

# Прогнозирование показателей туризма в регионах с угольной добычей: анализ возможностей с использованием информационно-аналитической системы «Горизонт»\*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-11-88-95>

## КИТОВА О.В.

Доктор экон. наук, доцент,  
заведующий кафедрой информатики  
ВШ КМиС РЭУ им. Г.В. Плеханова  
ФГБОУ ВПО «Российский экономический университет  
имени Г.В. Плеханова»,  
117997, г. Москва, Россия,  
e-mail: Kitova.OV@rea.ru

## САВИНОВА В.М.

Старший преподаватель  
кафедры информатики  
ВШ КМиС РЭУ им. Г.В. Плеханова  
ФГБОУ ВПО «Российский экономический университет  
имени Г.В. Плеханова»,  
117997, г. Москва, Россия,  
e-mail: Savinova.VM@rea.ru

## ДЬЯКОНОВА Л.П.

Канд. физ.-мат. наук, доцент,  
доцент кафедры информатики  
ВШ КМиС РЭУ им. Г.В. Плеханова  
ФГБОУ ВПО «Российский экономический университет  
имени Г.В. Плеханова»,  
117997, г. Москва, Россия,  
e-mail: Dyakonova.Lp@rea.ru

## БОНДАРЕНКО Ю.О.

Магистрант ВШ КМиС РЭУ им. Г.В. Плеханова,  
ФГБОУ ВПО «Российский экономический университет  
имени Г.В. Плеханова»,  
117997, г. Москва, Россия,  
e-mail: bondarenkouliab6@gmail.com

Прогнозирование показателей туризма в регионах с угольной добычей представляет собой актуальную задачу, особенно для российских регионов, где добыча угля идет в активном темпе. В контексте национального проекта «Туризм и индустрия гостеприимства» акцентируется внимание на развитие туризма, однако методологии прогнозирования туризма как по России в целом, так и в угольных регионах до сих пор не сформулированы. Исследование существующих подходов к прогнозированию показателей туризма показало отсутствие комплексных моделей, которые учитывают взаимодействие туризма с угольной отраслью и другими социально-экономическими параметрами угольных регионов. В этом исследовании основные показатели туристической отрасли включены в виде отдельного блока в общую модель социально-экономических показателей России в развиваемой авторами информационно-аналитической системе «Горизонт».

Это позволило осуществить построение краткосрочных прогнозов во взаимосвязи с показателями других экономических блоков. Три показателя были успешно описаны с помощью модели линейной регрессии; для четырех показателей повышение качества и точности прогноза было достигнуто за счет использования моделей Случайный лес и Метод k ближайших соседей; для двух показателей принята модель линейной регрессии, дающая высокие значения качества и средние по точности прогнозирования.

\* Данное исследование выполнено в рамках государственного задания в сфере научной деятельности Министерства науки и высшего образования РФ на тему «Модели, методы и алгоритмы искусственного интеллекта в задачах экономики для анализа и стилизации многомерных данных, прогнозирования временных рядов и проектирования рекомендательных систем», номер проекта FSSW-2023-0004.

Благодаря комплексному использованию показателей туризма удалось создать надежные модели для прогнозирования развития туризма России. Это исследование может послужить основой для изучения региональных показателей туризма и разработки стратегий по развитию туризма в регионах с угольной добычей.

**Ключевые слова:** социально-экономические показатели РФ, туристическая отрасль, угольные регионы, прогнозирование, временные ряды, гибридная информационно-аналитическая система.

**Для цитирования:** Прогнозирование показателей туризма в регионах с угольной добычей: анализ возможностей с использованием информационно-аналитической системы «Горизонт» / О.В. Китова, В.М. Савинова Л.П. Дьяконова и др. // Уголь. 2023. №11. С. 88-95. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-11-88-95.

## ВВЕДЕНИЕ

В 2021 г. в рамках национального проекта «Туризм и индустрия гостеприимства» была разработана стратегия, направленная на развитие туризма до 2024 г. Основные задачи данной инициативы:

- увеличение числа внутренних туристических поездок;
- содействие созданию рабочих мест в сфере туризма в этих регионах;
- привлечение иностранного капитала для развития инфраструктуры туризма.

Прогнозирование развития туризма в регионах с угольной добычей требует интегрированного подхода, основанного на сочетании макроэкономических, социально-экономических и экологических показателей. Стратегический план развития туристической отрасли в этих регионах должен учитывать специфику угольной добычи и ее возможное воздействие на систему. Развиваемая авторами исследования информационно-аналитическая система (ИАС) «Горизонт» позволяет учитывать различные социально-экономические показатели, влияющие на туризм, в том числе экологическую обстановку, состояние инфраструктуры и потребность населения в отдыхе.

Цель данного исследования заключается в разработке модели прогнозирования для туризма в РФ и регионах с учетом их специфики, включая угольные регионы. Эта модель будет использоваться для построения краткосрочных прогнозов развития туризма в зависимости от различных сценариев развития национальной экономики.

## ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В работе [1] авторы сосредоточили свое внимание на анализе туризма в Мурманской области, используя для этого ADL-модель [2]. При этом были взяты в расчет данные с 2000 по 2015 г. с учетом таких параметров, как экологическое состояние региона и экономическая активность в сфере туризма. В работе [3] автор анализирует инвестиции в туристическую сферу Центрального федерального округа РФ, что позволяет оценить потенциал развития туризма. В статье [4] рассматривается сценарный подход к управлению гостиничным бизнесом на основе прогнозирования объема туристического потока. В работе [5] ис-

следователи предложили применять методы математического программирования, адаптированные к туризму. Работа [6], направленная на прогнозирование развития туризма, предлагает ARIMA-модель для анализа спроса и цен на турпродукт, которая может быть адаптирована к регионам с угольной добычей. В работе [7] анализируется возможное воздействие ряда факторов на посещаемость регионов: численность населения региона, ВВП региона, инфраструктурное развитие региона, транспортную доступность, среднюю стоимость экскурсий. В другом исследовании [8] авторы фокусируются на туризме в восьми регионах. Для прогнозирования использовались модели серого прогнозирования (Grey Forecast Model), эффективные при небольших объемах данных и частичном недостатке информации. В статье [9] рассмотрен финский опыт прогнозирования. В статье [10] описан авторский подход к прогнозированию туристического потока в зависимости от экологических факторов регионов, работающий лучше стандартных методов машинного обучения на рассматриваемых данных, однако в нем не проводится оценка работы алгоритма на данных других туристических организаций. В исследовании [11] рассматривался поток туристов в регионах Узбекистана за период 2000-2020 гг. Основное внимание уделялось анализу влияния социальных и экологических изменений, а также уровня безопасности на интерес туристов к этим территориям. Модель ARIMA (2, 1, 0) прогнозирует увеличение интереса к туризму в этих регионах вплоть до 2026 г., что может быть связано с активной рекламной деятельностью и государственной поддержкой. Работы [12, 13, 14, 15, 16] предлагают гибридные методы прогнозирования, которые лучше подходят для такого рода задач. С середины прошлого века разработка регрессионных моделей для странового анализа была активно представлена в исследованиях [17, 18, 19, 20, 21]. Система «Горизонт», разработанная в РЭУ им. Г.В. Плеханова, представляет собой инновационный инструмент, объединяющий в себе модуль регрессионного анализа, нейросетевой модуль и модуль прогнозирования на основе деревьев решений [22, 23, 24, 25, 26].

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В рассматриваемом гибридном подходе к прогнозированию экономических показателей выделены два типа моделей: балансово-эконометрические системы моделей и интеллектуальные модели, основанные на искусственных нейронных сетях, деревьях решений и др.

В нашей работе исследуются временные ряды, характеризующие экономические индикаторы экономики РФ. Угруппированная структура блоков показателей представлена на рис. 1. В настоящей работе рассматривается блок показателей туристической отрасли.

В принятой методологии используются показатели, лежащие в основе Единой государственной денежно-кредитной политики Центрального банка России и формирующие различные сценарии развития макроэкономики страны. Сценарии развития РФ на 2021-2024 гг. описаны в документе Банка России «Основные направления единой государственной денежно-кредитной политики на 2022 год и период 2023 и 2024 годов» [27]. На указан-



Рис. 1. Структура эконометрических моделей системы «Горизонт»

Fig. 1. Structure of econometric models of the 'Gorizont' system

ный период Банк России предложил четыре возможных сценария: базовый, проинфляционный, дезинфляционный и рисковый.

В условиях обострившейся геополитической ситуации нами были выбраны следующие сценарии:

- 2022 г.: Устойчивое повышение мировой инфляции;
- 2023, 2024 годы: Сценарий «Глобальная инфляция».

Используемые в модели сценарные показатели приведены в табл. 1.

Результаты, полученные на предыдущем этапе реализации алгоритма, затем верифицируются при помощи метрик качества моделирования. В табл. 2 приведены пороговые значения метрик качества построенных моделей.

При несоответствии метрик качества построенных линейных уравнений регрессии их пороговым значениям, приведенным в табл. 1, осуществляется построение для соответствующих показателей моделей на основе машинного обучения. Качество построенных на данном этапе моделей оценивается посредством расчета коэффициента детерминации и средней относительной ошибки MAPE по обучающим и тестовым выборкам.

**Сценарные показатели**

Scenario indicators

| Обозначение показателя (метка) | Наименование показателя  |
|--------------------------------|--|
| KR                             | Ключевая ставка ЦБ РФ, % годовых                                     |
| M2                             | Темп прироста денежной массы в национальном распределении, млрд руб. |
| FW                             | Цена на нефть марки Urals, средняя за год, дол. США за баррель       |
| REZ                            | Изменение международных резервов РФ, % к предыдущему году            |
| VVP                            | Валовой внутренний продукт, млрд руб.                                |

Таблица 1

**Пороговые значения критериев качества**

Threshold values of the quality criteria

| Оценка качества моделирования         |                        |                    |
|---------------------------------------|------------------------|--------------------|
| Метрика                               | Обозначение            | Пороговое значение |
| Коэффициент детерминации              | $R^2$                  | $> 0,5$            |
| Критерий Дарбина-Уотсона              | $DW$                   | $0,8 < DW < 3,2$   |
| Критерий Фишера                       | $F-stat$               | $> 5,0$            |
| Оценка качества прогноза ( $\Delta$ ) |                        |                    |
| Высокое                               | Среднее                | Низкое             |
| $< 0,05$                              | $0,05 < \Delta < 0,15$ | $> 0,15$           |

Таблица 2

**СТРУКТУРА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТУРИСТИЧЕСКОЙ СФЕРЫ РФ В РЕГИОНАХ С УГОЛЬНОЙ ДОБЫЧЕЙ**

Чтобы выявить потенциал туризма в регионах, где проводится угольная добыча, необходимо проанализировать отраслевые показатели. При этом особое внимание уделяется Стратегии развития туризма в РФ до 2035 г. [28] и Национальному проекту «Туризм и индустрия гостеприимства». Определим ключевые показатели туризма:

- число туристических поездок (NTT), чел.;
- число въездных туристических поездок иностранных граждан (NFT), чел.;
- экспорт услуг по статье «Поездки» (EET), млн дол. США.

## Значения метрик качества моделирования показателей

Values of the quality metrics for modeling indicators

| Наименование показателя   | Наименование переменной | R <sup>2</sup> | DW   | F-stat | Δ    |
|---|-------------------------|----------------|------|--------|------|
| Количество предприятий в сфере «Гостиницы и рестораны», тыс.  | HRC                     | 0,90           | 1,64 | 104,96 | 0,02 |
| Объем строительства, млн руб.   | CV                      | 0,91           | 0,93 | 188,37 | 0,04 |
| Пассажирооборот, млрд пассажирокилометров   | PT                      | 0,66           | 1,07 | 21,60  | 0,06 |
| Число туристических поездок, чел.   | NTT                     | 0,84           | 1,72 | 59,74  | 0,01 |
| Число въездных туристических поездок иностранных граждан в Российскую Федерацию, чел.                         | NFT                     | 0,67           | 0,51 | 35,81  | 0,27 |
| Экспорт услуг по статье «Поездки», млн дол. США   | ET                      | 0,73           | 1,65 | 99,23  | 0,11 |
| Доходы коллективных средств размещения от предоставляемых услуг без НДС, акцизов и аналогичных платежей, руб. | TOI                     | 0,91           | 0,97 | 363,44 | 0,08 |
| Инвестиции в основной капитал в сфере туризма, млрд руб.  | IT                      | 0,88           | 0,87 | 85,28  | 0,17 |
| Количество предприятий в сфере «Транспорт и связь», тыс.  | TCC                     | 0,36           | 0,31 | 10,00  | 0,04 |

**Число туристических поездок** отображает количество граждан Российской Федерации, размещенных в коллективных средствах размещения, входящих в Единый перечень классифицированных гостиниц, горнолыжных трасс, пляжей, длительностью не менее одной ночевки. Расчет показателя базируется на формуле (1), которая учитывает специфику размещения и продолжительность пребывания в регионе:

$$NTT = \frac{КСР_r}{(AB_r + ЖД_r)} \times (ЖД + AB_n), \quad (1)$$

где КСР<sub>r</sub> – число граждан РФ, размещенных в коллективных средствах размещения в предшествующем году, по данным ЕМИСС, чел.; АВ<sub>r</sub> – число пассажиров внутренней авиаперевозки в предшествующем году, чел.; ЖД<sub>r</sub> – число пассажиров в сообщении дальнего следования в предшествующем году, чел.; ЖД – число пассажиров в сообщении дальнего следования за отчетный период, чел.; АВ<sub>n</sub> – прогнозное значение числа пассажиров внутренней авиаперевозки за отчетный период, чел.

**Число въездных туристических поездок иностранных граждан в РФ** – показатель, отражающий количество совершенных иностранными гражданами путешествий с момента въезда в страну до момента выезда. Расчет показателя производится по следующей формуле:

$$NFT_{мес}^{пс} = \left( D_{мес}^{га} \times NFT_{кв}^{пс(авиа)} + \frac{D_{мес}^{га} \times NFT_{кв}^{пс(авиа)}}{D_{кв}^{пс(авиа)}} - D_{мес}^{га} \times NFT_{кв}^{пс(авиа)} \right) \times D_{пс}^{тур.поездки}, \quad (2)$$

где  $NFT_{мес}^{пс}$  – количество прибывших иностранных граждан и лиц без гражданства в РФ за отчетный месяц;  $D_{мес}^{га}$  – доля перевезенных авиапассажиров международных перевозок за отчетный месяц по отношению к квартальному значению;  $NFT_{кв}^{пс(авиа)}$  – количество прибывших иностранных граждан и лиц без гражданства в РФ путем авиаперелетов за отчетный квартал;  $D_{кв}^{пс(авиа)}$  – доля прибывших иностранных граждан и лиц без гражданства в РФ путем авиаперелетов по отношению к общему количеству прибывших иностранных граждан и лиц без гражданства в РФ по всем видам транспорта за отчетный квартал;  $D_{пс}^{тур.поездки}$  – доля

въездных поездок в РФ за отчетный квартал по отношению к общему количеству прибывших иностранных граждан и лиц без гражданства в РФ по всем видам транспорта за отчетный квартал.

**Экспорт услуг по статье «Поездки»** вычисляется путем суммирования затрат на туристические товары и услуги, приобретенные физическими лицами-нерезидентами в регионах РФ.

Второй блок показателей выявляет динамику развития туризма в регионах:

– доходы коллективных средств размещения от предоставляемых услуг без НДС, акцизов и аналогичных платежей (*TOI*);

– инвестиции в основной капитал в сфере туризма (*IT*);

– количество предприятий в сфере «Гостиницы и рестораны» (*HRC*).

Третий блок подчеркивает инфраструктурное развитие, необходимое для поддержки туризма:

– количество предприятий в сфере «Транспорт и связь» (*TCC*);

– объем строительства (*CV*);

– пассажирооборот (*PT*).

**РЕЗУЛЬТАТЫ****Решение задачи линейной регрессии в рамках предиктивного ансамбля моделей**

Для разработки прогнозирующей системы, основанной на анализе потенциала туризма, начальным этапом стало определение линейной регрессии. В этом контексте был проанализирован ряд переменных, характеризующих возможности туризма в регионах.

В табл. 3 представлены значения метрик качества уравнений, построенных для показателей, характеризующих развитие туристической отрасли Российской Федерации.

На основе табл. 3 составлена табл. 4, представляющая собой качественную оценку произведенного моделирования.

На основе анализа линейной регрессии было определено влияние различных экономических показателей на развитие туризма и были сформированы следующие уравнения:

1. Количество предприятий в сфере «Гостиницы и рестораны»:

$$HRC = 0,94 \times ZZ + 0,44 \times BIRTS + 0,004 \times EAP - 201,4,$$

где  $ZZ$  – просроченная задолженность организаций по заработной плате;  $BIRTS$  – родившиеся;  $EAP$  – численность рабочей силы.

2. Объем строительства:

$$CV = (-33,4 \times AMINC + 105,06 \times VVP + 434673,5) \times S,$$

где  $AMINC$  – среднедушевые денежные доходы населения (в месяц);  $VVP$  – валовой внутренний продукт;  $S$  – сезонная компонента показателя.

3. Число туристских поездок:

$$NTT = (489,5 \times VVP - 56719,7 \times PBT1 + 83446,2 \times PT - 7618026,4) \times S$$

где  $VVP$  – валовой внутренний продукт;  $PBT1$  – валовая прибыль экономики 1 (валовой смешанный доход) ( $BBIT2$ );  $PT$  – пассажирооборот, млрд пассажирокилометров;  $S$  – сезонная компонента показателя.

Для тех показателей, которые не дали высокой точности при использовании линейной регрессии, было применено машинное обучение. Для этого использовались различные модели, включая дерево решений, случайный лес, метод ближайших соседей и метод опорных векторов. Табл. 5 содержит результаты моделирования для каждого из рассмотренных показателей и позволяет сделать вывод о наиболее подходящих методах для прогнозирования.

Так как решение задачи линейной регрессии обеспечило высокое качество и среднюю точность прогноза (см. табл. 4), было решено использовать для указанных показателей линейную модель. Ниже представлены линейные уравнения, полученные для показателей  $PT$  и  $TOI$ :

$$PT = 0,02EMEC - 0,0004MIGRAIN + 0,00014MIGRAOUT + S - 1265,5,$$

где  $EMEC$  – занятые;  $MIGRAIN$  – число прибывших;  $MIGRAOUT$  – число выбывших;  $S$  – сезонная компонента.

$TOI = (11,5NTT - 33112360,2)S,$   
где  $NTT$  – число туристских поездок;  $S$  – сезонная компонента.

Далее на рис. 2 представлен график прогнозов для целевых показателей, определенных в документах: Стратегия развития туризма в РФ на период до 2035 г. и Национальный проект «Туризм и индустрия гостеприимства».

Согласно нашему прогнозу, показатель Число туристских поездок снизится на 10% в 2023 г. по сравнению с 2022 г. В итоге уровень поездок вернется к показателям 2019 г. Ожидается рост показателя Число въездных туристских поездок иностранных граждан в РФ на 27% в 2023 г. по сравнению с 2022 г. Прогнозируется, что показатель Экспорт услуг по статье «Поездки» с учетом его сезонной компоненты увеличится на 20% в 2023 г. по сравнению с предыдущим годом. Приведенные прогнозы для всех регионов в целом позволяют делать вывод, что с помощью ИАС «Горизонт» можно делать более обоснованные прогнозы относительно развития туризма в угольных регионах России.

### ОБСУЖДЕНИЕ

Модели на основе линейной регрессии остаются ключевыми при исследовании взаимосвязей в области социально-экономического развития, особенно при прогнозировании туризма в регионах угольной добычи. Наши исследования указывают на то, что для 70-80% показателей такие модели дают качественные прогнозы. За последнее десятилетие в сфере прогнозирования показателей туризма активно применяются методы, основанные на моделях деревьев решений, случайного леса, метода ближайших соседей и метода опорных векторов. Именно такой подход реализован в ИАС «Горизонт», которую развивает наша научная группа. В данной статье мы представляем результаты, полученные с применением системы «Горизонт» к показателям развития туризма в Российской Федерации в целом. В дальнейших работах будут представлены расчеты для ряда регионов, в которых активно ведется угольная добыча.

Таблица 4

### Верификация регрессионных моделей показателей

Verification of the regression indicator models

| Верификация       |         | Критерий точности |             |        |
|-------------------|---------|-------------------|-------------|--------|
|                   |         | Высокая           | Средняя     | Низкая |
| Критерий качества | Высокое | HRC, CV, NTT      | PT, ET, TOI | IT     |
|                   | Низкое  | TCC               | –           | NFT    |

Таблица 5

### Лучшие модели машинного обучения для показателей

Best machine learning models for the indicators

| Показатель   | Лучшая модель | R <sup>2</sup> | Δ     |
|--|---------------|----------------|-------|
| Инвестиции в основной капитал в сфере туризма (IT)                                 | KNN-метод     | 0,71           | 0,03  |
| Кол-во предприятий в сфере «Транспорт и связь» (TCC)                               | Случайный лес | 0,64           | 0,05  |
| Число въездных туристских поездок иностранных граждан в Российскую Федерацию (NFT) | Случайный лес | 0,93           | 0,057 |
| Экспорт услуг по статье «Поездки» (ET)   | KNN-метод     | 0,81           | 0,01  |

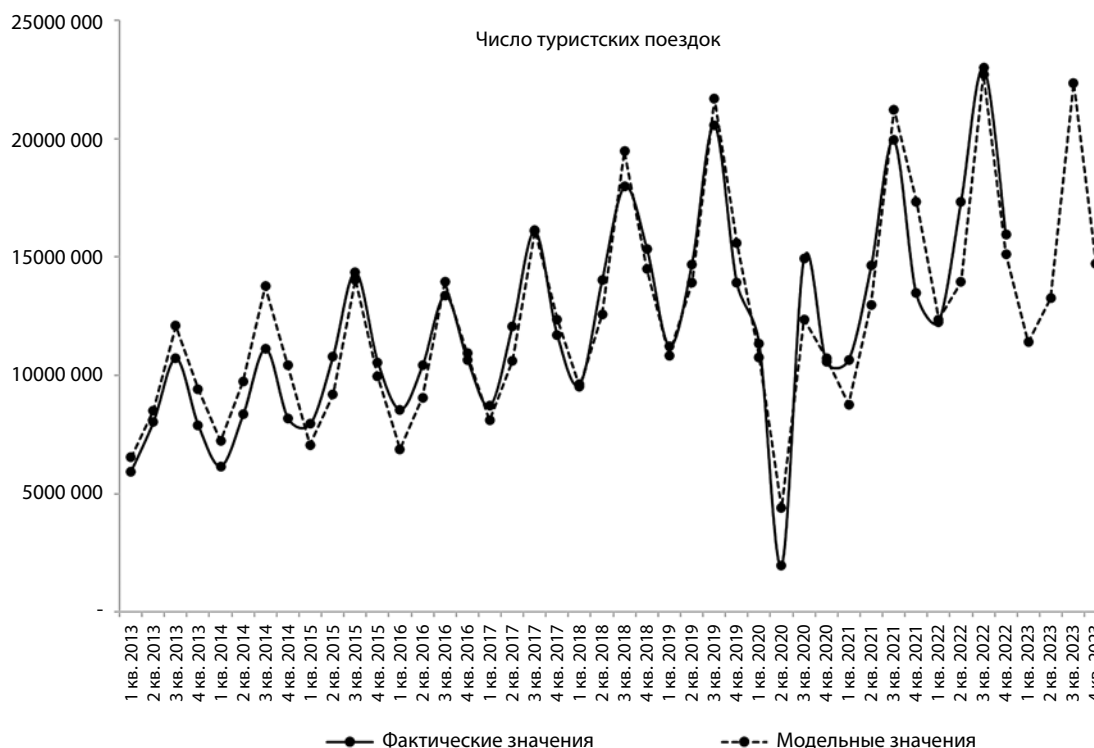


Рис. 2. Прогноз числа туристских поездок (NTT)

Fig. 2. Forecast of the number of tourist trips (NTT)

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках анализа потенциала развития туризма в регионах Российской Федерации были проведены расчеты на основе линейной регрессии и некоторых ключевых моделей машинного обучения. Главной целью было выявление индикативных показателей, характеризующих развитие этой отрасли. В результате были получены следующие данные.

- Применяя гибридный метод, авторы исследования построили ряд моделей и прогнозов на основе системы информационно-аналитической системы «Горизонт».
- С применением указанной системы было выполнено прогнозирование девяти ключевых показателей туризма РФ.
- Из этой системы показателей три показателя были успешно описаны с помощью модели линейной регрессии. Четыре показателя продемонстрировали лучшие результаты при использовании моделей «Случайный лес» и «Метод к ближайших соседей».

## Список литературы

1. Черногорский С.А., Сорокожердъев К.Г., Васильева А.А. Анализ динамики развития сферы туризма в Мурманской области // *Фундаментальные исследования*. 2018. № 5. С. 130-135. URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=42156> (дата обращения: 15.10.2023).
2. Диденко Н.И., Скрипнюк Д.Ф. Методологические принципы анализа мирового рынка товара с использованием системы взаимосвязанных эконометрических уравнений // *МИР (Модернизация. Инновации. Развитие)*. 2014. № 3. С. 50–58.
3. Бабешко Л.О. Эконометрическое моделирование влияния инвестиций в сферу туризма на объем туристического потока в программной среде R // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2018. № 1. С. 167-171. DOI: 10.17513/mjprf.12087.
4. Инструментальные средства в управлении ресурсами туристического бизнеса / А.М. Кумратова, Е.В. Попова, С.А. Курносов и др. // *Вестник Алтайской академии экономики и права*. 2022. № 11 (часть 2). С. 259-266. DOI: 10.17513/vaael.2560.
5. Белинская И.В., Чайковская А.В. Теория игр как способ повышения конкурентоспособности субъектов рынка сельского туризма. *Экономика и земельные ресурсы* // *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета*. 2017. № 1. С. 218-222. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/teoriya-igr-kak-sposob-povysheniya-konkurentosposobnosti-subektov-rynka-selskogo-turizma> (дата обращения: 15.10.2023).
6. Сердюков С.Д., Сердюкова Н.К. Разработка онтологической модели предметной области туристского бизнеса // *Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ»*. 2016. Т. 8. № 3.
7. Research on a forecasting model of tourism traffic volume in theme parks in China / Mei Zhen-yu, Qiu Hai, Feng Chi et al. // *Transportation Safety and Environment*. 2019. 1. DOI: 10.1093/tse/tdz011.
8. Forecasting Tourism Demand in Selected Caribbean Countries Using Optimised Grey Forecasting Models / La Foucade Althea, Gabriel Samuel, Scott Ewan et al. // *Social and Economic Studies*. 2022. 70. P.35-53.
9. Nurmi Ossi, Luomaranta Henri, Fornaro Paolo. TOURCAST – a Finnish tourism nowcasting and forecasting model. 2020. DOI: 10.13140/RG.2.2.12389.83688.
10. Tourism Demand Forecasting Considering Environmental Factors: A Case Study for Chengdu Research Base of Giant Panda Breeding

- / He Jianhong, Liu Dong, Guo Yulei et al. // *Frontiers in Ecology and Evolution*. 2022. 10. DOI: 10.3389/fevo.2022.885171.
11. Forecasting the Volume of Tourism Services in Uzbekistan / B. Safarov, H. Al-smadi, M. Buzrukova et al. // *Sustainability*. 2022. No 14. 7762. DOI: 10.3390/su14137762.
  12. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. М.: Горячая линия – Телеком, 2006. 452 с.
  13. Аверкин А.Н., Ярушев С.А. Гибридный подход для прогнозирования временных рядов на основании нейросети ANFIS и нечетких когнитивных карт / Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. 2017. Т. 1. С. 467-470.
  14. Wang J.S., Ning C.X. ANFIS Based Time Series Prediction Method of Bank Cash Flow Optimized by Adaptive Population Activity PSO Algorithm // *Information*. 2015. No 6. P. 300–313. [Электронный ресурс]. URL: [https://pdfs.semanticscholar.org/dd5e/457750cb12c29ab9bb6a4e5e66ae9d2325ac.pdf?\\_ga=2.141664882.1709643985.1597330733-888206771.1597330733](https://pdfs.semanticscholar.org/dd5e/457750cb12c29ab9bb6a4e5e66ae9d2325ac.pdf?_ga=2.141664882.1709643985.1597330733-888206771.1597330733) (дата обращения: 15.10.2023).
  15. Gunasekaran M., K.S. Ramaswami. A fusion model integrating ANFIS and artificial immune algorithm for forecasting Indian stock market // *Journal of Applied Sciences* 2011. 11. 16. P. 3028-3033.
  16. Klein L.R., Goldberger A.S. *An econometric model of the United States, 1929-1952*, Amsterdam, 1955.
  17. Колмаков И.Б. Основы моделирования. Имитационные макромоделли рыночной экономики. М.: Из-во Рос. экон. акад им. Г.В. Плеханова, 1995. 203 с.
  18. Эконометрическая модель экономики России для целей краткосрочного прогноза и сценарного анализа / В.Л. Макаров, С.А. Айвазян, С.В. Борисова и др. М.: ЦЭМИ РАН, 2001.
  19. Сиволап Н.Н. Прогнозирование основных показателей социальной сферы региона // *Региональная экономика: теория и практика*. 2007. № 7.
  20. Турунцева М.Ю., Киблицкая Т. Качественные свойства различных подходов к прогнозированию социально-экономических показателей РФ. М.: ИЭПП, 2010. 148 с.
  21. Development of hybrid models and a system for forecasting the indicators of the Russian economy / O. Kitova, V. Savinova, L. Dyakonova et al. // *Espacios*. 2019. Vol. 40. No 10. P. 18-24.
  22. Hybrid intelligent system of forecasting of the socio-economic development of the country / O.V. Kitova, I.B. Kolmakov, L.P. Dyakonova et al. // *International Journal of Applied Business and Economic Research*. 2016. Vol. 14. No 9. P. 5755-5766.
  23. Применение нейронных сетей для прогнозирования социально-экономических временных рядов / О.В. Китова, Л.П. Дьяконова, В.А. Китов и др. // *Russian Economic Bulletin*. 2020. Т. 3. № 5. С. 188-201. <http://dgpu-journals.ru/archives/11494>.
  24. Digital service for scenario forecasting of socio-economic indicators of entrepreneurial activity of Russia / O. Kitova, L. Dyakonova, V. Kitov et al. // *Academy of Entrepreneurship Journal*. 2020. Vol. 26. Is. 4. С. 1-7. URL: <https://www.abacademies.org/articles/digital-service-for-scenario-forecasting-of-socioeconomic-indicators-of-entrepreneurial-activity-of-russia-9647.html> (дата обращения: 15.10.2023).
  25. Китова О.В., Савинова В.М. Структура и информационно-логическая схема работы системы прогнозирования экономических временных рядов «СГМ Горизонт» // *Modern Economy Success*. 2020. № 5. С. 190-197. <https://mes-journal.ru/archives/10320>.
  26. Банк России. Основные направления единой государственной денежно-кредитной политики на 2023 год и период 2024 и 2025 годов. Москва, 2022. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.cbr.ru/about\\_br/publ/ondkr](http://www.cbr.ru/about_br/publ/ondkr) (дата обращения: 15.10.2023).
  27. О Стратегии развития туризма в РФ на период до 2035 г.: Распоряжение Правительства РФ от 20 сентября 2019 г. № 2129-р. [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201909230010> (дата обращения: 15.10.2023).
  28. Национальный проект «Туризм и индустрия гостеприимства». Министерство экономического развития Российской Федерации. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.economy.gov.ru/material/directions/turizm/nacionalnyy\\_proekt\\_turizm\\_i\\_industriya\\_gostepriimstva/](https://www.economy.gov.ru/material/directions/turizm/nacionalnyy_proekt_turizm_i_industriya_gostepriimstva/) (дата обращения: 15.10.2023).

*Original Paper*

UDC 338.48(571.651) © O.V. Kitova, V.M. Savinova, L.P. Dyakonova, Yu.O. Bondarenko, 2023  
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 11, pp. 88-95  
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-11-88-95>

## Title

**FORECASTING TOURISM INDICATORS IN REGIONS WITH COAL MINING:  
 ANALYSIS OF OPPORTUNITIES USING THE HORIZON INFORMATION ANALYTICAL SYSTEM**

## Authors

Kitova O.V.<sup>1</sup>, Savinova V.M.<sup>1</sup>, Dyakonova L.P.<sup>1</sup>, Bondarenko Yu.O.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, 117997, Russian Federation

## Authors Information

**Kitova O.V.**, Doctor of Economics Sciences, Associate Professor, Head of the Computer Science Department of the Higher School of Economics of the Plekhanov Russian University of Economics, e-mail: [Kitova.OV@rea.ru](mailto:Kitova.OV@rea.ru)

**Savinova V.M.**, Senior Lecturer of the Computer Science Department of the Higher School of Economics of the Plekhanov Russian University of Economics, e-mail: [Savinova.VM@rea.ru](mailto:Savinova.VM@rea.ru)

**Dyakonova L.P.**, PhD (Physical and Mathematical), Associate Professor, Associate Professor of the Computer Science Department of the Higher School of Economics of the Plekhanov Russian University of Economics, e-mail: [Dyakonova.lp@rea.ru](mailto:Dyakonova.lp@rea.ru)

**Bondarenko Yu.O.**, Master's student of the Higher School of Economics of the Plekhanov Russian University of Economics  
 e-mail: [bondarenkoulia66@gmail.com](mailto:bondarenkoulia66@gmail.com)

## Abstract

Forecasting tourism indicators in regions with coal mining is an urgent task, especially for Russian regions where coal mining is proceeding at an active pace. In the context of the national project "Tourism and Hospitality Industry", attention is focused on the development of tourism, however, methodologies for forecasting tourism both for Russia as a whole and in the coal regions have not yet been formulated.

A study of existing approaches to forecasting tourism indicators showed the lack of comprehensive models that take into account the interaction of tourism with the coal industry and other socio-economic parameters of coal regions. In this study, the main indicators of the tourism industry are included as a separate block in the general model of socio-economic indicators of Russia in the information and analytical system "Horizon" developed by the authors.

This made it possible to construct short-term forecasts in conjunction with indicators of other economic blocks. Three indicators were successfully described using a linear regression model; for four indicators, an increase in the quality and accuracy of the forecast was achieved through the use of the Random Forest and k-nearest neighbors models; for two indicators, a linear regression model was adopted, which showed high quality values and average accuracy.

Thanks to the integrated use of tourism indicators, it was possible to create reliable models for predicting the development of tourism in Russia.

### Keywords

Socio-economic indicators of the Russian Federation, Tourism industry, Coal regions, Forecasting, Time series, Hybrid information and analytical system.

### References

- Chernogorsky S.A., Sorokozherdiev K.G. & Vasilieva A.A. Analysis of the tourism development dynamics in the Murmansk Oblast. *Fundamental'nye issledovaniya*, 2018, (5), pp. 130-135. Available at: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=42156> (accessed 15.10.2023). (In Russ.).
- Didenko N.I. & Skrypnyuk D.F. Methodological principles of analyzing the world commodity market using the system of interrelated econometric equations. *MIR (Modernizaciya, innovaciya, razvitie)*, 2014, (3), pp. 50-58. (In Russ.).
- Babeshko L.O. Econometric modeling of the impact of investment in tourism on the volume of tourist flow in the software environment R. *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovaniy*, 2018, (1), pp. 167-171. (In Russ.). DOI: 10.17513/mjpf.12087.
- Kumratova A.M., Popova E.V., Kurnosov S.A. et al. Tools in the management of tourism business resources. *Vestnik Altajskoj akademii ekonomiki i prava*, 2022, (11, Part 2), pp. 259-266. (In Russ.). DOI: 10.17513/vaael.2560.
- Belinskaya I.V. & Chaikovskaya A.V. The Games theory as a way to increase the competitiveness of rural tourism market actors. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2017, (1), pp. 218-222. (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/teoriya-igr-kak-sposob-povysheniya-konkurentosposobnosti-subektorv-rynka-selskogo-turizma> (accessed 15.10.2023).
- Serdyukov S.D. & Serdyukova N.K. Development of the ontological model of the tourist business object domain. *Naukovedenie – Science Studies Online Magazine*, 2016, Vol. 8, (3).
- Mei Zhen-yu, Qiu Hai, Feng Chi & Cheng Yang. Research on a forecasting model of tourism traffic volume in theme parks in China. *Transportation Safety and Environment*, 2019, (1). DOI: 10.1093/tse/tdz011.
- La Foucade Althea, Gabriel Samuel, Scott Ewan, Metivier Charmaine & Laptiste Christine. Forecasting Tourism Demand in Selected Caribbean Countries Using Optimised Grey Forecasting Models. *Social and Economic Studies*, 2022, (70), pp. 35-53.
- Nurmi Ossi, Luomaranta Henri & Fornaro Paolo. TOURCAST – a Finnish tourism nowcasting and forecasting model, 2020. DOI: 10.13140/RG.2.2.12389.83688.
- He Jianhong, Liu Dong, Guo Yulei & Zhou Daohua. Tourism Demand Forecasting Considering Environmental Factors: A Case Study for Chengdu Research Base of Giant Panda Breeding. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 2022, (10). DOI: 10.3389/fevo.2022.885171.
- Safarov Bahodirhon, Al-smadi Hisham, Buzrukova Makhina, Janzakov Bekzot, Alexandru Ilies, Grama Vasile, Iliș Dorina, Csobán Katalin & Dr. Dávid, Lóránt Dénes. Forecasting the Volume of Tourism Services in Uzbekistan. *Sustainability*, 2022, (14), 7762. DOI: 10.3390/su14137762.
- Rutkowska D., Pilinski M. & Rutkowski L. Neural networks, genetic algorithms and fuzzy systems, Moscow, Goriachaya liniya – Telekom Publ., 2006, 452 p. (In Russ.).
- Averkin A.N. & Yarushev S.A. Hybrid approach to forecasting time series based on ANFIS neural network and fuzzy cognitive maps. International Conference on Soft Computing and Measurement, 2017, (1), pp. 467-470. (In Russ.).
- Wang J.S. & Ning C.X. ANFIS Based Time Series Prediction Method of Bank Cash Flow Optimized by Adaptive Population Activity PSO Algorithm. *Information*, 2015, (6), pp. 300-313. [Electronic resource]. Available at: [https://pdfs.semanticscholar.org/dd5e/457750cb12c29ab9bb6a4e5e66ae9d2325ac.pdf?\\_ga=2.141664882.1709643985.1597330733-888206771.1597330733](https://pdfs.semanticscholar.org/dd5e/457750cb12c29ab9bb6a4e5e66ae9d2325ac.pdf?_ga=2.141664882.1709643985.1597330733-888206771.1597330733) (accessed 15.10.2023).
- Gunasekaran M. & Ramaswami K.S. A fusion model integrating ANFIS and artificial immune algorithm for forecasting Indian stock market. *Journal of Applied Sciences*, 2011, 11, 16, pp. 3028-3033.
- Klein L.R., Goldberger A.S. An econometric model of the United States, 1929-1952, Amsterdam, 1955.
- Kolmakov I.B. Fundamentals of modeling. Simulation macromodels of the market economy, Moscow, Plekhanov Russian University of Economics, 1995, 203 p. (In Russ.).
- Makarov V.L., Aivazyazyan S.A., Borisova S.V. et al. Econometric model of the Russian economy for short-term forecasting and scenario analysis, Moscow, Central Institute of Economics and Mathematics of the Russian Academy of Sciences, 2001. (In Russ.).
- Sivolap N.N. Forecasting of key indicators in the social sphere of the region. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika*, 2007, (7). (In Russ.).
- Turuntseva M.Yu. & Kiblitckaya T. Qualitative properties of different approaches to forecasting social and economic indicators of the Russian Federation, Moscow, Gaidar Institute for Economic Policy, 2010, 148 p. (In Russ.).
- Kitova O., Savinova V., Dyakonova L. & Kitov V. Development of hybrid models and a system for forecasting the indicators of the Russian economy. *Espacios*. 2019. Vol. 40, (10), pp. 18-24.
- Kitova O.V., Kolmakov I.B., Dyakonova L.P., Grishina O.A., Danko T.P. & Sekerin V.D. Hybrid intelligent system of forecasting of the socio-economic development of the country. *International Journal of Applied Business and Economic Research*, 2016, Vol. 14, (9), pp. 5755-5766.
- Kitova O.V., Dyakonova L.P., Kitov V.A. et al. Application of neural networks for forecasting social and economic time series. *Russian Economic Bulletin*, 2020, Vol. 3, (5), pp. 188-201. (In Russ.). <http://dgpj-journals.ru/archives/11494>.
- Kitova O., Dyakonova L., Kitov V. et al. Digital service for scenario forecasting of socio-economic indicators of entrepreneurial activity of Russia. *Academy of Entrepreneurship Journal*, 2020, Vol. 26, (4), pp. 1-7. Available at: <https://www.abacademies.org/articles/digital-service-for-scenario-forecasting-of-socioeconomic-indicators-of-entrepreneurial-activity-of-russia-9647.html> (accessed 15.10.2023).
- Kitova O.V. & Savinova V.M. Structure and information and logical scheme of the economic time series forecasting system "SGM Horizon". *Modern Economy Success*, 2020, (5), pp. 190-197. (In Russ.). <https://mes-journal.ru/archives/10320>.
- Bank of Russia. Guidelines for the Single State Monetary Policy for 2023 and the period of 2024 and 2025, Moscow, 2022. [Electronic resource]. Available at: [http://www.cbr.ru/about\\_br/publ/ondkp](http://www.cbr.ru/about_br/publ/ondkp) (accessed 15.10.2023).
- On the Strategy for the Development of Tourism in the Russian Federation for the period until 2035: Order of the Government of the Russian Federation as of September 20, 2019, No. 2129-r. [Electronic resource]. Available at: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201909230010> (accessed 15.10.2023).
- Tourism and Hospitality Industry National Project. Ministry of Economic Development of the Russian Federation. [Electronic resource]. Available at: [https://www.economy.gov.ru/material/directions/turizm/nacionalnyy\\_proekt\\_turizm\\_i\\_industriya\\_gostepriimstva/](https://www.economy.gov.ru/material/directions/turizm/nacionalnyy_proekt_turizm_i_industriya_gostepriimstva/) (accessed 15.10.2023).

### Acknowledgements

This research was carried out within the framework of the state assignment for research activities of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation entitled "Models, methods and algorithms of artificial intelligence in economic problems for analysis and stylization of multivariate data, forecasting of time series and design of recommendation systems", Project No. FSSW-2023-0004

### For citation

Kitova O.V., Savinova V.M., Dyakonova L.P. & Bondarenko Yu.O. Forecasting tourism indicators in regions with coal mining: analysis of opportunities using the Horizon information analytical system. *Ugol*, 2023, (11), pp. 88-95. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-11-88-95.

### Paper info

Received September 18, 2023

Reviewed October 13, 2023

Accepted October 26, 2023