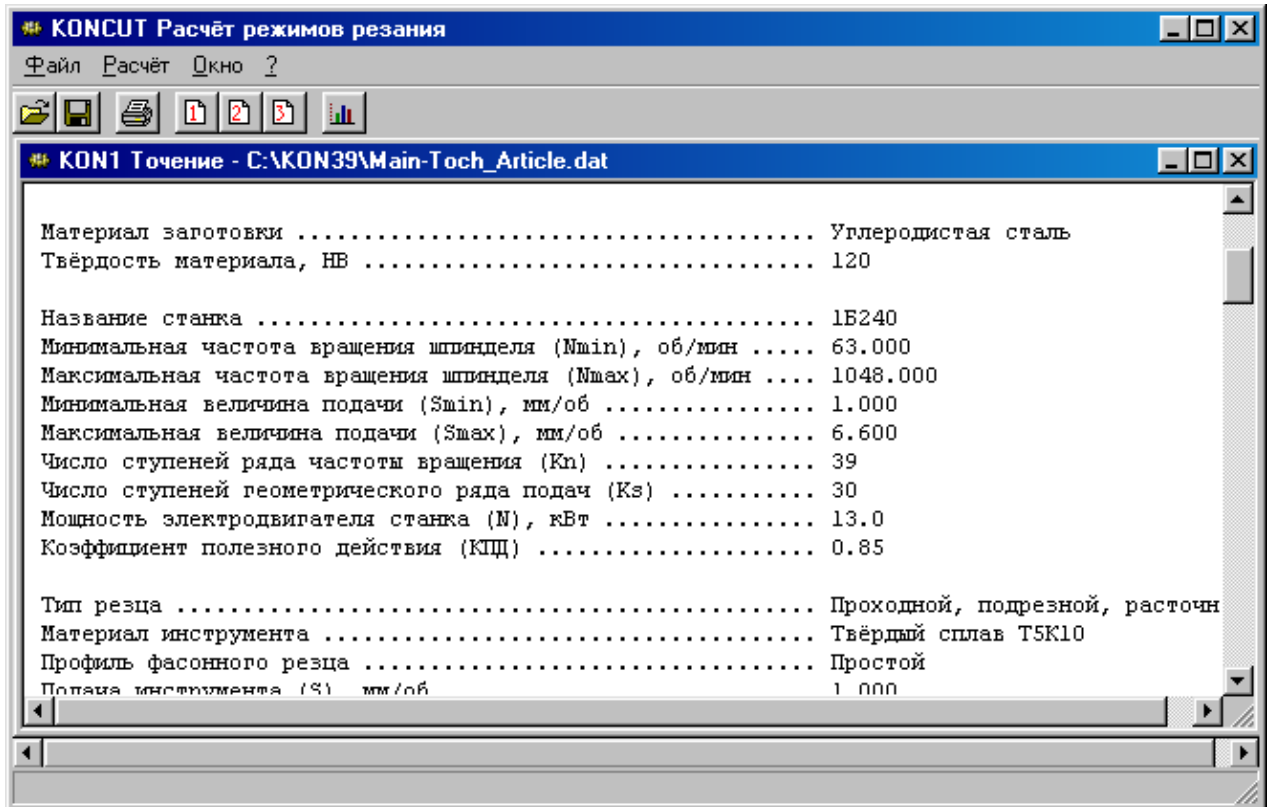
Диаметр обработки (D), мм: 25.000

Наличие СОЖ

Расчёт      Отмена

## Результаты расчета

Программа автоматически определяет коэффициент геометрического ряда частот выбранного станка, а затем рассчитывает целевые функции: производительность и себестоимость обработки, стоимость затрат на инструмент, а также нормы времени и мощность резания, – для каждого дискретного (или искусственно введенного при бесступенчатом регулировании) значения частоты в пределах кинематики выбранного, например, токарного станка.



Полученные таблицы позволяют оценить и сопоставить варианты режимов обработки между собой.



**KONCUT Расчет режимов резания**

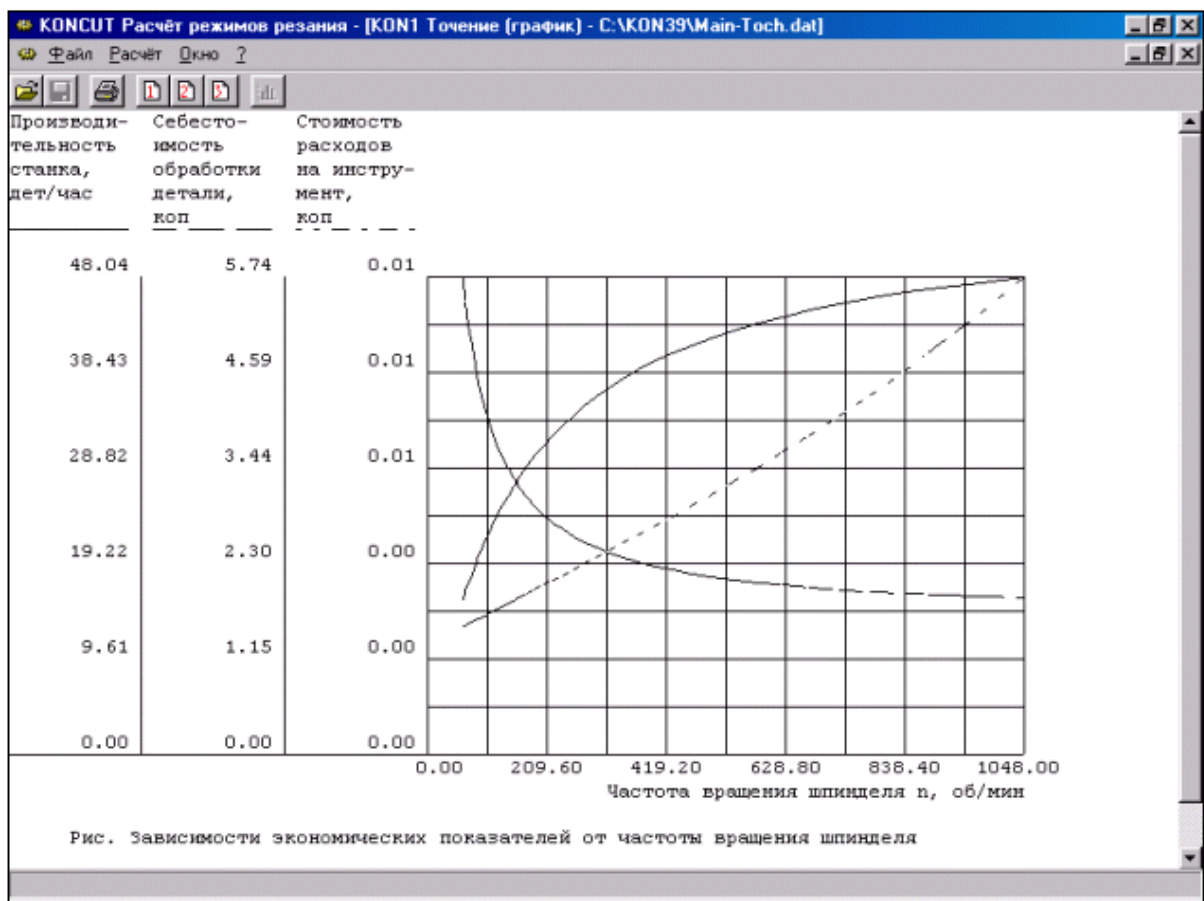
Файл Расчет Окно ?

**KON1 Точение - C:\KON39\Main-Toch\_Article.dat**

Результаты расчёта по программе KONCUT (C) Калачёв О.Н., 2000

Номер Ва- рианта	Частота вращения шпинделя, об/мин	Производи- тельность станка, дет/час	Себестоимость обработки детали, коп	Стоимость расходов на инструмент, коп	Машинное время, мин
1	63.000	15.68	5.74	0.00	2.54
2	67.838	16.53	5.45	0.00	2.36
3	73.047	17.40	5.17	0.00	2.19
4	78.657	18.30	4.92	0.00	2.04
5	84.697	19.22	4.69	0.00	1.89
6	91.201	20.16	4.47	0.00	1.76
7	98.205	21.11	4.27	0.00	1.63
8	105.746	22.09	4.08	0.00	1.51
9	113.867	23.08	3.90	0.00	1.41
10	122.611	24.08	3.74	0.00	1.31
11	132.027	25.10	3.59	0.00	1.21

По результатам расчета программно оформляются графики целевых функций:



и технолог выполняет их визуальный анализ. Как правило, такие зависимости имеют экстремальный характер. Оптимальным, как известно, считается режим с таким значением частоты вращения, при котором производительность максимальна, а себестоимость обработки и стоимость расходов на инструмент минимальны. Поскольку экстремумы целевых функций не совпадают, предпочтение отдается варианту с минимальной себестоимостью обработки, а в случае, когда станок лимитирует работу поточной линии – варианту, обеспечивающему наибольшую производительность. При использовании дорогостоящего режущего инструмента целесообразно понизить частоту вращения шпинделя, минимизировав стоимость расходов на инструмент.

Система выполняет также диагностику информации на этапе ее ввода и, при необходимости, указывает пользователю на допущенные ошибки.

Таким образом, используя систему **KONCUT**, инженер-технолог в режиме реального времени, с привлечением критериальных графических зависимостей получает представление о целесообразности того или иного набора элементов режима резания с точки зрения экономической целесообразности. Помимо автономного использования система, в качестве расчетного модуля, может быть интегрирована в программный комплекс **GRAKON7** [5] для автоматизации проектирования технологической документации.

E-mail: [Okalachev2000@mail.ru](mailto:Okalachev2000@mail.ru)

## Пример расчета

### Исходные данные (сохраняются в файле с расширением dat)

Ярославский государственный технический университет  
Кафедра технологии машиностроения.  
Программа KONCUT (С) Калачёв О.Н., 2000  
KON1 Расчёт технико-экономических показателей режима резания (точение)

Исходные данные для расчёта См. Калачёв О.Н., Сеницын В.Т. Применение ЭВМ в курсовом и дипломном проектировании по технологии машиностроения. Ярославль, ЯПИ, 1989.- 87 с.

Заказчик: студент группы МТМ-55 Подъячев И.А.  
Материал заготовки ..... Углеродистая сталь  
Твёрдость материала, НВ ..... 540  
Название станка ..... 2421  
Минимальная частота вращения шпинделя (Nmin), об/мин ..... 135.000  
Максимальная частота вращения шпинделя (Nmax), об/мин ..... 3000.000  
Минимальная величина подачи (Smin), мм/об ..... 0.015  
Максимальная величина подачи (Smax), мм/об ..... 0.060  
Число ступеней ряда частоты вращения (Kp) ..... 9  
Число ступеней геометрического ряда подач (Ks) ..... 10  
Мощность электродвигателя станка (N), кВт ..... 1.0  
Коэффициент полезного действия (КПД) ..... 0.85  
Тип реза ..... Проходной, подрезной, расточной  
Материал инструмента ..... Твёрдый сплав Т5К10  
Профиль фасонного реза ..... Простой  
Подача инструмента (S), мм/об ..... 0.045  
Длина рабочего хода (Lrx), мм ..... 33.000  
Угол в плане (Fi), град ..... 60  
Главный передний угол (Gamma), град ..... 2  
Радиус при вершине (r), мм ..... 0.800  
Время на отдых + Время на обслуживание (Aотд+Аобс), % ..... 10.00  
Вспомогательное время (Tвс), мин ..... 1.5  
Вид обработки ..... Растачивание  
Характер обработки ..... Черновая  
Состояние обрабатываемой поверхности ..... Литьё  
Глубина резания (t), мм ..... 1.850  
Длина (ширина) резания (Lрез, B), мм ..... 28.000  
Диаметр обработки (D), мм ..... 5.900  
Наличие СОЖ ..... Нет

### Результаты расчёта по программе KONCUT

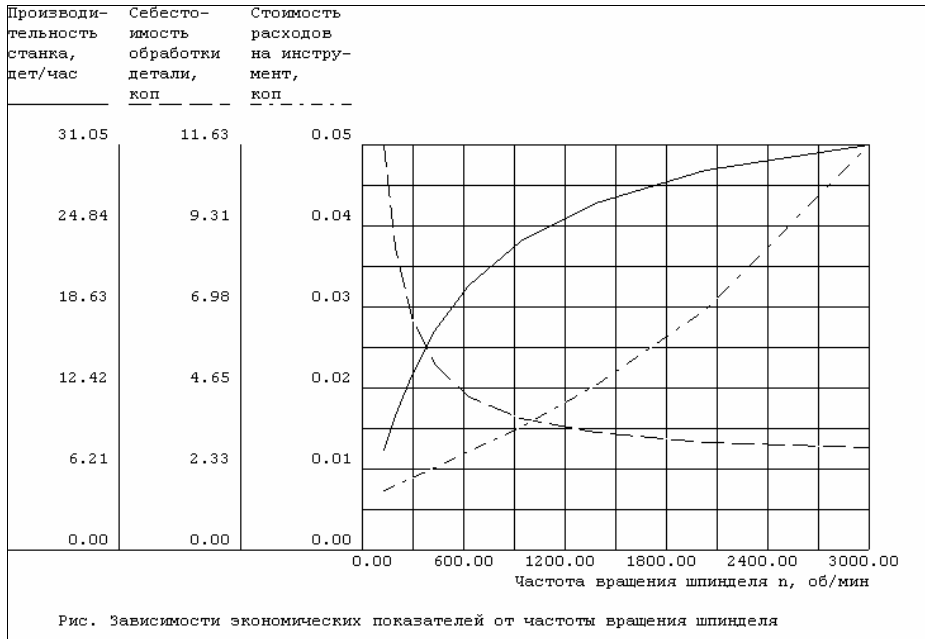
Номер Ва- рианта	Частота вращения шпинделя, об/мин	Производи- тельность станка, дет/час	Себестоимость обработки детали, коп	Стоимость расходов на инструмент, коп	Машинное время, мин
1	135.000	7.74	11.63	0.01	5.54
2	198.922	10.36	8.69	0.01	3.76
3	293.110	13.45	6.70	0.01	2.55
4	431.896	16.86	5.35	0.01	1.73
5	636.396	20.37	4.43	0.01	1.18
6	937.726	23.71	3.81	0.01	0.80
7	1381.734	26.68	3.39	0.02	0.54
8	2035.977	29.14	3.12	0.03	0.37
9	3000.000	31.05	2.95	0.05	0.25

Номер Ва- рианта	Штучное время, мин	Стойкость инстру- мента, дет	Стойкость инстру- мента, мин	Скорость резания, м/мин	Мощность резания, кВт
1	7.75	1672.38	7866.822	2.50	0.02
2	5.79	1548.48	4943.362	3.69	0.03
3	4.46	1396.16	3024.834	5.43	0.05
4	3.56	1219.48	1793.058	8.00	0.07
5	2.95	1024.60	1022.405	11.79	0.09
6	2.53	819.67	555.084	17.37	0.13
7	2.25	614.66	282.493	25.60	0.18
8	2.06	420.85	131.266	37.72	0.25
9	1.93	249.97	52.913	55.58	0.35

# Мощность резания превышает мощность станка

## Результаты расчёта в графическом виде



Обоснованные результатами расчета значения параметров режима резания:  $n$ ,  $S$ ,  $V$ ,  $t$ , а также  $T_{шт}$ , – заносятся в технологический документ – операционную карту.

## Список литературы

1. Справочник технолога-машиностроителя. Т. 2/ Под ред. А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова. - 4-е изд. – М.: Машиностроение, 1986. - 496 с.
  2. Козлов В.А. Структурно-параметрическая оптимизация процесса точения. - Рыбинск: РГАТА, 2000. - 671 с.
  3. Малев Ф.Б., Брахман Л.А., Коняшов В.В. и др. Расчет режимов резания с применением электронно-вычислительных машин. В сб.: Нормативы по труду в машиностроении. Разработка и внедрение. М.: МДНТП, 1966. с.99-107.
  4. Расчет режимов резания на токарные, сверлильные и фрезерные станки с применением ЭВМ “Минск-22”: Отчет НИИавтопрома и ГАЗа. - Москва: Горький, 1970. - 157 с.
  5. Калачёв О.Н., Погорелов С.А. Автоматизированное проектирование размерной структуры механообработки в среде AutoCAD // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. Изд-во “Научтехлитиздат”. - М.: - 2002. - №3. - С. 9-15.
  6. Калачёв О.Н. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ №2002611770 «KONCUT Расчет режимов резания». Роспатент
  7. Калачёв О.Н., Оборин А.В. Программная система KONCUT для расчета оптимальных режимов механообработки с учетом технико-экономических показателей // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. Изд-во «Научтехлитиздат». - М.: - 2002. - №11. - С. 68-70.
- 

## О программе

Copyright Kalachev O.N. 2002-2004

Калачёв О.Н. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ №2002611770 «KONCUT Расчет режимов резания». Роспатент

Представлена на Web-странице <http://tms.ystu.ru/>

После запуска программы ее необходимо зарегистрировать – для студенческой версии – ввести пароль **rjy**.