

ЦЕНТР КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ НАУЧНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ И МОДЕЛИ ЕГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

© 2007 г. Д.П. Олишевский

Центр коллективного пользования (ЦКП) Южного корпоративного университета (ЮКУ) «Высокие технологии» был создан в 2005 году на базе организаций – участников Южного корпоративного университета: Ростовского государственного университета, Таганрогского государственного радиотехнического университета (ТРТУ) и Южно-Российского государственного технического университета (ЮРГТУ), вузов, в которых в основном сосредоточены исследования в области нанотехнологий.

Особенностью ЦКП «Высокие технологии» является удаленное друг от друга размещение лабораторий, причём каждая из них имеет достаточно узкую научную (отраслевую) направленность. На сегодняшний день центр представляет собой распределённую сеть лабораторий в Ростове-на-Дону на территории НКТБ «Пьезоприбор» и ФВТ ЮФУ, НИИ Физики ЮФУ, НИИ ФОХ ЮФУ, а также НИИ МиПМ ЮФУ: лаборатория нано- и микроструктур, включает в себя опытно-технологический участок мелкосерийного производства наноструктур, материалов и элементов на их основе и лабораторный участок по созданию и изготовлению наноструктур. Центр коллективного пользования имеет 2 филиала: «Нанотехнологии ЮРГТУ» (г. Новочеркасск) и ЦКП Технологического института ЮФУ (г. Таганрог).

Структурные подразделения научного оборудования ЦКП сформированы как структурные подразделения соответствующего Участника, приказом соответствующего ректора и функционируют на основе собственных Положений. Но вопросы совместного использования научного оборудования, а также другие вопросы, отнесенные к общей компетенции решаются в рамках Положения о ЦКП ЮКУ «Высокие технологии» Дирекцией ЦКП.

Основу функционирования ЦКП составляет режим коллективного пользования дорогостоящим приборным, техническим и технологическим оборудованием Участниками ЦКП, а также сторонними пользователями, которые пользуются услугами ЦКП. Поэтому в функциональные обязанности начальника ЦКП входит утверждение графиков выполнения совместных работ, осуществ-

ление оперативного руководства научно-организационной, административной и финансовой деятельностью ЦКП и организация эффективной эксплуатации научного оборудования при взаимодействии структурных подразделений научного оборудования ЦКП в рамках совместных проектов.

На практике часто возникает необходимость в проведении комплексных исследований, предполагающих использование научного оборудования нескольких лабораторий ЦКП. В этом случае необходимо оптимизировать план оказания центром данной услуги с учетом ограничений по загруженности научного оборудования.

Степень эффективности функционирования ЦКП в значительной мере определяется согласованностью характеристик организационной структуры (размера, степени гибкости, культуры и традиций) и факторов, привносимых научно-исследовательскими проектами (их количества, размеров, сложности, степени уникальности, продолжительности и др.). Поэтому ЦКП обычно разрабатывают собственные подходы к построению организационной структуры для управления проектами, комбинируя основные формы: функциональную, функционально-проектную матрицу и чисто проектную (то есть функциональную, посвященную одному проекту). Каждая из них имеет свои сильные и слабые стороны. Каждая из них может функционировать с различной степенью эффективности, зависящей от характеристик основной организации и проектов.

Так как в большинстве проектов и услуг будут участвовать различные лаборатории, имеющие различные значимые функции в этом проекте, то за основу взяты «сложные» организационные структуры управления проектами, имеющие 3 принципиальные разновидности:

1. управление проектом реализует заказчик;
2. управление проектом реализует генеральный подрядчик;
3. управление проектом реализует специализированная управляющая фирма.

В нашем случае предлагается гибридная организационная структура управления проектами, которая в зависимости от конкретной оказываемой услуги, будет изменяться.

В процессе дооснащения ЦКП научно-исследовательским оборудованием будет выработан набор схем организационных структур управления проектами и услугами.

Функционирование ЦКП является по своей сути массовым обслуживанием, для исследования которого применим имитационное моделирование. При моделировании рассматривается следующая постановка задачи: ЦКП имеет офис проектов и услуг (ОПУ) и три филиала обладающих как равнозначным, так и дорогостоящим уникальным научным оборудованием, которому необходимо обеспечить максимальную загрузку по времени. ЦКП обслуживает заявки, которые можно разделить на три типа по назначению:

- учебные – заявки на использование оборудования в ходе выполнения выпускных работ студентами и аспирантами;
- научные – исследования НИИ и факультетов вузов-участников ЦКП;
- коммерческие – услуги предоставляемые ЦКП сторонним организациям, на договорной основе.

По содержанию заявки классифицируются на:

- обычные – простые заявки на дорогостоящее, но неуникальное оборудование, имеющееся во всех филиалах ЦКП;
- заявки на уникальное оборудование, которое есть только в одном каком-либо филиале центра;
- комплексные – заявки, требующие целую цепочку услуг на различном научном оборудовании.

Приоритетом в очереди на обслуживание обладают заявки по исследованиям в рамках контрактов федеральной целевой научно-технической программы. Каждая заявка содержит в себе требуемое научное оборудование и методику исследования, время обслуживания и время актуальности. Комплексная заявка содержит набор необходимых услуг научного оборудования (до трех единиц), время обслуживания на каждой единице оборудования, методику исследования и время актуальности.

Модель ЦКП научным оборудованием построена 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. Другой базовой концепцией AnyLogic является

представление модели как набора взаимодействующих параллельно функционирующих активностей. Активный объект в AnyLogic – это объект со своим собственным функционированием, взаимодействующий с окружением.

Принятые в модели обозначения: *_branch_RSU* – кластер ЦКП в Ростове-на-Дону, *_branch_SRSTU* – в Новочеркасске, *_branch_TSTU* – в Таганроге; *office* – ОПУ; *servedCall* – количество обслуженных заявок, *unservedCall* – количество потерянных заявок.

Заявки являются объектами класса *Call* унаследованного от библиотечного класса *Entity*. Каждая заявка на обслуживание имеет 11 параметров, которые однозначно описывают её содержание. Объект *Source* генерирует заявки подкласса *Call* через случайные промежутки времени. Время генерации подчиняется нормальному закону распределения.

Структура модели ЦКП научным оборудованием представляет собой ветвящееся дерево (рис. 1)

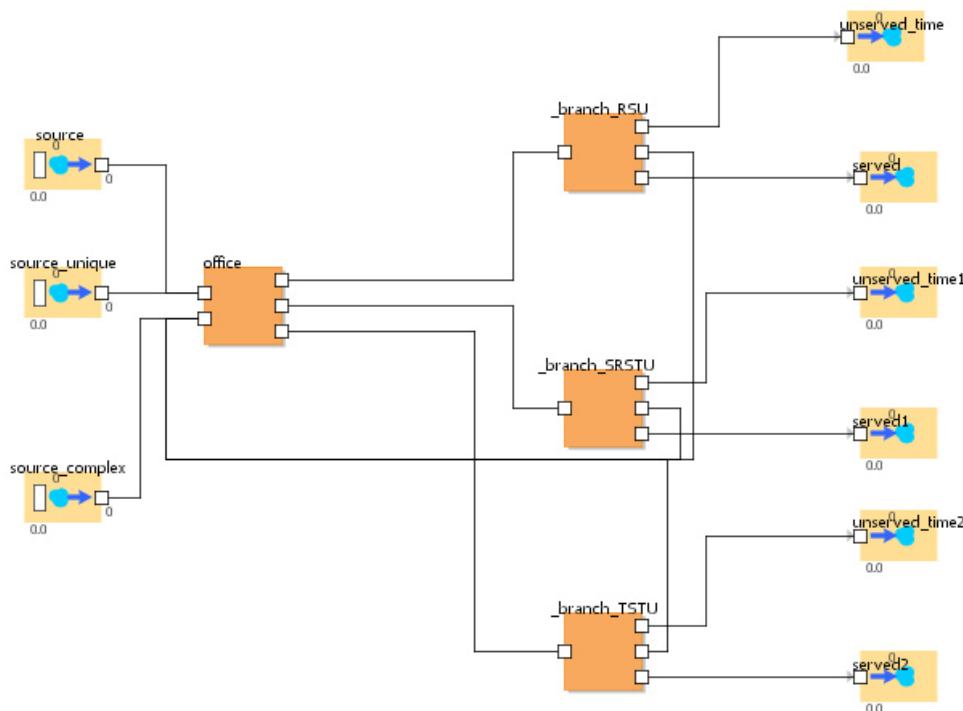


Рис. 1. Структура модели ЦКП

Поток заявок поступает в блок *office*, в котором заявки сортируются по содержанию: простые заявки распределяются с равной вероятностью между структурными подразделениями ЦКП для равномерной загрузки равнозначного научного оборудования каждого из трех кластеров ЦКП; заявки на уникальное оборудование и комплексные заявки пересылаются в те филиалы, в которых находится требуемое оборудование.

Территориальные кластеры имитируются с помощью экземпляров класса активного объекта *branch*, содержащего следующие блоки (рис. 2):

- *queue* – моделирует очередь, заявки помещаются в очередь в соответствии со значением своих параметров *priority*, заявка с большим приоритетом становится впереди всех. В очереди проверяется время нахождения заявки на обслуживании, если оно превысит время актуальности заявки, установленное параметром *timeout*, то такая заявка покидает очередь не обслуженной, через порт *timeout* объекта *branch*;
- *delay* – задерживает заявки на время, заданное параметром *time*, имитируя тем самым обслуживание научным оборудованием;
- *selectOutput1* – блок, распределяющий заявки по простому и уникальному оборудованию;
- *processQ* – блок имитирует лабораторию, имеющую три единицы уникального оборудования, роль оборудования играют блоки *resource1*, *resource2* и *resource3*. В этом же блоке находится очередь заявок на обслуживание.
- *selectOutput* и *selectOutput3* – проверяют заявки на необходимость повторных измерений;
- *selectComplex* – если заявка комплексная, то блок отправляет её обратно в ОПУ, иначе – заявка считается обслуженной и покидает систему;
- *schedule* и *schedule1* – задают доступность и время технологических простоев оборудования с помощью расписания.

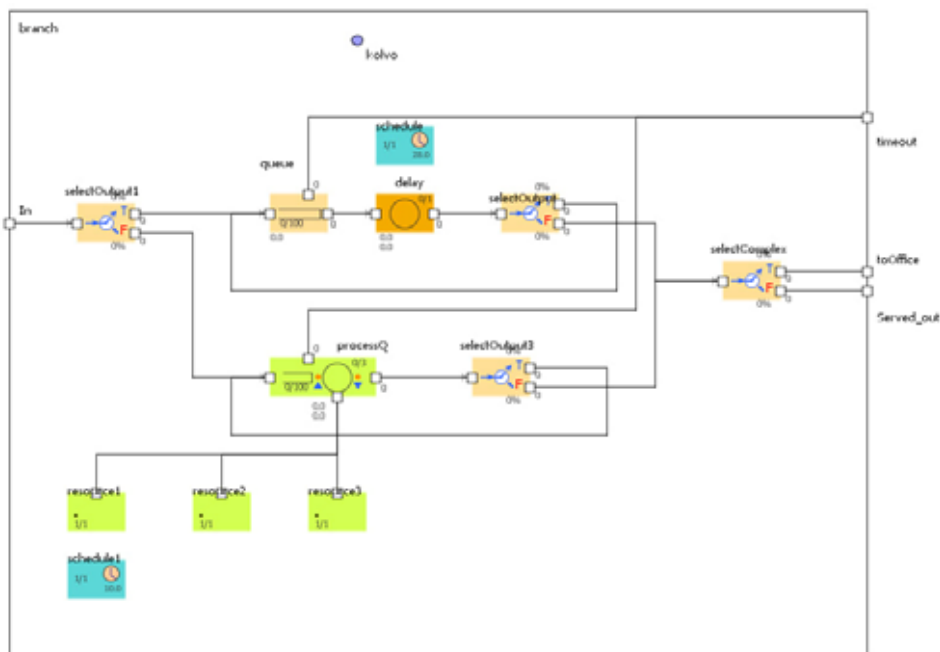


Рис. 2. Блок-схема модели кластера ЦКП

С данной моделью было проведено четыре эксперимента с различным входным потоком заявок, результаты которых приведены на рис.3–6. Во всех экспериментах требуемые методика и повторяемость измерений подчиняются равномерному закону распределения. Время обслуживания и время актуальности заявки – нормальному закону распределения. В результате изучения функционирования имитационной модели ЦКП с заданными параметрами были получены следующие результаты за отрезок модельного времени, интерпретируемый как один год реального времени:

В систему поступают только научные заявки. Вероятность возникновения приоритетной заявки 0,25. Научные заявки характеризует длительное время обслуживания, длительное время актуальности заявки, большое число повторов измерений. Всего в систему поступила 168 заявок. Из них было обслужено 112 заявок, 56 заявок было утеряно из-за истечения времени актуальности (рис.3).

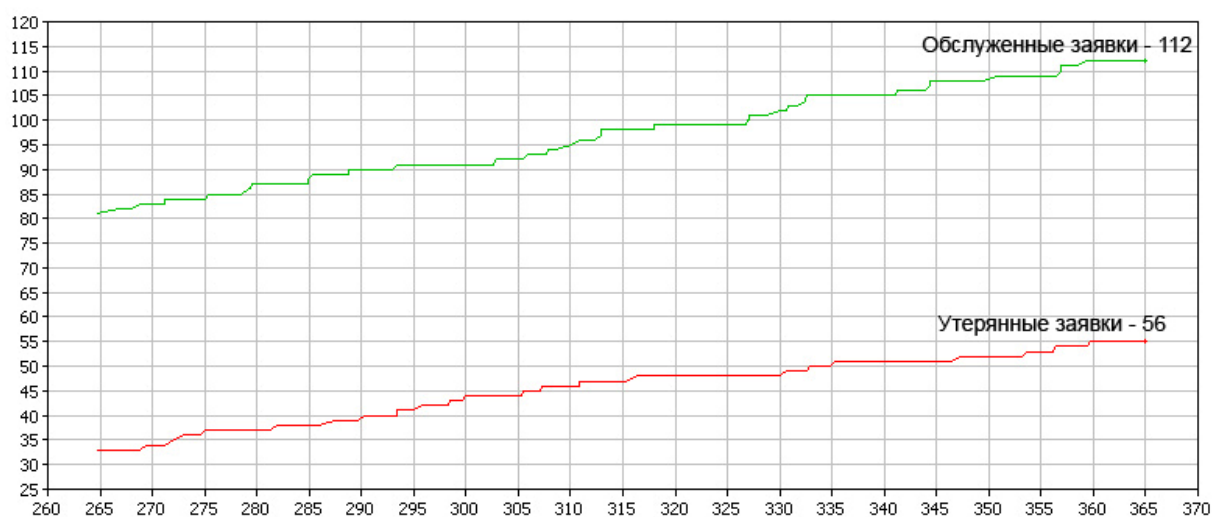


Рис. 3. Временная диаграмма обслуженных и утерянных заявок ЦКП (эксперимент 1)

В систему поступают только учебные заявки. Приоритетных заявок быть не может, вероятность равна нулю. Учебные заявки характеризует короткое время обслуживания, среднее время актуальности заявки, среднее число повторов измерений. Из поступивших 275 заявок было утеряно 3 заявки, остальные 272 – были обслужены.

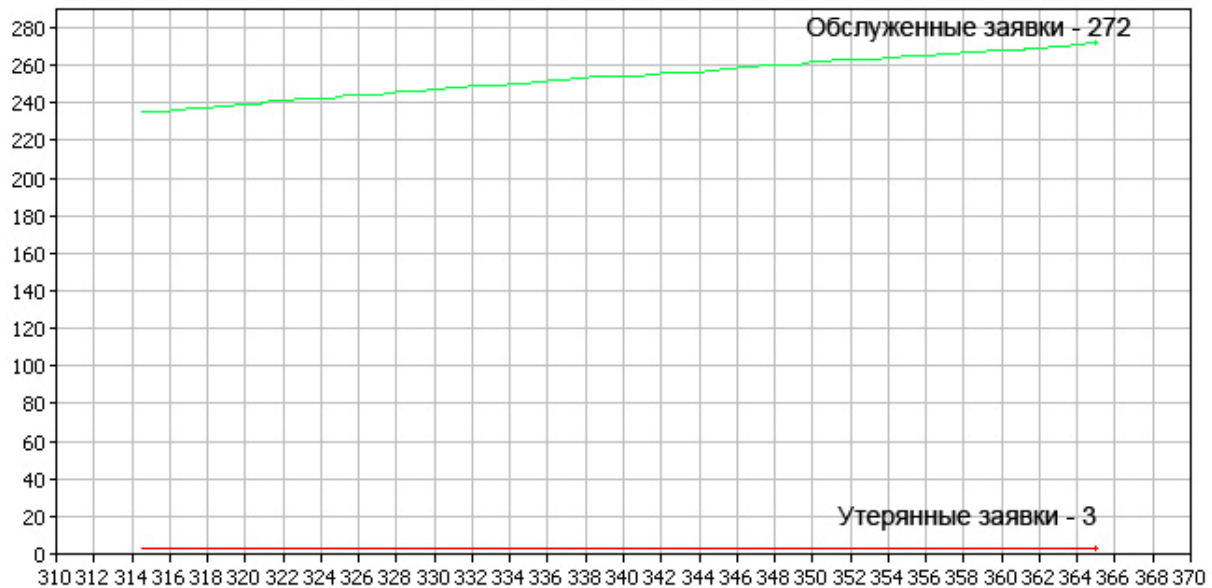


Рис. 4. Временная диаграмма обслуженных и утерянных заявок ЦКП (эксперимент 2)

В систему поступают только коммерческие заявки. Приоритетных заявок быть не может, вероятность равна нулю. Коммерческие заявки характеризует среднее время обслуживания, короткое время актуальности заявки, нет повторов измерений.

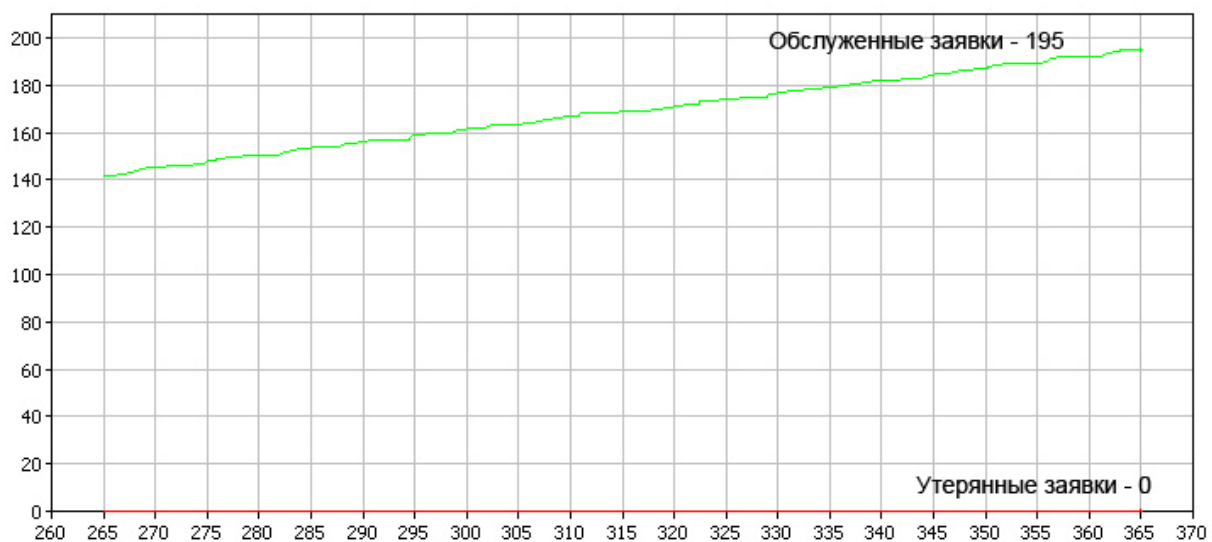


Рис. 5. Временная диаграмма обслуженных и утерянных заявок ЦКП (эксперимент 3)

Общий поток заявок разного типа поступает в случайные моменты времени в соответствии с нормальным законом распределения. Вероятность возникновения приоритетной заявки 0,25.

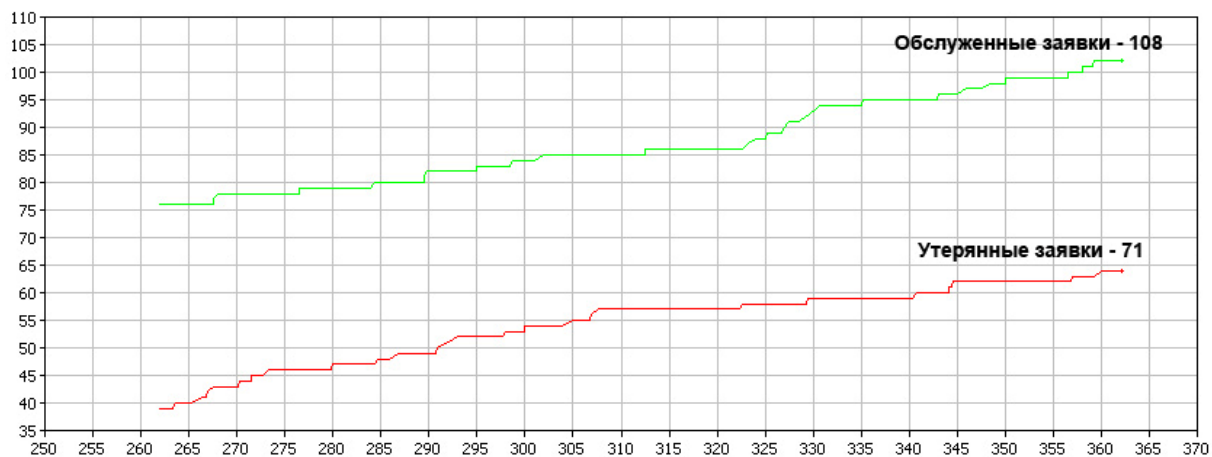


Рис. 6. Временная диаграмма обслуженных и утерянных заявок ЦКП (эксперимент 4)

Построенная модель позволяет проанализировать функционирование ЦКП при поступлении заявок разного типа. Наиболее эффективно обслуживаются коммерческие заявки, в силу небольшой продолжительности обслуживания и отсутствия требований к повторяемости. При решении задачи максимальной загрузки однородного научного оборудования ЦКП общим потоком заявок, как очевидно из экспериментов, офису проектов и услуг следует составлять годовой план работы ЦКП, в котором нужно будет выделять учебные заявки из общего потока и отводить им в годовом плане работ 2 отдельных периода, совпадающими с окончанием семестров обучения, на это время откладывать научные и коммерческие заявки на данном оборудовании. Это позволит более эффективно проводить учебную работу и исключит отклонение большого количества заявок, тем самым повысится эффективность работы ЦКП в целом.