

3. Мясникович, М.В. *Научные основы инновационной деятельности* / М.В. Мясникович. – Минск: ИООО "Право и экономика", 2003. – 280 с.

4. Никитенко, П.Г. *Модель устойчивого социально-экономического развития Беларуси: проблемы формирования и эволюции* / П.Г. Никитенко. – Минск: ИООО "Право и экономика", 2000. – 312 с.

5. *Проблемы и перспективы развития научно-инновационного комплекса Республики Беларусь: сб. науч. ст. : редкол.: В.И. Недилько [и др.]*. – Минск: БелИСА, 2001. – 120 с.

6. Нехорошева, Л.Н. *Научно-технологическое развитие и рынок* / Л.Н. Нехорошева. – Минск: БГЭУ, 1996. – 212 с.

7. *Развитие науки Беларуси в 2001 году (Аналитический доклад)* / Комитет по науке и технологиям при Совете Министров Республики Беларусь. – Минск: БелИСА, 2002. – 96 с.

ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЫ

Innovative development of investment and building complex in Eastern Europe

Проровский А.Г., зав. кафедрой, кандидат технических наук, доцент,
УО «Брестский государственный технический университет», г. Брест

Prarouski A.G., Department, PhD. tech., Associate Professor,
Brest State Technical University, Brest

Статья посвящена характеристике и анализу инвестиционно-инновационной деятельности строительных предприятий Восточной Европы. Проанализирована специфика инновационной деятельности предприятий строительной отрасли. Даны рекомендации по совершенствованию инновационной деятельности в строительном комплексе.

Ключевые слова: инвестиции, строительный комплекс, инновации, трансфер технологий.

The article is devoted to the characterization and analysis of investment and innovation activities of construction companies in Eastern Europe. Analyzed the specific innovation of construction enterprises. The recommendations for improving innovation in the construction industry.

Keywords: investment, construction industry, innovation, technology transfer.

Инвестиционно-строительный комплекс в последнее десятилетие в Восточной Европе активно развивался (темпы роста были на 5-9% выше, чем среднемировые). Мировой финансово-экономический кризис, который начался в 2008 году, достаточно болезненно сказался на этом секторе (сокращение по некоторым статьям составило до 30-50%). Республика Беларусь выбрала именно инвестиционно-строительный комплекс для преодоления негативных последствий финансово-экономического кризиса мировой экономики. Это позволило, с одной стороны показать рост ВВП даже в 2009 году (100,2%), с другой стороны 2011 год для экономики Республики Беларусь был очень непростым: девальвация национальной валюты почти в 3 раза, инфляция более 100%. И основная причина кризиса – неудовлетворительное состояние платежного баланса, вызванного опережающего роста заработной платы над повышением производительности труда, а также ростом объемов строительства, что также привело к росту импорта в экономике.

Таблица 1 – Развитие экономики Республики Беларусь [1]

Показатель	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Валовой внутренний продукт (ВВП), млрд. руб.	65067,1	79267,0	97165,3	129790,8	137442,2	164476,1	274282,1
на душу населения, тыс. руб.	6733,0	8252,7	10162,7	13622,1	14457,3	17330,5	28953,6
в процентах к предыдущему году (в сопоставимых ценах)	109,4	110,0	108,6	110,2	100,2	107,7	105,3
Валовое накопление, млрд. руб.	18518,4	25511,4	33125,5	48855,4	51230,6	67816,7	99583,9
из него валовое накопление капитала	17253,6	23511,2	30486,9	43225,2	49345,6	64698,4	104165,9
Инвестиции в основной капитал, млрд. руб. (в фактически действовавших ценах)	15095,8	20374,1	26053,3	37202,3	43377,6	55380,8	98 664,9
в процентах к предыдущему году (в сопоставимых ценах)	120,0	132,2	116,2	123,5	104,7	115,8	117,9
в процентах к ВВП	23,2	25,7	26,8	28,7	31,6	33,7	36,0
на душу населения, тыс. руб.	1562,1	2121,2	2725,0	3904,5	4562,8	5835,3	10415,2
Финансовые вложения, млрд. руб.	2100,2	3580,6	6028,1	7889,9	8648,7	8623,4	22755,8

Средние темпы роста белорусской экономики 2005-2011 более 7% в год. Основными локомотивами роста были экспортные отрасли (нефтехимия, производство калийных удобрений, машиностроение) и инвестиционно-строительный комплекс.

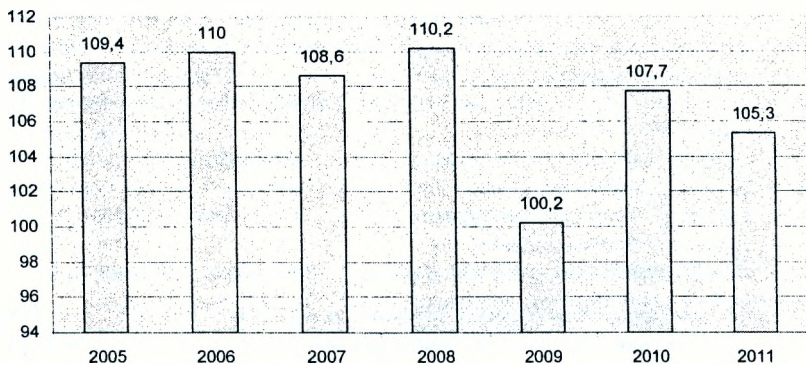


Рисунок 1 – Рост валового внутреннего продукта в Республике Беларусь [1]

Строительство в Республике Беларусь в последнее десятилетие развивалось опережающими темпами (рост в 2 раза). Но 2011 год спад около 20% к уровню 2010 года. В странах Восточной Европы ситуация также была непростая:

- Закавказье – остановился рост отрасли в 2008–2011 гг;
- Украина 2009 г. падение 40%;
- Россия падение 5%;
- Страны Прибалтики падение в 2-3 раза;
- Польша падение 15%;
- Венгрия падение более чем в 2 раза.

Таблица 2 – Ввод в эксплуатацию жилых домов по странам СНГ и некоторым странам Европы, млн. кв. м [1]

Показатель	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Беларусь	3,8	4,1	4,7	5,1	5,7	6,6	5,5
Азербайджан	1,6	1,6	1,6	1,8	1,5	2,0	1,9
Армения	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5
Казахстан	5,0	6,2	6,7	6,8	6,4	6,4	6,5
Кыргызстан	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,7	0,6
Молдова	0,5	0,6	0,6	0,7	0,5	0,5	...
Россия	43,6	50,6	61,2	64,1	59,9	58,4	62,3
Таджикистан	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	1,0	...
Узбекистан	6,0	6,5	7,0	7,3	7,6	8,8	...
Украина	7,8	8,6	10,2	10,5	6,4	9,3	9,4
Бельгия	5,7	6,0	5,6	5,3	4,8	4,8	3,9
Болгария	1,0	1,1	1,5	1,6	...	...	...
Венгрия	3,6	3,0	3,2	3,2	2,8	1,7	1,3
Латвия	0,6	0,8	1,2	1,2	0,7	0,4	0,4
Литва	0,6	0,8	1,0	1,2	1,1	0,5	0,7
Норвегия	3,4	3,4	3,7	3,5	3,0	2,4	2,7
Польша	11,4	11,7	13,6	16,5	15,4	13,9	13,5
Словакия	1,8	1,7	1,8	1,9	...	...	...
Словения	1,3	1,5	2,0	1,6	1,2	1,1	0,8
Финляндия	4,2	4,3	4,5	3,9	2,8	3,0	3,5
Чешская Республика	2,3	2,2	2,9	2,9	...	...	...
Эстония	0,3	0,4	0,6	0,5	0,3	0,2	0,2

Если проанализировать данные по строительству жилья в Восточной Европе лидером безусловно является Россия 62,3 млн. кв. м., далее ряд стран 5-15 млн. кв.м. Республика Беларусь, Украина, Польша, и группа стран где в год строится менее 4 млн. кв. м (табл. 2).

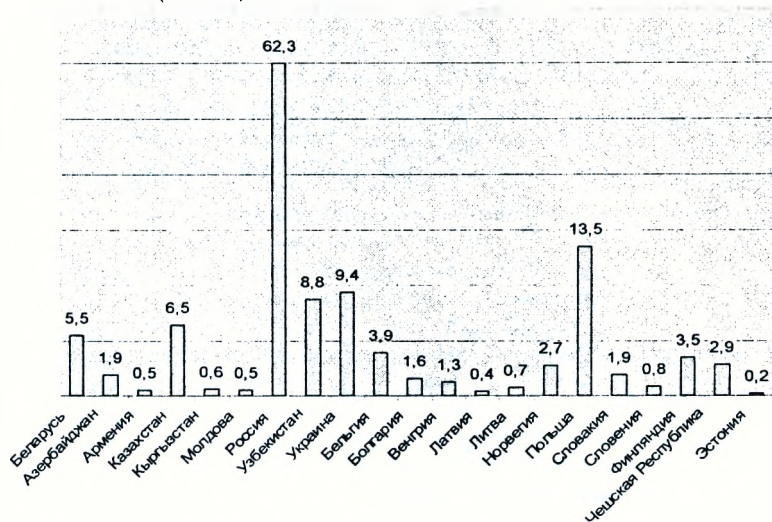


Рисунок 2 – Ввод в эксплуатацию жилья по странам в 2011 г., млн. кв. м [1]

Проанализировав ввод жилых домов на 1 тыс. населения, можно сделать вывод, что по этому показателю в Восточной Европе лидирует Беларусь (0,58), незначительно отстает Россия и Польша. Но для сбалансированности рынка недвижимости этот показатель должен быть выше, иначе на ранках появляется дефицит предложения, который ведет к неоправданному росту цен на недвижимость.

Таблица 3 – Ввод в эксплуатацию жилья на 1 тыс. населения по странам, тыс. м кв

Показатель	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Беларусь	0.40	0.43	0.49	0.54	0.60	0.69	0.58
Азербайджан	0.17	0.17	0.17	0.20	0.16	0.22	0.21
Армения	0.12	0.12	0.15	0.15	0.12	0.15	0.15
Казахстан	0.29	0.36	0.39	0.40	0.38	0.38	0.38
Кыргызстан	0.09	0.11	0.13	0.15	0.16	0.13	0.11
Молдова	0.14	0.17	0.17	0.19	0.14	0.14	...
Россия	0.30	0.35	0.43	0.45	0.42	0.41	0.44
Таджикистан	0.06	0.08	0.08	0.10	0.10	0.13	...
Узбекистан	0.20	0.22	0.24	0.25	0.26	0.30	...
Украина	0.17	0.19	0.22	0.23	0.14	0.20	0.21
Бельгия	0.52	0.55	0.51	0.48	0.44	0.44	0.35
Болгария	0.14	0.15	0.20	0.22	...	...	...
Венгрия	0.36	0.30	0.32	0.32	0.28	0.17	0.13
Латвия	0.30	0.40	0.60	0.60	0.35	0.20	0.20
Литва	0.20	0.27	0.33	0.40	0.37	0.17	0.23
Норвегия	0.68	0.68	0.74	0.70	0.60	0.48	0.54
Польша	0.30	0.31	0.36	0.43	0.40	0.36	0.35
Словакия	0.33	0.31	0.33	0.35	...	...	...
Словения	0.62	0.71	0.95	0.76	0.57	0.52	0.38
Финляндия	0.78	0.80	0.83	0.72	0.52	0.56	0.65
Чешская Республика	0.22	0.21	0.28	0.28	...	...	...
Эстония	0.23	0.31	0.46	0.38	0.23	0.15	0.15

На диаграмме видно, что в 2007-2008 г. лидером по показателю строительства жилья на 1 тыс населения лидировала Латвия, но в период кризиса инвестиционно-строительный комплекс стран Прибалтики пострадал больше.

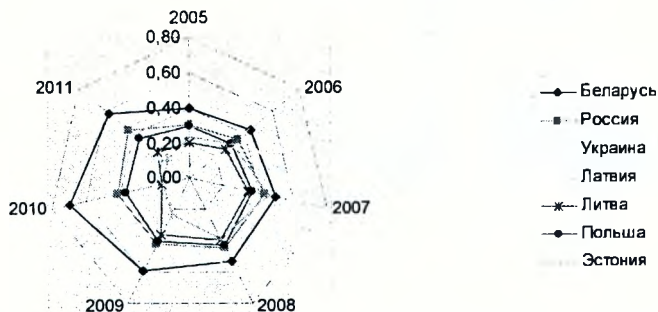


Рисунок 3 – Ввод в эксплуатацию жилья на 1 тыс. населения по странам, тыс. кв. м [1]

Проанализировав структуру инвестиционных ресурсов в Республике Беларусь (таблица 4), можно сделать вывод, что основным источником инвестиций являются средства предприятий.

Таблица 4 – Структура инвестиционных ресурсов по институциональным секторам, % [1]

Показатель	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Инвестиционные ресурсы – всего	100	100	100	100	100	100
в том числе:						
нефинансовые предприятия	63,3	56,5	53,0	57,0	51,6	46,1
Финансовые учреждения	5,9	3,6	4,5	3,9	10,8	10,1
Государственные организации	10,4	20,1	19,1	27,5	19,9	12,2
Домашние хозяйства	17,8	16,9	20,4	9,6	15,7	29,2
некоммерческие организации, обслуживающие домашние хозяйства	2,6	2,9	3,0	2,0	2,0	2,4

Инновационная деятельность характеризуется большим числом показателей инновационного развития. Основными из них в Республике Беларусь являются следующие:

- доля новой продукции (товаров, работ, услуг) в общем объеме производства;
- доля инновационно-активных предприятий в общем их количестве;
- доля сертифицируемой продукции в общем объеме производства;
- степень износа активной части основных средств;
- доля затрат на оборудование, инструмент и инвентарь в инвестициях в основной капитал;
- численность работников, осуществляющих научные исследования и разработки;
- доля финансовых затрат на исследования и разработки.

Все указанные показатели находятся в тесной взаимосвязи и взаимозависимости друг с другом. Анализ данной взаимосвязи и взаимозависимости можно осуществить при помощи корреляционно-регрессионного анализа.

В нашем случае целесообразно осуществлять множественную регрессию ввиду существования множества показателей инновационного развития.

Для начала необходимо определить основные показатели, которые будут применяться в ходе анализа. Итак, из семи указанных выше показателей инновационного развития было выбрано 6 в качестве коэффициентов регрессии:

1. Доля инновационно-активных предприятий в общем их количестве (%).
2. Доля сертифицируемой продукции в общем объеме производства (%).
3. Степень износа активной части основных средств (%).
4. Доля затрат на оборудование, инструмент и инвентарь в инвестициях в основной капитал (%).
5. Численность работников, осуществляющих научные исследования и разработки (тыс. чел.).
6. Доля финансовых затрат на исследования и разработки (%).

В качестве результирующего показателя будем рассматривать долю новой продукции (товаров, работ, услуг) в общем объеме производства (%).

В таблице 5 содержатся исходные данные для осуществления корреляционно-регрессионного анализа.

Таблица 5 – Исходные данные для корреляционно-регрессионного анализа [2]

y	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
8,9	11,2	67,1	69,5	43,1	28,2	29
10,1	13,5	67,2	68,7	46,1	30,2	36
10,1	13,7	68	68	46,9	30,5	37
10,4	14,1	68	68	47,2	30,7	42
11,5	14,5	68,5	66,5	47,5	30,9	48
13	17,5	68,8	66	48,2	31,1	53
15	20	69	63	48,5	31,3	60
17	22,5	69,5	60	48,7	31,5	63

Таблица 6 – Статистические показатели для функции y и переменных $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$

Показатели	y	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
Среднее	12	15,9	68,3	66,2	47	30,6	46
Стандартное отклонение S_n	2,79	3,80	0,85	3,22	1,81	1,04	12,09

Таблица 7 – Данные регрессионной статистики

Независимая переменная	Коэффициент	Стандартная ошибка	t	p
Свободный член	11,72	75,17	2,29	0,02
x_1	0,55	0,23	2,41	0,025
x_2	0,53	0,88	2,61	0,021
x_3	-1,52	0,30	2,11	0,03
x_4	0,03	1,59	2,95	0,01
x_5	0,93	2,26	2,86	0,015
x_6	1,07	0,03	2,14	0,021

Для функции Y : $S_y = 0,18$; R – квадрат = 0,98; R – квадрат (нормированный) = 0,95. Таким образом, получим уравнение регрессии (уравнение прогнозирования) следующего вида:

$$y = 11,72 + 0,55x_1 + 0,53x_2 - 1,52x_3 + 0,03x_4 + 0,93x_5 + 1,07x_6$$

Интерпретация коэффициентов регрессии

Исходя из выведенного уравнения, коэффициенты регрессии $b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6$ равны 11,72, 0,55, 0,53, -1,52, 0,03, 0,93, 1,07 (таблица 6). Их следует рассматривать как степень влияния каждой из переменных на объем инновационной продукции, если все другие переменные остаются неизменными. Например, применительно к коэффициенту x_3 нужно понимать так: указанное влияние степени износа активной части основных средств проявляется при условии, когда число организаций, осуществляющих научно-исследовательские разработки, доля инновационно – активных организаций, доля сертифицируемой продукции в общем объеме производства, доля затрат на оборудование, инструмент и инвентарь в инвестициях в основной капитал, численность работников, осуществляющих научно-исследовательскую деятельность и увеличение доли финансовых затрат на исследования и разработки, останутся неизменными. Интерпретация коэффициентов регрессии $b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6$ выглядит следующим образом: увеличение доли инновационно-активных организаций на 1% приведет к увеличению доли инновационной продукции на 0,55%. При увеличении доли сертифицируемой продукции на 1% доля новой продукции увеличится на 0,53%. Аналогичное увеличение доли затрат на оборудование, инст-

румент и инвентарь в инвестициях в основной капитал вызовет увеличение доли новой продукции на 0,03%. Увеличение численности персонала, осуществляющего научные исследования и разработки на 1 тыс. чел. происходит увеличение доли новой продукции на 0,93%. Также положительно сказывается на изменении доли новой продукции и увеличение доли финансовых затрат на научные исследования и разработки. Однако в полученном уравнении регрессии имеется один коэффициент с отрицательным знаком – степень износа основной части производственных фондов. Это связано с тем, что высокое значение данного показателя негативно сказывается на инновационном развитии. Данный коэффициент можно интерпретировать следующим образом: при увеличении степени износа активной части основных средств на 1% доля новой продукции в общем объеме производства снизится на 1,52%. Наглядно это можно проследить на рис. 4

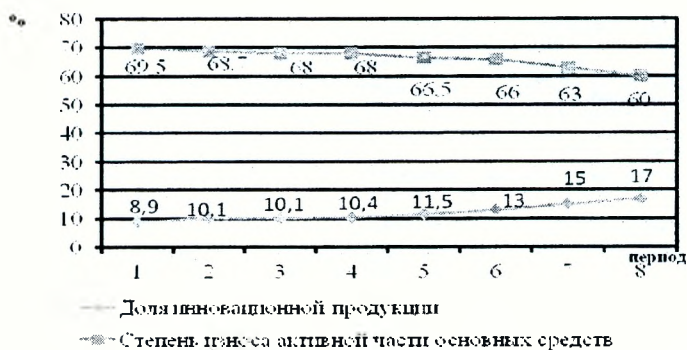


Рисунок 4 – Динамика показателей u и b_3

Свободный член (сдвиг) b_0 , равный 11,72 (таблица 7), формально можно понимать так: доля новой продукции без учета факторов (число организаций, осуществляющих научно-исследовательские разработки, доля инновационно-активных организаций, доля сертифицируемой продукции в общем объеме производства, степень износа активной части основных средств, доля затрат на оборудование, инструмент и инвентарь в инвестициях в основной капитал, численность работников, осуществляющих научно-исследовательскую деятельность и доля финансовых затрат на исследования и разработки) составляет 11,72%. Однако, постоянная уравнения регрессии $b_0 = 11,72$ не имеет четкой экономической трактовки, поэтому ее следует воспринимать как вспомогательную величину, необходимую для получения оптимальных прогнозов, и не истолковывать столь буквально.

Ошибки прогнозирования

Найденное уравнение регрессии отражает только общую картину, а для того, чтобы определить насколько точно уравнение регрессии описывает зависимость доли новой продукции от числа организаций, осуществляющих научно-исследовательские разработки, доли инновационно-активных организаций, доли сертифицируемой продукции в общем объеме производства, степени износа активной части основных средств, доли затрат на оборудование, инструмент и

инвентарь в инвестициях в основной капитал, численности работников, осуществляющих научно-исследовательскую деятельность и от увеличения доли финансовых затрат на исследования и разработки, необходимо произвести *анализ качества данного уравнения с помощью следующих показателей:*

1. множественный коэффициент корреляции;
2. коэффициент детерминации;
3. частные коэффициенты корреляции;
4. стандартную ошибку.

Все необходимые данные для осуществления проверки уравнения регрессии занесем в таблице 8.

Таблица 8 – Вывод итогов по корреляции

Показатель	Значение
1	2
Множественный квадрат r	0,98
R – квадрат	0,98
Нормированный R – квадрат	0,95
Стандартная ошибка	0,18
F	18,8
Значимость F	0,04
Частные коэффициенты детерминации: x_1	0,97
x_2	0,93
x_3	0,97
x_4	0,78
x_5	0,75
x_6	0,96

Множественный коэффициент корреляции свидетельствует о наличии связи между зависимым и независимыми показателями. В нашем случае $r = 0,98$ (таблица 8). Столь высокое значение этого показателя свидетельствует о наличии зависимости между факторами и результирующим показателем.

Коэффициент детерминации R – квадрат = 0,98 (табл. 8) указывает на то, что общая дисперсия показателя y на 98% обусловлена совокупным влиянием факторов $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$. Можно сделать вывод, что введенных нами факторов достаточно для правдоподобного описания моделируемого явления. Остальные 2% остаются необъяснимыми и, возможно, связаны с влиянием других, неучтенных факторов.

Коэффициенты частной детерминации характеризуют силу связи зависимого показателя с отдельными факторами при фиксировании или исключении влияния остальных факторов $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$ равны 0,97; 0,93; 0,97, 0,78, 0,75, 0,96 (табл. 8), что свидетельствует о наличии значимой связи результирующего показателя с факторами.

Результаты статистического расчета показывают, что стандартная ошибка для функции составляет 0,18 (таблица 8). Эта стандартная ошибка S_y , равная 0,18, показывает отклонение фактических данных от прогнозируемых на основе использования воздействующих факторов $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$. В то же время мы располагаем обычным стандартным отклонением S_n , равным 2,79 (табл. 6), которое было рассчитано для одной переменной, а именно: сами текущие значения y_i и величина среднего арифметического y , которое равно 12. Очевидно,

что $S_y < S_n$; следовательно, ошибки прогнозирования, как правило, оказываются меньшими, если использовать уравнение регрессии (учитывается вклад факторов $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$), а не ограничиваться только значением y .

Другими словами, если бы нам ничего не было известно про переменные $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$, то в качестве оптимальной приближительной величины средней доли новой продукции пришлось бы использовать показатель $y = 12\%$ и предполагать, что данный прогноз даст ошибку S_n , равную 2,79% в год. Однако, если нам известны такие характеристики, как влияние доли инновационно – активных организаций, доли сертифицируемой продукции в общем объеме производства, степень износа активной части основных средств, доли затрат на оборудование, инструмент и инвентарь в инвестициях в основной капитал, численности работников, осуществляющих научно – исследовательскую деятельность и увеличения доли финансовых затрат на исследования и разработки, то для прогнозирования можно воспользоваться уравнением регрессии. В этом случае наш прогноз будет давать ошибку уже примерно в 0,18%. в год, что почти в 15,5 раза меньше, чем без осуществления данного анализа.

Таким образом, было получено уравнение множественной регрессии, коэффициенты которого b_i формально показывают, как и в каком направлении действуют (вероятно) исследуемые факторы x_{ki} и какой процент изменчивости функции y объясняется влиянием именно этих факторов.

Проверка значимости модели

Далее определим статистическую значимость полученного аналитического выражения. При проверке значимости модели принято придерживаться следующей последовательности действий:

1. Выполнение общей проверки полученного уравнения на пригодность адекватность.
2. Если результат оказался положительным (уравнение значимо), то проверяют на значимость уже каждый коэффициент уравнения регрессии b_i .
3. Дается сравнительная оценка степени влияния каждого из анализируемых факторов x_k .

Проверка на адекватность уравнения регрессии

Статистическую оценку полученного уравнения (статистический вывод) принято начинать с проведения F – теста, целью которого является выяснение способности исследуемых факторов x_k объяснить значимую часть колебания функции y . Этот тест используется как своеобразные «входные ворота» в статистический вывод: если результат теста значим, то связь существует, значит можно ее исследовать и объяснить. Если проверка указывает на незначимость связи, то заключение лишь одно: мы имеем дело с набором случайных чисел, никак не связанных между собой. При этом следует отметить, что сам формальный факт отсутствия значимости на деле может и не соответствовать отсутствию взаимосвязи как таковой. Причиной этому может послужить недостаток экспериментальных данных, позволяющих доказать наличие такой связи. Иначе говоря, связь может и быть, но из-за малого размера выборки или какой-либо случайности может не получиться доказать ее на основании тех опытных данных, которые были в нашем распоряжении.

Использование так называемой нулевой гипотезы для F – теста означает, что между переменными x_k и y значимая связь отсутствует. Следовательно,

признается, что параметр y является чисто случайной величиной, поэтому значения переменных x_k не оказывают на него никакого систематического влияния. Применительно к уравнению регрессии это утверждение можно трактовать как случай, когда все коэффициенты равны нулю.

С другой стороны, альтернативная гипотеза F – теста говорит о том, что между параметром y и переменными x_k существует определенная прогнозирующая взаимосвязь. Следовательно, параметр y уже не является чисто случайной величиной и должен зависеть хотя бы от одной из переменных x_k . Тем самым альтернативная гипотеза настаивает на том, что, по крайней мере, один из коэффициентов регрессии отличен от нуля. Как видно, здесь принимается во внимание следующее обстоятельство: совершенно необязательно, чтобы каждая x -переменная влияла на параметр y , вполне достаточно, чтобы влияла хотя бы одна из них.

Для выполнения F – теста применим результаты полученных ранее расчетов (таблица 8). *Рекомендуются следующие приемы:*

Решение принимается на основе критерия Фишера. Это достаточно традиционный способ, им обычно пользуются при статистических анализах, хотя по удобству и простоте он может уступать другим способам.

Обычно F – тест проводится путем сопоставления вычисленного значения F – критерия с эталонным (табличным) показателем $F_{табл}$ для соответствующего уровня значимости. Если выполняется неравенство $F_{расч} < F_{табл}$, то с уверенностью 95% можно утверждать, что рассматриваемая зависимость $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_k$ является статистически значимой. В противном случае наоборот.

Решение принимается на основе уровня значимости α . Для этого необходимо обратить внимание на представленные значения уровня значимости (в прил. этот показатель интерпретируется как p). Если p – значение больше, чем 0,05, то полученный результат трактуется как незначимый (для 95- процентной вероятности). В том случае, когда величина p оказывается меньше 0,05, то вывод такой: это значимое уравнение с вероятностью 95%. Если же $p < 0,01$, то полученный результат является высоко значимым, (степень риска ошибиться в прогнозе оказывается меньше 1%), т.е. степень надежности составляет 99%.

Решение принимается на основе коэффициента R – квадрат. В этом случае имеющуюся расчетную величину $R_{расч}$ – квадрат необходимо сравнить с табличными (критическими) значениями $R_{крит}$ для соответствующего уровня значимости (0,05). Если окажется, что $R_{расч}$ - квадрат $> R_{крит}$ - квадрат, то с упомянутой степенью вероятности (95%) можно утверждать, что анализируемая регрессия является значимой.

Теперь проанализируем наше уравнение с использованием рассмотренных статистических критериев.

1. Проведем проверку по F – критерию. В результате расчетов (табл. 8) получилась величина $F_{расч}$, равная 18,8. Для анализа будем применять величину $F_{расч}$, обратную полученной при расчетах. Она составит $1: 18,8 = 0,05$. Отыщем в эталонной таблице критическую величину $F_{крит}$ при условии, что для числителя степень свободы $f_1 = k$, т.е. составит 6 (число воздействующих факторов равно шесть), а для знаменателя $f_2 = n - k - 1 = 8 - 6 - 1 = 1$. Тогда будем иметь следующие значения для $F_{крит}$: 2,31 (для $\alpha = 0,05$). Понятно, что для

рассмотренной вероятности выполняется соотношение $R_{расч}$ - квадрат $>$ $R_{крит}$ - квадрат, поэтому уверенно можно говорить о высокой степени адекватности анализируемого уравнения.

2. Теперь выполним проверку с использованием уровня значимости α . В прил. находим позицию «Значимость F ». Там указана величина 0,04. Это говорит о том, что действительно обнаруживается устойчивая зависимость рассматриваемой функции y (доли, инновационной продукции) от воздействующих факторов $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$, т.е. доля инновационной продукции не является чисто случайной величиной. Правда, пока неизвестно, какие именно факторы (все шесть или какой – то один (два, три, четыре, пять) из них) реально участвует в прогнозировании, но доподлинно понятно, что, по крайней мере, один из них непременно влияет на функцию.

3. По нашим расчетам коэффициент детерминации $R_{расч}$ - квадрат составляет 0,98 или 98% (табл. 7). Таблица для тестирования на уровне значимости 5% в случае выборки $n = 8$ и числа переменных $k = 6$ дает критическое значение $R_{крит}$ - квадрат = 0,297. Поскольку выполняется соотношение $R_{расч}$ - квадрат $>$ $R_{крит}$ - квадрат, то с вероятностью 95% можно утверждать о наличии значимости данного уравнения регрессии.

Как видно, все три рассмотренных приема статистической проверки дают одинаковый результат: существует взаимосвязь между параметром y и переменными x_k . Однако пока не определено, каково влияние конкретных факторов $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$ на исследуемую функцию y , поэтому необходимо определить значимость отдельных коэффициентов регрессии $b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6$. Для этой цели используется так называемый t – тест.

Проверка на адекватность коэффициентов регрессии

Проверку на адекватность коэффициентов регрессии рекомендуется проводить по следующим эквивалентным методам:

1. Использование t – критерия. Необходимые расчеты произведены при помощи Excel. Анализируемый коэффициент считается значимым, если его t – критерий по абсолютной величине превышает 2,00 (точнее 1,96), что соответствует уровню значимости 0,05. В нашем случае для коэффициентов $b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6$ следующие показатели критерия Стьюдента (табл. 3.3): $tb_0 = 2,29, tb_1 = 2,41, tb_2 = 2,61, tb_3 = 2,11, tb_4 = 2,95, tb_5 = 2,86, tb_6 = 2,14$. Из всего вышесказанного следует, что значимыми остаются все коэффициенты нашего уравнения.

2. Использование уровня значимости. В этом случае оценка проводится путем анализа показателя p , т.е. уровня значимости α . Коэффициент признается значимым, если рассчитанное для него p – значение (табл.7) меньше или равно 0,05 (т.е. для 95%-ной доверительной вероятности). Показатель p составляет для коэффициентов $b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6$ следующие величины: $pb_0 = 0,02, pb_1 = 0,025, pb_2 = 0,021, pb_3 = 0,03, pb_4 = 0,01, pb_5 = 0,015, pb_6 = 0,021$.

Эти данные позволяют сделать вывод о том, что все рассмотренные коэффициенты статистически значимы. Иначе говоря, можно сделать вывод о неслучайном характере влияния изученных параметров.

Таким образом, проверка обоими методами дает вполне согласованные результаты. Поэтому в окончательном виде наше уравнение регрессии (для уровня значимости 0,05) следует записать таким образом:

$$y = 11,72 + 0,55x_1 + 0,53x_2 - 1,52x_3 + 0,03x_4 + 0,93x_5 + 1,07x_6$$

Сравнительная оценка степени влияния факторов

Кроме того, при анализе полученного уравнения множественной регрессии закономерно встает вопрос, какой фактор x_k из числа рассмотренных оказывает наибольшее влияние на исследуемый параметр y . Точного ответа на данный вопрос нет. Это связано с тем, что наличие тесной взаимосвязи между x – переменными (например, x_1 , x_2 , тройное x_1 , x_2 , x_3 и т.д.) может сильно усложнить ситуацию. В результате станет невозможным выяснить, какая из переменных x_k в действительности отвечает за поведение параметра y .

Тем не менее, в статистике даются полезные рекомендации, позволяющие получить хотя бы оценочные представления по этому поводу. К одному из таких методов относится *сравнение стандартизированных коэффициентов регрессии*.

В общем случае все коэффициенты регрессии b_1 , b_2 , ... b_k могут быть выражены в разных единицах измерения. Тем самым непосредственное их сравнение становится фактически некорректным, поскольку формально меньший по величине коэффициент на деле может оказаться важнее большего. Стандартизированные коэффициенты регрессии позволяют решить эту проблему за счет представления коэффициентов регрессии в некоторых кодированных единицах измерения.

Стандартизированный коэффициент регрессии вычисляется путем умножения коэффициента регрессии b_i на стандартное отклонение S_n (для наших x -переменных обозначим его как S_{xk}) и деления полученного произведения на S_y . Это означает, что каждый стандартизированный коэффициент регрессии измеряется как величина $b_i S_{xk} / S_y$. Применительно к нашему уравнению получим следующие результаты (таблица 9).

Таблица 9 – Стандартизированные коэффициенты регрессии

Показатели	Стандартные отклонения	Коэффициенты регрессии	Стандартизированные коэффициенты регрессии
Доля новой продукции	$S_y = 2,79$	-	-
Доля инновационно – активных предприятий	$S_{x1} = 3,80$	$b_1 = 0,55$	$b_1 S_{x1} / S_y = 0,75$
Доля сертифицированной продукции	$S_{x2} = 0,85$	$b_2 = 0,53$	$b_2 S_{x2} / S_y = 0,16$
Степень износа основных средств	$S_{x3} = 3,22$	$b_3 = -1,52$	$b_3 S_{x3} / S_y = -2,22$
Доля затрат на оборудование в инвестициях в основной капитал	$S_{x4} = 1,81$	$b_4 = 0,03$	$b_4 S_{x4} / S_y = 0,02$
Численность работников, осуществляющих научные исследования и разработки	$S_{x5} = 1,04$	$b_5 = 0,93$	$b_5 S_{x5} / S_y = 0,35$
Доля финансовых затрат на исследования и разработки	$S_{x6} = 12,09$	$b_6 = 1,07$	$b_6 S_{x6} / S_y = 4,64$

После проделанных расчетов можно на объективном основании сопоставить полученные коэффициенты. Видно, что наибольшее влияние на долю новой продукции оказывает такой фактор, как увеличение доли финансирования научных исследований и разработок. Далее следуют такие факторы как доля инновационно-активных организаций и численность работников, осуществляющих научные исследования и разработки. Наименьшее влияние на результирующий показатель оказывают такие факторы инновационного развития как доля сертифицированной продукции и доля затрат на оборудование, инвентарь

и инструменты в общем объеме инвестиций в основные средства. Отрицательное значение стандартизированного коэффициента регрессии для показателя степени износа активной части основных средств объясняется обратной зависимостью между данным показателем и долей новой продукции в общем объеме производства.

Таким образом, по итогам произведенного корреляционно-регрессионного анализа можно говорить о наличии тесной взаимосвязи и взаимозависимости между показателями инновационного развития. Причем, результирующий показатель (доля новой продукции в общем объеме производства) отображает прямую связь и зависимость от таких показателей: доля инновационно-активных предприятий, доля сертифицированной продукции в общем объеме производства, доля затрат на оборудование, инвентарь и инструмент, численность работников, осуществляющих научные исследования и разработки и доля финансовых затрат на осуществление научно-исследовательской деятельности. А от показателя степени износа активной части основных средств зависимость наблюдается обратная, т.е., чем меньше степень износа активной части основных средств, тем это благоприятнее сказывается на росте доли новой продукции и, наоборот, чем выше степень износа основных фондов, тем доля новой продукции в общем объеме производства меньше.

Далее необходимо сформулировать основные предложения, направленные на улучшение рассмотренных показателей инновационной деятельности, а, следовательно, на перспективное развитие инноваций в строительной отрасли.

Строительная отрасль считается самой консервативной в области внедрения новых технологий, т.к. очень длительны жизненные циклы строительной продукции. Поэтому кроме рекомендаций по развитию инновационной деятельности, предназначенных в целом для экономики, для строительства очень актуальным становится трансфер технологий. Также необходимо:

- создание постоянной обновляемой информационно-справочной системы строительных инноваций, внедренных во всем мире;
- активизация малого и среднего предпринимательства для участия в инновационной деятельности строительной отрасли;
- создание системы по коммерциализации строительных инноваций;
- подготовка кадров для успешной инновационной деятельности;
- создание системы мотивации инновационной деятельности;
- совершенствование системы финансирования;
- привлечение иностранных инвестиций;
- международное сотрудничество;
- расширение инновационной инфраструктуры;
- популяризация знаний об инновационном развитии.

Литература

1. *Инвестиции и строительство в Республике Беларусь. Статистический сборник.* - РУП «Информационно-вычислительный центр Нац. статистич. комитета РБ». - Мн., 2012. - 240 с.
2. *Наука и инновационная деятельность в Республике Беларусь. Статистический сборник.* - РУП «Информационно-вычислительный центр Нац. статистич. комитета РБ». - Мн., 2012. - 157 с.
3. *Внешняя торговля Республики Беларусь. Статистический сборник.* - РУП «Информационно-вычислительный центр Нац. статистич. комитета РБ». - Мн., 2012. - 401 с.