

### 3.2. ЭКОНОМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ВЛИЯНИЯ НЕНЕФТЕГАЗОВЫХ ФАКТО- РОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО БЮДЖЕТА РОССИИ

Дроговоз П.А., д.э.н., профессор, заведующий кафедрой, кафедра предпринимательства и внешнеэкономической деятельности, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, г. Москва;  
Горбачев А.С., студент, кафедра предпринимательства и внешнеэкономической деятельности, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, г. Москва;  
Кутузова А.А., студент, Департамент учета, анализа и аудита, Финансовый университет при Правительстве РФ, г. Москва

Перейти на ГЛАВНОЕ МЕНЮ

В статье приведен анализ основных характеристик федерального бюджета Российской Федерации, его прогнозируемых доходов и расходов, дана детализированная эконометрическая оценка факторов влияния на доходную часть бюджета методами корреляционно-регрессионного анализа. Оценены перспективы наработки по прогнозам 2017-2019 гг. и предположены возможные причины изменения бюджетной политики.

#### ВВЕДЕНИЕ

Ежегодно Правительство РФ в соответствии с Бюджетным кодексом РФ (БК РФ), вносит на рассмотрение Государственной Думы проекты законов о федеральном бюджете на очередной финансовый год. Что касается последнего законопроекта о бюджете будущего года, стоит отметить, что таковой является точкой возврата к системе трехлетнего планирования, которое, безусловно, имеет ряд преимуществ, одним из которых является возможность придерживаться четко спланированных действий в целях соответствия поставленным задачам по исполнению федерального бюджета. В соответствии с итогами 2016 г. и сложившейся внешнеэкономической ситуацией можно сделать вывод о том, что ближайшие три года Российская Федерация преуспеет в своем развитии посредством уравнивания его состояния. Таким образом, для достижения нужного уровня развития будет проведен ряд мероприятий, касающихся изменений статей расходов бюджета с учетом отдельных влияющих на них факторов непосредственно.

Прежде чем выносить какие-либо суждения касательно расходной части федерального бюджета, представляется важным изучить статьи его доходов и выявить наиболее прибыльные из них. Для этого необходимо провести эконометрический анализ, включающий в себя:

- использование парной линейной регрессии, дающей оценку степени влияния групп факторов на доходную часть бюджета;
- множественной регрессии;
- оценку уравнения регрессии;
- проверку значимости парных коэффициентов корреляции;
- анализ параметров уравнения регрессии.

С использованием полученных данных проведенного анализа представляется возможным сделать вывод о том, какие меры необходимо выполнить для достижения сбалансированности бюджета. Кроме эконометрического анализа, в данной работе также приведен обзор численных итогов исполнения бюджетов прошлых лет, что позволяет изучить динамику и наглядно проследить тенденцию изменения с учетом проекта 2017 г. и планов на 2018-2019 гг. Анализ структуры проекта федерального бюджета на ближайшие три года имеет особую актуальность по причине существования запланированных мер по оптимизации расходной части бюджета и на основании ожидаемого дефицита. Посредством проведенного анализа вынесенная гипотеза о наибольшем влиянии на доходную часть бюджета внутреннего налога на добавленную стоимость (НДС) явилась подтвержденной.

#### Характеристика федерального бюджета РФ

Исходя из проекта госбюджета на 2017 г. и планов двух последующих лет, нынешний год получил название года адаптации к современным условиям внешнеэкономической ситуации. В дальнейшем же страна должна войти в русло сбалансированного развития, но при этом предусматривается несколько серьезных изменений, касающихся оптимизации расходной части бюджета с учетом ожидаемого дефицита.

Правительство РФ рассмотрело бюджет будущего года 13 октября. В рамках заседания были даны не только предварительные оценки исполнению главного финансового документа страны, но и сформированы изменения концептуального характера, реализовать которые предстоит в течение трех ближайших лет.

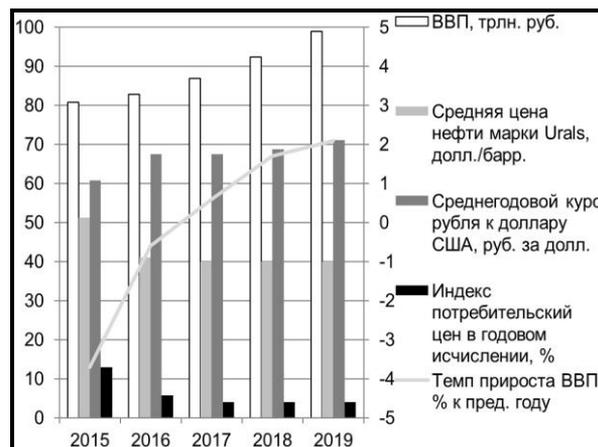


Рис. 1. Основные параметры базового варианта прогноза социально-экономического развития РФ на 2017-2019 гг.

В Министерстве финансов РФ (Минфин РФ) признали целесообразным возврат к системе трехлетнего планирования. В результате формируется не только госбюджет 2017 г., но и закладываются базовые ориентиры бюджетов двух последующих лет, до 2019 г. включительно. Остается только надеяться, что долгосрочное планирование не окажется номинальным, и государство сможет в целом соответствовать заложенным параметрам. Только в та-

ком случае можно будет говорить о появлении стабильности в планировании, способной стать положительным сигналом для бизнес-сообщества.

В основе законопроекта лежит так называемый базовый сценарий развития экономической ситуации в стране на период 2017-2019 гг., основные параметры которого представлены на рис. 1.

### Внешние и внутренние факторы

Одним из основных внешних условий на ближайшие годы принимается замедление темпов общемирового экономического роста, что не позволяет рассчитывать на повышение потребительского спроса и рост цен российской экспортной продукции [1-6]. Кроме того, за основу принимается сохранение существующего санкционного режима.

Расчеты текущего года дают среднюю стоимость нефти Urals на уровне 41 долл. за баррель. Прогнозы будущих трех лет составлены с учетом сохранения существующей ситуации и удержания средней стоимости нефти на отметке в 40 долл. за баррель.

Основным внутренним фактором является постепенный рост отечественной экономики. В 2017 г. валовый внутренний продукт (ВВП) должен прибавить 0,6%, годом позже уже 1,7%, а закончить 2019 г. планируется с результатом +2,1%. При сохранении относительной стабильности национальной валюты и умеренном росте номинального спроса в стране показатели инфляции должны снизиться до 4%, что окажет положительное воздействие на экономику в целом. Курс доллара на указанный период прогнозируется в коридоре от 67,5-71,1 руб.

2016 г. считается адаптационным, в то время как ближайшие три года должны пройти под знаком выхода на позиции, обеспечивающие постоянный и сбалансированный рост основных показателей.

### Доходы

Прогноз доходной части бюджета на период 2017-2019 гг. годов носит отрицательную направленность (табл. 1). Если в текущем году доходы составляют 16,1% от ВВП страны, то в 2019 г. это будет только 15% ВВП.

Таблица 1

### ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФЕДЕРАЛЬНОГО БЮДЖЕТА

Показатель	Годы				
	2015	2016	2017	2018	2019
<b>Млрд. руб.</b>					
Доходы	13659	13369	13437	13989	14825
В том числе:					
нефтегазовые	5863	4778	5029	5133	5370
нефтегазовые	7797	8591	8408	8856	9455
Расходы	15620	16403	16181	15978	15964
Дефицит (-) / профицит (+)	-1961	-3034	-2744	-1989	-1139
Нефтегазовый дефицит	-7823	-7812	-7773	-7122	-6509
<b>Доля ВВП, %</b>					
Доходы,	16,9	16,1	15,5	15,2	15

Показатель	Годы				
	2015	2016	2017	2018	2019
В том числе:					
нефтегазовые	7,3	5,8	5,8	5,5	5,4
нефтегазовые	9,6	10,4	9,6	9,6	9,6
Расходы	19,3	19,8	18,6	17,3	16,1
Дефицит (-) / профицит (+)	-2,4	-3,7	-3,02	-2,2	-1,2
Нефтегазовый дефицит	-9,7	-9,4	-9	-7,7	-6,5

Основной причиной подобной ситуации является сокращение поступлений валютной выручки от реализации углеводородов на внешних рынках. В свою очередь доходы нефтегазового характера будут оставаться стабильными и составят не меньше 9,6% всего ВВП, что соответствует показателям 2015 г.

Увеличение доли доходов от нефтегазовых отраслей в 2016 году до 10,4% объясняется в первую очередь планами реализации части ценных бумаг «Роснефти», что позволит получить казне дополнительные средства.

В целом поступления нефтегазовых доходов будут соответствовать данным 2016 г. или несколько превосходить их (прирост не более 0,1% ВВП). Главным фактором роста должен стать НДС с реализации продукции на российском рынке. Планируется, что на фоне текущих показателей доля данного налога увеличится на 0,4% ВВП.

Таблица 2

### ДОХОДЫ ФЕДЕРАЛЬНОГО БЮДЖЕТА В 2017-2019 гг.

Годы							
2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<b>Млрд. руб.</b>							
<b>Доходы, всего</b>							
12856	12866	13486	13659	13369	13437	13989	14825
<b>Нефтегазовые</b>							
6454	5931	5947	5863	4778	5029	5133	5370
<b>В том числе налог на добычу полезных ископаемых (НДПИ)</b>							
2400	2340	2438	3160	2819	3278	3386	3527
<b>Вывозные пошлины</b>							
4053	3586	3507	2703	1959	1750	1746	1843
<b>Нефтегазовые</b>							
6402	6935	7539	7797	8591	8408	8856	9455
<b>В том числе налог на прибыль организаций, X<sub>1</sub></b>							
376	445	441	491	465	599	635	686
<b>НДС на товары, реализуемые на территории РФ, X<sub>2</sub></b>							
1881	1868	2181	2448	2637	2888	3205	3559
<b>НДС на товары, ввозимые на территорию РФ, X<sub>3</sub></b>							
1659	1671	1750	1785	1910	2001	2119	2265
<b>Акцизы на товары, производимые на территории РФ, X<sub>4</sub></b>							
342	461	521	528	623	791	854	894
<b>Акцизы на товары, ввозимые на территорию РФ, X<sub>5</sub></b>							
53	63	72	54	57	51	50	52
<b>Ввозные пошлины, X<sub>6</sub></b>							
779	701	705	560	542	529	538	558
<b>Доля ВВП, %</b>							
<b>Доходы всего</b>							

Годы							
2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
20,5	19,3	18,2	16,9	16,1	15,5	15,2	15
Нефтегазовые							
10,3	8,9	8,0	7,3	5,8	5,8	5,6	5,4
В том числе НДС							
3,8	3,5	3,3	3,9	3,4	3,8	3,7	3,6
Вывозные пошлины							
6,5	5,4	4,7	3,3	2,4	2	1,9	1,9
Ненефтегазовые							
10,2	10,4	10,2	9,6	10,4	9,7	9,6	9,6
В том числе налог на прибыль организаций, $x_1$							
0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7
НДС на товары, реализуемые на территории РФ, $x_2$							
3,0	2,8	3,1	3	3,2	3,3	3,5	3,6
НДС на товары, ввозимые на территорию РФ, $x_3$							
2,7	2,5	2,5	2,2	2,3	2,3	2,3	2,3
Акцизы на товары, производимые на территории РФ, $x_4$							
0,5	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9
Акцизы на товары, ввозимые на территорию РФ, $x_5$							
0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Ввозные пошлины, $x_6$							
1,3	1,0	0,9	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6

Для оценки степени влияния групп факторов на доходную часть бюджета предлагается использование парной линейной регрессии [7-9]:

$$r_{xy} = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2 * \sum(y - \bar{y})^2}}, \tag{1}$$

$$r_{xy} = \frac{\overline{xy} - \bar{x}\bar{y}}{\sigma_y \sigma_x}, \tag{2}$$

где  $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$  – средние значения соответствующих признаков;

$\overline{xy} = \frac{\sum xy}{n}$  – среднее значение произведения признаков;

$\sigma_x$ ,  $\sigma_y$ ,  $y$  – средние квадратические отклонения значений соответственно признаков  $x$  и  $y$ .

$r_{x_1y} = -0,43$  (нефтегазовые);

$r_{x_2y} = 0,86$  (ненефтегазовые).

Таким образом, более существенное влияние на доходную часть федерального бюджета оказывает ненефтегазовая группа факторов. Для дальнейшей детализации данных факторов предлагается использование множественной регрессии с постановкой гипотезы: наибольшее влияние на доходную часть бюджета составляет НДС на товары, реализуемые на территории РФ (фактор  $x_2$ ).

Уравнение множественной регрессии может быть представлено в виде:

$$Y = f(\beta, X) + \varepsilon, \tag{3}$$

где  $X = X(X_1, X_2, \dots, X_m)$  – вектор независимых (объясняющих) переменных;

$\beta$  – вектор параметров (подлежащих определению);

$\varepsilon$  – случайная ошибка (отклонение);

$Y$  – зависимая (объясняемая) переменная. Теоретическое линейное уравнение множественной регрессии имеет вид:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_m X_m + \varepsilon, \tag{4}$$

где  $\beta_0$  – свободный член, определяющий значение  $Y$ , в случае, когда все объясняющие переменные  $X_j$  равны нулю. Эмпирическое уравнение множественной регрессии представим в виде:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_m X_m + e, \tag{5}$$

где  $b_0, b_1, \dots, b_m$  – оценки теоретических значений;  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m$  коэффициентов регрессии (эмпирические коэффициенты регрессии);  $e$  – оценка отклонения  $\varepsilon$ .

При выполнении предпосылок метода наименьших квадратов (МНК) относительно ошибок  $\varepsilon_i$ , оценки  $b_0, b_1, \dots, b_m$  параметров  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m$  множественной линейной регрессии по МНК являются несмещенными, эффективными и состоятельными. Для оценки параметров уравнения множественной регрессии применяют МНК.

1. Оценка уравнения регрессии. Определим вектор оценок коэффициентов регрессии. Согласно методу наименьших квадратов, вектор  $s$  получается из выражения:

$$s = (X^T X)^{-1} X^T Y. \tag{6}$$

К матрице с переменными  $X_j$  добавляем единичный столбец.

Таблица 3

МАТРИЦА  $X_j$  С ЕДИНИЧНЫМ СТОЛБЦОМ

1	376	1881	1659	342	53	779
1	445	1868	1671	461	63	701
1	441	2181	1750	521	72	705
1	491	2448	1785	528	54	560
1	465	2637	1910	623	57	542
1	599	2888	2001	791	51	529
1	635	3205	2119	854	50	538
1	686	3559	2265	894	52	558

МАТРИЦА  $Y$

12856
12866
13486
13659
13369
13437
13989
14825

МАТРИЦА  $X^T$

1	1	1	1	1	1	1	1
376	445	441	491	465	599	635	686
1881	1868	2181	2448	2637	2888	3205	3559

1659	1671	1750	1785	1910	2001	2119	2265
342	461	521	528	623	791	854	894
53	63	72	54	57	51	50	52
779	701	705	560	542	529	538	558

**УМНОЖАЕМ МАТРИЦЫ,  $(X^T X)$**

8	4138	20667	15160	5014	452	4912
4138	2223810	11135071	8001668	2741824	230705	2484033
20667	11135071	56009869	40096525	13779370	1149516	12350470
15160	8001668	40096525	29065734	9799196	850241	9194723
5014	2741824	13779370	9799196	3422072	278233	2966973
452	230705	1149516	850241	278233	25932	280239
4912	2484033	12350470	9194723	2966973	280239	3083280

В матрице  $(X^T X)$  число восемь, лежащее на пересечении 1-й строки и 1-го столбца, получено как сумма произведений элементов 1-й строки матрицы  $X^T$  и 1-го столбца матрицы  $X$ . Умножаем матрицы,  $(X^T Y)$ :

108487
56531434
282723051
206452548
68723846
6118174
66343163

Находим обратную матрицу  $(X^T X)^{-1}$ :

426,928	-0,175	0,14	-0,482	0,245	-0,827	0,176
-0,175	0,000333	-6,1E-5	0,000181	-0,000226	0,000624	-0,000123
0,14	-6,1E-5	6,9E-5	-0,000198	7,2E-5	-0,000144	8,5E-5
-0,482	0,000181	-0,000198	0,000635	-0,000283	0,000673	-0,000269
0,245	-0,000226	7,2E-5	-0,000283	0,000264	-0,000702	0,000159
-0,827	0,000624	-0,000144	0,000673	-0,000702	0,0057	-0,000458
0,176	-0,000123	8,5E-5	-0,000269	0,000159	-0,000458	0,000169

Вектор оценок коэффициентов регрессии равен:

8	108487	4138	20667	15160	5014	452	4912
108487	1474007045	56531434	282723051	206452548	68723846	6118174	66343163
4138	56531434	2223810	11135071	8001668	2741824	230705	2484033
20667	282723051	11135071	56009869	40096525	13779370	1149516	12350470
15160	206452548	8001668	40096525	29065734	9799196	850241	9194723
5014	68723846	2741824	13779370	9799196	3422072	278233	2966973
452	6118174	230705	1149516	850241	278233	25932	280239
4912	66343163	2484033	12350470	9194723	2966973	280239	3083280

Полученная матрица имеет следующее соответствие:

$\sum n$	$\sum y$	$\sum x_1$	$\sum x_2$	$\sum x_3$	$\sum x_4$	$\sum x_5$	$\sum x_6$
$\sum y^2$	$\sum x_1 y$	$\sum x_2 y$	$\sum x_3 y$	$\sum x_4 y$	$\sum x_5 y$	$\sum x_6 y$	
$\sum x_1^2$	$\sum x_1 x_2$	$\sum x_2^2$	$\sum x_3 x_2$	$\sum x_4 x_2$	$\sum x_5 x_2$	$\sum x_6 x_2$	
$\sum x_2^2$	$\sum x_1 x_3$	$\sum x_2 x_3$	$\sum x_3^2$	$\sum x_4 x_3$	$\sum x_5 x_3$	$\sum x_6 x_3$	
$\sum x_3^2$	$\sum x_1 x_4$	$\sum x_2 x_4$	$\sum x_3 x_4$	$\sum x_4^2$	$\sum x_5 x_4$	$\sum x_6 x_4$	
$\sum x_4^2$	$\sum x_1 x_5$	$\sum x_2 x_5$	$\sum x_3 x_5$	$\sum x_4 x_5$	$\sum x_5^2$	$\sum x_6 x_5$	
$\sum x_5^2$	$\sum x_1 x_6$	$\sum x_2 x_6$	$\sum x_3 x_6$	$\sum x_4 x_6$	$\sum x_5 x_6$	$\sum x_6^2$	

Найдем парные коэффициенты корреляции:

$$r_{xy} = \frac{x * y - \bar{x} * \bar{y}}{s(x) * s(y)} \quad (7)$$

$$r_{yx_1} = \frac{7066429,25 - 517,25 * 13560,88}{102,12 * 594,6} = 0,857 ;$$

$$Y(X) = (X^T X)^{-1} X^T Y = (7218,654; 6,191; 2,443; -0,879; -6,131; 36,914; 0,407) .$$

Уравнение регрессии (оценки уравнения регрессии):  $Y = 7218,65 + 6,19X_1 + 2,44X_2 - 0,88X_3 - 6,13X_4 + 36,91X_5 + 0,41X_6$ .

2. Матрица парных коэффициентов корреляции  $R$ . Число наблюдений  $n=8$ . Число независимых переменных в модели равно 6, а число регрессоров с учетом единичного вектора равно числу неизвестных коэффициентов. С учетом признака  $Y$ , размерность матрицы становится равным 8. Матрица независимых переменных  $X$  имеет размерность  $(8 \times 8)$ . Матрица, составленная из  $Y$  и  $X$ :

1	12856	376	1881	1659	342	53	779
1	12866	445	1868	1671	461	63	701
1	13486	441	2181	1750	521	72	705
1	13659	491	2448	1785	528	54	560
1	13369	465	2637	1910	623	57	542
1	13437	599	2888	2001	791	51	529
1	13989	635	3205	2119	854	50	538
1	14825	686	3559	2265	894	52	558

Транспонированная матрица:

1	1	1	1	1	1	1	1
12856	12866	13486	13659	13369	13437	13989	14825
376	445	441	491	465	599	635	686
1881	1868	2181	2448	2637	2888	3205	3559
1659	1671	1750	1785	1910	2001	2119	2265
342	461	521	528	623	791	854	894
53	63	72	54	57	51	50	52
779	701	705	560	542	529	538	558

Матрица  $X^T X$ :

$$r_{yx_2} = \frac{35340381,38 - 2583,38 * 13560,88}{572,2 * 594,6} = 0,904 ;$$

$$r_{yx_3} = \frac{25806568,5 - 1895 * 13560,88}{205,41 * 594,6} = 0,89 ;$$

$$r_{yx_4} = \frac{8590480,75 - 626,75 * 13560,88}{186,93 * 594,6} = 0,821 ;$$

$$r_{yx_5} = \frac{764771,75 - 56,5 * 13560,88}{7,02 * 594,6} = -0,34 ;$$

$$r_{yx_6} = \frac{8292895,38 - 614 * 13560,88}{91,73 * 594,6} = -0,614 ;$$

$$r_{x_1 x_2} = \frac{1391883,88 - 2583,38 * 517,25}{572,2 * 102,12} = 0,952 ;$$

$$r_{x_1x_3} = \frac{1000208,5 - 1895 * 517,25}{205,41 * 102,12} = 0,954 ;$$

$$r_{x_2x_6} = \frac{1543808,75 - 614 * 2583,38}{91,73 * 572,2} = -0,808 ;$$

$$r_{x_1x_4} = \frac{342728 - 626,75 * 517,25}{186,93 * 102,12} = 0,971 ;$$

$$r_{x_3x_4} = \frac{1224899,5 - 626,75 * 1895}{186,93 * 205,41} = 0,969 ;$$

$$r_{x_1x_5} = \frac{28838,13 - 56,5 * 517,25}{7,02 * 102,12} = -0,539 ;$$

$$r_{x_3x_5} = \frac{106280,13 - 56,5 * 1895}{7,02 * 205,41} = -0,546 ;$$

$$r_{x_1x_6} = \frac{310504,13 - 614 * 517,25}{91,73 * 102,12} = -0,757 ;$$

$$r_{x_3x_6} = \frac{1149340,38 - 614 * 1895}{91,73 * 205,41} = -0,753 ;$$

$$r_{x_2x_3} = \frac{5012065,63 - 1895 * 2583,38}{205,41 * 572,2} = 0,992 ;$$

$$r_{x_4x_5} = \frac{34779,13 - 56,5 * 626,75}{7,02 * 186,93} = -0,482 ;$$

$$r_{x_2x_4} = \frac{1722421,25 - 626,75 * 2583,38}{186,93 * 572,2} = 0,966 ;$$

$$r_{x_4x_6} = \frac{370871,63 - 614 * 626,75}{91,73 * 186,93} = -0,814 ;$$

$$r_{x_2x_5} = \frac{143689,5 - 56,5 * 2583,38}{7,02 * 572,2} = -0,566 ;$$

$$r_{x_5x_6} = \frac{35029,88 - 614 * 56,5}{91,73 * 7,02} = 0,526 .$$

Признаки x и y	$\sum x_i$	$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$	$\sum y_i$	$\bar{y} = \frac{\sum y}{n}$	$\sum x_i y_i$	$\overline{xy} = \frac{\sum x_i y_i}{n}$	$D(x) = \frac{\sum x_i^2}{n} - \bar{x}^2$	$D(y) = \frac{\sum y_i^2}{n} - \bar{y}^2$	$s(x) = \sqrt{D(x)}$	$s(y) = \sqrt{D(y)}$
Для y и x <sub>1</sub>	4138	517,25	108487	13560,875	56531434	7066429,25	10428,688	353549,859	102,121	594,601
Для y и x <sub>2</sub>	20667	2583,375	108487	13560,875	282723051	35340381,375	327407,234	353549,859	572,195	594,601
Для y и x <sub>3</sub>	15160	1895	108487	13560,875	206452548	25806568,5	42191,75	353549,859	205,406	594,601
Для y и x <sub>4</sub>	5014	626,75	108487	13560,875	68723846	8590480,75	34943,438	353549,859	186,932	594,601
Для y и x <sub>5</sub>	452	56,5	108487	13560,875	6118174	764771,75	49,25	353549,859	7,018	594,601
Для y и x <sub>6</sub>	4912	614	108487	13560,875	66343163	8292895,375	8414	353549,859	91,728	594,601
Для x <sub>1</sub> и x <sub>2</sub>	20667	2583,375	4138	517,25	11135071	1391883,875	327407,234	10428,688	572,195	102,121
Для x <sub>1</sub> и x <sub>3</sub>	15160	1895	4138	517,25	8001668	1000208,5	42191,75	10428,688	205,406	102,121
Для x <sub>1</sub> и x <sub>4</sub>	5014	626,75	4138	517,25	2741824	342728	34943,438	10428,688	186,932	102,121
Для x <sub>1</sub> и x <sub>5</sub>	452	56,5	4138	517,25	230705	28838,125	49,25	10428,688	7,018	102,121
Для x <sub>1</sub> и x <sub>6</sub>	4912	614	4138	517,25	2484033	310504,125	8414	10428,688	91,728	102,121
Для x <sub>2</sub> и x <sub>3</sub>	15160	1895	20667	2583,375	40096525	5012065,625	42191,75	327407,234	205,406	572,195
Для x <sub>2</sub> и x <sub>4</sub>	5014	626,75	20667	2583,375	13779370	1722421,25	34943,438	327407,234	186,932	572,195
Для x <sub>2</sub> и x <sub>5</sub>	452	56,5	20667	2583,375	1149516	143689,5	49,25	327407,234	7,018	572,195
Для x <sub>2</sub> и x <sub>6</sub>	4912	614	20667	2583,375	12350470	1543808,75	8414	327407,234	91,728	572,195
Для x <sub>3</sub> и x <sub>4</sub>	5014	626,75	15160	1895	9799196	1224899,5	34943,438	42191,75	186,932	205,406
Для x <sub>3</sub> и x <sub>5</sub>	452	56,5	15160	1895	850241	106280,125	49,25	42191,75	7,018	205,406
Для x <sub>3</sub> и x <sub>6</sub>	4912	614	15160	1895	9194723	1149340,375	8414	42191,75	91,728	205,406
Для x <sub>4</sub> и x <sub>5</sub>	452	56,5	5014	626,75	278233	34779,125	49,25	34943,438	7,018	186,932
Для x <sub>4</sub> и x <sub>6</sub>	4912	614	5014	626,75	2966973	370871,625	8414	34943,438	91,728	186,932
Для x <sub>5</sub> и x <sub>6</sub>	4912	614	452	56,5	280239	35029,875	8414	49,25	91,728	7,018

Матрица парных коэффициентов корреляции R:

-	y	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>4</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>6</sub>
y	1	0,857	0,904	0,89	0,821	-0,34	-0,614
x <sub>1</sub>	0,857	1	0,952	0,954	0,971	-0,539	-0,757
x <sub>2</sub>	0,904	0,952	1	0,992	0,966	-0,566	-0,808
x <sub>3</sub>	0,89	0,954	0,992	1	0,969	-0,546	-0,753
x <sub>4</sub>	0,821	0,971	0,966	0,969	1	-0,482	-0,814
x <sub>5</sub>	-0,34	-0,539	-0,566	-0,546	-0,482	1	0,526
x <sub>6</sub>	-0,614	-0,757	-0,808	-0,753	-0,814	0,526	1

В качестве критерия мультиколлинеарности может быть принято соблюдение следующих неравенств:

$$r(x, y) > r(x_k, x_j); r(x_k, y) > r(x_k, x_j). \quad (8)$$

В данном случае  $r_{x_1x_2}, r_{x_1x_3}, r_{x_1x_4}, r_{x_1x_6}, r_{x_2x_3}, r_{x_2x_4}, r_{x_2x_6}, r_{x_3x_4}, r_{x_3x_6}, r_{x_4x_6}$  имеют  $|r| > 0,7$ , что говорит о

мультиколлинеарности факторов и о необходимости исключения одного из них из дальнейшего анализа.

Факторные признаки, у которых  $|r_{yxi}| < 0,5$  исключают из модели. По шкале Чеддока: если  $|r| > 0,3$  – связь практически отсутствует;  $0,3 \leq |r| \leq 0,7$  – связь средняя;  $0,7 \leq |r| \leq 0,9$  – связь сильная;  $|r| > 0,9$  – связь весьма сильная.

Проверим значимость полученных парных коэффициентов корреляции с помощью t-критерия Стьюдента. Коэффициенты, для которых значения t-статистики по модулю больше найденного критического значения, считаются значимыми.

Рассчитаем наблюдаемые значения t-статистики для  $r_{yxi}$  по формуле:

$$t_{набл} = r_{yx_1} * \frac{\sqrt{n-m-1}}{\sqrt{1-r_{yx_1}^2}}, \tag{9}$$

где  $m = 1$  – количество факторов в уравнении регрессии.

$$t_{набл} = 0,86 * \frac{\sqrt{8-1-1}}{\sqrt{1-0,86^2}} = 4,08.$$

По таблице Стьюдента находим  $T_{табл}$ :

$$t_{крит} (n-m-1; \alpha/2) = (6; 0,025) = 2,447.$$

Поскольку  $t_{набл} > t_{крит}$ , то отклоняем гипотезу о равенстве нулю коэффициента корреляции. Другими словами, коэффициент корреляции статистически значим. Рассчитаем наблюдаемые значения  $t$ -статистики для  $r_{yx_2}$  по формуле:

$$t_{набл} = 0,9 * \frac{\sqrt{8-1-1}}{\sqrt{1-0,9^2}} = 5,18.$$

Поскольку  $t_{набл} > t_{крит}$ , то отклоняем гипотезу о равенстве нулю коэффициента корреляции. Другими словами, коэффициент корреляции статистически значим. Рассчитаем наблюдаемые значения  $t$ -статистики для  $r_{yx_3}$  по формуле:

$$t_{набл} = 0,89 * \frac{\sqrt{8-1-1}}{\sqrt{1-0,89^2}} = 4,78.$$

Поскольку  $t_{набл} > t_{крит}$ , то отклоняем гипотезу о равенстве нулю коэффициента корреляции. Другими словами, коэффициент корреляции статистически значим. Рассчитаем наблюдаемые значения  $t$ -статистики для  $r_{yx_4}$  по формуле:

$$t_{набл} = 0,82 * \frac{\sqrt{8-1-1}}{\sqrt{1-0,82^2}} = 3,52.$$

Поскольку  $t_{набл} > t_{крит}$ , то отклоняем гипотезу о равенстве нулю коэффициента корреляции. Другими словами, коэффициент корреляции статистически значим. Рассчитаем наблюдаемые значения  $t$ -статистики для  $r_{yx_5}$  по формуле:

$$t_{набл} = 0,34 * \frac{\sqrt{8-1-1}}{\sqrt{1-0,34^2}} = 0,88.$$

Поскольку  $t_{набл} > t_{крит}$ , то принимаем гипотезу о равенстве нулю коэффициента корреляции. Другими словами, коэффициент корреляции статистически не значим. Рассчитаем наблюдаемые значения  $t$ -статистики для  $r_{yx_6}$  по формуле:

$$t_{набл} = 0,61 * \frac{\sqrt{8-1-1}}{\sqrt{1-0,61^2}} = 1,9.$$

Поскольку  $t_{набл} > t_{крит}$ , то принимаем гипотезу о равенстве нулю коэффициента корреляции. Другими словами, коэффициент корреляции статистически не значим.

Таким образом, связь между ( $y$  и  $x_1$ ), ( $y$  и  $x_2$ ), ( $y$  и  $x_3$ ), ( $y$  и  $x_4$ ) является существенной. Наибольшее влияние на результативный признак оказывает фактор  $x_2$  ( $r = 0,9$ ), значит, при построении модели он войдет в регрессионное уравнение первым.

Тестирование и устранение мультиколлинеарности. Наиболее полным алгоритмом исследования мультиколлинеарности является алгоритм Фаррара-Глобера. С его помощью тестируют три вида мультиколлинеарности:

- всех факторов ( $\chi^2$  – хи-квадрат);
- каждого фактора с остальными (критерий Фишера);
- каждой пары факторов (критерий Стьюдента).

1. Проверим переменные на мультиколлинеарность методом Фаррара-Глобера по первому виду статистических критериев (критерий хи-квадрат). Формула для расчета значения статистики Фаррара-Глобера:

$$\chi^2 = - \left[ n-1 - \frac{(2m+5)}{6} \right] \ln(\det[R]) = - \left[ 8-1 - \frac{(2*6+5)}{6} \right] \ln(0) = 81,6. \tag{10}$$

где  $m = 6$  – количество факторов;

$n = 8$  – количество наблюдений;

$\det[R]$  – определитель матрицы парных коэффициентов корреляции  $R$ .

Сравниваем его с табличным значением при  $v = \frac{m}{2(m-1)} = 15$  степенях свободы и уровне значимости  $\alpha$ .

Если  $\chi^2 > \chi^2_{табл}$ , то в векторе факторов присутствует мультиколлинеарность

$$\chi^2_{табл} (15; 0,05) = 24,99579.$$

2. Проверим переменные на мультиколлинеарность по второму виду статистических критериев (критерий Фишера).

Определяем обратную матрицу  $D = R^{-1}$ :

835,614	-888,535	-1964,61	253,612	1610,628	-364,06	-52,499
-888,535	972,571	2060,285	-239,242	-1747,117	390,693	46,589
-1964,61	2060,285	<b>4798,876</b>	-782,161	-3725,518	851,321	159,194
253,612	-239,242	-782,161	291,289	401,853	-102,734	-56,481
1610,628	-1747,117	-3725,518	401,853	3178,326	-709,088	-79,35
-364,06	390,693	851,321	-102,734	-709,088	160,858	20,513
-52,499	46,589	159,194	-56,481	-79,35	20,513	14,669

Вычисляем  $F$ -критерии Фишера:

$$F_k = (d_{kk} - 1) * \frac{n-m}{m-1}, \tag{11}$$

где  $d_{kk}$  – диагональные элементы матрицы.

Рассчитанные значения критериев сравниваются с табличными при  $v_1 = n-m$  и  $v_2 = m-1$  степенях свободы и уровне значимости  $\alpha$ . Если  $F_k > F_{табл}$ , то  $k$ -я переменная мультиколлинеарна с другими.

$$v_1 = 8-6=2; v_2 = 6-1=5; F_{табл} (2; 5)=5,79,$$

$$F_1 = (835,614 - 1) * \frac{8-6}{6-1} = 333,85.$$

Поскольку  $F_1 > F_{табл}$ , то переменная  $y$  мультиколлинеарна с другими

$$F_2 = (972,571 - 1) * \frac{8-6}{6-1} = 388,63 .$$

Поскольку  $F_2 > F_{табл}$ , то переменная  $x_1$  мультиколлинеарна с другими

$$F_3 = (4798,876 - 1) * \frac{8-6}{6-1} = 1919,15 .$$

Поскольку  $F_3 > F_{табл}$ , то переменная  $x_2$  мультиколлинеарна с другими

$$F_4 = (291,289 - 1) * \frac{8-6}{6-1} = 116,12 .$$

Поскольку  $F_4 > F_{табл}$ , то переменная  $x_3$  мультиколлинеарна с другими

$$F_5 = (3178,326 - 1) * \frac{8-6}{6-1} = 1270,93 .$$

Поскольку  $F_5 > F_{табл}$ , то переменная  $x_4$  мультиколлинеарна с другими

$$F_6 = (160,858 - 1) * \frac{8-6}{6-1} = 63,94 .$$

Поскольку  $F_6 > F_{табл}$ , то переменная  $x_5$  мультиколлинеарна с другими

$$F_7 = (14,669 - 1) * \frac{8-6}{6-1} = 5,47 .$$

Поскольку  $F_7 > F_{табл}$ , то переменная  $x_6$  немультиколлинеарна с другими.

3. Проверим переменные на мультиколлинеарность по третьему виду статистических критериев (критерий Стьюдента). Для этого найдем частные коэффициенты корреляции.

Частные коэффициенты корреляции. На основании частных коэффициентов можно сделать вывод об обоснованности включения переменных в регрессионную модель. Если значение коэффициента мало или он незначим, то это означает, что связь между данным фактором и результативной переменной либо очень слаба, либо вовсе отсутствует, поэтому фактор можно исключить из модели

$$r_{yx_n x_n} = \frac{r_{yx_n} - r_{yx_n} * r_{x_n x_n}}{\sqrt{(1-r_{yx_n}^2)(1-r_{x_n x_n}^2)}} , \tag{12}$$

$$t_{набл} = r_{yx_n x_n} * \frac{\sqrt{n-k-2}}{\sqrt{1-r_{yx_n x_n}^2}} , \tag{13}$$

где  $k = 1$  – число фиксируемых факторов.

-	-	Теснота связи	$t_{набл}$	-	Значимость	Ввод переменной в регрессионное уравнение
$R_{yx_1/x_5}$	0,851	Сильная	3,36	$t_{набл} > t_{крит}$	Значим	$x_1$
$R_{yx_1/x_6}$	0,761	Сильная	2,63	$t_{набл} > t_{крит}$	Значим	$x_1$
$R_{yx_2/x_5}$	0,918	Сильная	5,17	$t_{набл} > t_{крит}$	Значим	$x_2$
$R_{yx_2/x_6}$	0,877	Сильная	4,08	$t_{набл} > t_{крит}$	Значим	$x_2$
$R_{yx_3/x_5}$	0,894	Сильная	4,47	$t_{набл} > t_{крит}$	Значим	$x_3$
$R_{yx_3/x_6}$	0,824	Сильная	3,25	$t_{набл} > t_{крит}$	Значим	$x_3$
$R_{yx_4/x_5}$	0,797	Сильная	2,95	$t_{набл} > t_{крит}$	Значим	$x_4$
$R_{x_1x_2/y}$	0,804	Сильная	3,03	$t_{набл} > t_{крит}$	Значим	$x_2$
$R_{x_1x_2/x_5}$	0,932	Сильная	5,74	$t_{набл} > t_{крит}$	Значим	$x_2$
$R_{x_1x_2/x_6}$	0,884	Сильная	4,24	$t_{набл} > t_{крит}$	Значим	$x_2$
$R_{x_1x_3/y}$	0,815	Сильная	3,15	$t_{набл} > t_{крит}$	Значим	$x_3$
$R_{x_1x_3/x_5}$	0,935	Сильная	5,92	$t_{набл} > t_{крит}$	Значим	$x_3$
$R_{x_1x_3/x_6}$	0,894	Сильная	4,46	$t_{набл} > t_{крит}$	Значим	$x_3$
$R_{x_1x_4/y}$	0,91	Сильная	4,91	$t_{набл} > t_{крит}$	Значим	$x_4$
$R_{x_1x_4/x_5}$	0,964	Сильная	8,12	$t_{набл} > t_{крит}$	Значим	$x_4$
$R_{x_1x_4/x_6}$	0,936	Сильная	5,93	$t_{набл} > t_{крит}$	Значим	$x_4$
$R_{x_2x_3/y}$	0,961	Сильная	7,72	$t_{набл} > t_{крит}$	Значим	$x_3$
$R_{x_2x_3/x_1}$	0,911	Сильная	4,93	$t_{набл} > t_{крит}$	Значим	$x_3$
$R_{x_2x_3/x_4}$	0,874	Сильная	4,01	$t_{набл} > t_{крит}$	Значим	$x_3$
$R_{x_2x_3/x_5}$	0,989	Сильная	14,62	$t_{набл} > t_{крит}$	Значим	$x_3$
$R_{x_2x_3/x_6}$	0,989	Сильная	14,68	$t_{набл} > t_{крит}$	Значим	$x_3$
$R_{x_2x_4/y}$	0,916	Сильная	5,11	$t_{набл} > t_{крит}$	Значим	$x_4$

–	–	Теснота связи	$t_{набл}$	–	Значимость	Ввод переменной в регрессионное уравнение
$R_{x_2x_4/x_5}$	0,959	Сильная	7,58	$t_{набл} > t_{крит}$	Значим	$x_4$
$R_{x_2x_4/x_6}$	0,9	Сильная	4,62	$t_{набл} > t_{крит}$	Значим	$x_4$
$R_{x_3x_4/y}$	0,916	Сильная	5,11	$t_{набл} > t_{крит}$	Значим	$x_4$
$R_{x_3x_4/x_5}$	0,962	Сильная	7,83	$t_{набл} > t_{крит}$	Значим	$x_4$
$R_{x_3x_4/x_6}$	0,932	Сильная	5,73	$t_{набл} > t_{крит}$	Значим	$x_4$

Можно сделать вывод, что при построении регрессионного уравнения следует отобрать факторы  $x_1, x_2, x_3, x_4$ .

Модель регрессии в стандартном масштабе предполагает, что все значения исследуемых признаков переводятся в стандарты (стандартизованные значения) по формулам:

$$t_j = \frac{x_j - \bar{x}_j}{S(x_j)}, \tag{14}$$

где  $x_{ji}$  – значение переменной  $x_j$  в  $i$ -м наблюдении

$$t_y = \frac{y_i - \bar{y}}{S(y)}. \tag{15}$$

Таким образом, начало отсчета каждой стандартизованной переменной совмещается с ее средним значением, а в качестве единицы изменения принимается ее среднее квадратическое отклонение  $S$ .

Стандартизованные переменные будут связаны линейным соотношением:

$$t_y = \sum \beta_j t_{x_j}. \tag{16}$$

Для оценки  $\beta$ -коэффициентов применим МНК. При этом система нормальных уравнений будет иметь вид:

$$r_{x_1y} = \beta_1 + r_{x_1x_2} * \beta_2 + \dots + r_{x_1x_m} * \beta_m;$$

$$r_{x_2y} = r_{x_2x_1} * \beta_1 + \beta_2 + \dots + r_{x_2x_m} * \beta_m;$$

...

$$r_{x_my} = r_{x_mx_1} * \beta_1 + r_{x_mx_2} * \beta_2 + \dots + \beta_m.$$

Для наших данных (берем из матрицы парных коэффициентов корреляции):

$$0,857 = \beta_1 + 0,952\beta_2 + 0,954\beta_3 +$$

$$+ 0,971\beta_4 - 0,539\beta_5 - 0,757\beta_6;$$

$$0,904 = 0,952\beta_1 + \beta_2 + 0,992\beta_3 +$$

$$+ 0,966\beta_4 - 0,566\beta_5 - 0,808\beta_6;$$

$$0,89 = 0,954\beta_1 + 0,992\beta_2 + \beta_3 +$$

$$+ 0,969\beta_4 - 0,546\beta_5 - 0,753\beta_6;$$

$$0,821 = 0,971\beta_1 + 0,966\beta_2 + 0,969\beta_3 +$$

$$+ \beta_4 - 0,482\beta_5 - 0,814\beta_6;$$

$$-0,34 = -0,539\beta_1 - 0,566\beta_2 - 0,546\beta_3 -$$

$$-0,482\beta_4 + \beta_5 + 0,526\beta_6;$$

$$-0,614 = -0,757\beta_1 - 0,808\beta_2 - 0,753\beta_3 -$$

$$-0,814\beta_4 + 0,526\beta_5 + \beta_6.$$

Данную систему линейных уравнений решаем методом Гаусса:  $\beta_1 = 1,063$ ;  $\beta_2 = 2,351$ ;  $\beta_3 = -0,304$ ;

$\beta_4 = -1,927$ ;  $\beta_5 = 0,436$ ;  $\beta_6 = 0,0628$ . Стандартизованная форма уравнения регрессии имеет вид:  $t_y = 1,063x_1 + 2,351x_2 - 0,304x_3 - 1,927x_4 + 0,436x_5 + 0,0628x_6$ .

Найденные из данной системы  $\beta$ -коэффициенты позволяют определить значения коэффициентов в регрессии в естественном масштабе по формулам:

$$b_j = \beta * \frac{S(y)}{S(x_j)}, \tag{17}$$

$$a = \bar{y} - \sum b_j \bar{x}_j. \tag{18}$$

3. Анализ параметров уравнения регрессии. Для несмещенной оценки дисперсии проделаем следующие вычисления:

Несмещенная ошибка  $\varepsilon = Y - Y(x) = Y - X * S$  (абсолютная ошибка аппроксимации)

Y	Y(x)	$\varepsilon = Y - Y(x)$	$\varepsilon^2$	$(Y - Y_{cp})^2$	$ \varepsilon : Y $
12856	12860,306	-4,306	18,546	496848,766	0,000335
12866	12853,002	12,998	168,949	482851,266	0,00101
13486	13489,396	-3,396	11,531	5606,266	0,000252
13659	13654,033	4,967	24,671	9628,516	0,000364
13369	13365,862	3,138	9,85	36816,016	0,000235
13437	13471,886	-34,886	1217,002	15345,016	0,0026
13989	13945,935	43,065	1854,591	183291,016	0,00308
14825	14834,864	-9,864	97,304	1598012,016	0,000665
-	-	0	3402,444	2828398,875	0,00854

Средняя ошибка аппроксимации:

$$A = \frac{\sum |\varepsilon : Y|}{n} * 100\% = \frac{0,00854}{8} * 100\% = 0,11\%.$$

Оценка дисперсии равна:

$$S_e^2 = (Y - X * Y(X))^T (Y - X * Y(X)) = 3402,44.$$

Несмещенная оценка дисперсии равна:

$$S^2 = \frac{1}{n-m-1} * S_e^2 = \frac{1}{8-6-1} * 3402,44 = 3402,44.$$

Оценка среднеквадратичного отклонения (стандартная ошибка для оценки Y):

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{3402,44} = 58,33.$$

Найдем оценку ковариационной матрицы вектора

$$k = S^2 * (X^T X)^{-1} :$$

1452597,229	-595,302	476,419	-1638,821	833,024	-2812,266	598,273
-595,302	1,132	-0,209	0,617	-0,768	2,123	-0,419
476,419	-0,209	0,234	-0,673	0,243	-0,489	0,29
-1638,821	0,617	-0,673	2,16	-0,963	2,289	-0,915
833,024	-0,768	0,243	-0,963	0,899	-2,39	0,542
-2812,266	2,123	-0,489	2,289	-2,39	19,382	-1,559
598,273	-0,419	0,29	-0,915	0,542	-1,559	0,575

Дисперсии параметров модели определяются соотношением  $S_i^2 = K_{ii}$ , т.е. это элементы, лежащие на главной диагонали:

$$S_{b_0} = \sqrt{1452597,229} = 1205,237 ;$$

$$S_{b_1} = \sqrt{1,132} = 1,064 ;$$

$$S_{b_2} = \sqrt{0,234} = 0,483 ;$$

$$S_{b_3} = \sqrt{2,16} = 1,47 ;$$

$$S_{b_4} = \sqrt{0,899} = 0,948 ;$$

$$S_{b_5} = \sqrt{19,382} = 4,402 ;$$

$$S_{b_6} = \sqrt{0,575} = 0,758 .$$

Частные коэффициенты эластичности. С целью расширения возможностей содержательного анализа модели регрессии используются частные коэффициенты эластичности, которые определяются по формуле:

$$E_i = b_i * \frac{x_i}{y} . \tag{19}$$

Частный коэффициент эластичности показывает, насколько процентов в среднем изменяется признак-результат y с увеличением признака-фактора x<sub>i</sub> на 1% от своего среднего уровня при фиксированном положении других факторов модели.

E <sub>1</sub>	0,24
E <sub>2</sub>	0,47
E <sub>3</sub>	-0,12
E <sub>4</sub>	-0,28
E <sub>5</sub>	0,15
E <sub>6</sub>	0,0184

Частные коэффициенты эластичности |E<sub>1</sub>|, |E<sub>2</sub>|, |E<sub>3</sub>|, |E<sub>4</sub>|, |E<sub>5</sub>|, |E<sub>6</sub>| < 1. Следовательно, их влияние на результативный признак y незначительно.

Стандартизированные частные коэффициенты регрессии – β-коэффициенты (β<sub>j</sub>) показывают, на

какую часть своего среднего квадратического отклонения S(y) изменится признак-результат y с изменением соответствующего фактора x<sub>j</sub> на величину своего среднего квадратического отклонения (S<sub>x<sub>j</sub></sub>) при неизменном влиянии прочих факторов (входящих в уравнение),

По максимальному β<sub>j</sub> можно судить, какой фактор сильнее влияет на результат y ,

Так для нашего примера непосредственное влияние фактора x<sub>1</sub> на результат y в уравнении регрессии измеряется β<sub>1</sub> и составляет 1,063; косвенное (опосредованное) влияние данного фактора на результат определяется как: r<sub>x<sub>1</sub>x<sub>2</sub></sub>β<sub>2</sub> = 0,952 \* 2,351 = 2,2384.

Сравнительная оценка влияния анализируемых факторов на результативный признак производится:

- средним коэффициентом эластичности, показывающим на сколько процентов в среднем по совокупности изменится результат y от своей средней величины при изменении фактора x<sub>i</sub> на 1% от своего среднего значения;
- β-коэффициенты, показывающие, что, если величина фактора изменится на одно среднеквадратическое отклонение S<sub>x<sub>i</sub></sub>, то значение результативного признака изменится в среднем на β своего среднеквадратического отклонения;
- долю каждого фактора в общей вариации результативного признака определяют коэффициенты раздельной детерминации (отдельного определения): d<sub>i</sub><sup>2</sup> = r<sub>yx<sub>i</sub></sub>β<sub>i</sub>,

$$d_1^2 = 0,86 * 1,063 = 0,91 ;$$

$$d_2^2 = 0,9 * 2,351 = 2,13 ;$$

$$d_3^2 = 0,89 * (-0,304) = -0,27 ;$$

$$d_4^2 = 0,82 * (-1,927) = -1,58 ;$$

$$d_5^2 = -0,34 * 0,436 = -0,15 ;$$

$$d_6^2 = -0,61 * 0,0628 = -0,0386 .$$

При этом должно выполняться равенство: ∑d<sub>i</sub><sup>2</sup> = R<sup>2</sup> = 1.

То есть мы делаем вывод, что доля фактора x<sub>2</sub> в общей вариации результативного признака, определяемая посредством коэффициента раздельной детерминации, наиболее высока, Следовательно, поставленная ранее гипотеза о наибольшем влиянии на доходную часть бюджета НДС на товары, реализуемые на территории РФ, подтверждена,

С учетом снижения доходов от реализации нефти и газа, а также стабильности иных налоговых поступлений Правительством РФ планируется реализация ряда компенсационных мер, позволяющих обеспечить бюджет дополнительными доходами. Среди них необходимо отметить следующие направления.

1. До 2020 г. должен быть полностью завершен налоговый маневр, предусматривающий переход на новый порядок расчета НДС для реализации нефти и нефтепродуктов. Кроме того, в пилотном режиме запу-

- стят налог на добавленный доход (НДД). Реализация данных мероприятий должна позволить создать сбалансированные условия налогообложения предприятий нефтегазовой отрасли,
2. Рост минимально допустимого норматива дивидендов для ценных бумаг государственного образца до 50% против нынешних 25%.
  3. Формирование системы администрирования доходов. Ожидается, что применение единообразной методологии позволит не только снизить нагрузки административного характера, но и увеличить уровень собираемости налогов в целом.

В свою очередь эффект от пункта 3 по факту может оказаться существенно меньше чем на это рассчитывают в Правительстве РФ. Интеграция электронных систем налогового и таможенного ведомства позволит увеличить поступления от ввозимого импорта, но в дальнейшем удержанные в виде таможенных пошлин средства учитываются в качестве налогового вычета при применении НДС внутри страны. В результате большая часть получаемого от внедрения нововведений эффекта нивелируется.

Кроме того, рост таможенной стоимости товара автоматически приводит к росту таможенных пошлин, т.е. дополнительных издержек. Реакцией на это станет либо увеличение стоимости продукции в реализации на внутреннем рынке, либо сокращение прибыли компаний, и снижение налоговых поступлений по данному направлению.

Еще один фактор – функционирование системы АСК НДС-2, действующей в РФ с 2015 г. Она предназначена для выявления компаний, проводящих закупки, но не отображающих в отчетности реализации товаров, чем повышается эффективность ревизионной деятельности представителей налоговой службы. В целом за первый год существования системы эффект от ее внедрения был оценен в 150 млрд. руб. В свою очередь существование системы и усложнение схем обналичивания денежных средств уже не способствует достижению аналогичных результатов в последующие годы, так как доля укрывательства становится существенно ниже.

## Расходы

Расходная часть госбюджета на ближайшие три года сформирована на основе существующих правил бюджетирования. Возобновление подобной процедуры объясняется желанием Правительства РФ снизить зависимость бюджета от курсовой волатильности стоимости углеводородов на мировом рынке. Предполагается, что бюджетные правила в новой версии будут полноценно запущены в действие с 2020 г. Ближайшие же три года решено сделать переходными, чтобы обеспечить плавность перехода к новой схеме расходов, предусматривающей существенное сокращение трат по всем основным позициям.

Минфин выступил с предложением с 2020 г. формировать величину расходной части бюджета как совокупность трех основных элементов.

1. Доходов нефтегазового сектора, рассчитанных исходя из стоимости нефти в 40 долл. и базовом курсе национальной валюты.
2. Доходов ненефтегазового сектора, определяемых на основе базового варианта развития ситуации, прогно-

зируемого Министерством экономического развития РФ (Минэкономразвития РФ).

3. Расходов, необходимых для выполнения обязательств государства по обслуживанию долговых обязательств.

При этом в расчет берется и величина Резервного фонда. Если его размер на начало отчетного года будет менее 5% ВВП, максимальная величина средств фонда, используемых на поддержание бюджета должна быть меньше 1% ВВП отчетного периода. На основе всех приведенных выше факторов будет определяться максимально допустимый предел расходов.

Появление подобной формулы направлено на создание условий, позволяющих снизить зависимость внутренних цен от общемировых цен на нефтяном рынке. В свою очередь такое исчисление расходов исключает саму возможность ведения в стране активной бюджетной политики. Говорит это в первую очередь о том, что в дальнейшем государство планирует сократить собственное участие в экономической жизни страны.

В то же время долгосрочные перспективы разрабатываемых правил выглядят весьма туманно. Они сохраняют привязку к стоимости нефти, что позволяет рассчитывать на объективность и актуальность только в случае адекватного прогнозирования движения размера нефтяных цен. В противном случае правила окажутся неэффективными и потребуют пересмотра, что уже было в истории РФ.

Бюджетными правилами будет ограничиваться также величина предельных заимствований расходов на цели погашения долговых обязательств. Планируется, что она не превысит 1% ВВП. Данное решение стоит признать правильным, так как именно величина ежегодных отчислений, а не общая сумма долга оказывает влияние на ситуацию по году.

В свою очередь необходимо понимать, что при подобной системе исчислений уже в 2018 г. величина годового обслуживания долга достигнет уровня 0,93% ВВП, т.е. практически предельных показателей. При этом величина привлекаемых ежегодно внутренних средств определена в 1 трлн. руб., кроме того, существуют сложности со сбалансированностью бюджетов в регионах. В результате реалистичность предложения вызывает серьезные вопросы.

В рамках переходного периода перед бюджетом стоит задача проведения консолидации. В ее основе лежит сочетание сокращения величины государственных трат по большинству направлений с одновременным ростом эффективности использования средств.

На период 2017-2019 гг. запланировано снижение величины расходов бюджета до 16,1% ВВП вместо 19,8% текущего года. В денежном выражении сумма снижения трат оценивается в 500 млрд. руб. на фоне показателей 2016 г.

Важную роль играет и структурирование расходов, существенно ухудшившееся за последние несколько лет. Как результат, основная часть прироста расходов пришлась на оборону, социальную сферу и погашение долгов. Будучи невоюющей страной, РФ занимает одно из первых мест в мире по величине оборонных трат. Стабильно увеличиваются и пенсии без какой-либо модернизации пенсионной системы в целом.

Еще одна серьезная проблема, долги на региональном уровне. Фактически в течение нескольких лет они

стремительно увеличивались, практически без какого-либо управления. Бюджеты большинства субъектов дефицитные и не предусматривают инвестиционной деятельности, направленной на развитие. Например, еще в 2012 г. практически все регионы, если и имели долги, то в незначительном объеме. Сейчас же есть 14 субъектов, где величина долговых обязательств превышает размер годовых поступлений в бюджет.

Таблица 3

**РАСХОДЫ ФЕДЕРАЛЬНОГО БЮДЖЕТА  
ПО СТАТЬЯМ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ  
КЛАССИФИКАЦИИ НА 2017-2019 гг.**

Показатель	Годы				
	2015	2016	2017	2018	2019
<b>Млрд. руб.</b>					
Расходы всего	15620	16403	16181	15978	15964
В том числе:					
общегосударственные вопросы	1118	1098	1170	1126	1115
национальная оборона	3181	3889	2840	2728	2856
национальная безопасность и правоохранительная деятельность	1966	1943	1968	1945	2007
национальная экономика	2324	2166	2292	2247	2054
жилищно-коммунальное хозяйство (ЖКХ)	144	57	60	30	27
охрана окружающей среды	50	65	76	78	80
образование	611	558	568	589	586
культура и кинематография	90	92	94	88	80
здравоохранение	516	466	377	394	360
социальная политика	4265	4631	5080	4962	5054
физическая культура и спорт	73	66	86	55	34
средства массовой информации (СМИ)	82	76	74	68	67
обслуживание госдолга	519	640	729	848	870
межбюджетные трансферты	682	656,4	768	770	776
<b>Доля ВВП, %</b>					
Расходы всего	19,3	19,8	18,6	17,3	16,1
В том числе:					
общегосударственные вопросы	1,4	1,3	1,3	1,2	1,1
национальная оборона	3,9	4,7	3,3	3	2,9
Национальная безопасность и правоохранительная деятельность	2,4	2,3	2,3	2,1	2
национальная экономика	2,9	2,6	2,6	2,4	2,1
ЖКХ	0,2	0,1	0,1	0	0
охрана окружающей среды	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
образование	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6
культура и кинематография	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
здравоохранение	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4
социальная политика	5,3	5,6	5,9	5,4	5,1
физическая культура и спорт	0,1	0,1	0,1	0,1	0
СМИ	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
обслуживание госдолга	0,6	0,8	0,8	0,9	0,9
межбюджетные	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8

Показатель	Годы				
	2015	2016	2017	2018	2019
трансферты					

В то же время стоит отметить, что сокращение бюджетных трат на обоих уровнях до настоящего времени в основном велось за счет инвестиционных статей, т.е. изначально тормозило будущее развитие страны. Непроизводственные статьи, наоборот, практически не подвергались урезанию, нарушая существующую балансировку.

В целом стоит признать, что планируемый каркас бюджетов 2017-2019 гг. имеет в себе достаточно много положительных моментов, хотя и продолжает базироваться на традиционных устоях. Например, уменьшаются оборонные и социальные траты, хотя данное явление объясняется общими тенденциями, а не осознанием перехода к иным принципам формирования расходов. Подтверждает подобное предположение снижение расходов Министерства здравоохранения РФ (Минздрав РФ) и Министерства образования и науки РФ (Минобрнауки РФ).

*Возможные причины изменения бюджетной политики.* На сегодня существует три основных предпосылки, позволяющих говорить о нововведениях в бюджетной политике государства.

1. Бюджет с ярко выраженной сырьевой зависимостью становится преградой на пути проведения структурных преобразований в отечественной экономике, так как отсутствуют стимулы проведения реформ. С 2015 г. происходит постепенное снижение величины нефтяной ренты, что обеспечивает формирование условий для модернизации экономики.
2. Основной задачей бюджетной политики было снижение дефицитности бюджета, но за счет наличия значительных резервов никаких реальных шагов не предпринималось. Сейчас израсходовать Резервный фонд можно уже до конца 2017 г., а ликвидности хватит максимум на балансировку бюджета. Все это требует иного взгляда на госбюджет и его основные статьи.
3. Увеличивающиеся размеры долговых обязательств на региональном уровне достигают тех пределов, при которых они превращаются в проблему государственного масштаба. При этом у государства нет резервов даже для госбюджета, не говоря уже о помощи субъектам. Как результат, фискальный разрыв увеличивается, а масштабный кризис просто оттягивается, причем срок его наступления уже недалек.

Таким образом, предпосылки очень серьезные, не позволяющие игнорировать их в ближайшей перспективе. Это позволяет рассчитывать на реальные изменения в существующей практике формирования бюджета.

**Дефицит и бюджетная стратегия**

Планируется, что бюджетная консолидация положительно скажется на величине дефицита, сокращая его ежегодно на 1% ВВП. В результате бюджет 2019 г. должен иметь дефицит всего в 1% ВВП, в то время как нынешний год планируется завершить с результатом -3,7% ВВП. За этот же период нефтегазовый дефицит снизится до 6,5% ВВП, что на 3% меньше текущих показателей.

Вместе с уменьшением величины дефицита должны кардинально измениться источники погашения отрицательного баланса. На сегодня основ-

ным источником выступают суверенные фонды, на долю которых приходится в среднем 70% всего покрытия. Уже через три года основная часть покрытия будет приходиться на долю внутреннего финансирования, представленного в основном ценными бумагами государственного образца. Планируется, что ими будет покрываться до 90% величины ежегодного дефицита. Связаны изменения в основном с израсходованием Резервного фонда и других источников резервирования денежных средств.

Необходимо заметить, что текущее структурирование бюджета и его величина в расходной части не обеспечивают в перспективе не только стабильности и устойчивости, но и потенциала для развития отечественной экономики.

Таблица 4

#### ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ ДЕФИЦИТА ФЕДЕРАЛЬНОГО БЮДЖЕТА НА 2017-2019 гг.

Млрд. руб.

Показатель	Годы			
	2016	2017	2018	2019
Источники финансирования дефицита	3034	2744	1989	1139
Использование Резервного фонда и ФНБ	2144	1812	1140	137
Не связанные с использованием Резервного фонда и ФНБ	890	932	849	1002
Источники внутреннего финансирования дефицита	897	1136	1078	1130
Государственные ценные бумаги	449	1050	1050	1050
Приватизация	382*	138	14	14
Бюджетные ссуды и кредиты, предоставленные внутри страны	-183	29	133	155
Прочие	249	-81	-119	-89
Источники внешнего финансирования дефицита	-7	-203	-229	-127

Сокращение государственных доходов приводит к тому, что осуществление бюджетного маневра в сторону производственных направлений сталкивается со значительными трудностями реализации, так как требуется действовать в общих рамках, дифференцированно снижая величину расходов.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С целью выхода через 3-4 года на уровень ежегодного дефицита, не превышающего 1,5% ВВП, а общей расходной части бюджетного правительства в границах до 34% ВВП, имеет смысл на некоторое время воспользоваться возможностями инфляционного расширения. Данная стратегия предусматривает сохранение на одном уровне всех статей расходов, имеющих не производственный характер, при одновременной ежегодной индексации расходов в производственных сферах в размере годовой инфляции.

После этого потребуются реализация «долгового тормоза», когда сальдо бюджета подведется к нулевой отметке, что в свою очередь потребует изменений в бюджетных правилах и консолидации госбюджета.

#### Литература

1. О федеральном бюджете на 2012 г. и на плановый период 2013-го и 2014 гг. [Электронный ресурс] : от 30

нояб. 2011 г. №371-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

2. О федеральном бюджете на 2013 г. и на плановый период 2014-го и 2015 гг. [Электронный ресурс] : федер. закон от 3 дек. 2012 г. №216-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
3. О федеральном бюджете на 2014 г. и на плановый период 2015-го и 2016 гг. [Электронный ресурс] : федер. закон от 2 дек. 2013 г. №349-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
4. О федеральном бюджете на 2015 г. и на плановый период 2016-го и 2017 гг. [Электронный ресурс] : федер. закон от 1 дек. 2014 г. №384-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
5. О федеральном бюджете на 2016 г. [Электронный ресурс] : федера. закон от 14 дек. 2015 г. №359-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
6. О федеральном бюджете на 2017 г. и на плановый период 2018-го и 2019 гг. [Электронный ресурс] : федер. закон от 19 дек. 2016 г. №415-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
7. Дрейпер Н. Прикладной регрессионный анализ [Текст] / Н. Дрейпер, Г. Смит. – 3-е изд. – М. : Диалектика, 2007. – 912 с.
8. Статистика [Текст] : учеб. пособие / В.Н. Салин и др. ; под ред. Е.П. Шпаковская. – М. : КноРус, 2016. – 504 с.
9. Freedman D.A. Statistical models: theory and practice [Text] / D.A. Freedman. – Cambridge university press, New York, 2005.

#### Ключевые слова

Федеральный бюджет России; ВВП; корреляция; регрессия; нефтегазовый сектор; нефтегазовый сектор; Резервный фонд.

*Дроговоз Павел Анатольевич*

*Горбачев Антон Сергеевич*

*Кутузова Алина Анатольевна*

#### РЕЦЕНЗИЯ

Рецензируемая статья посвящена актуальной и достаточно широко обсуждаемой теме, связанной с формированием федерального бюджета Российской Федерации и оценкой влияния различных факторов на его структуру. Актуальность темы статьи обусловлена необходимостью анализа структуры федерального бюджета с целью оптимизации его расходной части и предотвращения дефицита.

Авторы статьи излагают оригинальную гипотезу, суть которой сводится к тому, что на формирование доходной части федерального бюджета РФ оказывают существенную роль нефтегазовые факторы. Для обоснования этой гипотезы авторы используют апробированный эконометрический аппарат. С помощью методов регрессионно-корреляционного анализа в статье было выявлено, что наибольшее влияние на доходную часть бюджета оказывает внутренний налог на добавленную стоимость (НДС). Это свидетельствует о необходимости наращивания собственного производственного потенциала на территории РФ.

Следует согласиться с авторами в том, что нефтегазовые источники бюджетных доходов являются исторически недооцененными в российской экономике, что приводит к проблемным ситуациям при принятии управленческих решений и к хронической привязке отечественной экономики к сырьевым ресурсам. Авторы статьи предприняли вполне доказательную попытку изменить сложившиеся стереотипы и уточнить влияние нефтегазовых доходов в формирование федерального бюджета. Практическая значимость данной работы заключается в возможности на основе полученных результатов делать выводы о необходимости выполнения точечных мер для достижения сбалансированности бюджета.

Рецензируемая статья отвечает требованиям, предъявляемым к научным публикациям, подготовлена на высоком научно-методическом уровне, содержит оригинальные авторские суждения и имеет

практическую направленность. Статья рекомендуется к публикации в журнале «Аудит и финансовый анализ».

*Омельченко И.Н., д.т.н., д.э.н., профессор, руководитель научно-учебного комплекса «Инженерный бизнес и менеджмент» Московского государственного университета им. Н.Э. Баумана, г. Москва,*

[Перейти на ГЛАВНОЕ МЕНЮ](#)