

УДК 519.876.2

## ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ КАК ОСНОВА СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ РЕСУРСАМИ ВУЗА

**Ковалева М.О.**

*ФГБОУ ВПО «Южно-Российский государственный технический университет», Новочеркасск, Россия (346411, Новочеркасск, ул. Буденновская, 93), e-mail: kovaleva-marina@list.tu*

---

В статье раскрывается проблема качества обслуживания в библиотеках вуза. Поставлена задача управления качеством обслуживания библиотеки вуза. Разработана имитационная модель процесса обслуживания читателей и представлена ее реализация в среде Object GPSS, позволяющая в результате функционирования модели получить количественные значения показателей качества обслуживания. Проведена серия вычислительных экспериментов на имитационной модели. Построены функциональные зависимости приведенных показателей качества обслуживания. Предложены экономико-математические модели оценки качества принимаемых решений. Показаны области применения каждого из видов моделей. Произведено сравнение выходных характеристик имитационной модели и моделей оценки качества принимаемых решений. На основе построенных моделей продемонстрирован процесс разработки проекта штатного расписания, позволяющий лицу, принимающему решение, оптимальным образом определить количество персонала и соответствующего квалификационного уровня, необходимого для обслуживания читателей библиотеки вуза в различные периоды времени.

---

Ключевые слова: оптимизация, библиотека вуза, вероятность, теория массового обслуживания, игровая модель.

## SIMULATION MODEL AS A BASIS FOR DECISION SUPPORT SYSTEMS MANAGEMENT UNIVERSITY

**Kovaleva M.O.**

*South Russia State Technical University, Novocherkassk, Russia, (346411, Novocherkassk, Bydennovskaya street 93), e-mail: kovaleva-marina@list.tu*

---

The article deals with the problem of quality of service in the libraries of the university. The goal is quality of service of the university library. Developed a simulation model of the service process is represented by its readers and the implementation of the medium Object GPSS, as a result of the operation allows the model to obtain quantitative values of service quality. A series of numerical experiments on the simulation model. We construct the functional dependence of these indicators of quality of service. Proposed economic and mathematical models for assessing the quality of decisions. Showing the application of each of the types of models. A comparison of the output characteristics of a simulation model, and models assessing the quality of decisions. Based on the constructed models demonstrated the process of developing the project staffing, allowing decision maker, the best way to determine the number of staff and appropriate skill level required for university libraries serving readers in different periods of time.

---

Key words: optimization, the university library, probability, queuing theory, game model.

### Введение

Развитие современной системы образования предполагает повышение требований к качеству подготовки выпускников вузов. Особую роль в улучшении качества образования призвана сыграть информатизация, но не в привычном сегодня для нас понимании учебной информации в цифровом виде, а как создание новой информационно-образовательной среды вуза, адаптированной к существующему образовательному пространству и удовлетворяющей образовательные потребности современного студента. Эффективность обучения в информационно-образовательной среде конкретного учебного заведения во многом зависит от качества компонентов этой среды, от степени их интеграции в

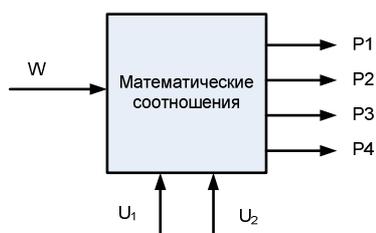
образовательное пространство, от степени их соответствия основополагающим целевым установкам развития образовательного учреждения и от особенностей образовательного процесса.

Современное высшее образование предполагает изменение основных направлений своего развития в соответствии с последними достижениями науки, систематизацию информационной образовательной базы, развитие способности будущих инженеров ориентироваться в нарастающих потоках информации и оперативно извлекать из них значимое для своей деятельности. Это становится возможным при целенаправленном интегрировании всех компонентов информационно-образовательной среды университета в образовательный процесс. Библиотека, как неотъемлемый компонент информационно-образовательной среды вуза и образовательного процесса, вносит свой вклад в их инновационное развитие, совершенствует качество библиотечной деятельности на основе научно обоснованного математического аппарата.

#### **Постановка задачи управления качеством обслуживания библиотеки вуза**

Существующие подходы к организации библиотечной деятельности уже не позволяют в достаточной мере решать проблемы качества обслуживания посетителей библиотеки вуза. Сегодня это становится возможным благодаря использованию информационных систем, основанных на применении математических методов и разработок.

Перед составлением экономико-математических моделей автором осуществлено представление процесса обслуживания читателей в виде системы «вход-выход», представленной на рисунке 1.



*Рис. 1. Система «вход-выход» процесса обслуживания читателей*

В качестве входных переменных рассматривается величина  $W$  – поток читателей (чел). Выходными параметрами являются показатели качества обслуживания читателей, представляющий собой вектор  $P = \langle P_1, P_2, P_3, P_4 \rangle$ , компонентами которого являются: показатель неравномерности загрузки мест обслуживания  $P_1$ , среднее время нахождения в очереди  $P_2$ , Отклонение длины очереди от заданной длины  $P_3$ , суммарная заработная плата  $P_4$ .

В роли управляющих переменных рассматривается вектор  $U = \langle U_1, U_2 \rangle$ , где  $U_1$  – количество точек обслуживания читателей конкретного отдела библиотеки,  $U_2$  – квалификационный уровень библиотекарей.

Применение предложенных показателей требуют разработки и внедрения экономико-математических моделей. В связи со случайным характером изменения потока заявок читателей  $W$  в библиотеку вуза математическое описание процесса обслуживания читателей осуществлено в классе имитационного моделирования.

### Реализация имитационной модели

Имитационная модель ИМ процесса обслуживания создана в среде Object GPSS, который предназначен для моделирования систем массового обслуживания. Имитационная модель представлена следующей схемой алгоритма, реализованным в системе Object GPSS, и приведена на рисунке 2.

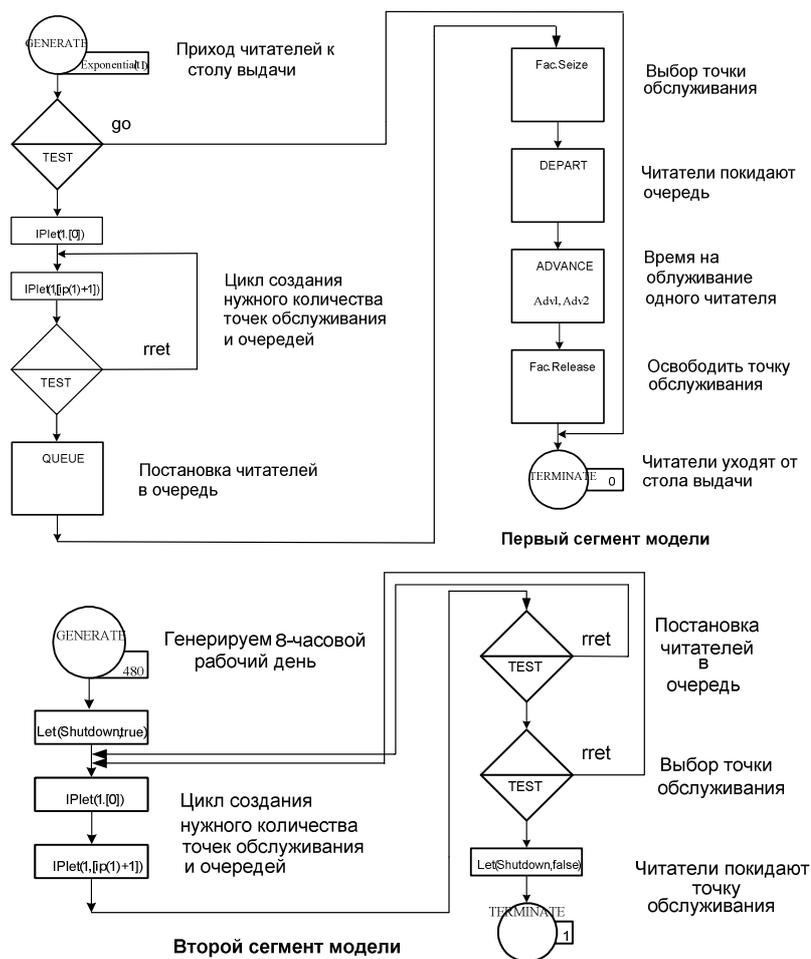


Рис. 2. Схема алгоритма функционирования имитационной модели

В результате функционирования имитационной модели получают значения вектора  $P_i$ ,  $i=1, \dots, 4$ , которые рассматриваются как компоненты векторной целевой функции для модели выбора оптимального решения.

### Проведение экспериментов на имитационной модели

На построенной модели проводились вычислительные эксперименты с целью оценивания характеристик функционирования реального объекта, в результате которого получены зависимости:

- коэффициента неравномерности  $P_1$  от количества точек обслуживания  $U_1$  и квалификационного уровня  $U_2$  (рис. 2, а)  $P_1 = f_1(U_1, U_2)$ ;
- среднего времени нахождения читателя в очереди  $P_2$  от количества точек обслуживания  $U_1$  и квалификационного уровня  $U_2$  (рис. 2, б)  $P_2 = f_2(U_1, U_2)$ ;
- отклонения длины очереди от заданной длины  $P_3$  от количества точек обслуживания  $U_1$  и квалификационного уровня  $U_2$  (рис. 2, в)  $P_3 = f_3(U_1, U_2)$ ;
- суммарной заработной платы  $P_4$  от количества точек обслуживания  $U_1$  и квалификационного уровня  $U_2$  (рис. 2, г)  $P_4 = f_4(U_1, U_2)$ .

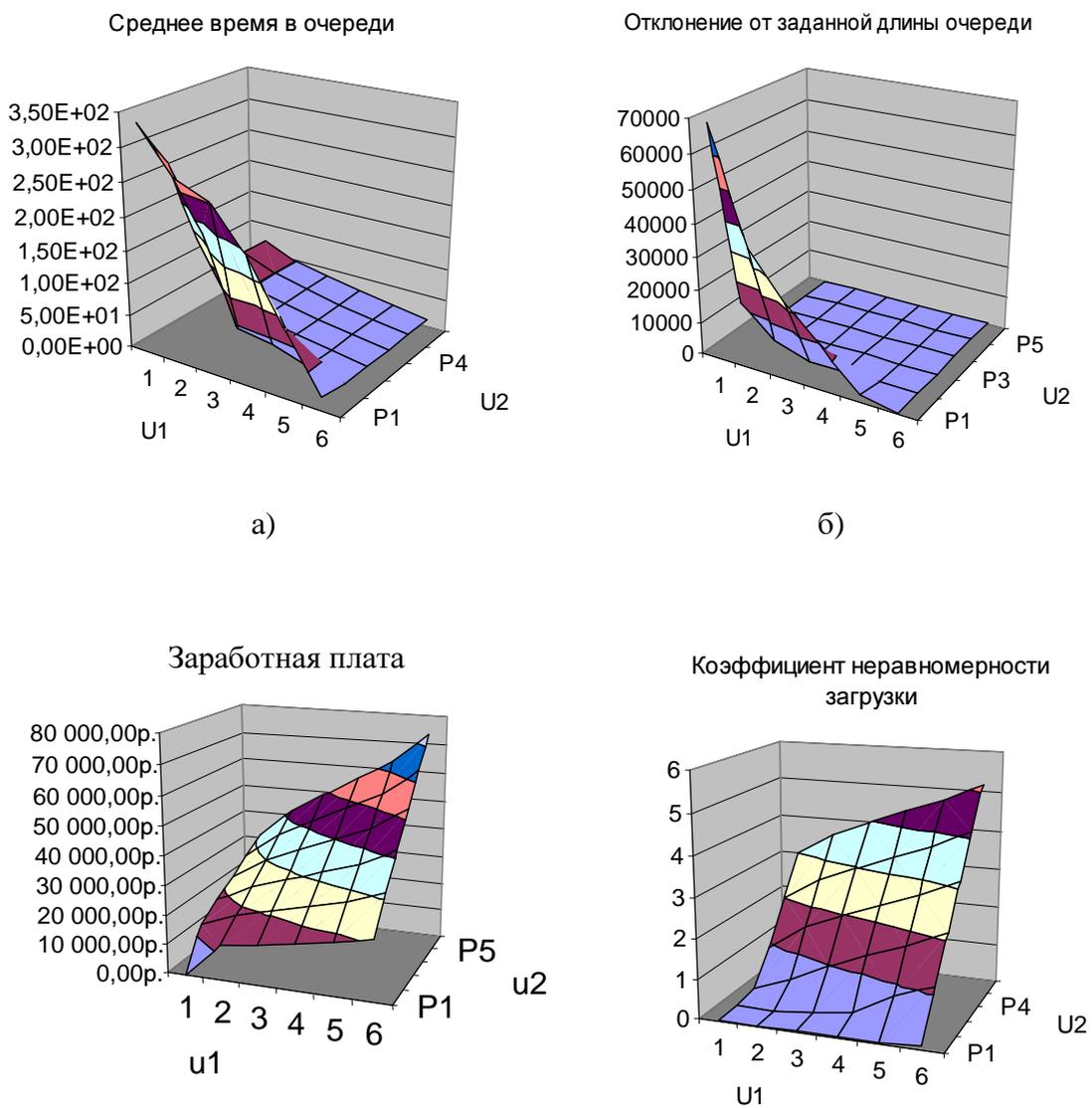


Рис. 3. Функциональные зависимости критериев качества

Таким образом, исходя из полученных зависимостей, можно заключить, что при выявлении характера поведения критериев  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ,  $P_4$  невозможно обеспечить одновременно минимизацию по всем критериям. Противоречивость поведения

коэффициента неравномерности загрузки и средней длины очереди, а также отклонения длины очереди от заданной и суммарной заработной платы требует решения задачи оптимизации в конфликтных ситуациях.

### **Сравнение результатов функционирования имитационной и математической моделей**

Имитационная модель позволяет рассчитать значения квалификационного уровня и оптимальное количество точек обслуживания с точки зрения противоречивых критериев. Расчет на имитационной модели производится по выборочным данным и зачастую не отражает результаты обработки генеральной совокупности. Для повышения надежности принимаемых решений автором разработаны экономико-математические модели оценки качества принимаемых решений относительно обслуживающих точек в библиотеке. Модели построены на основе применения математического аппарата теории массового обслуживания и позволяют оценивать качество принимаемых решений с точки зрения вероятностей загруженности сотрудников.

Для формального описания процесса принятия решений разработаны три вида математических моделей: модель обслуживания с отказом, модель обслуживания с ожиданием, модель обслуживания с ограничением по длине очереди, каждая из которых подробно описана ранее [3].

Для доказательства работоспособности данных моделей были проведены эксперименты и продемонстрирован процесс их использования для принятия решений. При постановке экспериментов на имитационной модели варьировались значения величины  $U_1$  – описывающие количество точек обслуживания читателей – и на выходе получены соответствующие значения пропускной способности системы  $q=1-V_i$ , где  $V_i$  – вероятность отказа точки обслуживания (рис. 2). При проведении экспериментов на моделях, основанных на аппарате теории массового обслуживания, также фиксировались значения величины  $q$ . Данные расчетов для 7 и 15 точек обслуживания сведены в таблице 1.

*Таблица 1*

| Пропускная способность имитационной модели $q$ | Пропускная способность модели с ожиданием $q$ | Пропускная способность модели с ограничением по длине очереди $q$ |
|--|---|---|
| 7 точек обслуживания                           |   |   |
| 0,9995   | 0,9874  | 0,9923  |
| 0,9965   | 0,9590  | 0,9749  |
| 0,9895   | 0,9110  | 0,9455  |

|                       |        |        |
|-----------------------|--------|--------|
| 0,9771                | 0,8554 | 0,9114 |
| 0,9581                | 0,8120 | 0,8848 |
| 0,8026                | 0,7963 | 0,8752 |
| 0,6321                | 0,8109 | 0,8841 |
| 15 точек обслуживания |        |        |
| 0,9951                | 0,981  | 0,9995 |
| 0,9968                | 0,984  | 0,9994 |
| 0,9924                | 0,9997 | 0,9992 |
| 0,9883                | 0,9987 | 0,999  |
| 0,9865                | 0,9961 | 0,998  |
| 0,9816                | 0,9906 | 0,994  |
| 0,9748                | 0,9805 | 0,988  |
| 0,9735                | 0,9647 | 0,977  |
| 0,9651                | 0,943  | 0,964  |
| 0,9606                | 0,9174 | 0,947  |
| 0,9594                | 0,8911 | 0,930  |
| 0,9474                | 0,8683 | 0,916  |
| 0,8899                | 0,8532 | 0,906  |
| 0,7674                | 0,8479 | 0,903  |
| 0,6379                | 0,853  | 0,906  |

Таким образом, предложенные модели позволяют с количественной точки зрения оценить целесообразность решений, рекомендуемых в результате функционирования имитационной модели. Сравнительный анализ свидетельствует о том, что результаты моделирования в заданном интервале изменения аргументов различаются не более чем на 10%.

### **Проект штатного расписания**

В ранее опубликованных работах автором подробно описывался процесс разработки комплекса моделей оптимизации. В данный комплекс входят: экономико-математическая модель поиска оптимальных решений и игровая модель нахождения компромиссных решений. Данная модель базируется на формальном описании антагонистической игры Фон-Неймана [4]. В качестве игроков выбраны критерии качества  $P_i$  и оптимальные значения количества точек обслуживания ( $U_1$ ) и квалификационного уровня ( $U_2$ ) относительно этих критериев. Задача управления ставится следующим образом: при заданном потоке читателей найти такое значение входных управляемых переменных  $U$ , из множества допустимых значений  $U_D$ , при котором критерий качества  $P_i$  достигает оптимума:

$$\forall W, \forall U, \exists U^* \in U_D / P_i(U^*) = \text{opt}P_i(U) [2],$$

где  $U^*$  - значения вектора  $U = \langle U_1, U_2 \rangle$ , являющиеся оптимальным относительно критерия  $P_i$ .

Разработанные модели позволяют составить проект штатного расписания работы библиотеки вуза. В таблице 3 представлены результаты расчетов, где интенсивность прихода читателей I:

$$I = t_{\text{раб}} / n,$$

где n – количество посещений в определенный месяц,  $t_{\text{раб}}$  – общее рабочее время в месяц (160 час.)

Таблица 2

| Месяцы   | Количество посещений | Интенсивность прихода читателей | Проект расписания             |                          |
|----------|----------------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
|          |                      |                                 | Количество точек обслуживания | Квалификационный уровень |
| Январь   | 73                   | 2,19                            | 1, 5, 5                       | 2, 3, 7                  |
| Февраль  | 82                   | 1,95                            | 1, 5, 5                       | 2, 3, 7                  |
| Март     | 67                   | 2,38                            | 1, 4, 5                       | 2, 3, 6                  |
| Апрель   | 60                   | 2,66                            | 1, 4, 5                       | 2, 3, 6                  |
| Май      | 58                   | 2,75                            | 1, 4, 5                       | 2, 3, 7                  |
| Июнь     | 37                   | 4,32                            | 1, 3, 3                       | 2, 2, 5                  |
| Июль     | 15                   | 10,6                            | 1, 2, 2                       | 3, 1, 2                  |
| Август   | 22                   | 7,27                            | 1, 2, 2                       | 3, 1, 2                  |
| Сентябрь | 111                  | 1,44                            | 1, 5, 7                       | 2, 6, 7                  |
| Октябрь  | 92                   | 1,73                            | 1, 5, 7                       | 2, 3, 7                  |
| Ноябрь   | 54                   | 2,36                            | 1, 4, 5                       | 2, 3, 6                  |
| Декабрь  | 45                   | 3,55                            | 1, 3, 4                       | 1, 2, 6                  |
| Январь   | 15                   | 10,6                            | 1, 2, 2                       | 3, 1, 2                  |

На рисунке 5 дано визуальное представление проекта штатного расписания.

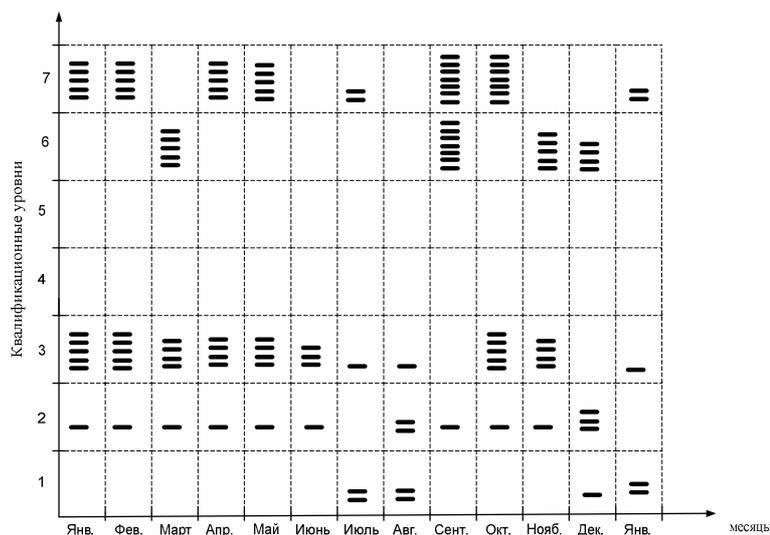


Рис.4. Проект штатного расписания сотрудников библиотеки вуза

На основе предложенного проекта штатного расписания библиотеки вуза лицо, принимающее решение, может оптимизировать процесс распределения управленческих решений в разные периоды времени.

### Научные результаты

Полученные результаты позволяют сформулировать следующие выводы:

1. Поставлена задача управления качеством обслуживания в библиотеке вуза.
2. Продемонстрирован процесс создания имитационной модели, а также реализация в среде Object GPSS. Проведена серия экспериментов на предложенной модели.
3. Произведен сравнительный количественный анализ решений, принимаемых имитационными моделями, основанными на теории массового обслуживания.
4. Продемонстрирован проект штатного расписания работы библиотеки вуза, созданный на базе моделирования.

### Список литературы

1. Вентцель Е.С. *Теория вероятностей*. – М.: Изд-во «Наука», 1969. – 564 с.
2. Вентцель Е.С. *Введение в исследование операций*. – М. : «Сов. радио», 1964. – 384 с.
3. Ковалева М.О. *Модельный подход к оценке качества управления информационными ресурсами вуза* // European Social Science Journal. – 2011. – №11 (14). – С. 65–71.
4. Стрельцова Е.Д. *Комплекс экономико-математических моделей оценки качества управления информационными ресурсами* / Е.Д. Стрельцова, М.О. Яблонская, О.Ф. Ковалев // Вестник Адыгейского университета. – 2011. – №2. – С. 181–185
5. Стрельцова Е.Д. *Экономико-математическое моделирование процессов обслуживания библиотеки вуза* / Е.Д. Стрельцова, М.О. Яблонская, О.Ф. Ковалев //

Государственное регулирование экономики: проблемы и перспективы. Коллективная монография преподавателей, докторантов, аспирантов и студентов кафедры теории и практики государственного регулирования экономики ЮФУ / Юж. фед. ун-т. – Ростов-на-Дону: Изд-во «Эверест», 2011. – С. 56–59.

**Рецензенты:**

Стрельцова Елена Дмитриевна, доктор экономических наук, профессор, ЮРГТУ (НПИ), г. Новочеркасск.

Колпахчян Павел Григорьевич, доктор технических наук, профессор, ЮРГТУ (НПИ), г. Новочеркасск.