

УДК 004.92+379.85+338.48

## Прогнозирование доходов Финляндии с иностранных туристов на основе математических многофакторных моделей

**С. А. Варламова**

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Березниковский филиал  
Россия, Пермский край, 618404, г. Березники, ул. Тельмана, 7  
varlamovasa@mail.ru

**А. А. Ефимова**

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Березниковский филиал  
Россия, Пермский край, 618404, г. Березники, ул. Тельмана, 7  
langel.top@mail.ru

**К. Д. Кох**

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Березниковский филиал  
Россия, Пермский край, 618404, г. Березники, ул. Тельмана, 7  
koh.karina@mail.ru; +7(3424)26-90-90

Представлено исследование доходов Финляндии от прибывающих иностранных туристов. Выбраны социально-экономические факторы, которые могут оказывать влияние на систему. Построен ряд математических моделей, в качестве наилучшей по показателям аппроксимации и постпрогноза выбрана линейная многофакторная модель. С ее помощью сделан краткосрочный прогноз и исследована чувствительность доходов от прибывающих туристов к изменению управляемых и неуправляемых факторов. На основании результатов исследования сформулированы рекомендации по повышению доходности.

**Ключевые слова:** моделирование; прогнозирование; Финляндия; туризм.

DOI: 10.17072/1993-0550-2020-3-29-33

Туристическая индустрия Финляндии является одной из самых перспективных отраслей страны. Ранее властями страны было принято распоряжение о Стратегическом проекте улучшения туризма на период до 2020 г., начатой Министерством труда и экономики. Данная программа была направлена на контроль развития данной отрасли. Основываясь на отчетах по туризму [7], в последние годы для экономики Финляндии туризм стал более важным. На протяжении нескольких лет доходы от туризма составили примерно 14 млрд евро. К концу 2017 г. прибыль от туризма составляла 15 млрд евро, а посетившие страну туристы потратили около 4,6 млрд евро (5,2 млрд долларов). При этом, по сравнению с 2016 г., прямая валовая добавочная стоимость

от туризма стала на 8 % больше. Также, по подсчетам, в 2017 г. в Финляндии насчитывалось 15,2 млн. ночевков местных туристов и 6,7 млн. ночевков иностранных туристов.

Цель работы – это изучение предметной области, построение математических многофакторных моделей и последующий выбор одной из них для прогноза дохода Финляндии с иностранных туристов.

Для работы был выбран критерий – доходы Финляндии от иностранных туристов [1], а также были подобраны факторы, влияющие на данный критерий:

- количество людей, въехавших в Финляндию [4];
- количество работников, работающих в области туризма [5];
- количество спальных мест (в гостиницах, хостелах и тому подобное) [6];

- курс доллара к евро [7];
- количество краж на территории Финляндии [3].

Выбранные факторы являются логично-обоснованными, так как каждый из них ока-

зывает влияние на доходы страны от туризма.

Для построения моделей необходимо составить годовые ряды всех факторов и критерия.

Они приведены в табл. 1.

Таблица 1. Годовой ряд факторов и критерия за 2009–2018 гг.

Названия факторов / год	2009	2010	2011	2012	2013
Доходы страны от туристов (у, млн. долларов)	4070	4497	5612	5419	5774
Количество въехавших в Финляндию ( $x_1$ , тыс. человек)	2220	2319	2623	2778	2797
Количество работников ( $x_2$ , люди)	51200	49100	49600	52000	50500
Количество спальных мест ( $x_3$ , койко-места)	58061	58483	60408	61953	62405
Курс доллара к евро ( $x_4$ , евро)	0,77	0,69	0,77	0,76	0,74
Количество краж ( $x_5$ )	19186	32102	33032	28765	22911

Таблица 1 (Продолжение)

Название факторов / год	2014	2015	2016	2017	2018
Доходы страны от туристов (у, млн. долларов)	5407	4009	4016	5207	5663
Количество въехавших в Финляндию ( $x_1$ , тыс. человек)	2731	2622	2789	3180	3200
Количество работников ( $x_2$ , люди)	50600	51800	52500	55400	56200
Количество спальных мест ( $x_3$ , койко-места)	62777	63985	64075	68464	69002
Курс доллара к евро ( $x_4$ , евро)	0,73	0,84	0,92	0,93	0,82
Количество краж ( $x_5$ )	24725	24659	24594	24482	24457

Для исследования можно применять различные модели, например линейно-многофакторная модель, модель в пространстве состояний, авторегрессионная модель и линия тренда [9].

В нашем случае выбор будет из двух моделей: линейно-многофакторная или модель в пространстве состояний:

- Линейная-многофакторная модель (ЛММ) – данная модель дает возможность изучить зависимость критерия от воздействующих на него факторов.

- Модель в пространстве состояний (МПРС) – данная модель открывает различные возможности в формализации процедур синтеза, анализа, а также автоматизации проектирования.

Для работы с факторами их значения были пронормированы, а также был проведен корреляционный анализ. Нормирование данных производилось по формуле, представленной ниже:

$$\tilde{y} = \frac{y(t) - y_{\min}}{y_{\max} - y_{\min}}$$

После того, как данные были пронормированы, производится корреляционный анализ по формуле:

$$r_{xy} = \frac{\sum (X_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (X_i - \bar{x})^2 * \sum (y_i - \bar{y})^2}}$$

где  $\bar{x}$  – среднее значение фактора,  $\bar{y}$  – среднее значение критерия. Результат корреляционного анализа представлен в табл. 2.

Таблица 2. Значения корреляционного анализа

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$
$x_1$	1	0,81043	0,94643	0,56975	-0,1017
$x_2$		1	0,896	0,70782	-0,39629
$x_3$			1	0,68929	-0,23939
$x_4$				1	-0,31954
y	0,54993	0,14105	0,30336	-0,27579	0,25668

В результате корреляционного анализа, был исключен фактор "Количество спальных мест", так как данный фактор имеет высокую взаимную корреляцию.

Для построения линейно-многофакторной модели была использована формула, представленная ниже:

$$y(t) = a_0 + \sum_i a_i x_i(t),$$

где  $a_i, i = \overline{1, N}$  – коэффициенты влияния  $i$ -х факторов на критерий,  $N$  – количество выбранных ранее факторов.

Чтобы определить коэффициенты, минимизируем квадратичное отклонение погрешности аппроксимации по следующей формуле:

$$S = \sum (y(t) - y_{расч}(t))^2 \rightarrow \min.$$

Для минимизации был применен мастер "Поиска решений" в программном обеспечении *MS Excel*. Полученные коэффициенты для ЛММ имеют следующие значения:

$$a_0 = 0,28256, a_1 = 1,63097, a_2 = -0,44145, \\ a_4 = -0,92975, a_5 = 0,01337.$$

Проанализировав коэффициенты, можно сделать вывод, что наибольшим из них является  $a_1$ , а значит соответствующий фактор  $x_1$  – "Количество въехавших в Финляндию" оказывает на систему большее влияние.

Данный результат является логичным, так как количество людей, которые въезжают в страну на отдых увеличивает доходы страны.

Наименьшим коэффициентом является  $a_4$ , это означает, что фактор  $x_4$  – "Курс доллара к евро" оказывает наименьшее влияние на систему. Так как Финляндия находится в безвизовой зоне Евросоюза, то большая часть ее туристов использует евро.

Квадратичная погрешность аппроксимации равна 0,2364.

Для построения модели в пространстве состояний необходимо воспользоваться системой, состоящей из двух формул. Запись системы представлена ниже:

$$\begin{cases} \bar{x}(t_i) = \bar{a} + B * x(t_{i-1}) \\ y(t_i) = c + \bar{d} * \bar{x}(t_i) \end{cases},$$

где  $B$  – матрица перехода внешней среды из одного состояния в другое,  $a$  и  $c$  – это свободные коэффициенты и  $\bar{d}$  – вектор выхода.

Как и ранее, были найдены коэффициенты для модели в пространстве состояний через мастера "Поиск решений" в программ-

ном обеспечении *MS Excel*. Квадратичная аппроксимация для модели равняется 0,2243.

Для дальнейшего прогнозирования необходимо выбрать одну из вышеописанных моделей. Выбор будет осуществляться, основываясь на результатах метода постпрогноза на несколько лет для каждой модели.

Графики, демонстрирующие постпрогнозы ЛММ (рис. 1) и МПрС (рис. 2) продемонстрированы ниже.

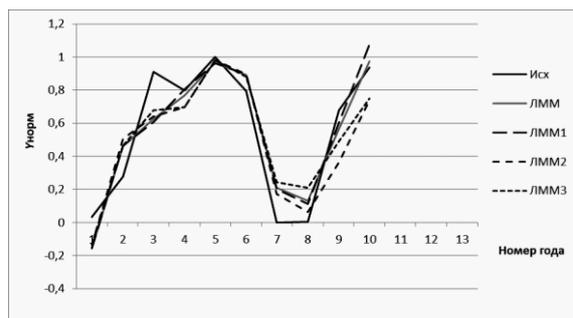


Рис. 1. Графики постпрогноза ЛММ

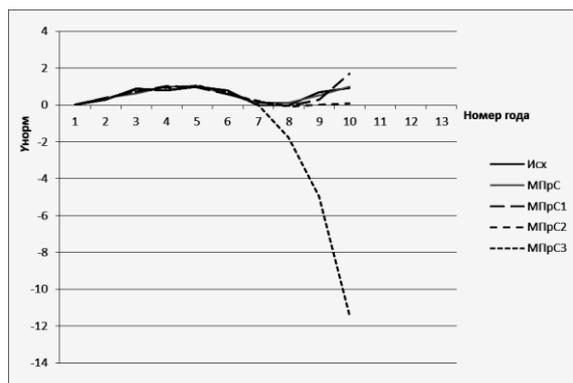


Рис. 2. Графики постпрогноза МПрС

Анализируя данные графики, приходим к выводу, что лучше выбрать ЛММ для дальнейшей работы с ней.

Построим прогноз доходов Финляндии с иностранных туристов по ЛММ на 2019–2021 гг., используя управляемые и неуправляемые факторы

Таблица 3. Прогнозы факторов и критерия

Номер года, $t$	11	12	13
$y$	1,15154	1,42439	1,69723
$x_1$	1,28463	1,50145	1,71827
$x_2$	1,25346	1,48020	1,70695
$x_4$	0,72911	0,70826	0,68741
$x_5$	0,37424	0,36904	0,36384

Далее будем исследовать развитие системы при изменении управляемых или неуправляемых факторов [2].

Рассмотрим первый случай на двух управляемых факторах одновременно: первым фактором выберем количество людей, въехавших в Финляндию ( $x_1$ ), а за второй фактор примем количество работников ( $x_2$ ).

Произведем небольшие изменения данных факторов, на  $\pm 5\%$  и  $\pm 10\%$  и получим следующую таблицу (табл. 4):

Таблица 4. Прогноз при малых изменениях двух управляемых факторов

$x_1/x_2$	$x_2-10\%$	$x_2-5\%$	$x_2+0\%$	$x_2+5\%$	$x_2+10\%$
$x_1-10\%$	1,14197	1,04524	0,93777	0,819	0,68835
$x_1-5\%$	1,50174	1,405	1,29753	1,17876	1,04812
$x_1+0\%$	1,90144	1,8047	1,69723	1,57846	1,44782
$x_1+5\%$	2,34317	2,24644	2,13897	2,02019	1,88955
$x_1+10\%$	<b>2,82905</b>	2,73231	2,62484	2,50607	2,37542

При анализе данной таблицы, можно сделать вывод, что количество доходов Финляндии возрастет при увеличении потока туристов на  $10\%$  ( $x_1+10\%$ ) и уменьшения количества рабочих на  $10\%$  ( $x_2-10\%$ ), тем самым будет сэкономлен бюджет страны за счет

меньших выплат заработной платы рабочим в области туризма.

Второй случай рассмотрим на одном неуправляемом факторе: курс доллара к евро ( $x_4$ ). Так же, как и в первом случае, произведем небольшие изменения фактора, на  $\pm 5\%$  и  $\pm 10\%$  и получим следующую таблицу (табл. 5):

Таблица 5. Прогноз при малых изменениях одного неуправляемого фактора

$x_4$	$x_4-10\%$	$x_4-5\%$	$x_4+0\%$	$x_4+5\%$	$x_4+10\%$
Реакция	1,87043	1,78839	1,69723	1,59649	<b>1,48568</b>

При анализе данной таблицы можно сделать вывод, что количество доходов Финляндии может снизиться, если курс доллара к евро увеличится: из-за этого произойдет индексация заработной платы, что впоследствии увеличит расходы бюджета.

Доходы Финляндии с иностранных туристов растут – этот вывод был получен при рассмотрении данных, исходя из смоделированных систем.

Если на систему не будут негативно влиять неуправляемые факторы (например: курс доллара к евро, при увеличении которого ( $+10\%$ ) бюджет будет наоборот уменьшаться из-за индексации заработных плат), то данный рост доходов будет продолжаться. Помимо неуправляемых факторов, на систему могут влиять и управляемые факторы.

Так, в ходе исследования была получена информация, что лицо, принимающее решение, может оказать влияние на управляемый фактор – количество людей, въехавших в Финляндию, увеличив данное число на  $10\%$  путем упрощения визового режима для других стран, не входящих в безвизовую зону.

Также лицо, принимающее решение, может воздействовать и на второй управляемый фактор – количество рабочих, снижая их

количество на  $10\%$ : бюджет Финляндии будет экономить средства.

### Список литературы

1. Доходы Финляндии с иностранных туристов. URL: <https://knoema.ru/atlas/Финляндия/topics/Туризм/Ключевые-показатели-туризма/Всего-доходов-долл-США/> (дата обращения: 03.06.2020).
2. Затонский А.В., Сиротина Н.А. Преимущества дифференциальной модели сложной экономической системы // Образование. Наука. Научные кадры. 2012. № 8. С.98–102.
3. Количество краж на территории Финляндии. URL: <https://knoema.ru/atlas/> (дата обращения: 03.06.2020).
4. Количество людей, въехавших в Финляндию. URL: <https://knoema.ru/atlas/Финляндия/topics/Туризм/Показатели-въездного-туризма/Прибытия/> (дата обращения: 03.06.2020).
5. Количество работников, работающих в сфере туризма. URL: <https://knoema.ru/atlas/Финляндия/topics/Туризм/Прямой-вклад-туризма-в->

- занятость/Прямой-вклад-в-занятость-тыс (дата обращения: 03.06.2020).
6. *Количество* спальных мест. URL: [http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin\\_lii\\_matk/statfin\\_matk\\_pxt\\_11iy.px/](http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_lii_matk/statfin_matk_pxt_11iy.px/) (дата обращения: 03.06.2020).
7. *Курс* доллара к евро. URL: <https://finance.rambler.ru/currencies/kross-kurs/> (дата обращения: 03.06.2020).
8. *Отчет* по счету туризма. Экономические и туристический последствия туризма 2016–2017. URL: [https://www.businessfinland.fi/499c03/contentassets/4b07e15186484a69b62e991ed85abc45/matkailutilinpito\\_2016-2017.pdf](https://www.businessfinland.fi/499c03/contentassets/4b07e15186484a69b62e991ed85abc45/matkailutilinpito_2016-2017.pdf) (дата обращения: 16.06.2020).
9. *Янченко Т.В., Затонский А.В.* Определение оптимальной ранжировки частных критериев оценки краевого социального ресурса // Экономика и менеджмент систем управления. 2013. № 4 (10). С. 99–104.

## Forecasting Finland's income from foreign tourists based on mathematical multi-factor models

### **S. A. Varlamova**

of Perm National Research Polytechnic University, Berezniki branch  
7, Telmana st., Berezniki, 618404, Russia  
varlamovasa@mail.ru; +7(3424)26-90-90

### **A. A. Efimova**

Perm National Research Polytechnic University, Berezniki branch  
7, Telmana st., Berezniki, 618404, Russia  
langel.top@mail.ru

### **K. D. Kokh**

Perm National Research Polytechnic University, Berezniki branch  
7, Telmana st., Berezniki, 618404, Russia  
langel.top@mail.ru

This article is about study of Finland's income from arriving foreign tourists. Some socio-economic factors that could influence the system are selected. A number of mathematical models are constructed, and the linear multivariate model is selected as the best in terms of approximation and post-forecast. A short-term forecast is made by the model, and the sensitivity of income from arriving tourists to changes of managed and unmanaged factors is investigated. Some recommendations for increasing profitability are formulated based on the results of the study.

**Keywords:** *modeling; forecast; Finland; tourism.*