

УДК 658:001.89; 338:001.89

**Б.Ю. СЕРБИНОВСКИЙ**

*зав. кафедрой экономики и менеджмента  
Педагогического института Южного федерального университета,  
доктор экономических наук, профессор, г. Ростов-на-Дону  
e-mail: serbinovskiy@mail.ru*

**Д.П. ОЛИШЕВСКИЙ**

*аспирант Южного федерального университета,  
г. Ростов-на-Дону  
e-mail: olishevsky@mail.ru*

**Т.Г. ГУСЕНКО**

*зам. декана факультета высоких технологий  
Южного федерального университета, старший преподаватель,  
г. Ростов-на-Дону  
e-mail: decanat@fot.sfedu.ru*

## УПРАВЛЕНИЕ ЗАЯВКАМИ ПРИ ОКАЗАНИИ НАУКОЕМКИХ УСЛУГ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМ КОМПЛЕКСОМ

Рассмотрен процесс моделирования центра коллективного пользования, обеспечивающего режим коллективного пользования дорогостоящим прецизионным научно-технологическим оборудованием с целью оказания наукоемких услуг. Описана имитационная модель объекта в программной среде AnyLogic5, показывающая функционирование центра в режиме массового обслуживания.

*Ключевые слова:* центр коллективного пользования, имитационное моделирование, система массового обслуживания, AnyLogic5.

Развитие научно-технологического потенциала для реализации приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации является целью федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2012 гг.». Оно обеспечивается за счет модернизации инновационной инфраструктуры, в том числе сети центров коллективного пользования научным оборудованием (ЦКП). ЦКП — это научно-исследовательский комплекс, обеспечивающий режим коллективного пользования уникальным специальным научно-технологическим оборудованием (как правило, дорогостоящим) с целью эффективного оказания наукоемких услуг<sup>1</sup>.

Усиление уже существующих ЦКП, а также бурный рост их количества по всей стране происходили с середины 1990-х гг. при поддержке РАН и Российского фонда фундаментальных исследований. Толчком к

развитию сети ЦКП послужила реализация в 2002–2006 гг. федеральной целевой научно-технической программы. Однако вопросу управления научными мощностями ЦКП различного типа не было уделено должного внимания.

Постановка задачи заключалась в следующем. ЦКП «Высокие технологии» создан в 2005 г. на базе Ростовского государственного университета, Таганрогского государственного радиотехнического университета<sup>2</sup> и Южно-Российского государственного технического университета, которые располагали уникальным оборудованием и выполняли исследования в области нанотехнологий. Особенности данного ЦКП являются удаленное размещение лабораторий и их достаточно узкая научная (отраслевая) направленность. Центр образован тремя территориальными кластерами, представляющими собой распределенную сеть лабораторий, расположенных в Ростове-на-Дону, Новочеркасске и Таганроге. Каждый кластер

имеет как разное, так и по несколько единиц равнозначного учебно-научного оборудования (в рассматриваемом случае это группа сканирующих туннельных микроскопов типа «Nanoeducator» и «УМКА»). Необходимо обеспечить максимальную загрузку данного оборудования.

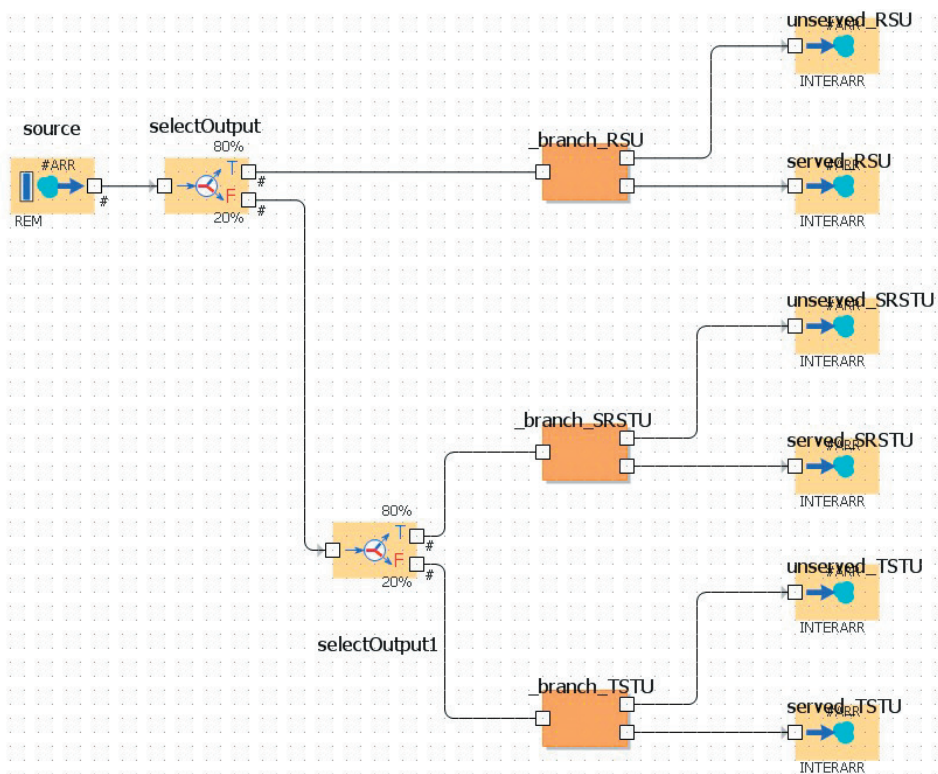
Общее управление центром реализуется через офис проектов и услуг (ОПУ) ЦКП, который распределяет заявки на услуги таким образом, чтобы обслужить максимальное количество заявок при минимальном числе отклоненных, что позволяет обеспечить максимальную загрузку оборудования.

Для решения задачи оптимального обслуживания общего потока заявок была построена модель ЦКП «Высокие технологии» в среде имитационного моделирования AnyLogic5 с использованием стандартных объектов библиотеки дискретно-событийного моделирования Enterprise Library. Программный инструмент AnyLogic основан на объектно-ориентированной концепции. Объектно-ориентированный подход к представлению сложных систем является лучшим на сегодняшний день методом управления сложностью информации. Эта концепция позволяет простым и естественным образом организовать

и представить структуру сложной системы. Другая базовая концепция AnyLogic заключается в представлении модели как набора взаимодействующих параллельно функционирующих активных элементов.

В соответствии со структурой ЦКП модель имеет вид ветвящегося дерева лабораторий и филиалов, в основании которого находится ОПУ (рис.).

Поток заявок  $P_k(f)$  (принят простейшим с экспоненциальным распределением и параметром  $\lambda$ ) на использование группы научных мощностей поступает в ОПУ ЦКП, который равномерно размещает их в кластерах центра (при помощи двух блоков ветвления) в соответствии с наличием запрашиваемого оборудования. Каждый кластер ЦКП руководствуется внесистемной приоритетной дисциплиной с относительным приоритетом при обслуживании заявок по исследованиям в рамках контрактов федеральной целевой научно-технической программы перед всеми остальными заявками. Каждая заявка содержит в себе номер (наименование) требуемого научного оборудования и номер методики исследования, время обслуживания и время актуальности. Заявки подразделяются на три вида: учебные, научные и коммерческие.



Древовидная структурная схема корневого объекта модели

*Учебные заявки* — это заявки от кафедр и факультетов вузов — участников ЦКП на использование оборудования в учебном процессе, а также в ходе исследований при выполнении выпускных работ студентами и аспирантами. Такие заявки однообразны и характеризуются малыми объемами и сроками исследования, время актуальности — среднее (порядка двух недель). Учебные заявки — самые предсказуемые из всех заявок, обслуживаемых центром, так как учебные работы проводятся в заранее установленные расписанием сроки по стандартным методикам с хорошо отработанными параметрами. Элемент неизвестности заявки отражает то, насколько аккуратны обучающиеся при подготовке и проведении измерений, поскольку от этого зависит количество повторений лабораторной работы.

*Научные заявки* представляют собой заявки на исследования фундаментального и прикладного характера НИИ и факультетов вузов-партнеров или собственные исследования ЦКП (в том числе и научные исследования на договорной основе). Заявки такого типа связаны с выполнением научно-исследовательских работ по грантам различных федеральных фондов и программ. Научные заявки требуют продолжительного использования оборудования, имеют большой объем и длительное время актуальности. На первоначальном этапе исследований существует неопределенность при выборе режима исследования, поскольку ученый не всегда знает, какого рода и в каком объеме потребуется проводить измерения. С этим связана большая продолжительность обслуживания научных заявок и значительный объем проводимых работ.

*Коммерческие заявки* — заявки на услуги, предоставляемые ЦКП сторонним организациям на договорной основе. Прежде всего, это одноразовые заказы на проведение измерений на аналитическом оборудовании центра и выполнение работ по договорам с предприятиями пищевой, фармацевтической и перерабатывающей промышленности. Коммерческие заявки имеют среднюю продолжительность обслуживания и малый объем, однако это самые «нетерпеливые» заявки с коротким временем актуальности (порядка нескольких дней). Причем заказчик

требует максимально точные и полные результаты исследования.

В приоритетной очереди каждого кластера проверяется время нахождения заявки на обслуживании, и если оно превысит время актуальности, то заявка теряется. После обслуживания заявки выявляется, необходимы ли повторные измерения, и если это требуется, то она становится на повторное обслуживание. Обслуженная заявка покидает систему ЦКП.

В модели на основе статистических данных вычисляются следующие показатели качества обслуживания заявок (по кластерам): средняя длина очереди к приборам  $M(t)$ ; среднее время нахождения в очереди обслуженной  $T_{о.з}$  и потерянной  $T_{п.з}$  заявок в системе ЦКП; коэффициент использования научного прибора  $K_{исп}$ ; количество заявок в системе  $N$ ; количество обслуженных  $N_{об}$  и необслуженных  $N_n$  заявок и их процентное соотношение.

Основной целью имитационного моделирования является изучение возможности повышения эффективности функционирования ЦКП при обслуживании потока однородных заявок посредством выявления оптимальных или близких к оптимальным режимов использования дорогостоящего аналитического оборудования.

Цель проведения экспериментов состоит в том, чтобы определить показатели качества оказания ЦКП наукоемких услуг в зависимости от входящих потоков заявок. Исходными данными для экспериментов стали данные мониторинга работы центра в 2005–2008 гг. Суммарное количество заявок на сканирующие туннельные микроскопы (по журналу учета рабочего времени загрузки научного оборудования) в 2005 г. составило 135, в 2006 г. — 163, в 2007 г. — 170, в 2008 г. — 180.

За 2008 г. в систему поступило около 180 заявок, параметр экспоненциального распределения  $\lambda = 0,5$ , что соответствует поступлению в среднем одной заявки в течение двух дней. Однако при имитационном моделировании сложных экономических объектов применение потока Пуассона приводит к ошибочному представлению о качестве функционирования объекта, следовательно, использование его для исследования ЦКП в

чистом виде неприемлемо. Для приведения простейшего потока в соответствие с реальным входящим потоком заявок в имитационную модель ЦКП введено сезонное изменение интенсивности потока. В объекте Source, генерирующем заявки, при помощи табличной функции изменяется (от нуля до единицы в зависимости от модельного времени года) параметр экспоненциального распределения  $\lambda$ .

С моделью были проведены следующие эксперименты:

1. В систему поступают только научные заявки. Вероятность возникновения приоритетной заявки — 0,25. Научные заявки характеризуют длительное время обслуживания, длительное время актуальности заявки, большое число повторов измерений.

2. В систему поступают только учебные заявки. Приоритетные заявки отсутствуют, вероятность их появления равна нулю. Для учебных заявок характерно короткое время обслуживания, среднее время актуальности заявки, среднее число повторов измерений.

3. В систему поступают только коммерческие заявки. Вероятность возникновения приоритетной заявки равна нулю. Коммерческие заявки характеризуются средним временем обслуживания, коротким временем актуальности заявки, малым количеством повторов измерений.

4. Заявки разного типа поступают в случайные моменты времени в соответствии с нормальным законом распределения. Вероятность возникновения приоритетной заявки — 0,25.

Во всех экспериментах требуемые методика и повторяемость измерений подчиняются равномерному закону распределения, время обслуживания и время актуальности заявки — нормальному закону распределения.

В ходе проведения экспериментов над имитационной моделью ЦКП с заданными параметрами за отрезок модельного времени, интерпретируемый как один год реального времени (365 модельных дней), были получены приведенные в таблице результаты.

При обслуживании потока только научных заявок коэффициент использования оборудования выше, чем в остальных случаях, но теряется более половины поступивших заявок. Из-за повторения измерений, требуемых при обслуживании научных заявок, значительно увеличивается время обслуживания каждой заявки, а также очередь к приборам. Очевидно, что необходимо ужесточить требования к подготовке проведения научных исследований на аналитическом оборудовании, чтобы повторные измерения занимали минимум времени.

При обслуживании учебных и коммерческих заявок количество потерянных заявок не так велико, как при обслуживании научных, — сказываются небольшие объемы исследований. В общем потоке все типы заявок конкурируют между собой за использование научных мощностей, что, с одной стороны, повышает количество потерянных заявок в общем потоке научных заявок, а с другой — снижает коэффициент использования дорогостоящего оборудования.

### Результаты экспериментов

Показатель		Эксперимент			
		1	2	3	4
Средняя длина очереди к приборам $M(t)$	Ростовский кластер	5,72	1,22	0,10	2,95
	Новочеркасский кластер	3,60	0,41	0,06	2,34
	Таганрогский кластер	5,29	0,30	0,03	1,28
Коэффициент использования оборудования $K_{исп}$	Ростовский кластер	0,88	0,55	0,24	0,71
	Новочеркасский кластер	0,70	0,42	0,18	0,62
	Таганрогский кластер	0,92	0,41	0,16	0,54
Среднее время нахождения в очереди обслуженной заявки $T_{о. з}$ , дней		29,17	5,15	0,83	15,31
Среднее время нахождения в очереди потерянной заявки $T_{п. з}$ , дней		40,45	5,83	1,76	17,78
Количество заявок, всего		140	188	155	182
обслуженных (%)		65 (46,5)	152 (80,9)	138 (89,0)	127 (69,8)
потерянных (%)		75 (53,5)	36 (19,1)	17 (11,0)	55 (30,2)

Таким образом, чтобы повысить уровень загрузки оборудования и учесть приоритетность учебных заявок в определенные периоды, при решении задачи максимальной загрузки однородного научного оборудования ЦКП целесообразно управлять общим потоком заявок и составлять годовой план работы ЦКП, в котором необходимо выделять время для обслуживания только учебных заявок в период сессии. В остальное время график обслуживания может включать все заявки из общего потока. Это подтверждается результатами анализа работы ростовского кластера ЦКП в период подготовки дипломных проектов студентами (из-за загруженности оборудования по причине проведения научных исследований до десяти учебных исследовательских заявок не выполнено в полном объеме).

Дополнительный эффект с точки зрения максимизации загрузки оборудования и

минимизации количества потерянных заявок, а также увеличения доходности ЦКП достигается путем оптимизации очередей и управления обслуживанием потока заявок при помощи назначения внутрисистемных приоритетов заявок (приоритет по времени актуальности и ценовой приоритет). Приоритеты по времени, актуальности и цене могут учитываться в модели распределения очередности выполнения заявок.

#### Примечания

<sup>1</sup> Панич А.Е., Свечкарев В.П., Олишевский Д.П. и др. Центр коллективного пользования научным оборудованием «Высокие технологии» Южного корпоративного университета. Новочеркасск, 2006.

<sup>2</sup> Правопреемником ГОУ ВПО «Ростовский государственный университет» и ГОУ ВПО «Таганрогский государственный радиотехнический университет» является ФГОУ ВПО «Южный федеральный университет».

УДК 338.45:69  
ББК 65.01:36.6

**В.В. БУЗЫРЕВ**  
*доктор экономических наук, профессор Санкт-Петербургского государственного инженерно-экономического университета*  
*e-mail: dept.emvs@engec.ru*

**К.Б. СТРОКИН**  
*кандидат экономических наук, доцент*  
*Ивановского государственного архитектурно-строительного университета*  
*e-mail: baobr@mail.ru*

**Н.В. ЧЕПАЧЕНКО**  
*доктор экономических наук, профессор*  
*Санкт-Петербургского государственного инженерно-экономического университета*  
*e-mail: dept.emvs@engec.ru*

## МЕТОДОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА К УПРАВЛЕНИЮ РАЗВИТИЕМ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СПАДА

Раскрыты методологические положения комплексного подхода к управлению ростом и развитием предприятий строительного комплекса. Методологические положения рассматриваются в качестве базы, необходимой для осуществления методических разработок в области комплексного управления процессом жизнедеятельности, а также ростом и развитием строительных предприятий в рыночной среде.

**Ключевые слова:** методология, методологические положения, комплексный подход, процессы жизнедеятельности, рост, развитие, строительное предприятие, методы управления.

В условиях экономического кризиса нарушаются процессы функционирования как рынков, так и хозяйствующих субъектов,

что актуализирует проблему минимизации рисков, снижения темпов падения экономического роста, поддержания развития рос-