

УДК 519.68

Т.В. Мельникова

ОСОБЕННОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ГОСТИНИЧНЫХ СИСТЕМ

Воронежский институт высоких технологий

В статье рассматриваются особенности создания математических моделей для анализа состояний экологических и гостиничных систем. Отмечены характеристики, относящиеся к прогнозу макросостояний экосистем. Обосновывается выбор детерминистического подхода при моделировании экосистем, по сравнению со стохастическим подходом. Для анализа гостиничных систем предлагается использовать теорию систем массового обслуживания. Рассмотрены различные модели управления гостиничными системами. Обсуждаются вопросы, связанные с перспективами использования автоматических систем управления в отелях.

Ключевые слова: экологическая система, математическое моделирование, гостиничные системы.

В настоящее время, благодаря бурному развитию вычислительной техники, идет развитие математических моделей, которые широко применяются для различных прикладных систем. В данной работе рассмотрим, каким образом они применяются при анализе экосистем и систем гостиничного сервиса. Для точного описания моделируемого объекта, учета всех процессов, происходящих в нем стремятся получить аналитические модели, однако, это не всегда возможно, особенно, если речь идет о моделировании сложных систем, к которым относятся экологические и гостиничные системы. В этом случае наиболее эффективно использование имитационных моделей [1-3]. Оценка адекватности моделей проводится на основе сравнения расчетных данных и данных эксперимента.

Целью данной работы является проведение анализа для основных характеристик математического моделирования в экологических системах и системах гостеприимства.

Возможности применения компьютеров в экологии самые различные — проведение обработки результатов наблюдений и экспериментов, формирование баз данных с экологической информацией, развитие компьютерной картография и др. Сейчас процессы внедрения компьютерной техники в экологическую сферу постоянно развиваются, в этой связи нет возможности перечисления всех известных направлений использования компьютеров в экологии.

Можно выделить два подхода при описании экологических процессов — детерминистские и стохастические. При детерминистских — происходит учет лишь основных черт моделируемых явлений, тенденции того, как они их развиваются, при этом в рамках стохастического моделирования можно рассматривать случайные флуктуации, которые

накладываются на такую тенденцию. То, что преимущественным образом используют в экологических исследованиях при построении математических моделей выбирают детерминистский, а не стохастический подход оправдывается тем, что с точки зрения математического отношения детерминистские модели удобнее.

Когда происходит выбор внутренних критериев, мы можем создавать необходимые множества характеристик, которые задействуются в моделях [4-6]. Если существует множество характеристик, в рамках которых происходит определение динамики по некоторой экосистеме, реализованной в имитационных моделях, а также наборы параметров, которые применяются в самоорганизующихся моделях такой же экосистемы, то можно встретиться с четырьмя ситуациями [7-15].

СИТУАЦИЯ 1. Для имитационной модели мы не наблюдаем некоторых существенных факторов. Причем мы под существенными понимаем факторы, которые включаются ЭВМ (без проведения субъективных выборов исследователями) в оптимальные по своим структурам модели, которые будут самоорганизующимися и строятся на базе результатов, полученных в результате проведения натуральных наблюдений над экосистемой. В результате, имитационную модель считают недоусложненной и признают как внутренне неадекватную.

СИТУАЦИЯ 2. Для имитационной модели можно отметить те факторы, которые являются "лишними" (несущественными с точки зрения результатов самоорганизации). Имитационную модель считают усложненной, но при этом ее можно признавать как внутренне адекватную [16-20].

СИТУАЦИЯ 3. В сформированной имитационной модели, мы имеем и значительные характеристики и определенное множество несущественных характеристик. В таких случаях имитационную модель одновременно можно считать как недо-, так и переусложненной, если сравнить с соответствующими самоорганизующимися моделями и ее также необходимо признавать как внутренне неадекватную.

СИТУАЦИЯ 4. Происходит совпадение списков факторов, которые характеризуют состояние экосистем для имитационных и самоорганизующихся моделях (то есть, это может соответствовать варианту сравнения аналитических моделей того, как взаимодействуют популяции в растениях). Имитационные модели должны быть признаны как внутренне адекватные.

Дальнейшие оценки по адекватности моделей для ситуаций 2 и 4 необходимо осуществлять на основе привлечения внешних критериев.

Для систем гостеприимства удобно применять математическую теорию массового обслуживания — это сфера прикладной математики, в

которой используют способы теории вероятностей, а также математической статистики [21-22].

Среди первых задач теории массового обслуживания (ТМО) рассматривались работником Копенгагенской телефонной компании, исследователем Агнером Эрлангом, в первой четверти 20 в. Возникла задача по упорядочению работы телефонных станций и заранее проводить расчет качества обслуживания потребителей как зависимость от количества применяемых устройств.

В качестве цели рассматриваемых в теории массового обслуживания способов можно отметить, в целом, проведение поиска подходящей организации обслуживания, которая будет обеспечивать необходимое его качество. При этом указанную теорию анализируют с точки зрения части операций исследования. В задачах, связанных с теорией массового обслуживания, сформулированных математическим образом, во многих случаях идут к тому, чтобы изучать специальные типы случайных процессов. Основываясь на указанных вероятностных характеристиках в поступающем потоке вызовов и длительности обслуживания и рассматривая схемы систем обслуживания, в теории происходит определение соответствующих характеристик качества по обслуживанию (вероятности отказа, средние времена ожидания начала обслуживания, средние времена простоя линий связи и др.).

Одним из важных условий, связанных с использованием СМО можно назвать условие, связанное с тем, что поток заявок для обслуживания необходимо рассматривать простейший. Такие простейшие потоки обладают тремя характеристиками: стационарность; «без последствия»; ординарность.

Стационарность является свойством, которое состоит в том, что вероятность входа определенного количества заявок в интервал времени, имеющий длину τ определяется длиной такого интервала и не зависит в каком месте такой интервал существует на временной оси.

Поток «без последствия» состоит в том, что когда для любых не перекрывающихся участков времени количество заявок, которые попадают на один из участков, не зависит от количества заявок, которые попадают на другие участки.

Для свойства ординарности характерно то, что вероятность того, что попадем на участок τ двух или более заявок, является пренебрежимо малой, если сравнивать с вероятностью того, что попадает одна заявка.

Основными характеристиками, которые приняты в СМО, можно назвать следующие:

- 1) вероятность того, что заявка потеряна: $P_{\text{отказа}} = P_{\text{потерь}}$
- 2) вероятность того, заняты k каналов: P_k
- 3) среднее число каналов, которые являются занятыми

$$\overline{N}_3 = \sum_{k=1}^n k \times P_k$$

4) коэффициент простоя каналов

$$K_k = \frac{N_0}{n},$$

где N_0 количество незанятых каналов, n общее число каналов

5) величина, характеризующая среднюю длину очереди

$$M_{\text{ожид}} = \sum_{k=n}^{\infty} (k-n) \times P_k$$

б) величина, характеризующая среднее число требований, которые находятся на обслуживании

$$M = \sum_{k=1}^{\infty} k \times P_k = M_{\text{ожид}} + N_3$$

Как показатели эффективности СМО используют, например, среднее число заявок в очереди, среднее время обслуживания и др.

Величину эффективности СМО мы можем определять, применяя такую методику:

$$(*) E^{\text{СМО}} = E_{\text{МАХ}}^{\text{СМО}} - E_{\text{потерь}}^{\text{СМО}} = P_{\text{обслуж}} \cdot \lambda \cdot c \cdot T - (q_{\text{ожид}} M_{\text{ожид}} + q_{nk} N_k + q_k N_3) \cdot T,$$

где $q_{\text{ожид}}$ – потери, связанные с результатом ожидания 1 заявки для единицы времени;

q_{nk} – стоимость простоя по одному каналу для единицы времени;

q_k – стоимость эксплуатации по одному каналу для единицы времени;

(*) – демонстрирует один из возможных способов при проведении оценки эффективности СМО. В основном для того, чтобы получать высокоточные оценки эффективности привлекают имитационные модели.

Для современного этапа существования общества СМО используют для разных отраслей в экономике. Одно из приложений СМО - это процессы, связанные с организацией сервиса и туристического бизнеса. Для отечественных приложений бизнеса – процессы, связанные со сферой сервиса и туризма могут быть охарактеризованы короткой историей работы и развития и, поэтому, недостаточным образом научно организованы и обоснованы. В течение последних лет происходит активное развитие туристического и гостиничного бизнеса в России, это определяет необходимость увеличения качества обслуживания, обеспечения внедрения передовых технологий, а также научных и технических достижений. В результате, идет повышение роли

математических методов при организации бизнеса в сферах сервиса и туризма.

Можно рассмотреть задачу, связанную с распределением туристских групп среди гидов в зависимости от того, какая интенсивность потока туристов. Пусть величина интенсивности потока туристов для отеля равна 150 человек в неделю. Имеем 3 гида на отель, каждый из них обеспечивает требуемой информацией в среднем 1 группу прибывающих туристов за час.

В данной задаче мы можем рассчитывать по вышеуказанным формулам данные по системам массового обслуживания и сделать анализ возможностей их улучшения, то есть, провести оптимизацию обслуживания туристических потоков.

Ту задачу, которую мы рассмотрели, относят к СМО при неограниченной очереди, которая характеризуется тем, что количество заявок для очередей не является ограниченным (может быть больше, чем определенное заданное значение).

В результате, мы убеждаемся, что СМО имеет определённое количество обслуживающих единиц (приборы, устройства, пункты, в нашей задаче - гиды), которые представляют собой каналы обслуживания. В том случае, если каналов обслуживания от двух и больше, тогда будет многоканальная система.

С точки зрения практики любую СМО для туристического или гостиничного бизнеса можно рассматривать с точки зрения многоканальной СМО, имеющую с неограниченную очередь.

Теория массового обслуживания представляет собой один из ключевых средств, которые необходимы в туристической сфере, помогающая выявлять при определённых дисциплинах обслуживания порядки выбора заявок из тех, которые поступают и порядки распределения их среди свободных каналов.

Когда решается вопрос о том, чтобы установить автоматизированные системы управления отелями, то во многих случаях подразумевается задача, касающаяся автоматизации элементарных производственных процессов. Так как во всех системах управления отелями более или менее успешным образом решаются многие производственные задачи, которые связаны с проведением бронирования и обслуживания гостей, то и выборы большей частью определяются только ценовыми характеристиками покупаемых продуктов.

Если говорить о тенденциях развития в России, то они в значительной мере имеют совпадение с мировыми тенденциями, но есть и особенности, которые касаются непосредственно стилей управления. Например, для России есть преобладание европейских, американских и советских моделей управления. Есть отличие европейской модели:

1. осуществление индивидуального обслуживания для клиентов;
2. отели характеризуются высокой репутацией и известностью и высококлассным обслуживанием;
3. достаточно дорогие отели располагаются в уникальных местах и зданиях, в исторических центрах городов;
4. существуют характеристики традиционности и требовательности дорогих отелей с точки зрения их отношения к постояльцам;

В американской модели гостеприимства существуют факторы как европейской модели, так и азиатской. Например, внутри центров крупных американских городов мы можем наблюдать распространение отелей класса "люкс", которые отвечают требованиям обычных европейских отелей (по стилю, небольшие размеры, проведение индивидуального обслуживания). При этом, базовые курорты и туристские центры в стране имеют отели, являются внешне и внутренне похожими на азиатские (в них хорошая вместимость, много роскоши, можно наблюдать огромную развитую инфраструктуру).

В восточно-европейской модели гостеприимства можно выделить отдельно от европейской вследствие того, что существует большая доля постсоветских организаций в гостиничной индустрии, и еще, подобно американской модели, есть соседство отелей, типичных как для европейских, так и для азиатских моделей. При этом, на современном этапе существования гостиничных рынков на постсоветском пространстве Европы можно отметить строительство новых средств размещения, подобным тем, которые в Европы.

Вывод. Таким образом, в данной работе проведен краткий анализ возможностей использования математических моделей, связанных с моделированием экологических систем и систем гостеприимства. Приведены практические примеры применения таких математических моделей. Показано, что в ряде случаев применение статистических моделей позволяет достичь хороших для практики результатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Семенова В.А., Калаев В.Н., Преображенский А.П., Голуб В.Б. Способ оценки загрязнения окружающей среды / патент на изобретение RUS 2372617 26.05.2008
2. Артюхов В.Г., Калаева Е.А., Путинцева О.В., Преображенский А.П. Математические модели кислородсвязывающей функции интактного и модифицированного УФ-облучением гемоглобина человека в присутствии оксида углерода /Биофизика. 2007. Т. 52. № 1. С. 24-32.
3. Калаев В.Н., Калаева Е.А., Преображенский А.П., Хорсева

- О.В.Регрессионный анализ в биологических исследованиях /Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2007. Т. 6. № 3. С. 755-759.
4. Калаев В.Н., Артюхов В.Г., Преображенский А.П. Способ изучения суточного ритма цитогенетических показателей древесных растений /патент на изобретение RUS 2365091 05.12.2007
 5. Калаев В.Н., Карпова С.С., Артюхов В.Г., Львович И.Я., Преображенский А.П. Способ изучения суточного ритма цитогенетических показателей древесных растений / патент на изобретение RUS 2365092 05.12.2007
 6. Артюхов В.Г., Калаева Е.А., Путинцева О.В., Преображенский А.П. Параметры кислородсвязывающей функции гемоглобина человека, модифицированного оксидом углерода и УФ-светом / Радиационная биология. Радиоэкология. 2008. Т. 48. № 2. С. 177-184.
 7. http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Library/Book2/Content999/Content_z.htm.
 8. <http://skachate.ru/matematika/38127/index.html>.
 9. <http://skachate.ru/himiya/17207/index.html>.
 10. <http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Library/Book2/Content510/Content510.htm>.
 11. <http://kzdocs.docdat.com/docs/index-41250.html>.
 12. Калаев В.Н., Буторина А.К., Левински М.В., Преображенский А.П. Оценка генотоксичности окружающей среды в городах республики Молдова по результатам микроядерного теста в буккальном эпителии детей / Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2008. Т. 7. № 1. С. 196-200.
 13. Калаев В.Н., Калаева Е.А., Артюхов В.Г., Преображенский А.П. Применение кластерного анализа в биологических исследованиях /Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2007. Т. 6. № 4. С. 1008-1014.
 14. Львович И.Я., Куролап С.А., Сербулов Ю.С., Корчагина В.А., Преображенский А.П. Геоинформационное моделирование и оценка качества окружающей среды / Вестник Воронежского государственного технического университета. 2008. Т. 4. № 9. С. 42-45.
 15. Львович И.Я., Преображенский А.П., Орешкин М.А., Калаев В.Н. Разработка обучающей системы по генетическим показателям / Вестник Воронежского государственного технического университета. 2010. Т. 6. № 1. С. 4-6.
 16. Вострикова Т.В., Калаев В.Н., Преображенский А.П., Львович И.Я. Оценка степени загрязнения окружающей среды по морфологическим показателям однолетних цветочно-декоративных растений (на примере петунии гибридной) / Вестник Воронежского государственного

- технического университета. 2008. Т. 4. № 10. С. 9-13.
17. Калаев В.Н., Игнатова И.В., Карпова С.С., Попова А.А., Преображенский А.П., Львович И.Я. Интернет-ресурс, посвященный цитогенетическим исследованиям древесных растений / Вестник Воронежского государственного технического университета. 2010. Т. 6. № 8. С. 94-97.
 18. Вострикова Т.В., Калаев В.Н., Воронин А.А., Преображенский А.П., Львович И.Я. Влияние природно-климатических факторов на фенологические показатели петунии гибридной / Вестник Воронежского государственного технического университета. 2011. Т. 7. № 3. С. 56-60.
 19. Баранова Т.В., Калаев В.Н., Воронин А.А., Симонова Л.И., Преображенский А.П., Львович И.Я. Сортооценка по декоративным признакам некоторых Ла-гибридов лилии, выращенных на субстратах различного состава / Фундаментальные исследования. 2012. № 4-1. С. 177-179.
 20. Баранова Т.В., Калаев В.Н., Воронин А.А., Преображенский А.П., Львович И.Я. Успешность интродукции сортов *lobelia erinus* L. в центральном черноземье / Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2011. Т. 16. № 6. С. 1580-1582.
 21. Москальчук Ю.И. Проблемы оптимизации инновационных процессов в организациях / Ю.И.Москальчук, Е.Г.Наумова, Е.В.Киселева // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2013. № 2. С. 10.
 22. Чопоров О.Н. Методы анализа значимости показателей при классификационном и прогностическом моделировании / О.Н.Чопоров, А.Н.Чупеев, С.Ю.Брегеда // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2008. Т. 4. № 9. С. 92-94.

T. V. Melnikova

**THE KEY FEATURES OF MATHEMATICAL MODELLING OF
ENVIRONMENTAL AND HOTEL SYSTEMS**

Voronezh Institute of high technologies

In paper the features of creation of mathematical models for analysis of ecological and hotel systems are considered. The characteristics relevant to the prediction of the ecosystem continues are marked. The selection of the deterministic approach to modeling of ecosystems, compared to the stochastic approach is considered. To analyze hospitality systems is proposed to use the theory of queueing systems. The different models of hotel management systems are shown. The issues related to the prospects of using automated management systems in hotels are discussed.

Keywords: ecological system, mathematical modelling, hotel system.