Множественные совокупности фиктивных переменных

$$COST = \beta_1 + \delta_T TECH + \delta_W WORKER + \delta_V VOC + \beta_2 N + u$$

В этом случае объясняется, как расширить метод фиктивной переменной для обработки качественной объяснительной переменной, которая имеет более двух категорий.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

$$COST = \beta_1 + \delta_T TECH + \delta_W WORKER + \delta_V VOC + \beta_2 N + u$$

В предыдущем случае мы использовали фиктивную переменную для дифференциации между обычными и профессиональными школами при подборе функции затрат.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

$$COST = \beta_1 + \delta_T TECH + \delta_W WORKER + \delta_V VOC + \beta_2 N + u$$

На самом деле в Шанхае есть два типа обычной средней школы. Существуют общеобразовательные школы, которые обеспечивают обычное академическое образование и профессионально-технические училища.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

$$COST = \beta_1 + \delta_T TECH + \delta_W WORKER + \delta_V VOC + \beta_2 N + u$$

Как следует из их названия, профессионально-технические училища предназначены для передачи профессиональных навыков, а также для получения академического образования.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

$$COST = \beta_1 + \delta_T TECH + \delta_W WORKER + \delta_V VOC + \beta_2 N + u$$

Однако профессиональная составляющая учебной программы, как правило, довольно мала, и школы похожи на общеобразовательные школы. Часто они просто обычные школы с несколькими дополнительными семинарами.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

$$COST = \beta_1 + \delta_T TECH + \delta_W WORKER + \delta_V VOC + \beta_2 N + u$$

Аналогичным образом, существуют два типа школ, связанных с профессиональной деятельностью. Есть технические училища, обучающие специалистов производства и квалифицированных рабочих, а также ремесленников.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

$$COST = \beta_1 + \delta_T TECH + \delta_W WORKER + \delta_V VOC + \beta_2 N + u$$

Итак, теперь качественная переменная имеет четыре категории. Стандартная процедура состоит в том, чтобы выбрать одну категорию в качестве той, на которую мы будем ссылаться, и определить фиктивные переменные для каждой из других.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

$$COST = \beta_1 + \delta_T TECH + \delta_W WORKER + \delta_V VOC + \beta_2 N + u$$

В общем, лучшим методом является выбор самой нормальной или базовой категории в качестве ссылочной категории, если одна категория, в некотором смысле, более нормальная или базовая, чем другие.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

$$COST = \beta_1 + \delta_T TECH + \delta_W WORKER + \delta_V VOC + \beta_2 N + u$$

В примере про Шанхай разумно выбирать общеобразовательные школы как ссылочную категорию. Они самые многочисленные, а другие школы - их вариации.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

$$COST = \beta_1 + \delta_T TECH + \delta_W WORKER + \delta_V VOC + \beta_2 N + u$$

Соответственно, мы будем определять фиктивные переменные для трех других типов. TECH будет фиктивной для технических школ: TECH равен 1, если наблюдение относится к технической школе, 0 в противном случае.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

$$COST = \beta_1 + \delta_T TECH + \delta_W WORKER + \delta_V VOC + \beta_2 N + u$$

Аналогичным образом мы определим фиктивные переменные WORKER и VOC для квалифицированных рабочих школ и профессиональных школ.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

$$COST = \beta_1 + \delta_T TECH + \delta_W WORKER + \delta_V VOC + \beta_2 N + u$$

Каждая из фиктивных переменных будет иметь коэффициент, который представляет собой дополнительные накладные расходы школ, относительно категории, на которую мы ссылаемся.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

$$COST = \beta_1 + \delta_T TECH + \delta_W WORKER + \delta_V VOC + \beta_2 N + u$$

Обратите внимание, что вы не включаете фиктивную переменную для категории, на которую ссылаетесь, и именно по этой причине эталонная категория (или категория сравнения) обычно описывается как упущенная категория (категория, которой пренебрегли).

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

$$COST = \beta_1 + \delta_T TECH + \delta_W WORKER + \delta_V VOC + \beta_2 N + u$$

General school
(*TECH* = *WORKER* = *VOC* = 0)

$$COST = \beta_1 + \beta_2 N + u$$

Если наблюдение относится к общей школе, то фиктивные переменные – все равны 0, а модель регрессии сводится к ее основным компонентам.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

$$COST = \beta_1 + \delta_T TECH + \delta_W WORKER + \delta_V VOC + \beta_2 N + u$$

General school.
Общеобразовательная школа
(*TECH* = *WORKER* = *VOC* = 0)

$$COST = \beta_1 + \beta_2 N + u$$

Technical school
Техническая школа
(*TECH* = 1; *WORKER* = *VOC* = 0)

$$COST = (\beta_1 + \delta_T) + \beta_2 N + u$$

Если наблюдение относится к технической школе, TECH будет равно 1, а остальные фиктивные переменные будут равны 0. Модель регрессии упрощается, как показано выше.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

$$COST = \beta_1 + \delta_T TECH + \delta_W WORKER + \delta_V VOC + \beta_2 N + u$$

General school **Общеобразовательная школа** (*TECH* = *WORKER* = *VOC* = 0)	$COST = \beta_1 + \beta_2 N + u$
Technical school **Техническая школа** (*TECH* = 1; *WORKER* = *VOC* = 0)	$COST = (\beta_1 + \delta_T) + \beta_2 N + u$
Skilled workers' school **Школа квалифицированных рабочих** (*WORKER* = 1; *TECH* = *VOC* = 0)	$COST = (\beta_1 + \delta_W) + \beta_2 N + u$
Vocational school **Профессиональные училища** (*VOC* = 1; *TECH* = *WORKER* = 0)	$COST = (\beta_1 + \delta_V) + \beta_2 N + u$

Аналогичным образом модель регрессии упрощается в случае наблюдений, относящихся к школам квалифицированных рабочих и профессиональным училищам.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

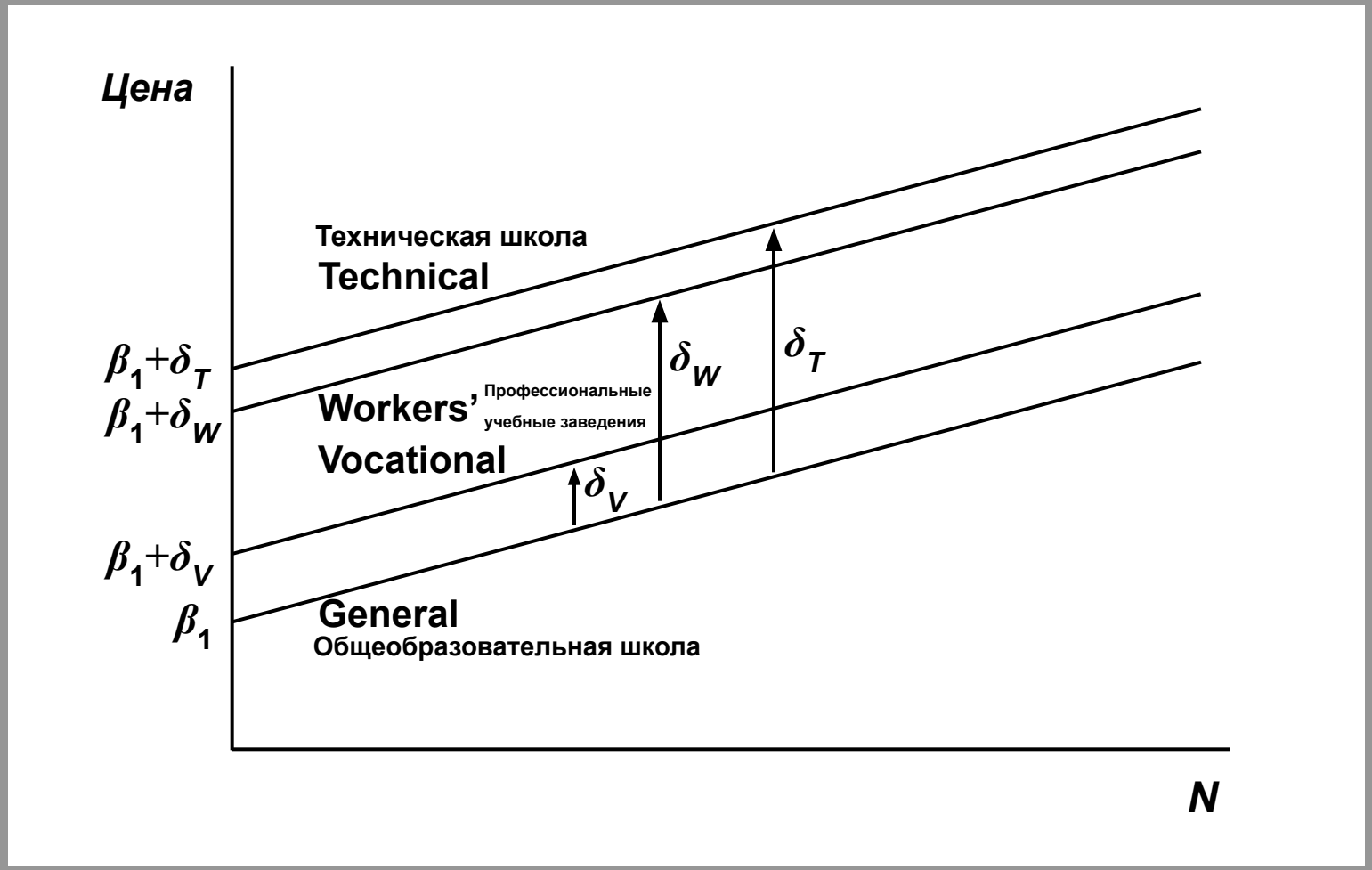
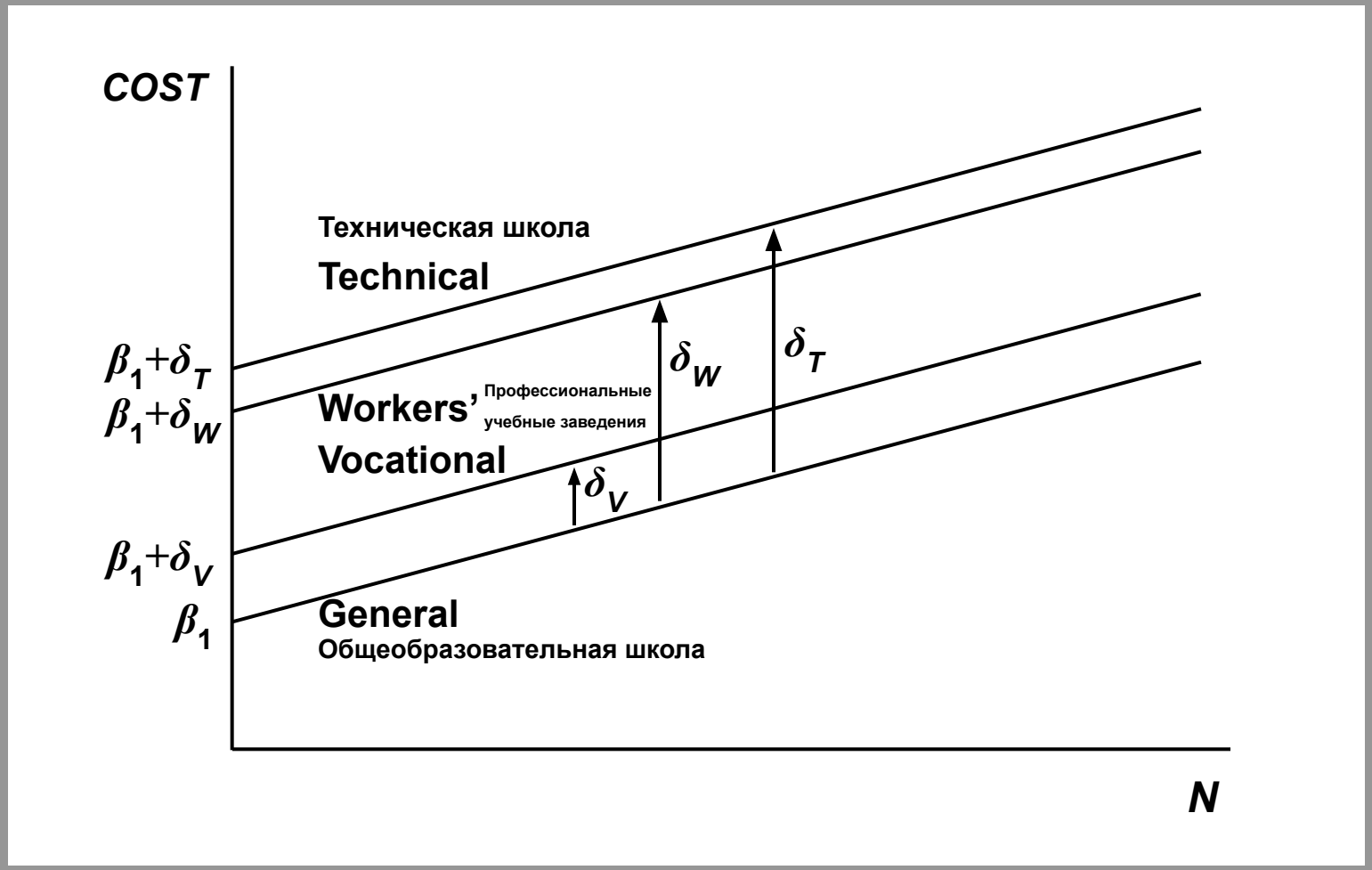


Диаграмма иллюстрирует модель графически. Коэффициенты δ являются дополнительными накладными расходами на работу технических, квалифицированных рабочих и профессиональных учебных заведений по сравнению с накладными расходами общеобразовательных школ.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ



Обратите внимание, что мы не делаем никаких предварительных предположений о размере или даже знаке δ-коэффициентов. Они будут оцениваться по данным выборки.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

School	Type	*COST*	*N*	*TECH*	*WORKER*	*VOC*
1	Technical	345,000	623	1	0	0
	Техническая школа					
2	Technical	537,000	653	1	0	0
3	General	170,000	400	0	0	0
	Общеобразовательная школа					
4	Workers'	526.000	663	0	1	0
5	General	100,000	563	0	0	0
6	Vocational	28,000	236	0	0	1
	Профессиональные учебные заведения					
7	Vocational	160,000	307	0	0	1
8	Technical	45,000	173	1	0	0
9	Technical	120,000	146	1	0	0
10	Workers'	61,000	99	0	1	0

Вот данные для первых 10 из 74 школ. Обратите внимание, как значения фиктивных переменных TECH, WORKER и VOC определяются типом школы в каждом наблюдении.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

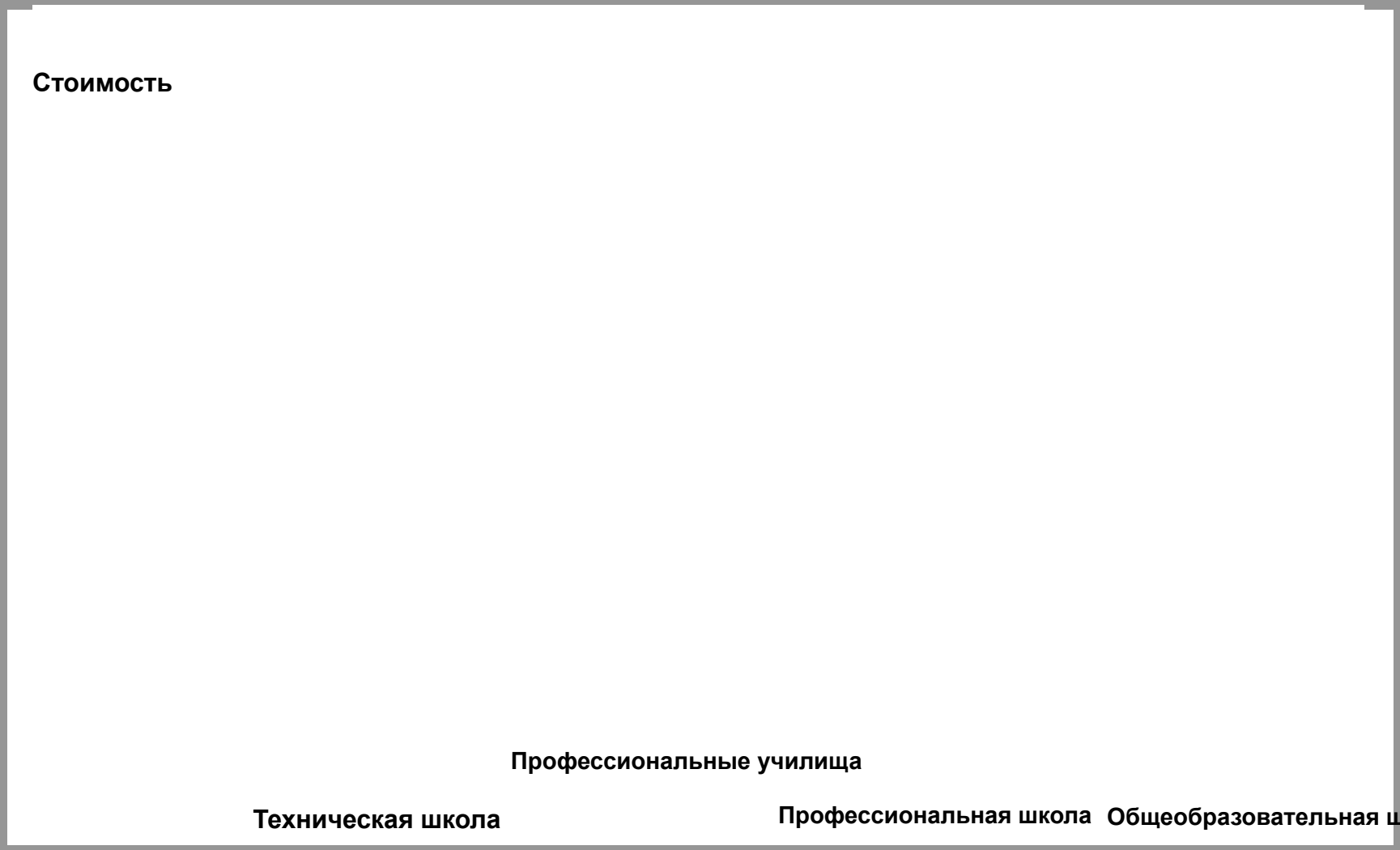


Диаграмма рассеяния показывает данные для всего примера, дифференцируя по типу школы.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

```
. reg COST N TECH WORKER VOC

  Source |       SS       df       MS                  Number of obs =      74
---------+------------------------------                F(  4,    69) =   29.63
   Model |  9.2996e+11     4  2.3249e+11                Prob > F      =  0.0000
Residual |  5.4138e+11    69  7.8461e+09                R-squared     =  0.6320
---------+------------------------------                Adj R-squared =  0.6107
   Total |  1.4713e+12    73  2.0155e+10                Root MSE      =   88578

------------------------------------------------------------------------------
    COST |      Coef.   Std. Err.       t     P>|t|       [95% Conf. Interval]
---------+--------------------------------------------------------------------
       N |    342.6335    40.2195      8.519   0.000       262.3978    422.8692
    TECH |    154110.9   26760.41      5.759   0.000       100725.3    207496.4
  WORKER |    143362.4    27852.8      5.147   0.000       87797.57    198927.2
     VOC |    53228.64   31061.65      1.714   0.091      -8737.646    115194.9
   _cons |   -54893.09   26673.08     -2.058   0.043      -108104.4   -1681.748
------------------------------------------------------------------------------
```

На данном слайде показаны данные из программы Статистика для этой регрессии. Коэффициент N указывает, что предельные издержки на одного учащегося в год составляют 343 юаней.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

```
. reg COST N TECH WORKER VOC

  Source |       SS       df       MS                  Number of obs =      74
---------+------------------------------                F(  4,    69) =   29.63
   Model |  9.2996e+11     4  2.3249e+11                Prob > F      =  0.0000
Residual |  5.4138e+11    69  7.8461e+09                R-squared     =  0.6320
---------+------------------------------                Adj R-squared =  0.6107
   Total |  1.4713e+12    73  2.0155e+10                Root MSE      =   88578

------------------------------------------------------------------------------
    COST |      Coef.   Std. Err.       t     P>|t|       [95% Conf. Interval]
---------+--------------------------------------------------------------------
       N |   342.6335    40.2195      8.519   0.000       262.3978    422.8692
    TECH |   154110.9   26760.41      5.759   0.000       100725.3    207496.4
  WORKER |   143362.4    27852.8      5.147   0.000       87797.57    198927.2
     VOC |   53228.64   31061.65      1.714   0.091      -8737.646    115194.9
   _cons |  -54893.09   26673.08     -2.058   0.043      -108104.4   -1681.748
------------------------------------------------------------------------------
```

Коэффициенты TECH, WORKER и VOC составляют 154 000, 143 000 и 53 000, соответственно, и их следует интерпретировать как дополнительные годовые накладные расходы по сравнению с общеобразовательными школами.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

```
. reg COST N TECH WORKER VOC

  Source |       SS       df       MS                  Number of obs =      74
---------+------------------------------                F(  4,    69) =   29.63
   Model |  9.2996e+11     4  2.3249e+11                Prob > F      =  0.0000
Residual |  5.4138e+11    69  7.8461e+09                R-squared     =  0.6320
---------+------------------------------                Adj R-squared =  0.6107
   Total |  1.4713e+12    73  2.0155e+10                Root MSE      =   88578

------------------------------------------------------------------------------
    COST |      Coef.   Std. Err.       t     P>|t|       [95% Conf. Interval]
---------+--------------------------------------------------------------------
       N |   342.6335    40.2195      8.519   0.000       262.3978    422.8692
    TECH |   154110.9   26760.41      5.759   0.000       100725.3    207496.4
  WORKER |   143362.4    27852.8      5.147   0.000       87797.57    198927.2
     VOC |   53228.64   31061.65      1.714   0.091      -8737.646    115194.9
   _cons |  -54893.09   26673.08     -2.058   0.043      -108104.4   -1681.748
------------------------------------------------------------------------------
```

Константа (постоянный член) - 55 000, что указывает на то, что ежегодные накладные расходы общей академической школы составляют -55 000 юаней в год. Очевидно, что это нереалистично и указывает на то, что с моделью что-то не так.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

$$\hat{COST} = -55{,}000 + 154{,}000\,TECH + 143{,}000\,WORKER + 53{,}000\,VOC + 343N$$

Верхняя строка показывает результат регрессии в форме уравнения. Мы будем получать неявные функции затрат для каждого типа школ.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

$$\hat{COST} = -55{,}000 + 154{,}000\,TECH + 143{,}000\,WORKER + 53{,}000\,VOC + 343N$$

Общеобразовательная школа

General school

(*TECH* = *WORKER* = *VOC* = 0)

$$\hat{COST} = -55{,}000 + 343N$$

В случае общеобразовательной школы фиктивные переменные – все равны 0, а уравнение сводится к константе и параметру, включающему N.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

$$\hat{COST} = -55{,}000 + 154{,}000\,TECH + 143{,}000\,WORKER + 53{,}000\,VOC + 343N$$

Общеобразовательная школа

General school

(*TECH* = *WORKER* = *VOC* = 0)

$$\hat{COST} = -55{,}000 + 343N$$

Ежегодные предельные издержки на одного учащегося оцениваются в 343 юаней. Ежегодные накладные расходы на одну школу оцениваются в 55 000 юаней. Очевидно, что отрицательная сумма – результат, несоответствующий действительности.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

$$\hat{COST} = -55{,}000 + 154{,}000\,TECH + 143{,}000\,WORKER + 53{,}000\,VOC + 343N$$

Общеобразовательная школа
General school
(*TECH* = *WORKER* = *VOC* = 0)

$$\hat{COST} = -55{,}000 + 343N$$

Техническая школа
Technical school
(*TECH* = 1; *WORKER* = *VOC* = 0)

$$\hat{COST} = -55{,}000 + 154{,}000 + 343N$$
$$= 99{,}000 + 343N$$

Дополнительные ежегодные накладные расходы для технической школы по сравнению с общеобразовательной школой составляют 154 000 юаней. Следовательно, мы получаем функцию неявных затрат для технических школ.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

$$\hat{COST} = -55{,}000 + 154{,}000\,TECH + 143{,}000\,WORKER + 53{,}000\,VOC + 343N$$

Общеобразовательная школа
General school
(*TECH* = *WORKER* = *VOC* = 0)

$$\hat{COST} = -55{,}000 + 343N$$

Техническая школа
Technical school
(*TECH* = 1; *WORKER* = *VOC* = 0)

$$\hat{COST} = -55{,}000 + 154{,}000 + 343N$$
$$= 99{,}000 + 343N$$

Квалифицированная школа рабочих
Skilled workers' school
(*WORKER* = 1; *TECH* = *VOC* = 0)

$$\hat{COST} = -55{,}000 + 143{,}000 + 343N$$
$$= 88{,}000 + 343N$$

Профессиональное училище
Vocational school
(*VOC* = 1; *TECH* = *WORKER* = 0)

$$\hat{COST} = -55{,}000 + 53{,}000 + 343N$$
$$= -2{,}000 + 343N$$

Аналогичным образом, дополнительные накладные расходы квалифицированных рабочих и профессиональных училищ по сравнению с общеобразовательными школами составляют 143 000 и 53 000 юаней соответственно.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

$$\hat{COST} = -55{,}000 + 154{,}000\,TECH + 143{,}000\,WORKER + 53{,}000\,VOC + 343N$$

Общеобразовательная школа
General school
(*TECH* = *WORKER* = *VOC* = 0)

$$\hat{COST} = -55{,}000 + 343N$$

Техническая школа
Technical school
(*TECH* = 1; *WORKER* = *VOC* = 0)

$$\hat{COST} = -55{,}000 + 154{,}000 + 343N$$
$$= 99{,}000 + 343N$$

Квалифицированная школа рабочих
Skilled workers' school
(*WORKER* = 1; *TECH* = *VOC* = 0)

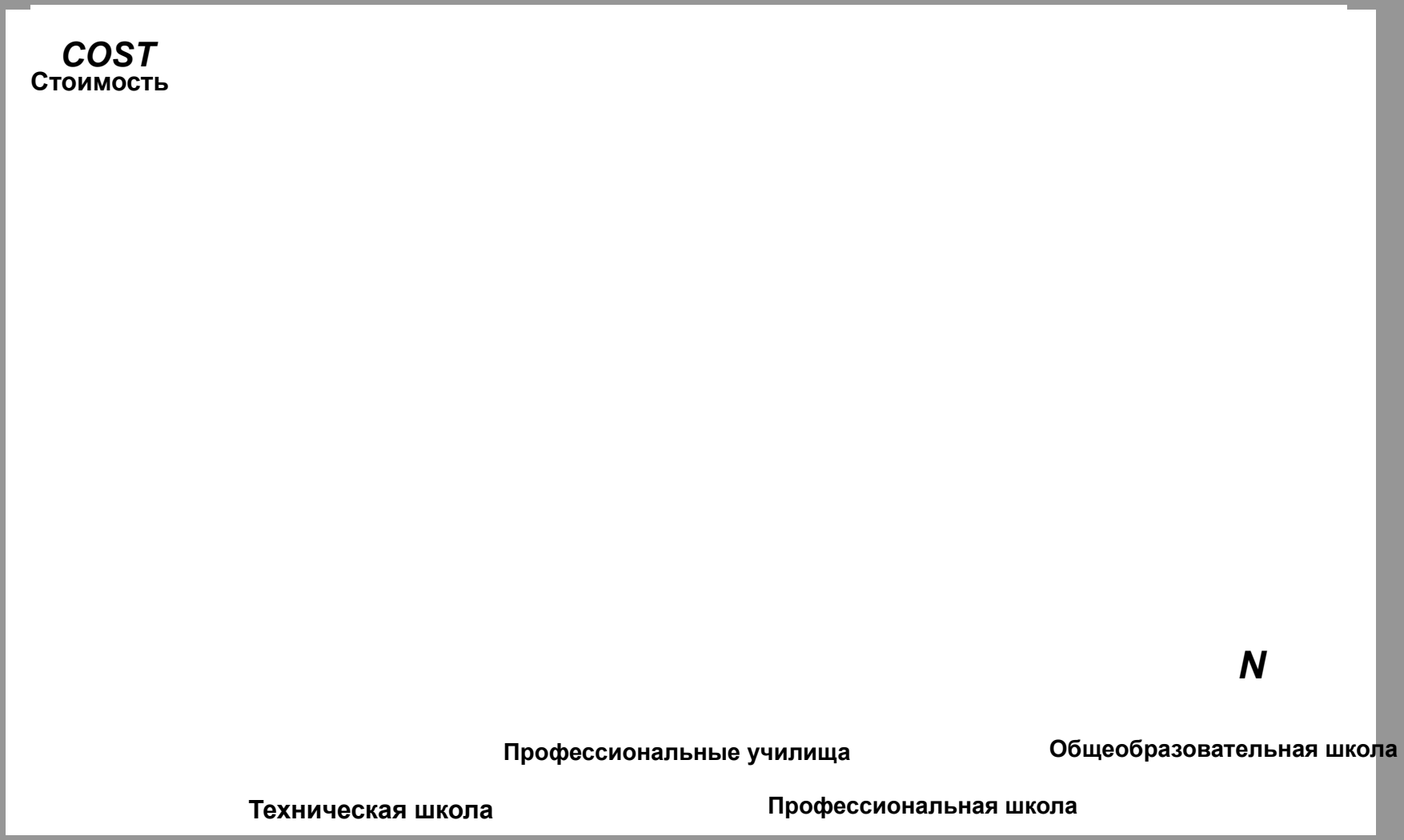
$$\hat{COST} = -55{,}000 + 143{,}000 + 343N$$
$$= 88{,}000 + 343N$$

Профессиональное училище
Vocational school
(*VOC* = 1; *TECH* = *WORKER* = 0)

$$\hat{COST} = -55{,}000 + 53{,}000 + 343N$$
$$= -2{,}000 + 343N$$

Обратите внимание, что в каждом случае ежегодные предельные издержки на одного учащегося оцениваются в 343 юаней. В спецификации модели предполагается, что эта цифра не отличается в зависимости от типа школы.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ



Четыре функции стоимости иллюстрируются графически на слайде.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

```
. reg COST N TECH WORKER VOC

  Source |       SS       df       MS                  Number of obs =      74
---------+------------------------------                F(  4,    69) =   29.63
   Model |  9.2996e+11     4  2.3249e+11                Prob > F      =  0.0000
Residual |  5.4138e+11    69  7.8461e+09                R-squared     =  0.6320
---------+------------------------------                Adj R-squared =  0.6107
   Total |  1.4713e+12    73  2.0155e+10                Root MSE      =   88578

------------------------------------------------------------------------------
    COST |      Coef.   Std. Err.       t     P>|t|     [95% Conf. Interval]
---------+--------------------------------------------------------------------
       N |   342.6335    40.2195     8.519   0.000     262.3978    422.8692
    TECH |   154110.9   26760.41     5.759   0.000     100725.3    207496.4
  WORKER |   143362.4    27852.8     5.147   0.000     87797.57    198927.2
     VOC |   53228.64   31061.65     1.714   0.091    -8737.646    115194.9
   _cons |  -54893.09   26673.08    -2.058   0.043    -108104.4   -1681.748
------------------------------------------------------------------------------
```

Мы можем выполнять t-тесты по коэффициентам обычным образом. T-статистика для N равна 8.52, поэтому предельные издержки (очень) значительно отличаются от 0, как и следовало ожидать.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

```
. reg COST N TECH WORKER VOC

  Source |       SS       df       MS                  Number of obs =      74
---------+------------------------------                F(  4,    69) =   29.63
   Model |  9.2996e+11     4  2.3249e+11                Prob > F      =  0.0000
Residual |  5.4138e+11    69  7.8461e+09                R-squared     =  0.6320
---------+------------------------------                Adj R-squared =  0.6107
   Total |  1.4713e+12    73  2.0155e+10                Root MSE      =   88578

------------------------------------------------------------------------------
    COST |      Coef.   Std. Err.       t     P>|t|       [95% Conf. Interval]
---------+--------------------------------------------------------------------
       N |   342.6335    40.2195      8.519   0.000       262.3978    422.8692
    TECH |   154110.9   26760.41      5.759   0.000       100725.3    207496.4
  WORKER |   143362.4    27852.8      5.147   0.000       87797.57    198927.2
     VOC |   53228.64   31061.65      1.714   0.091      -8737.646    115194.9
   _cons |  -54893.09   26673.08     -2.058   0.043      -108104.4   -1681.748
------------------------------------------------------------------------------
```

T- статистика для параметра технической школы составляет 5,76, что указывает на то, что ежегодные накладные расходы технической школы (очень) значительно превышают годовые расходы школы, как и ожидалось.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

```
. reg COST N TECH WORKER VOC

  Source |       SS       df       MS                  Number of obs =      74
---------+------------------------------                F(  4,    69) =   29.63
   Model |  9.2996e+11     4  2.3249e+11                Prob > F      =  0.0000
Residual |  5.4138e+11    69  7.8461e+09                R-squared     =  0.6320
---------+------------------------------                Adj R-squared =  0.6107
   Total |  1.4713e+12    73  2.0155e+10                Root MSE      =   88578

------------------------------------------------------------------------------
    COST |      Coef.   Std. Err.       t     P>|t|       [95% Conf. Interval]
---------+--------------------------------------------------------------------
       N |   342.6335    40.2195      8.519   0.000       262.3978    422.8692
    TECH |   154110.9   26760.41      5.759   0.000       100725.3    207496.4
  WORKER |   143362.4    27852.8      5.147   0.000       87797.57    198927.2
     VOC |   53228.64   31061.65      1.714   0.091      -8737.646    115194.9
   _cons |  -54893.09   26673.08     -2.058   0.043      -108104.4   -1681.748
------------------------------------------------------------------------------
```

Аналогичным образом для школ квалифицированных рабочих, t - статистика равна 5.15.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

```
. reg COST N TECH WORKER VOC

  Source |       SS       df       MS                  Number of obs =      74
---------+------------------------------                F(  4,    69) =   29.63
   Model |  9.2996e+11     4  2.3249e+11                Prob > F      =  0.0000
Residual |  5.4138e+11    69  7.8461e+09                R-squared     =  0.6320
---------+------------------------------                Adj R-squared =  0.6107
   Total |  1.4713e+12    73  2.0155e+10                Root MSE      =   88578

------------------------------------------------------------------------------
    COST |      Coef.   Std. Err.       t     P>|t|       [95% Conf. Interval]
---------+--------------------------------------------------------------------
       N |   342.6335    40.2195      8.519   0.000       262.3978    422.8692
    TECH |   154110.9   26760.41      5.759   0.000       100725.3    207496.4
  WORKER |   143362.4    27852.8      5.147   0.000       87797.57    198927.2
     VOC |   53228.64   31061.65      1.714   0.091      -8737.646    115194.9
   _cons |  -54893.09   26673.08     -2.058   0.043      -108104.4   -1681.748
------------------------------------------------------------------------------
```

Однако в профессионально-технических училищах t-статистика составляет всего 1,71, что указывает на то, что накладные расходы на такую школу не намного больше, чем на общеобразовательную школу.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

```
. reg COST N TECH WORKER VOC

  Source |       SS       df       MS                  Number of obs =      74
---------+------------------------------                F(  4,    69) =   29.63
   Model |  9.2996e+11     4  2.3249e+11                Prob > F      =  0.0000
Residual |  5.4138e+11    69  7.8461e+09                R-squared     =  0.6320
---------+------------------------------                Adj R-squared =  0.6107
   Total |  1.4713e+12    73  2.0155e+10                Root MSE      =   88578

------------------------------------------------------------------------------
    COST |      Coef.   Std. Err.       t     P>|t|       [95% Conf. Interval]
---------+--------------------------------------------------------------------
       N |   342.6335    40.2195      8.519   0.000       262.3978    422.8692
    TECH |   154110.9   26760.41      5.759   0.000       100725.3    207496.4
  WORKER |   143362.4    27852.8      5.147   0.000       87797.57    198927.2
     VOC |   53228.64   31061.65      1.714   0.091      -8737.646    115194.9
   _cons |  -54893.09   26673.08     -2.058   0.043      -108104.4   -1681.748
------------------------------------------------------------------------------
```

Это неудивительно, учитывая, что профессионально-технические училища мало чем отличаются от общеобразовательных школ.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

```
. reg COST N TECH WORKER VOC

  Source |       SS       df       MS                  Number of obs =      74
---------+------------------------------                F(  4,    69) =   29.63
   Model |  9.2996e+11     4  2.3249e+11                Prob > F      =  0.0000
Residual |  5.4138e+11    69  7.8461e+09                R-squared     =  0.6320
---------+------------------------------                Adj R-squared =  0.6107
   Total |  1.4713e+12    73  2.0155e+10                Root MSE      =   88578

------------------------------------------------------------------------------
    COST |      Coef.   Std. Err.       t     P>|t|       [95% Conf. Interval]
---------+--------------------------------------------------------------------
       N |   342.6335    40.2195      8.519   0.000       262.3978    422.8692
    TECH |   154110.9   26760.41      5.759   0.000       100725.3    207496.4
  WORKER |   143362.4    27852.8      5.147   0.000       87797.57    198927.2
     VOC |   53228.64   31061.65      1.714   0.091      -8737.646    115194.9
   _cons |  -54893.09   26673.08     -2.058   0.043      -108104.4   -1681.748
------------------------------------------------------------------------------
```

Обратите внимание, что нулевые гипотезы для тестов на коэффициенты фиктивных переменных (?) нежели накладные расходы других школ, не отличаются от накладных расходов школ. Note that the null hypotheses for the tests on the coefficients of the dummy variables are than the overhead costs of the other schools are not different from those of the general schools.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

```
. reg COST N TECH WORKER VOC

  Source |       SS       df       MS                  Number of obs =      74
---------+------------------------------                F(  4,    69) =   29.63
   Model |  9.2996e+11     4  2.3249e+11                Prob > F      =  0.0000
Residual |  5.4138e+11    69  7.8461e+09                R-squared     =  0.6320
---------+------------------------------                Adj R-squared =  0.6107
   Total |  1.4713e+12    73  2.0155e+10                Root MSE      =   88578

------------------------------------------------------------------------------
    COST |      Coef.   Std. Err.       t     P>|t|       [95% Conf. Interval]
---------+--------------------------------------------------------------------
       N |   342.6335    40.2195      8.519   0.000       262.3978    422.8692
    TECH |   154110.9   26760.41      5.759   0.000       100725.3    207496.4
  WORKER |   143362.4    27852.8      5.147   0.000       87797.57    198927.2
     VOC |   53228.64   31061.65      1.714   0.091      -8737.646    115194.9
   _cons |  -54893.09   26673.08     -2.058   0.043      -108104.4   -1681.748
------------------------------------------------------------------------------
```

Наконец, мы будем выполнять F-тест совместной объяснительной силы фиктивных переменных как группы. Нулевой гипотезой является H_0: $\delta_T = \delta_W = \delta_V = 0$. Альтернативная гипотеза состоит в том, что по крайней мере один δ отличается от 0.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

```
. reg COST N TECH WORKER VOC

  Source |       SS       df       MS              Number of obs =      74
---------+------------------------------           F(  4,    69) =   29.63
   Model |  9.2996e+11     4  2.3249e+11            Prob > F      =  0.0000
Residual |  5.4138e+11    69  7.8461e+09            R-squared     =  0.6320
---------+------------------------------           Adj R-squared =  0.6107
   Total |  1.4713e+12    73  2.0155e+10            Root MSE      =   88578

------------------------------------------------------------------------------
    COST |      Coef.   Std. Err.      t    P>|t|     [95% Conf. Interval]
---------+--------------------------------------------------------------------
       N |   342.6335    40.2195     8.519   0.000     262.3978    422.8692
    TECH |   154110.9   26760.41     5.759   0.000     100725.3    207496.4
  WORKER |   143362.4    27852.8     5.147   0.000     87797.57    198927.2
     VOC |   53228.64   31061.65     1.714   0.091    -8737.646    115194.9
   _cons |  -54893.09   26673.08    -2.058   0.043    -108104.4   -1681.748
------------------------------------------------------------------------------
```

Остаточная сумма квадратов в спецификации, включая фиктивные переменные, составляет 5.41×10^{11}.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

```
. reg COST N

      Source |       SS       df       MS              Number of obs =      74
-------------+------------------------------           F(  1,    72) =   46.82
       Model |  5.7974e+11     1  5.7974e+11           Prob > F      =  0.0000
    Residual |  8.9160e+11    72  1.2383e+10           R-squared     =  0.3940
-------------+------------------------------           Adj R-squared =  0.3856
       Total |  1.4713e+12    73  2.0155e+10           Root MSE      = 1.1e+05

------------------------------------------------------------------------------
        COST |      Coef.   Std. Err.      t    P>|t|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
           N |   339.0432   49.55144     6.842   0.000     240.2642    437.8222
       _cons |    23953.3   27167.96     0.882   0.381    -30205.04    78111.65
------------------------------------------------------------------------------
```

Остаточная сумма квадратов в спецификации, исключая фиктивные переменные, составляет 8.92×10^{11}.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

```
. reg COST N

  Source |       SS       df       MS              Number of obs =      74
---------+------------------------------           F(  1,    72) =   46.82
   Model |  5.7974e+11     1  5.7974e+11           Prob > F      =  0.0000
Residual |  8.9160e+11    72  1.2383e+10           R-squared     =  0.3940
---------+------------------------------           Adj R-squared =  0.3856
   Total |  1.4713e+12    73  2.0155e+10           Root MSE      = 1.1e+05
------------------------------------------
```

```
. reg COST N TECH WORKER VOC

  Source |       SS       df       MS              Number of obs =      74
---------+------------------------------           F(  4,    69) =   29.63
   Model |  9.2996e+11     4  2.3249e+11           Prob > F      =  0.0000
Residual |  5.4138e+11    69  7.8461e+09           R-squared     =  0.6320
---------+------------------------------           Adj R-squared =  0.6107
   Total |  1.4713e+12    73  2.0155e+10           Root MSE      =   88578
------------------------------------------
```

Таким образом, сокращение RSS при включении фиктивных переменных равняется , следовательно, $(8.92 – 5.41)\times10^{11}$. Мы проверим, является ли это снижение значительным по сравнению с обычным F-тестом.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

```
. reg COST N

  Source |       SS       df       MS              Number of obs =      74
---------+------------------------------           F(  1,    72) =   46.82
   Model |  5.7974e+11     1  5.7974e+11           Prob > F      =  0.0000
Residual |  8.9160e+11    72  1.2383e+10           R-squared     =  0.3940
---------+------------------------------           Adj R-squared =  0.3856
   Total |  1.4713e+12    73  2.0155e+10           Root MSE      = 1.1e+05
------------------------------------------
```

```
. reg COST N TECH WORKER VOC

  Source |       SS       df       MS              Number of obs =      74
---------+------------------------------           F(  4,    69) =   29.63
   Model |  9.2996e+11     4  2.3249e+11           Prob > F      =  0.0000
Residual |  5.4138e+11    69  7.8461e+09           R-squared     =  0.6320
---------+------------------------------           Adj R-squared =  0.6107
   Total |  1.4713e+12    73  2.0155e+10           Root MSE      =   88578
------------------------------------------
```

Числитель в коэффициенте F - это сокращение в RSS, деленное на стоимость, что составляет 3 степени свободы, если учесть три дополнительных коэффициента (коэффициенты фиктивных переменных).

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

```
. reg COST N

  Source |       SS       df       MS              Number of obs =      74
---------+------------------------------           F(  1,    72) =   46.82
   Model |  5.7974e+11     1  5.7974e+11           Prob > F      =  0.0000
Residual |  8.9160e+11    72  1.2383e+10           R-squared     =  0.3940
---------+------------------------------           Adj R-squared =  0.3856
   Total |  1.4713e+12    73  2.0155e+10           Root MSE      = 1.1e+05
------------------------------------------
```

```
. reg COST N TECH WORKER VOC

  Source |       SS       df       MS              Number of obs =      74
---------+------------------------------           F(  4,    69) =   29.63
   Model |  9.2996e+11     4  2.3249e+11           Prob > F      =  0.0000
Residual |  5.4138e+11    69  7.8461e+09           R-squared     =  0.6320
---------+------------------------------           Adj R-squared =  0.6107
   Total |  1.4713e+12    73  2.0155e+10           Root MSE      =   88578
------------------------------------------
```

Знаменатель - это RSS для спецификации, включая фиктивные переменные, деленные на количество степеней свободы, оставшихся после их добавления.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

```
. reg COST N

  Source |       SS       df       MS              Number of obs =      74
---------+------------------------------           F(  1,    72) =   46.82
   Model |  5.7974e+11     1  5.7974e+11           Prob > F      =  0.0000
Residual |  8.9160e+11    72  1.2383e+10           R-squared     =  0.3940
---------+------------------------------           Adj R-squared =  0.3856
   Total |  1.4713e+12    73  2.0155e+10           Root MSE      = 1.1e+05
------------------------------------------
```

```
. reg COST N TECH WORKER VOC

  Source |       SS       df       MS              Number of obs =      74
---------+------------------------------           F(  4,    69) =   29.63
   Model |  9.2996e+11     4  2.3249e+11           Prob > F      =  0.0000
Residual |  5.4138e+11    69  7.8461e+09           R-squared     =  0.6320
---------+------------------------------           Adj R-squared =  0.6107
   Total |  1.4713e+12    73  2.0155e+10           Root MSE      =   88578
------------------------------------------
```

Следовательно, отношение F составляет 14,92.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

```
. reg COST N

  Source |       SS       df       MS              Number of obs =      74
---------+------------------------------           F(  1,    72) =   46.82
   Model |  5.7974e+11     1  5.7974e+11           Prob > F      =  0.0000
Residual |  8.9160e+11    72  1.2383e+10           R-squared     =  0.3940
---------+------------------------------           Adj R-squared =  0.3856
   Total |  1.4713e+12    73  2.0155e+10           Root MSE      = 1.1e+05
------------------------------------------
```

```
. reg COST N TECH WORKER VOC

  Source |       SS       df       MS              Number of obs =      74
---------+------------------------------           F(  4,    69) =   29.63
   Model |  9.2996e+11     4  2.3249e+11           Prob > F      =  0.0000
Residual |  5.4138e+11    69  7.8461e+09           R-squared     =  0.6320
---------+------------------------------           Adj R-squared =  0.6107
   Total |  1.4713e+12    73  2.0155e+10           Root MSE      =   88578
------------------------------------------
```

Таблицы F не дают критического значения для 3 и 69 степеней свободы, но оно должно быть ниже критического значения с 3 и 60 степенями свободы. Это 6,17 при уровне значимости 0,1%.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

```
. reg COST N

  Source |       SS       df       MS              Number of obs =      74
---------+------------------------------           F(  1,    72) =   46.82
   Model |  5.7974e+11     1  5.7974e+11           Prob > F      =  0.0000
Residual |  8.9160e+11    72  1.2383e+10           R-squared     =  0.3940
---------+------------------------------           Adj R-squared =  0.3856
   Total |  1.4713e+12    73  2.0155e+10           Root MSE      = 1.1e+05
-------------------------------------
```

```
. reg COST N TECH WORKER VOC

  Source |       SS       df       MS              Number of obs =      74
---------+------------------------------           F(  4,    69) =   29.63
   Model |  9.2996e+11     4  2.3249e+11           Prob > F      =  0.0000
Residual |  5.4138e+11    69  7.8461e+09           R-squared     =  0.6320
---------+------------------------------           Adj R-squared =  0.6107
   Total |  1.4713e+12    73  2.0155e+10           Root MSE      =   88578
-------------------------------------
```

Таким образом, мы отклоняем H_0 на высоком уровне значимости. Это не удивительно, так как t-тесты показывают, что TECH и WORKER имеют очень значимые коэффициенты.