



Қазақстан Республикасы  
Ұлттық инженерлік академиясының

# ХАБАРШЫСЫ

---

## ВЕСТНИК

Национальной инженерной академии  
Республики Казахстан

№ 3 (69)

Алматы  
2018

**Ж.Х. ЖУНУСОВА, С.Ш. ИКСАНОВ, Қ.А. ДОСМАҒҰЛОВА**

*Казахский национальный университет им. аль-Фараби*

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ АДАПТИВНЫХ  
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ  
В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ**

*Приводятся расчеты для изучения и внедрения автоматизированной системы управления и описываются в математических формулах. Графически представлены коэффициенты потребления и эффективности системы.*

**Ключевые слова:** автоматизированная система управления, корпус, локальная система автоматизации, математическая модель, дистанционное управление, энергетический баланс.

*Автоматтандырылған басқару жүйесін зерттеу және өндіріске енгізу үшін есептеудер жүргізіп, оның математикалық формулалармен бейнеленген сипаттамасын көлтіреміз. Жүйенің тиімділігі мен тұтыну коэффициенттері график түрінде көрсетіледі.*

**Кілттік сөздер:** басқарудың автоматтандырылған жүйесі, корпус, автоматизацияның локалды жүйесі, математикалық модел, қашықтықтан басқару, энергетикалық баланс.

*We conduct calculations for the study and implementation of an automated control system and describe it in mathematical formulas. The coefficients of consumption and efficiency of the system are graphically presented.*

**Keywords:** automated control system, building, local automation system, mathematical model, remote control, energy balance.

Создание адаптивных автоматизированных систем управления в образовательных организациях является актуальной проблемой. В процессе обучения учеников и студентов потребность в устройствах дистанционного управления возрастает в соответствии с задачами обучения и критериями оценки. В связи с этим внедряются автоматизированные системы управления, и это исследование обеспечивает математическую модель адаптивного устройства и отвечает требованиям для использования в производстве.

Что касается высших учебных заведений, то во многих корпусах на всех объектах доступа и выезда устанавливаются турникеты, датчики освещенности, движения, локальные системы автоматизации, позволяющие с учетом времени года осуществлять включение и выключение внешнего и дежурного освещения. Эти данные в учебных корпусах создают потоки информации, которые необходимо с помощью адаптивной системы управления сопрягать с математической моделью материального и энергетического баланса. Конечным результатом расчетов является минимизация целевой функции стоимости поддержания учебного корпуса в работоспособном состоянии с учетом внешних оценок по качеству обучения (результаты экзаменов). Речь идет о фиксировании студентов и учителей, которые входят в класс в соответствии с графиком. Его эффективность также снижает заполнение документов о посещаемости.

Математическая модель в представлении системы массового обслуживания имеет три состояния: I – оба турникета исправны; II – один из турникетов не исправен; III – оба турникета не исправны.

Среднее время работы турникета  $t = 30$  сут, а среднее время восстановления  $t_B = 0,1$  сут.

Тогда интенсивность отказов одного турникета будет равна:

$$\lambda = \frac{1}{t} = \frac{1}{30} = 0,03 .$$

Также находим интенсивность восстановления одного турникета:

$$\mu = \frac{1}{t_B} = \frac{1}{0,1} = 10 .$$

В состоянии I исправны оба турникета, следовательно:

$$\lambda_{1,2} = 2 \cdot \lambda = 2 \cdot 0,03 = 0,06 .$$

В состоянии II исправен один турникет, поэтому:

$$\lambda_{2,3} = \lambda = 0,03 .$$

В состоянии III восстанавливается один турникет:

$$\mu_{2,1} = \mu = 10 .$$

В состоянии IV восстанавливаются все два турникета:

$$\mu_{3,2} = 2 \cdot \mu = 10 \cdot 2 = 20 .$$

Вероятность обслуживания состояния турникета, когда оба турникета исправны:

$$p_1 = \frac{1}{1 + \frac{\lambda_{1,2}}{\mu_{2,1}} + \frac{\lambda_{1,2}\lambda_{2,3}}{\mu_{2,1}\mu_{3,2}}} = 0,994 .$$

Вероятность состояния II, когда работает только один турникет:

$$p_2 = \frac{\lambda_{1,2}}{\mu_{2,1}} \cdot p_1 = 0,006 .$$

Аналогичным методом:

$$p_3 = \frac{\lambda_{1,2}}{\mu_{2,1}} \cdot p_2 = 0,00004 .$$

Для каждого турникета вычисляем пропускную способность — вероятность обслуживания заявки:

$$Q = 1 - p_c = 1 - \frac{\rho_n}{n!} ; \quad \rho_1 = 1 - \frac{0,00004}{3!} = 0,9999 .$$

Рассмотрим данную систему автоматизированного контроля управлением доступа как задачу с ограниченной длиной очереди.

Рассмотрим следующую задачу: необходимо найти оптимальное число турникетов, если люди проходят через турникет с интенсивностью 5 человек в минуту, а средняя продолжительность одного прохода 3 с.

Для решения имеется

$$\lambda = 5 \text{ мин}^{-1}, \quad t = 0,05, \quad \mu = \frac{1}{t} = 20 \text{ мин}^{-1}, \quad p = \frac{\lambda}{\mu} = 0,25.$$

Число турникетов будем считать для любых  $n$ . Следующие формулы нахождения вероятностей помогут при исчислении обслуживания каналов:

$$p_0 = \left( 1 + \frac{p}{1!} + \frac{p^2}{2!} + \dots + \frac{p^n}{n!} \right)^{-1}.$$

Вероятность неисправности турникета (когда турникет сломан или занят):

$$p_c = \frac{p^n}{n!} \cdot p_0 = \frac{p^n}{n!} \cdot \left( 1 + \frac{p}{1!} + \frac{p^2}{2!} + \dots + \frac{p^n}{n!} \right)^{-1}.$$

Вероятность, что заявка будет обработана (человек пройдёт через турникет):

$$p_i = 1 - p_c = 1 - \frac{p^n}{n!} \cdot \left( 1 + \frac{p}{1!} + \frac{p^2}{2!} + \dots + \frac{p^n}{n!} \right)^{-1}.$$

Среднее число занятых обслуживанием каналов:

$$A = \lambda \cdot Q = \lambda \cdot \left( 1 - \frac{p^n}{n!} \cdot p_0 \right),$$

$$\bar{n} = \frac{A}{\mu} = p \cdot \left( 1 - \frac{p^n}{n!} \cdot p_0 \right).$$

По выполненным вычислениям составляем следующую таблицу:

$n=$	1	2	3
$p_0$	0,8	0,78	0,7789
$p_c$	0,2	0,024	0,002
$p_i$	0,8	0,976	0,998
$\bar{n}$	0,2	4,88	4,99
A	4	0,244	0,2495

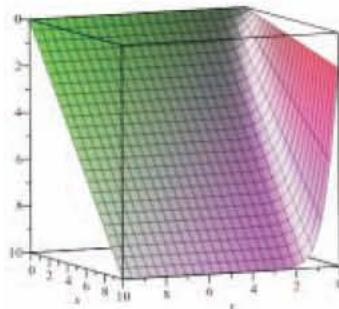
Из таблицы можно сделать выводы: в образовательных организациях как адаптивные автоматизированные системы управления с оптимальным числом турникетов можно считать  $n$ , равную 1, когда по данным выполняется 0,8 заявок за 5 мин. При этом за каждую минуту обслуживаются в среднем 4 заявки. Выполненные вычисле-

ния позволяют заключить, что для образовательного корпуса с малым числом прохода с турникета в обычное время с постоянной интенсивностью обучающихся достаточно использовать один турникет.

В итоге приведем точную формулу вычисления, необходимую для дальнейшего исчисления:

$$A = \lambda \cdot \left( 1 - \frac{p^n}{n!} \cdot \left( 1 + \frac{p}{1!} + \frac{p^2}{2!} + \dots + \frac{p^n}{n!} \right)^{-1} \right).$$

Также нужно учитывать, что в случае роста числа прохода и заявки нужно выполнять исчисления по указанным формулам для нахождения точного числа нуждающихся в использовании турникетов. Для примера было показано вычисление с малыми цифровыми параметрами.



Таким образом, проведены расчеты для изучения и внедрения автоматизированной системы управления и описания в математических формулах. Графически представлены коэффициенты потребления и эффективности системы, также была приведена и решена практическая задача с использованием Марковского процесса гибели и размножения. Марковские процессы и теорию вероятности можем использовать на основе теории автоматизированной системы управления.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Бухалков М.И. Внутрифирменное планирование: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 1999. – 392с.
- 2 Вавилов А.А. Структурный и параметрический анализ сложных систем. – Л., 1979. – 94с.
- 3 Burdakova G.I. Conditions and factors for the formation of successful enterprises in the techn-ecopolis “Komsomolsk Amursk-Solnechny”: Abstract of the scientific degree e.s. – Komsomolsk na Amure: KnAGTU, 2002. – 24 p.
- 4 Vasilenok V.L., Gorshkov V.V., Mysnik V.G., Rusak O.N., Solovev A.I. The problems of forming a new type of economy. 4.1. Ecology, economics: Textbook. – SPb.: SPbGAHPT, 1998. – 174 p.

## СОДЕРЖАНИЕ

### КЛЮЧЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Международный форум мэров городов стран Шелкового пути «Global Silk Road» .....	5
---	---

Вступительное слово Жумагулова Б. Т. на панельной сессии «Научно-экспертное сопровождение проекта “Один пояс, один путь” в рамках Международного форума «Global Silk Road - 2018» .....	7
---	---

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

Жумагулов Б.Т., Жакебаев Д.Б., Абдибеков С.У. Математическое моделирование вырождения энергии турбулентности на основе гибридного метода .....	9
--	---

Балакаева Г.Т., Батенова М.М. Технологии моделирования больших объемов данных с использованием NoSQL .....	16
--	----

Самигулина Г.А., Самигулина З.И. Разработка мультиагентной многофункциональной Smart-системы управления сложными объектами на основе искусственных иммунных систем .....	21
--	----

Жакебаев Д.Б., Каржасубаев К.К., Каруна О.Л., Шахмугамбетова Ж.Е. Математическая модель турбулентного движения крупномасштабных термиков .....	26
--	----

Джомартова Ш.А., Карымсакова Н.Т., Исимов Н.Т., Зиятбекова Г.З., Мазакова А.Т. Программа перевода объемных изображений из PLY-формата в регулярную матрицу высот .....	34
--	----

Жунусова Ж.Х., Иксанов С.Ш., Досмагулова К.А. Математическая модель эффективности адаптивных автоматизированных систем управления в образовательных организациях .....	38
--	----

### МЕТАЛЛУРГИЯ

Орынгөжин Е.С., Цой С.В., Багашарова Ж.Т., Орынгөжса Е.Е. Критический анализ технологий добычи и эксплуатации гидрогенных месторождений урана .....	42
---	----

### НЕФТЕХИМИЯ И ХИМИЯ

Апрелбекқызы Р., Жумагазиева Ш., Литвиненко Ю.А., Бурашева Г.Ш. Кислоты надземной части щавеля конского ( <i>Rumex confertus Willd</i> ) .....	47
--	----

Садурова А.О., Ирмухаметова Г.С., Казыбаева Д.С. Изучение мукоадгезивных свойств пленок на основе геллана, ПВС и их смеси .....	52
---	----