Акишин Андрей Владимирович,
к.т.н., доцент, ФГКВОУ ВО ВАЗИ
Akishin Andrey Vladimirovich

Коровин Сергей Борисович,
к.т.н., доцент, ФГКВОУ ВО ВАЗИ
Korovin Sergey Borisovich

Сизоненко Наталия Николаевна,
к.п.н., доцент, ФГКВОУ ВО ВАЗИ
Sizonenko Natalia Nikolaevna

Шостак Роман Константинович,
к.т.н., доцент, ФГКВОУ ВО ВАЗИ
Shostak Roman Konstantinovich

Чернов Владислав Владимирович,
курсант, ФГКВОУ ВО ВАЗИ
Chernov Vladislav Vladimirovich

ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА ГОСУДАРСТВЕННЫХ ОРГАНОВ В УСЛОВИЯХ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ «БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА»

APPLICATION OF SIMULATION MODELING TO OPTIMIZE RECORDS MANAGEMENT PROCESSES IN GOVERNMENT BODIES UNDER THE IMPLEMENTATION OF LEAN PRODUCTION TECHNOLOGIES

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы применения имитационного моделирования для исследования и оптимизации процессов делопроизводства в государственных органах в условиях внедрения технологий бережливого производства. Обоснована необходимость предварительного анализа организационных процессов с целью выявления узких мест и оценки эффективности принимаемых управленческих решений до их практической реализации. Разработана имитационная модель процесса обработки документов в программной среде AnyLogic, проведен вычислительный эксперимент, позволивший определить наиболее загруженные этапы обработки документов и оценить показатели функционирования системы. На основе результатов моделирования выполнена оптимизация распределения кадровых ресурсов, обеспечившая повышение пропускной способности процесса и более рациональное использование персонала.

Abstract. The article examines the application of simulation modeling for the study and optimization of records management processes in government bodies under the implementation of lean production technologies. The necessity of preliminary analysis of organizational processes is substantiated in order to identify bottlenecks and assess the effectiveness of managerial decisions before their practical implementation. A simulation model of the document processing workflow was developed in the AnyLogic software environment, and a computational experiment was conducted, which made it possible to identify the most heavily loaded stages of document processing and evaluate the system performance indicators. Based on the modeling results, the allocation of human resources was optimized, ensuring an increase in process throughput and more rational use of personnel.

Ключевые слова: Имитационное моделирование, AnyLogic, делопроизводство, государственные органы, бережливое производство, оптимизация процессов, дискретно-событийное моделирование, моделирование бизнес-процессов.

Keywords: Simulation modeling, AnyLogic, records management, government bodies, lean production, process optimization, discrete-event simulation, business process modeling.

В последние годы одним из приоритетных направлений развития государственного управления Российской Федерации является внедрение технологий бережливого производства, направленных на повышение эффективности деятельности органов государственной власти, сокращение административных потерь и рациональное использование имеющихся ресурсов. Применение принципов бережливого производства позволяет минимизировать непроизводительные затраты времени, уменьшить продолжительность выполнения административных процедур, повысить качество принимаемых управленческих решений и обеспечить более эффективное распределение нагрузки между должностными лицами [2, 3].

Однако практическое внедрение технологий бережливого производства в государственных органах связано с рядом трудностей. В отличие от производственных предприятий процессы государственного управления строго регламентированы нормативными документами и характеризуются высокой степенью формализации. Любое изменение последовательности обработки документов либо перераспределение обязанностей между сотрудниками может привести как к повышению эффективности работы подразделения, так и к возникновению дополнительных задержек. В связи с этим возникает необходимость предварительного исследования существующих процессов с целью выявления узких мест и оценки возможного эффекта от внедрения мероприятий по оптимизации [4, 5].

Одним из наиболее эффективных инструментов решения подобных задач является имитационное моделирование, позволяющее воспроизводить функционирование организационной системы в виртуальной среде без вмешательства в реальную деятельность учреждения. Использование имитационных моделей дает возможность проводить вычислительные эксперименты, анализировать различные сценарии работы подразделений и оценивать последствия организационных изменений до их практической реализации [6-10].

Целью исследования является разработка имитационной модели процесса обработки документов, проведение вычислительного эксперимента, выявление узких мест существующего процесса и выполнение оптимизации структуры делопроизводства с использованием системы имитационного моделирования AnyLogic.

Анализ процесса делопроизводства

В качестве объекта исследования выбран процесс обработки служебных документов в государственном органе. В основу модели положена типовая последовательность прохождения документа, соответствующая требованиям нормативных документов, регламентирующих организацию делопроизводства [1].

Процесс включает следующие этапы:

- поступление документа;
- регистрация документа;
- рассмотрение руководителем;
- исполнение документа;
- контроль исполнения;
- архивирование;
- завершение обработки.

Каждый этап сопровождается ожиданием свободного сотрудника соответствующей категории, выполнением регламентированной операции и передачей документа на следующий этап обработки.

Для исследования эффективности существующего процесса предварительно была построена его функциональная схема (рисунок 1).

Рис. 1 – Схема процесса обработки документов

Полученная схема отражает последовательность прохождения документа между всеми участниками процесса и соответствует логике построенной имитационной модели.

Построение имитационной модели

Для проведения исследования была выбрана программная среда AnyLogic Professional, поскольку она сочетает средства дискретно-событийного моделирования, моделирования потоков заявок, статистического анализа и встроенные механизмы оптимизации [6, 7].

Имитационная модель была реализована с использованием библиотеки Process Modeling Library, предназначенной для моделирования организационных процессов.

Структура модели представлена на рисунке 2.

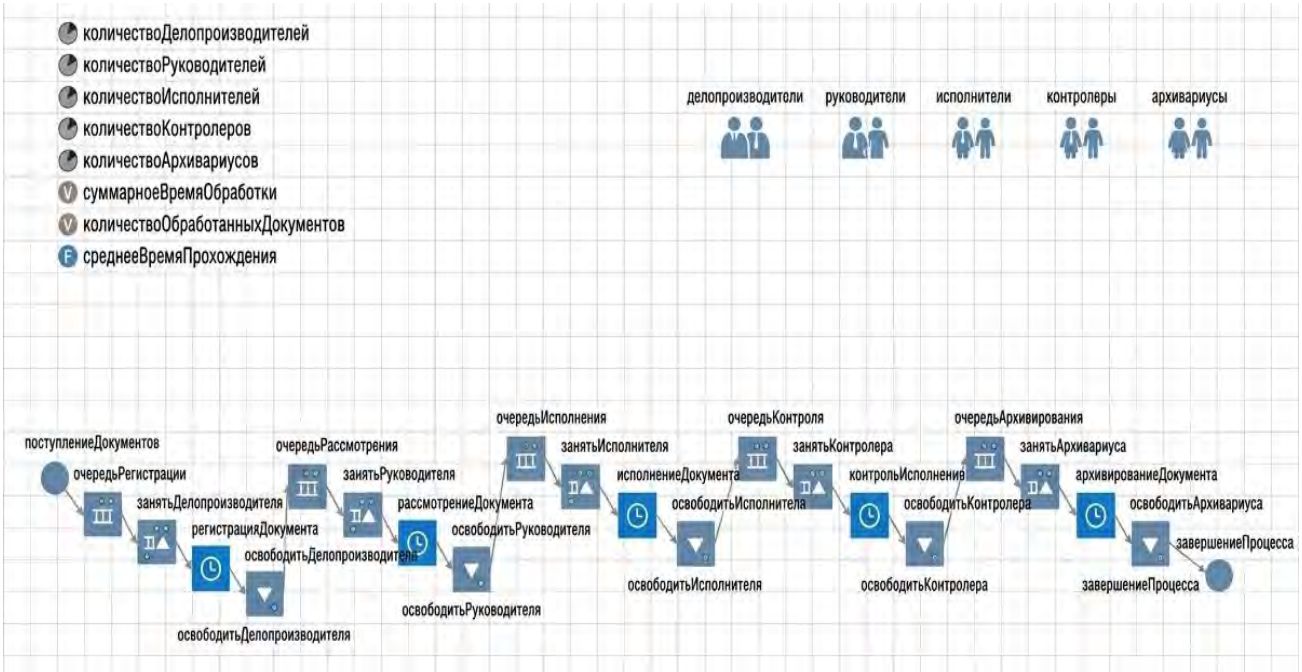

Рис.2 – Имитационная модель процесса делопроизводства в AnyLogic

При разработке модели использованы следующие основные блоки:

1. Source – генерация поступающих документов;
2. Queue – организация очередей ожидания;
3. Seize – захват необходимого сотрудника;
4. Delay – выполнение операции обработки;
5. Release – освобождение сотрудника;
6. Sink – завершение обработки документа.

В модели представлены пять категорий ресурсов:

- делопроизводители;
- руководители;
- исполнители;
- контролеры;
- архивариусы.

Для каждой категории сотрудников задано ограниченное количество ресурсов, что позволило учитывать реальную загруженность подразделения.

Продолжительность выполнения отдельных операций моделировалась с использованием треугольного закона распределения, что позволило учитывать минимальное, наиболее вероятное и максимальное время выполнения соответствующих процедур [7, 8].

Проведение имитационного эксперимента

Перед проведением оптимизации была выполнена серия вычислительных экспериментов, целью которых являлась оценка эффективности существующей организации процесса делопроизводства.

В ходе моделирования собирались следующие показатели:

- среднее время прохождения документа;
- количество обработанных документов;
- загрузка сотрудников;
- загрузка очередей;
- суммарное время обработки.

Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты моделирования существующего процесса

Показатель	**До оптимизации**
Среднее время прохождения документа, мин	245,94
Количество обработанных документов	14
Загрузка делопроизводителей	49 %
Загрузка руководителей	98 %
Загрузка исполнителей	91 %
Загрузка контролеров	26 %
Загрузка архивариусов	8 %

Анализ результатов показал, что наиболее загруженным ресурсом является руководитель, коэффициент использования которого достигает 98 %. Высокая загрузка наблюдается также у исполнителей. При этом контролеры и архивариусы используются значительно менее интенсивно. Подобное распределение нагрузки свидетельствует о наличии узких мест процесса и необходимости его дальнейшей оптимизации [8-10].

Таким образом, проведение предварительного имитационного моделирования позволило количественно оценить текущее состояние процесса и определить направления его совершенствования.

Проведение оптимизации

После выявления проблемных участков был выполнен оптимизационный эксперимент с использованием встроенного генетического алгоритма AnyLogic [6, 7].

В качестве изменяемых параметров использовалось количество: делопроизводителей; руководителей; исполнителей; контролеров; архивариусов.

Целевая функция была сформирована таким образом, чтобы минимизировать среднее время прохождения документа при рациональном использовании кадровых ресурсов.

В процессе оптимизации автоматически формировались различные варианты организационной структуры, после чего выполнялась серия вычислительных экспериментов и выбиралось решение с наилучшим значением целевой функции.

Результаты оптимизации представлены в таблице 2.

Таблица 2

Сравнение результатов моделирования

Показатель	**До оптимизации**	**После оптимизации**
Среднее время прохождения документа, мин	245,94	245,40
Количество обработанных документов	14	22
Загрузка делопроизводителей	2 (49 %)	3 (33 %)
Загрузка руководителей	1 (98 %)	1 (98 %)
Загрузка исполнителей	5 (91 %)	7 (89 %)
Загрузка контролеров	1 (26 %)	1 (41 %)
Загрузка архивариусов	1 (8 %)	2 (6 %)

Анализ полученных результатов показывает, что оптимизация позволила увеличить пропускную способность системы более чем на 57 %, при этом среднее время прохождения документа практически не изменилось. Это свидетельствует о том, что после перераспределения нагрузки система стала способна обрабатывать большее количество документов за тот же период времени. Вместе с тем высокая загрузка руководителя сохранилась, что позволяет сделать вывод о наличии организационного ограничения на этапе рассмотрения документов.

Проведенное исследование подтвердило эффективность применения имитационного моделирования при анализе процессов делопроизводства государственных органов в условиях внедрения технологий бережливого производства [2-10].

Использование программной среды AnyLogic позволило построить дискретно-событийную модель процесса обработки документов, воспроизвести функционирование подразделения в виртуальной среде и провести вычислительный эксперимент без вмешательства в деятельность реальной организации.

На предварительном этапе моделирования были выявлены основные проблемные участки процесса, связанные с высокой загрузкой руководителя и исполнителей. Проведенный оптимизационный эксперимент позволил подобрать более рациональную структуру распределения ресурсов, увеличить количество обработанных документов и повысить пропускную способность системы.

Полученные результаты подтверждают, что применение имитационного моделирования является эффективным инструментом поддержки принятия управленческих решений и должно использоваться на этапе подготовки мероприятий по внедрению технологий бережливого производства в государственных органах. Проведение предварительных вычислительных экспериментов позволяет оценить последствия организационных изменений, выявить узкие места процесса и обосновать выбор оптимальной структуры распределения ресурсов до внедрения изменений в практическую деятельность организации [6-10].

Список литературы:

1. Приказ Министра обороны Российской Федерации от 4 апреля 2017 г. № 170 «Об утверждении Инструкции по делопроизводству в Вооруженных Силах Российской Федерации».

2. ГОСТ Р 56020-2020. Бережливое производство. Основные положения и словарь. – Москва: Стандартинформ, 2020. – 28 с.

3. ГОСТ Р 56404-2021. Бережливое производство. Требования к системам менеджмента. – Москва: Стандартинформ, 2021. – 24 с.

4. Вумек Дж. П., Джонс Д. Т. Бережливое производство: как избавиться от потерь и добиться процветания компании. – Москва: Альпина Паблишер, 2022. – 472 с.

5. Лайкер Дж. Дао Toyota: 14 принципов менеджмента ведущей компании мира. – Москва: Альпина Паблишер, 2021. – 400 с.

6. Борщев А. В. Большая книга моделирования: мультиподходное моделирование с использованием AnyLogic 8 / пер. с англ. – Санкт-Петербург: Питер, 2023. – 612 с.

7. Law A. M. Simulation Modeling and Analysis. – 6th ed. – New York: McGraw-Hill Education, 2023. – 768 p.

8. Ivanov D. Digital supply chain twins and simulation optimization: state-of-the-art and future research // International Journal of Production Research. – 2023. – Vol. 61, № 5. – P. 1490–1515.

9. Aburub F., Al-Jbouri M. Lean government implementation using simulation modeling // Simulation Modelling Practice and Theory. – 2023. – Vol. 126. – Article 102780.

10. Ivanov D., Dolgui A. Digital twins and simulation-based optimization in public sector management // Computers & Industrial Engineering. – 2024. – Vol. 187. – Article 109814