

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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.

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

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.

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

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

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

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.

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

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.

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

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.

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

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

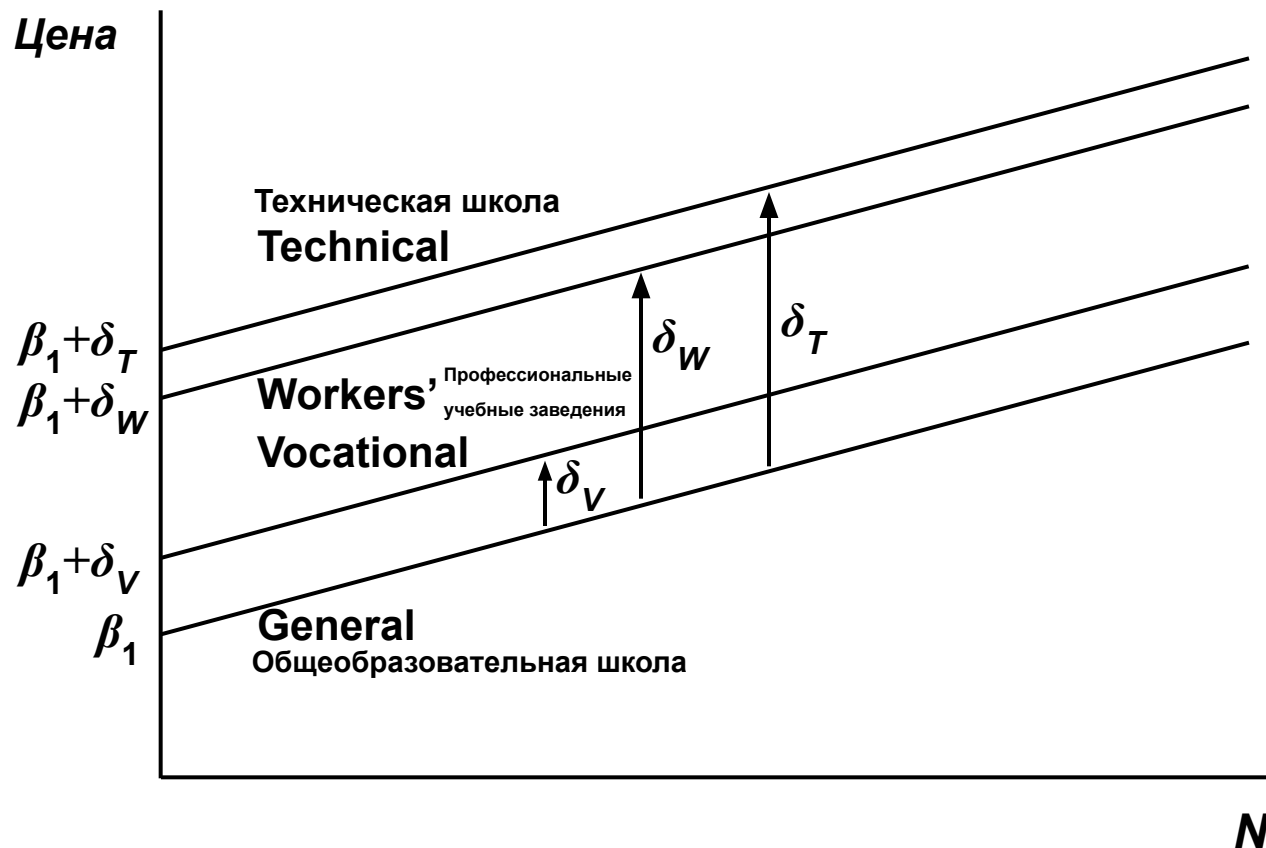
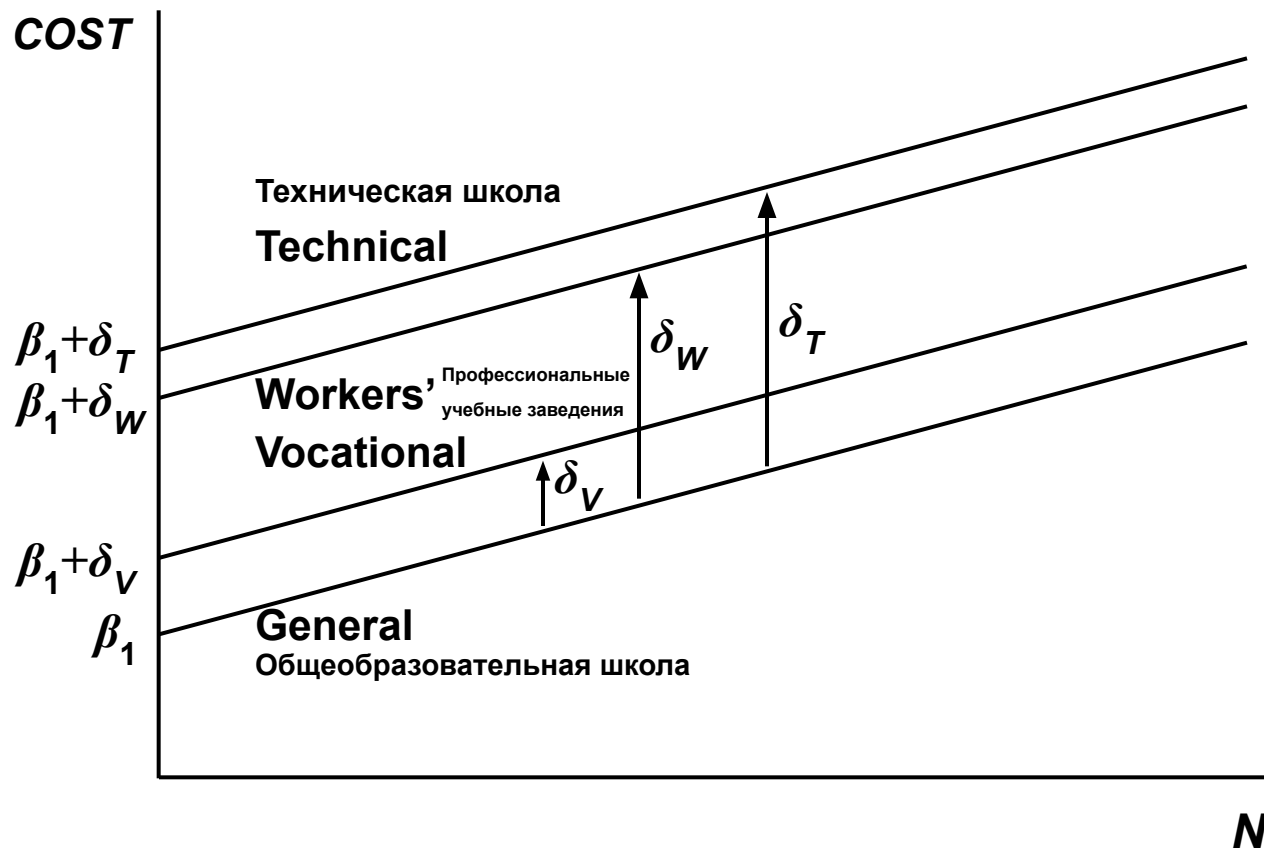


Диаграмма иллюстрирует модель графически. Коэффициенты δ являются дополнительными накладными расходами на работу технических, квалифицированных рабочих и профессиональных учебных заведений по сравнению с накладными расходами общеобразовательных школ.

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 Техническая школа	345,000	623	1	0	0
2	Technical	537,000	653	1	0	0
3	General Общеобразовательная школа	170,000	400	0	0	0
4	Workers'	526,000	663	0	1	0
5	General	100,000	563	0	0	0
6	Vocational Профессиональные учебные заведения	28,000	236	0	0	1
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

Стоимость

Профессиональные училища

Техническая школа

Профессиональная школа Общеобразовательная школа

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		
Model	9.2996e+11	4	2.3249e+11	F(4, 69)	=	29.63
Residual	5.4138e+11	69	7.8461e+09	Prob > F	=	0.0000
Total	1.4713e+12	73	2.0155e+10	R-squared	=	0.6320
				Adj R-squared	=	0.6107
				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		
Model	9.2996e+11	4	2.3249e+11	F(4, 69)	=	29.63
Residual	5.4138e+11	69	7.8461e+09	Prob > F	=	0.0000
Total	1.4713e+12	73	2.0155e+10	R-squared	=	0.6320
				Adj R-squared	=	0.6107
				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		
Model	9.2996e+11	4	2.3249e+11	F(4, 69)	=	29.63
Residual	5.4138e+11	69	7.8461e+09	Prob > F	=	0.0000
Total	1.4713e+12	73	2.0155e+10	R-squared	=	0.6320
				Adj R-squared	=	0.6107
				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.

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

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

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

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

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

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

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

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

Общеобразовательная школа

General school

$(TECH = WORKER = VOC = 0)$

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

Техническая школа

Technical school

$(TECH = 1; WORKER = VOC = 0)$

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

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

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

Общеобразовательная школа

General school

($TECH = WORKER = VOC = 0$)

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

Техническая школа

Technical school

($TECH = 1$; $WORKER = VOC = 0$)

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

Квалифицированная школа рабочих

Skilled workers' school

($WORKER = 1$; $TECH = VOC = 0$)

$$\begin{aligned} &= 99,000 + 343N \\ \hat{COST} &= -55,000 + 143,000 + 343N \\ &= 88,000 + 343N \end{aligned}$$

Профессиональное училище

Vocational school

($VOC = 1$; $TECH = WORKER = 0$)

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

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

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

Общеобразовательная школа

General school

($TECH = WORKER = VOC = 0$)

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

Техническая школа

Technical school

($TECH = 1; WORKER = VOC = 0$)

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

Квалифицированная школа рабочих

Skilled workers' school

($WORKER = 1; TECH = VOC = 0$)

$$\begin{aligned} &= 99,000 + 343N \\ \hat{COST} &= -55,000 + 143,000 + 343N \\ &= 88,000 + 343N \end{aligned}$$

Профессиональное училище

Vocational school

($VOC = 1; TECH = WORKER = 0$)

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

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

COST
Стоимость

N

Профессиональные училища

Общеобразовательная школа

Техническая школа

Профессиональная школа

Четыре функции стоимости иллюстрируются графически на слайде.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

```
. reg COST N TECH WORKER VOC
```

Source	SS	df	MS	Number of obs = 74		
Model	9.2996e+11	4	2.3249e+11	F(4, 69)	=	29.63
Residual	5.4138e+11	69	7.8461e+09	Prob > F	=	0.0000
Total	1.4713e+12	73	2.0155e+10	R-squared	=	0.6320
				Adj R-squared	=	0.6107
				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. Т-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		
Model	9.2996e+11	4	2.3249e+11	F(4, 69)	=	29.63
Residual	5.4138e+11	69	7.8461e+09	Prob > F	=	0.0000
Total	1.4713e+12	73	2.0155e+10	R-squared	=	0.6320
				Adj R-squared	=	0.6107
				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		
Model	9.2996e+11	4	2.3249e+11	F(4, 69)	=	29.63
Residual	5.4138e+11	69	7.8461e+09	Prob > F	=	0.0000
Total	1.4713e+12	73	2.0155e+10	R-squared	=	0.6320
				Adj R-squared	=	0.6107
				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		
Model	9.2996e+11	4	2.3249e+11	F(4, 69)	=	29.63
Residual	5.4138e+11	69	7.8461e+09	Prob > F	=	0.0000
Total	1.4713e+12	73	2.0155e+10	R-squared	=	0.6320
				Adj R-squared	=	0.6107
				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		
Model	9.2996e+11	4	2.3249e+11	F(4, 69)	=	29.63
Residual	5.4138e+11	69	7.8461e+09	Prob > F	=	0.0000
Total	1.4713e+12	73	2.0155e+10	R-squared	=	0.6320
				Adj R-squared	=	0.6107
				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		
Model	9.2996e+11	4	2.3249e+11	F(4, 69)	=	29.63
Residual	5.4138e+11	69	7.8461e+09	Prob > F	=	0.0000
Total	1.4713e+12	73	2.0155e+10	R-squared	=	0.6320
				Adj R-squared	=	0.6107
				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 (?) нежелли 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		
Model	9.2996e+11	4	2.3249e+11	F(4, 69)	=	29.63
Residual	5.4138e+11	69	7.8461e+09	Prob > F	=	0.0000
Total	1.4713e+12	73	2.0155e+10	R-squared	=	0.6320
				Adj R-squared	=	0.6107
				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		
Model	9.2996e+11	4	2.3249e+11	F(4, 69)	=	29.63
Residual	5.4138e+11	69	7.8461e+09	Prob > F	=	0.0000
Total	1.4713e+12	73	2.0155e+10	R-squared	=	0.6320
				Adj R-squared	=	0.6107
				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		
Model	5.7974e+11	1	5.7974e+11	F(1, 72)	=	46.82
Residual	8.9160e+11	72	1.2383e+10	Prob > F	=	0.0000
Total	1.4713e+12	73	2.0155e+10	R-squared	=	0.3940
				Adj R-squared	=	0.3856
				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
Model	5.7974e+11	1	5.7974e+11
Residual	8.9160e+11	72	1.2383e+10
Total	1.4713e+12	73	2.0155e+10

```
Number of obs =      74
F( 1,      72) =    46.82
Prob > F       =    0.0000
R-squared      =    0.3940
Adj R-squared  =    0.3856
Root MSE      =    1.1e+05
```

```
. reg COST N TECH WORKER VOC
```

Source	SS	df	MS
Model	9.2996e+11	4	2.3249e+11
Residual	5.4138e+11	69	7.8461e+09
Total	1.4713e+12	73	2.0155e+10

```
Number of obs =      74
F( 4,      69) =    29.63
Prob > F       =    0.0000
R-squared      =    0.6320
Adj R-squared  =    0.6107
Root MSE      =    88578
```

Таким образом, сокращение RSS при включении фиктивных переменных равняется , следовательно, $(8.92 - 5.41) \times 10^{11}$. Мы проверим, является ли это снижение значительным по сравнению с обычным F-тестом.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

```
. reg COST N
```

Source	SS	df	MS
Model	5.7974e+11	1	5.7974e+11
Residual	8.9160e+11	72	1.2383e+10
Total	1.4713e+12	73	2.0155e+10

```
Number of obs =      74
F( 1,      72) =    46.82
Prob > F       =    0.0000
R-squared      =    0.3940
Adj R-squared  =    0.3856
Root MSE      =    1.1e+05
```

```
. reg COST N TECH WORKER VOC
```

Source	SS	df	MS
Model	9.2996e+11	4	2.3249e+11
Residual	5.4138e+11	69	7.8461e+09
Total	1.4713e+12	73	2.0155e+10

```
Number of obs =      74
F( 4,      69) =    29.63
Prob > F       =    0.0000
R-squared      =    0.6320
Adj R-squared  =    0.6107
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
Model	5.7974e+11	1	5.7974e+11
Residual	8.9160e+11	72	1.2383e+10
Total	1.4713e+12	73	2.0155e+10

```
Number of obs =      74
F( 1,      72) =    46.82
Prob > F       =    0.0000
R-squared      =    0.3940
Adj R-squared  =    0.3856
Root MSE      =    1.1e+05
```

```
. reg COST N TECH WORKER VOC
```

Source	SS	df	MS
Model	9.2996e+11	4	2.3249e+11
Residual	5.4138e+11	69	7.8461e+09
Total	1.4713e+12	73	2.0155e+10

```
Number of obs =      74
F( 4,      69) =    29.63
Prob > F       =    0.0000
R-squared      =    0.6320
Adj R-squared  =    0.6107
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
Model	5.7974e+11	1	5.7974e+11
Residual	8.9160e+11	72	1.2383e+10
Total	1.4713e+12	73	2.0155e+10

```
Number of obs =      74
F( 1,      72) =    46.82
Prob > F       =    0.0000
R-squared      =    0.3940
Adj R-squared  =    0.3856
Root MSE      =    1.1e+05
```

```
. reg COST N TECH WORKER VOC
```

Source	SS	df	MS
Model	9.2996e+11	4	2.3249e+11
Residual	5.4138e+11	69	7.8461e+09
Total	1.4713e+12	73	2.0155e+10

```
Number of obs =      74
F( 4,      69) =    29.63
Prob > F       =    0.0000
R-squared      =    0.6320
Adj R-squared  =    0.6107
Root MSE      =    88578
```

Следовательно, отношение F составляет 14,92.

ФИКТИВНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

```
. reg COST N
```

Source	SS	df	MS
Model	5.7974e+11	1	5.7974e+11
Residual	8.9160e+11	72	1.2383e+10
Total	1.4713e+12	73	2.0155e+10

```
Number of obs =      74
F( 1,      72) =    46.82
Prob > F       =    0.0000
R-squared      =    0.3940
Adj R-squared  =    0.3856
Root MSE      =    1.1e+05
```

```
. reg COST N TECH WORKER VOC
```

Source	SS	df	MS
Model	9.2996e+11	4	2.3249e+11
Residual	5.4138e+11	69	7.8461e+09
Total	1.4713e+12	73	2.0155e+10

```
Number of obs =      74
F( 4,      69) =    29.63
Prob > F       =    0.0000
R-squared      =    0.6320
Adj R-squared  =    0.6107
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
Model	5.7974e+11	1	5.7974e+11
Residual	8.9160e+11	72	1.2383e+10
Total	1.4713e+12	73	2.0155e+10

```
Number of obs =      74
F( 1,      72) =    46.82
Prob > F       =    0.0000
R-squared      =    0.3940
Adj R-squared  =    0.3856
Root MSE      =    1.1e+05
```

```
. reg COST N TECH WORKER VOC
```

Source	SS	df	MS
Model	9.2996e+11	4	2.3249e+11
Residual	5.4138e+11	69	7.8461e+09
Total	1.4713e+12	73	2.0155e+10

```
Number of obs =      74
F( 4,      69) =    29.63
Prob > F       =    0.0000
R-squared      =    0.6320
Adj R-squared  =    0.6107
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.