

Информационные технологии, автоматизация и управление в нефтегазовой отрасли

УДК 004.942:001.57

ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПЦИИ РАЗРАБОТКИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА СМЕТНЫХ РАСЧЕТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ НЕФТЕГАЗОВЫХ ОБЪЕКТОВ

MAIN CONCEPTS FOR THE DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL
MODEL FOR THE BUSINESS PROCESS OF BUDGET ESTIMATES FOR THE
CONSTRUCTION OF AUXILIARY OIL AND GAS FACILITIES

Р. И. Хамидуллин

R. I. Khamidullin

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Ключевые слова: моделирование; строительство; бизнес-процессы; математическое моделирование; нефтегазовая отрасль; проектно-сметная документация; автоматизация

Key words: modeling; building; business processes; math modeling; oil and gas industry; design and estimate documentation; automation

В современном ведении бизнеса встает необходимость оптимизации тех процессов, которые влияют на увеличение прибыли компании. В рамках данного исследования рассматривается такой бизнес-процесс, как составление сметной документации при разработке и строительстве нефтегазовых объектов. Проект строительства вспомогательных объектов нефтегазового хозяйства имеет свои исключительные особенности, которые должны учитываться аналитиками и инженерами данных компаний для грамотного составления нужной документации.

Сама структура бизнес-процесса проектно-сметной деятельности — это совокупность взаимодействующих организационных единиц (звеньев, операций), которые осуществляют различные виды деятельности, обусловленные достижением единой общей цели — повышения эффективности производства. Главная цель сметного проектирования — это взаимосвязанные организационно-функциональные операции, которые приводят к конечному и правильному продукту — смете. Процессный подход поможет рассмотреть данные процессы в управлении сметного проектирования при строительстве нефтегазовых объектов. Авторы работ [1, 2] наглядно приводят процессный подход на практике к управлению деятельностью в организации. Процессный подход состоит из разнородных организационных единиц или, иначе говоря, функциональных операций. Все эти компоненты преследуют общую цель и имеют место в научных и практических аспектах. В отличие от традиционного менеджмента управления процессами организации процессный подход представляет собой детальное управление целенаправленным потоком взаимосвязанных видов деятельности (операций, работ, процедур), которые преобразуют входные потоки как материальных и информационных ресурсов, так и финансовых ресурсов в выходные потоки. Выходные потоки формируют конечный продукт, который имеет большую ценность для потребителя (заказчика) (Стандарт ISO 9001:2000).

Все вышесказанное говорит о необходимости применения процессного подхода в управлении бизнес-процессами составления сметной документации. Причем стоит отметить, что процессный подход включает в себя не просто регламентирование тех или иных видов деятельности, а ее математическую и экономическую оптимизацию.

На сегодняшний день (рис. 1) среди всех компаний нефтегазового сектора оптимизация бизнес-процессов выполняется в виде дескриптивных (описательных) методов и осуществляется в виде текстового, табличного, графического и других описаний (нотаций) потоков работ и информационных данных, математическое регулирование этих же процессов почти отсутствует [3]. При таком подходе под моделированием бизнес-процесса понимаются регламентация процессов, их документирование и сопровождающий документооборот, а сама оптимизация бизнес-процессов заключается в выполнении определенных и предписанных мероприятий по их согласованию, а также их частичному улучшению.



Рис. 1. Аналитическое представление использования основных методов моделирования бизнес-процессов в нефтегазовых компаниях и проектных институтах

Все это выполнение организационных мероприятий по регламентированию и функционированию бизнес-процессов оптимизацией не является. Было проведено исследование, которое показало, что все эти мероприятия не гарантируют оптимального управления тем или иным бизнес-процессом. Описательное моделирование бизнес-процессов с использованием широко известных нотаций, таких как IDEF0, DFD, BPMN, не может внести свои критерии оптимизации и факторы автоматизации бизнес-процессов. Оптимизацию необходимо проводить с использованием математического моделирования бизнес-процесса, где сам бизнес-процесс в виде модели будет подробно исследован и изучен.

Математическая оптимизация и экономическая оптимизация включают в себя построение той модели, которая будет удовлетворять не только оптимальной работе самого процесса, но и также будет включать в себя регламентацию ее улучшения для увеличения прибыли от слаженного документирования и разработки проектов строительства.

Концептуальной основой решаемой проблемы в нефтегазовых компаниях и проектных институтах служат объективные закономерности функционирования бизнес-процессов как систем массового обслуживания (СМО), что следует из принципов определения границ, структур и модели бизнес-процессов [3].

Проектная организация или нефтегазовая компания, выполняющая составление проектно-сметной документации, представляет собой вполне реальную производственную систему, где на разных ее уровнях рабочее место, отдел могут быть представлены в виде системы массового обслуживания, так как бизнес-процесс организации ориентирован на обслуживание заказов в форме некоего производства и реализации оказанной услуги, представляющей ценность для потенциального клиента.

Все заказы на строительные услуги поступают от потенциальных клиентов и заказчиков. Обслуживание заказов начинается от одного отдела, заканчивается другим, все отделы связаны между собой. На выходе данной системы формируется полученная услуга. При этом каждый отдел и рабочее место — это также система массового обслуживания. Существенное различие может заключаться лишь в том, что существующий поток заказов в данном случае формируется внутри системы, а выходные потоки образуют результаты обслуживания данных заказов внутри каждого подразделения (работы, заказы, документы и др.).

СМО — это такая система, которая предназначена для обслуживания поступающих в нее заявок. Другими словами, это такая система, где с одной стороны, всегда возникают массовые запросы (требования) на выполнение каких-либо услуг, а с другой стороны, происходит удовлетворение этих запросов.

Модель бизнес-процесса составления сметной документации, представленная на рисунке 2 — это объект, который представляет собой детальное описание ряда взаимосвязанных видов деятельности как СМО, где происходит преобразование существующих входов и выходов в соответствии с оптимальным выбором показателей системы для проведения прогноза ее поведения, с учетом основной цели функционирования [4].

Сама формализация модели исследуемого бизнес-процесса будет состоять из цепочки последовательных действий как СМО. Все это будет описывать данный процесс со всех его сторон: вход и выход бизнес-процесса с регламентирующими службами. Вход бизнес-процесса — это число заказов (заявок) на выполнение строительных услуг, в частности, проведение составления сметной документации для оценки проводимых услуг, где в рамках данного бизнес-процесса учитываются все требования конкретного потребителя. Обслуживающая служба данного бизнес-процесса в СМО выступает в лице средства персонала с их рабочими местами и персональными компьютерами, которые выполняют полученные заказы по составлению сметы с заданным качеством и определенной интенсивностью. Очередь бизнес-процесса как СМО определяется в виде максимального возможного числа всех заказов на входе сверх тех, которые уже находятся в процессе изготовления документации. Конечным продуктом бизнес-процесса (выход) как СМО будет выступать уже составленная и выполненная проектно-сметная документация, определяемая по количественным показателям, которые также соответствуют требованиям заказчика, согласно регламенту организации.

Также модель бизнес-процесса составления сметной документации нефтегазовой организации может быть представлена рядом показателей, таких как число каналов m , интенсивность потока заявок λ , производительность каждого канала (среднее число заявок k , где происходит обслуживание каналом в единицу времени), условия образования очереди (существуют или нет ограничения в системе). Система может быть представлена и описана как некое оборудование с определенным коэффициентом использования (загрузки), чаще обозначаемым как ρ . Данные показатели могут быть описаны математическими выражениями, которые используются для вычисления характеристик отдельных операций бизнес-процесса.

В ходе проведения исследования были получены бизнес-функции данного бизнес-процесса, которые можно будет рассмотреть как разомкнутые системы массового обслуживания [5–7]: показатели вероятности состояний исследуемого бизнес-процесса, а также количественные и экономические показатели.

Для описания поведения бизнес-процесса составления сметной документации используются основные математические выражения показателей вероятности и количественных показателей, которые основаны на теории массового обслуживания.

Коэффициент использования системы (загрузки)

$$U = \rho(1 - P_{отк}). \quad (1)$$

Среднее число заявок на обслуживании или среднее число занятых каналов

$$\bar{S} = mU. \quad (2)$$

Среднее число заявок в системе

$$\bar{k} = \bar{q} + \bar{S}. \quad (3)$$

Пропускная способность системы

$$\gamma = \lambda \bar{S} \quad (4)$$

или

$$\gamma = \lambda(1 - P_{отк}). \quad (5)$$

Формула Литтла или среднее время пребывания заявки в очереди

$$\bar{w} = \frac{\bar{k}}{\gamma}. \quad (6)$$

Среднее время пребывания заявки в системе

$$\bar{t} = \bar{w} + \bar{x}. \quad (7)$$

Выражения (1)–(7) могут применяться для вычисления характеристик любых разомкнутых систем массового обслуживания, где нет зависимости от количества каналов, закона распределения времени обслуживания потока заявок и т. д. В СМО разомкнутого типа без ограничений на очередь могут применяться коэффициент использования системы (загрузки)

$$U = \rho, \quad (8)$$

пропускная способность

$$\gamma = \lambda. \quad (9)$$

Такие коэффициенты, как вероятность простоя P_0 , вероятность отказа $P_{отк}$ и средняя длина очереди $\bar{q}$, могут рассчитываться иначе в зависимости от типа СМО (в нашем случае это СМО с ограничением на длину очереди).

Вероятность простоя

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{i=0}^m \frac{\rho^i}{i!} + \frac{\rho^{m+1}}{m!(m-\rho)} \left(1 - \left(\frac{\rho}{m}\right)^n\right)}, \quad (10)$$

где m — количество каналов системы; n — максимально допустимое количество заявок в очереди.

Вероятность отказа в обслуживании

$$P_{отк} = \frac{\rho^{m+n}}{m!m^n} \cdot P_0. \quad (11)$$

Средняя длина очереди

$$\bar{q} = \frac{\rho^m \left(\frac{\rho}{m} - (n+1)\left(\frac{\rho}{m}\right)^{n+1} + n\left(\frac{\rho}{m}\right)^{n+2}\right)}{m! \left(1 - \frac{\rho}{m}\right)^2}. \quad (12)$$

На основе рассмотренных выше основных показателей вероятности работы бизнес-процесса и его количественных показателей могут также быть рассчитаны

экономические показатели, характеризующие эффективность их работы. Более того, это те самые характеристики, которые реально могут представить состояние как по доходам, так и по расходам результатов производственной деятельности компании или организации. Стоит также отметить, что расчет данных экономических характеристик всегда зависит от точной постановки задачи. Тогда экономические показатели исследуемого бизнес-процесса могут быть представлены следующими выражениями: выручка от исполнения бизнес-процесса заказов в течение времени T

$$V = \gamma CT, \quad (13)$$

где γ — пропускная способность бизнес-процесса; C — выручка от исполнения одного заказа; расчет текущих затрат (обслуживание заказов в системе m -службами в течение времени T)

$$Z_{\text{обсл}} = \gamma C_{\text{обсл}} T, \quad (14)$$

где $C_{\text{обсл}}$ — затраты, которые связаны с обслуживанием одного заказа.

Приведенные математические выражения являются основой для полученной математической модели бизнес-процесса разработки сметной документации. Данное представление (см. рис. 2) учитывает все особенности работы бизнес-процесса составления сметной документации, начиная от входной информации до получения конечного продукта. Модель с ее математическим аппаратом является системной и может меняться в зависимости от необходимых факторов модернизации проектной деятельности.



Рис. 2. Структурно-логическое представление бизнес-процесса составления сметной документации строительно-сметного отдела организации на основе теории массового обслуживания

Не стоит также забывать о применении некоторых ограничений при разработке данной модели бизнес-процесса. С некоторым приближением можем предположить, что в моделируемом процессе текущий поток заказов является пуассоновским на входе в процесс. Стоит отметить из теории вероятности и теории случайных процессов, что использование пуассоновского потока предоставляет наиболее жесткие требования к существующим системам обслуживания. Непосредственно сама модель операций бизнес-процесса тоже будет учитывать ограничение на длину очереди. Для данного бизнес-процесса указанного типа в существующей очереди может находиться не более n заказов.

Из этого следует, что если заказ поступает на обслуживание бизнес-процессом в тот момент, когда в очереди уже существуют те самые n заказов, то он не будет обслуживаться и, соответственно, не будет допускаться в очередь. Для данного бизнес-процесса, представленного в виде СМО, также может существовать такое число обслуживающих приборов m , где добавление хоть на одну единицу может привести к тому, что затраты на компенсацию потерь не превышают прибыль от их введения. Но при внедрении одной дополнительной службы (обслуживавший персонал, рабочее место) мы можем сделать вывод, что текущие затраты на обслуживание $Z_{\text{обсл}}$ в некоторой степени могут возрасти. Также следует подчеркнуть, что если затраты при введении одной дополнительной рабочей службы ($m + 1$) оставить на том же уровне, как и при m , то может произойти уменьшение затрат на каждую рабочую службу бизнес-процесса (заработная плата рабочих или основные средства на содержание текущего рабочего процесса). Очевидно предположить, что данное уменьшение затрат на индивидуальный вид рабочей службы может привести к риску их существенных потерь. Поэтому необходимо часть прибыли, которая была получена за счет внедрения этой службы, использовать на компенсацию возникающих потерь. Из вышесказанного можно сделать вывод о том, что существенное увеличение числа обслуживающих в рамках данного процесса служб будет полезно до тех пор, пока затраты на компенсацию потерь не превышают прибыль от их введения. Данные нюансы будут также учтены в модернизации разработанной математической модели бизнес-процесса, для того чтобы процесс был более реальным моментом его работы.

Стоит заметить, что основная задача разрабатываемой модели (на основе теории массового обслуживания) должна будет сводиться к тому, чтобы установить рациональное и оптимальное соотношение между числом поступающих в проектно-строительный отдел требований и числом обслуживающих устройств. Данные критерии в задачи функционирования модели должны привести к минимизации суммарных расходов на обслуживание и снижению убытков от простоя каналов обслуживания [8, 9].

Данная модель станет основой авторской методики, которая будет в себя включать поэтапный анализ бизнес-процессов, где основная цель — определить оптимальные параметры функционирования системы. Таким образом, имитационная модель СМО будет представлять собой алгоритм, отражающий поведение СМО, то есть изменения состояния СМО во времени при заданных потоках заявок, поступающих на вход системы.

Разработанные концепции математического моделирования управления бизнес-процессом ориентируются на отдельный нефтегазовый проект строительства, то есть составление сметной документации и оценку затрат на проект. В зависимости от специфики и характеристик каждого проекта исходные данные разрабатываемой модели, а также ее структура и полученные результаты при проведении моделирования могут значительно меняться. Все эти изменения лишь влияют на получение первичных данных, которые должны будут обрабатываться не только в виде имитационной модели, но и также иметь все основы для качественной автоматизации процессов управления сметной документацией.

Таким образом, вышесказанное дает нам право при дальнейшем проведении исследования на детальную проверку модели на адекватность и дополнение модели критериями в условиях неопределенности. Условия неопределенности — очень важный фактор для успешности сметного просчета проекта на строительство. Нефтегазовая проектная отрасль несомненно выиграет от математических концепций управления экономически важных процессов, что даст тот мощный инструмент не только для его управления, но и для упрощения работы над этими процессами.

Библиографический список

1. Merrow E. W. Oil and Gas Industry Megaprojects: Our Recent Track Record // Oil and Gas Facilities. – 2012. – Vol. 1, Issue 2. – P. 38–42.
2. Vergidis K., Tiwari A. Business process analysis and optimization: beyond reengineering // IEEE Transactions on Systems, Man, Cybernetics — Part C: Application and Reviews: 1–14, 2008.
3. Хамидуллин Р. И., Сенкевич, Л. Б. О необходимости математического моделирования бизнес-процесса сметных расчетов при строительстве нефтегазовых объектов // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2017. – № 6. – С. 139–145.
4. Hamidullin R. I. Development peculiarities of mathematical business processes activity model forestimated design and construction organizations // Новые технологии — нефтегазовому региону: материалы Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Тюмень, 2017. – С. 414–415.
5. Захаркина Н. В. Совершенствование инструментов стратегического планирования на основе моделирования бизнес-процессов: Автореф. дис. канд. экон. наук. – Брянск, 2006. – 23 с.
6. Дубовицкая Е. А., Ткаченко М. А. Существующие проблемы оценки стоимости нефтегазовых объектов // Вестник ПМСОФТ. – 2015. – № 11. – С. 16–20.
7. Концепция создания линейки программных продуктов для оценки затрат на разных стадиях реализации нефтегазовых проектов / С. В. Чижиков [и др.] // Нефтяное хозяйство. – 2014. – № 9. – С. 20–23.
8. Хамидуллин Р. И., Сенкевич Л. Б. Автоматизация работы инженера-сметчика строительно-сметного отдела ООО «ТоболСтройСервис» // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 11–1. – С. 110–114.
9. Управление стратегическим развитием жизнеспособных экономических систем: модели, механизмы и инструменты: моногр. / Т. Ю. Беликова [и др.] – Т. 2: Прикладные аспекты моделирования процессов управления стратегическим развитием жизнеспособных экономических систем. – Донецк, 2012. – 381 с.

Сведения об авторе

Хамидуллин Руслан Игоревич, аспирант, ассистент кафедры кибернетических систем, Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, тел. 89829233070, e-mail: hamidullinri@tyuiu.ru

Information about the author

Khamidullin R. I., Postgraduate, Assistant at the Department of Cybernetic Systems, Industrial University of Tyumen, phone: 89829233070, e-mail: hamidullinri@tyuiu.ru

Машины, оборудование и обустройство промыслов

УДК 622.276.6

СТАТИСТИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ МЕЖДУ НЕРАВНОВЕСНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ НЕФТЕЙ И СОДЕРЖАНИЕМ В НИХ ПАРАФИНОВЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ STATISTICAL LINKAGE BETWEEN THE NON-EQUILIBRIUM CHARACTERISTICS OF OILS AND THE CONTENT OF PARAFFIN HYDROCARBONS IN THEM

М. Д. Валеев, М. С. Габдрахимов, Л. М. Зарипова, А. К. Зарипов
M. D. Valeev, M. S. Gabdrakhimov, L. M. Zaripova, A. K. Zaripov

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа
Филиал Уфимского государственного нефтяного технического университета,
г. Октябрьский

*Ключевые слова: парафины; смолы; асфальтены; скорость деформации;
петля гистерезиса; скорость сдвига; тиксотропные свойства жидкости*
*Key words: paraffins; resins; asphaltenes; strain rate; hysteresis loop; shear rate;
thixotropic properties of liquid*

Известно [1], что неравновесные свойства жидкости характеризуются снижением напряжений сдвига во времени в процессе ее деформации.

Наиболее наглядно это видно из графика зависимости напряжения сдвига при нарастающей скорости деформации с последующим ее снижением. На графике зависимости напряжения τ от скорости сдвига γ наблюдается петля гистерезиса (рис. 1).