

**Оценка влияния сложности бизнес-процесса на его результативность.  
Сравнение структур моделей бизнес-процессов с точки зрения их  
эффективности**

*Егорова Арина Валерьевна  
Владимирский государственный университет  
студент*

*Градусов Денис Александрович  
Владимирский государственный университет  
кандидат экономических наук, доцент кафедры «Вычислительная техника и  
системы управления»*

*Шутов Антон Владимирович  
Владимирский государственный университет  
кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Вычислительная  
техника и системы управления»*

**Аннотация**

Поднимается проблема наличия влияния длины цепи бизнес-процесса на его результативность. Рассмотрены как линейные, так и нелинейные модели. Построены модели элементарного линейного бизнес-процесса, вариаций нелинейных бизнес-процессов с точки зрения их структуры. Построены модели математического ожидания результата для ряда подобных процессов. Найдена зависимость эффективности процессов от числа блоков, а также от структуры процессов для нелинейных моделей. Сделаны выводы о наиболее оптимальной организации бизнес-процессов.

**Ключевые слова:** динамика процессов, эффективность, математическое моделирование, имитационное моделирование.

**Evaluation of the impact of the business process length on its efficiency.  
Comparison structures of business process models in terms of their  
effectiveness**

*Egorova Arina Valerevna  
Vladimir State University  
Student of Institute of Information Technologies and Radioelectronics*

*Gradusov Denis Aleksandrovich  
Vladimir State University  
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor at the Department of  
Computer Engineering and Control Systems  
Shutov Anton Vladimirovich*

*Vladimir State University*

*Candidate of Physico-Mathematical Sciences, Associate Professor at the  
Department of Computer Engineering and Control Systems*

### **Abstract**

The article concerns the problem of the impact of the business process length on its efficiency. Both linear and nonlinear models are considered. Elementary linear model of the business process and variations of non-linear business processes are considered from the standpoint of structure. The graphs of the mathematical expectation of the result of these processes are built. The dependence of the efficiency of the number of blocks and of the structure of processed for nonlinear models is found. Conclusions about the most optimal organization of business processes are made.

**Keywords:** dynamics of processes, efficiency, mathematical modeling, imitation modeling.

На сегодняшний день бизнес-сообщество волнует такая серьезная проблема, как проблема эффективности. Но это достаточно общее высказывание. В данном случае под ним подразумевается вопрос, каким способом можно достигнуть желаемого результата в наиболее короткий срок, при этом используя меньше затрат, но делая это качественнее своих конкурентов. Ведь, как известно, конкуренция в данном секторе экономики очень высокая и является сильным толчком для развития каждого из его составляющих.

Для многих организаций актуальным является вопрос о том, насколько целесообразным является проведение автоматизации бизнес-процессов, ведь этот требует в большинстве случаев больших финансовых, да и не только, вложений. Автоматизация же по своей сути требует внедрения в деятельность компании определенного программного продукта. Но его не следует внедрять сразу. Нужно сначала провести анализа уже существующих на данный момент бизнес-процессов организации, а если, необходимо, и проведения их реинжиниринга, то есть оптимизации, изменения их конструкций в лучшую сторону. В своих трудах С.В. Питеркин утверждал, что перед тем, как заниматься внедрением любой системы необходимо избавиться от лишних элементов, перед внедрением любой системы от лишних элементов, что означает, что бизнес-процессы должны состоять лишь из тех действий, которые необходимы и достаточны для достижения поставленного результата [1].

На этапе оптимизации существующих бизнес-процессов необходимо ответить на большое количество, в том числе на вопросы «Что делает компания?» и «Не делает ли компания ничего лишнего?» [2]. Для этого важным этапом является исследование всех функций организации для выпуска конкурентоспособного продукта, а также степень целесообразности этих функций. Для этого необходимо установить степень их соответствия целям компании. Становится понятно, что, если в бизнес-процессе

присутствует большое количество блоков, адекватно обосновать необходимость каждого из них не представляется возможным, и такие процессы на практике являются в гораздо меньшей степени эффективными, чем оптимизированные бизнес-процессы, в которых таких блоков уже нет.

Отсюда можно выявить закономерность того, что сложность бизнес-процесса значительно влияет на его результативность.

Исходя из этого предположения, были сформулированы следующие задачи:

- дать количественную оценку этому влиянию;
- доказать правдивость этого утверждения на примере реальных моделей.

В данной работе использованы вероятностные методы, которые являются одним из самых эффективных инструментов для анализа и описания многих физических и технологических процессов, а также методы статистического и имитационного моделирования. Практическую значимость последних можно объяснить с точки зрения того, что они дают возможность получить достаточно точную по своей сути информацию об изучаемом объекте (в рамках данной работы – бизнес-процессе), в количественных и качественных характеристиках. При этом не требуется вложений большого объема затрат, нежели при реальных экспериментах. Также данный метод применяют и тогда, когда функционального моделирования становится недостаточно для определенных технологических операций [3].

Исходя из стандарта ИСО 9000 -2008, понятие процесса определяется, как «совокупность взаимосвязанных или взаимодействующих видов деятельности, преобразующих входы в выходы» [4]. Также в этом документе дано и определение понятию продукции, как «результата процесса». Бизнес-процесс отличается от обычного процесса тем, что конечный результат представляет ценность для потребителя (клиента).

Сложность бизнес-процесса – это одна из главных его характеристик [5]. Этим термином в работе обозначают длину цепи процесса – количество функций (блоков) из которого он состоит. Под результативностью бизнес-процесса имеется ввиду количественная оценка его фактического выполнения в долях от планового.

Для начала построим модель простого линейного бизнес-процесса, который представляет собой цепочку последовательно расположенных независимых блоков, результат каждого из которых является дискретной случайной величиной (как и результат бизнес-процесса в целом). Допустим, что у каждого отдельного блока бизнес-процесса есть два варианта исхода:

- $Сk_1$ ;
- $Сk_2$ .

В данном случае  $С$  – это константа, которая подается на вход блока, а  $k_1$  и  $k_2$  – это коэффициенты удовлетворительного или неудовлетворительного выполнения процесса (рисунок 1). Результат выполнения всего бизнес-процесса будет равен произведению константы  $С$  (подаваемой на входе) и

итоговых результатов каждого блока последовательно. Вероятность того, что блок выполнится удовлетворительно ( $k_1 \geq 1$ ) равна  $p$ , вероятность обратного исхода ( $k_2 < 1$ ) равна  $q$ . Так как эти события являются несовместными и образуют полную группу событий, то сумма их вероятностей равна единице. Пусть  $X(1...n)$  — результат выполнения блока бизнес-процесса.



Рисунок 1 - Модель простого бизнес-процесса

Вероятность  $P(m)$  того, что из  $n$  блоков с результатом  $Sk_1$  выполнится  $m$ , получим по формуле функции вероятности в Биномиальном распределении (1).

$$P(m) = C_n^m p^m q^{n-m}, \quad (1)$$

где  $n$ -общее число блоков в цепи;

$m$ -число блоков, выполнившихся с результатом  $Sk_1$ ;

$C_{mn}$  - биномиальный коэффициент;

$p$  - вероятность того, что отдельный блок выполнится с результатом  $Sk_1$ ;

$q = 1 - p$  - вероятность возникновения обратного события (произойдет выполнение блока с результатом  $Sk_2$ ).

Определим закон распределения вероятностей выполнения бизнес-процесса. Для этого выпишем все возможные результаты выполнения с соответствующими им вероятностями (2):

$$\begin{array}{l} X \quad Sk_1^n \dots C_n^m Sk_1^m k_2^{n-m} \dots Sk_2^n \\ P \quad p^n \dots P^m q^{n-m} \dots q^n \end{array} \quad (2)$$

Математическое ожидание бизнес-процесса с  $n$  числом звеньев будет равно (3):

$$M(n) = C(k_1 p + k_2 q)^n \quad (3)$$

Полученная модель является показательной функцией  $f(x) = a^x$ . Известны следующие зависимости:

- если  $a > 1$  и  $x$  — возрастающий, то значение функции увеличивается;

- если  $a = 1$ , то значение функции тоже будет равно 1, независимо от значений  $x$ ;

- если  $a < 1$  и  $x$  — возрастающий, то значение функции уменьшается.

Математическое ожидание приблизительно равно среднему арифметическому наблюдаемых значений случайной величины. С экономической точки зрения, имеет смысл только ситуация, математическое

ожидание уменьшается при возрастающем значении  $n$ , то есть  $a = (k_1p + k_2q) < 1$ .

Изначальные условия были таковы:  $k_1 \geq 1, k_2 < 1, p + q = 1$ . При применении их к существующим бизнес-процессам будет выходить, что если результат выполнения получился удовлетворительным, то он будет оцениваться по шкале от 1 (то есть выполнение планового показателя на 100%) и выше (когда фактические показатели превышают плановые в среднем на 20-30%). Неудовлетворительное же выполнение будет оцениваться величиной ниже 0,6 (по факту плановые показатели были выполнены на 60% и меньше).

В данном случае значение математического ожидания будет уменьшаться с возрастающим числом блоков, что мы можем увидеть на графике (рисунок 2), построенном при указанных в таблице 1 значениях вероятностей, коэффициентов и константы.

Таблица 1 - Примерные значения переменных

<i>Наименование переменной</i>	<i>Значение переменной</i>
<i><math>p</math></i>	<i>0,5</i>
<i><math>q</math></i>	<i>0,5</i>
<i><math>k_1</math></i>	<i>0,3</i>
<i><math>k_2</math></i>	<i>1,1</i>
<i><math>C</math></i>	<i>100</i>

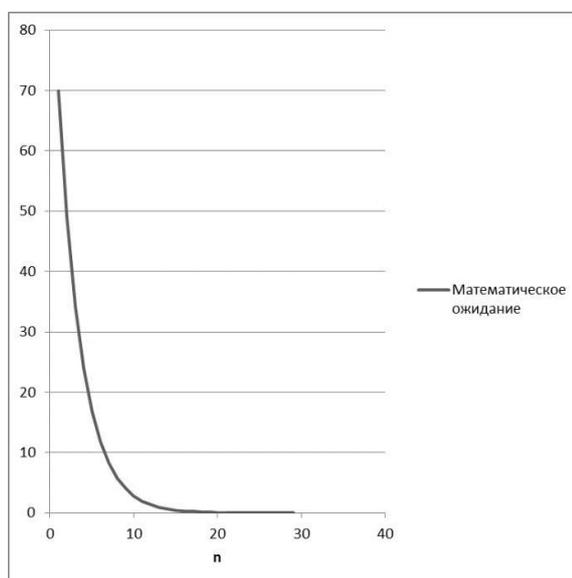


Рисунок 2 - График функции математического ожидания результата выполнения линейного бизнес-процесса с  $n$ -блоками

Следует отметить тот факт, что, исходя из того, что поведение графика меняется, как поведение показательной функции с основанием меньше единицы, то для каждого аналогичного графика существует такое количество

$n$  блоков, при котором значение самой функции (приблизительно равное среднему арифметическому наблюдаемых значений случайной величины) начинает стремиться к нулю.

Если посмотреть на это с экономической точки зрения, то можно сказать, что если бизнес-процесс состоит из большого количества блоков, то на некотором  $n$ -блоке наступает момент, когда процесс выполнения бизнес-процесса становится бессмысленным.

Этим доказывается тот факт, что повышение сложности бизнес-процесса оказывает отрицательное влияние на его результативность, а также что данное влияние усиливается при увеличении числа блоков (или же размерности цепи) во всем процессе. Отсюда следует, что проведение работ по реинжинирингу бизнес-процессов является важным шагом не только перед автоматизацией процессов, но и для приведения в порядок функций всего предприятия. Так же установлено, что при определенном  $n$ -блоке большого процесса его выполнение станет бессмысленным занятием.

В графической среде моделирования Simulink пакета Matlab была построена имитационная модель для линейного процесса. На рисунке 3 изображена модель отдельного блока бизнес-процесса, содержащая источник случайного сигнала с равномерным распределением, блоки усиления (представляющие коэффициенты  $k_1$  и  $k_2$ , которые были описаны ранее) и переключатель, пороговое значение которого задает вероятность результата  $k_1$ .

Общая модель линейного бизнес-процесса, изображенная на рисунке 4, представляет собой константу, подаваемую на входе, и совокупность последовательно расположенных блоков.

На выходе генерируется массив с результатами выполнения процесса для заданного числа реализаций.

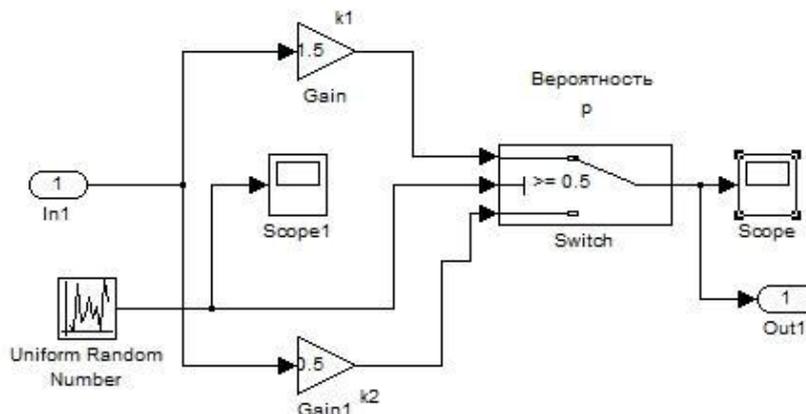


Рисунок 3 - Имитационная модель обособленного блока бизнес-процесса

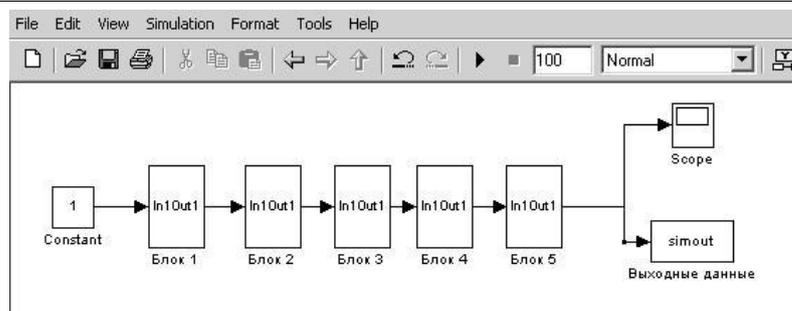


Рисунок 4 - Имитационная модель линейного бизнес-процесса с пятью блоками в общем виде

При проведении эксперимента были построены модели из 5 и 20 блоков (частота повторений задана - 1000); в результате были получены массивы данных, которые были проанализированы с использованием инструмента «Описательная статистика» надстройки «Анализ данных» в MS Excel (таблица 2).

Таблица 2 - Сводная таблица статистических показателей для моделей с разным числом блоков

<i>Статистические показатели</i>	<i>5 блоков</i>	<i>20 блоков</i>
<i>Среднее</i>	<i>1,026192557</i>	<i>0,791454596</i>
<i>Мода</i>	<i>0,28125</i>	<i>0,056313515</i>
<i>Дисперсия выборки</i>	<i>2,107767365</i>	<i>20,26111256</i>

Для анализа были выбраны такие статистические показатели, как среднее, мода и дисперсия, так как они наиболее информативно описывают поведение случайной величины. Среднее значение результата в бизнес-процессе из 20 блоков на 21 % меньше единицы. В то время как этот же показатель для процесса из пяти блоков единицу превышает. Несмотря на то, что величина значения, которое встречается наиболее часто в выборке, в обоих случаях сильно меньше единицы, мода в выборке данных для 20 блоков меньше этого показателя для пяти блоков в пять раз. Что касается дисперсии, следует заметить, что с увеличением числа блоков разброс значений сильно растет.

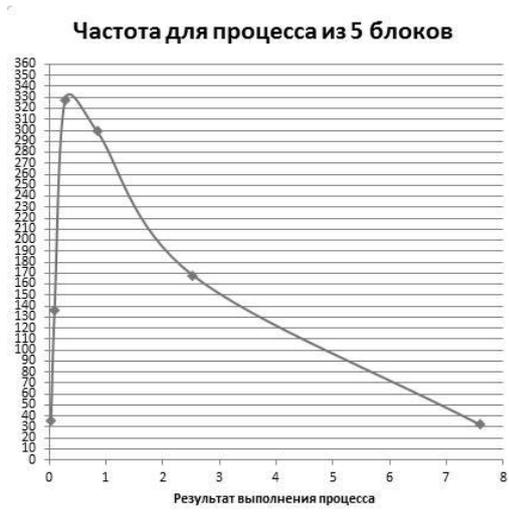


Рисунок 5 - График частоты появления результатов для модели из 5 блоков

Также для более наглядного представления полученных данных были построены графики частот появления результатов с разным числом блоков (рисунки 5 и 6) и объединенный график (рисунок 7).



Рисунок 6 - График частоты появления результатов для модели из 12-блоков

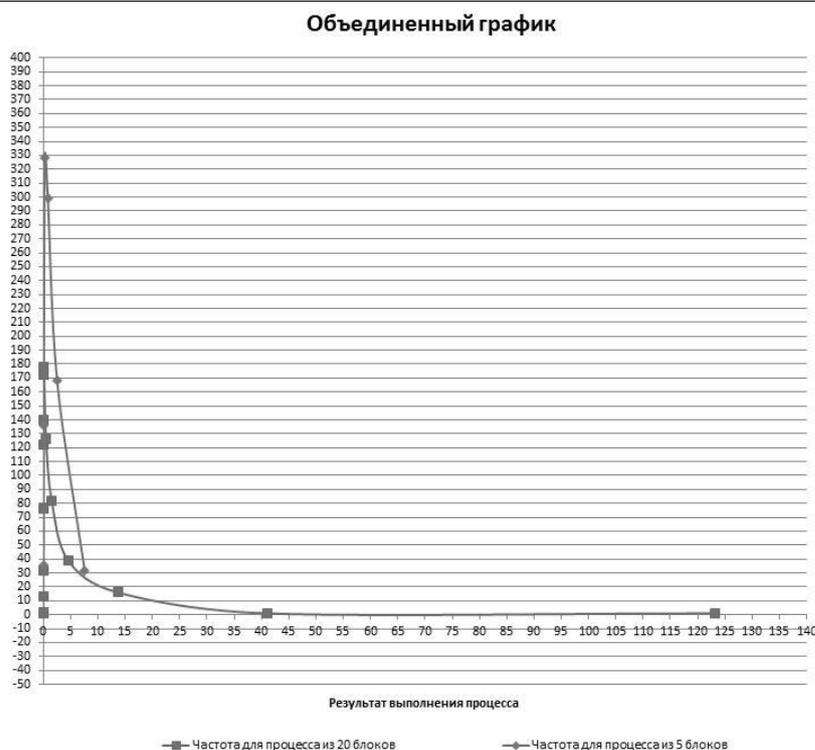


Рисунок 7 - Объединенный график частот появления результатов для двух моделей

В результате проведения экспериментального запуска моделей были получены следующие выводы для линейных моделей:

- 1) рост количества блоков модели приводит к снижению среднего значения результативности бизнес-процесса;
- 2) рост количества блоков модели приводит к снижению величины результата, которое встречается наиболее часто;
- 3) рост количества блоков модели приводит к тому, что его результат становится менее предсказуемым, что также приводит к негативному воздействию на эффективность самого процесса.

Итак, нами была рассмотрена методика пока только для линейного бизнес-процесса. Но хорошо известно, что в реальной жизни существует значительное преобладание нелинейных бизнес-процессов над линейными, поэтому аналогичное исследование необходимо провести и для них.

Для этого перед нами ставятся следующие задачи:

- проанализировать и выявить возможные по структуре альтернативы нелинейных бизнес-процессов, а затем выполнить построение моделей математического ожидания результата для ряда подобных процессов;
- реализовать их имитационное моделирование в графической среде моделирования Simulink (пакета Matlab) и сравнить их эффективность.

Для нелинейных моделей, по аналогии с линейными, результат каждого блока в отдельности и всего нелинейного процесса в целом является дискретной случайной величиной.

Рассмотрим следующую ситуацию: в блоке бизнес-процесса  $m$  выходов ( $m$  – число выходов, большее единицы), каждый из них может выполняться либо удовлетворительно ( $k_1 \geq 1$ ) с вероятностью  $p_{(1...m)}$ , либо же неудовлетворительно ( $k_2 < 1$ ) – с вероятностью  $q_{(1...m)}$ . А исходя из того, что эти события являются несовместными и образуют собой полную группу событий, то сумма их вероятностей равна единице. Результаты выходов в такой модели не зависят друг от друга. Математическое ожидание результата каждого выхода будет вычисляться по формуле (3) (рисунок 8).

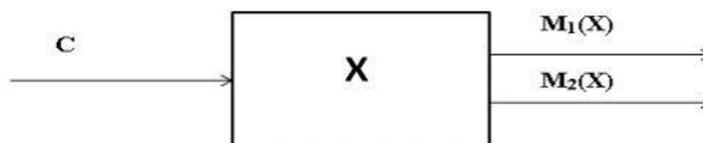


Рисунок 8 - Модель блока бизнес-процесса с одним входом и двумя выходами

Ситуацию, когда на вход блока подается больше одного параметра (рисунок 9), можно интерпретировать несколькими способами, все зависит от того, какая функция преобразования используется в конкретный момент.

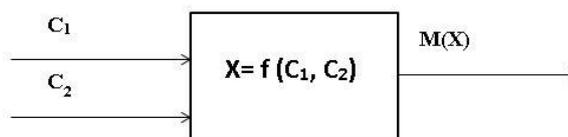


Рисунок 9 - Модель блока бизнес-процесса с двумя входами и одним выходом

В работе рассмотрены два наиболее естественных варианта: обработка минимального входа (4) и средневзвешенной суммы (суммы произведений значений входов на их веса  $\alpha_{(1...m)}$ , где  $m$  – число входов) (5).

$$f(C_1, C_2) = \min(C_1, C_2) \quad (4)$$

$$f(C_1, C_2) = \alpha_1 C_1 + \alpha_2 C_2 + \dots + \alpha_m, \alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_m = 1 \quad (5)$$

Математическое ожидание блока бизнес-процесса с несколькими входами будет равно (6):

$$M = f(C_1, \dots, C_n)M(X), \quad (6)$$

где  $f(C_1, \dots, C_n)$  - преобразующая входы функция;

$M(X)$  – полученная ранее модель математического ожидания для линейного бизнес-процесса (3).

С точки зрения структуры нелинейных процессов можно выделить следующие простейшие модели:

— когда блоки с несколькими входами и выходами располагаются последовательно (рисунок 11);

— когда нескольких цепочек блоков с одним входом и одним выходом располагаются последовательно (рисунок 10).

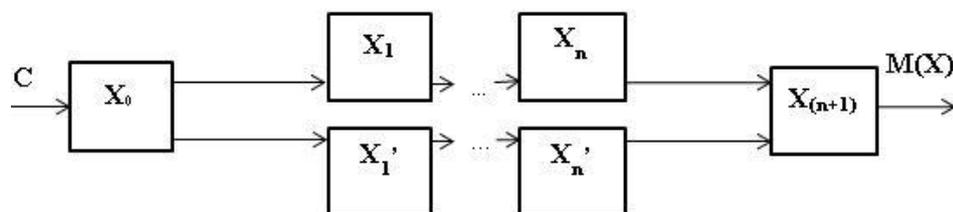


Рисунок 10 – Структура нелинейной модели с параллельным расположением блоков

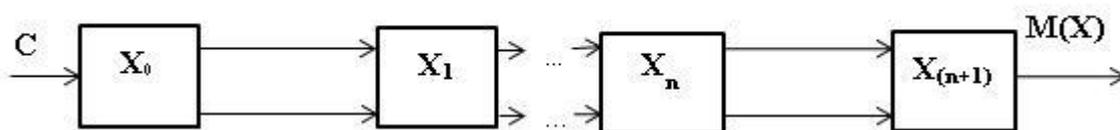


Рисунок 11 - Структура нелинейной модели с последовательным расположением блоков

Модель, в которой блоки располагаются параллельно, представляет из себя две линейные цепи блоков с одним входом и одним выходом – два параллельно выполняющихся линейных процесса. В начале данной работы уже было доказано, что математическое ожидание результата такого процесса уменьшается с увеличением числа блоков.

Модель, в которой блоки располагаются последовательно, все они, кроме тех, что идут первым и последним, имеют по два входа и два выхода. Результаты выходов каждого блока подаются на входы в следующие блоки.

Для всех нелинейных процессов были построены имитационные модели в графической среде моделирования Simulink пакета Matlab.

Имитационная модель блока процесса с одним входом и одним выходом представлена на рисунке 12. Модель содержит источник случайного сигнала с равномерным распределением, блок усиления (представляющий коэффициенты  $k_1$  и  $k_2$ ) и переключатель, пороговое значение которого задает вероятность результата  $k_1$  [4].

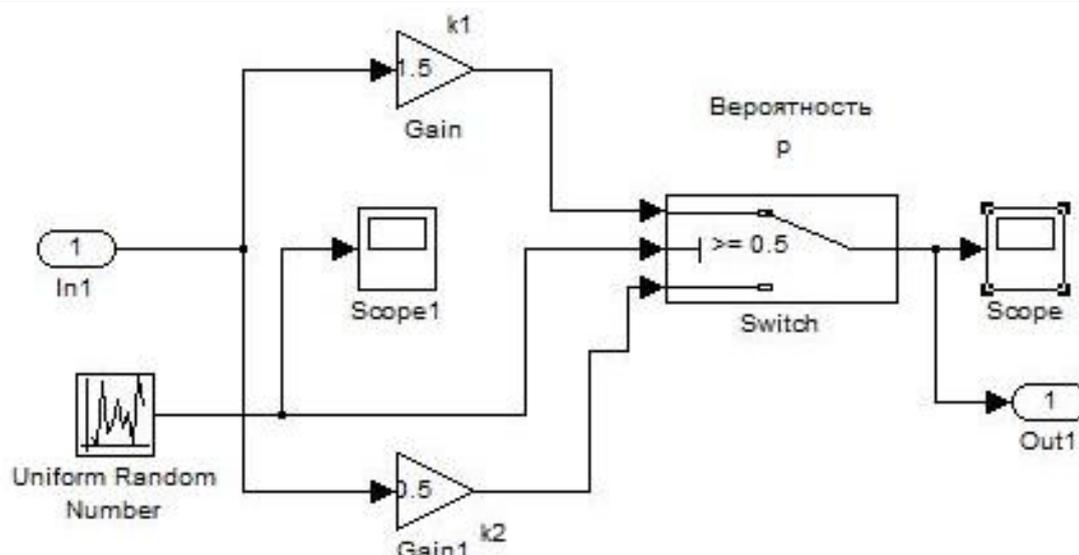


Рисунок 12 - Имитационная модель обособленного блока бизнес-процесса с одним входом и одним выходом

На рисунке 13 изображена имитационная модель блока бизнес-процесса, который имеет один вход и два выхода. Эта модель имеет отличие от предыдущей в том, что у нее есть дополнительный источник случайного сигнала с равномерным распределением; блоки усиления раздваиваются на два переключателя, пороговые значения которых и задают вероятности удовлетворительных результатов каждого выхода. В данном случае вероятности успешного выполнения равны 0,5.

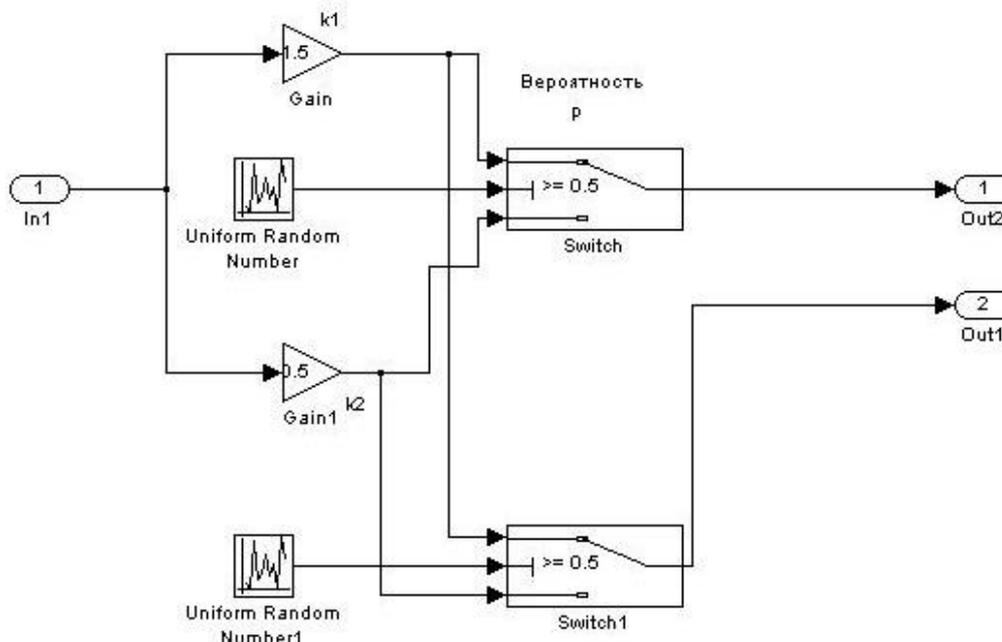


Рисунок 13 - Имитационная модель блока бизнес-процесса с одним входом и двумя выходами

На рисунке 14 изображена имитационная модель блока с двумя входами, для которого обрабатывается минимальное значение входа. После этой обработки Блок 1 представляет из себя модель уже только с одним входом и одним выходом (рисунок 14).

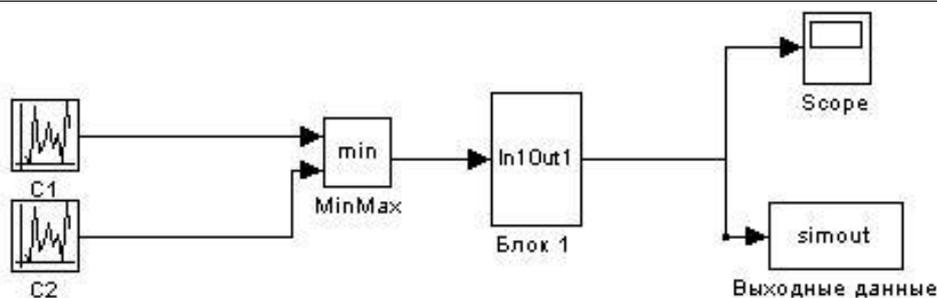


Рисунок 14 - Обработка минимального входа в имитационной модели блока бизнес-процесса с двумя входами

На рисунке 15 изображена имитационная модель блока с двумя входами, для которого обрабатывается средневзвешенная сумма входов. В данном случае веса  $\alpha_1 = \alpha_2 = 0,5$ .

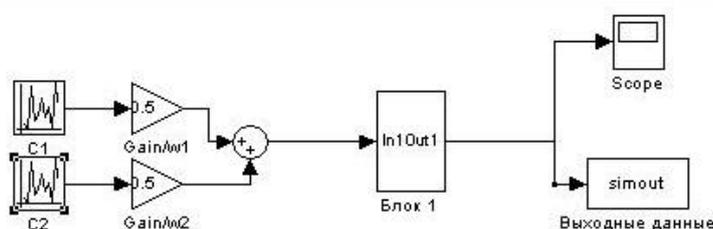


Рисунок 15 - Обработка средневзвешенной суммы в имитационной модели блока бизнес-процесса с двумя входами

Общие имитационные модели нелинейных процессов с последовательной и параллельной структурой представлены на рисунках 16 и 17, при этом последовательная модель построена в двух интерпретациях обработки множества входов (рисунки 18,19).

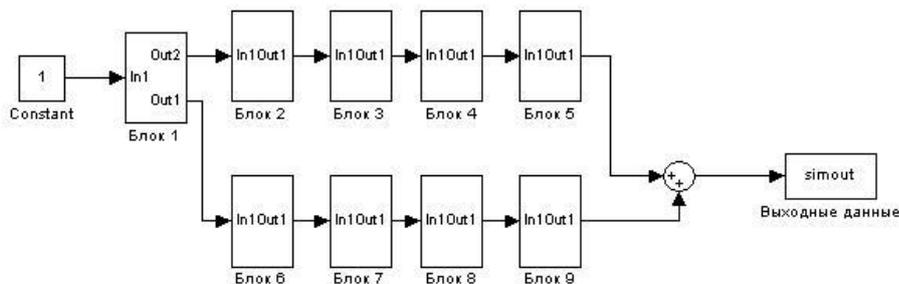


Рисунок 16 - Имитационная модель параллельного выполнения N-числа цепей линейных блоков

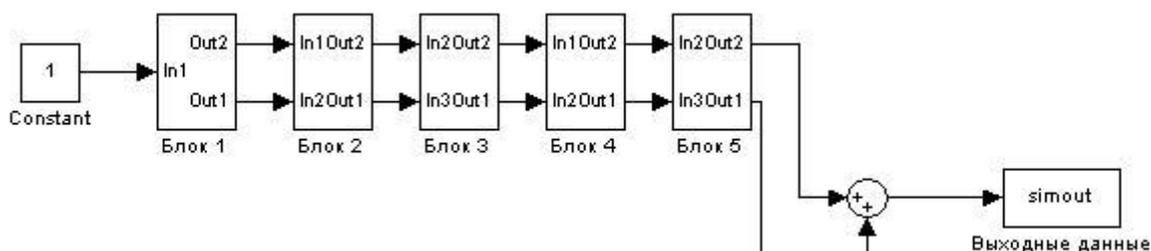


Рисунок 17 - Имитационная модель цепи нелинейных блоков с N входами и N выходами с последовательным выполнением

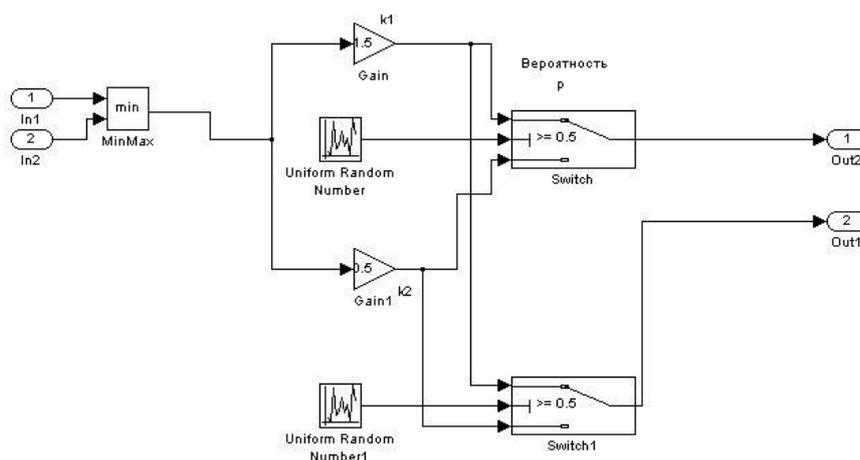


Рисунок 18 - Обработка минимального значения входа в имитационной модели блока бизнес-процесса с двумя входами

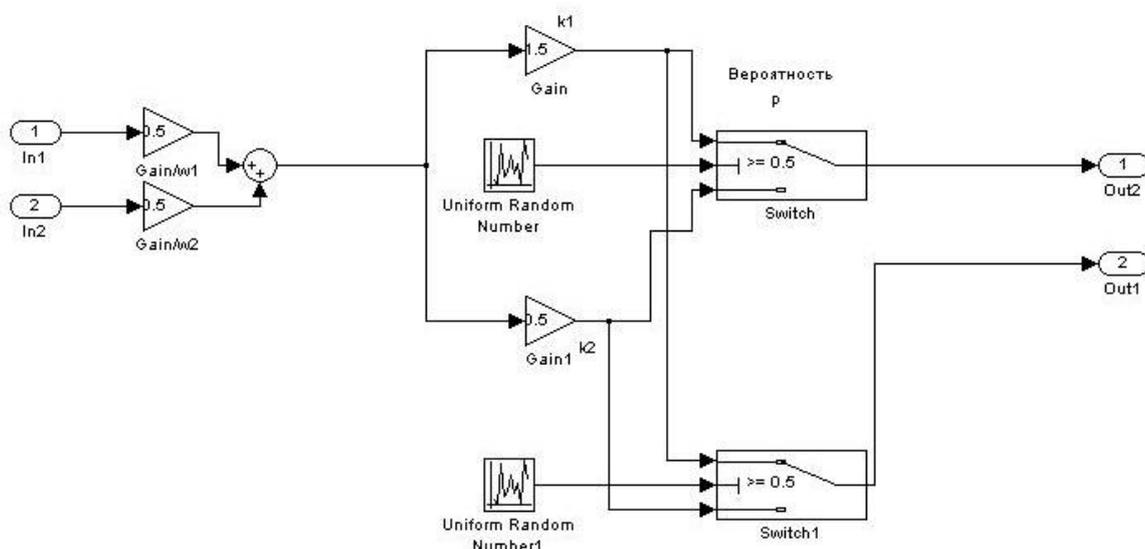


Рисунок 19 - Обработка минимального значения входа в имитационной модели блока бизнес-процесса с двумя входами

В ходе проведения эксперимента было реализовано построение общих имитационных моделей как линейного, так и нелинейных процессов с использованием разного количества блоков: от 1 до 20. Значения переменных, которые использовались, представлены в таблице 3. Частота повторений задана равной 10000.

Таблица 3 - Примерные значения переменных

Имя переменной	Значение	Комментарий
p1	0,4	Значение вероятности при удовлетворительном выполнении выхода 1
q1	0,6	Значение вероятности при неудовлетворительном выполнении выхода 1
p2	0,6	Значение вероятности при удовлетворительном выполнении выхода 2

$q_2$	$q_2$	Значение вероятности при неудовлетворительном выполнении выхода 1
$k_1$	0,3	Коэффициент неудовлетворительного выполнения (величина выполнения процесса - 30%)
$k_2$	1,1	Коэффициент удовлетворительного выполнения (величина выполнения процесса - 110%, т.е. значение фактического показателя превышен ожидаемого на 10 %)
$C$	100	Величина константы, которая подается на вход в первый блок
$\alpha_1$	0,6	Весовой коэффициент входа 1
$\alpha_2$	0,4	Весовой коэффициент входа 2

По итогу нами были получены массивы данных, которые были взяты за основу при построении графиков функций математического ожидания (его значение приблизительно равно среднему арифметическому наблюдаемых значений случайной величины). В итоге получился график, который представлен на рисунке 20. При его анализе прослеживается тенденция того, что из чем большего количества блоков состоит модель (причем независимо от ее структуры), тем общая эффективность самих бизнес-процессов снижается. Однако необходимо отметить, что самая низкая скорость снижения эффективности просматривается в модели с параллельным расположением блоков, а самая высокая с последовательным расположением с обработкой минимального входа.

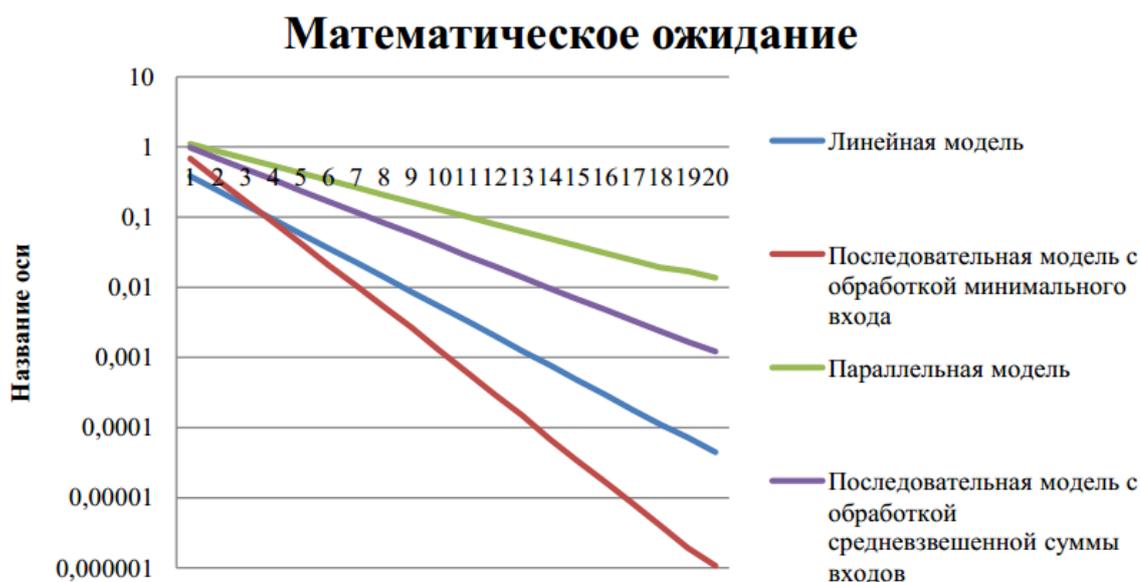


Рисунок 20 - Графики функций математического ожидания результата линейного и нелинейных бизнес-процессов

По итогу проведенного анализа можно сделать вывод, что эффективность бизнес-процессов с нелинейной структурой так же, как и с линейной, зависит от числа блоков. При этом снижение скорости результативности напрямую зависит от структуры процесса.

Далее имеется возможность провести анализ результатов, полученных на основе имитационного моделирования бизнес-процессов с разной структурой. Для этого перед нами ставятся следующие задачи:

- сравнить графики функций математического ожидания исследуемых моделей бизнес-процессов;
- сделать выводы о наиболее оптимальной организации бизнес-процессов.

Как уже было сказано ранее, в течение имитационного моделирования были получены массивы данных: результаты 1000 запусков моделей процессов различной структуры с разным числом блоков. Измененный график в логарифмическом масштабе представлен на рисунке 21.

В общем случае модель функции математического ожидания (М) бизнес-процесса представляет собой показательную функцию  $M = ba^x$  с основанием  $0 < a < 1$  и коэффициентом  $b$ , отвечающим за движение графика по оси  $ox$ . На основе сравнения оснований функций графиков конкретных моделей бизнес-процессов можно делать выводы о различной скорости снижения эффективности исследуемых структур бизнес-процессов. Чем меньше  $a$ , тем быстрее график стремится к нулю, то есть больше скорость снижения эффективности при увеличении длины цепи бизнес – процесса.

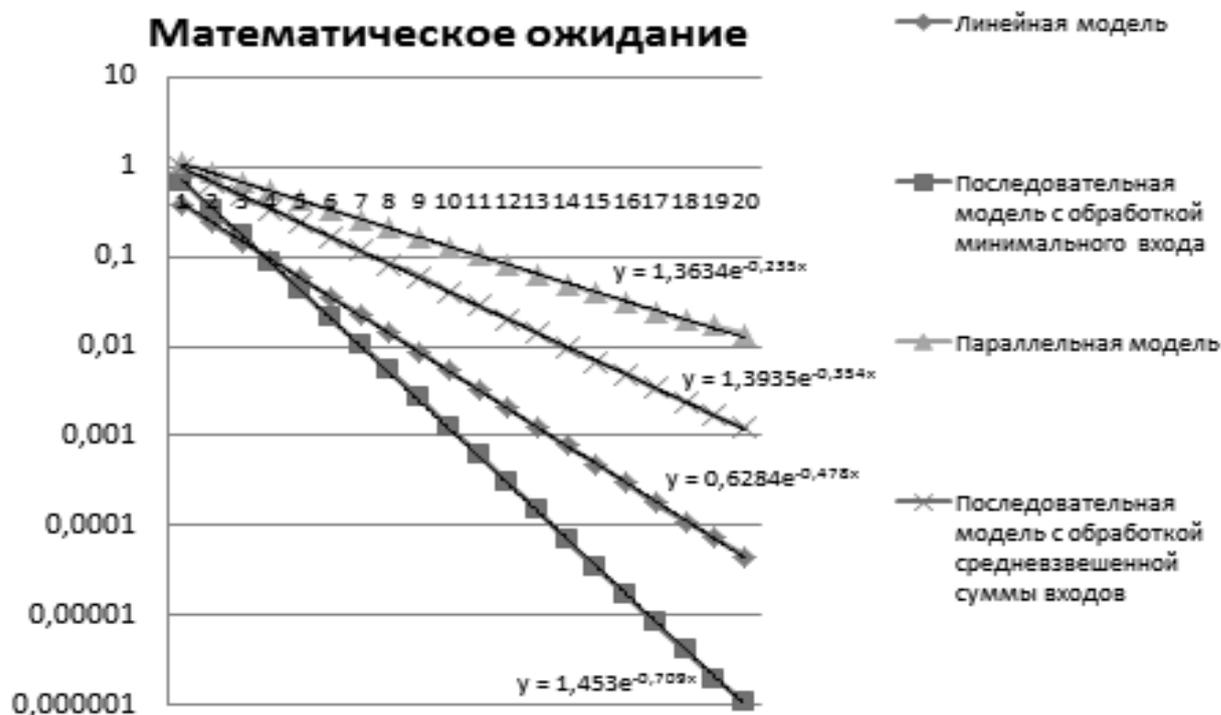


Рисунок 21 – Графики функций зависимости математического ожидания результата линейного и нелинейных бизнес-процессов от количества блоков

В целях сравнения были добавлены линии тренда, уравнения которых также были вынесены на общий график. Сравнение оснований  $a$  приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Сравнение оснований функций математического ожидания для моделей бизнес - процессов с разной структурой

Модель бизнес-процесса, для которой построен график математического ожидания результата	Уравнение тренда для графика математического ожидания результата	Основание $a$
Параллельная модель	$y = 1,3634e^{-0,235x}$	0,79
Последовательная модель с обработкой средневзвешенной суммы входов	$y = 1,3935e^{-0,354x}$	0,70
Линейная модель	$y = 0,6284e^{-0,478x}$	0,62
Последовательная модель с обработкой минимального входа	$y = 1,453e^{-0,709x}$	0,49

Таблица 5 – Средние значения результата выполнения процессов при количестве блоков = 6

	Процессы из 6 блоков			
Структура модели	Параллельная	Последовательная (обработка средневзвешенной суммы входов)	Последовательная (обработка минимального входа)	Линейная
Среднее	0,41	0,23	0,04	0,05

Таблица 6 – Средние значения результата выполнения процессов при количестве блоков = 21

	Процессы из 21 блока			
Структура модели	Параллельная	Последовательная (обработка средневзвешенной суммы входов)	Последовательная (обработка минимального входа)	Линейная
Среднее	0,01	0,001	1,073E-06	4,11E-05

Полученные результаты в совокупности со средними значениями результата выполнения из 6 (таблица 5) и 21 блока (таблица 6) дают возможность сделать выводы о том, какая организация бизнес-процессов

является наиболее оптимальной, что отражает практическую значимость исследования.

Во всех случаях имеет место экспоненциальное снижение эффективности бизнес-процессов с ростом числа блоков, модели отличаются основанием показательной функции. Необходимо отметить, что самая низкая скорость снижения эффективности просматривается в параллельной модели, далее идут последовательная модель с обработкой средневзвешенной суммы и линейная, а самая высокая скорость снижения эффективности наблюдается в последовательной модели с обработкой минимального входа.

Со структурной точки зрения в первую очередь стоит провести сравнительный анализ линейного и параллельного процессов. Параллельный процесс на  $n$  блоках примерно эквивалентен по эффективности линейному процессу на  $n/2$  блоках. Из этого следует, что наиболее эффективным будет делать разбиение целой цепочки блоков на несколько небольших, которые будут выполняться параллельно. Этот факт подтверждают и средние значения. При этом, чем большее количество блоков присутствует в процессе, тем сильнее растет разница: при 6 блоках почти в 10 раз отличаются значения, а при 21-м – разница увеличивается в 1000 раз.

Также очевидным является тот факт, что эффективность последовательного процесса с обработкой минимального входа меньше, чем эффективность процесса с той же структурой, но с обработкой средневзвеса. Это утверждение доказывают средние. При увеличении количества блоков в процессе, увеличивается и разница в средних значениях: для процессов с последовательным расположением блоков, но разной обработкой входов при 6 блоках разница составляет в 6 раз, а при 21 – уже в 1129 раз.

В качестве дальнейшего исследования планируется теоретическое рассмотрение эффективности процессов с параллельной структурой с разным числом блоков на ветках, а также имитационное моделирование подобных процессов с использованием графической среды моделирования Matlab Simulink в целях подтверждения теоретической модели.

### **Библиографический список**

1. Питеркин С.В. Точно вовремя для России. Практика применения ERP-систем. М.: Альпина Бизнес Букс, 2011. 468 с.
2. Ходак Е.М. Оптимизация бизнес-процессов в российских компаниях // quality.eur.ru. URL: [http://quality.eur.ru/MATERIALY14/opt\\_bp\\_v\\_rk.htm](http://quality.eur.ru/MATERIALY14/opt_bp_v_rk.htm) (дата обращения 01.11.2015).
3. Румянцев М.К. Средства имитационного моделирования бизнес-процессов. URL: <http://www.management.com.ua/ims/ims135.html> (дата обращения 28.03.2016).
4. ГОСТ Р ИСО 9000-2008 Национальный стандарт Российской Федерации. Системы менеджмента качества. Требования. Взамен «ГОСТ Р ИСО 9001-2001»; введ. 13.11.2009. М.: Стандартинформ, 2008. 32 с.
5. KPI (Key Performance Indicator): разработка и применение показателей

- бизнес-процесса. Показатели эффективности // материалы с официального сайта Business Studio. URL: <http://www.businessstudio.ru/procedures/business/kpi/> (дата обращения 18.05.2016).
6. Бондаренко Д.Н. 7 простых приемов оптимизации бизнес-процессов. URL: <http://psyfactor.org/lib/bondarenko2.htm> (дата обращения 20.05.2016).
  7. Агиевич Т.Г., Морозова Ю.С. Оптимизация бизнес-процессов: концептуальный подход // Теория и практика общественного развития. 2013. № 4. С.224-226.
  8. Угрюмова Н.В. Развитие концепции реинжиниринга как инструмента управления предприятием // Бизнес и общество. 2014. № 2. URL: [business-society.esrae.ru/3-9](http://business-society.esrae.ru/3-9) (дата обращения: 20.05.2016);
  9. Блинов А.О., Угрюмова Н.В. Возможности использования реинжиниринга как инструмента управления предприятием с позиции процессного подхода // Вестник УГУЭС. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика. 2014. № 1 (7) . С.224-232.
  10. Имитационное моделирование бизнес-процессов. URL: [http://consulting.ru/econs\\_wp\\_2870](http://consulting.ru/econs_wp_2870) (дата обращения 20.05.2017).
  11. Имитационное моделирование: оптимизируем бизнес-процессы. URL: <http://www.businessstudio.ru/procedures/business/immodel/> (дата обращения 20.05.2017)
  12. Мельникова Е.Е. Методы, применяемые в управлении бизнес-процессами // Мир экономики и управления, 2007. №1. С.20-28.
  13. Самуйлов К.Е., Серебренникова Н.В., Чукарин А.В., Яркина Н.В. Основы формальных методов описания бизнес-процессов: Учеб. пособие. М.: РУДН, 2008. 130 с.
  14. Эсселинг К.С., Ван Нимвеген Х. Оптимизация Бизнес-Процессов, Документирование, Анализ, Управление, Оптимизация. СПб: Универсиет ИТМО, 2012. 300 с.