

ЭКОНОМИКА И ОБРАЗОВАНИЕ

УДК 338.462

Н.Г. Ракульцева¹

*Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина,
г. Екатеринбург, Россия*

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ КОМБИНАТОМ ПИТАНИЯ В ВУЗЕ

Аннотация. В статье рассматривается подход, сочетающий методы анализа бизнес-процессов с инструментами имитационного моделирования, что дает возможность разрабатывать, тестировать и применять на практике организационно-технические мероприятия, направленные на повышение эффективности потока создания ценности. Комплексный подход к анализу и выработке решений рассматривается в сфере вузовского питания, а именно применительно к комбинату питания. Предметом исследования является операционная деятельность, в рамках которой выявляются факторы снижения эффективности бизнес-системы. Цель исследования – применить методику моделирования процесса обслуживания клиента для определения потенциала роста пропускной способности системы массового обслуживания в тех ситуациях, когда продолжительность отдельных этапов процесса невелика и не позволяет выявить потери только лишь средствами наблюдения. В исследовании применяются положения теории ограничения систем, бережливого производства, теории массового обслуживания и имитационное моделирование в среде AnyLogic. Для выявления факторов роста эффективности построена агентная модель, включающая в себя ключевые фазы обслуживания клиентов столовой, а также учитывающая использование ресурсов для обслуживания клиентов. Исследование направлено на анализ варибельности быстрых процессов в условиях двухканального потока обслуживания с цепочкой зависимых фаз и ограниченными буферами (очередями) между каждой фазой. В процессе моделирования проводится три эксперимента, каждый из которых фиксирует, соответственно, исходную ситуацию, изменение количества ресурсов, привлекаемых к процессу обслуживания, сокращение варибельности. Результаты моделирования, представленные в статье, наглядно демонстрируют негативные последствия для бизнес-системы от экономии ресурсов при пиковых нагрузках, а также от высокой варибельности процессов в каждой фазе обслуживания. В итоге на основании полученных данных, выработаны организационные меры, направленные на устранение потерь с целью сокращения времени обслуживания и ожидания клиентов. При этом разработанные организационные меры не требуют дополнительных затрат, либо эти затраты минимальны, что обеспечивает высокий экономический эффект от мероприятий.

Ключевые слова: комбинат питания; поток создания ценности; имитационное моделирование; эффективность бизнес-системы; клиентский поток.

Актуальность исследования

Повышение эффективности бизнес-системы является приоритетной задачей руководителей, в рамках которой на постоянной основе необходимо осуществлять поиск новых решений и проектов, которые бы позволили устранить потери в процессах и повысить их результативность. В настоящее

время все большее распространение получают подходы к анализу процессов, основывающиеся на имитационном моделировании.

¹ Ракульцева Наталья Геннадьевна – соискатель, директор комбината питания Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия (620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19); e-mail: kpurfu@mail.ru.

вающиеся на концепции бережливого производства (построение карт потока создания ценности) [16], реинжиниринге [15, 17], поиске системных ограничений (теория ограничения систем И. Голдрата) [3].

Каждый подход в анализе бизнес-системы нацелен на поиск сдерживающих факторов ее функционирования. При этом схемы потока, которые применяются при изучении процесса, позволяют сформировать не только логику взаимодействия отдельных элементов системы, но и собрать данные и параметры по каждому из этих элементов [14, 15]. Основной задачей анализа потока создания ценности является поиск решений по переходу от текущего состояния к более эффективному, т. е. достижению более высоких параметров результативности. [14, 16] При этом вырабатываемые решения требуют привлечения определенных организационных и финансовых ресурсов, а значит, менеджменту приходится принимать сложные решения по инициации того или иного проекта, выбора приоритетов с целью достижения максимальной результативности при минимальных затратах [8].

В настоящее время применяемые методики анализа бизнес-процессов носят «статичный» характер, позволяя выявлять взаимосвязи между процессами и акцентировать внимание на системных ограничениях [5, 14]. Но вся дальнейшая деятельность по поиску решений, направленных на повышение операционной эффективности, основывается на экспертных подходах, а апробация и проверка принятых решений осуществляется в рамках реально функционирующей бизнес-системы. Данное обстоятельство не защищает результаты анализа от ошибок в процессе реализации, либо сам анализ не позволяет выявить все возможные направления для роста эффективности [8].

В этой связи применение разного рода нотаций для построения схем и логики процессов может успешно дополняться

инструментами имитационного моделирования, которые позволяют осуществлять оценку эффективности того или иного управленческого решения без реальных затрат ресурсов [10, 11]. Таким образом, сочетание принципов реинжиниринга и поиска потерь с построением имитационных моделей расширяет возможности для принятия эффективных управленческих решений. Имитационная модель может выступать и как источником для поиска дополнительных возможностей для улучшения, и как средство для проверки эффективности тех или иных принятых решений.

Степень изученности и разработанности проблемы

В работе рассматривается сфера общественного питания, а именно вопросы эффективности организации процессов обслуживания клиентов. В условиях возрастающей конкуренции предприятиям комбинатам питания, работающим в системе высшего образования необходимо в большей мере уделять внимание эффективности бизнес-системы, т. к. единственным рычагом регулирования величины доходности является сокращение затрат [1, 2]. Причем, если конкуренты на открытом рынке имеют возможность привлекать клиентов различных категорий, закладывать затраты на развитие в стоимость услуг, то столовая вуза в составе комбината питания ориентирована на узкий сегмент потребителей, состоящий из студентов и сотрудников учебного заведения [9].

Общими вопросами повышения эффективности бизнес-систем занимаются различные методики, среди которых можно выделить такие, как реинжиниринг, методика бережливого производства, теория ограничений систем. Каждый из этих подходов предлагает свои способы сокращения потерь в процессах с целью повышения общего бизнес-результатов.

Деятельность по поиску резервов эффективности, возможностей для повышения операционной эффективности организации опирается на современные методики описания и моделирования бизнес-процессов, которые позволяют:

- строить визуализированную схему существующих процессов;
- устанавливать комплексные взаимосвязи между основными и вспомогательными процессами;
- моделировать процессную деятельность, опираясь на измеримые параметры операций, позволяя фиксировать показатель эффективности потока;
- выявлять узкие места и системные ограничения;
- проектировать целевые состояния бизнес-процессов и формировать планы по переходу от текущего состояния к целевому;
- рассчитывать стоимость бизнес-процессов и их влияние на общую себестоимость;
- выполнять другие диагностические функции, направленные на выявление потенциала для роста эффективности.

Вне зависимости от изучаемого процесса, будь то производство автомобилей, ремонт буровых установок или оказание услуг по страхованию, существует ряд принципов и категорий, которые носят универсальный характер. Именно это принципы обуславливают действенность и применимость методики во всех отраслях, неизменно обеспечивая фокусировку на ключевых проблемах.

Общая задача управления данной бизнес-системой – найти разумный баланс между затратами на ожидание и затратами на сервис, которые способны сократить это ожидание. Так если система ориентируется на высокую скорость и пропускную способность, создавая дополнительные мощности для обслуживания и осуществляя настройку на пики потребления, то затраты на сервис могут превысить общую эффективность. Задача балансировки – сопоставить стоимость негативных последствий от вынужденного ожидания клиента в очереди и затраты на повышение сервиса и пропускной способности системы (рис. 1). Принимая во внимание специфику внешнего окружения бизнес-системы, т. е. функционирование в системе учебного заведения, требования к скорости обслуживания при

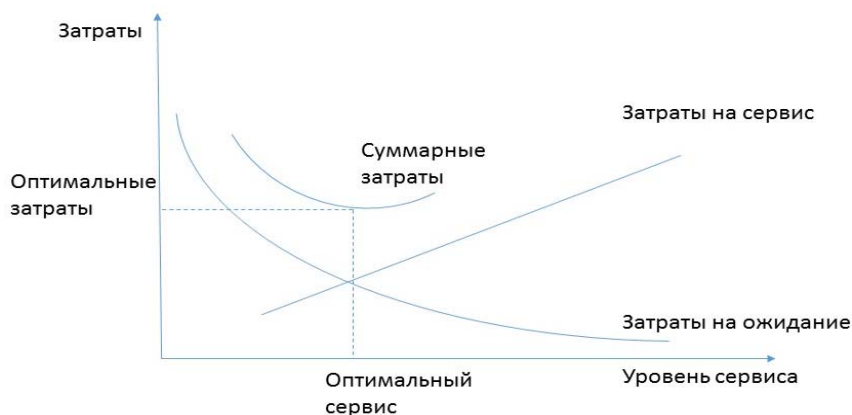


Рис. 1. Баланс затрат

минимальной цене являются еще более строгими.

Важно отметить, что основные методики и подходы повышения операционной эффективности имеют широкое распространение и применение в промышленности, в сфере услуг, связанной с банковской сферой. В сфере же общественного питания реинжиниринг процессов, анализ потока создания ценности в большей степени свойственен крупным сетевым брендам, таким как McDonalds, Starbucks. Там, где бизнес-система является, пусть и опосредованно, зависимой от другой системы, как, например, в среде заводских столовых, комбинатов питания при учебных заведениях, современные методы анализа потока создания ценности, поиска организационных потерь применяются в исключительных случаях. Но именно для этой сферы очень важно найти баланс между затратами и уровнем сервиса, применяя решения, не требующих значительных инвестиций, т. к. уровень доходности в таких организациях зачастую ниже рынка из-за условий, диктуемых основной системой (завод, вуз и др.).

Методика исследования

Анализом и повышением эффективности систем, обслуживающих некий входящий поток, который может иметь информационный или материально-вещественный характер, занимается теория массового обслуживания или теория очередей. Системы массового обслуживания представляют собой единый комплекс поступающих потоков требований, обслуживающих устройств или приборов, а также «очередей» требований, ожидающих обслуживания. В соответствии с этим при задании какой-либо системы массового обслуживания необходимо определить закономерности образования входящих потоков требований, учитывающих, помимо моментов поступления самих требований, еще и различные признаки, ха-

рактеризующие эти требования; правила, регламентирующие процесс образования очередей [6]. При этом сама теория представляет собой математический аппарат, способный оценить параметры системы с позиции ожидания и скорости обслуживания и акцентировать внимание на ограничениях, сдерживающих поток.

Для определения параметров системы в рамках теории ограничения систем традиционно применяют формулу Литтла:

$$N = \lambda \cdot t, \quad (1)$$

где N – емкость очереди;

λ – интенсивность поступления заявок (интенсивность входящего потока);

t – время обслуживания.

Применение формулы (1) позволяет определить размер очереди в зависимости от параметров системы, а следовательно, выполнять действия, направленные на оптимизацию скорости обслуживания, с целью сокращения как времени ожидания, так и размера самой очереди [6].

Если традиционно для определения продолжительности выполнения операции или ожидания заявки (клиента) в очереди используется некая усредненная величина, то в условиях многофазной цепочки обслуживания такой подход является недостаточно точным. При взаимном функционировании цепочки процессов, имеющих фиксированную мощность или пропускную способность, скорость обработки запросов будет определяться самой медленной фазой. В таком случае задача оптимизации сводится к выравниванию мощностей за счет снятия системного ограничения, т. е. за счет ускорения медленной фазы.

Однако в реальности любой процесс с точки зрения продолжительности его реализации не имеет статичного параметра времени, так или иначе существует разброс значений времени обслуживания в каждом конкретном случае. Поэтому важно при-

менять в моделировании и анализе потока клиентов не только параметр времени обслуживания (t), но и принимать во внимание стабильность данного параметра, т. е. учитывать вариабельность.

Например, при шестифазовой модели с выровненными по максимальной пропускной способности фазами, но с высокой долей нестабильности по параметру времени общая пропускная способность системы может быть в два раза ниже расчетной (рис. 2). То есть разброс параметра в каждой фазе порождает рассинхронизацию всего потока, т. к. в различные моменты времени та или иная фаза не готова принимать клиента из-за возникающих системных помех, которые увеличивают продолжительность каждого отдельного цикла обслуживания [12]. Такая несбалансированность порождает простой, который выражается в том, что клиент попадает в очередь ожидания, возникающую между фазами. Принимая во внимание, что каждая из фаз не имеет явного резерва по пропускной способности, то «нагнать» общую производительность в более ускоренном режиме не представляется возможным. Все это приводит к нако-

плению межфазных очередей и в конечном итоге негативно сказывается на общей пропускной способности.

Подобный характер функционирования типичен для всех многофазных потоков бизнес-системы комбината питания. Те или иные помехи регулярно возникают на различных этапах обслуживания клиентов, что в значительной степени увеличивает вариабельность времени обслуживания в каждой отдельной фазе [4]. К таким организационным помехам можно отнести (в качестве примера):

- пополнение оперативного запаса блюд на раздаче самим сотрудником раздачи;
- принятие решения клиентом об актуальном ассортименте блюд путем устной коммуникации с сотрудником комбината питания на раздаче;
- поиск разменных купюр кассиром;
- партионность обслуживания в каждой фазе;
- ошибки при вводе пин-кода в банковском терминале;
- отсутствие посуды и пополнение посуды сотрудниками раздачи.

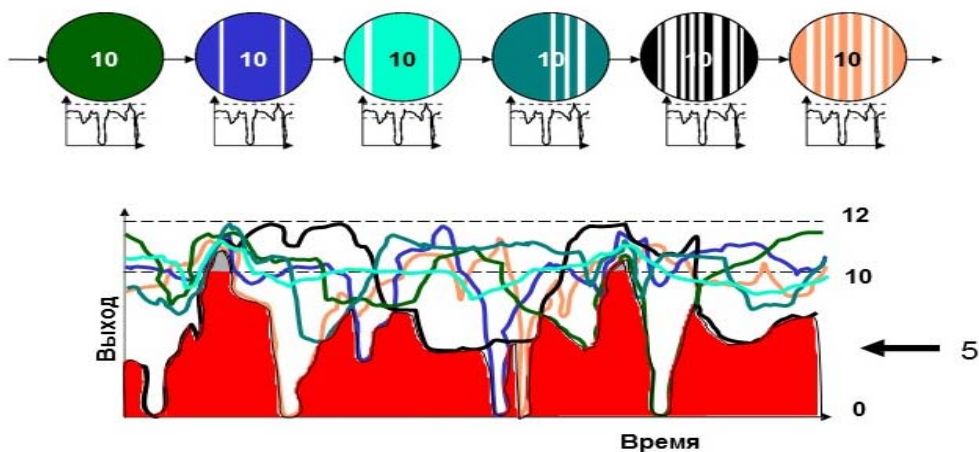


Рис. 2. Влияние вариабельности на пропускную способность

Приведенный перечень организационных помех не является исчерпывающим, т. к. любое отвлечение как клиента, так и сотрудника от выполнения функций в той или иной фазе приводит к снижению общей пропускной способности всей цепочки. Именно поэтому при многофазовой модели обслуживания важно уделять пристальное внимание стандартизации и стабильности каждого элемента потока, применять системных подход, основанный либо на выравнивании потока и его стандартизации, либо на управление через ограничение системы с реализацией потенциала избыточных мощностей. Каждый из подходов имеет свои преимущества и недостатки. Так, при выравнивании производительности фаз ключевым условием эффективности выступает стабильность времени обслуживания в каждой позиции. При достижении этого условия система работает эффективно с минимальными затратами, так как каждая фаза оптимально загружена и не имеет избыточных мощностей.

Для учета параметра вариабельности в моделировании применяется расчет длительности обслуживания клиента исходя из оценки трех фактических параметров:

- минимальное время обслуживания, когда операция выполняется без каких-либо потерь в идеальных организационных условиях;
- максимальное время обслуживания, когда организационные или внешние факторы прерывают процесс обслуживания, либо сложность запроса требует нестандартных действий, либо возникают ошибки и переделки;
- наиболее часто повторяемое время обслуживания, которое характерно для подавляющего большинства запросов.

При этом типовое время выполнения операции в каждой фазе не является усредненным значением, а соответствует минимальному часто повторяющемуся значению.

Таким образом общей функцией, popisывающей плотность вероятности значений по времени выполнения операций, будет не нормальное (Гауссово) распределение, а его частный случай, а именно бетта-распределение [4]. Такая закономерность характерна для ручных операций, т. к. в отличие от автоматизированных линий или процедур действия человека в системе обслуживания не имеют «симметричный» характер. В зависимости от степени стабильности всей бизнес-системы типовое время выполнения операций, большая плотность событий с этим временем, будет смещаться либо в сторону максимального значения (отсутствие стандартизированных процедур, высокая вариабельность процессов), либо в сторону минимального значения (высокий уровень стандартизации и минимальная вариабельность).

Стабильность процессов является одним из ключевых направлений данного исследования. Так, именно сокращение вариабельности может обеспечивать рост пропускной способности всей системы без привлечения дополнительных мощностей, а значит, без дополнительных затрат.

Важной особенностью бизнес-контекста, который в той или иной степени свойственен комбинату питания, является потребность сочетания методов теории массового обслуживания с подходами, применяемыми в области бизнес-аналитики. Традиционно для построения бизнес-моделей используются разного рода нотации, такие как IDEF, BPM, VSM [3, 11, 12, 14], и другие, позволяющие установить взаимосвязи между элементами бизнес-системы, оценить ее производительность с точки зрения генерации дохода, выявить системные ограничения, препятствующие росту эффективности. Так, например, общая бизнес-логика потока создания ценности одного из подразделений комбината питания в нотации VSM [16] будет выглядеть следующим образом (рис. 3).

Подобное представление позволяет увязать основной материально-вещественный поток с управленческими и обеспечивающими бизнес-процессами, дает возможность увидеть системные ограничения, выявить закономерности функционирования логистических процессов. В конечном итоге применение бизнес-аналитики позволяет оценить эффективность всей бизнес-системы с точки зрения генерации ценности для клиента.

Общим принципом является характер карты потока создания ценности. По своей природе карта представляет некий мгновенный срез производственной ситуации в рамках исследуемого процесса. То есть карта будет отображать параметры процесса, которые были измерены в момент наблюдения. Если в этот день произошла аварийная остановка оборудования, то весь процесс изготовления продукции будет увеличен на длительность устранения неполадок. Наблюдатель фиксирует ровно то количество запасов, которое присутствует в данный момент на рабочем месте, измеряет только те перемещения, которые видит. Тем самым карта потока создания ценности отличается от модели процесса или технологии его выполнения. По духу к карте близка фотография рабочего времени, за тем исключением, что последняя применяется к сотруднику (для изучения потерь его рабочего времени), а карта – к процессу.

Второй общий принцип картирования связан с тем, что вне зависимости от специфики процесса карта строится по фактическим данным. «Иди и смотри» – ключевое условие для извлечения максимального эффекта (сюжет для рисунка). Ни в коем случае не допускается построение карты потока в офисе на основе мнений экспертов и нормативных данных, так как первые имеют субъективный характер, а вторые не всегда отражают действительное положение дел. Непосредственное наблюдение

за процессом, общение с участниками: рабочим, служащим, руководителями, внутренними поставщиками и потребителями позволяет собрать максимальную информацию об эффективности процесса и выявить резервы роста производительности.

Основное предназначение данной методики – выявить проблемы и сформулировать решения по устранению корневых причин их возникновения. Для этих целей необходимо использовать визуальные техники, которые акцентируют внимание на тех или иных аспектах процесса. Даже если карта изначально строится на компьютере, то для обсуждения, анализа и выработки решений необходимо ее распечатывать и вывешивать для совместной работы.

Если оба вышеописанных подхода успешно применяются изолированно друг от друга, то их совместное использование в сочетании с инструментами имитационного моделирования позволяет системно применить совершенствование технических аспектов системы массового обслуживания с деятельностью по повышению бизнес-результативности. При этом совместное использование методов позволяет акцентировать внимание в большей степени на организационных решениях, которые имеют низкобюджетный и краткосрочный характер.

Одной из составляющей эффективной бизнес-системы является сбалансированная модель основного потока создания ценности. Если рассматривать процесс обслуживания клиентов комбинатом питания с позиций теории ограничений систем И. Голдрата [5], ее финансовую составляющую, то можно выделить следующие ключевые параметры бизнес-системы.

Во-первых, с точки зрения генерации входящего денежного потока, необходимо понимать, с какой скоростью бизнес-система формирует единицы ценности. В этой связи можно говорить о производитель-

ности потока создания ценности, и этот же параметр может определять параметры сегментации потоков, дабы самые дорогие ресурсы генерировали максимальную прибыль в единицу времени. Во-вторых, необходимо принимать во внимание операционные издержки, связанные с функционированием потока создания ценности, т. е. всю совокупность переменных затрат на одного клиента. И, в-третьих, принимаем во внимание инвестиции, т. е. те средства, которые «связаны» в потоке в виде оборудования, помещения и прочих активах.

Для расчета динамики бизнес-результата в данном исследовании применяется именно категория прохода, т. е. скорость генерации денежного потока. Такой подход позволит оценить потенциал эффективности от роста пропускной способности системы, снижения времени ожидания клиентов в очереди между фазами обслуживания из-за организационных потерь. Скорость потока и синхронизация мощностей в каждой фазе обслуживания как раз и определяет бизнес-результат в сфере массового обслуживания, а в рамках исследования в сфере общественного питания.

Особенностью данного исследования является то, что для поиска потенциала эффективности применен комплексный подход к анализу бизнес-системы, который включает в себя как описательные средства, так и моделирование, направленное на определение закономерностей функционирования элементов бизнес-системы. При этом моделирование, опирающееся на принципы потока создания ценности, максимизацию эффективности за счет устранения системных ограничений и снижения вариабельности процессов, позволяет осуществлять проверку гипотез без реализации мероприятий непосредственно в действующей системе. Комплексный подход в таком случае позволяет использовать сильные стороны методик, адаптируя их к

применению в сфере вузовского комбината питания [1]. Таким образом, выводы бизнес-аналитики опираются на математический аппарат статистики и теории массового обслуживания, а эффективность принимаемых решений оценивается с позиций анализа динамики клиентского потока и результативности бизнес-системы в среде имитационного моделирования.

Анализ эффективности системы

Для демонстрации действенности подобного подхода выбран проект по повышению операционной эффективности комбината питания, который является своеобразным примером бизнес-системы, встроенной в структуру образовательного учреждения. Специфика данной бизнес-системы, типичного представителя ряда предприятий общественного питания, обусловлена необходимостью обеспечивать услугой питания поток клиентов, состоящий из студентов и сотрудников вуза. Это формирует ограничения на уровень стоимости, то есть цена обеда должна быть приемлема для целевых клиентов, что ниже рыночного предложения [9]. При этом комбинат питания должен обеспечивать приемлемый уровень сервиса и качества для сохранения клиентов и достижения целевого бизнес-результата [1].

В качестве объекта моделирования используется подразделение комбината питания УрФУ столовая № 4, которая располагается в главном учебном корпусе и является наиболее массовым с точки зрения клиентского потока. Производственная система предполагает наличие двух потоков обслуживания клиентов на раздаче с одним общим залом для приема пищи. Каждый поток обслуживания работает автономно, распределение по потокам осуществляется клиентами произвольно на основании субъективной оценки протяженности той или иной очереди (рис. 4).

Для построения модели каждый из потоков включает в себя от трех до четырех фаз обслуживания, которые привлекают определенные ресурсы комбината питания. В каждой фазе клиент столовой взаимодействует с сотрудником, формулируя заказ и удовлетворяя свои предпочтения в том или ином блюде. Рассматриваемая модель включает в себя только лишь поток взаимодействия с клиентом, т. е. первую линию производственной системы, все вспомогательные и производственно-обеспечивающие процессы остаются за пределами

рассмотрения данной модели. Их влияние прослеживается в параметре варибельности каждой из фаз обслуживания клиентского потока в ситуациях, когда сотрудник на раздаче отвлекается на пополнение запасов блюд или посуды. Данная деятельность носит периодический характер, но тем не менее существенно снижает пропускную способность, особенно в пиковые нагрузки на систему в большой перерыв.

Логика модели включает в себя общую очередь, в которую попадают посетители столовой. Принимая во внимание про-

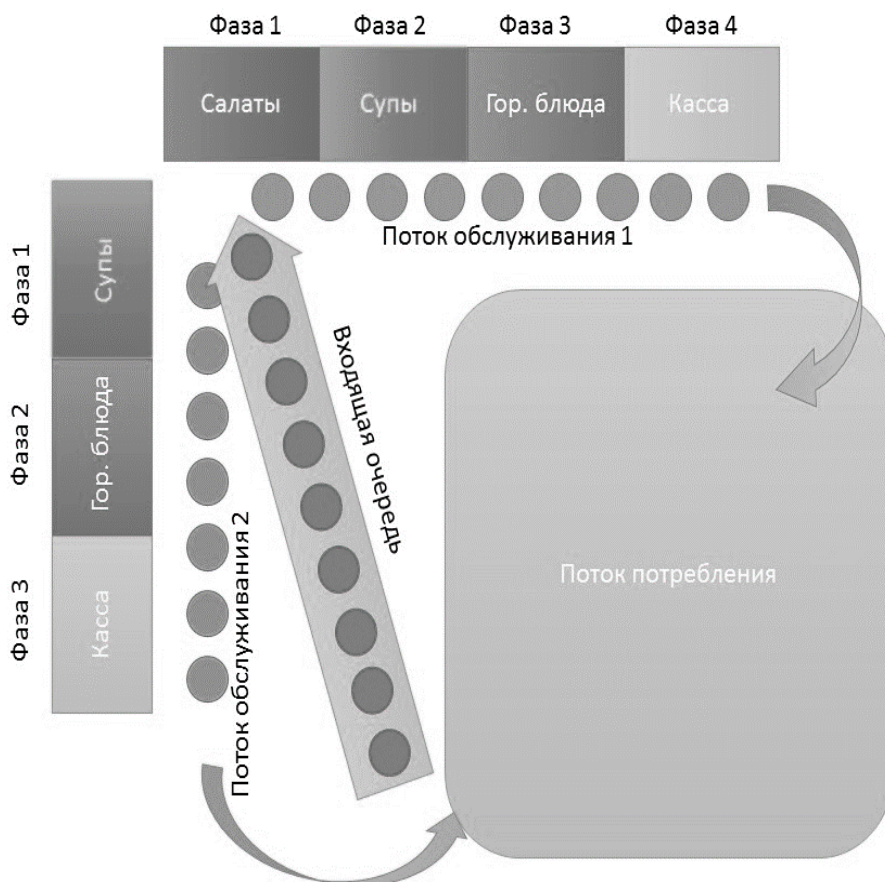


Рис. 4. Схема потоков обслуживания столовая № 4

странственные ограничения помещения столовой и субъективное восприятие клиентами потерь от ожидания, очередь ограничена 20 клиентами. При достижении лимита каждый новый входящий клиент по условиям модели принимает решение удовлетворить свою потребность в другом месте, т. к. время ожидания для него неприемлемо. Данный вопрос особенно актуален в условиях учебного заведения, когда длительность обеденного времени ограничена продолжительностью большого перерыва и необходимостью в подготовке к последующей учебной деятельности.

Далее поток разделяется на два направления с тремя фазами и двумя источниками ресурсов (рис. 5).

Такое распределение обусловлено тем, что посетитель взаимодействует с производственной системой столовой с привлечением сотрудников в фазах, выполняющих его заявку на необходимые блюда и в фазе оплаты обеда. При этом формирование набора блюд осуществляется как самостоятельно клиентом из определенного запаса (например, салаты, компот, хлеб, выпечка

и т. д.), так и с привлечением сотрудника на раздаче. Модель позволяет в этой связи оценить эффективность системы с точки зрения соотношения затрат на функционирование и результативности (количество обслуженных клиентов). Наличие пула ресурсов позволяет воссоздать ситуацию, когда один сотрудник на раздаче обслуживает во всех фазах, оценить, как это влияет на проход, и рассмотреть ситуацию, когда в каждой фазе работает по отдельному выделенному сотруднику.

Каждый элемент системы обладает характеристикой времени обслуживания клиента, при этом параметр задан не средним значением, а учитывает вариабельность в каждой фазе [7]. Например, в ситуации, когда клиент ознакомлен с меню и наличием первых блюд имеет возможность четко сформулировать запрос, а фаза обеспечена всем необходимыми ресурсами (тарелки, сметана и т. д.) время обслуживания будет минимальным. В другой ситуации, когда клиента уточняет фактическое наличие блюд, принимает решение о своих предпочтениях, отсутствуют требуемые для вы-

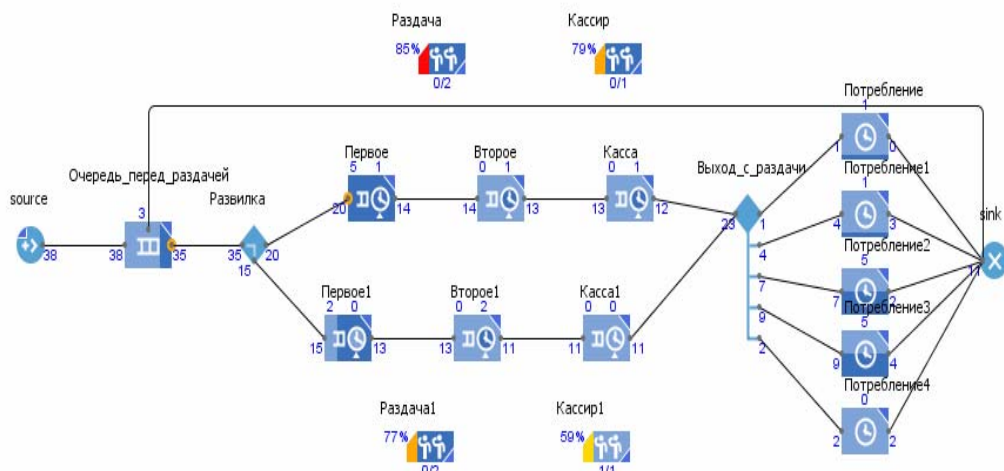


Рис. 5. Логика модели столовой № 4

полнения заявки ресурсы, то время будет приближено к максимальному. Третьим параметром выбрано время наиболее часто повторяющееся, т. е. расположенное между минимальным и максимальным, но не обязательно будучи средним значением. Таким образом, для каждого блока модели выбрано бегта-распределение или «треугольное» распределение, когда для формирования модельного времени каждой итерации используется диапазон с максимальной плотностью вероятности в точке наиболее часто повторяющегося значения.

Такой подход позволяет в модели проследить динамику изменения эффективности системы как за счет привлечения дополнительных ресурсов, так и за счет организационно-технических мероприятий, оказывающих влияние на вариабельность процессов. Так как первая группа решений требует финансовых затрат, то даже в условиях роста общей эффективности требуется время на поиск и привлечение ресурсов, а также обеспечение этой деятельности соответствующим финансированием. Организационные мероприятия менее затратны и имеют оперативный характер, а значит, могут применяться для целей повышения операционной эффективности сразу после проверки их действенности.

Зона потребления представлена пятью условными блоками, т. к. в изучаемой системе она не является ограничением и не ограничивает эффективность всего потока. Однако моделирование может затрагивать такие аспекты, как эффективность использования площади под размещения клиентов, балансировать соотношение коллективных и индивидуальных столов для приема пищи. Так наблюдения показали, что столы на четыре места не всегда полностью загружены, т. к. каждый индивидуальный клиент стремится выбрать свободный стол, занимая на нем лишь одно место.

Моделирование процесса обслуживания посетителей столовой № 4 предполагает клиентский поток емкостью 100 человек. При этом в каждом сценарии отслеживаются следующие параметры:

- время прохождения всего потока;
- максимальный размер очереди на входе;
- средний размер очереди;
- количество обслуженных клиентов;
- среднее время ожидания клиента в очереди;
- среднее время на потребление услуги.

Основные элементы модели представлены в табл. 1, они включают в себя ключевые фазы обслуживания клиентов, а также такие объекты, как очередь перед раздачей, когда клиент может принять решение об отказе взаимодействия с системой, и очередь в процессе обслуживания, возникающей из-за рассинхронизации фаз.

Каждый из объектов модели соответствует общим фазам обслуживания клиентов в столовой. Однако модель носит упрощенный характер, т. к. не демонстрирует покупку холодных напитков, когда кассир или сотрудник раздачи подходит к холодильнику, но эти потери учтены в общих параметрах времени обслуживания, т. е. влияют на вариабельность. Также модель не учитывает особенности размещения клиентов в зале, оборудованного столами на четыре человека. Эти особенности проявляются в том, что общая вместительность зала не всегда может быть загружена на 100 %, т. к. клиенты занимают часть мест сумками, одеждой и другими предметами. Однако наблюдения показали, что эти факторы не влияют на общую пропускную способность в той мере, как на нее влияют скорость и стабильность обслуживания на раздаче.

Таблица 1

Данные моделирования

№ п.п.	Наименование объекта	Описание
1	Генератор заявок/клиентов	Формирует клиентский поток заданной интенсивности. В рассматриваемой модели интенсивность потока составляет два клиента в минуту
2	Очередь перед раздачей	Накапливает клиентов, при этом емкость очереди ограничена. При превышении лимита, клиент покидает систему, т. е. время ожидания превышает допустимое значение для клиента
3	Разделение на потоки или развилка	Данный объект распределяет общий поток клиентов на две цепочки обслуживания, так как в рассматриваемой модели нет предпочтений у клиентов, то поток делится в соотношении 50 на 50 %
4	Фазы обслуживания «Первое», «Второе», «Касса»	Объект включает в себя моделирование действий по обслуживанию, а также очередь, которая формируется между фазами. Данную очередь клиент покинуть не может, а ее ограниченный объем останавливает весь поток. Таким образом моделируется ситуация различной загрузки цепочки обслуживания, когда какая-либо фаза может простаивать из-за загруженности предыдущей
5	Пул ресурсов «Раздача» и «Кассир»	Объект ресурсы в представленной модели позволяет оценить зависимость общей пропускной способности от загрузки ресурсов в той или иной фазе обслуживания. Так первоначально для каждой цепочки в фазах «Первое» и «Второе» используется в качестве ресурсов по одному сотруднику
6	Выход с раздачи	Объединяет две цепочки обслуживания в единый поток потребления, который далее направляется в общий обеденный зал
7	Потребление	Объект моделирует процесс потребления пищи, который также занимает определенное время у клиентов и входит в общий параметр времени нахождения клиента в системе комбината
8	Выход из системы	Объект суммирует всех клиентов, покинувших систему. В рассматриваемой модели клиенты покидают систему либо на входе, когда очередь перед раздачей превышает установленный лимит, либо после удовлетворения своей потребности в пище, генерируя доход для системы

Результаты анализа

Результаты каждой итерации с изменением одного из параметров модели представлены в таблице (табл. 2).

Модель также позволяет оценить плотность распределения ключевых параметров: время ожидания в очереди и общая продолжительность оказания услуги.

Как следует из общих параметров модели, при использовании минимального количества ресурсов в фазах обслуживания и при большом разбросе времени обслуживания (от 30 с до 1,5 мин.) моделируемая система не справляется с потоком в 100 клиентов, т. е. в какой-то момент времени по-

сетители отказываются от услуг столовой, видя перед собой большую очередь. В конечном итоге для обслуживания оставшихся 75 человек из 100 системе потребовалось 1,5 ч, а среднее время на получение услуги и взаимодействие с системой составило 25 мин. При этом, исходя из оценки параметра загрузки ресурсов, системным ограничением выступает именно раздача, т. к. один сотрудник задействован в среднем на 96 %.

Принимая во внимание, что системное ограничение располагается на раздаче, т. к. один сотрудник не успевает эффективно работать в каждой фазе, то вторая

Таблица 2

Результаты моделирования

Наименование параметра	Базовая модель (1 ресурс на раздаче, высокая вариабельность при кассовых операциях)	Модель с дополнительными ресурсами (2 ресурса на раздаче, высокая вариабельность при кассовых операциях)	Модель с дополнительными ресурсами (1 ресурс на раздаче, сокращенная вариабельность на 50%)
Время прохождения всего потока, мин.	91,8	67,9	70,6
Максимальный размер очереди на входе, чел.	20	7	12
Средний размер очереди, чел.	10	2	3
Количество обслуженных клиентов, чел.	75	100	100
Среднее время ожидания клиента в очереди, мин.	8,9	0,8	1,5
Среднее время на потребление услуги (от двери до двери), мин.	25,4	14,8	12,7

Ракульцева Н.Г.

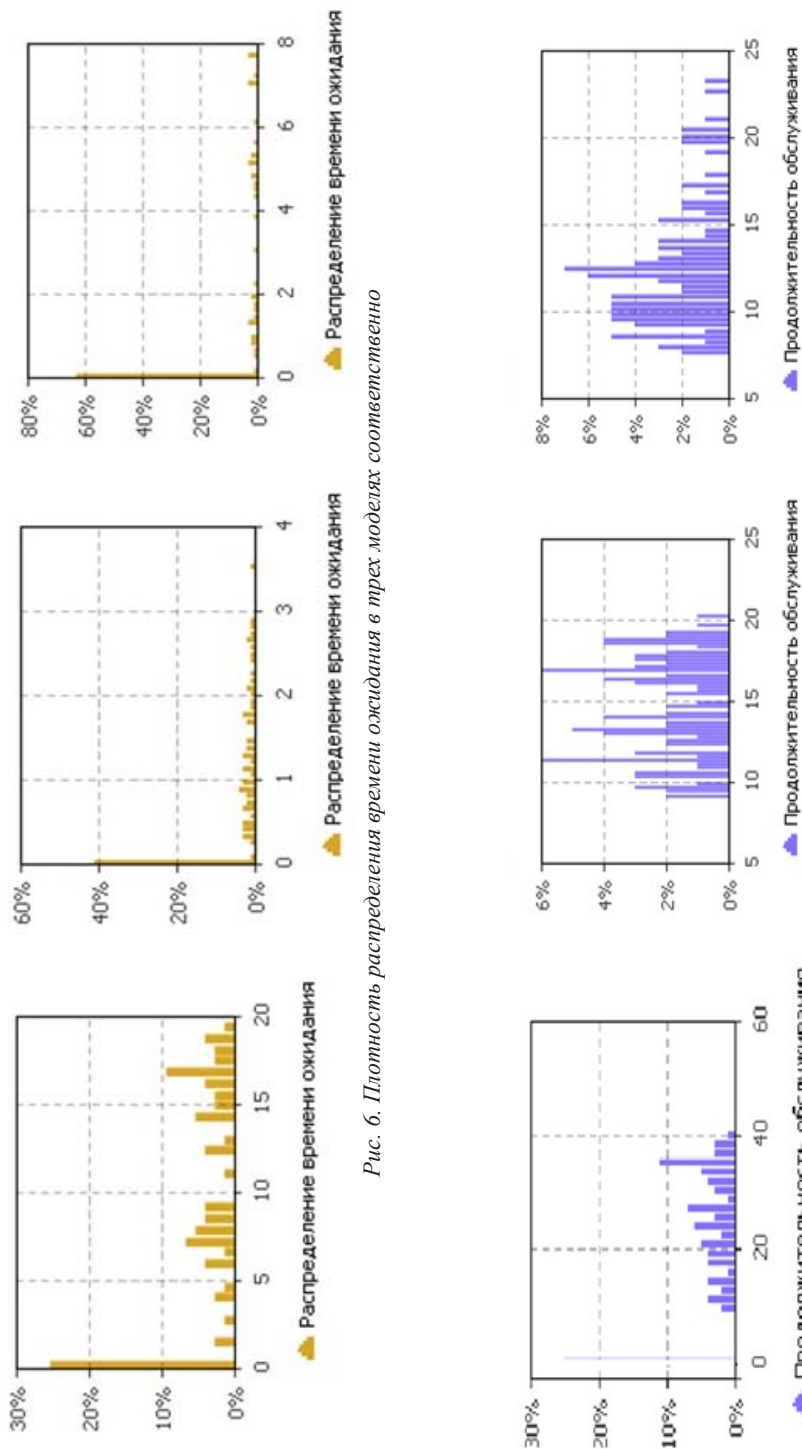


Рис. 6. Плотность распределения времени ожидания в трех моделях соответственно

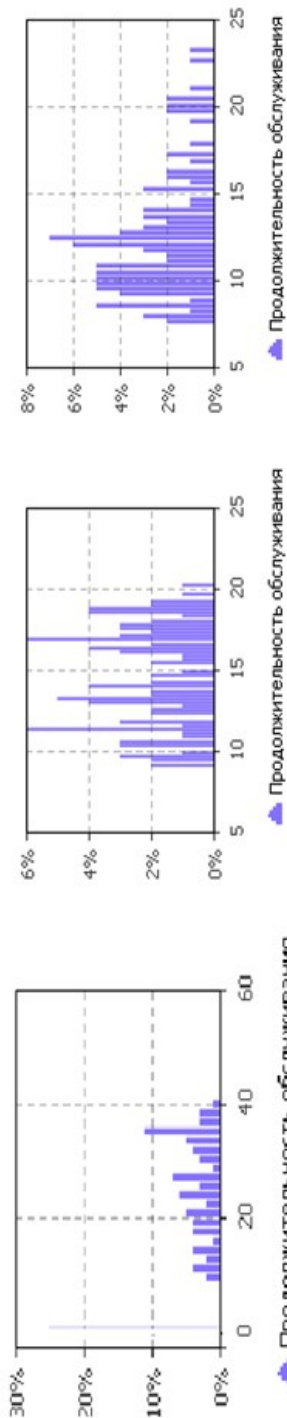


Рис. 7. Плотность распределения продолжительности обслуживания в трех моделях соответственно

итерация моделирования направлена на расширение производительности в системном ограничении. В модель добавляется по одному сотруднику раздаче, таким образом, система может обеспечить наличие в каждой фазе сотрудника, либо гибко их перераспределять на ту или иную фазу, где возникает задержка из-за высокой вариативности. Прогон модели демонстрирует, как подобное решение влияет на изменение эффективности всей системы (табл. 2). При добавлении ресурса в системное ограничение проход увеличивается, а значит, за более короткое время (68 мин.) модельная система пропустила через себя полновесный поток клиентов в 100 человек. То есть дополнительный ресурс повысил скорость генерации дохода для системы. Также необходимо отметить, что за счет расшивки системного ограничения сократились ключевые параметры, негативно воздействующие на клиентский поток: среднее время ожидания, продолжительность оказания услуги, длина очереди. Плотность распределения дополнительно подтверждает, что характеристики системы с точки зрения клиентской удовлетворенности значительно улучшились.

Третья итерация предполагает изменение пропускной способности за счет стабилизации времени в каждой фазе без привлечения дополнительных ресурсов на обслуживание клиента. Так, для каждого ресурса как на раздаче, так и на кассе была сокращена на 50 % верхняя граница распределения. То есть разброс параметра загрузки ресурса в каждой фазе обслуживания был сокращен, при этом общее количество ресурсов соответствует первой модели. Таким образом, моделирование показывает существенное влияние параметра вариативности и синхронизации фаз обслуживания в быстрых системах. Только лишь повышение мощности способно снять локальное ограничение, но требует ресурсов более

существенных (время сотрудника, наем нового сотрудника и т. д.), чем применение организационных решений, направленных на снижение вариативности в процессах.

Результат эксперимента наглядно демонстрирует, что сокращение вариативности оказывает влияние на поток клиентов и сопоставим с привлечением дополнительных ресурсов. То есть система пропускает через себя все 100 человек, сокращает максимальную длину очереди до 12 человек, а повышенная пропускная способность за счет сокращения времени обслуживания превосходит результат предыдущего эксперимента и составляет меньше 15 мин. Таким образом для принятия пищи клиенту требуется в среднем потратить четверть часа.

Сокращения вариативности можно добиться за счет несложных организационных решений, когда в периоды высокой плотности клиентского потока первая линия обеспечивается всем необходимым без отвлечения сотрудника раздачи. То есть сотрудники кухни и других участков берут на себя функцию по пополнению запасов на всех фазах, при этом в систему встроены способы сигнализации о необходимости в этом пополнении. Сотрудник раздачи в это время занимается только обслуживанием клиента. Простая визуализация блюд в месте их расположения позволяет избежать отвлечения сотрудника раздачи на пояснение актуального меню, при этом клиент может на основе имеющейся фактической информации сформировать свой заказ.

Основное условие для сокращения вариативности как следствие для увеличения пропускной способности системы – это устранение всех организационных потерь, которые влияют на скорость обслуживания и на ожидание клиента в очереди. Моделирование в этой связи демонстрирует действенность и эффективность таких решений, показывая, как изменение одного

параметра влияет на продуктивность всего потока создания ценности [13]. Таким образом имитационное моделирование позволяет на этапе выбора проектных решений проработать их результативность, оценить потенциал эффективности и сроки окупаемости затрат на реализацию этих проектов. При этом трудоемкость построения модели окупается многократным ее применением в основной деятельности управленческой системы, направленной на поиск решений по обеспечению эффективности и прибыльности бизнес-системы.

Только лишь сокращение вариабельности увеличило пропускную способность системы обслуживания с 75 до 100 человек при фактическом сокращении времени обслуживания с 25 мин. до 15 мин., т. е. на 40 %. Таким образом скорость генерации системой бизнес результата изменилась с трех чеков в минуту до практически семи. Принимая во внимание статистику по среднему чеку, который составляет 107 руб., то система имеет возможность

генерировать до 428 руб. в минуту дополнительно.

При этом подобная результативность может обеспечиваться сугубо организационными методами. Так, дополнительный сотрудник на раздаче требуется только лишь в час-пик, когда система испытывает наибольшую нагрузку, обычно это обеденное время (рис. 8).

И что немаловажно, подобные пики легко прогнозируются, т. к. комбинат питания включен в общеузовскую систему, функционирующую по заданному расписанию. При этом, имея значительный опыт работы, комбинат питания может опираться на накопленную статистику за различные года, планируя загрузку своих сотрудников как в течение дня, так и в течение всей недели.

Реализация проектов по повышению операционной эффективности в среде вузовского питания формирует уникальную бизнес-систему, которая сочетает доступную стоимость услуги при приемлемом уровне качества и сервиса [9]. Применение



Рис. 8. Плотность клиентского потока (дневная и недельная)

же современных методов анализа, реинжиниринга, моделирования и управления позволяют обеспечивать непрерывный рост привлекательности комбината питания, формируя стабильный клиентский поток и обеспечивая общую эффективность бизнес-системы.

Заключение

Комплексный подход к анализу и моделированию бизнес-системы с применением инструментов теории массового обслуживания, описания бизнес-процессов, моделирования позволяет использовать организационные резервы повышения эффективности. При этом отказ от применения неких усредненных параметров в каждой фазе обслуживания делает возможным исследование вариабельности процессов и загрузку всей системы в целом.

Приведенная модель наглядно демонстрирует как изменение только лишь разброса параметра времени обслуживания в каждой фазе кардинальным образом влияет как на технические параметры системы, так и на бизнес-результат.

Колебания нагрузки формируют условия, когда нет потребности найма дополнительного сотрудника, а необходимо выстроить работу вспомогательных служб и участков таким образом, чтобы в пиковые часы сотрудник привлекался со своего основного рабочего места на выполнение функций обслуживания. Вариабельность же в таком сценарии снижается за счет предварительной подготовки всего необходимого для работы раздачи (тарелки, стаканы, ложки и т. д.). Таким образом организация командного взаимодействия не несет значитель-

ных затрат, но существенно влияет на бизнес-эффективность.

В фазе кассового обслуживания могут применяться комбинированные средства повышения эффективности, ряд из которых носит организационный и мало затратный характер, а другие требуют привлечения дополнительных инвестиций. Например, применение функции PayPass на аппаратах, ее реализующих, в значительной степени снижает скорость кассовых операций, а для реализации этой процедуры требуется лишь обучить кассиров применять эту функцию. Мотивация клиентов использовать платежные карты вместо наличных средств за счет скидочных либо иных программ лояльности, с одной стороны, снижает бизнес-результат повышения пропускной способности, а с другой – общая выручка и эффективность будет прирастать за счет большего клиентского потока. Использование единых студенческих карт или Е-карт требует оснащения всех подразделений комбината питания соответствующими валидаторами, но при этом обеспечивает высокую стабильность и скорость кассовых операций.

Эти и другие решения, направленные на повышение эффективности бизнес-системы, доступны для анализа и оценки целесообразности на ранних стадиях проектирования благодаря комплексному применению методов имитационного моделирования. Карта потока, показывающая логику и взаимосвязи системы в сочетании с динамической моделью, позволяет прорабатывать и оценивать множество организационных улучшений и выбирать самые действенные с высокой отдачей.

Список использованных источников

1. Пименова С.Н., Крохалев В.А., Минниханова Е.Ю., Кокарева Л.А., Таушанкова Е.О. Ракульцева Н.Г. Анализ взаимосвязей в сфере общественного питания (на примере модели инновационно-образовательного кластера) // Теория и практика общественного развития. 2012. № 12. С. 30–34.
2. Борцова Е.Л., Ракульцева Н.Г., Предпосылки реализации инновационной политики в сфере общественного питания // Экономика и предпринимательство. Международный журнал. 2013. № 7 (36). С. 43–48.
3. Вумек Д.П., Джонс Д.Т. Бережливое производство. Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. М.: Альпина Паблишер, 2011. 473 с.
4. Васильков Ю.В., Иняц Н. Статистические методы управления предприятием: доступно всем. М.: РИА Стандарты и качество, 2008. 280 с.
5. Детмер У. Теория ограничений Голдратта: Системный подход к непрерывному совершенствованию. М.: Альпина Паблишер, 2012. 444 с.
6. Ивановский В.Б., Чернов В.П. Теория массового обслуживания. М.: ИНФРА-М, 2000. 324 с.
7. Ланцев Е.А., Доррер М.Г. Получение агентной имитационной модели из дискретно-событийного описания бизнес-процесса // Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2013. №3 (174). С. 44–52.
8. Левинсон У., Рерик Р. Бережливое производство. Стратегический подход к сокращению потерь. М.: РИА Стандарты и качество, 2007. 272 с.
9. Лукиных М.И., Ракульцева Н.Г. Конкурентная среда рынка вузовского общественного питания Свердловской области // European Social Science Journal. 2015. № 11 (ч. 1). С. 47–51.
10. Лоу А., Кельтон В. Имитационное моделирование. СПб.: Питер, 2004. 848 с.
11. Маклаков С.В. Моделирование бизнес-процессов. М.: Диалог МИФИ, 2002. 240 с.
12. Осипов Л.А. Проектирование систем массового обслуживания. М.: Адвансед Солюшнз, 2011. 243 с.
13. Партин Р.В. В поисках экономического эффекта // Методы менеджмента качества. 2012. № 8. С. 47–49.
14. Развитие производственных систем: стратегия бизнес-прорыва. Кайдзен. Лидерство. Бережливое производство / под ред. А.Баранова, Р.Нугайбекова. СПб.: Питер, 2015. 272 с.
15. Репин В. Бизнес-процессы. Моделирование, внедрение, управление. М.: Манн, Иванов, Фербер, 2013. 480 с.
16. Ротер М., Шук Д. Учитесь видеть бизнес-процессы. Построение карт потоков создания ценности. М.: Альпина Паблишер, 2015. 144 с.
17. Хаммер М., Хершман Л. Быстрее, лучше, дешевле. Девять методов реинжиниринга бизнес-процессов. М.: Альпина Паблишер, 2012. 356 с.
18. Николаева А.И., Яковлев А.Е. Методические подходы к оценке эффективности региональной инновационной системы.

Rackultseva N.G.*Ural Federal University**named after the first President of Russia B.N. Yeltsin,**Ekaterinburg, Russia*

THE USE OF SIMULATION METHODS FOR THE IMPLEMENTATION OF PROJECTS TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF THE MANAGEMENT UNIVERSITY CATERING SERVICE

Abstract. The article discusses an approach that combines methods of business processes analysis with simulation tools, which makes it possible to develop, test and implement organizational and technical measures aimed at improving the efficiency of the value stream. The integrated approach to the analysis and decision-making is considered in application to the university catering system, namely one catering unit. The subject of the research is the operating activities, which reveal factors that reduce the efficiency of the business. The aim of the research is to apply the methodology of customer service process modeling to define the growth potential of the queuing system bandwidth in those cases when the duration of the phases of the process is small and does not reveal losses only by observation. Principles of the system restricting theory, lean production, the queuing theory and simulation modeling in AnyLogic environment are applied in the research. In order to identify the effectiveness growth factors an agent model is developed. It includes the key phases of the catering customer service and considers the use of resources for the customer service. The study aims to analyze the variability of fast processes in a bi-flow service with a chain of dependent phases and limited buffers (queues) between each phase. The modeling process includes three experiments which detect the initial situation, the change in the number of resources involved in the service process and the reduction of variability. The results of simulation presented in the article clearly demonstrate the negative consequences of the queuing system of saving resources during peak loads and also of high variability of processes in each service phase. As a result, based on the data obtained, it is sufficient to apply the arrangements in the phases of service, aimed at the elimination of waste in order to obtain economic benefits from the increased client flow. In addition, the arrangements in most cases do not require any additional costs or the cost might be minimal, and thus the overall economic efficiency will be at its maximum.

Key words: catering service; value creating stream; simulative modeling; efficiency of the business system; client flow.

References

1. Pimenova, S.N., Krokhaliev, V.A., Minnikhanova, E.I., Kokareva, L.A., Taushankova, E.O. Rakul'tseva, N.G. (2012). Analiz vzaimosviazei v sfere obshchestvennogo pitaniia (na primere modeli innovatsionno-obrazovatel'nogo klastera) (Analysis of correlations in the food service sphere (case study of the innovative educational cluster model). *Teoriia i praktika obshchestvennogo razvitiia (Theory and practice of social development)*, No 12, 30–34.
2. Bortsova, E.L., Rakul'tseva, N.G., (2013). Predposylki realizatsii innovatsionnoi politiki v sfere obshchestvennogo pitaniia (Background for innovation

- policy in food services). *Ekonomika i predprinimatel'stvo. Mezhdunarodnyi zhurnal (Journal of Economy and Entrepreneurship)*, No 7 (36), 43–48.
3. Womack, J., Jones, D.T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Productivity Press.
 4. Vasil'kov, Iu.V., Iniats, N. (2008). *Statisticheskie metody upravleniia predpriatiem: dostupno vsem [Easy-to-use statistical methods of corporate management]*. Moscow, RIA Standarty i kachestvo.
 5. Dettmer, H. (1997). *Goldratt's Theory of Constraints: A Systems Approach to Continuous Improvement*. ASQ Quality Press
 6. Ivanovskii, V.B., Chernov, V.P. (2000). *Teoriia massovogo obsluzhivaniia [Queueing theory]*. Moscow, INFRA-M.
 7. Lantsev, E.A., Dorrer, M.G. (2013). Poluchenie agentnoi imitatsionnoi modeli iz diskretno-sobytiinogo opisaniia biznes-protsessa (Creating agent-based model from the business process discrete event model). *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti SPbGPU (The St. Petersburg State Polytechnical University Journal)*, No 3 (174), 44–52.
 8. Levinson, W., Rerick, R. (2002). *Lean Enterprise: A Synergistic Approach to Minimizing Waste*. ASQ Quality Press.
 9. Lukinykh, M.I., Rakul'tseva, N.G. (2015). Konkurentnaia sreda rynka vuzovskogo obshchestvennogo pitaniia Sverdlovskoi oblasti [Competitive environment of the university catering market in Sverdlovsk Region]. *European Social Science Journal*, No 11 (Part 1), 47–51.
 10. Kelton, W.D., Law, A.M. (2000). *Simulation Modelling and Analysis*. McGraw Hill Higher Education.
 11. Maklakov, S.V. (2002). *Modelirovanie biznes-protsessov (Business Process Modeling)*. Moscow, Dialog MIFI.
 12. Osipov, L.A. (2011). Proektirovanie sistem massovogo obsluzhivaniia. M.: Advansed Soliushnz, 2011, 243.
 13. Partin, R.V. (2012). V poiskakh ekonomicheskogo effekta [In search of economic effect]. *Metody menedzhmenta kachestva [Quality management methods]*, No 8, 47–49.
 14. Baranov, A., Nugaibekov, R. (ed.) (2015). *Razvitie proizvodstvennykh sistem: strategii biznes-proryva. Kaidzen. Liderstvo. Berezhlivoe proizvodstvo [Development of production systems: Business breakthrough strategy. Kaizen. Leadership. Lean manufacturing]*. St Petersburg, Piter.
 15. Repin, V. (2013). *Biznes-protsessy. Modelirovanie, vnedrenie, upravlenie [Business Processes. Modeling, Introduction, Management]*. Moscow, Mann, Ivanov, Ferber.
 16. Rother, M., Shook, J. (1999). *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate MUDA*. Lean Enterprise Institute.
 17. Hershman, L., Hammer, M.M. (2010). *Faster Cheaper Better: The 9 Levers for Transforming How Work Gets Done*. Crown Business
 18. Nikolaeva, A.I., Iakovlev, A.E. (2014). Metodicheskie podkhody k otsenke effektivnosti regional'noi innovatsionnoi sistemy [Methodological approaches for assessing the effectiveness of regional innovation system]. *European Social Science Journal*, No 8. Vol 43, 349–356

Information about the author

Rackultseva Natalia Gennadiyevna – Candidate, Head of Catering Service System, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia (620002, Ekaterinburg, Mira street, 19); e-mail: kpurfu@mail.ru.