

Copyright © 2017 by Academic Publishing House Researcher s.r.o.



Published in the Slovak Republic  
 Russian Journal of Mathematical Research. Series A  
 Has been issued since 2015.  
 ISSN: 2410-9320  
 E-ISSN: 2413-7529  
 2017, 3(1): 29-33

DOI: 10.13187/rjmr.a.2017.1.29  
[www.ejournal30.com](http://www.ejournal30.com)



## A Mathematical Problem of Constructing a Model of a Stable Territorial Economic System

Aleksandr V. Volkov <sup>a</sup>, Tatyana A. Volkova-Goncharova <sup>a</sup>, Arsen R. Simonyan <sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> Sochi research center of the Russian Academy of Science, Russian Federation

### Abstract

The sustainable development of territories today is the subject of numerous studies by Russian and foreign researchers. But among the studies an insignificant part is devoted to constructing a mathematical model. In this paper, an attempt was made to construct a mathematical model of a stable territorial economic system, using the example of a tourist and recreational complex. To achieve the goal, the apparatus of the mathematical theory of inventory management was applied.

**Keywords:** stability, territorial economic system, tourism, recreation, the theory of inventory management.

### 1. Введение

В декабре 1983 г. Генеральный Секретарь ООН Хавьер Перес де Куэльяр инициировал создание Международная Комиссия по окружающей среде и развитию (МКОСР) во главе с Премьер-министром Норвегии Гро Харлем Брундтланд. Комиссия должна была анализировать состояние мировой окружающей среды и подготовить свои предложения по улучшению ситуации. В 1986 г. Комиссия на 42 Сессию Генеральной Ассамблеи ООН представила доклад «Наше общее будущее». В нем были сделаны основные выводы из 7 пунктов, которые в основном касаются экономической деятельности.

Экономический рост не признает границ, при нарушении которых может произойти мировая катастрофа. В экономической теории все границы задаются виде выраженных в денежной форме и не имеют прозрачной связи с состоянием и воспроизводством природной среды, не имеют связи с ее законами, что не дает возможности учесть угрозу разрушения резервуара с ресурсами. Следовательно, необходимы серьезные изменения в экономической теории, дающие возможность установить соизмеримые связи с окружающей человека средой.

Человеческая деятельность должна быть согласована с законами живой природы. Только в этом случае можно добиться всеобщего процветания – устойчивого развития. Таков общий лейтмотив выводов Комиссии. Что же такое устойчивое развитие в трактовке Международной Комиссии ООН?

\* Corresponding author

E-mail addresses: [aleksandr.v.volkov@ya.ru](mailto:aleksandr.v.volkov@ya.ru) (A.V.Volkov),  
[benking@mail.ru](mailto:benking@mail.ru) (T. A. Volkova-Goncharova), [oppm@mail.ru](mailto:oppm@mail.ru) (A.R. Simonyan)

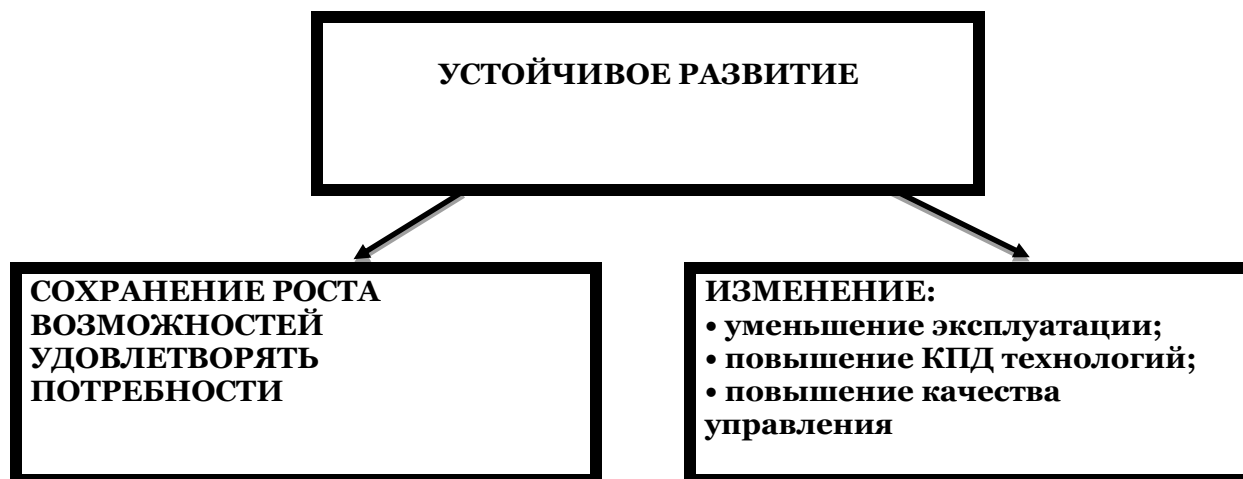
## 2. Обсуждение

Устойчивое развитие включает две группы понятий:

- Понятия: потребность и возможность, необходимые для существования, то есть для сохранения и развития.

- Понятие: ограничения, обусловленные состоянием технологий и организацией общества, накладываемых на возможности удовлетворять потребности. В этом определении обращается внимание, на то, что должно сохраняться и, что должно изменяться (рис. 1):

Что сохраняется и что изменяется в условиях устойчивого развития?



**Рис .1.** Устойчивое развитие

В 1987 году с стороны ООН был принят принцип устойчивого развития, который гласит: «Устойчивое развитие подразумевает удовлетворение потребностей современного поколения, не угрожая возможности будущих поколений удовлетворять собственные потребности».

Этот принцип должен стать центральным руководящим принципом ООН всех Правительств и министерств, частных компаний, организаций и предприятий». (Кузнецов и др., 2001)

Фактически речь идет не о немедленном прекращении экономического роста вообще, а о прекращении нерационального роста использования ресурсов окружающей среды.

Значимым элементом ресурсного потенциала территорий являются запасы, которые играют важную роль в деятельности любой территории, поскольку влияют на его конечные результаты, обеспечивают устойчивость функционирования в условиях конкурентной среды. Для достижения высоких результатов социально-экономической деятельности, необходима четко выстроенная, обоснованная и эффективная финансовая политика, а в частности налаженный механизм управления запасами.

Элементы механизма управления запасами позволяют, как конкретизировать и повышать адекватность процесса управления запасами территории, так и обосновать методический инструментарий оценки его эффективности.

В связи с вышеизложенным, была предпринята попытка разработки методики оптимизации уровня содержания на примере туристско-рекреационных территорий.

**Модель.** Для решения задач моделирования в туристско-рекреационной сфере можно использовать методы теории массового обслуживания (Симонян и др., 2013; Simonyan, 2011; Симонян, 2003; Simonyan, 2004), теории управления запасами (Прабху, 1984), кластерного анализа (Volkov, 2017) и др. В данной работе рассмотрим методы теории управления запасами.

Рассмотрим туристско-рекреационный комплекс с фондом  $N = n_1 + n_2 + \dots + n_k$ , где  $n_i, i = \overline{1, k}$  – фонд категории  $i$ . Пусть в отчетный период в данный комплекс направляется

запрос  $X = x_1 + x_2 + \dots + x_k$  клиентов, где  $x_i, i = \overline{1, k}$  – количество запросов фондов категории  $i$ .

Предположим, что для фондов категории  $i$ :

- $a_i$  – прибыль, полученная от обслуживания клиентов;
- $b_i$  – убыток от того, что фонд категории  $i$  простаил;
- $c_i$  – недополученный доход при отказе обслуживания (все фонды данной категории заняты).

Очевидно, если  $g_n(x_i)$  – функция прибыли для фондов категории  $i$ , то компоненты прибыли следующие:

По статье	Прибыль	
	$x_i \leq n_i$	$x_i > n_i$
Обслуживание	$a_i x_i$	$a_i n_i$
Простой	$-b_i(n_i - x_i)$	0
Отказ	0	$-c_i(x_i - n_i)$

Следовательно,  $g_n(x_i)$  имеет вид:

$$g_n(x_i) = \begin{cases} (a_i + b_i)x_i - b_i n_i & (x_i \leq n_i) \\ (a_i + c_i)n_i - c_i x_i & (x_i > n_i) \end{cases}$$

Составим функцию суммарной прибыли путём простого суммирования:

$$G_N(X) = \sum_{i=1}^k g_{n_i}(x_i)$$

Если бы значение  $X = (x_1, x_2, \dots, x_k)$  было известно, то прибыль, конечно можно было бы максимизировать, выбирая  $N = (n_1, n_2, \dots, n_k) = X$ . Однако спрос  $X$  изменчив и в действительности его можно рассматривать как случайную величину, так что вместо чистой прибыли придется иметь дело с ожидаемой прибылью

$$G_N = E[g_N(X)],$$

$N$  нужно выбрать так, чтобы максимизировать  $G_N$ . Если считать, что прибыль фактически будет совпадать с долговстречающейся средней прибылью (а это интуитивное предположение составляет основу нашей теории), то максимизация  $G_N$  – разумная процедура.

Изменение ожидаемой прибыли при обслуживании еще одного клиента равно

$$G_{N+1} - G_N = E[g_{N+1}(X) - g_N(X)] = E[-b + (a + b + c)H(X - N)],$$

где  $H$  – функция Хевисайда:

$$H(X) = \begin{cases} 1 & (X > 0) \\ 0 & (X \leq 0) \end{cases}$$

Таким образом, приращение ожидаемой прибыли равно

$$G_{N+1} - G_N = -b + (a + b + c) E[H(X - N)] = -b + (a + b + c) P(X > N),$$

где  $a = \sum_{i=1}^k a_i, b = \sum_{i=1}^k b_i, c = \sum_{i=1}^k c_i$ .

Так как  $H(X - N)$  – индикатор множества  $X > N$ . Для достаточно малых  $N$  эта величина положительна, но начиная с некоторого значения  $N$ , она становится отрицательной и первое значение  $N$ , для которого это имеет место, является оптимальным. Грубо говоря, оптимальное значение  $N$  – это корень уравнения  $G_N \approx G_{N+1}$  или уравнение

$$P(X > N) \approx \frac{b}{a + b + c}.$$

Для полного решения задач нужно знать  $P(X > N)$  как функцию  $N$ . Практически мы обычно используем информацию о прошлых обслуживаниях клиентов для получения оценки этой функции. Например,

$P(X > N)$  можно было бы оценить непосредственно из наблюдаемой в течение длительного времени частоты тех случаев, когда потенциально возможное обслуживание клиентов превосходило  $N$ . Более тонкие методы оценки возможны, если из теоретических соображений получить ограничения на вид функции  $P(X > N)$ .

### 3. Заключение

Таким образом, популярную в экономической теории задачу устойчивого развития территориальных экономических систем, можно превратить в математическую задачу оптимального управления запасами.

### Литература

Кузнецов и др., 2001 – Кузнецов О.Л., Кузнецов П.Г., Большаков Б.Е. Устойчивое развитие: научные основы проектирования в системе природа – общество – человек. Дубна, 2001, 604 с.

Симонян и др., 2013 – Симонян А.Р., Симонян Р.А., Улитина Е.И., Ушаков В.Г. Стационарные времена ожидания в модели Клейнрока с нелинейной функцией приоритета // Известия Сочинского государственного университета. 2013. № 1-2. С. 26-42.

Simonyan, 2011 – Simonyan A.R., Simonyan R.A., Ulitina E.I. Waiting Time in the Elementary Multichannel Queue System with Different Intensity Service of Calls and with Expectation // European researcher. Series A. 2011. № 5-1 (7). pp. 533-536.

Симонян, 2003 – Симонян А.Р., Симонян Э.А. Оптимальное упорядочение параметров модели Клейнрока // Обозрение прикладной и промышленной математики. 2003. Т. 10. С. 23.

Simonyan, 2004 – Simonyan A.R., Ulitina E.I. A Theorem on the Convergence to a Stable Law in the  $M|G|1|\infty$  Model // Russian Mathematical Surveys. 2004. Т. 59. № 3. С. 589-590.

Прабху, 1984 – Прабху Н.У. Стохастические процессы теории запасов. М.: Мир, 1984. 184 с.

Volkov, 2017 – Volkov A.V., Lopatina I.P., Simonyan A.R. System Model of Touristic Clusters (Architecture, Development, Interdependence) // Modeling of Artificial Intelligence, 2017, 4(1): 55-69.

### References

Kuznetsov i dr., 2001 – Kuznetsov O.L., Kuznetsov P.G., Bol'shakov B.E. (2001). Ustoichivoe razvitie: nauchnye osnovy proektirovaniya v sisteme priroda – obshchestvo – chelovek [Sustainable development: the scientific basis of design in the system of nature – society – a person]. Dubna, 604 p.

Simonyan i dr., 2013 – Simonyan A.R., Simonyan R.A., Ulitina E.I., Ushakov V.G. (2013). Statsionarnye vremena ozhidaniya v modeli Kleinroka s nelineinoi funktsiei prioriteta [Stationary expectation times in the Kleinrock model with a nonlinear priority function]. *Izvestiya Sochinskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2013. № 1-2. pp. 26-42.

Simonyan, 2011 – Simonyan A.R., Simonyan R.A., Ulitina E.I. (2011). Waiting Time in the Elementary Multichannel Queue System with Different Intensity Service of Calls and with Expectation. *European researcher. Series A*. № 5-1 (7). pp. 533-536.

Simonyan, 2003 – Simonyan A.R., Simonyan E.A. (2003). Optimal'noe uporyadochenie parametrov modeli Kleinroka [Optimal ordering of the parameters of the Kleinrock model]. *Obozrenie prikladnoi i promyshlennoi matematiki*. Т. 10. pp. 23.

Simonyan, 2004 – Simonyan A.R., Ulitina E.I. (2004). A Theorem on the Convergence to a Stable Law in the  $M|G|1|\infty$  Model. *Russian Mathematical Surveys*. Т. 59. № 3. pp. 589-590.

Prabkhu, 1984 – Prabkhu N.U. (1984). Stokhasticheskie protsessy teorii zapasov [Stochastic processes of the theory of stocks]. М.: Mir, 184 p.

Volkov, 2017 – Volkov A.V., Lopatina I.P., Simonyan A.R. (2017). System Model of Touristic Clusters (Architecture, Development, Interdependence). *Modeling of Artificial Intelligence*, 4(1): 55-69.

## **Об одной математической задаче построения модели устойчивой территориальной экономической системы**

Александр Владимирович Волков <sup>a</sup>, Татьяна Анатольевна Волкова-Гончарова <sup>a</sup>,  
Арсен Рафикович Симонян <sup>a, \*</sup>

<sup>a</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сочинский научно-исследовательский центр Российской академии наук

**Аннотация.** Устойчивое развитие территорий сегодня является предметом многочисленных исследований российских и зарубежных исследователей. Но среди исследований незначительная часть посвящена построению математической модели. В данной работе была сделана попытка построения математической модели устойчивой территориальной экономической системы, на примере туристско-рекреационного комплекса. Для достижения цели был применен аппарат математической теории управления запасами.

**Ключевые слова:** устойчивость, территориальная экономическая система, туризм, рекреация, теория управления запасами.

---

\* Корреспондирующий автор

Адреса электронной почты: [aleksandr.v.volkov@ya.ru](mailto:aleksandr.v.volkov@ya.ru) (А.В. Волков),  
[benking@mail.ru](mailto:benking@mail.ru) (Т.А. Волкова-Гончарова), [oppm@mail.ru](mailto:oppm@mail.ru) (А.Р. Симонян)