А.И. Куликова
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»,
Донецк, Украина
A.I. Kulikova,
PEI HPE «Donetsk national technical university»
Donetsk, Ukraine

ПРИМЕНЕНИЕ АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРИБЫЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

В статье на базе применения основных статистических методов в программе Microsoft Excel, описана методика прогнозирования выручки компании и приведен практический пример использования указанной методики, а также доказана значимость прогнозирования выручки для деятельности предприятия.

Ключевые слова: временной ряд, Microsoft Excel, формула, прогноз, выручка

Постановка проблемы. В настоящее время статистические методы прогнозирования занимают значительное место в экономической практике. В связи с усилением фактора неопределенности в деятельности хозяйствующих субъектов они при корректном использовании в аналитической работе позволяют снизить степень риска. Широкому внедрению методов анализа и прогнозирования данных способствовало появление прикладных программ, с помощью которых стало возможным быстрое выполнение наиболее трудоемкой части исследовательской работы. Но для правильного выбора метода прогнозирования, оценки качества полученных моделей, интерпретации результатов необходимо иметь определенные знания в области статистических методов обработки данных и прогнозирования.

В своей практической деятельности компания может планировать только те показатели, которыми она способна управлять, например большую часть расходов. Остальные показатели – спрос, риски, действия конкурентов – можно только прогнозировать. При составлении бюджета предприятия основное внимание уделяется, как правило, его расходной части, а доходная часть недостаточно детализируется и зачастую не обосновывается. Правильный выбор методов прогнозирования доходов компании и учет всех существенных факторов, влияющих на значение прогноза, позволят сделать его более точным.

Анализ последних исследований и публикаций. Совокупность научных наработок относительно прогнозирования доходов компании в контексте устойчивого развития значительна, и включает работы известных российских и зарубежных ученых: О.Н. Степановой, И.В. Савельевой, Л.В. Моралсюк и В.И. Давыдовой, Б.В. Боева, В.В. Макарова, А.Г. Иванова, Л.И. Герасимовой, Н.В. Шуваловой, Т.Г. Денисовой и других. Их труды посвящены исследованию прогнозирования, определению факторов и методик построения прогнозов, характеристике методов возможного использования полученных данных.

Цель исследования. Целью статьи выступает анализ статистических методов и прогнозирование объема выручки на предприятии методов исследования временных рядов с помощью программы Microsoft Excel.

Основные результаты исследования. Если рынок относительно предсказуем, и компания располагает данными о предыдущей динамике прогнозируемого показателя или же о динамике факторов, которые на него влияют, то для кратко- или среднесрочного прогнозирования целесообразно использовать статистические методы. Эти методы основаны на предположении, что в будущем анализируемый показатель будет изменяться по тем же законам, что и в прошлом. Статистические методы различной сложности используют практически все рыночно ориентированные компании, применяя при этом либо Excel, либо специализированные статистические программы (SPSS, Statistica и т. д.)

Для примера расчета прогноза, воспользуемся публичными данными о поквартальных показателях выручки ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат», представленными в табл. 1.

Таблица 1 – Показатели выручки ПАО «НЛМК», тыс. руб.

Год	Квартал	Выручка ВЭД
2017	1	32820123
	2	32415466
	3	33042026
	4	31763161
2016	1	37999258
	2	35651527
	3	35538104
	4	42861349
2015	1	52875705
	2	45904847
	3	43737926
	4	40872131
2014	1	39999403
	2	51928132
	3	48563060
	4	41529301
2013	1	60365946
	2	63405661
	3	52641983
	4	58886904

Перед началом непосредственного прогнозирования исследуемого временного ряда необходимо воспользоваться методом Ирвина для выявления аномальных значений уровней временного ряда.

Под аномальным уровнем понимается отдельное значение уровней временного ряда, которое не отвечает потенциальным возможностям исследуемой экономической системы и которое, оставаясь в качестве уровня ряда, оказывает существенное влияние на значение основных характеристик временного ряда.

Причинами аномальных явлений могут быть ошибки технического порядка, или ошибки первого рода, они подлежат выявлению и устранению. Кроме того, аномальные уровни во временных рядах могут возникать из-за воздействия факторов, имеющих объективный характер, но проявляющихся эпизодически. Их относят к ошибкам второго рода, которые не подлежат устранению [1, 102].

Для выявления аномальных наблюдений может быть использован метод Ирвина. В этом случае вычисляется коэффициент λ_t, равный:

$$\lambda_t = | y_t - y_{t-1} | / \sigma_y , \qquad (1)$$

где y_t – значения временного ряда в момент времени t;

σ_y – среднее квадратическое отклонение.

Найти необходимые показатели возможно при помощи использования программы Excel. В ячейках A2:A21 нужно разместить порядковые значения временного ряда, соответствующие каждому периоду ряда. В нашем случае – это 1-20. В следующий столбец занести показатели временного ряда, а в третий – разницу между двумя, следующими друг за другом, значениями. Среднеквадратическое отклонение находится при помощи использования одной из функций программы – вставки формулы. Те из них, которые должны быть занесены в таблицу для упрощения расчетов выглядят следующим образом: рис. 1.

	A	B	C	D	E
1		y_t	$y_t - y_{t-1}$	Сред. откл.	λ_t
2	1	32820123	-	-	-
3	2	32415466	=B3-B2	=СТАНДОТКЛОН.В(B2:B21)	=ABS(C3)/$D$3
4	3	33042026	=B4-B3		=ABS(C4)/$D$3
5	4	31763161	=B5-B4		=ABS(C5)/$D$3
6	5	37999258	=B6-B5		=ABS(C6)/$D$3
7	6	35651527	=B7-B6		=ABS(C7)/$D$3
8	7	35538104	=B8-B7		=ABS(C8)/$D$3
9	8	42861349	=B9-B8		=ABS(C9)/$D$3
10	9	52875705	=B10-B9		=ABS(C10)/$D$3
11	10	45904847	=B11-B10		=ABS(C11)/$D$3

Рисунок 1 – Формулы для расчета показателей по методу Ирвина

В результате имеем табл. 2.

Таблица 2 – Показатели, необходимые для выявления аномальных наблюдений

	y_t	$y_t - y_{t-1}$	σ_y	λ_t
1	32820123	-	-	-
2	32415466	-404657	9856855,62	0,04105336
3	33042026	626560		0,06356591
4	31763161	-1278865		0,12974371
5	37999258	6236097		0,63266596
6	35651527	-2347731		0,23818255
7	35538104	-113423		0,01150702
8	42861349	7323245		0,74295955
9	52875705	10014356		1,01597876
10	45904847	-6970858		0,7072091
11	43737926	-2166921		0,21983897
12	40872131	-2865795		0,2907413
13	39999403	-872728		0,0885402

14	51928132	11928729		1,21019618
15	48563060	-3365072		0,34139406
16	41529301	-7033759		0,71359055
17	60365946	18836645		1,21101967
18	63405661	3039715		0,30838587
19	52641983	-10763678		1,09199915
20	58886904	6244921		0,63356117

Далее расчетные значения λ_2, λ_3,... сравниваем с табличными значениями критерия Ирвина λ_α. Если оказывается, что расчетное значение λ_t больше табличного, то соответствующее значение y_t уровня ряда считается аномальным.

Табличные значения критерия Ирвина для выборки 20 показателей равны: 1,3 – для уровня значимости q = 0,05, а также 1,8 – для q = 0,01.

Поскольку для всех показателей $\lambda_t < \lambda_\alpha$, то аномальных наблюдений нет.

В случае выявления аномальных значений уровней ряда обязательно определение причин их возникновения. Если точно установлено, что они вызваны ошибками первого рода, то они устраняются обычно заменой средней арифметической двух соседних уровней ряда, либо заменой значением соответствующей трендовой кривой.

Следующим этапом анализа является выделение составляющих временного ряда, осуществляемого с помощью автокорреляционного анализа, который характеризует степень тесноты связи между последовательностями наблюдений временного ряда x_1, x_2, …, x_n и x_{1+k}, x_{2+k}, …,x_{n+k} (сдвинутых относительно друг друга на k периодов).

Коэффициенты автокорреляции также легко найти при помощи формулы Excel. При занесении показателей временного ряда в ячейки B2:B21, корреляцию можно найти при помощи следующих формул: табл. 3.

Таблица 3 – Нахождение корреляции при помощи Excel

Формула	Значение
r1	
=КОРРЕЛ(B2:B20;B3:B21)	0,715136224
r2	
=КОРРЕЛ(B2:B19;B4:B21)	0,540663969
r3	
=КОРРЕЛ(B2:B18;B5:B21)	0,656266883
r4	
=КОРРЕЛ(B2:B17;B6:B21)	0,502393755
r5	
=КОРРЕЛ(B2:B16;B7:B21)	0,459928245

При ручном расчете, коэффициент автокорреляции определяется по формуле:

$$r_k = \frac{\sum_{i=k+1}^{n}(y_t-\bar{y}_k)(y_{t-k}-\bar{y}_{t-k})}{\sqrt{\sum_{t=k+1}^{n}(y_t-\bar{y}_k)^2 \sum_{i=k+1}^{n}(y_{t-k}-\bar{y}_{t-k})^2}} \qquad (2)$$

В свою очередь:

$$\bar{y}_k = \frac{1}{n-k}\sum_{t=k+1}^{n} y_t \qquad (3)$$

$$\bar{y}_{t-k} = \frac{1}{n-k}\sum_{t=1}^{n-k} y_t \qquad (4)$$

Рассчитанные в соответствии с данными формулами показатели для 1-го уровня, так же, как и окончательный показатель автокорреляции, представлены в табл. 4.

Таблица 4 – Расчет показателя корреляции для 1-го уровня данных ряда

t	y_t	y_{t-1}	$y_t - \bar{y}_1$	$y_{t-1} - \bar{y}_{t-1}$	$(y_t - \bar{y}_1)(y_{t-1} - \bar{y}_{t-1})$	$(y_t - \bar{y}_1)^2$	$(y_{t-1} - \bar{y}_{t-1})^2$
1	32820123	-	-	-	-	-	-
2	32415466	32820123	-11724635	-10543830	123622555795882	137467057675981	111172353288654
3	33042026	32415466	-11098075	-10948487	121507127198773	123167260936973	119869369894114
4	31763161	33042026	-12376940	-10321927	127753868853541	153188635099742	106542179166366
5	37999258	31763161	-6140843	-11600792	71238638933783	37709948452059	134578377469536
6	35651527	37999258	-8488574	-5364695	45538609510821	72055882611474	28779953572435
7	35538104	35651527	-8601997	-7712426	66342263520846	73994346366611	59481516429145
8	42861349	35538104	-1278752	-7825849	10007317456006	1635205782378	61243914218348
9	52875705	42861349	8735604	-502604	-4390550608265	76310783359739	252610886627
10	45904847	52875705	1764746	9511752	16785829438342	3114329679838	90473424107030
11	43737926	45904847	-402175	2540894	-1021883112803	161744449103	6456141784311
12	40872131	43737926	-3267970	373973	-1222132069923	10679625633321	139855725998
13	39999403	40872131	-4140698	-2491822	10317881935481	17145377028716	6209177404278
14	51928132	39999403	7788031	-3364550	-26203221698435	60653432308583	11320197410826
15	48563060	51928132	4422959	8564179	37879015117549	19562569411752	73345160141056
16	41529301	48563060	-2610800	5199107	-13573826461092	6816274812440	27030712502900
17	60365946	41529301	16225845	-1834652	-29768781331052	263278057322117	3365948347347
18	63405661	60365946	19265560	17001993	327552920183824	371161815599492	289067762392682
19	52641983	63405661	8501882	20041708	170392242614119	72282003493242	401670055337957
20	58886904	52641983	14746803	9278030	136821282333105	217468209043571	86081838727631
Сумма					1189579157610500	1717852559067130	1617080548807240
Ср. знач	44140101	43363953				**r1**	
	$\bar{y}_t$	$\bar{y}_{t-1}$				**0,713731027**	

Как необходимо отметить, рассчитанные вручную, и при помощи формулы в программе Excel показатели совпадают до сотых значений, что говорит о незначительной разнице между результатами 2-х способов расчета, и возможности выбрать менее трудозатратный.

По итогу расчетов можно построить коррелограмму: рис. 2.

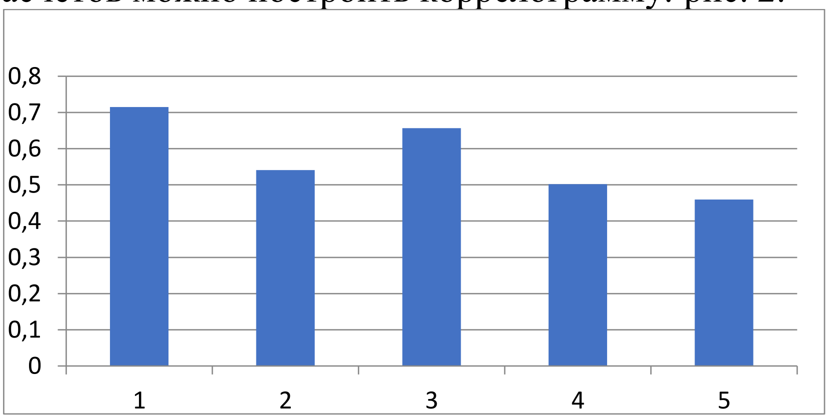

Рисунок 2 – Коррелограмма временного ряда

Также можно сделать вывод о том, коэффициенты автокорреляции почти всех уровней, по модулю близкий к единице, или больше 0,5, что свидетельствует о линейном характере функциональной зависимости.

После этого, приступим непосредственно к вычислению прогноза временного ряда. Для этого сперва построим график линейного, логарифмического, степенного, экспоненциального и полиномиального трендов с использованием подпрограммы «Линия тренда» Microsoft Excel. Обязательно выведем на график не только значения параметров трендов, но и значение множественного коэффициента детерминации для каждого случая (рис. 3, рис. 4).

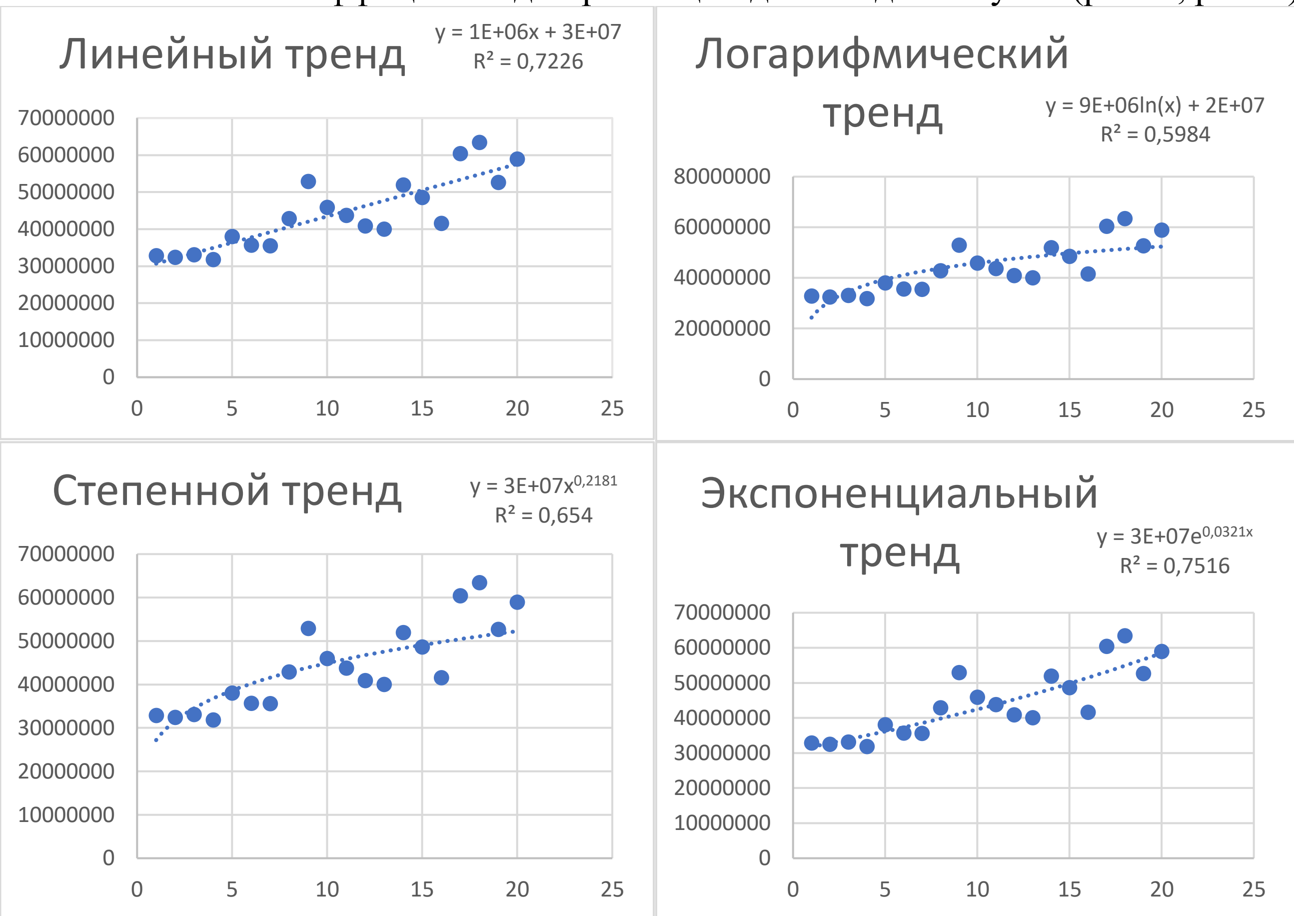

Рисунок 3 – Построение линейного, логарифмического, степенного и экспоненциального тренда

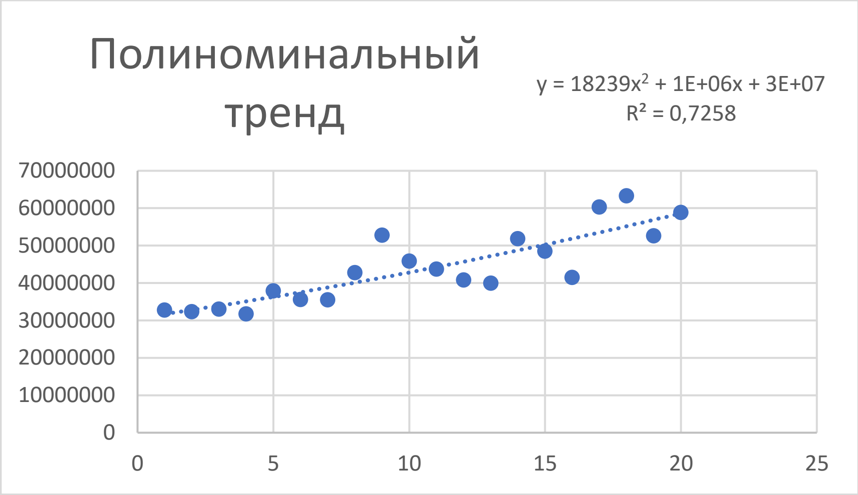

Рисунок 4 – Построение полиноминального тренда

Следующим шагом является определение критических значений F-критерия для всех видов трендов, применяя статистическую функцию Excel «FРАСПОБР». Данный критерий определяет значимость множественных коэффициентов детерминации R^2.

В формуле FРАСПОБР(0,05;20;17), которую необходимо ввести в ячейку программы, в которой хотим получить значение $F_{кр}$, первая переменная – это уровень значимости a=0,05, вторая – степень свободы k_1 =20, и третья – степень свободы k_2=20-2-1=17 (для линейного, логарифмического, степенного и экспоненциального трендов) и k_2=20-3-1=16 (для полиномиального тренда).

Наблюдаемое значение $F_{набл}$ F-критерия определяется по формуле:

$$F_{набл} = \frac{R^2(n-d-1)}{(1-R^2)d} \qquad (5)$$

После проделанных действий полученные значения необходимо сравнить. В исследуемом примере имеем: табл. 5.

Таблица 5 – Сравнение наблюдаемых и критических значений F-критерия

Тренд	F-критерий		
	Критический	Знак сравнения	Наблюдаемый
Линейный	2,230354282	<	22,14167267
Логарифмический	2,230354282	<	12,66533865
Степенной	2,230354282	<	16,06647399
Экспоненциальный	2,230354282	<	25,71900161
Полиноминальный	2,275569585	<	14,1171894

Поскольку $F_{набл} > F_{кр}$ во всех случаях, то связь между значениями уровней временного ряда y_t и временем t считается статистически значимой.

Тренд, наиболее подходящий для дальнейшего анализа и построения прогноза, выбираем на основе наибольшего наблюдаемого F-критерия. В исследуемом случае это экспоненциальный тренд.

Адекватность уравнения тренда наблюдаемым значениям основывается на предположении о том, что случайные остатки являются независимыми. Корреляция остатков оценивается с помощью критерия Дарбина-Уотсона d, значение которого определяется по формуле:

$$d = \frac{\sum_{i=2}^{n}(e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{i=2}^{n} e_t^2} \qquad (6)$$

где

$$e_t = y_t - \hat{y}_t \qquad (7)$$

$$e_{t-1} = y_{t-1} - \hat{y}_{t-1} \qquad (8)$$

При этом $\hat{y}_{t_i}$ – это значение показателя временного ряда, рассчитанного по уравнению экспоненциального тренда в момент времени t.

Критические границы критерия Дарбина-Уотсона для случая одной независимой переменной на уровне значимости α=0,05 приводятся в табл. 6 (n - количество значений уровней временного ряда) [2, 36].

Таблица 6 – Критические границы критерия Дарбина-Уотсона

n	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
d_L	1,08	1,10	1,13	1,16	1,18	1,20	1,22	1,24	1,26	1,27	1,29
d_U	1,36	1,37	1,38	1,39	1,40	1,41	1,42	1,43	1,44	1,45	1,45

Правило установления взаимосвязи остатков можно представить в виде табл. 7.

Таблица 7 – Установления взаимосвязи между табличными и фактическими значениями критерия Дарбина-Уотсона

Характер взаимосвязи остатков	Условие	
	$d < 2$	$d > 2$
Остатки имеют корреляцию	$d < d_L$	$d > 4 - d_L$
Корреляция остатков отсутствует	$d > d_U$	$d < 4 - d_U$
Нельзя сделать вывод о существовании корреляции	$d_L \le d \le d_U$	$4 - d_U \le d \le 4 - d_L$

Расчетные значения для осуществления вышеописанных действий представлены в табл. 8.

Таблица 8 – Расчет критерия Дарбина-Уотсона для экспоненциального тренда

Экспоненциальный тренд							
t	y_t	$\hat{y}_t$	e_t	e_{t-1}	$e_t - e_{t-1}$	$(e_t - e_{t-1})^2$	e_t^2
1	32820123	30978623	1841500	-	-	-	-
2	32415466	31989169	426297	1841500	-1415203	2002800353112	181728998406
3	33042026	33032680	9346	426297	-416951	173848203641	87343275
4	31763161	34110231	-2347070	9346	-2356416	5552697342811	5508739673957
5	37999258	35222933	2776325	-2347070	5123395	26249178896090	7707979427198
6	35651527	36371932	-720405	2776325	-3496730	12227120191913	518983540642
7	35538104	37558412	-2020308	-720405	-1299903	1689748197287	4081645513010
8	42861349	38783596	4077753	-2020308	6098061	37186347520434	16628067018782
9	52875705	40048747	12826958	4077753	8749206	76548597351389	164530857153851
10	45904847	41355167	4549680	12826958	-8277279	68513341781638	20699584218679
11	43737926	42704205	1033721	4549680	-3515958	12361961242345	1068580119001
12	40872131	44097248	-3225117	1033721	-4258839	18137707081520	10401381024626
13	39999403	45535734	-5536331	-3225117	-2311214	5341709452929	30650961598914
14	51928132	47021144	4906988	-5536331	10443319	109062904358782	24078527183305
15	48563060	48555010	8050	4906988	-4898938	23999589325726	64802763

16	41529301	50138911	-8609610	8050	-8617660	74264071376239	74125391564681
17	60365946	51774481	8591465	-8609610	17201075	295876998106089	73813272115136
18	63405661	53463404	9942257	8591465	1350792	1824638942776	98848475100605
19	52641983	55207421	-2565438	9942257	-12507695	156442433909887	6581471851228
20	58886904	57008329	1878575	-2565438	4444013	19749250198980	3529043667471
d=	1,744537245						

По представленным данным можно сделать вывод о том, что d_L = 20, d_U = 1,41, а также d > d_U. Полученный результат позволяет сделать вывод, о том, что корреляция остатков отсутствует, а экспоненциальная модель адекватно отражает зависимость значений уровней временного ряда от независимой переменной времени.

Далее необходимо отметить, что для максимально-точного и обоснованного прогноза на длительный промежуток времени, необходимо прогнозировать данные с учетом сезонности.

Мультипликативные индексы сезонности S_t определяются как отношение наблюдаемых значений уровней временного ряда y_t соответствующим значениям экспоненциального тренда временного ряда $\hat{y}_t$. Устранение влияния случайных отклонений осуществляется через усреднение индивидуальных индексов одноименных квартальных периодов анализируемого временного ряда по формуле:

$$S_j = \frac{l}{n}\sum_{i=0}^{k-1} S_{i\cdot l+j} \qquad (9)$$

где, j - номер периода в сезоне, l - количество периодов в сезоне, i- номер периода временного ряда, k - количество сезонных периодов, n - количество периодов временного ряда.

Вычисление мультипликативных индексов сезонности S_t и их усреднение по формуле представлено в табл. 8.

Таблица 8 – Расчет мультипликативных индексов сезонности

k	J	t	y_t	$\hat{y}_t$	S_j
1	1	1	32820123	30978622,87	1,059444
2	1	5	37999258	35222933,19	1,078822
3	1	9	52875705	40048746,78	1,320284
4	1	13	39999403	45535734,06	0,878418
5	1	17	60365946	51774480,93	1,16594
Среднее					**1,100581**
1	2	2	32415466	31989169,16	1,013326
2	2	6	35651527	36371932,12	0,980193
3	2	10	45904847	41355167,43	1,110015
4	2	14	51928132	47021144,41	1,104357
5	2	18	63405661	53463403,96	1,185964
Среднее					**1,078771**
1	3	3	33042026	33032680,24	1,000283
2	3	7	35538104	37558412,27	0,946209
3	3	11	43737926	42704204,51	1,024207
4	3	15	48563060	48555009,98	1,000166
5	3	19	52641983	55207420,95	0,953531

Среднее					**0,984879**
1	4	4	31763161	34110231,45	0,931192
2	4	8	42861349	38783596,31	1,105141
3	4	12	40872131	44097248,21	0,926864
4	4	16	41529301	50138911,42	0,828285
5	4	20	58886904	57008329,1	1,032953
Среднее					**0,964887**

Мультипликативные индексы сезонности первого, второго, третьего и четвертого кварталов соответственно равны S_1=1,1; S_2=1,08; S_3=0,98; S_4=0,96.

Далее составим уравнение прогноза временного ряда с учетом трендовой и сезонной составляющих, подставляя в уравнение экспоненциального тренда значение прогнозных периодов и корректируя полученные значения в соответствии с сезонностью:

y_{21} = (3E+07 · $e^{0,0321\cdot 21}$) · 1,10 = 64754782,67 тыс. руб.

y_{22} = (3E+07 · $e^{0,0321\cdot 22}$) · 1,08 = 65651366,98 тыс. руб.

y_{23} = (3E+07 · $e^{0,0321\cdot 23}$) · 0,98 = 61515838,26 тыс. руб.

y_{24} = (3E+07 · $e^{0,0321\cdot 24}$) · 0,96 = 62226153,59 тыс. руб.

Полученный таким образом прогноз называют точечным, так как для каждого момента времени определяется только одно значение прогнозируемого показателя.

На практике в дополнении к точечному прогнозу желательно определить границы возможного изменения прогнозируемого показателя, задать «вилку» возможных значений, т.е. вычислить прогноз интервальный.

Несовпадение фактических данных с точечным прогнозом может быть вызвано:

1) субъективной ошибочностью выбора вида кривой;

2) погрешностью оценивания параметров кривых;

3) погрешностью, связанной с отклонением отдельных наблюдений от тренда, характеризующего некоторый средний уровень ряда на каждый момент времени.

Погрешность, связанная со вторым и третьим источником, может быть отражена в виде доверительного интервала прогноза. Доверительный интервал, учитывающий неопределенность, связанную с положением тренда, и возможность отклонения от этого тренда, определяется по формуле:

$$y_{n+\tau} - t_{a,n-2} \cdot \sigma_{n+\tau} \le y_{n+\tau} \le y_{n+\tau} + t_{a,n-2} \cdot \sigma_{n+\tau} \qquad (10)$$

где τ – глубина прогноза,

$t_{a,n-2}$ - критерий Стьюдента (a - уровень значимости, n - число уровней исходного временного ряда),

$\sigma^2_{n+\tau}$ - дисперсия прогноза.

Дисперсия прогноза $\sigma^2_{n+\tau}$ временного ряда определяется с учетом дисперсию исходного временного ряда σ^2_n по формуле:

$$\sigma^2_{n+\tau} = \sigma^2_{\tau} \cdot \sigma^{*2}_{n+\tau} \qquad (11)$$

Дисперсия исходного временного ряда σ^2_n рассчитывается для степенного и экспоненциального трендов по формуле:

$$\sigma^2_n = \frac{\sum_{i-1}^{n}(\hat{y}_t - \ln y_t)^2}{n-2} \qquad (12)$$

Вычисление величины $\sigma^{*2}{}_{n+\tau}$ для экспоненциального тренда осуществляется через решение матричного уравнения:

$$\sigma^{*2}_{n+\tau} = \left(1\ (n+\tau)\right) \cdot \begin{pmatrix} n & \sum_{i=1}^{n} t \\ \sum_{t=1}^{n} t & \sum_{t=1}^{n} t^2 \end{pmatrix}^{-1} \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ n+\tau \end{pmatrix} \qquad (13)$$

Для вычисления значений в соответствии с описанными шагами непосредственно в программе Excel заполняем таблицу с необходимыми данными: табл. 9.

Таблица 9 – Значения для вычисления доверительного интервала

t	y_t	$\hat{y}_t$	S_j	$\hat{y}_t \cdot S_j$	$(\hat{y}_t - ln\, y_t)^2$
1	32820123	30978622,87	1,10058148	34094498,59	1162433653862910,00
2	32415466	31989169,16	1,078771054	34508989,74	1190869179433930,00
3	33042026	33032680,24	0,984879018	32533193,68	1058407564217050,00
4	31763161	34110231,45	0,964886758	32912510,65	1083232219925430,00
5	37999258	35222933,19	1,10058148	38765707,93	1502778758010620,00
6	35651527	36371932,12	1,078771054	39236987,57	1539539828823360,00
7	35538104	37558412,27	0,984879018	36990492,2	1368295226756190,00
8	42861349	38783596,31	0,964886758	37421778,52	1400388192206450,00
9	52875705	40048746,78	1,10058148	44076908,99	1942772338023660,00
10	45904847	41355167,43	1,078771054	44612757,57	1990296564051180,00
11	43737926	42704204,51	0,984879018	42058475	1768913839718840,00
12	40872131	44097248,21	0,964886758	42548850,88	1810403219625150,00
13	39999403	45535734,06	1,10058148	50115785,56	2511590208045790,00
14	51928132	47021144,41	1,078771054	50725049,54	2573028848472400,00
15	48563060	48555009,98	0,984879018	47820810,55	2286828229297360,00
16	41529301	50138911,42	0,964886758	48378371,71	2340465151597210,00
17	60365946	51774480,93	1,10058148	56982034,82	3246950250391350,00
18	63405661	53463403,96	1,078771054	57674772,66	3326377329307630,00
19	52641983	55207420,95	0,984879018	54372630,53	2956381017261170,00
20	58886904	57008329,1	0,964886758	55006581,86	3025722079717930,00
Сумма					40085673698745600,00
$\sigma^2{}_n$					2226981872152530,00

Для получения значений $\sigma^{*2}_{n+\tau}$ решим 4 матрицы:

$$\sigma^{*2}_{21} = (1\ \ 21) \cdot \begin{pmatrix} 20 & 210 \\ 210 & 2870 \end{pmatrix}^{-1} \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 21 \end{pmatrix},$$

$$\sigma^{*2}_{22} = (1\ \ 22) \cdot \begin{pmatrix} 20 & 210 \\ 210 & 2870 \end{pmatrix}^{-1} \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 22 \end{pmatrix},$$

$$\sigma^{*2}_{23} = (1\ \ 23) \cdot \begin{pmatrix} 20 & 210 \\ 210 & 2870 \end{pmatrix}^{-1} \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 23 \end{pmatrix},$$

$$\sigma^{*2}_{24} = (1\ \ 24) \cdot \begin{pmatrix} 20 & 210 \\ 210 & 2870 \end{pmatrix}^{-1} \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 24 \end{pmatrix},$$

В Excel эти действия можно осуществить при помощи использования формул МОБР и МУМНОЖ. В результате вычислений имеем: σ^{*2}_{21} = 0,215789474, σ^{*2}_{22} = 0,24887218, σ^{*2}_{23} = 0,284962406, σ^{*2}_{24} = 0,32406015

По представленной ранее формуле, находим окончательные значения дисперсии $\sigma^2_{n+\tau}$: табл. 10.

Таблица 10 – Значения показателей σ_n^2

σ_{21}^2	480559246096073,00
σ_{22}^2	554233834347736,00
σ_{23}^2	634606112440459,00
σ_{24}^2	721676080374243,00

Для того, чтобы прийти к окончательной цели в виде расчета ошибки прогноза, найдем значение критерия Стьюдента при помощи формулы СТЬЮДРАСПОБР(0,05;18), где в качестве первой переменной берем вероятность 0,05, а также в качестве второй – степень свободы 18.

После этого найдем ошибку прогноза для каждого квартала путем умножения критерия Стьюдента на корень дисперсии: табл. 11

Таблица 11 – Расчет значений ошибки прогноза

Время прогноза	Расчет	Значения
21 квартал	$t_{0,05,18-2} \cdot \sigma_{21}$	4308030,16
22 квартал	$t_{0,05,18-2} \cdot \sigma_{22}$	4626491,66
23 квартал	$t_{0,05,18-2} \cdot \sigma_{23}$	4950594,919
24 квартал	$t_{0,05,18-2} \cdot \sigma_{23}$	5279300,973

Прибавив и отняв значения ошибки прогноза от самих прогнозных значений, получим соответственно верхнюю и нижнюю границу прогноза выручки: табл. 12.

Таблица 12 – Расчет верхней и нижней границы прогноза

Год	Квартал	Прогноз	Ошибка прогноза	Интервал выручки	
				нижняя граница	верхняя граница
6-й	1	64754782,67	4308030,16	60446752,51	69062812,83
	2	65651366,98	4626491,66	61024875,32	70277858,64
	3	61515838,26	4950594,919	56565243,34	66466433,18
	4	62226153,59	5279300,973	56946852,62	67505454,57
Сумма		254148141,5		234983723,8	273312559,2

Для наглядности отобразим данные значения на рис. 5

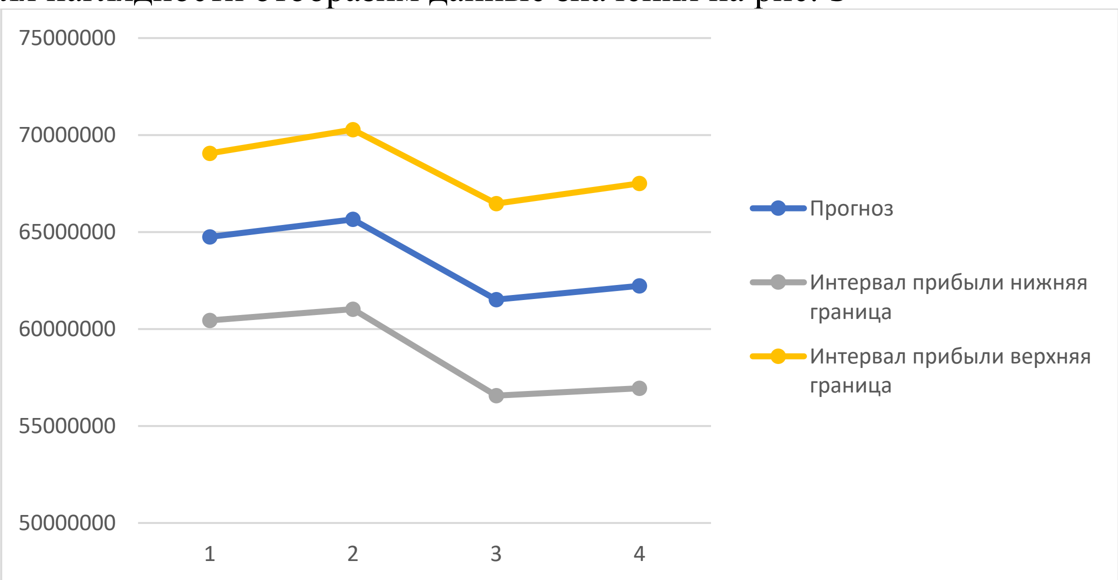

Рисунок 5 – Прогноз выручки ПАО «НЛМК»

Выводы. Таким образом, при помощи программы Microsoft Excel был построен достоверный прогноз будущих значений выручки компании ПАО «НЛМК», а также раскрыта методика его построение.

Следует отметить, что непосредственный прогноз доходов необходим компании не для определения будущих финансовых показателей, а для разработки стратегии и тактики на прогнозный период. Нужно помнить, что прогноз — не самоцель. Поэтому методы прогнозирования не должны быть особо точными, а должны лишь корректно отражать специфику бизнеса, и верно указывать направления управленческих решений, принимаемых компанией.

Далее, для каждого варианта прогноза доходов необходимо разработать соответствующий ему сценарий расходов. Это делается с помощью существующей бюджетной модели компании. Затем прогнозируемые доходы и запланированные расходы компании сводятся воедино и получаются четыре граничных варианта развития (табл. 13). Для каждого варианта строятся основные финансовые бюджеты — БДДС, БДР и прогнозный баланс. Анализ полученных результатов с точки зрения стратегии компании и ее финансовых показателей позволяет разработать план действий для каждого из сценариев развития с учетом свойственных им рисков. В итоге компания должна получить наиболее вероятный сценарий своего развития и разработанный комплекс мероприятий и действий на случай отклонения фактических показателей от их прогнозируемых значений [3, 76].

Таблица 13 – Варианты развития бизнеса

Расходы	Объем продаж	
	Растет по прогнозу или быстрее	Недостаточен
«Щедрое финансирование»	Рост объема продаж без ограничения расходов	Падение объема продаж при неограниченных затратах
Режим экономии	Рост продаж в условиях жесткой экономии	Падение объема продаж в условиях жесткой экономии

Список литературы

1. Андерсон Т.В. Статический анализ временных рядов. – М.: Мир, – 1976 – 504 с.

2. Mills T. C. The Econometric Modelling of Financial Time Series. Cambridge University Press, – 1993 – 90 p.

3. Бреслав Е. Как прогнозировать доходы / Е. Бреслав // Финансовый директор, 2004. № 7-8 – С. 75-79