

Торайғыров университетінің хабаршысы  
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
Вестник Торайғыров университета

---

# Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы  
1997 жылдан бастап шығады



## ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия  
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 2 (2021)

---

Павлодар

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**  
**Вестник Торайгыров университета**

**Энергетическая серия**  
выходит 4 раза в год

---

**СВИДЕТЕЛЬСТВО**

о постановке на переучет периодического печатного издания,  
информационного агентства и сетевого издания  
№ 14310-Ж

выдано

Министерство информации и общественного развития  
Республики Казахстан

**Тематическая направленность**

публикация материалов в области электроэнергетики,  
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и  
информационных систем, электромеханики и теплоэнергетики

**Подписной индекс – 76136**

<https://doi.org/10.48081/JBVN5702>

---

**Бас редакторы – главный редактор**

Кислов А. П.

*к.т.н., доцент*

Заместитель главного редактора

Талипов О. М., *доктор PhD, доцент*

Ответственный секретарь

Приходько Е. В., *к.т.н., профессор*

**Редакция алқасы – Редакционная коллегия**

Клецель М. Я., *д.т.н., профессор*  
Новожилов А. Н., *д.т.н., профессор*  
Никитин К. И., *д.т.н., профессор (Россия)*  
Никифоров А. С., *д.т.н., профессор*  
Новожилов Т. А., *к.т.н., доцент (Россия)*  
Оспанова Н. Н., *к.п.н., доцент*  
Нефтисов А. В., *доктор PhD, доцент*  
Шокубаева З. Ж. *технический редактор*

---

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

© Торайгыров университет

<https://doi.org/10.48081/JMKM6512>

**\*А. Б. Шинькулова<sup>1</sup>, У. Умбетов<sup>2</sup>, Г. С. Морокина<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Казахский университет путей сообщения,  
Республика Казахстан, г. Алматы;

<sup>2</sup>Международный казахско-турецкий университет  
имени Ходжи Ахмеда Ясави, Республика Казахстан, г. Туркестан;

<sup>3</sup>Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического  
приборостроения, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург

## **ПРИМЕРЫ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В ТУРИЗМЕ**

*Рассматриваемые вопросы трактуются с позиций управления на основе современных методов математического моделирования и оптимизации процессов принятия решений. Используемые подходы ориентированы на построение автоматизированных систем управления, обеспечивающих эффективный и объективный анализ ситуаций, оперативную выработку обоснованных решений по управлению.*

*Систематизировано содержание иерархического подхода в управлении, осуществлены формализация и обоснование его основных положений. Произведена разработка методов построения математических моделей производственных объектов в сфере туризма. Предложены эффективные методы иерархической идентификации и метод селекции, представляющие практический интерес с учетом современных тенденций в области моделирования рыночных механизмов менеджмента и управления производственными объектами. Они с успехом могут быть распространены на производственные объекты любой другой производственной сферы.*

*Ключевые слова: система массового обслуживания, теория массового обслуживания, формирование потоков.*

### **Введение**

Индустрия туризма – это такая отрасль экономики, в которой особое место занимает формирование потоков. Перемещение туристов различными видами транспорта в разные места отдыха и связанное с этим движение финансовых, информационных, материальных, сервисных и других потоков требует организации и эффективного управления такими потоками. Как

правило, потоковые процессы имеют сложные взаимосвязи и взаимодействуют друг с другом. По этой причине для анализа таких процессов необходимо использовать системный подход. Подобные процессы как объекты управления образуют сложную систему с иерархической структурой. Основным является поток туристов. На его основе формируются и остальные потоки, для которых главной задачей является обслуживание туристов.

### **Материалы и методы**

Рассмотрим возможности применения теории массового обслуживания (ТМО) для управления потоковыми процессами в туризме. Как известно основными понятиями ТМО является понятие двух потоков элементов. Первый определяется как последовательность поступления элементов, следующих один за другим в случайные моменты времени и второй - как возможности их обслуживания.

Такие совокупности элементов обладают рядом важных свойств, которые необходимы для эффективного использования математического аппарата ТМО. Рассмотрим эти свойства. В туризме, в зависимости от вида сервисных услуг, потоки элементов могут быть как ординарными, так и неординарными.

### **Результаты и обсуждение**

Рассмотрим возможности использования систем массового обслуживания в индустрии туризма. В настоящее время на рынке туристских услуг функционирует ряд фирм, у которых информационное взаимодействие с клиентами в основном происходит по телефону. Одной из таких фирм является компания «СТАР Травел». Для эффективной работы с клиентами компания использует специализированную систему отслеживания потоков звонков клиентов. С этой целью в фирме функционирует мини телефонная станция Call Center, которая принимает телефонные звонки и осуществляет сбор статистических данных. Схема работы такой станции представлена на рисунке 5.7. Принцип действия мини телефонных станций заключается в следующем. Организация заказывает у своего провайдера многоканальный номер и несколько телефонных линий. Заказ линий зависит от входных потоков звонков от клиентов, с которыми планирует работать компания. [1] Звонки, поступающие на телефонную станцию, передаются и высвечиваются на табло в порядке поступления. Это дает возможность оператору (агенту) увидеть, что клиент находится в очереди в состоянии ожидания. Структурная схема обслуживания поступающих в офис звонков приведена на рисунке 5.8.

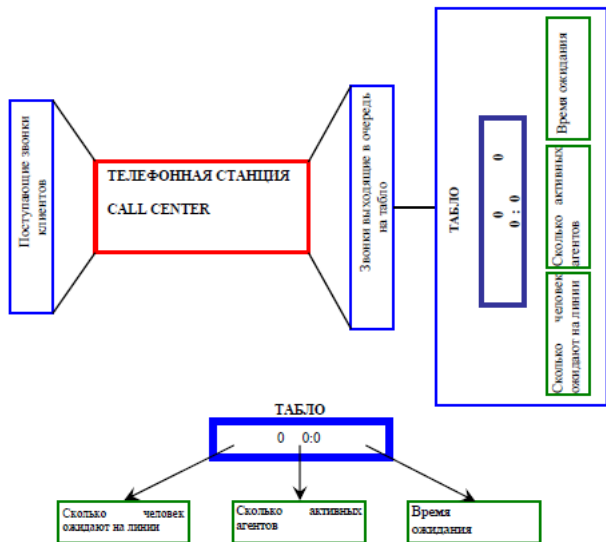


Рисунок 5.7 – Схема работы телефонной станции

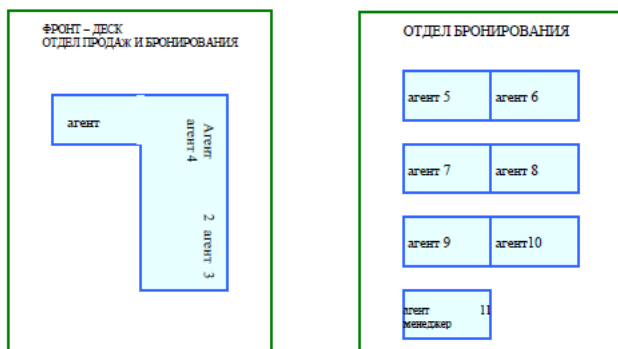


Рисунок 5.8 – Структурная схема обслуживания поступающих в офис звонков.

У каждого оператора на телефонном аппарате есть кнопка, при нажатии которой на станцию поступает сигнал о том, что оператор готов ответить на звонок. Если же оператор занят, то звонок остается в очереди. Для отслеживания эффективности работы операторов на станции установлена система снятия статистических показателей ответов операторов на звонки клиентов. Система фиксирует ответы каждого оператора. Полученные

данные определяют такие показатели, как время ответа на звонок (за каждый час, среднее за день и за неделю), количество (интенсивность) поступающих звонков (за каждый час, среднее за день и за неделю), количество обработанных и потерянных звонков (за каждый час, среднее за день и за неделю). Данную информацию можно использовать для разработки эффективной системы массового обслуживания.

Очевидно, что СМО компании «СТАР Травел» является многофазной. Такую систему можно представить в виде различных одноканальных и многоканальных систем обслуживания (рисунок 5.9).

Данная система состоит из:

- СМО «Телефон», обслуживание клиентов по телефону;
- СМО «Интернет», обслуживание заявок от клиентов по Интернету;
- СМО «Агент» обслуживание клиентов непосредственно в офисе компании;
- СМО «Касса».

В общем виде модель сложной системы обслуживания компании представим в виде множества входных и выходных элементов разной природы. Однако мы будем рассматривать только множества элементов, связанные с обслуживанием клиентов (рисунок 5.10):

- составляющие турпродукта компании (авиабилеты, страховки, гостиницы, программы обучения за рубежом, программы работы в США);
- документы (туристские договора, договора с партнерскими организациями);
- персональные компьютеры (работа с клиентами по Интернету);
- агенты (работа с агентствами, ведение договорной компании, помощь при выписке авиабилетов, консультации по тарифам);
- клиенты с деньгами (работа с клиентами, продажа продукта компании).

Каждая из перечисленных выше систем обслуживания требует подробного исследования. Рассмотрим СМО «Телефон». Элементами СМО являются входящие телефонные звонки, а каналами обслуживания - операторы (агенты) по бронированию. Телефонные звонки принимаются фирмой в течение всего рабочего дня. На рисунке 5.11 представлены статистические данные о звонках, поступающих в фирму. В результате обработки этих данных получены таблица 1 и таблица 2 (Приложение 2) входного потока элементов.

Будем считать, что на ограниченном промежутке времени, например в течение часа, поток звонков является простейшим. Вычислим интенсивность множества звонков для каждого часа работы компании, а также их среднее значение [2-4].

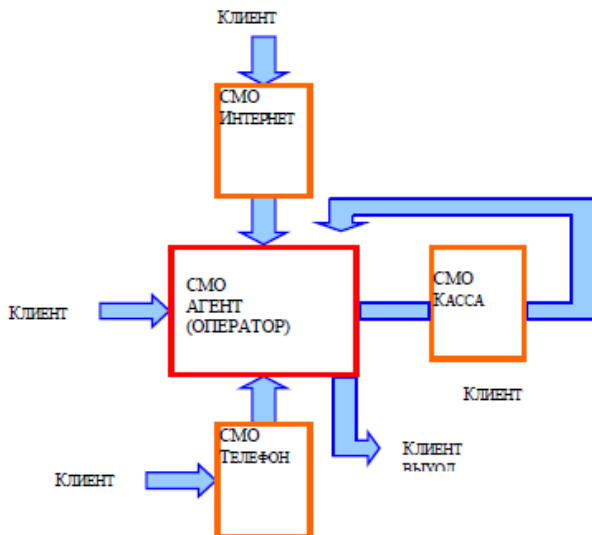


Рисунок 5.9 – Модель многофазной СМО обслуживания клиентов в туристской компании «СТАР Травел»



Рисунок 5.10 – Модель сложной СМО туристской компании «СТАР Травел»

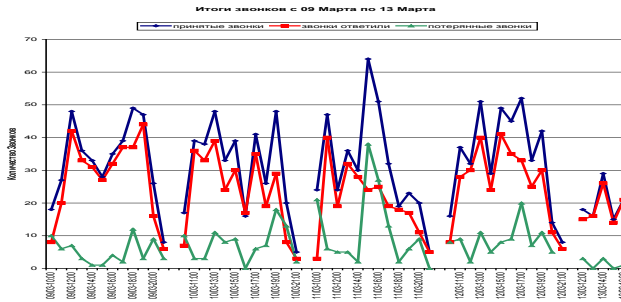


Рисунок 5.11 – Графики определения процента потерянных и принятых звонков

Интенсивность потока звонков в течение дня, как и их количество, является величиной не постоянной и изменяется в пределах от  $\lambda_{min} = 0,6$  звн/мин до  $\lambda_{max} = 3,3$  звн/мин, однако эти значения можно усреднить и получаются следующие средние значения  $\lambda_{min} = 1,4$  звн/мин до  $\lambda_{max} = 2,6$  звн./мин. Тогда среднее значение интенсивности потока звонков в течение дня  $\lambda_{cp} = 2$  звн/мин.

Распределение потока звонков в течение недели представлено в таблице 3 (приложение 2). В этой таблице значения интенсивности являются усредненными характеристиками потока для каждого дня недели.

Следует отметить, что максимальные (минимальные) значения интенсивности потока, которые приведены в данной таблице ( $\lambda_{min}=1,8$ ,  $\lambda_{max}=2,2$ ), примерно совпадают со средними значениями интенсивности, приведенными в таблице 2 (Приложение 2). ( $\lambda_{min}=1,4$  звн/мин до  $\lambda_{max}=2,6$  звн./мин).

Определим среднее время обслуживания  $t_{OBC}$  и интенсивность обслуживания  $\mu$ , которые вычисляются по формулам:

$$t_{OBC} = \sum t_i f_i / \sum f_i$$

$$\mu = 1 / t_{OBC}$$

Продолжительность интервала времени, требуемого для реализации процедуры обслуживания, зависит в основном от характера запроса заявки на обслуживание, от состояния самой системы и канала обслуживания (таблица 4, Приложения 2)



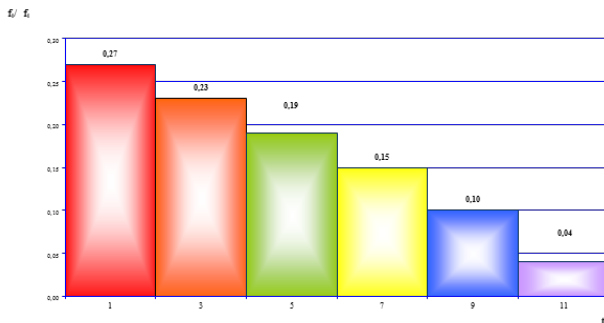


Рисунок 5.12 – Гистограмма распределения потока заявок на обслуживание

На основании экспериментальных данных таблицы 4. построена гистограмма распределения звонков клиентов (рисунок 5.12). Данный график подтверждает, что поток элементов на обслуживание имеет экспоненциальное распределение. [5-7]

Используя информацию, приведенную в таблице 4, рассчитаем среднее время обслуживания клиентов:

$$t_{OBC} = \frac{33 + 28 * 3 + 23 * 5 + 18 * 7 + 13 * 9 + 5 * 11}{120} =$$

$$= \frac{530}{120} = 4,4 \text{ мин}$$

Тогда интенсивность обслуживания будет равна:

$$\mu = 1/4,4 = 0.22 \text{ звн/мин}$$

Определим коэффициент интенсивности обслуживания:

$$\rho = \lambda/\mu = \lambda * t_{OBC} = 2 * 4,4 = 8,8$$

Исследуемая телефонная станция имеет 20 входящих и выходящих линий, 8 из этих линий обслуживают бухгалтерию, отделы системного администрирования, рабочих программ, языковых курсов, остальные 12 используются отделом по работе с клиентами. Таким образом, исходя из возможностей телефонной станции длина очереди в СМО «Телефон» равна 12. Дальнейшие расчеты, можно вести, используя модель многоканальной СМО с ограниченной длиной очереди. Дискретное состояние СМО определяется количеством элементов, поступивших в систему, число каналов в компании равно числу агентов, отвечающих на звонки клиентов, то есть  $n=7$ .

После того как заняты все каналы обслуживания, последующие звонки образуют очередь, тем самым, определяя дальнейшее состояние системы:

По рассчитанным данным, можно сформулировать и решить следующую оптимизационную задачу: Рассчитаем основные характеристики СМО. Вероятность того, что все операторы не загружены:  $P_0 = 0.000018$  (0,0018 %)

Образование очереди в данной системе возможно, когда вновь поступивший звонок застанет в системе не менее 7 элементов в очереди, то есть когда в системе будет находится 7, 8, 9, ..., (7+12) элементов. Эти события независимы, поэтому вероятность того, что все каналы заняты, равна сумме соответствующих вероятностей  $P_7, P_8, P_9, \dots, P_{7+12}$ . Тогда вероятность образования очереди равна

$$P_{Oч} = 0.78 \text{ (78 \%)}$$

Вероятность отказа в обслуживании:

$$P_{Oтк} = 0.22 \text{ (22 \%)}$$

Тогда относительная пропускная способность определится так:

$$Q = P_{Oвс} = 1 - P_{Oтк}$$

$$Q = 1 - 0.22 = 0.78 \%$$

В этом случае абсолютная пропускная способность вычисляется так:

$$A = \lambda * Q$$

$$A = 2 * 0.78 = 1.56 \text{ звн/мин}$$

Среднее число занятых каналов равно:

$$n_3 = A/\mu$$

$$n_3 = 1,56/0,22 = 7 \text{ каналов}$$

$$L_{Oч} = 8,83 \text{ звонков}$$

Среднее время ожидания в очереди определяется выражением:

$$T_{Oч} = L_{Oч}/\lambda = 4,41 \text{ мин}$$

Среднее время пребывания элемента в СМО определяется суммой среднего времени ожидания в очереди и средним временем обслуживания:

$$T_{CМО} = L_{Oч}/\lambda + Q/\mu = 7,95 \text{ мин}$$

Полученные основные характеристики дают возможность исследовать эффективность работы системы обслуживания «Телефон». [8-10]

Таким образом, с точки зрения более углубленного изучения систем массового обслуживания задачи могут значительно усложняться, поэтому необходимо более детализировать постановку задачи, учитывая все факторы, которые оказывают влияние на систему, а также использовать не только модели и методы теории массового обслуживания, но и имитационное моделирование.

Таблица 5.1 – Результаты расчетов основных характеристик системы массового обслуживания в компании «СТАР Травел» при различном числе каналов

N	7	8	9	10	11
$P_o$	0,000018	0,000041	0,000063	0,0001	0,00012
$P_{оч}$	0,79	0,78	0,56	0,50	0,34
$P_{отк}$	0,22 (22%)	0,11 (11%)	0,041 (4,1%)	0,016 (1,6%)	0,005(0,5%)
$Q=P$	0,78 (78%)	0,89 (89%)	0,95 (95%)	0,98 (98%)	0,99 (99%)
A	1,56	1,78	1,91	1,97	1,98
$n_z$	7	8	8,6	8,6	8,7
$n_{пр}$	0	0	0,4	1,4	2,3
$K_z$	1	1	0,93	0,86	0,79
$K_{пр}$	0	0	0,07	0,14	0,21
$L_{оч}$	8,8	6,5	3,3	2,2	0,12
$T_{оч}$	4,41	3,25	1,65	1,1	0,06
$T_{смо}$	7,95	7,15	5,96	5,55	4,56

## Выводы

В качестве сопутствующей научной задачи рассмотрена и решена задача исследования многоэлементных потоков, которая также достаточно распространена не только в организационных, но и технологических системах. Используемые при этом методы теории массового обслуживания ориентированы на использование в объектах повышенной сложности, для которых характерны большая размерность математических моделей, сложность структурной организации и многообразие функциональных связей между переменными. Все это свойственно для крупномасштабных производственных объектов, в связи с чем предлагаемые научные решения имеют важное значение с позиций организации автоматизированных систем управления для крупномасштабных производств и производственных объединений.

**Список использованных источников**

1 **Умбетов, У., Шиныкулова, А.Б.** Применение математических методов оптимизации для трансфер туристов. / Промышленный транспорт Казахстана. – А., 2019. – №.4 (65). – 207-213 с.

2 **Умбетов, У., Шиныкулова, А.Б., Исайкин, Д.В.** Основные типы и задачи управления сложными системами. / Материалы XV международной научно-практической конференции современные информационные технологии, технические науки. Великобритания. – 31-38 с.

3 **Володин, В.М., Шпакова, С.М., Умбетов, У.** Проблемы разработки декомпозиционного управления сложными системами / Научные труды международной научно-практической конференции. ЮКГУ им. М.Ауезова, 2006. – 383-386 с.

4 **Умбетов, У., Шиныкулова, А.Б.** Математическая задача планирования деятельности предприятий туристской отрасли. / Материалы XV международной научно-практической конференции. – Польша. 2019. – 48-55 с.

5 **Володин, В.М., Шпакова, С.М., Умбетов, У.** Системный анализ проблем в индустрии туризма. – Шымкент, 2007. – 210 с.

6 **Умбетов, У., Шиныкулова, А.Б., Исайкин, Д.В.** Применение математических методов оптимизации для перевозки туристов. / Материалы XV международной научно-практической конференции. Великобритания. – 39–44 с.

7 **Шиныкулова, А.Б., Умбетов, У., Исайкин, Д.В.** Оптимизация транспортных перевозок туристов. / Журнал теоретических и прикладных информационных технологий. – Пакистан, 2020. – 3032-3042 с.

8 **Умбетов, У., Шиныкулова, А.Б.** Решение задач организации оптимальных перевозок туристов / Промышленный транспорт Казахстана. – А., 2020. – № 4 (65). – 207-213 с.

9 **Умбетов, У., Морокина, Г.С., Майлыбаев, Е.К.** Системы автоматизации проектирования для машиностроения и проектирования узлов устройств. Великобритания, 2020.

10 **Володин, В.М., Шпакова, С.М., Умбетов, У.** Системный анализ проблем в индустрии туризма. 2007. – 210 с.

**References**

1 **Umbetov, U., Shinykulova, A.B.** Primenenie matematicheskikh metodov optimizatsii dlya transfer turistov. Promyishlennyy transport Kazahstana [Application of mathematical optimization methods for the transfer of tourists. Industrial transport of Kazakhstan]. – Almaty. 2019. – №.4 (65). – 207-213 p.

2 **Umbetov, U., Shinykulova, A.B., Isaikin, D.V.** Osnovnyie tipy i zadachi upravleniya slozhnyimi sistemami [Basic types and tasks of managing complex systems] Of the XV International research and practice conference. UK. – 31-38 p.

3 **Volodin, V.M., Shpakova, S.M., Umbetov, U.** Problemyi razrabotki dekompozitsionnogo upravleniya slozhnyimi sistemami. Nauchnyie trudyi mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konf. [Problems of developing decomposition control of complex systems]. – YuKGU im. M.Auezova, 2006. – I tom. – 383-386 p.

4 **Umbetov, U., Shinykulova, A.B.** Matematicheskaya zadacha planirovaniya deyatelnosti predpriyatiy turistskoy otrasli [Mathematical problem of planning the activities of enterprises in the tourism industry]. Materialyi XV mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, 2019. – 48-55 p.

5 **Volodin, V.M., Shpakova, S.M., Umbetov, U.** Systemny analiz problem v industrii turizma [System analysis of problems in the tourism industry]. – Shymkent 2007. – 210 p.

6 **Umbetov, U., Shinykulova, A.B., Isaikin, D.V.** Primenenie Matematicheskikh metodov optimizatsii dlya perevozki turistov [Application of mathematical optimization methods for the transportation of tourists]. Of the XV International research and practice conference. UK. – 39-44 p.

7 **Shinykulova, A.B., Umbetov, U., Isaikin, D.V., Maylibayev, E.K.** Optimizatsiya transportnih perevozok turistov. [Optimization of transportation of tourists] Journal of Theoretical and Applied Information Technology. – 2020.

8 **Umbetov, U., Shinykulova, A.B.** Reshenie zadach organizatsiyi optimalnih perevozki turistov [Solving the problems of organizing the optimal transportation of tourists]. Promyshlennyiy transport Kazahstana. – Almaty. 2020. – № 4 (65). – 207-213 p.

9 **Umbetov, U., Morokina, G.S., Maylibayev, E.K.** Systemy avtomatizatsii proektirovaniya dlya mashinostroeniya proektirovaniya uzlov ustroystv [Design automation systems for mechanical engineering design of device nodes]. UK, 2020.

10 **Volodin, V.M., Shpakova, S.M., Umbetov, U.** Systemny analiz problem v industrii turizma [System analysis of problems in the tourism industry]. – 2007. – 210 p.

Материал поступил в редакцию 12.06.21.

\*А. Б. Шынықұлова<sup>1</sup>, У. Умбетов<sup>2</sup>, Г. С. Морочкина<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Қазақ қатынас жолдары университеті,

Қазақстан Республикасы, Алматы қ.;

<sup>2</sup>Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті,

Қазақстан Республикасы, Түркістан қ.;

<sup>3</sup>Санкт-Петербург аэрокосмостық аспап жасау университеті,

Ресей Федерациясы, Санкт-Петербург қ.

Материал 12.06.21 баспаға түсті.

## ТУРИЗМДЕГІ КЕЗЕК ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ МЫСАЛДАРЫ

*Қарастырылып отырған мәселелер қазіргі кездегі математикалық модельдеу мен шешім қабылдау процестерін оңтайландыру әдістеріне негізделген басқару тұрғысынан түсіндіріледі. Қолданылатын тәсілдер жағдайларды тиімді және объективті талдауды, басқарудың дұрыс шешімдерін жедел әзірлеуді қамтамасыз ететін басқарудың автоматтандырылған жүйелерін құруға бағытталған. Менеджменттің иерархиялық тәсілінің мазмұны жүйеленіп, оның негізгі ережелері рәсімделіп, дәлелденді.*

*Туризм саласындағы өндірістік объектілердің математикалық модельдерін құру әдістерін жасау. Өндірістік объектілерді басқару мен басқарудың нарықтық механизмдерін модельдеу саласындағы заманауи тенденцияларды ескере отырып, практикалық қызығушылық тудыратын иерархиялық идентификацияның тиімді әдістері және таңдау әдісі ұсынылады. Олар кез-келген басқа өндірістік аймақтағы өндірістік объектілерге сәтті түрде таралуы мүмкін.*

*Кілтті сөздер: кезек жүйесі, кезек теориясы, ағынды қалыптастыру.*

\*А. Б. Шынықұлова<sup>1</sup>, У. Умбетов<sup>2</sup>, Г. С. Морочкина<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Kazakh University Ways of Communications,  
Republic of Kazakhstan, Almaty;

<sup>2</sup>Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University,  
Republic of Kazakhstan, Turkestan;

<sup>3</sup>Saint Petersburg Mining University,  
Russian Federation, St Petersburg.

Material received on 12.06.21.

---

## EXAMPLES OF QUEUING SYSTEMS IN TOURISM

*The issues under consideration are interpreted from the standpoint of management based on modern methods of mathematical modeling and optimization of decision making processes. The approaches used are focused on the construction of automated control systems that provide an effective and objective analysis of situations, the prompt development of informed management decisions. The content of the hierarchical approach in management is systematized, formalization and substantiation of its main provisions are carried out.*

*The development of methods for constructing mathematical models of industrial facilities in the field of tourism. Effective methods of hierarchical identification and a selection method are proposed, which are of practical interest, taking into account modern trends in the field of modeling market mechanisms of management and management of production facilities. They can be successfully extended to production facilities in any other production area.*

*Keywords: queuing system, queuing theory, stream formation.*

Теруге 12.06.2021 ж. жіберілді. Басуға 24.06.2021 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

6,28 Мб RAM

Шартты баспа табағы 15,2. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. Р. Омарова

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 3792

Сдано в набор 12.06.2021 г. Подписано в печать 24.06.2021 г.

Электронное издание

6,28 Мб RAM

Усл. печ. л. 15,2. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. Р. Омарова

Корректор: А. Р. Омарова

Заказ № 3792

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

«Торайғыров университет»

коммерциялық емес акционерлік қоғамы

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

«Торайғыров университет»

коммерциялық емес акционерлік қоғамы

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

8 (7182) 67-36-69

E-mail: [kereku@tou.edu.kz](mailto:kereku@tou.edu.kz)

[www.vestnik-energy.tou.edu.kz](http://www.vestnik-energy.tou.edu.kz)