

**АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ
AUTOMATION AND CONTROL**

УДК 004.942: 519.876.5

DOI: 10.18413/2518-1092-2022-8-1-0-5

**Воронина А.А.¹
Клёсов Д.Н.²
Свиридова И.В.³****ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АУДИТА КАЧЕСТВА
НА ОСНОВЕ АППАРАТА СЕТЕЙ ПЕТРИ**¹⁾ Акционерное общество Юникон,

ул. Преображенская, д. 8, БЦ «Прео-8», Москва, 107061, Россия

²⁾ Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина,
ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, р-н Белгородский, обл. Белгородская, 308503, Россия³⁾ Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
ул. Победы, д. 85, г. Белгород, 308015, Россия*e-mail: d.n.klesov@yandex.ru***Аннотация**

Одной из ключевых задач управления производством является снижение доли брака готовой продукции. Помощником в решении проблем данной области выступает процедура аудита системы менеджмента качества. Отсюда возникает и основная цель аудита качества – собрать объективные свидетельства, которые позволят выявить несоответствия в процессах, продуктах (услугах) или системе менеджмента качества. Главный результат, к которому должен приводить аудит качества – это определение возможностей для улучшения в работе организации, поэтому в любом аудите качества существенное значение имеют объективные свидетельства, которые аудиторы обнаруживают в ходе проведения аудита качества. Однако, в ходе проектирования сложных информационных систем аналитические методы зачастую оказываются малоприменимы из-за большой размерности и сложности получаемых систем. Поэтому для систематического и независимого анализа, позволяющего определить соответствие деятельности и результатов в области качества запланированным мероприятиям, а также эффективность внедрения мероприятий и их пригодность для достижения поставленных целей, широкое применение находят имитационные модели, в частности в области проведения аудита качества. Для моделирования одного из процессов производства программного обеспечения с целью его анализа, улучшения и настройки, а именно, процесса аудита качества применены сети Петри. Усовершенствование имитационного моделирования аудита качества позволит улучшить используемые регламенты и тем самым повысить качество выпускаемой продукции.

Ключевые слова: сеть Петри; имитационная модель; аудит**Для цитирования:** Воронина А.А., Клёсов Д.Н., Свиридова И.В. Имитационное моделирование аудита качества на основе аппарата сетей Петри // Научный результат. Информационные технологии. – Т.8, №1, 2023. – С. 56-65. DOI: 10.18413/2518-1092-2022-8-1-0-5

Voronina A.A.¹
Klyosov D.N.¹
Sviridova I.V.²

SIMULATION MODELING OF QUALITY AUDIT BASED ON THE APPARATUS OF PETRI NETS

¹) Joint Stock Company Unicon,
8 Preobrazhenskaya St., BC "Preo-8", Moscow, 107061, Russia
²) Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin,
1 Vavilov St., Mayskiy, Belgorod district, Belgorod region, 308503, Russia
³) Belgorod State National Research University, 85 Pobedy St., Belgorod, 308015, Russia

e-mail: d.n.klesov@yandex.ru

Abstract

One of the key tasks of production management is to reduce the percentage of defects in finished products. The quality management system audit procedure acts as an assistant in solving problems in this area. Hence, the main purpose of the quality audit arises – to collect objective evidence that will identify inconsistencies in processes, products (services) or the quality management system. The main result that a quality audit should lead to is the identification of opportunities for improvement in the work of the organization, therefore, objective evidence that auditors discover during the quality audit is essential in any quality audit. However, while designing complex information systems, analytical methods are often of little use due to the large dimension and complexity of the resulting systems. Therefore, simulation models are widely used for systematic and independent analysis, which makes it possible to determine the conformity of activities and results in the field of quality with planned activities, as well as the effectiveness of the implementation of measures and their suitability for achieving the goals set, in the field of quality audit. Petri nets have been used to simulate one of the software production processes for the purpose of analyzing, improving, and configuring it, namely, the quality audit process. The improvement of the quality audit simulation will improve the regulations used and thereby improve the quality of products.

Keywords: Petri net; simulation model; audit

For citation: Voronina A.A., Klyosov D.N., Sviridova I.V. Simulation modeling of quality audit based on the apparatus of Petri nets // Research result. Information technologies. – Т.8, №1, 2023. – P. 56-65. DOI: 10.18413/2518-1092-2022-8-1-0-5

ВВЕДЕНИЕ

Одним из главных недостатков любого производства товаров является их брак. Каждое предприятие тщательно отслеживает подобное явление и прилагает максимум усилий для устранения его причин и повышения качества производимой продукции. Помощником в решении проблем данной области выступает процедура аудита системы менеджмента качества (СМК).

Аудит качества ориентирован на выявление причин возникновения несоответствий в системе менеджмента качества, процессах или продуктах (услугах) организации. Отсюда возникает и основная цель аудита качества – собрать объективные свидетельства, которые позволят выявить несоответствия в процессах, продуктах (услугах) или системе менеджмента качества.

Исходя из основной цели, определяются и задачи аудита:

- в ходе аудита качества необходимо определить действие и результативность системы менеджмента качества;
- аудит качества должен дать информацию об эффективности системы менеджмента качества;
- необходимо определить уровень соответствия стандартам и процедурам системы менеджмента качества;
- следующей задачей будет являться проверка качества выполнения работ;
- аудит качества должен позволить оценить влияние изменений в организации на систему менеджмента качества.

Главный результат, к которому должен приводить аудит качества – это определение возможностей для улучшения в работе организации, поэтому в любом аудите качества существенное значение имеют объективные свидетельства, которые аудиторы обнаруживают в ходе проведения аудита качества. Получить такие свидетельства можно только в том случае, когда критерии аудита качества и правила оценки несоответствий являются четкими и не допускают различного толкования.

Однако, в ходе проектирования сложных информационных систем аналитические методы зачастую оказываются малоприспособлены из-за большой размерности и сложности получаемых систем. Поэтому для систематического и независимого анализа, позволяющего определить соответствие деятельности и результатов в области качества запланированным мероприятиям, а также эффективность внедрения мероприятий и их пригодность для достижения поставленных целей, широкое применение находят имитационные модели, в частности в области проведения аудита качества.

Имитационное моделирование является процессом создания модели реальной системы и постановка экспериментов на этой модели с целью выявить закономерность функционирования этой модели. Это мощный инструмент исследования сложных бизнес-процессов и систем, который позволяет решать трудно формализуемые задачи в условиях неопределенности, тем самым совершенствуя системы, улучшая экономические показатели предприятия, уменьшая риск от реализации решений и экономя средства для достижения той или иной цели [1, 4, 6, 10-11, 14, 16, 18, 21].

Важно отметить, что процесс аудита качества влияет на улучшение и модернизацию самой системы менеджмента качества.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Для моделирования одного из процессов производства программного обеспечения с целью его анализа, улучшения и настройки, а именно, процесса аудита качества применим сеть Петри (СП). Анализ моделей процессов в виде сетей Петри может содействовать раннему обнаружению ошибок в процессах. Это очень важно, так как качество продукта в значительной мере определяется качеством процесса производства этого продукта; и потому в результате анализа процессов разработки и последующего усовершенствования, которое ориентировано на качество продукта, улучшается качество продукта [2-3, 5, 7-9, 12-13, 15, 17, 19].

Для начала необходимо выделить основные шаги процедуры проведения аудита [20, 22]:

– Инициация проведения аудита качества состоит в обеспечении предварительных условий его проведения и входных данных: подразумевается наличие плана аудитов проекта и предварительно согласованных контрольных листов аудитов. Всякий контрольный лист адаптируется к нуждам конкретного проекта и утверждается руководителем проекта. Данные действия производятся с целью учета специфики проекта, а также выявлению целенаправленности аудита.

– Согласовывается план-график аудита.

– Аудит проводится.

– Данные аудита регистрируются. Заполняется отчет о проведении аудита, который рассылается всем заинтересованным сторонам, после соответствующего согласования с указанием несоответствий.

– Обеспечивается исправление несоответствий, обнаруженных в ходе аудита.

– Инженер по обеспечению качества производит проверку устраненных несоответствий.

– Если все зарегистрированные несоответствия устранены, аудит считается завершенным.

Данные шаги отражены на диаграмме проведения аудита на предприятии (рисунок 1).

Представим модель проведения аудита, используя формализм ординарных сетей Петри с одноцветными фишками, а затем проанализируем ее свойства (рисунок 2).

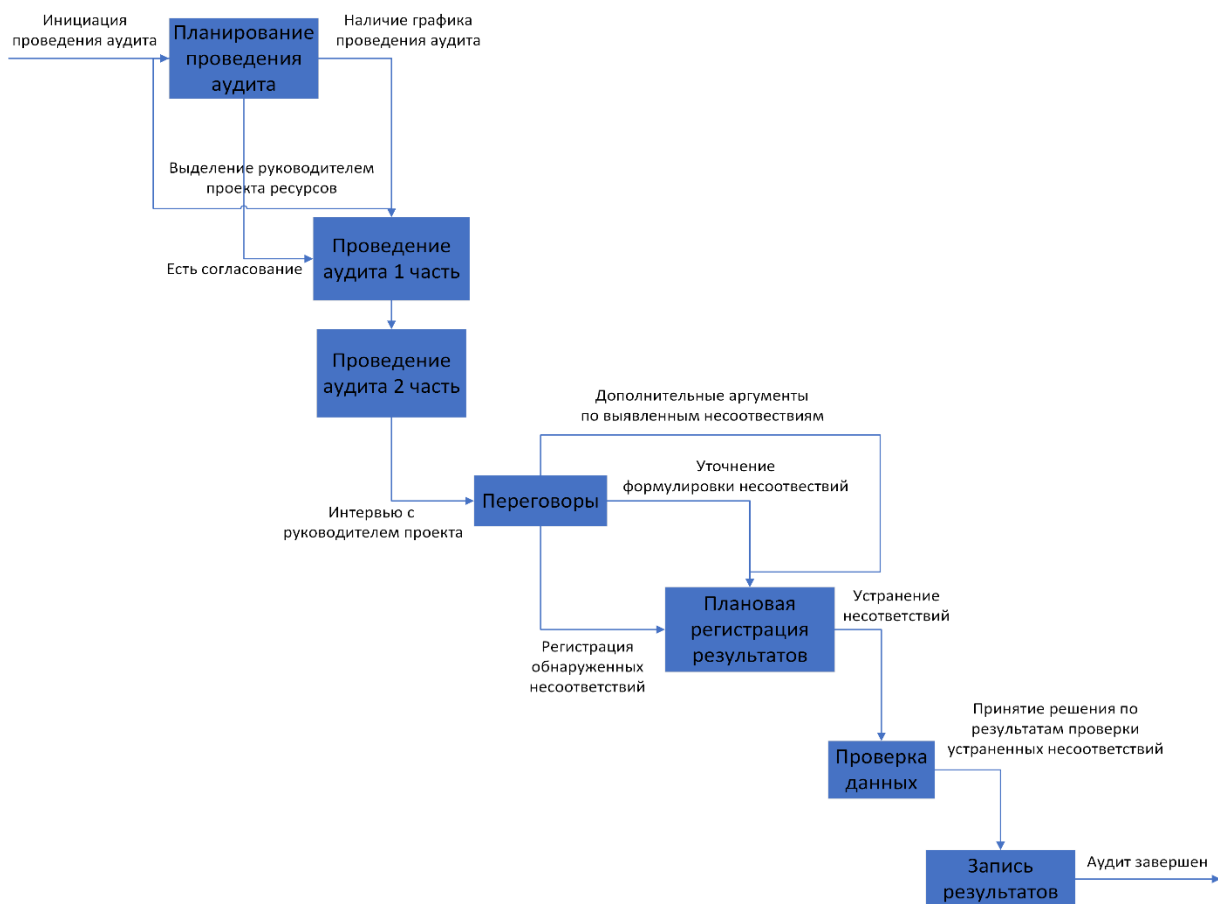


Рис. 1. Диаграмма проведения аудита на предприятии
Fig. 1. Diagram of the audit at the enterprise

Места сети интерпретируем следующим образом:

- P1 – условие инициации проведения аудита;
- P2 – условие достижения договоренности о дате проведения аудита;
- P3 – условие выделения руководителем проекта необходимых ресурсов;
- P4 – условие наличия графика проведения аудита;
- P5 – проведение первой части аудита – изучение проектных документов;
- P6 – проведение второй части аудита – интервью с руководителем проекта, регистрация обнаруженных несоответствий;
- P7 – согласование обнаруженных несоответствий с руководителем проекта;
- P8 – инженер по обеспечению качества уточняет формулировку обнаруженных несоответствий;
- P9 – согласование уточненной формулировки обнаруженных несоответствий;
- P10 – дополнительные аргументы по выявленным несоответствиям;
- P11 – условие наличия графика устранения выявленных несоответствий;

P12 – условие готовности к проверке инженером по обеспечению качества устраненных несоответствий;

P13 – имеются аргументы по недостаточным действиям для устранения выявленных несоответствий;

P14 – условие принятия решения по результатам проверки устраненных несоответствий;

P15 – условие закрытия аудита.

Переходы сети интерпретируем следующим образом:

t1 – событие инициации проведения аудита;

t2 – заявлено несогласие с предварительными условиями его проведения или входными данными;

t3 – достигнуто согласие с предварительными условиями проведения аудита и входными данными;

t4 – проведение первой части аудита (изучение проектных документов);

t5 – проведение второй части аудита (интервью); t6 – регистрация обнаруженных несоответствий;

t7 – несогласие с формулировкой несоответствий;

t8 – планирование работ по устранению несоответствий;

t9 – отклонить несоответствие, как такое, которое не является нарушением процесса, и согласовать это всеми сторонами;

t10 – планирование работ по устранению несоответствий;

t11 – событие устранения несоответствий;

t12 – событие проверки устранения несоответствий;

t13 – событие перепланирования работ по устранению несоответствий;

t14 – событие закрытия несоответствий;

t15 – событие завершения аудита качества.

Начальная разметка сети, изображенная на рисунке 2, может быть такова: $M_0 = (1, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 1, 0, 0)$, интерпретация которой следующая: проведение аудита инициировано – контрольный лист согласован, аудит в проекте запланирован, то есть выделены все необходимые ресурсы (руководитель проекта выделил время и обеспечил инструментальные средства для автоматизации процесса); в проекте имеется выделенный инженер по обеспечению качества, который готов проводить аудит и согласование с руководителем проекта, давать необходимые разъяснения, а также производить проверку того, что все выявленные в ходе аудита несоответствия действительно устранены.

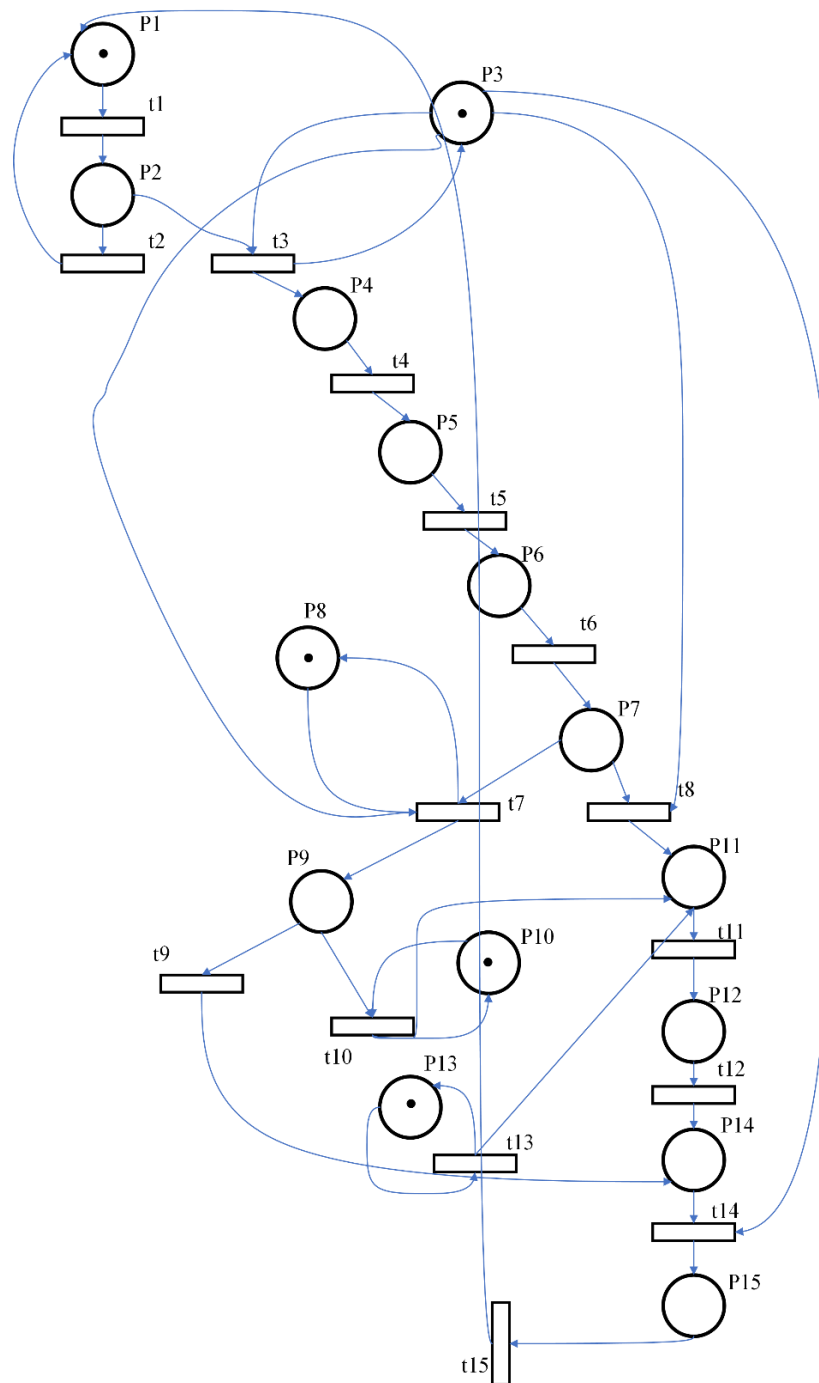


Рис. 2. Сеть Петри, моделирующая процедуру проведения аудита
Fig. 2. Petri net modeling the audit procedure

Для анализа свойств данной модели построим по сети Петри ее матрицу инцидентности (таблица 1).

Таблица 1

Матрица инцидентности

Table 1

Incidence matrix

	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t11	t12	t13	t14	t15
P1	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
P2	1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P3	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	1	0
P4	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P5	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P6	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P7	0	0	0	0	0	1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0
P8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P9	0	0	0	0	0	0	1	0	-1	-1	0	0	0	0	0
P10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P11	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	-1	0	1	0	0
P12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0
P13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P14	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	-1	-1	0
P15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1

Сначала вычисляем минимальное порождающее множество T-инвариантов (таблица 2), решая однородную систему уравнений $Ax = 0$, где A – матрица инцидентности заданной сети Петри – множество представлено пятью векторами, которые в свою очередь соответствуют последовательностям срабатывания переходов.

Таблица 2

Минимальное порождающее множество T-инвариантов

Table 2

Minimum generating set of T-invariants

T1 =	(1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0)
T2 =	(1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1)
T3 =	(0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0)
T4 =	(1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1)
T5 =	(1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1)

Далее необходимо вычислить однородную систему уравнений $A^T y = 0$, где A^T – есть транспонированная матрица инцидентности верифицируемой сети Петри. Решаем минимальное порождающее множество S – инвариантов (таблица 3), которое представлено пятью векторами.

Таблица 3

Минимальное порождающее множество S – инвариантов

Table 3

Minimum generating set of S – invariants

S1 =	(0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0)
S2 =	(0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0)
S3 =	(0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0)
S4 =	(0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0)
S5 =	(1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1)

Результаты анализа данных инвариантов:

- Из минимального порождающего множества T-инвариантов следует, что все переходы покрыты T-инвариантами, и, значит, сеть обладает структурным свойством L3-живости.
- Сеть является повторяемой, то есть любая последовательность срабатываний переходов может повториться теоретически бесконечное число раз.
- Сеть является непротиворечивой, так как каждый переход встречается хотя бы один раз при переходе от начальной разметки к ней же.
- Из минимального порождающего множества S-инвариантов следует, что все места покрыты S-инвариантами, что говорит о том, что все места данной СП ограничены, и, следовательно, данная СП структурно ограничена.

Из анализа модели можно сделать вывод, что система, представленная данной моделью, не содержит ошибок и ограничена по ресурсам. Данная сеть и результаты ее анализа могут использоваться для усовершенствования процедуры аудита качества. При создании модели процедуры в виде сети Петри выяснилось, что руководитель проекта должен запланировать время для работы над результатами аудита (анализ и устранение несоответствий). Действительно, связь между переходами T7, T8 и T3 и местом P3 моделирует распределение ресурса руководителя проекта. Инженер по обеспечению качества обязан это учесть при описании данной процедуры. Схема (рисунок 1) и описание должны быть соответствующим образом отредактированы, в процедуру бизнес-процесса проведения аудита предприятия должен быть добавлен шаг, описывающий выделение времени для обработки выявленных в ходе аудита и согласованных с инженером по обеспечению качества несоответствий.

Для полноты представления темы моделирования процессов нужно указать на риски такого внедрения процессов в организации, которое основано на их моделировании. Эти риски связаны с тем, что, во-первых, при внедрении модели существует опасность слишком больших расходов, которые не являются обоснованными бизнес-целями организации; во-вторых, все модели являются неполными; в-третьих, для корректного использования модели с пользой для производства нужно глубокое профессиональное ее понимание и оценка.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Определив имитационное моделирование, как метод совершенствования бизнес-процессов и описав основные этапы совершенствования процесса в рамках этого метода, нам удалось выделить основные ошибки, которые могут возникнуть на пути совершенствования процесса этим методом.

Моделирование процессов является важной частью анализа потому, что обеспечивает отправную точку анализа, общий язык и виденье, а также использование опыта всех участвующих в создании модели процесса. Кроме того, модель процесса дает метод оценивания и проведения диагностики состояния текущих процессных практик, помогает обнаруживать ошибки и слабые места на ранних стадиях жизненного цикла проектов, тем самым минимизируя затраты на их исправление; помогает устанавливать цели и приоритеты по усовершенствованию процессов.

Для моделирования одного из процессов производства программного обеспечения с целью его анализа, улучшения и настройки, а именно, процесса аудита качества применены сети Петри. Усовершенствование имитационного моделирования аудита качества позволит улучшить используемые регламенты и тем самым повысить качество выпускаемой продукции.

Список литературы

1. Андерсен Б. Бизнес-процессы. Инструменты совершенствования. М.: РИА «Стандарты и качество». 2018. 272 с.
2. Бусленко В.Н. Автоматизация имитационного моделирования сложных систем. М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука». 2020. 240 с.
3. Зайцева Н.М., Капсалькова А.Т. Теоретические основы применения сети Петри в моделировании логистической системы предприятия // Вестник Инновационного Евразийского университета. 2019. № 4 (76). С. 60-63.

4. Кораблев Ю.А. Имитационное моделирование (для бакалавров). М.: КноРус. 2018. 59 с.
5. Кудж С.А., Логинова А.С. Моделирование с использованием сетей Петри // Вестник МГТУ МИРЭА. 2019. № 1 (6). С. 10-22.
6. Кудрявцев Е.М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем. М.: ДМК Пресс. 2018. 37 с.
7. Лескин А.А., Мальцев П.А., Спиридонов М.А. Сети Петри в моделировании и управлении. Л.: Наука. 2020. 133 с.
8. Ливинская Л.Б., Аждер Т.Б. Методы анализа вычислительных и информационных систем с помощью сетей Петри // Общество. 2023. № 1-1 (28). С. 15-19.
9. Ломазов, В.А., Петросов Д.А. Применение имитационного моделирования при поиске проектного решения для многоуровневых логистических агропроизводственных систем с заданным поведением // Современные тенденции в сельском хозяйстве II Международная научная Интернет-конференция: материалы конференции: в 2 томах. ИП Синяев Дмитрий Николаевич. 2013. С. 129-131.
10. Лычкина Н.Н. Имитационное моделирование экономических процессов: учебное пособие. М.: НИЦ Инфра-М. 2019. 254 с.
11. Ляндау Ю.В., Пономарев М.А. Два подхода к совершенствованию бизнес-процессов // Наука и образование: хозяйство и экономика; предпринимательство; право и управление. 2019. № 4 (35). С. 5-11.
12. Макаричев Ю.А., Иванников Ю.Н. Методы планирование эксперимента и обработки данных: учебное пособие. Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2020. 131 с.
13. Миняев Е.В. Методы совершенствования бизнес-процессов // Вестник Омского университета. Серия «Экономика». 2010. № 1 (13). С. 125-129.
14. Муковникова Е.Д., Зиновьева И.С. Аудит в России: проблемы и пути решения // Материалы X Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» URL: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018004891?ysclid=lf72fakne2244270769>.
15. Пегушина А.А. Бенчмаркинг и реинжиниринг: особенности методов в совершенствовании бизнес-процессов // Проблемы современной науки. 2018. № 1. С. 32-36.
16. Петухов О.А., Морозов А.В., Петухова Е.О. Моделирование: системное, имитационное, аналитическое: учеб. пособие. СПб.: изд-во СЗТУ. 2018. 276 с.
17. Рыков А.Д., Давыдов В.М. Формирование технологических процессов на основе сетей Петри // Ученые заметки ТОГУ. 2019. Т. 10. № 2. С. 147-152.
18. Тетерук, А. Д. Необходимость проведения аудита качества на производственных предприятиях // Молодой ученый. 2016. № 9.2 (113.2). С. 48-50. URL: <https://moluch.ru/archive/113/29165/> (дата обращения: 13.03.2023).
19. Хубаев Г.Н. Имитационное моделирование при выборе состава факторов и структуры уравнения регрессии. М.: Синергия. 2019. 190 с.
20. Шевченко Ю. Анализ и практическое имитационное моделирование экономики. М.: LAP Lambert Academic Publishing. 2020. 63 с.
21. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука. М.: Мир. 2019. 177 с.
22. Эволюционная процедура структурного и параметрического синтеза имитационных моделей систем документооборота / Ломазов В.А., Михайлова В.Л., Петросов Д.А., Ельчанинов Д.Б. // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: История. Политология. Экономика. Информатика. 2013. Т. 28-1. С. 204-209.

References

1. Andersen B. Business processes. Tools for improvement. Moscow: RIA "Standards and Quality". 2018. 272 p.
2. Buslenko V.N. Automation of simulation modeling of complex systems. M.: The main editorial office of the physical and mathematical literature of the publishing house "Nauka". 2020. 240 c.
3. Zaitseva N.M., Kapsalykova A.T. Theoretical foundations of the application of the Petri net in the modeling of the logistics system of the enterprise // Bulletin of the Innovative Eurasian University. 2019. No. 4(76). pp. 60-63.
4. Korablev Yu.A. Simulation modeling (for bachelors). Moscow: KnoRus. 2018. 59 p.
5. Kudzh S.A., Loginova A.S. Modeling using Petri nets // Vestnik MSTU MIREA. 2019. No. 1 (6). pp. 10-22.
6. Kudryavtsev E.M. GPSS World. Fundamentals of simulation modeling of various systems. Moscow: DМК Press. 2018. 37 p.
7. Leskin A.A., Maltsev P.A., Spiridonov M.A. Petri nets in modeling and control. L.: Nauka. 2020. 133 p.

8. Livinskaya L.B., Azder T.B. Methods of analysis of computing and information systems using Petri nets // Society. 2023. No. 1-1 (28). pp. 15-19.
9. Lomazov, V.A., Petrosov D.A. Application of simulation modeling in the search for a design solution for multilevel logistics agricultural production systems with a given behavior // Modern trends in agriculture II International Scientific Internet Conference: Conference proceedings: in 2 volumes. IP Sinyaev Dmitry Nikolaevich. 2013. pp. 129-131.
10. Lychkina N.N. Simulation modeling of economic processes: textbook. M.: SIC Infra-M. 2019. 254 p.
11. Lyandau Yu.V., Ponomarev M.A. Two approaches to improving business processes // Science and education: economy and economics; entrepreneurship; law and management. 2019. No. 4 (35). pp. 5-11.
12. Makarichev Yu.A., Ivannikov Yu. Methods of experiment planning and data processing: a textbook. Samara: Samara State Technical University. un-t, 2020. 131 p.
13. Minyaev E.V. Methods of improving business processes // Bulletin of Omsk University. The series "Economics". 2010. No. 1 (13). pp. 125-129.
14. Mukovnikova E.D., Zinovieva I.S. AUDIT IN RUSSIA: PROBLEMS AND SOLUTIONS // Materials of the X International Student Scientific Conference "Student Scientific Forum" URL: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018004891?ysclid=lf72fakne2244270769>.
15. Pegushina A.A. Benchmarking and reengineering: features of methods in improving business processes // Problems of modern science. 2018. No. 1. pp. 32-36.
16. Petukhov O.A., Morozov A.V., Petukhova E.O. Modeling: system, simulation, analytical: textbook. stipend. St. Petersburg: publishing house of NWTU. 2018. 276 p.
17. Rykov A.D., Davydov V.M. Formation of technological processes based on Petri nets // Scientific notes of TOGU. 2019. Vol. 10. No. 2. pp. 147-152.
18. Teteruk, A.D. The need for quality audit at industrial enterprises // Young scientist. 2016. No. 9.2 (113.2). pp. 48-50. URL: <https://moluch.ru/archive/113/29165/> (accessed: 03/13/2023).
19. Khubaev G.N. Simulation modeling when choosing the composition of factors and the structure of the regression equation. M.: Synergy. 2019. 190 c.
20. Shevchenko Yu. Analysis and practical simulation modeling of economics. Moscow: LAP Lambert Academic Publishing. 2020. 63 p.
21. Shannon R. Simulation modeling of systems – art and science. Moscow: Mir. 2019. 177 p.
22. The evolutionary procedure of structural and parametric synthesis of simulation models of document management systems / Lomazov V.A., Mikhailova V.L., Petrosov D.A., Yelchaninov D.B. // Scientific Bulletin of Belgorod State University. Series: History. Political science. Economy. Computer science. 2013. Vol. 28-1. pp. 204-209.

Воронина Анастасия Александровна, специалист отдела информационных технологий, Акционерное общество Юникон

Клёсов Дмитрий Николаевич, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры прикладной информатики и математики

Свиридова Ирина Вячеславовна, старший преподаватель кафедры прикладной информатики и информационных технологий

Voronina Anastasia Alexandrovna, Specialist of the Information Technology Department, Unicon Joint Stock Company

Klyosov Dmitry Nikolaevich, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Applied Informatics and Mathematics

Sviridova Irina Vyacheslavovna, Senior Lecturer Department of Applied Informatics and Information Technology