

Ильютченко В.А., студент 4 курса экономического факультета Ростовского филиала «Российской таможенной академии», г. Ростов-на-Дону, Россия;
veroshka13@mail.ru.

Помаскова Д.Е., студент 4 курса экономического факультета Ростовского филиала «Российской таможенной академии», г. Ростов-на-Дону, Россия;
pomaskova97@mail.ru.

Цвиль М.М., кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Информатики и информационных таможенных технологий» Ростовского филиала «Российской таможенной академии», г. Ростов-на-Дону, Россия;
tsvilmm@mail.ru.

ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНВЕСТИЦИЙ В ОСНОВНОЙ КАПИТАЛ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В статье с помощью эконометрических моделей изучается степень влияния различных факторов на инвестиции в основной капитал Ростовской области за период с 2010 по 2017 года. По полученной модели делается прогноз.

Ключевые слова: Ростовская область, инвестиции, основной капитал, анализ, ВРП, привлеченные средства, износ основных фондов, эконометрическое моделирование, тренд.

Pyutchenko V.A., 4th year student of the faculty of Economics, Rostov branch of the Russian customs academy, Rostov-on-Don, Russia;
veroshka13@mail.ru.

Pomaskova D. E., 4th year student of the faculty of Economics, the Rostov branch of the Russian customs academy, Rostov-on-Don, Russia;
pomaskova97@mail.ru.

Tsvil M. M., candidate of Physical and Mathematical Sciences, associate Professor of the Department of Informatics and information customs technologies, Rostov branch of Russian customs academy, Rostov-on-Don, Russia;
tsvilmm@mail.ru.

ECONOMETRIC MODELLING OF INVESTMENTS IN FIXED CAPITAL OF THE ROSTOV REGION

Abstract. The article discusses the degree of influence of various factors on investment in fixed assets of the Rostov region during the period from 2010 to 2017 by means of the econometric models. Based on the received model, the forecast has been made.

Keywords: Rostov region, investments, fixed capital, analysis, GRP, attracted funds, depreciation of fixed assets, econometric modeling, trend.

Развитие экономики любого региона оценивается с помощью различных критериев, которые отражают основные имеющиеся в данной местности экономические проблемы, либо выявляют сильные стороны региона.

Ведущими показателями является валовой региональный продукт (ВРП), который представляет собой стоимость товаров и услуг, произведенных для конечного использования регионом, также объемы привлеченных средств и степень износа основных фондов, которые играют немало важную роль при анализе инвестиций в основной капитал.

Ростовская область в последнее время делает важные шаги по наращиванию объемов валового регионального продукта и увеличению объемов инвестиций, так, к примеру, в 2017 году ВРП был увеличен на 2,9% по сравнению с 2016 годом при росте ВВП в России на 1,5%, при этом рост

инвестиций в основной капитал в 2017 году по сравнению с 2016 годом приходился на 13,04%.

Согласно экономической теории с увеличением валового регионального продукта растут и инвестиции в основной капитал, которые, в свою очередь, представляют собой совокупность затрат, направленных на создание и воспроизводство основных фондов. Значит с ростом ВРП в Ростовской области должны увеличиваться расходы на новое строительство, реконструкцию зданий, техническое перевооружение и модернизацию региона, а это и является приоритетным направлением политики Ростовской области, чем и объясняется актуальность данной работы. Целью исследования является эконометрический анализ инвестиции в основной капитал Ростовской области за 8 лет.

Основными инструментами, применяемыми при моделировании, являются эконометрические модели и аппарат математической статистики.

Результатом проведенного анализа инвестиций в основной капитал Ростовской области является построенная эконометрическая модель, которую можно применять для расчета прогнозов объемов инвестиций в основной капитал при изменении факторов влияния [1, с.6].

Проведем эконометрический анализ [2], взяв в качестве зависимой переменной объем инвестиций (y_t), в качестве объясняющей возьмем только ВРП (x_t) (см. табл. 1). Для исследования зависимости инвестиций в основной капитал (эндогенная переменная y) от объема валового регионального продукта (экзогенная переменная x) сначала построим модель парной линейной регрессии (1), для этого воспользуемся программой MS Excel.

Таблица 1

Данные объемов валового регионального продукта и инвестиций в основной капитал за 2010-2017 года

Год, t	ВРП, в млн. руб. x	Инвестиции в основной капитал, в млн. руб., y
2010	659667,4	159038
2011	765967,2	165978
2012	843560,3	207935
2013	917689,1	253623

2014	1007758,8	264173
2015	1189144,0	309436
2016	1270891,5	287413
2017	1332688,9	324903

По данным таблицы 1 построим график зависимости y от x (см.рис.1).

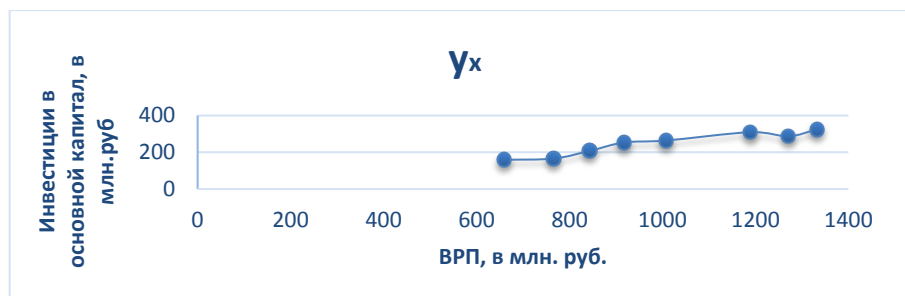


Рис. 1. График зависимости инвестиций в основной капитал от ВРП

Проверим данные ряды динамики на наличие тренда. Если ряды динамики характеризуются наличием тренда, то при построении модели регрессии надо исключить тренд. В противном случае корреляция уровней рядов динамики будет преувеличена (коэффициент корреляции уровней будет близок к +1 при одинаковой тенденции в рядах и к-1 при противоположной тенденции). Данные ряды динамики (см. табл. 1) характеризуются наличием линейного тренда: $\hat{y} = 24801t + 134958$, с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,9304$ (см. рис.2) и $\hat{x} = 99555t + 550425$; $R^2 = 0,9871$ (см. рис.3).

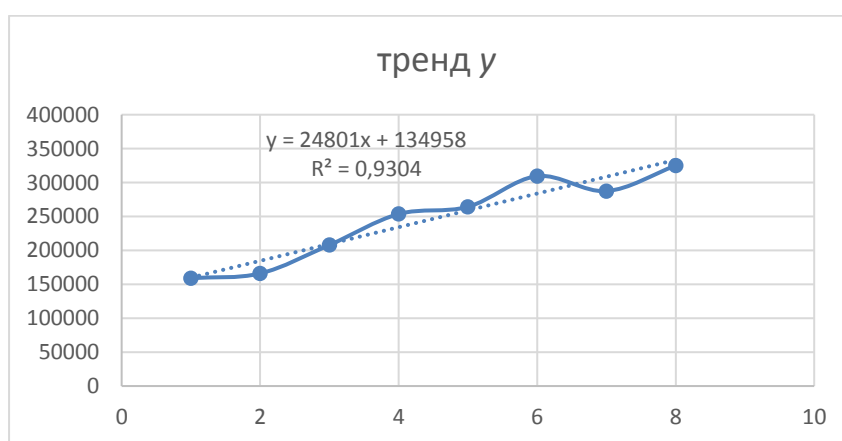


Рис. 2. Тренд, характеризующий инвестиции в основной капитал (y)

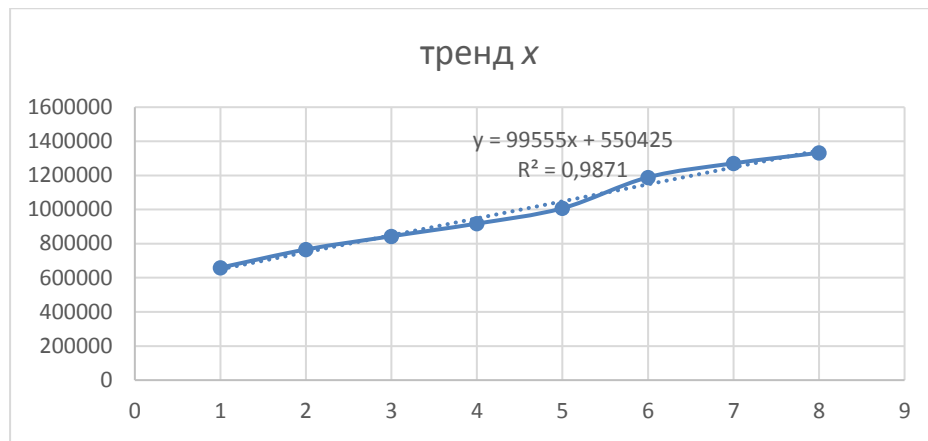


Рис. 3. Тренд, характеризующий ВРП (x)

Используем программу «Регрессия» из Пакета анализа приложения MS Excel для получения модели парной регрессии y_t от x_t [3, с. 567]. Получена модель вида:

$$\hat{y} = 2082,84 + 0,2449x_t \quad (1)$$

Приведем статистические данные, полученные программой «Регрессия» (рис. 4).

Вывод итогов								
Регрессионная статистика								
Множественный R	0,954313236							
R-квадрат	0,910713752							
Нормированный R-ква	0,89583271							
Стандартная ошибка	20326,83258							
Наблюдения	8							
Дисперсионный анализ								
	df	SS	MS	F	Значимость F			
Регрессия	1	25286457423	25286457423	61,199598	0,000230308			
Остаток	6	2479080737	413180122,8					
Итого	7	27765538160						
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y-пересечение	2082,835766	32066,99116	0,064952641	0,95032174	-76382,26494	80547,93647	-76382,26494	80547,93647
x	0,244866207	0,031300737	7,823017194	0,00023031	0,168276062	0,321456353	0,168276062	0,321456353

Рис. 4. Регрессионный анализ модели (1)

$R^2 = 0,9107$, $D-W=1,634$. Значение R^2 близкое к 1, обусловленное наличием линейной тенденции в рассматриваемых временных рядах. По критерию Дарбина-Уотсона подтверждается наличие автокорреляции в остатках при 5%-ом уровне значимости [4, с 70].

Тогда модель регрессии по временным рядам построим по исходным данным с включением в нее как отдельной независимой переменной фактора

времени t , т. е. для двух связанных рядов динамики строится модель вида: $y = \alpha + bx + ct + \varepsilon$, где $t = 1, 2, 3, \dots, n$ [5, с.158].

Включая в регрессию фактор времени t , устраняем тенденцию из уровней временных рядов. Это объясняется спецификой множественной регрессии: коэффициенты регрессии показывают изолированное влияние на результат соответствующего фактора. Коэффициент регрессии b характеризует «чистое» воздействие переменной x на y в условиях неизменной тенденции, т. е. при устранении тенденции.

Для оценки параметров применим МНК. Получена модель вида:

$$\hat{y} = 178709,1 - 0,07949x + 32714,21t \quad (3)$$

$R^2 = 0,9317$ говорит о тесной зависимости между рассматриваемыми факторами. В целом уравнение регрессии значимо: $F_{\text{факт.}} = 34,085$ превышает табличное значение при $\alpha = 0,05$. Однако, параметры уравнения регрессии статистически значимыми не являются и, поскольку фактические значения t -критерия Стьюдента не превышают табличное значение. Следовательно, для прогнозирования модель не подходит.

Принцип введения в модель фактора времени сохраняется и при изучении трех и более связанных рядов динамики. Поскольку источники инвестиций в основной капитал включают в себя не только ВРП, но и привлеченные средства, введем в последнюю модель новую переменную x_2 , которая будет характеризовать суммарный объем привлеченных средств, начисленный за отчетный год. В таблице 3 приведены официальные статистические данные, опубликованные на сайте Правительства Ростовской области.

Ряд x_2 также характеризуется тенденцией, которая описывается уравнением: $\hat{x}_2 = 98438 + 16307t$, $R^2 = 0,6974$.

Таблица 3

Исходные данные для построения модели регрессии «инвестиции-привлеченные средства-ВРП»

t	x1	x2	y
1	659667,4	103693	159038
2	765967,2	104732	165978

3	843560,3	150129	207935
4	917689,1	187681	253623
5	1007758,8	201300	264173
6	1189144	236409	309436
7	1270891,5	193716	287413
8	1332688,9	196891	324903

Применив к исходным данным «Регрессию», получаем модель вида:

$$\hat{y}_t = 94476,75 - 0,028 x_1 + 0,569x_2 + 18331,75t \quad (4)$$

Приведем данные регрессионного анализа (см. рис.5):

Вывод итогов								
Регрессионная статистика								
Множественный R	0,993827268							
R-квадрат	0,987692639							
Нормированный R-кв	0,978462118							
Стандартная ошибка	9242,841961							
Наблюдения	8							
Дисперсионный анализ								
	df	SS	MS	F	Значимость F			
Регрессия	3	27423817650	9141272550	107,0029136	0,000282841			
Остаток	4	341720510	85430127,51					
Итого	7	27765538160						
	Коэффициенты	стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y-пересечение	94476,75157	71995,76219	1,312254342	0,259669954	-105415,53	294369,0331	-105415,53	294369,0331
t	18331,75275	12981,42819	1,412152228	0,230761347	-17710,47001	54373,97552	-17710,47	54373,97552
x1	-0,028259828	0,125680297	-0,224854878	0,833111924	-0,377204275	0,320684619	-0,37720427	0,320684619
x2	0,569250054	0,133401452	4,267195333	0,012979055	0,198868245	0,939631862	0,198868245	0,939631862

Рис. 5. Результаты регрессионного анализа модели (4)

Результаты регрессионного анализа говорят о высокой надежности и качестве модели. $F_{\text{факт.}} = 107,003$ превышает табличное значение. $R^2 = 0,988$, что говорит о хорошей связи, однако коэффициенты не надежны.

Введем еще одну переменную x_3 —износ основных фондов (см. табл. 4) [6].

Ряд x_3 также характеризуется линейной тенденцией, которая описывается уравнением: $\hat{x}_3 = 510267 + 77524t$, $R^2 = 0,9809$.

Таблица 4

Исходные данные для построения модели регрессии «инвестиции-привлеченные средства-ВРП-износ основных фондов»

t	x1	x2	x3	y
1	659667,4	103692,776	554139,372	159038
2	765967,2	104732,118	672542,976	165978
3	843560,3	150129,07	763461,076	207935
4	917689,1	187681,02	845507,384	253623
5	1007758,8	201299,826	896709,96	264173

6	1189144	236409,104	954025,695	309436
7	1270891,5	193716,362	1087772,222	287413
8	1332688,9	196891,218	1098854,32	324903

Применив к данным «Регрессию» из MS Excel, получаем модель вида:

$$\hat{y}_t = 197585,02 - 0,0495x_1 + 0,5788x_2 - 0,18096x_3 + 34322,86t \quad (5)$$

Приведем данные регрессионного анализа (см. рис. 6):

Вывод итогов									
Регрессионная статистика									
Множественный	0,996682244								
R-квадрат	0,993375496								
Нормированный	0,984542824								
Стандартная ошибка	7830,132288								
Наблюдения	8								
Дисперсионный анализ									
		<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>значимость F</i>			
Регрессия		4	27581605245	6895401311	112,4660257	0,00134258			
Остаток		3	183932915	61310971,65					
Итого		7	27765538160						
	<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>	<i>Нижние 95,0%</i>	<i>Верхние 95,0%</i>	
Y-пересечение	197585,0169	88605,62047	2,229937739	0,11200304	-84397,613	479567,6464	-84397,6125	479567,6464	
t	34322,86365	14842,61152	2,31245449	0,103797633	-12912,951	81558,67785	-12912,9505	81558,67785	
x1	-0,0495336	0,10729352	-0,461664418	0,675739094	-0,3909895	0,291922265	-0,39098947	0,291922265	
x2	0,578799923	0,113168565	5,114493807	0,014464489	0,21864704	0,938952803	0,218647043	0,938952803	
x3	-0,180961606	0,112802601	-1,604232569	0,207001137	-0,5399498	0,178026614	-0,53994983	0,178026614	

Рис. 6. Результаты регрессионного анализа модели (5)

Результаты регрессионного анализа говорят о высокой надежности и качестве модели. $F_{\text{факт.}} = 112,466$ превышает табличное значение. $R^2 = 0,99$, что говорит о хорошей связи, однако коэффициенты не надежны.

Введем фиктивную переменную z_1 , обычно используют значения 0 и 1 (см. табл. 5) [7, с.141].

Таблица 5

Исходные данные для построения модели регрессии «инвестиции-ВРП-привлеченные средства-износ основных фондов-фактор времени-z»

<i>t</i>	x_1	x_2	x_3	z_1	<i>y</i>
1	659667,4	103692,776	554139,372	0	159038
2	765967,2	104732,118	672542,976	0	165978
3	843560,3	150129,07	763461,076	0	207935
4	917689,1	187681,02	845507,384	0	253623
5	1007758,8	201299,826	896709,96	1	264173
6	1189144	236409,104	954025,695	1	309436

7	1270891,5	193716,362	1087772,222	1	287413
8	1332688,9	196891,218	1098854,32	1	324903

Применив к данным «Регрессию» из MS Excel, получаем модель вида:

$$\hat{y}_t = 207529,2 - 0,01302 x_1 + 0,636121x_2 - 0,2663x_3 + 40561,74t - 22011,7z_1 \quad (6)$$

Приведем данные регрессионного анализа (см. рис. 7):

Вывод итогов								
Регрессионная статистика								
Множественный R	0,999797876							
R-квадрат	0,999595793							
Нормированный R-квадрат	0,998585276							
Стандартная ошибка	2368,862309							
Наблюдения	8							
Дисперсионный анализ								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>значимость F</i>			
Регрессия	5	27754315143	5550863029	989,1926367	0,00101021			
Остаток	2	11223017,28	5611508,641					
Итого	7	27765538160						
	<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>	<i>Нижние 95,0%</i>	<i>Верхние 95,0%</i>
Y-пересечение	207529,2291	26865,86128	7,724644558	0,016348949	91934,7577	323123,7	91934,75774	323123,7005
t	40561,73638	4629,037074	8,762456583	0,012775074	20644,5974	60478,8754	20644,59738	60478,87538
x1	-0,013024906	0,033120045	-0,393263543	0,73208644	-0,155529	0,12947915	-0,15552896	0,129479147
привлеченные средства	0,636120912	0,035762159	17,78754237	0,003145684	0,48224876	0,78999306	0,482248762	0,789993061
износ оф	-0,266296156	0,037432691	-7,113999838	0,01919233	-0,427356	-0,10523629	-0,427356025	-0,105236287
z	-22011,65933	3967,655781	-5,547774441	0,030988599	-39083,104	-4940,21436	-39083,10431	-4940,214356

Рис. 7. Результаты регрессионного анализа модели (6)

Результаты регрессионного анализа говорят о высокой надежности и качестве модели. $F_{\text{факт.}} = 989,1926$ превышает табличное значение. $R^2 = 0,99$, что говорит о хорошей связи, однако коэффициент x_1 все-таки остается не надежным судя по t-статистике, которая меньше табличного значения, значит можно сделать вывод, что x_1 или ВРП не влияет на объем инвестиций в основной капитал, поэтому дальнейшее моделирование будем вести без данного фактора.

Проанализируем то, каким образом влияют на инвестиции в основной капитал два других фактора – привлеченные средства и степень износа основных фондов (см. табл. 6).

Таблица 6

Исходные данные для построения модели регрессии «инвестиции-привлеченные средства-износ основных фондов-фактор времени- z_1 »

y	x2	x3	t	z1
159038	103693	554139,37	1	0
165978	104732	672542,98	2	0
207935	150129	763461,08	3	0

253623	187681	845507,38	4	0
264173	201300	896709,96	5	1
309436	236409	954025,7	6	1
287413	193716	1087772,2	7	1
324903	196891	1098854,3	8	1

Применив к данным «Регрессию» из MS Excel, получаем модель вида:

$$\hat{y}_t = 199839,0687 + 0,638092x_2 - 0,265872x_3 - 22321,68971z_1 + 39259,11518t \quad (7)$$

Приведем данные регрессионного анализа (см. рис. 8):

Вывод итогов									
Регрессионная статистика									
Множественный R	0,999782245								
R-квадрат	0,999564537								
Нормированный R-квадрат	0,998983919								
Стандартная ошибка	2007,558382								
Наблюдения	8								
Дисперсионный анализ									
		<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>			
Регрессия		4	27753447288	6938361822	1721,553708	2,27119E-05			
Остаток		3	12090871,97	4030290,655					
Итого		7	27765538160						
	<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>	<i>Нижние 95,0%</i>	<i>Верхние 95,0%</i>	
Y-пересечение	199839,0687	15612,63175	12,79983233	0,001028955	150152,7064	249525,431	150152,7064	249525,4309	
x2	0,638091506	0,030008653	21,26358358	0,00022757	0,542590578	0,73359243	0,542590578	0,733592433	
x3	-0,265872416	0,031710232	-8,384436225	0,003558315	-0,36678853	-0,16495631	-0,366788525	-0,164956306	
t	39259,11518	2740,436152	14,32586384	0,000737127	30537,82427	47980,4061	30537,82427	47980,40609	
z1	-22321,68971	3295,456939	-6,773473338	0,006576083	-32809,3045	-11834,075	-32809,30447	-11834,07495	

Рис. 8. Результаты регрессионного анализа модели (7)

Результаты регрессионного анализа говорят о высокой надежности и качестве модели. $F_{\text{факт.}} = 1721,554$ превышает табличное значение при $\alpha = 0,05$ и числе степеней свободы 2 и 5 ($F_{\text{табл.}} = 5,79$). Параметры уравнения регрессии статистически значимыми, поскольку фактические значения t -критерия превышают табличное значение $t_{\text{табл.}} = 3,1825$ при $\alpha = 0,05$ и $df = 3$. При этом при параметре t наблюдается высокое значение коэффициента, что говорит об устранении тенденции и высоком качестве модели.

Все вышеотмеченное говорит о высокой значимости модели (7) и получении при прогнозировании статистически значимых результатов.

Итак, по полученной модели рассчитаем прогноз объема инвестиций в основной капитал в Ростовской области в 2018 и в 2019 годах. Предварительно получим объемы привлеченных средств и степень износа основных фондов.

$$\hat{x}_2(2018) = 98438 + 16307 \cdot 9 = 245201$$

$$\widehat{x}_2(2019) = 98438 + 16307 \cdot 10 = 261508$$

$$\widehat{x}_3(2018) = 510267 + 77524 \cdot 9 = 1207983$$

$$\widehat{x}_3(2019) = 510267 + 77524 \cdot 10 = 1285507$$

$$\hat{Y}_{2018} = 199839,0687 + 0,638092 \cdot 245201 - 0,265872 \cdot 1207983 - 22321,68971 \cdot 1 + \\ + 39259,11518 \cdot 9 = 366141,356 \text{ млн.руб.}$$

$$\hat{Y}_{2019} = 199839,0687 + 0,638092 \cdot 261508 - 0,265872 \cdot 1285507 - 22321,68971 \cdot 1 + \\ + 39259,11518 \cdot 10 = 395194,376 \text{ млн.руб.}$$

Таким образом, при сохранении выявленных тенденций роста привлеченных средств и степени износа основных фондов, объем инвестиций в основной капитал Ростовской области будет расти, составив при этом в 2018 году 366141,356 млн. рублей, а в 2019 году – 395194,376 млн.руб.

Список литературы:

1. Цвиль М.М. Колесникова И.В. Эконометрический анализ инвестиционных проектов Ростовской области // Инженерный вестник Дона. 2016. № 2. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2016/3591>(дата обращения: 20.11.2018).
2. Инвестиции в основной капитал: Официальный портал Правительства Ростовской области. [Электронный ресурс]. URL:<http://www.donland.ru/?pageid=92217>(дата обращения: 10.11.2018).
3. Математика для экономистов: от Арифметики до Эконометрики: учеб.-справ. пособие / под общ. ред. Н. Ш. Кремера – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2014 . – 724 с.
4. Кремер Н.Ш., Путко Б.А. Эконометрика: Учебник для вузов / Под ред. проф. Н.Ш. Кремера. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2010. 311 с.
5. Цвиль М. М. Анализ временных рядов и прогнозирование: учеб. пособие. Ростов н/Д: Российская таможенная академия, Ростовский филиал, 2016.
6. Износ основных фондов: Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс]. URL:<http://www.gks.ru/wps/wcm/>

connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/fund/# (дата обращения: 10.11.2018).

7. Эконометрика: учебник для бакалавриата и магистратуры / И. И. Елисеева [и др.]; под ред. И. И. Елисеевой. — М.: Издательство Юрайт, 2015. — 449 с.

References:

1. Tsvil M. M., Kolesnikova I. V. Econometric analysis of investment projects of the Rostov region / / Engineering Bulletin of the Don. 2016. No. 2. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2016/3591> (accessed date: 20.11.2018).
2. Investments in fixed assets: the official web-site of the government of the Rostov region. URL: <http://www.donland.ru/?pageid=92217> (accessed date: 10.11.2018).
3. Mathematics for economists: from Arithmetic to Econometrics: tutorial / ed. by N. S. Kremer – 4th ed., M.: publishing house ‘Urait’, 2014. - 724 p.
4. Kramer N. Sh., Putko B. A. Econometrics: Textbook for universities / prof. Sh. Kremer. M.: YUNITI-DANA, 2010. 311 p.
5. Tsvil M. M. The analysis of time series and forecasting: tutorial / RnD: Russian customs academy, Rostov branch, 2016.
6. Depreciation of fixed assets: Federal state statistics service. [Electronic resource] URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/fund/# (accessed date: 10.11.2018).
7. Econometrics: textbook for undergraduate and graduate / I. I. Eliseeva: ed. by I. I. Eliseeva. - Moscow: Publishing House ‘Urait’. 2015. - 449 p.