

DOI: 10.15593/2499-9873/2019.2.07

УДК 004.942

**А.В. Затонский<sup>1, 2</sup>, Л.Г. Тугашова<sup>3</sup>, А.Е. Барова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Березниковский филиал Пермского национального исследовательского политехнического университета, Пермь, Россия

<sup>2</sup> Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, Россия

<sup>3</sup> Альметьевский государственный нефтяной институт, Альметьевск, Россия

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ВНУТРЕННЕГО И ВНЕШНЕГО ТУРИЗМА В ТУРЦИИ**

Доказана значимость исследования туризма и его прогнозирования на ближайшее будущее. Из числа общедоступных годовых статистических рядов выбраны частные критерии и факторы, влияющие на объект. Обоснован их выбор. Рассчитаны нормированные значения критериев и факторов. Составлен общий критерий оценки качества исследуемого объекта на основе частных. Исследована взаимная корреляция факторов. Построена линейная многофакторная модель, доказано, что она не может быть применена для прогнозирования из-за ее плохих прогнозных свойств. Построена регрессионно-дифференциальная модель второго порядка. Выбрана оптимальная комбинация интерполяций факторов. Получен прогноз факторов и динамики изменения объекта на ближайшие три года. Исследовано влияние изменений управляемых и неуправляемых факторов на объект. Исследована возможность повлиять на объект в условиях негативного влияния окружающей среды. Описаны рекомендации по компенсации негативного влияния лицу, принимающему решения.

**Ключевые слова:** экономика, туризм, Турция, прогнозирование, математическое моделирование, регрессионно-дифференциальная модель, линейная многофакторная модель.

**A.V. Zatonkiy<sup>1, 2</sup>, L.G. Tugashova<sup>3</sup>, A.E. Barova<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Berezniki Branch of Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

<sup>2</sup> Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

<sup>3</sup> Almeteyevsk State Oil Institute, Almeteyevsk, Russian Federation

## **MODELING AND FORECASTING OF DOMESTIC AND INTERNATIONAL TOURISM IN TURKEY**

An importance of tourism study and forecasting for the near future is proved. A criteria and factors affecting the object are choose from a set of publicly available annual series of selected private. The choice is justified. Normalized values of criteria and factors are calculated. A general criterion for assessing the quality of the object under study on the basis of private ones is compiled. The mutual correlation of factors is investigated. A linear multifactor model is built. It was proved that it cannot be used for prediction because of its poor predictive properties. A regression-differential model of the second order is constructed. An optimal combination of interpolation factors is selected. The forecast of factors and dynamics of changes in the object is calculated for the next three years. The influence of

changes in controlled and uncontrollable factors on the object is investigated. The possibility of influencing an object under conditions of negative environmental effects is investigated. Recommendations for compensating of the negative impact are given as a decision support.

**Keywords:** economics, tourism, Turkey, forecasting, mathematical modeling, regression-differential model, linear multifactor model.

Сегодня туризм является мощной мировой индустрией. Он играет большую роль в формировании ВВП, создании дополнительных рабочих мест, обеспечении занятости населения. Туризм оказывает огромное влияние на ключевые отрасли экономики – на транспорт, связь, строительство, сельское хозяйство, т.е. выступает своеобразным катализатором социально-экономического развития [1]. Шестое место по популярности среди туристов занимает Турция. Туризм является значительной частью дохода Турции и имеет большое значение в экономике страны [2]. В связи с этим важно определять тенденции в развитии туризма и предсказывать его будущее состояние, для определения последствий принятых решений. Все эти задачи могут быть решены прогнозированием последствий управленческих решений [3].

Целью данной работы является построение прогнозной модели развития туризма в Турции для оценки возможностей по управлению в разных ситуациях.

Для сбора данных был использован общедоступный портал «Институт статистики Турции» [4].

В данной работе для оценки качества исследуемого объекта были выбраны его следующие реакции, которые в конечном итоге составили общий критерий оценки объекта ( $y_0$ ): доход от туризма  $y_1$  (млн долл.), количество туристов  $y_2$  (млн чел.) и средние расходы на душу населения  $y_3$  (долл.). Выбор данных реакций логичен, так как они отражают количественный объем реализации туристских услуг и их качественную сторону, а следовательно, показывают экономическую эффективность развития туризма [5].

В качестве внешних воздействий среды на исследуемый объект были выбраны следующие факторы: численность населения Турции (млн чел.)  $x_1$ , индекс цен отечественных производителей  $x_2$ , индекс потребительских цен  $x_3$ , объем внешней торговли  $x_4$  (млрд долл.), мировой кризис  $x_5$ , индекс потребительской уверенности  $x_6$ , уровень безработицы  $x_7$  (%), курс доллара к турецкой лире  $x_8$ , общее количество медицинских учреждений  $x_9$  (тыс.), общий пассажиропоток в аэропортах  $x_{10}$  (млн чел.), несчастные случаи со смертельным исходом  $x_{11}$

(тыс. чел.), убитые люди на месте происшествия  $x_{12}$  (тыс. чел.). Выбранные факторы не противоречат здравому смыслу, потому что цены, экономическая ситуация, уровень здравоохранения в стране и уровень безопасности граждан непосредственно влияют на развитие туризма [6]. В качестве одного из факторов был взят мировой финансовый кризис, который начался в 2008 г. и был преодолен окончательно только в 2015 г. [7]. В годовых рядах значение этого фактора равно единице во время кризиса и нулю, в те годы, когда кризиса не было.

Годовые ряды факторов и критериев представлены в табл. 1.

Для исключения влияния размерности для каждого критерия и фактора нашли его максимальное и минимальное значение по всем отсчетам и рассчитали нормированные значения по формуле

$$y_i^*(t_k) = \frac{y_i(t_k) - \min_t y_i(t_k)}{\max_t y_i(t_k) - \min_t y_i(t_k)}, \quad (1)$$

где  $t_k$  – номер отсчета,  $t_k = \{t_1, t_2, \dots, t_K\}$ ,  $k = \overline{1, K}$ .

Факторы нормируются аналогично. Знак \* далее опущен, так как используются только нормированные значения.

Составили общий критерий на основе значений частных по формуле

$$y_0(t_k) = \sum_i a_i y_i(t_k), \quad (2)$$

где  $a_i$  – вес  $i$ -го критерия, выбрав наиболее подходящую комбинацию рангов для каждого из частных критериев.

Общепринятым [8] является подход, когда путем экспертных заключений или на основании дополнительной информации определяются ранги значимости частных критериев  $R_i$ , при этом меньшие значения рангов соответствуют большей значимости критериев:

$$a_i = \frac{1}{R_i}. \quad (3)$$

Необходимо подобрать ранги так, чтобы линейная комбинация частных критериев менялась между моментами измерений как можно меньше, так как рассматривается большая социально-экономическая система, которая не может меняться резко:

$$R: \sum_{k=1}^{K-1} |y(t_{k+1}) - y(t_k)| \rightarrow \min. \quad (4)$$

Таблица 1

Значения выбранных для исследования критериев и факторов за 2005–2018 гг.

Критерии и факторы / год	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Номер года	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$y_1$	20,3	18,6	20,9	25,4	25,1	24,9	28,1	29,0	32,3	34,3	31,5	22,1	26,3	29,5
$y_2$	24,1	23,1	27,2	30,1	32,0	33,0	36,2	36,5	39,2	41,4	41,6	31,4	38,6	45,6
$y_3$	842	803	770	820	783	755	778	795	824	828	756	705	681	647
$x_1$	67,4	68,3	69,1	69,9	70,8	71,8	72,9	74,2	75,5	76,9	78,1	79,4	80,7	82,1
$x_2$	95,51	131,38	139,67	157,43	159,37	172,95	192,12	203,82	212,96	234,78	247,19	257,81	298,60	379,25
$x_3$	117,48	128,76	140,03	154,66	164,32	178,40	189,95	206,84	222,33	242,02	260,59	280,85	312,14	363,13
$x_4$	190,3	225,1	277,3	334,0	243,1	299,4	375,7	389,0	403,5	399,8	351,1	341,1	390,8	391,0
$x_5$	0	0	0,7	1	1	1	1	1	1	1	0,7	0	0	0
$x_6$	86,92	82,39	81,21	65,02	66,18	73,68	79,62	75,64	76,04	72,53	66,27	69,50	68,61	66,98
$x_7$	10,6	9	9,2	10	13,1	11,1	9,1	8,4	9	9,9	10,3	10,9	10,9	11
$x_8$	1,36	1,47	1,18	1,56	1,52	1,5	1,86	1,79	2,01	2,21	2,92	3,42	3,94	5,17
$x_9$	8,9	9,8	11,8	13,8	15,2	27,0	28,0	30,0	30,1	30,2	30,4	33,0	33,6	39,4
$x_{10}$	55,6	61,7	70,4	79,4	85,5	102,8	117,6	130,4	149,4	165,7	181,1	173,7	193,0	206,7
$x_{11}$	87,3	96,1	107,0	104,2	111,1	116,8	131,8	153,6	161,3	168,5	183,0	185,1	182,7	201,1
$x_{12}$	4,5	4,6	5,0	4,2	4,3	4,0	3,8	3,8	3,7	3,5	3,8	3,5	3,5	3,3

Ранги определили полным перебором. Полученные значения рангов:  $R_1 = 2$ ,  $R_2 = 1$ ,  $R_3 = 3$ . Вес критерия обратно пропорционален рангу, следовательно, можно сказать, что количество туристов имеет на исследуемый объект наибольшее влияние, а средние расходы – наименьшее. Это логично, так как основным показателем эффективности туризма является турпоток.

Проверили возможность применения линейной многофакторной модели (ЛММ) вида

$$y_0(x(t)) = a_0 + \sum_i a_i x_i(t), \quad (5)$$

где  $a_i$  – коэффициенты влияния  $i$ -го фактора.

При построении ЛММ обязательным является предварительный анализ выбранных факторов с точки зрения их взаимной корреляции. Факторы с высокой взаимной корреляцией подлежат исключению из ЛММ [9].

Парная корреляция рядов рассчитывается по формуле [9]:

$$r_{i,j} = \frac{\sum((x_i(t) - \bar{x}_i) \cdot (x_j(t) - \bar{x}_j))}{\sqrt{\sum(x_i(t) - \bar{x}_i)^2 \cdot \sum(x_j(t) - \bar{x}_j)^2}}, \quad (6)$$

где средние значения  $\bar{x}_i = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K x_i(t_k)$  и  $\bar{x}_j = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K x_j(t_k)$ ;  $i, j$  – номера факторов;  $K$  – количество значений факторов (продолжительность годового ряда).

Если модуль  $r_{ij}$  близок к единице, это значит, что  $i$ -й фактор линейно зависит от  $j$ -го фактора и конечная модель не ухудшится, если один из факторов исключить [10].

В данном случае факторы под номерами 1, 3, 10 и 11 имеют наибольшие парные корреляции, поэтому исключим их из построения ЛММ.

Коэффициенты модели определим, решая задачу минимизации квадратичной невязки:

$$S = \sum_{k=1}^K (y_0(t_k) - y(t_k)) \rightarrow \min, \quad (7)$$

где  $y_0(t_k)$  – известное значение;  $y(t_k)$  – расчетное значение.

Задача минимизации решается методами покоординатного или градиентного спуска [11].

Таблица 2

Коэффициенты парных корреляций факторов между собой

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	$x_{10}$	$x_{11}$	$x_{12}$
$x_1$	1	0,96	0,99	0,77	-0,24	-0,60	0,16	0,91	0,93	0,99	0,99	-0,89
$x_2$	0,96	1	0,99	0,74	-0,27	-0,61	0,17	0,95	0,89	0,95	0,93	-0,85
$x_3$	0,99	0,99	1	0,73	-0,31	-0,60	0,20	0,95	0,91	0,97	0,96	-0,87
$x_4$	0,77	0,74	0,73	1	0,27	-0,46	-0,29	0,55	0,86	0,81	0,80	-0,82
$x_5$	-0,24	-0,27	-0,31	0,27	1	-0,15	-0,17	-0,53	-0,01	-0,18	-0,18	0,06
$x_6$	-0,60	-0,61	-0,60	-0,46	-0,15	1	-0,52	-0,54	-0,50	-0,58	-0,56	0,53
$x_7$	0,16	0,17	0,20	-0,29	-0,17	-0,52	1	0,27	0,03	0,11	0,05	-0,10
$x_8$	0,91	0,95	0,95	0,55	-0,53	-0,54	0,27	1	0,77	0,87	0,86	-0,76
$x_9$	0,93	0,89	0,91	0,86	-0,01	-0,50	0,03	0,77	1	0,94	0,93	-0,94
$x_{10}$	0,99	0,95	0,97	0,81	-0,18	-0,58	0,11	0,87	0,94	1	0,99	-0,91
$x_{11}$	0,99	0,94	0,96	0,80	-0,18	-0,56	0,05	0,86	0,93	0,99	1	-0,86
$x_{12}$	-0,89	-0,85	-0,87	-0,82	0,06	0,53	-0,10	-0,76	-0,94	-0,91	-0,89	1

Получилось, что ЛММ плохо прогнозирует даже один год ( $S_{\text{прогн}} = 0,36$ ). Это видно по графику (рис. 1). Таким образом, применять ее для исследования нерационально.

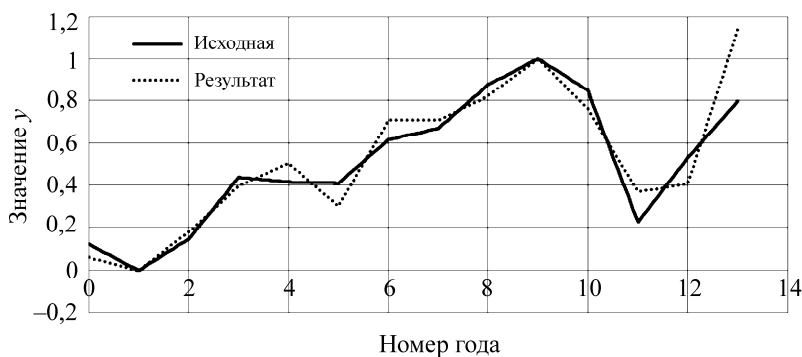


Рис. 1. Линейная многофакторная модель

Построим регрессионно-дифференциальную модель (РДМ) вида [12]:

$$y''(t) + g \cdot y'(t) = a + b \cdot y(t) + \sum_{i=1}^m c_i \cdot x_i(t), \quad (8)$$

где  $g$  – коэффициент влияния первой производной;  $a$  – константа, описывающая влияние второй производной реакции при построении трен-

да;  $b$  – коэффициент обратной связи, описывающий влияние значения реакции на ее же вторую производную;  $c_i$  – коэффициенты влияния факторов.

При интегрировании ОДУ высокого (2 и выше) порядка получается гладкая кривая, вне зависимости от характера изменения факторов, поэтому будем использовать интерполяцию годового ряда критерия сплайном.

Одновременно с поиском коэффициентов путем минимизации невязки подберем комбинацию интерполяций факторов. Используется РДМ второго порядка, поэтому будем выбирать из двух вариантов: либо фактор имеет линейную интерполяцию, либо выключен [13]. Необходимо подобрать комбинацию так, чтобы модель хорошо аппроксимировала исходные данные, а коэффициенты влияния факторов были с нужным знаком в соответствии со здравым смыслом.

В результате были построены несколько РДМ (рис. 2), с наименьшими погрешностями аппроксимации ( $S_{\text{аппр}}$ ). Первая модель (график, обозначенный как РДМ(1) на рис. 2) без выключенных факторов с  $S_{\text{аппр}} = 0,15$ , что очень хорошо, но, судя по полученным коэффициентам, сильное положительное влияние на туризм оказывает индекс цен отечественных производителей и индекс потребительских цен, также положительно влияет на объект численность населения Турции, уровень безработицы и количество убийств, а количество медицинских учреждений, наоборот, влияет отрицательно. Все это противоречит здравому смыслу. Аналогично с РДМ(2) и РДМ(3) – при маленькой по-

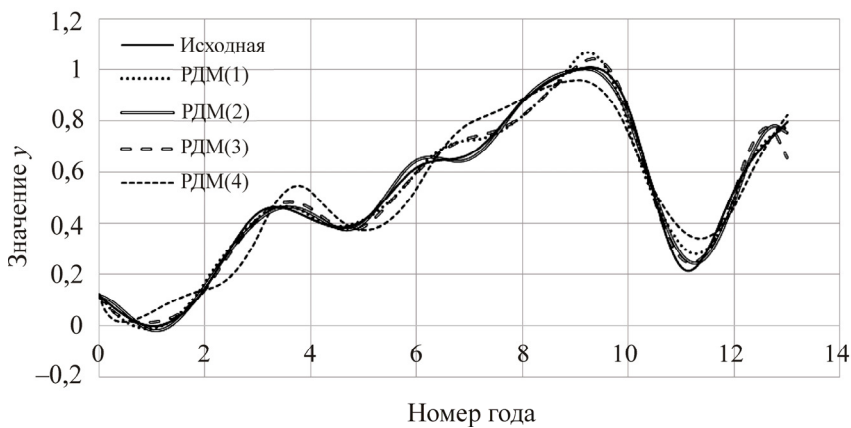


Рис. 2. РДМ и результаты постпрогноза по ним

грешности аппроксимации (0,06 и 0,14 соответственно) мы получаем неадекватные коэффициенты. В итоге была выбрана последняя модель (РДМ(4) на рис. 2). Она хуже предыдущих ( $S_{\text{аппр}} = 0,67$ ) аппроксимирует данные, но дает не противоречащие здравому смыслу коэффициенты влияния факторов:

$c_1$	$c_2$	$c_3$	$c_4$	$c_5$	$c_6$	$c_7$	$c_8$	$c_9$	$c_{10}$	$c_{11}$	$c_{12}$
-3,17	0	-0,29	13,53	-4,73	0	3,36	0	2,05	-0,37	-10,07	1,64

Второй, шестой и восьмой критерий в таблице имеют нулевые коэффициенты, это значит, что факторы индекс цен отечественных производителей, индекс потребительской уверенности и курс доллара к лире выключены и не влияют на критерий построения модели. Видно, что объем внешней торговли имеет на исследуемый объект наибольшее положительное влияние. А количество несчастных случаев со смертельным исходом – наибольшее отрицательное. Это логично, потому что для туристов важна безопасность отдыха. Индекс потребительских цен и общий пассажиропоток, в свою очередь, влияют на критерий построения модели меньше всего. Отрицательно влияет на объект численность населения Турции, это можно объяснить тем, что рост населения повышает плотность заселения районов страны и найти «тихий уголок» туристам все труднее. Мировой кризис также имеет отрицательное влияние в силу того, что он сократил число туристов, которые могут себе позволить отдых на море.

Целью работы является построение прогнозной модели развития туризма в Турции для оценки возможностей по управлению в разных ситуациях, нас интересуют прогнозные свойства полученной модели. Для проверки возможности прогнозирования применим широко распространенный метод постпрогноза, заключающийся в расчете реакции системы по модели при известных рядах факторов на протяжении нескольких последних лет. Как показано в работе [11], увеличение интервала постпрогноза позволяет определить также горизонт прогнозирования. Будем уменьшать количество известных лет, чтобы посмотреть, в какой момент погрешность прогнозирования изменится существенно ( $M-n$  известных лет на рис. 3).

При  $M-4$  известных лет погрешность прогнозирования увеличивается на 1466 % по сравнению с  $M-3$  известных лет, значит, возмож-



ный горизонт прогнозирования при использовании этой модели составляет 3 года.

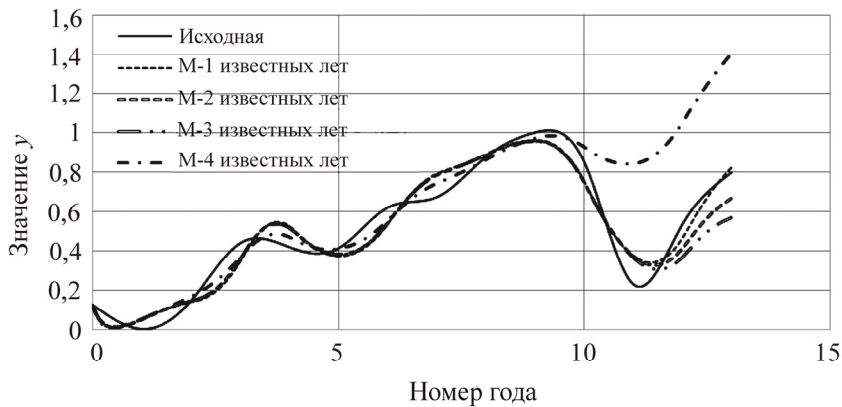


Рис. 3. Постпрогноз с уменьшением количества известных лет

Прежде чем прогнозировать реакцию объекта, надо спрогнозировать значения факторов. Примем допущение, что предоставленные сами себе факторы будут изменяться так же, как они менялись за несколько последних лет. Нужно определить регрессионное уравнение их поведения в заданной ретроспективе и рассчитать их значения в соответствии с найденным уравнением [14].

Выделим три следующих возможных уравнений регрессии факторов.

1. Фактор изменяется квадратично, т.е.  $x(t) \approx a + bt + ct^2$ .
2. Фактор изменяется линейно, т.е.  $x(t) \approx a + bt$ .
3. Для фактора не подходит ни квадратичный, ни линейный закон. Например, значения фактора хаотично меняются вокруг какого-то среднего значения  $x(t) = \bar{x} \pm \Delta x$ . В этом случае будем считать, что предоставленный сам себе фактор будет оставаться на уровне одного из значений в пределах  $\bar{x} \pm \Delta x$ . В том числе можно использовать последнее значение годового ряда.

Для определения вида подходящей регрессии фактора вычислим коэффициенты линейной корреляции  $R^2$ , характеризующие близость исходных данных к полученным регрессией. Принято, что если  $R^2 \geq 0,95$ , то выбранный вид регрессионной зависимости удовлетворительно описывает поведение фактора в пределах ретроспективы [15].

Причем, поскольку линейная регрессия является частным случаем квадратичной, алгоритм выбора вида регрессии следующий:

1. Если для линейной регрессии  $R^2 \geq 0,95$ , то вид регрессии – линейный.

2. Иначе, если для квадратичной регрессии  $R^2 \geq 0,95$ , а для линейной  $R^2 < 0,95$ , то вид регрессии – квадратичный.

3. Иначе – использовать последнее значение годового ряда [12].

После получения прогноза значений факторов спрогнозируем поведение объекта на 3 года (рис. 4, табл. 2).

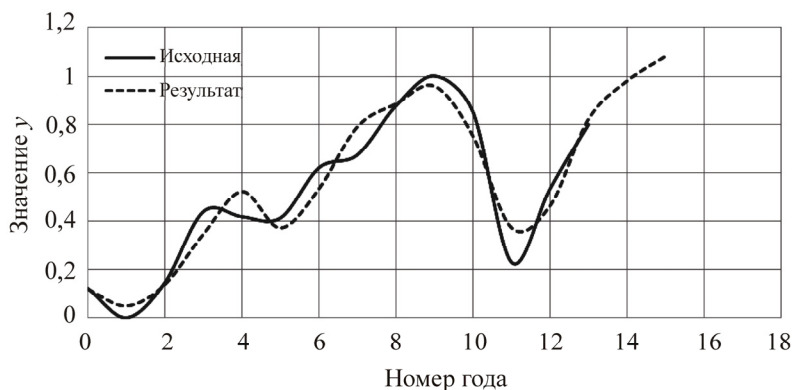


Рис. 4. Прогнозирование на 3 года без изменения тенденций факторов

Таблица 2

Прогноз на три года при изменении управляемых факторов

Изменение фактора	Год 1	Год 2	Год 3
$x_4 - 5\%$	0,92	0,83	0,51
$x_4 + 5\%$	1,04	1,34	1,72
0 %	0,98	1,08	1,12
$x_9 - 10\%$	0,96	1,00	0,92
$x_9 + 10\%$	1,00	1,17	1,31

Если предположить, что тенденция развития факторов сохранится, то туризм в Турции вырастет на 34 % через три года (см. рис. 4).

Примем, что факторы «количество медицинских учреждений»  $x_9$  и «объем внешней торговли»  $x_4$  могут быть управляемыми, так как органам власти под силу контролировать и изменять их. Оба фактора достаточно сильно влияют на прогноз, что видно по графику (рис. 5). Увеличение количества медицинских учреждений на 10 % приведет

к росту туризма на 59 %, т.е. туризм будет развиваться на 25 % быстрее (линия 3 на рис. 5). Если количество медицинских учреждений сократить на 10 %, то туризм все равно будет расти, но гораздо медленнее, за 3 года он вырастет на 12 % (линия 4 на рис. 5).

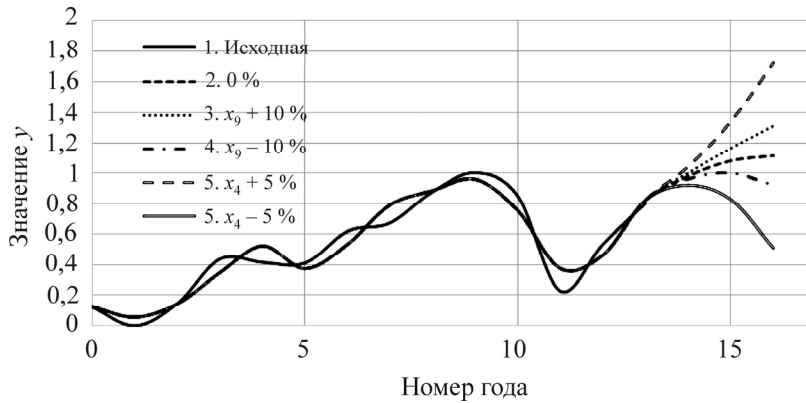


Рис. 5. Изменение факторов  $x_4$  и  $x_9$

Объем внешней торговли влияет на туризм намного сильнее. Судя по прогнозу, при увеличении объема внешней торговли на 5 % туризм будет развиваться на 54 % быстрее, а при уменьшении – упадет на 120 % (линии 5 и 6 на рис. 5).

Примем, что факторы «мировой кризис» ( $x_5$ ) и «количество несчастных случаев со смертельным исходом» ( $x_{11}$ ) являются неуправляемыми, так как в данном случае государство и органы власти бессильны – на эти факторы невозможно повлиять. Изменения этих факторов сильно сказываются на поведении объекта, что видно по графику (рис. 6). Наихудшим вариантом является одновременное наступление мирового кризиса и увеличение числа несчастных случаев на 5 % (линия 3 на рис. 6). В этом случае туризм ждет резкое падение (на 310 %). Задачей лица, принимающего решения (ЛПР), является воздействие на управляемые факторы так, чтобы вывести объект из наихудшего положения. Исследование показало, что ситуацию может исправить изменение управляемых факторов  $x_9$ ,  $x_4$  на 20 %. При этом туризм вырастет на 282 % по сравнению с наихудшим положением (линия 4 на рис. 6), но все равно будет на 28 % меньше, чем до изменения неуправляемых факторов.

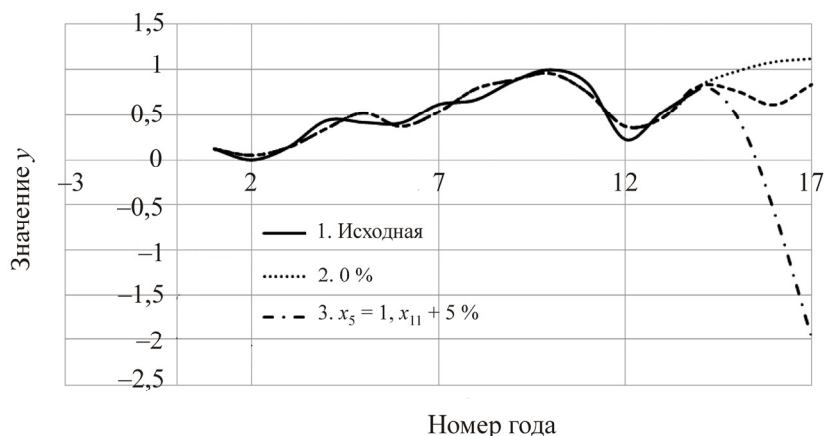


Рис. 6. Изменение неуправляемых факторов

В результате исследования была построена прогнозная модель развития туризма Турции. Выяснилось, что существенное положительное влияние на объект оказывает количество медицинских учреждений и объем внешней торговли. Сильное отрицательное влияние оказывает мировой кризис и количество несчастных случаев. Судя по прогнозу, туризм в Турции будет иметь положительную динамику, за три года он вырастет на 34 %. Если число медицинских учреждений увеличится на 10 % или объем внешней торговли увеличится на 5 %, то туризм может вырасти на 59 % или 110 % соответственно. В свою очередь, неуправляемые факторы могут отрицательно повлиять на тенденцию развития объекта. Исследование показало, что ресурс управления недостаточен для компенсации негативного влияния внешней среды. В случае наступления мирового кризиса и увеличения числа несчастных случаев ЛППР может повлиять на управляемые факторы так, что туризм вырастет на 282 % по сравнению с наихудшим положением, но останется все равно на 28 % ниже, чем в прогнозе без негативного влияния.

### Список литературы

1. Роль туризма в мировой экономике [Электронный ресурс]. – URL: [http://tourlib.net/books\\_tourism/artemova4-1.htm](http://tourlib.net/books_tourism/artemova4-1.htm) (дата обращения: 20.05.2019).
2. Экономика Турции [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.webeconomy.ru/index.php?newsid=1392&page=cat&type=news> (дата обращения: 20.05.2019).

3. Geraskina I.N., Petrov A.A., Zatonkiy A.V. Modeling of the investment and construction trend in Russia // International Journal of Civil Engineering and Technology. – 2017. – Vol. 8, № 10. – P. 1432–1447.

4. Институт статистики Турции [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.turkstat.gov.tr> (дата обращения: 20.05.2019).

5. Показатели развития туризма [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.kukiani.ru/index.php?page=content&subpage=s&r=7&p=18&s=63> (дата обращения: 20.05.2019).

6. Асанова И.М., Трофимова Р.В., Семухина Е.В. Факторы, способствующие развитию внутреннего и въездного туризма в России [Электронный ресурс] // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2015. – Т. 33. – С. 131–135. – URL: <http://e-koncept.ru/2015/95586.htm>. (дата обращения: 20.05.2019).

7. Всемирный банк: кризис 2008 г. не закончился, он продолжает углубляться [Электронный ресурс]. – URL: <https://ria.ru/20150116/1042864724.html> (дата обращения: 20.05.2019).

8. Орлов А.И. Нечисловая статистика. – М.: МЗ-Пресс, 2004. – 513 с.

9. Zatonkiy A.V., Safyanova T.V. Control of the Regional Social Resource Dynamic Based on the Regression-differential Simulation // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2016. – Т. 16, № 2. – С. 101–115.

10. Григалашвили А.С., Кокшарова Л.Ф., Зуева И.О. О применимости корреляционного анализа для исключения факторов в регрессионно-дифференциальных моделях // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2016. – Т. 22, № 1. – С. 35–44.

11. Мышкис А.Д. Элементы теории математических моделей. – М.: Комкнига, 2007. – 192 с.

12. Сиротина Н.А., Янченко Т.В., Затонский А.В. Об аппроксимации факторов дифференциальной модели социально-экономической системы [Электронный ресурс] // Современные исследования социальных проблем: электрон. науч. журн. – 2012. – № 11 (19). – URL: <http://sisp.nkras.ru/e-ru/issues/2012/11/sirotina.pdf> (дата обращения: 20.05.2019).

13. Затонский А. В., Янченко Т. В. Метод управления развитием социального ресурса региона на основе регрессионно-дифференциального моделирования // Управление большими системами: сб. тр. – 2015. – № 54. – С. 86–113.

14. Янченко Т.В., Затонский А.В. Определение оптимальной ранжировки частных критериев оценки краевого социального ресурса // Экономика и менеджмент систем управления. – 2013. – Т. 10, № 4. – С. 99–104.

15. Затонский А.В., Сиротина Н.А. Преимущества дифференциальной модели сложной экономической системы // Образование. Наука. Научные кадры. – 2012. – № 8. – С. 98–102.

### References

1. Rol' turizma v mirovoj jekonomike [The role of tourism in the global economy] available at: [http://tourlib.net/books\\_tourism/artemova4-1.htm](http://tourlib.net/books_tourism/artemova4-1.htm)

2. Jekonomika Turcii [Turkish economy] available at: <http://www.webeconomy.ru/index.php?newsid=1392&page=cat&type=news>

3. Geraskina I.N., Petrov A.A., Zatonskiy A.V. *Modeling of the investment and construction trend in Russia. International Journal of Civil Engineering and Technology*. 2017. Vol. 8. No. 10. pp. 1432-1447.

4. Institut statistiki Turcii [Turkish Statistical Institute] available at: <http://www.turkstat.gov.tr>

5. Pokazateli razvitija turizma [Indicators of tourism development] available at: <http://www.kukiani.ru/index.php?page=content&subpage=s&r=7&p=18&s=63>

6. Asanova I.M., Trofimova R.V., Semuhina E.V. *Faktory, sposobstvu-jushhie razvitiju vnutrennego i vjezdnogo turizma v Rossii* [Factors contributing to the development of domestic and inbound tourism in Russia] – Nauchno-metodicheskij jelektronnyj zhurnal «Koncept». 2015. pp. 131-135. available at: <http://e-koncept.ru/2015/95586.htm>.

7. Vsemirnyj bank: krizis 2008 g ne zakonchilsja, on prodolzhaet uglubl-jat'sja [World Bank: 2008 crisis is not over, it continues to deepen] available at: <https://ria.ru/20150116/1042864724.html>

8. Orlov A.I. *Nechislovaja statistika* [Non-numeric statistics]. Moscow, MZ-Press Publ., 2004. 513 p.

9. Zatonskiy A.V., Safyanova T.V. *Control of the regional social resource dynamic based on the regression-differential simulation // Vestnik Juzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Komp'yuternye tehnologii, upravlenie, radiojelektronika*. 2016. T. 16. No. 2. pp. 101-115.

10. Grigalashvili A.S., Koksharova L.F., Zueva I.O. *O primenimosti korreljacionnogo analiza dlja iskljuchenija faktorov v regressionno-differencial'nyh modeljah* [Application of Correlation Analysis to Exclude Factors from Regression-Differential Models] – *Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tehnicheskogo universiteta*. 2016. No. 1. pp. 35-44.

11. Myshkis A.D. *Jelementy teorii matematicheskikh modelej* [Elements of the theory of mathematical models]. Moscow, Komkniga Publ, 2007. 192 p.

12. Sirotnina N.A., Janchenko T.V., Zatonskiy A.V. *Ob approksimacii faktorov differencial'noj modeli social'no-jekonomicheskoy sistemy* [About approximation of factors in development's differential model for agriculture of Perm re-

gion] *Sovremennye issledovaniya social'nyh problem* (jelektronnyj nauchnyj zhurnal). 2012. No. 11 (19). URL: <http://sisp.nkras.ru/e-ru/issues/2012/11/sirotina.pdf>.

13. Zatonskiy A.V., Janchenko T.V. *Metod upravlenija razvitiem social'nogo resursa regiona na osnove regressionno-differencial'nogo modelirovaniya* [Regional social potential management based on second order regression-differential model] *Upravlenie bol'shimi sistemami: sbornik trudov*. 2015. No. 54. pp. 86-113.

14. Janchenko T.V., Zatonskiy A.V. *Opreделение optimal'noj ranzhirovki chastnyh kriteriev ocenki kraevogo social'nogo resursa* [Regional social potential management based on second order regression-differential model] *Jekonomika i menedzhment sistem upravlenija*. 2013. No. 4. pp. 99-104.

15. Zatonskiy A.V., Sirotina N.A. *Preimushhestva differencial'noj modeli slozhnoj jekonomicheskoy sistemy* [Advantages of a differential model of a complex economic system] *Obrazovanie. Nauka. Nauchnye kadry*. 2012. No. 8. pp. 98-102.

Получено 27.05.2019

### **Сведения об авторах**

**Затонский Андрей Владимирович** (Березники, Россия) – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Автоматизация технологических процессов», Березниковский филиал Пермского национального исследовательского политехнического университета (618404, г. Березники, ул. Тельмана, 7, e-mail: [z Xenon@narod.ru](mailto:z Xenon@narod.ru)).

**Тугашова Лариса Геннадьевна** (Альметьевск, Россия) – старший преподаватель кафедры «Автоматизация и информационные технологии», Альметьевский государственный нефтяной институт (423450, г. Альметьевск, ул. Ленина, 2, e-mail: [tugashowa.agni@yandex.ru](mailto:tugashowa.agni@yandex.ru)).

**Барова Анастасия Евгеньевна** (Березники, Россия) – магистрант кафедры «Автоматизация технологических процессов», Березниковский филиал Пермского национального исследовательского политехнического университета (618404, г. Березники, ул. Тельмана, 7, e-mail: [nasty\\_a\\_barova@list.ru](mailto:nasty_a_barova@list.ru)).

### **About the authors**

**Andrey V. Zatonskiy** (Berezniki, Russian Federation) – Dr. Habil. in Engineering, Professor, Head of the Department of Automation of Technological Processes, Berezniki branch of Perm National Research Polytechnic University (618404, 7, Thalmann st., Berezniki, Perm region, Russian Federation, e-mail: [z Xenon@narod.ru](mailto:z Xenon@narod.ru)).

**Larisa G. Tugashova** (Almetievsk, Russian Federation) – Senior Lecturer, Department of Automation and Information Technologies, Almetievsk State Oil

Institute (423450, 2, Lenin st., Almetievsk, Tatarstan, Russian Federation, e-mail: tugashowa.agni@yandex.ru).

**Anastasya E. Barova** (Berezniki, Russian Federation) – Master Student of the Department of Information Technologies and Automation Systems, Berezniki branch of Perm National Research Polytechnic University (618404, 7, Thalmann street, Berezniki, Perm region, Russian Federation, e-mail: nastya\_barova@list.ru).