ЕМЕЛЬЯНОВСКИЕ ЧТЕНИЯ. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В УПРАВЛЕНИИ – 2023

15 июня 2023 г.

СБОРНИК ТРУДОВ

СМОЛЕНСК
2023

УДК 338(075.8)
Е60

ЕМЕЛЬЯНОВСКИЕ ЧТЕНИЯ. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В УПРАВЛЕНИИ – 2023.
Сб трудов научного семинара. В 1 т. Т 1. – 2023. – 86 с.

ISBN 978-5-91412-517-9

В сборнике публикуются труды участников научного семинара «ЕМЕЛЬЯНОВСКИЕ ЧТЕНИЯ. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В УПРАВЛЕНИИ – 2023», в которых изложены результаты оригинальных научно-технических работ в области актуальных проблем науки и высшей школы. Семинар посвящен развитию научного наследия профессора Емельянова А.А. – основателя российской школы имитационного моделирования.

Издание предназначено для научных работников и преподавателей вузов, магистров и аспирантов, осуществляющих исследования в области системного анализа и управления с использованием методов имитационного моделирования.

ISBN 978-5-91412-517-9

©Авторы
©«Универсум»
© филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске. 2023

Н.А. Алабугина, студ.; Л.Ф. Вьюненко, к. ф.-м. н., доц.
(СПбГУ, г. Санкт-Петербург)

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫМИ КОНФЛИКТАМИ

В любом рабочем коллективе могут возникнуть разногласия, что, в свою очередь, может перейти в конфликт. Такие ситуации возникают из-за того, что у каждого члена команды свое восприятие жизни, индивидуальный жизненный опыт, не схожий с опытом других людей. Кроме того, причиной конфликта могут стать и различные внешние факторы. Эксперты утверждают: «Конфликты на работе в 9% случаев приводят к провалу проекта, в 16% – к увольнениям, в 25% – к избеганию работы» [4]. Таким образом, в результате конфликтов бизнес теряет деньги и ценных сотрудников, что, безусловно, негативно сказывается на развитии компании. Поэтому важно уметь эффективно решать возникающие непростые ситуации на работе, а для этого, в свою очередь, необходимо осуществлять их мониторинг.

В работе построена имитационная модель управления организационными конфликтами для их мониторинга и дальнейшего регулирования, а также для прогнозирования и разработки мер по их предотвращению. Основная задача – отразить изменение каждой стадии протекания конфликта и динамику переходов из одной стадии в другую. Кроме того, обеспечена возможность изменения в имитационном эксперименте входных параметров для анализа зависимости динамики конфликтов от того или иного параметра.

За основу взята когнитивная модель адаптивного управления конфликтами [1], которая представляет собой контур управления процессами организационных конфликтов, включающий четыре состояния: предконфликтная ситуация → конфликт → эскалация → деэскалация. Цикл зарождения, развития и снижения конфликта образуется в результате последовательного обхода состояний по контуру управления.

Модель управления организационными конфликтами можно описать следующим образом: накопители в данной модели – объекты структуры и динамики конфликта в соответствии с когнитивной моделью процесса, за одним лишь исключением – в модели переход из этапа деэскалации конфликта предусматривает пять различных стратегий. Потоки характеризуют собой стадии перехода из одного состояния конфликта в другое. Так же есть параметры, отвечающие за внешние факторы причины возникновения конфликта. Кроме того, добавлена возможность изменять параметры, с целью определения фактора, имеющего особое влияние на возникновение конфликта.

Имитационная модель построена на основе системно-динамического подхода, так как перед нами стоит цель смоделировать ситуацию на высоком уровне абстракции, без учета свойства конкретных участников процесса. Модель, построенная в парадигме системной динамики, дает общее

представление о происходящих в коллективе конфликтах и позволяет выработать эффективное решение проблемы, не моделируя при этом поведение каждого участника конфликта по отдельности.

Построенную модель можно применять в любой организации. Для построения исходной модели использовался опрос службы исследований HeadHunter, проводившийся 29 января - 5 февраля 2013 г. среди 5718 работников компаний [2].

Для построения модели использовалась система имитационного моделирования AnyLogic [3]. Механизм продвижения модельного времени – Δt, в качестве шага модельного времени выбраны недели.

Блочная структура имитационной модели представлена на рис. 1. Здесь первый блок включает шесть параметров, отвечающих за внешние факторы, которые могут поспособствовать возникновению конфликта. А именно, параметры, отвечающие за

- ограниченность ресурсов *(ResourceConstraints)*,
- рабочие условия *(WorkingConditions)*,
- систему оплаты труда (*WageSystem*),
- недостатки управления (*ManagementShortcomings*),
- психологический климат в коллективе (*PsychologicalClimate*),
- ситуацию в стране (*CountrySituation*).

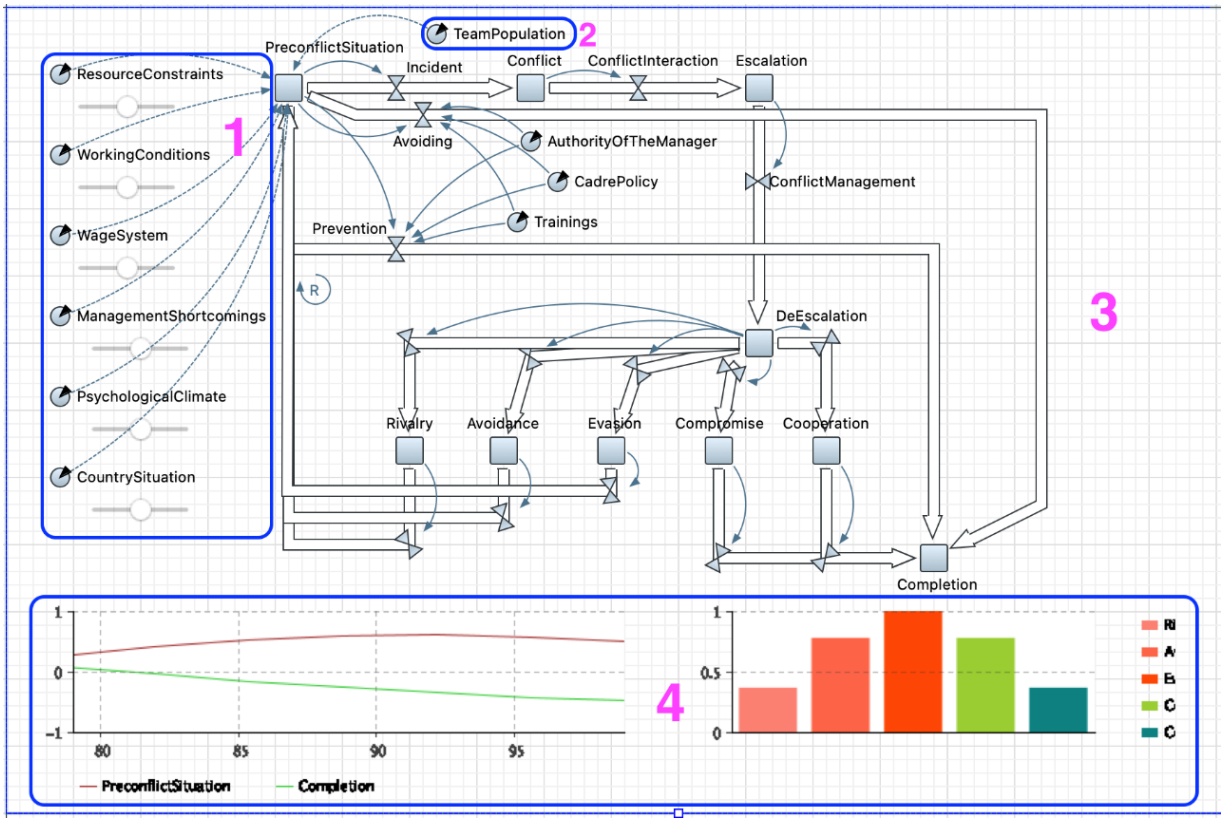


Рисунок 1 – Блочная структура имитационной модели управления организационными конфликтами.

Для удобства проведения имитационных экспериментов предусмотрена возможность выставлять с помощью бегунков необходимые значения указанных параметров и отслеживать процесс протекания конфликта. При этом параметры принимают значения от 0 до 1, где 0 – фактор не оказывает никакого негативного влияния, 1 – негативное влияние фактора максимально.

Второму блоку соответствует параметр, отвечающий за численность команды, в которой исследуется протекание конфликтов. В имитационном эксперименте начальное значение параметра задано равным 100, его можно легко поменять при изменении численности группы.

Третий блок модели – основной блок. Здесь находятся накопители и потоки, с помощью которых и осуществляется моделирование конфликтных ситуаций, а также три параметра, отвечающих за авторитет менеджера, кадровую политику организации и тренинги, которые оказывают влияние на поток избегания и предотвращения конфликта. Накопители характеризуют основные состояния конфликта: предконфликтная ситуация, непосредственно конфликт, эскалация, деэскалация, договоренность, компромисс, уклонение, избегание и вражда. Добавлены все необходимые для моделирования конфликтных ситуаций потоки, количественные характеристики которых получены на основе статистических данных [2]. Пример задания значения потока представлен на рис. 2.

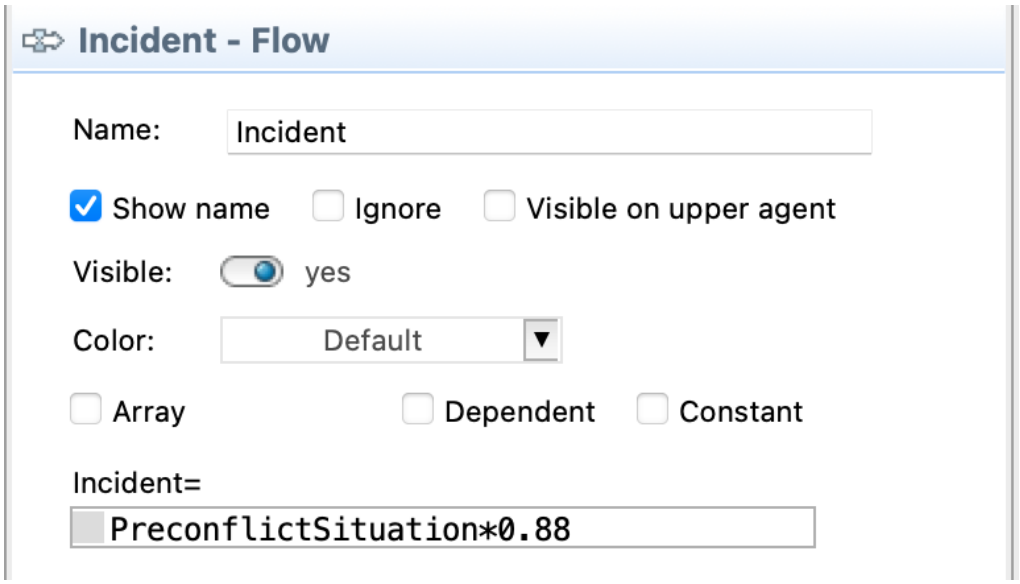


Рисунок 2 – Значение потока “Incident”.

Наполнение накопителей происходит за счет потоков, за исключением одного – *PreConflictSituation*, он рассчитывается по следующей формуле:

*TeamPopulation*ResourceConstraints*WorkingConditions*WageSystem* *ManagementShortcomings*PsychologicalClimate*CountrySituation.*

Заключительный, четвертый блок, отвечает за визуализацию результатов моделирования. Здесь предусмотрены два графика. Первый отражает число людей, находящихся в стадии предконфликтной ситуации (красная линия) и число людей, решивших конфликт (зеленая линия). Второй график позволяет отследить динамику пяти возможных стратегий выхода из стадии деэскалации конфликта: договоренность, компромисс, уклонение, избегание и вражда.

Результат запуска модели представлен на рис. 3.

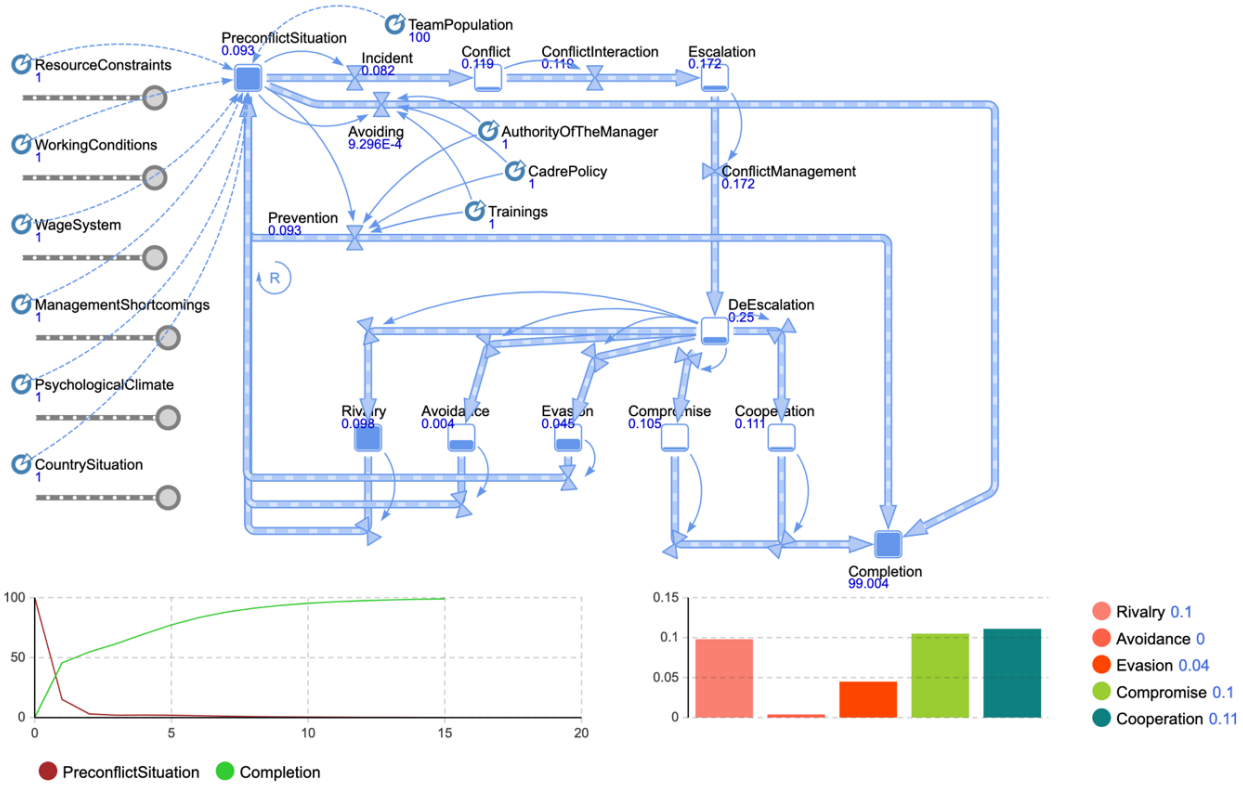


Рисунок 3 – Запуск имитационной модели управления организационными конфликтами.

Необходимая верификация модели проведена путем сравнения результатов моделирования с численным решением задачи средствами системы MATLAB. Для этого была составлена и решена задача Коши для системы из 10 обыкновенных дифференциальных уравнений, правые части которых соответствуют представленной на рисунке 3 модели. Полученные в двух системах значения накопителей представлены в таб. 1.

Таблица 1 – Значения накопителей в MATLAB и AnyLogic

	PreconflictSituation	Conflict	Escalation	DeEscalation	Cooperation	Compromise	Evasion	Avoidance	Rivalry	Completion
MATLAB	40,7	47,2	28,0	8,3	0,5	0,56	0,24	0,019	0,52	8,1
AnyLogic	36,9	32,4	16,2	5,4	0,41	0,39	0,17	0,013	0,36	7,8

Можем заметить, что показатели по каким-то накопителям разнятся больше, по каким-то меньше. Однако, за исключением большой разности для накопителей, характеризующих непосредственно конфликт и эскалацию конфликта, показатели, полученные в двух системах, оказались довольно схожими. В свою очередь, большая разница по двум показателям может быть объяснена тем, что реализация метода Рунге-Кутты 4-го порядка различается в системах MATLAB и AnyLogic. Таким образом, построенную модель можно считать верифицированной.

Построенная нами имитационная модель управления организационными конфликтами позволяет осуществлять мониторинг и анализ конфликтных ситуаций в коллективе, а также выявлять наиболее весомые факторы возникновения таких ситуаций. Такая модель поможет руководству фирмы предотвращать возможные конфликты, что, безусловно, положительно повлияет на дальнейшую деятельность бизнеса.

Список литературы

1. А.Е. Шакирова, М.Д. Розин, В.П. Свечкарев, А.А.Озеров, А.В.Иванов. Имитационные модели в контуре управления организационными конфликтами // Инженерный вестник Дона. - 2020. - №8.
2. Из-за чего возникают конфликты на работе? // HeadHunter (https://spb.hh.ru/article/13307#:~:text=среди%205718%20работников%20компаний.,конфликтов%20в%20компаниях%20(49%25) дата обращения: 28.05.2023).
3. Сайт AnyLogic. AnyLogic: имитационное моделирование для бизнеса (https://www.anylogic.ru/, дата обращения: 28. 05. 2023)
4. Разногласия на работе. Как они срывают проекты и приводят компании к убыткам // Ведомости (https://www.vedomosti.ru/gorod/smartcity/columns/raznoglasiya-na-rabote-kak-oni-srivayut-proekti-i-privodyat-kompanii-k-ubitkam дата обращения: 28.05.2023)

Борисов В.В., д.т.н., проф.,
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ в г. Смоленске)
Исаев И.В.,
(ООО «Диасофт», г Москва)

МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МОЩНОСТИ ИНСОЛЯЦИИ НА ОСНОВЕ КОМБИНИРОВАННОЙ НЕЧЕТКОЙ МОДЕЛИ

Задача прогнозирования мощности генерации фотоэлектрических установок, входящих в состав комплексных энергетических систем арктического назначения (АКЭС), предназначенных для энергообеспечения удаленных объектов, является весьма актуальной [1]. В работе [2] для решения данной задачи предложена модель, в которой для прогнозирования процента облачности используется *ANFIS*-модель, обучающая выборка которой динамически обновляется с использованием данных, получаемых в ходе работы АКЭС. При этом параллельно осуществляется прогнозирование с использованием неизменных статистических данных, и осуществляется выбор того из результатов, который в данный момент времени обеспечивает наилучшую точность.

Недостатком данного подхода является невысокая точность прогнозирования в начальный период времени работы установки, что связано с невозможностью получения адекватной обучающей выборки для *ANFIS* модели при использовании данных, предоставляемых сервисом https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/. В указанной системе процент облачности по часам дня не предоставляется, а данные по нему носят усредненный характер в разрезе каждого четвертого часа суток, соответствующих каждому месяцу года. При этом, в темное время суток информация о проценте облачности отсутствует. Таким образом, при указанном методе прогнозирования не учитывается фактическое состояние облачности в моменты времени, близкие к диапазону прогнозирования, а также существенно усложняется алгоритм временной интерполяции и экстраполяции.

Для повышения эффективности прогнозирования был разработан алгоритм, предполагающий использование расширенного набора исходных данных для формирования прогноза процента облачности в первые шесть часов работы АКЭС. Целью работы алгоритма является определение прогнозных значений процента облачности для дня *D* недели *W* месяца *M* года *Y*.

В качестве источника данных для прогнозирования облачности использовался ресурс https://neo.gsfc.nasa.gov/, предоставляющий данные о среднем проценте облачности по дням во всех точках Земного шара. Данный ресурс не предоставляет возможности выбора конкретной точки, однако позволяет сохранять данные с необходимым разрешением по географическим координатам в виде csv-файла.

На рисунке 1 представлен пример графического представления данных о среднем проценте облачности сервиса https://neo.gsfc.nasa.gov/.

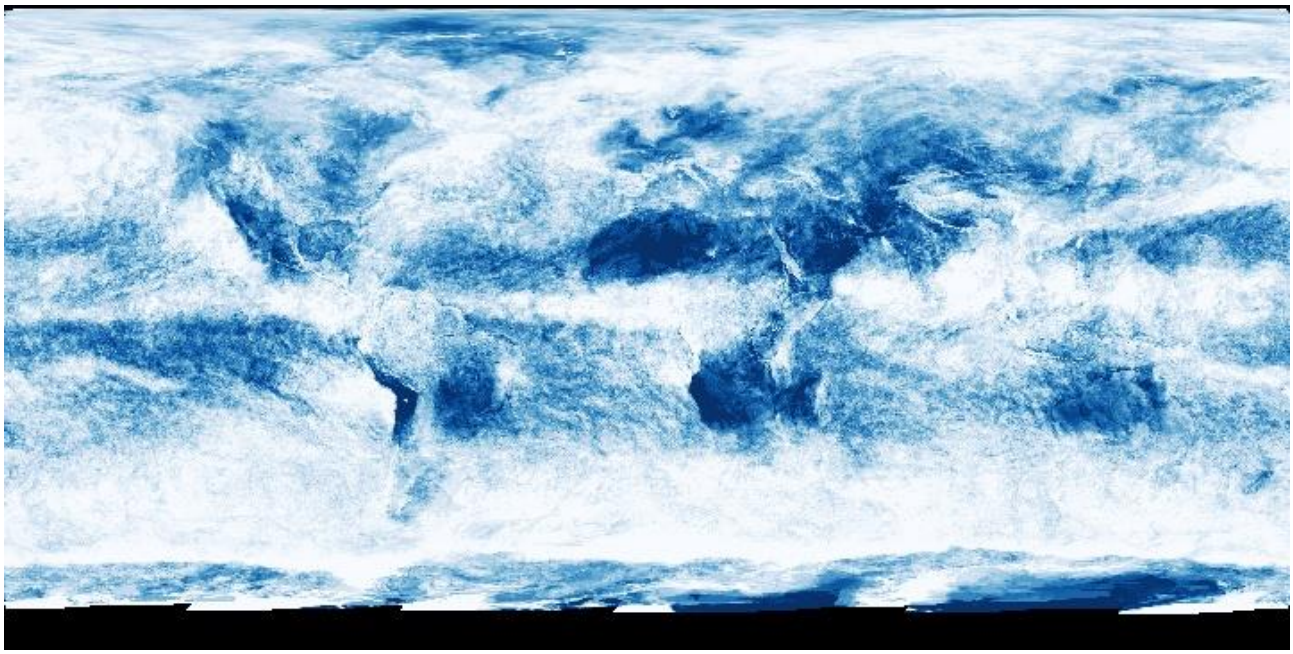


Рис. 1. – Пример графического представления данных по проценту облачности сервиса https://neo.gsfc.nasa.gov/

Существенным недостатком предоставляемой информации является ее низкая оперативность. Как правило, данные о среднесуточной облачности поступают в общедоступный сегмент системы с отставанием на 10 дней, что затрудняет прогнозирование.

Для решения задачи об определении средней облачности с использованием исторических данных может быть использована двухэтапная ANFIS-модель.

На первом этапе осуществляется прогнозирование среднего по неделе процента облачности для двух ближайших к последнему фактически доступному дневному значению. Структура данных обучающей выборки условно представлена на рисунке 1.

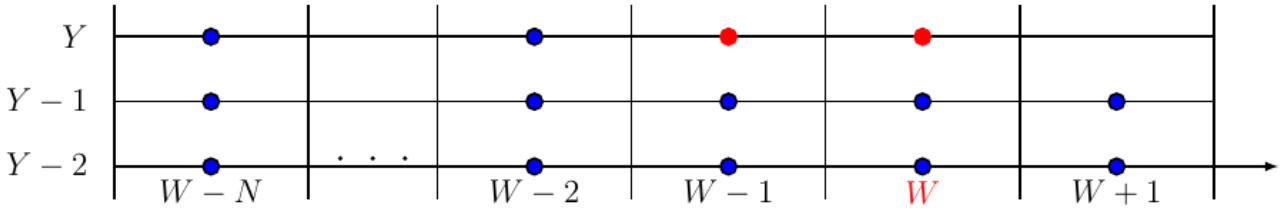


Рис.1. – Условное представление данных обучающей выборки для вычисления средненедельной облачности

Синие точки изображают данные, непосредственно предоставляемые ресурсом https://neo.gsfc.nasa.gov/, красные точки показываю значения, подлежащие определению.

После вычисления значений *W*-1 и *W*, осуществляется переход ко второму этапу прогнозирования, при котором среднесуточные значения для дат, относящихся к *W*-1 и *W* заполняются значениями, равными средним значениям для соответствующих недель.

Структура данных обучающей выборки представлена на рисунке 2. На основании представленной выборки осуществляется вычисление прогнозного значения среднесуточного процента облачности в день *D*.

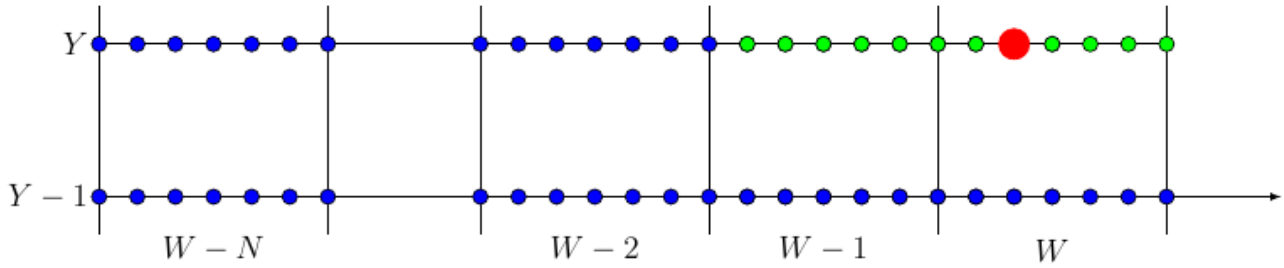


Рис.1. – Условное представление данных обучающей выборки для вычисления среднесуточной облачности в день *D*

В дальнейшем, указанные значения используются без корректировки по часам дня для прогнозирования мощности инсоляции в первые шесть часов работы АКЭС.

На рисунке 3 представлено сравнение результатов прогнозирования значений процента облачности на период 6 часов, начиная с 06:00 дня *D* для точки с географическими координатами 65 с.ш., 55 в.д., соответствующе полярной области РФ. За день *D* принималась дата 12.06.2023. Фактическое среднесуточное значение процента облачности взято в https://neo.gsfc.nasa.gov/. Для сравнения, на рисунке приведены среднестатистические данные по часам суток июня для данной точки, приведенные в https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/.

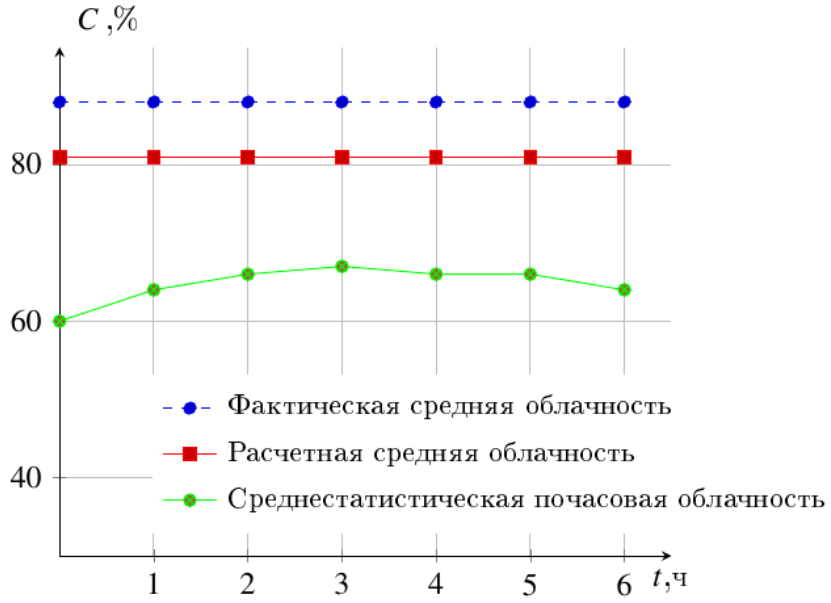


Рис.3. – Сравнение результатов прогнозирования с фактически наблюдавшимися значениями процента облачности

Анализ представленных данных показывает, что формально более точный метод прогнозирования облачности с использованием внутридневного распределения из-за его статистического характера ведет к большей ошибке прогнозирования, чем метод, основанный на учете средненедельного и среднесуточного тренда.

Работа выполнена в рамках государственного задания, проект № FSWF-2023-0012

Литература

1. Sinyavsky, Yu. V. Intelligent control algorithm for autonomous integrated power plants for Arctic regions / Yu.V. Sinyavsky, E. A. Kirillova // Journal of Applied Informatics. – 2021. – Vol. 16. – No 4(94). – P. 74-82. – DOI: 10.37791/2687-0649-2021-16-4-74-82.

2. Борисов, В.В., Дли М.И., Синявский Ю.В. Гибридное прогнозирование инсоляции в системах управления комплексными энергетическими установками/ В. В. Борисов, М. И. Дли, Ю. В. Синявский // Энергосбережение и водоподготовка. – 2022. – №6 (140). – С. 9-14.

Борисов В.В., д.т.н., проф.,
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ в г. Смоленске)
Исаев И.В.,
(ООО «Диасофт», г Москва)

МЕТОД ВЫБОРА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ КОМПОНЕНТНЫХ МОДЕЛЕЙ СКОРОСТИ ВЕТРА В ГИБРИДНОЙ МОДЕЛИ ВЕТРОГЕНЕРАТОРА

В настоящее время, наблюдается интерес к комплексным энергетическим системам (АКЭС), предназначенным для использования в удаленных, в том числе арктических, районах РФ. В состав таких систем, как правило, входят ветрогенераторы различного типа (ВГУ) [1]. Так как АКЭС является единственным источником энергии для некоторой совокупности объектов (например, геологоразвеочной партии), то задача гарантированного обеспечения потребителей энергией является крайне важной. Для ее решения необходимо осуществлять непрерывное прогнозирование генерации энергии из различных источников для оценки баланса потребления и генерации.

В работе [2] показана возможность разработки гибридной модели ВГУ, включающей в себя в качестве компонентных моделей расчета скорости ветра на основе усредненных статистических данных (получаемых из доступных баз данных) и на основе *ANFIS*-модели, обучающая выборка для которой строится на основе динамически изменяющихся данных от измерительных приборов, входящих в состав АКЭС.

При этом возможна как суперпозиция результатов моделирования, так и выбор одной из компонентных моделей, обеспечивающей лучшую точность прогнозирования. При этом, оценка точности прогнозирования является априорной, так как истинные значения скорости ветра в момент выбора модели неизвестны.

Так же, в работе [1] представлен подход к выбору модели прогнозирования с использованием сравнения ранее полученных результатов прогнозирования с фактическими данными, определенными средствами объективного контроля. Так, для каждого часа H из некоторой выборки значений по времени может быть определено отклонение ΔV, определяемое по формуле:

$$\Delta V = V_{\text{ф}}(H) - V_{\text{м}}(H) \quad (1)$$

где $V_{ф}(H)$ – средняя фактическая средняя скорость ветра, определенная средствами объективного контроля для часа H,
$V_{м}(H)$ – прогнозное значение средней скорости ветра, определенное с использованием каждой из компонентных моделей.

Так как выборка отклонений представляет собой временной ряд, для анализа характера отклонений прогнозных значений от фактических, могут

быть использованы инструменты анализа карт контроля качества (*X*-карт), в которых контролируемым параметром является величина ΔV.

Применительно к гибридной модели прогнозирования скорости ветра, данный инструмент реализуется следующим образом. Вычисленные по формуле (1) для каждой из моделей значения заносятся в динамические базы данных, в которых хранятся по десять последних значений, непосредственно предшествующих моменту времени формирования текущего прогноза. Контрольная карта представляет собой упорядоченный по возрастанию времени набор значений, хранящихся базе данных, и для каждого из результатов моделирования строится аналогично.

Моменту очередного прогнозирования соответствует значение с $i=H$, остальные значения соответствуют отклонениям в предыдущие моменты прогнозирования. Контролируемые пределы σ, и, соответственно, деление внутренних зон *A, B, C* задаются исходя из дисперсии скорости ветра, определенной на этапе вычисления $V_\phi(H)$. Линии, соответствующие значениям ±2σ, как правило, называются предупреждающими линиями, линии ±3σ – линиями границы регулирования.

Анализ контрольной карты состоит в сравнении распределения набора $\{\Delta V\}_i$ с некоторым набором «стандартных ситуаций», известных из теории контрольных карт [3]. Пример контрольной карты приведен на рисунке 1.

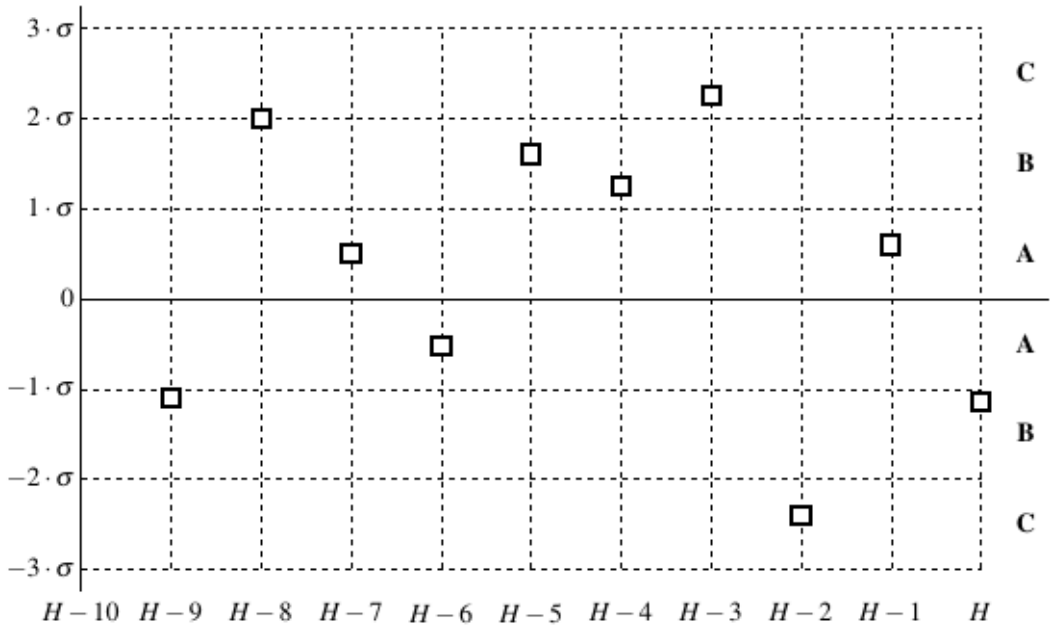


Рис. 1. – Пример контрольной карты для модели скорости ветра с использованием статистических данных

Наибольшую роль в анализе контрольных карт играют так называемые «признаки разладки», характеризующиеся специфическим распределением точек на карте. Появление такого признака не просто свидетельствует о существовании больших отклонений, что вполне вероятно, учитывая крайне

сложный для прогнозирования характер погодных условий, а говорит об общей неадекватности используемой модели.

На рисунках 2 и 3 представлены два наиболее характерных признака разладки, свидетельствующие о неадекватности модели прогнозирования.

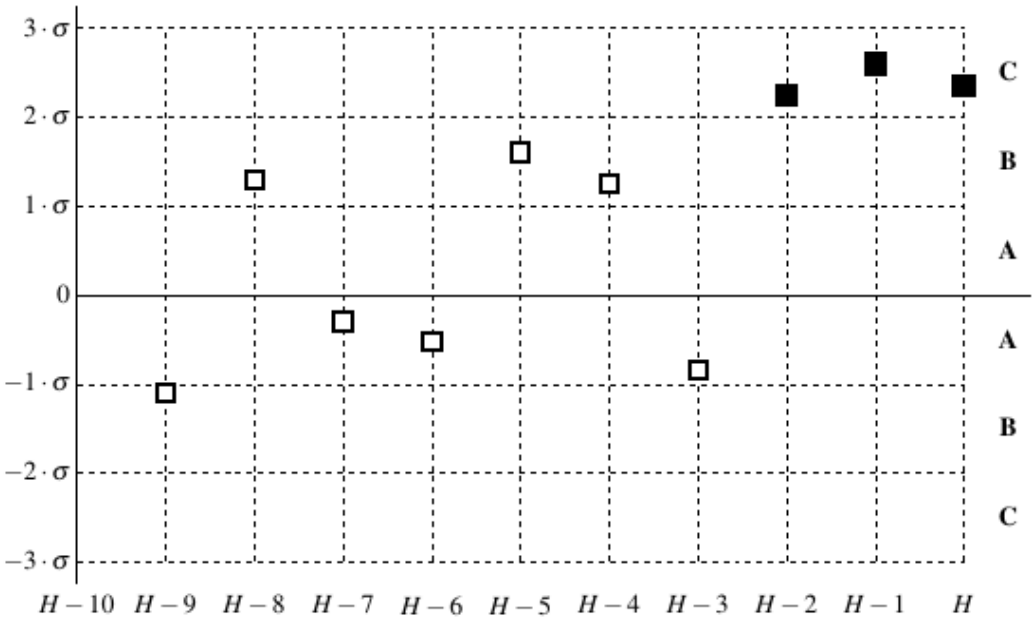


Рис.2. – Пример сигнала о неадекватности модели, основанных на нахождении трех последних точек между предупреждающей линией и линией предела регулирования

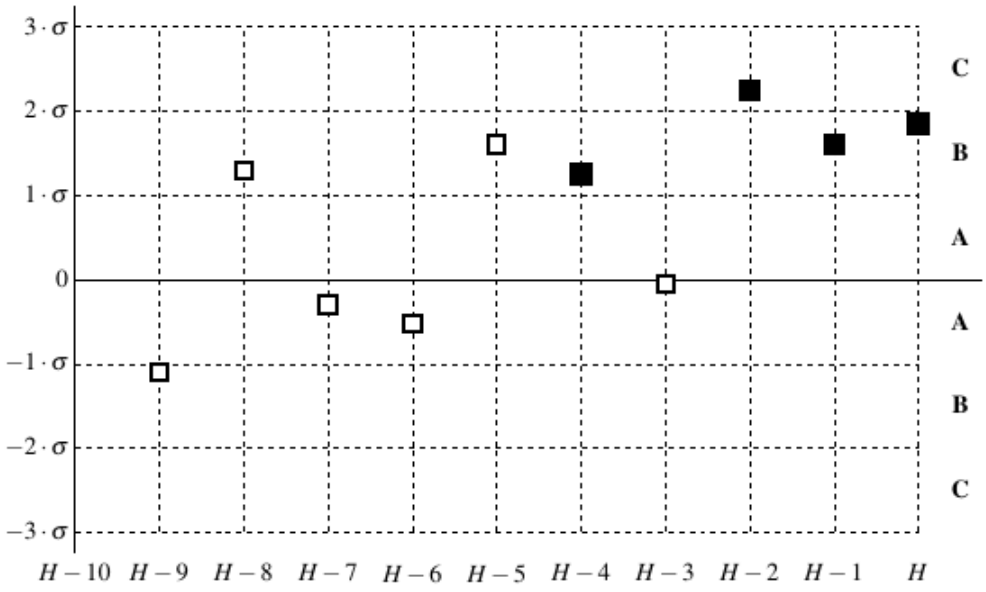


Рис.3. – Пример сигнала о неадекватности модели, основанных на нахождении четырех из пяти последних точек выборки за пределами предупреждающей линии +2σ

В том случае, если такими признаками обладает только одна их контрольных карт, то для решения задачи прогнозирования используется альтернативная модель. При этом неадекватная модель может подвергаться корректировке с целью повышения точности. Например, в случае *ANFIS* – модели целесообразным является изменение обучающей выборки, например, переход от использования значений с четырехчасовым интервалом к использованию двухчасовых интервалов. Кроме этого, могут меняться так же и настройки самой модели – например, число связей между узлами и количество итераций.

Статистическая модель, основанная на использовании фиксированных коэффициентов, связывающих среднесуточную скорость ветра с почасовыми значениями, как правило, может корректироваться путем изменения значения среднесуточной скорости ветра, например, путем ее расчета только по нескольким последним значениям. Однако, данный подход, описанный в [2], не исчерпывает всех возможностей Х-карт. Важно для анализа являются ситуации, когда на обоих контрольных картах выявлены признаки разладки.

В том случае, если контрольные карты для обоих моделей показывают односторонние сигналы (то есть отклонения имеют одинаковый знак), это может являться признаком появления неполадок в аппаратной части АКЭС, например выход из строя датчика скорости ветра. Если же сигналы контрольных карт имеют разные знаки, то, в качестве временной меры, до корректировки моделей, прогнозирование может вестись методом суперпозиции результатов расчета по обоим моделям.

Работа выполнена в рамках государственного задания,
проект № FSWF-2023-0012

Список литературы

1. Sinyavsky, Yu. V. Intelligent control algorithm for autonomous integrated power plants for Arctic regions / Yu.V. Sinyavsky, E. A. Kirillova // Journal of Applied Informatics. – 2021. – Vol. 16. – No 4(94). – P. 74-82. – DOI: 10.37791/2687-0649-2021-16-4-74-82.

2. Борисов В.В., Синявский Ю.В. Компонентная модель ветрогенератора// Энергетика.Экономика.Инновации. Сб. трудов XII межд.науч.-техн. конф. в 3-х т. – 2022. – Т.1. – С. 255-260

3. Gitlow H. Tools and Methods for the Improvement of Quality / H.S. Gitlow и др. Boston:Издательство «IRWIN», 1989. 603 с.

В. Н. Волкова, д.э.н., проф.
А. В. Логинова, к.э.н., М. С. Максимов, асп.
(СПбПУ Петра Великого, Санкт-Петербург)

ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ СОЗДАНИИ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩЕГО КОМПЛЕКСА

Возникновение сети Интернет, развитие цифровых технологий и формирование глобального информационно-коммуникационного пространства

принципиально изменяет отношение к идее информационного обеспечения процессов принятия решений на любом уровне управления.

На основе анализа опыта информационного обеспечения процессов принятия решений при управлении административным районом города предлагается модель, обеспечивающая целостное представление о накапливаемом информационном обеспечении для управления любой организацией, основанная на определении системы [1], отображающем системно-целевой подход к исследованию и развитию системы. Модель применяется как основа создания многоуровневого информационно-управляющего комплекса (МИУК), позволяющего упорядочить разнородное информационное обеспечение процессов принятия решений в системе управления.

В статье представлено исследование проблемы автоматизации информационного обеспечения процессов принятия решений административными органами территориального управления. Проводится анализ подходов к исследованию и разработке сложных систем, предлагавшихся разными авторами, и опыта информационного обеспечения процессов принятия решений при управлении районом города. Предложена модель, позволяющая формировать обобщенную структуру многоуровневого информационно-управляющего комплекса, корректировать и развивать ее по мере развития средств вычислительной техники и информационных технологий.

В работе исследуется проблема автоматизации информационного обеспечения процессов принятия решений в организационно-управляющих системах. Показана сложность создания единой автоматизированной информационной системы (АИС) в исходном представлении об АИС при развитии автоматизации процессов сбора, хранения, обработки и представления информации лицам, принимающим решения, по мере развития средств вычислительной техники и информационных технологий. Предлагается модель, обеспечивающая целостное представление о накапливаемом информационном обеспечении для управления любой организацией, основанная на предложенном одним из авторов статьи определении системы, отображающем системно-целевой подход к исследованию и развитию системы. Модель предлагается как основа создания многоуровневого информационно-управляющего комплекса (МИУК), позволяющего упорядочить разнородное информационное обеспечение процессов принятия решений при управлении такими сложными многоаспектными многокомпонентными системами, какими являются системы территориального управления. Модель МИУК включает следующие уровни: потребителей информации, их потребности, структуру взаимосвязей потребителей и информационных источников, технологии реализации МИУК (методики, технические и программные средства, информационные технологи и т.п.). Предложены методы анализа модели, помогающие корректировать состав и структуру модели с учетом конкретных

условий создания МИУК. Приводится экспериментальная реализация модели МИУК на примере конкретной районной администрации.

Работы по автоматизации организационного управления, как известно, были начаты в середине 1960-х гг. При общегосударственных и территориальных органах управления создавались соответствующие автоматизированные системы управления, информацию для которых должны были предоставлять административные органы управления на всех территориальных уровнях – от уровня административного управления районом города до областных или республиканских органов управления. Предполагалось создание общегосударственной автоматизированной системы – ОГАС.

Для разработки АИС и АСУ создавалась теория и разрабатывались подходы и методы [2 – 8 и др.], которые можно объединить в две группы:

1. Подходы, основанные на анализе *пространства состояний*, поиске «мер близости» между компонентами с помощью различных, включая методы бизнес-аналитики Data-Mining, реализуемые с помощью соответствующих программных продуктов (Deductor [9] и т.п.), функционально-технологический подход, кратко называемый применительно к анализу бизнес-процессов процессным, реализуемым на основе методологии SADT, IDEF-моделей и автоматизированных средств BPWin, ARIS и др.

2. Подходы, называемые *целевым, целенаправленным, системно-целевым*, основанные на структуризации или декомпозиции системы в пространстве, позволяющие расчленить исходную большую неопределенность на более обозримые и выбирать методы анализа и проектирования частей, сохраняя целостность представления об исследуемой системе или решаемой проблеме на основе иерархической структуры (древовидной, стратифицированной). Наиболее значимые функции управления для автоматизации выбирались на основе структуризации целей и функций организации.

Для автоматизации информационного обеспечения процессов принятия решений был первоначально выбран системно-целевой подход. Опыт разработки структуры информационного обеспечения показал, что проблема обеспечения информацией процессов территориального управления многоаспектна (недвижимость, население, энергетика, транспорт, строительство, экология и т.п.), собирать и хранить информацию по всем сферам деятельности района в одной автоматизированной информационной системе невозможно, что зависит не только от технических возможностей, но и от законодательных ограничений. При необходимости запрашивается информация из внешних источников. Возможности отдела информатизации ограничены.

Поэтому был применен подход, который был предложен в школе теории систем Ф. Е. Темникова [11] – организовать «выращивание» информационной системы на основе запросов, поступающих от сотрудников Администрации, от вышестоящих органов управления городом и от населения. Такой подход оказался успешным. Однако через определенный период обнаружено, что

накапливаемые средства автоматизации и информационные массивы необходимо упорядочивать, чтобы можно было находить и использовать для аналогичных запросов. Была разработана обобщенная структура информационного обеспечения [12].

С учетом этого опыта поставлена задача создания модели, на основе которой можно «выращивать», развивать единый информационно-управляющий комплекс, позволяющий объединять разнородные информационные источники и программные продукты, корректируя его структуру с учетом развития средств автоматизации и потребностей в информации для принятия решений.

Для разработки модели предложено использовать определение, основанное на системно-целевом подходе [1]:

$$S_{def} \equiv <Z, STR, TECH, COND, N>,$$

где $Z = \{z\}$ — совокупность или структура целей (функций управления, потребности пользователей, запросы); *STR* — структура, реализующая цели, объединяющая Z и информационные источники, включая информационные массивы *IM* разного рода (базы данных, массивы научно-технической информации), предметно-ориентированные информационные системы (ПОИС и т.д.); *TECH* — совокупность технологий (методы, технические и программные средства, *IT*, алгоритмы и т. п.); *COND* — условия существования системы, т. е. факторы, влияющие на ее создание и функционирование; *N* — «наблюдатели» (стейкхолдеры, пользователи), т. е. лица, принимающие и исполняющие решения, осуществляющие структуризацию целей, корректировку структур, выбор методов и средств моделирования и т. п. Определение может быть дополнено компонентами «*среда*» *SR* и «*временной интервал*» ΔT. Компоненты, входящие в определения можно трактовать по-разному, с учетом конкретных условий его применения.

Приведенное определение помогает теоретически обосновать структуру информационной системы. Структуру можно представить в виде древовидной иерархии, что и пытались делать вначале в теории разработки АИС, разделив ее на блоки определения целей в виде функциональной части АСУ и средств ─ обеспечивающая часть, детализируя ее на информационное, техническое и др. виды обеспечения

Однако при такой структуризации древовидная структура расчленяет систему на относительно независимые части, находящиеся в определенной конкуренции друг с другом, в то время как определение состава информационных массивов зависит от подсистем и задач функциональной части, а выбор технических средств зависит от информационных массивов.

Поэтому условно представим модель в виде 4-х страт (табл. 1): *пользовательской* (***N***), *функциональной* (***Z***), *информационной* (***IM*** –

информационные массивы), *технологической* (***TECH***), включая технические, программные средства, средства телекоммуникации, интернет. Функциональная и информационная страты объединены с помощью структуры, отражающей востребованность информационных источников для обеспечения функций управления и потребностей пользователей *STR*: $Z \times IM$.

Таблица 1 -Модель для формирования структуры и развития МИУК

N	*Страта* 1. *Пользовательская*		
	Сотрудники подразделений Администрации.	Вышестоящие органы административного управления	Население
Z	*Страта* 2. *Функциональная* Формирование потребностей пользователей в информации и правила взаимодействия с информационной системой		
STR{ IM	Запросы сотрудников Администрации	Запросы вышестоящих Административных органов	Запросы населения
	Страта 3. *Информационная* Совокупность информационных услуг. Различные поставщики информации: базы данных. информационные хранилища библиотек, научно-технической информации, стандарты, предметно-ориентированные информационные системы (ПОИС), справочники, сайты в телекоммуникационных сетях., статистическая информация, нормативно-правовая информация и пр.		
TECH	*Страта* 4. *Технологическая* Технические и программные средства. Телекоммуникации. Интернет.		

Создавая МИУК, следует понимать, что «комплекс», подразумевая совокупность разного рода средств и источников информации, может первоначально и не обладать общесистемными свойствами, в нем может и не возникнуть эффект эмерджентности. В то же время, используя термин «комплекс», обычно все же подразумевают, что информационный комплекс должен быть ориентирован на достижение определенных целей, его функционирование должно подчиняться определенным закономерностям.

Концепция многоуровневого информационно-управляющего комплекса в конкретных условиях может быть модифицирована. Например, если учесть другие составляющие компоненты технологии *TECH*, входящей в определение (1), то между функциональной и информационной, и между пользовательской и функциональной стратами возможно введение дополнительных страт, содержащих средства (например, страту программных продуктов) для обеспечения возможности более полного исследования взаимосвязей между компонентами этих страт.

Стратифицированное представление помогает решать проблемы управления развитием МИУК, разработки новых наиболее востребованных информационных массивов или исключения устаревших, распределения финансовых, материальных и кадровых ресурсов на основе разработки и применения соответствующих методов и автоматизированных процедур для определения состава компонентов каждой из страт.

Для принятия таких решений используются методы и модели системного анализа: методики и автоматизированные диалоговые процедуры структуризации целей и функций систем управления, методы организации сложных экспертиз [3].

Для анализа и формирования *функциональной страты* используются методики структуризации целей и функций системы информационного обеспечения процессов управления территориальным образованием, методы анализа информационных потребностей, разрабатываемые в теории информационного поиска.

Разработаны автоматизированные диалоговые процедуры, помогающие на основе применения выбранных методик структуризации формировать древовидные иерархические структуры целей и функций системы управления территориальным образованием и получаемой на этой основе структуры функциональной части создаваемого информационно-управляющего комплекса.

Оценку значимости элементов каждой из страт можно проводить с применением методов организации сложных экспертиз [16] (метода парных сравнений в модификации Т. Саати, метода решающих матриц Г.С. Поспелова, информационного подхода А. А. Денисова), учитывать разнородные критерии ─ технические, экономические, социальные.

Методы организации сложных экспертиз – методы и модели, повышают объективность получения оценок путем расчленения большой первоначальной неопределенности проблемы, предлагаемой эксперту для оценки, на более мелкие, лучше поддающиеся осмыслению.

Для организации сложной экспертизы вначале предложно применить метод решающих матриц (МРМ), предложенный Г. С. Поспеловым [19].

Начаты исследования по анализу полученных рекомендаций на основе применения концепции потенциальной осуществимости системы [21], по обеспечению автоматизации ответов на запросы населения, в том числе в режиме адвокатирования [22 – 25], т.е. информирования населения о происходящих изменениях в районе, предвосхищающего запросы.

Научная новизна исследования заключается в том, что предлагаемая концепция позволяет создавать МИУК в условиях использования территориально распределенных и взаимно независимых информационных центров, баз данных, систем связи и временного объединения их на основе разработки заранее исследованных и формализованных алгоритмов, программных процедур и нормативно-методлического обеспечения,

регламентирующего доступ к информации, обеспечивающих подбор необходимой информации для удовлетворения запросов потребителей или оказывающих им методическую помощь в нахождении необходимой информации.

Теоретическая значимость работы заключается в разработке и экспериментальном исследовании моделей, обеспечивающих анализ структуры МИУК и разработке рекомендаций по его развитию.

Список литературы

1. Волкова В.Н. Развитие определения системы // Матер. Международной научно-практической конференции «Системный анализ в проектировании и управлении»: сб. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2001. – С. 12–14.
2. Волкова В. Н. и др. «Ген» Ф. Е. Темникова и «выращивание» системы / В. Н. Волкова, А. Е. Леонова, А. В. Логинова // В сб.: Системный анализ в проектировании и управлении. Ч. 3. Санкт-Петербург, 2021. С. 80-89.
3. Моделирование систем и процессов. Практикум: учеб. пособие для академического бакалавриата / Под ред. В.Н. Волковой. М.: Издательство Юрайт, 2016. — 295 с.
4. Models for development of the information-control complex of the enterprise / Volkova V.N., Loginova A.V., Leonova A.E. // System research & information technologies. 2021. Т. 2021. № 1. С. 121-130.

И.Р. Зиганшин, студ.; Л.Ф. Вьюненко, к. ф.-м. н., доц.
(СПбГУ, г. Санкт-Петербург)

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ЭВАКУАЦИИ СОТРУДНИКОВ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ

Ежедневно огромное количество людей присутствуют в ограниченном пространстве зданий не только в быту, но и за работой, учебой, придерживаясь расписания, графика работы и других временных рамок. Здания проектируются с учетом возможности возникновения чрезвычайных ситуаций и предусматривают варианты как борьбы с ними, так и срочной эвакуации людей, находящихся внутри для предотвращения нанесения вреда их здоровью.

Для успешной эвакуации людей разрабатываются специальные схемы эвакуации, где указан порядок действий при возникновении ЧС и пешеходная схема для продвижения к эвакуационному (если таковой имеется) и основному выходу. Общее время эвакуации работников и учащихся из образовательного учреждения не должно превышать 6 минут (ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность») [1].

В данной работе проведено моделирование эвакуации второго этажа корпуса экономического факультета Санкт-Петербургского государственного университета, расположенного по адресу ул. Таврическая, д. 21-23-25, лит. А, в условиях, что все места, рассчитанные на людей заняты. Моделирование было проведено при помощи системы имитационного моделирования AnyLogic.

В качестве основы для построения модели была взята схема эвакуации второго этажа корпуса экономического факультета Санкт-Петербургского государственного университета (рис.1).

На схеме изображены выходы из аудиторий и прочих помещений, расположенных на данном этаже, а также возможные пути к эвакуационным выходам (лестницам, ведущим на 1 этаж).

Для обеспечения моделирования пребывания людей в помещениях, передвижения людей в непрерывном пространстве, реагируя на такие препятствия, как другие люди и стены, были использованы библиотека дискретно-событийного и библиотека пешеходного моделирования AnyLogic.

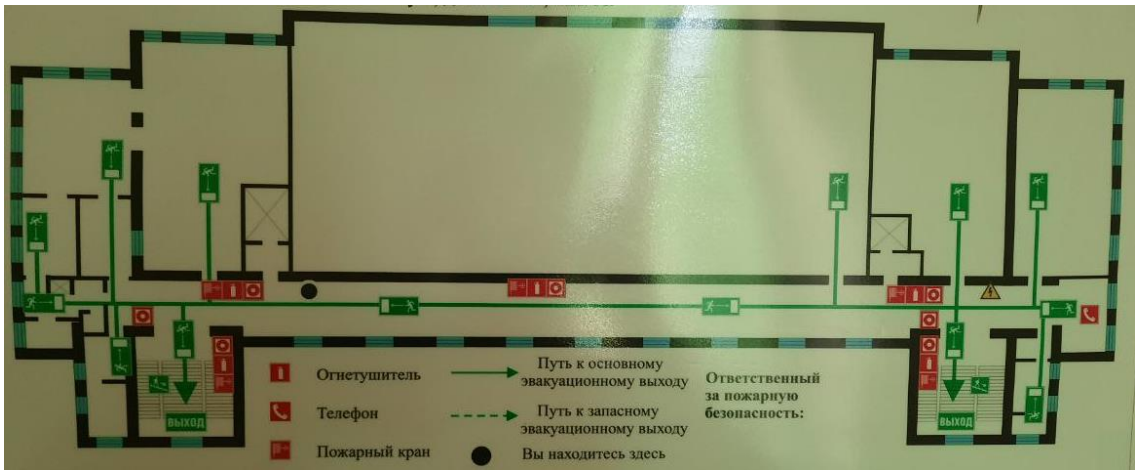


Рис.1 – План эвакуации при пожаре и чрезвычайных ситуациях из помещений 2-го этажа здания СПбГУ на ул. Таврической, д. 21-23-25, лит. А

Выбранное модельное время – минуты. Создается тип пешехода, с равномерно распределенной начальной скоростью от 1 до 2 км/ч. Наполнение людьми помещений ограничено количеством аттракторов (которые объединяются в коллекцию), 1 человек занимает 1 аттрактор, для предотвращения их случайного движения в модель добавлены направления пешеходного потока, из каждой аудитории по 2 направления – в сторону ближайшего выхода и в сторону дальнего выхода (рис. 2).

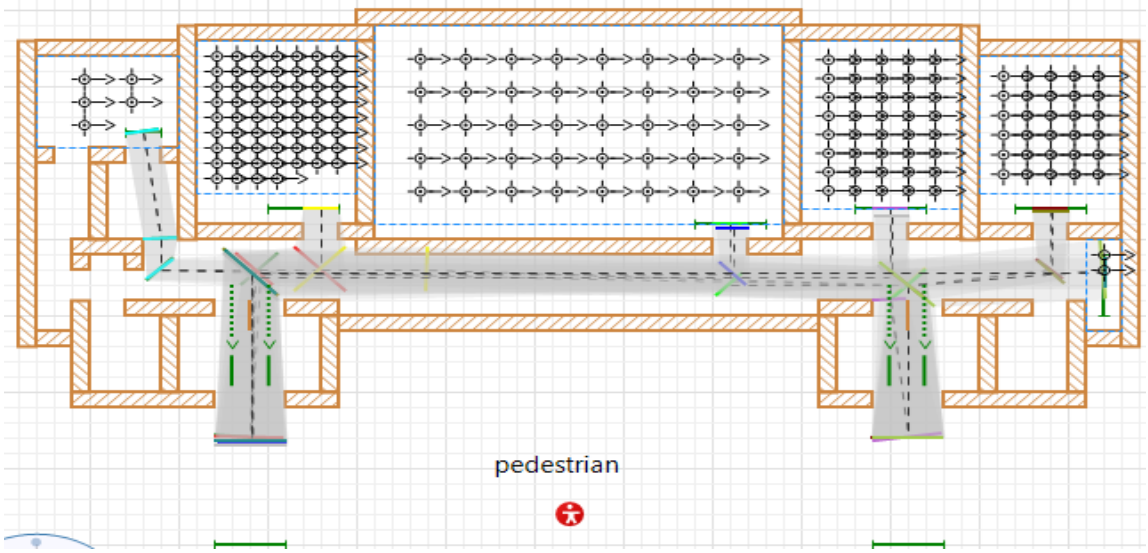


Рис. 2 – Схема эвакуации в среде AnyLogic в агенте Main.

Моделирование прибытия людей в аудитории и прочие помещения осуществляется через блоки PedSource согласно интенсивностям. Использование интенсивностей обусловлено тем, что необходимо быстро заполнить этаж людьми. Изначально предполагалось заполнять этаж согласно расписанию работы помещений и началом учебных пар, однако, из-за ограничения пешеходной библиотеки в 1 час модельного времени было принято решение наполнить в первые 30 минут этаж людьми и после этого смоделировать эвакуацию, рассчитав время, которое на нее потребуется.

После прибытия в помещения агенты задерживаются там, имитируя присутствие в аудиториях (блок PedWait), после сигнала выходят из аудитории и решают, к какому выходу идти. При выходе из помещений агенты отдают большее предпочтение ближайшему выходу, однако, также рассматривается выбор дальнего выхода, то есть выбор делается согласно заданным вероятностям в блоке PedSelectOutput. Так как студенты и сотрудники выходят в две двери перед лестницей, согласно планировке здания проходы к лестницам моделируются при помощи блока PedService с привязкой к сервисам с очередями (2 линейных сервиса, 1 линейная очередь). Два блока PedGoTo задают цель движения пешеходам – достижение целевой линии выход1 или выход2, после чего PedSink «уничтожает» эвакуированных агентов. На основании вышеизложенного сформирована логическая схема перемещения людей (рис. 3).

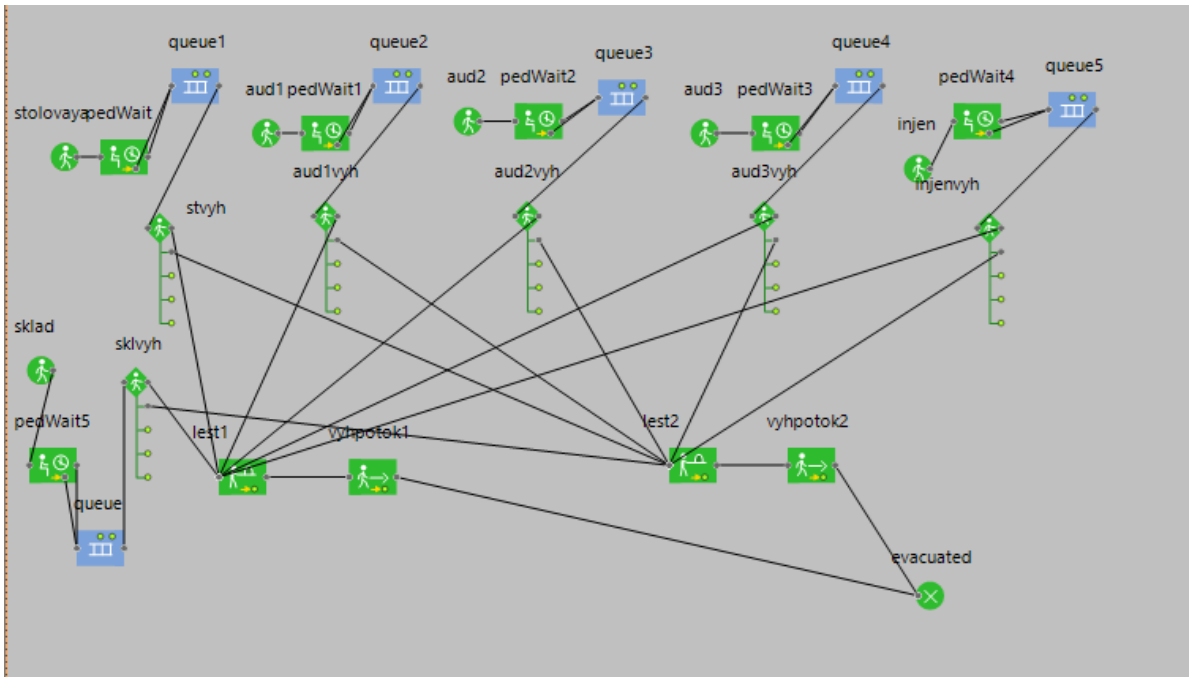


Рис. 3 – Логическая схема перемещения студентов и сотрудников

В модели реализованы возможность получить время эвакуации в минутах, количество людей на этаже и количество эвакуированных людей, а также 2D и

3D анимация, график изменения количества людей на этаже и тепловая карта для выявления «узких мест» схемы эвакуации.

При запуске модели начинается заполнение людьми помещений, отсчет времени и проявляется тепловая карта в 2D анимации (рис. 4) и отображаются стены здания и непосредственно сами люди согласно выбранному 3D-объекту в 3D анимации (рис. 5). По окончании моделирования результаты выводятся на окне с 2D анимацией модели, где можно посмотреть график изменения количества людей на этаже, время, затраченное на эвакуацию и количество эвакуированных людей (рис. 6).

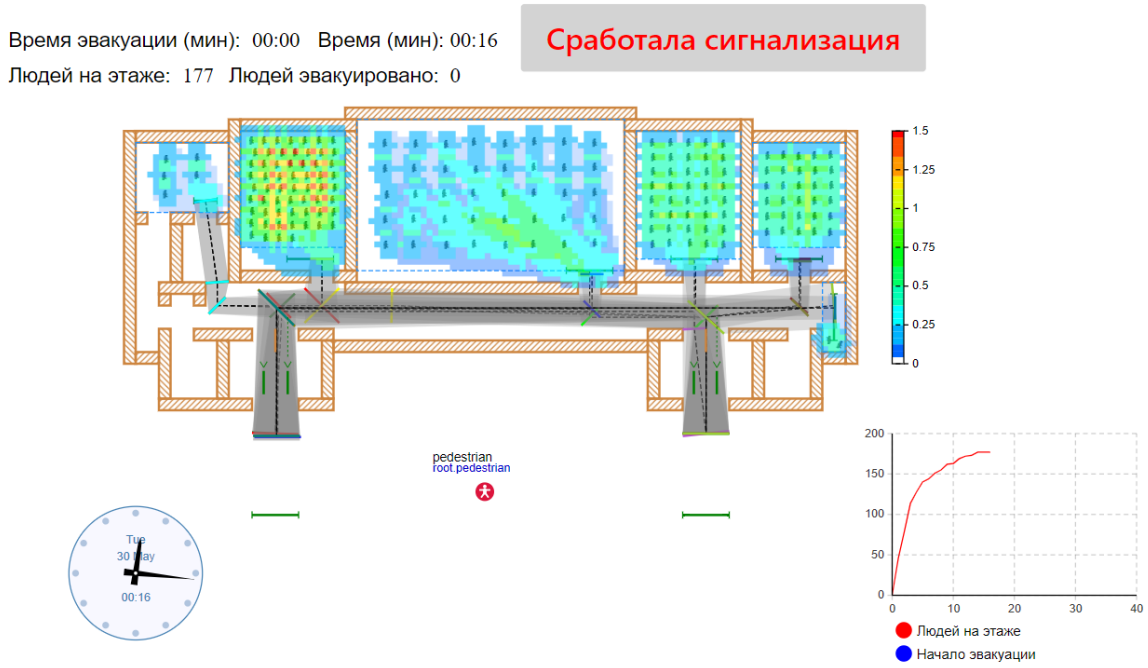


Рис. 4 – 2D анимация модели

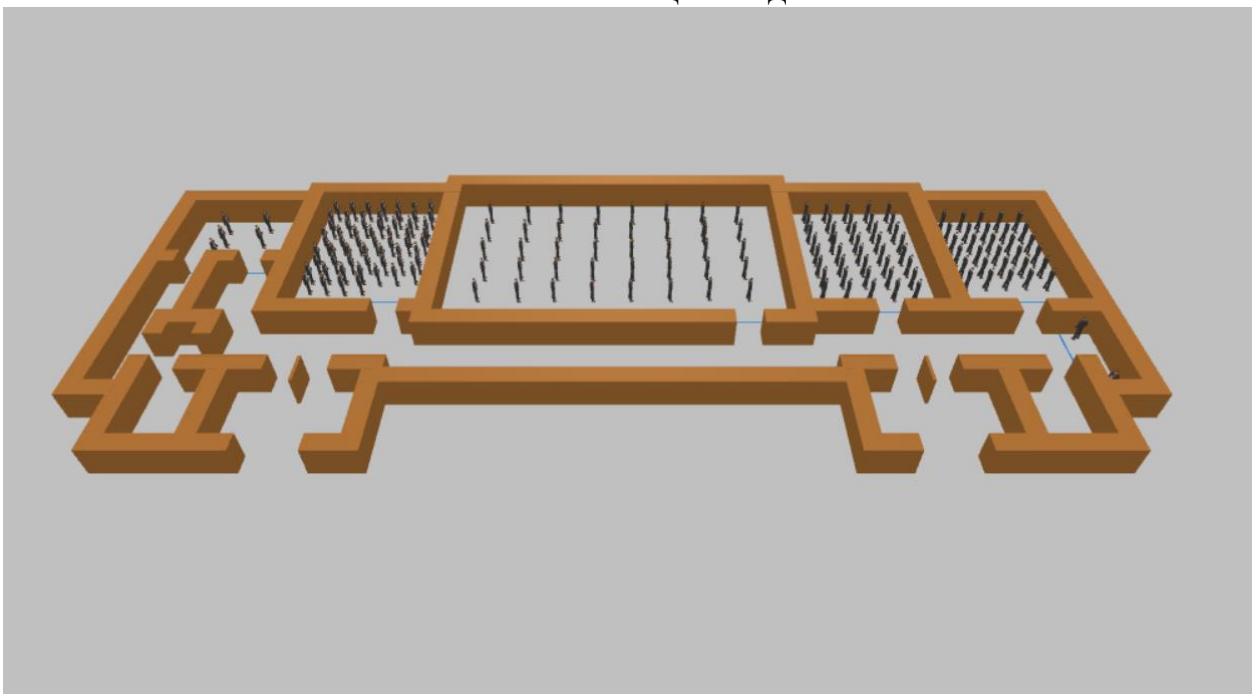


Рис. 5 – 3D анимация модели

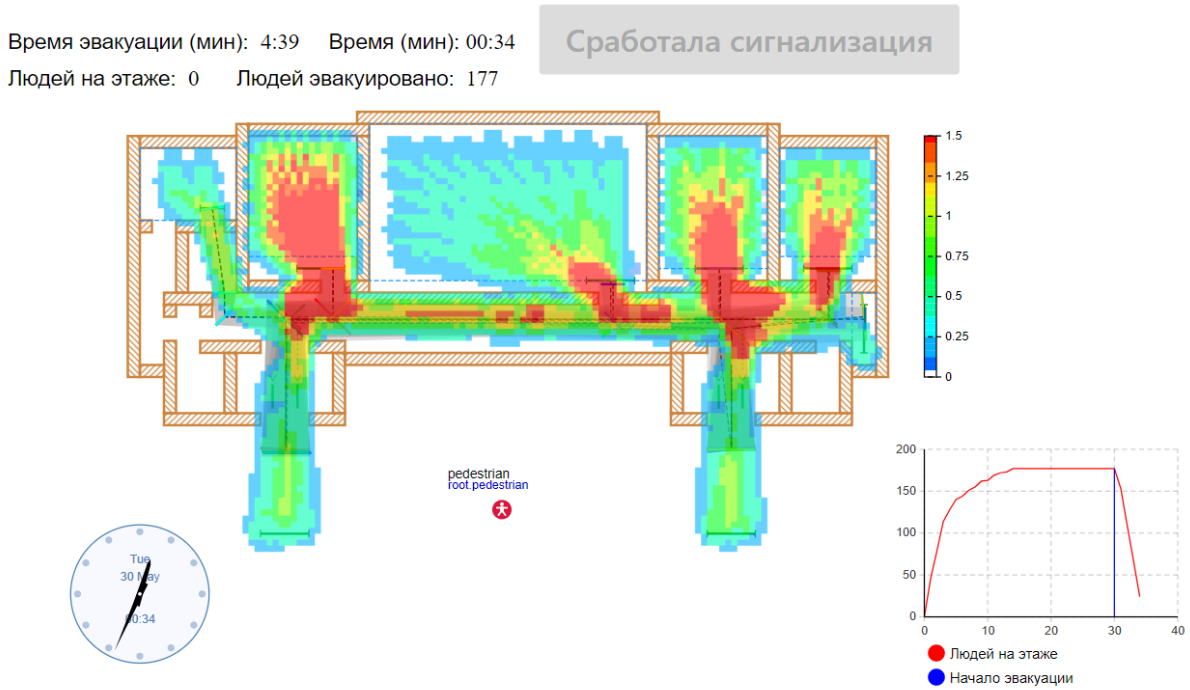


Рис. 6 – Результаты моделирования

В результате моделирования получено, что эвакуация 177 человек происходит в течение 4 минут 39 секунд, что укладывается в требование ГОСТ – не превышает 6 минут. Построенная модель может служить основой для проектирования более детальной модели эвакуации сотрудников при возникновении чрезвычайных ситуаций при помощи добавления диаграмм состояния объекта (элементы агентного моделирования) для представления поведения людей при срабатывании сигнализации – люди могут пребывать в состоянии аффекта, паники, испытывать проблемы в принятии решений. Также можно модифицировать модель путем добавления элементов интерфейса для изменения параметров модели – скорости людей, задержки на сервисах с очередями.

Список литературы

1. URL: https://dshi39.kmr.muzkult.ru/media/2018/11/25/1223301297/Material_po_evakuacii.pdf (Дата обращения 03.06.2023)
2. Григорьев И. «AnyLogic за три дня», практическое пособие. URL: https://www.anylogic.ru/resources/books/free-simulation-book-and-modeling-tutorials/?utm_source=anl_mkto_email&utm_medium=email&utm_campaign=fu-ple&utm_content=ru&mkt_tok=MDM4LU5GUC0zMzYAAAGKrRUGfYq1eQjZMLy6RuM33W0uCSfZGAa7isQWztYa98zU0VHFXOYbosg1Tnvitjq-Ei1fSbascB8e4KhPA5cyOVYPkkzuOgm1dcS8t0sAOA (Дата обращения 25.05.2023)
3. Семериков А. В. «Имитационная модель перемещения людей в ограниченном пространстве при возникновении ЧС». URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_44366241_61396462.pdf (Дата обращения 10.05.2023)
4. URL: https://mchs.gov.ru/deyatelnost/bezopasnost-grazhdan/vidy-i-harakteristiki-istochnikov-chrezvychaynyh-situaciy_3 (Дата обращения 31.05.2023)

А.А. Золотов, студ.; Л.Ф. Вьюненко, к. ф.-м. н., доц.
(СПбГУ, г. Санкт-Петербург)

АНАЛИЗ РАБОТЫ С ОБРАЩЕНИЯМИ ГРАЖДАН С ПОМОЩЬЮ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

На сегодняшний день внедрение цифровых технологий положительно влияет на качество государственного управления. Массовый перенос документооборота на цифровые носители выявил ряд проблем в организации взаимодействия населения с представителями власти. Данная статья рассматривает работу государственных органов с обращениями населения и оптимизирует его. Цель работы – построить имитационную модель работы отдела обработки обращений граждан для оптимизации процесса делопроизводства.

В качестве информационной базы исследования был взят информационно-статистический обзор обращений граждан, рассмотренных в Федеральной службе государственной статистики в 2022 году [2]. Работа с поступившими обращениями регламентируется соответствующими документами. Соответственно, чтобы обращение поступило в группу делопроизводства, оно проходит через следующие первичные этапы обработки:

- Регистрация обращения
- Принятие резолюции
- Распределение обращений

Далее обращение попадает в группу делопроизводства и проходит следующие этапы:

- Обработка обращения
- Отправка на доработку (если понадобится)
- Редактирование ответа (если понадобится)
- Редактирование документов (если понадобится)

Затем проходит заключительный этап обработки обращения, в который включены следующие стадии:

- Подписание ответа
- Отправка ответа заявителю
- Архивирование обращения

Для построения имитационной модели мы использовали дискретно-событийный подход, среда разработки – система AnyLogic [1]. В качестве модельного времени выбраны дни. Интенсивность входного потока задается параметром lam, который в рассматриваемом случае равен 13 обращениям в день. Прежде всего, было выявлено, что распределение времени на каждой стадии обработки обращения предпочтительно описывать бета-распределением [3]. Изначальные значения статистических параметров продолжительности работы с обращениями приведены в табл. 1 [4].

Таблица 1. Статистические параметры продолжительности стадий бизнес-процесса

Стадия	Параметры бета-распределения		Диапазон изменения	
	p	q	min	max
Регистрация обращения, мин.	2	4	5	10
Принятие резолюции, мин.	2	3	5	10
Распределение обращений, мин.	2	5,6	5	10
Обработка обращения, час	2	5	0,5	8
Подписание ответа, мин.	2	8	5	10
Отправка на доработку, мин.	2	4	1	5
Редактирование ответа, мин.	2	5	5	30
Редактирование документов, мин.	2	3	5	30
Отправка ответа заявителю, мин.	2	6	10	30
Архивирование обращения, мин.	2	3	5	20

Следует учесть три этапа, на которых обращение с определенной вероятностью попадает на следующую стадию:

- «RejectionCheck» – вероятность отказа в обработке обращения составляет 30%
- «ResponseCheck» – вероятность возвращения рассмотренного обращения на доработку (редактирование ответа) составляет 5%
- «IdentityCheck2» – вероятность возвращения рассмотренного обращения на доработку (редактирование документов) составляет 5%

В моделируемом процессе участвуют работники организации, которые распределены по определенным этапам:
Employees3 – три работника, которые участвуют в следующих этапах делопроизводства:

- Обработка обращения
- Отправка на доработку
- Редактирование ответа
- Редактирование документов

Employees2 – два работника, которые участвуют в подготовительных и заключительных этапах:

- Регистрация обращения
- Принятие резолюции
- Распределение обращений
- Подписание ответа
- Отправка ответа заявителю
- Архивирование обращения

На рис. 1 представлена структура базовой модели и результат имитационного прогона.

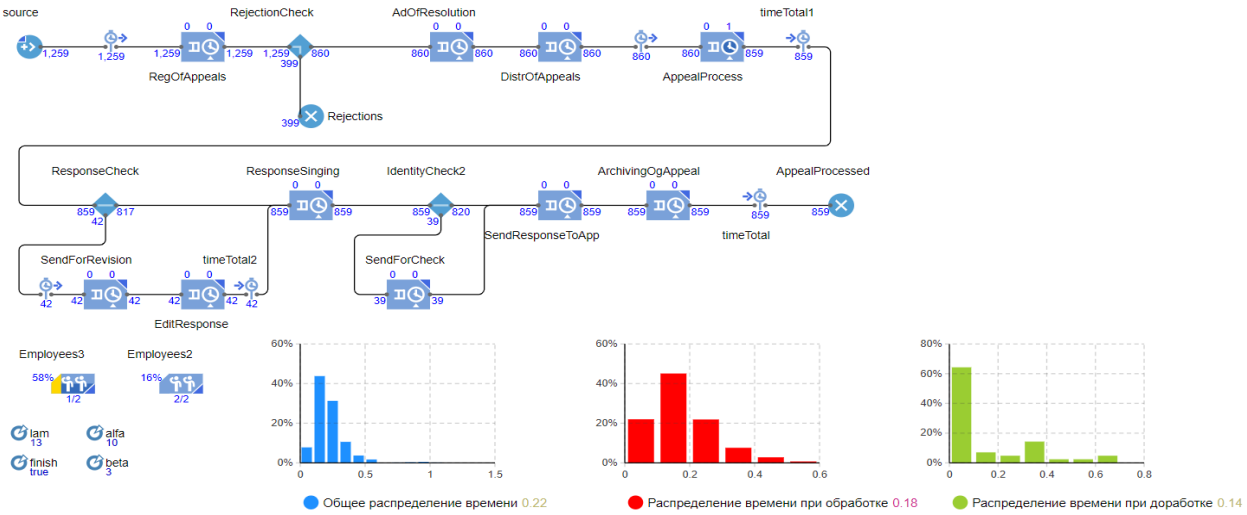


Рисунок 1. Базовая модель

Для построения более реалистичной модели рассмотрим этапы делопроизводства и введем два параметра: alfa, равный 10, и beta, равный 3. С их помощью распределение времени на стадиях доработки обращения будет скорректировано, так как необходимо учесть то, что трудовые ресурсы государственного органа ограничены. Введем указанные параметры на этапе обработки обращения (рис. 2):

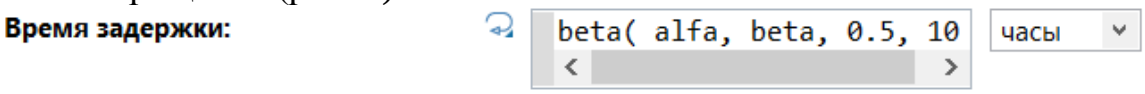


Рисунок 2. Время задержки на этапе «AppealProcess»

Далее параметры alfa и beta будут изменяться при входе на этапы доработки ответа и соответствующих документов при выходе с этих стадий.

Для сбора статистики добавим три гистограммы, показывающие общее распределение времени, распределение времени при обработке, распределение времени при доработке.

Запустим модель, когда значение Employees3 равно двум (рис. 3):

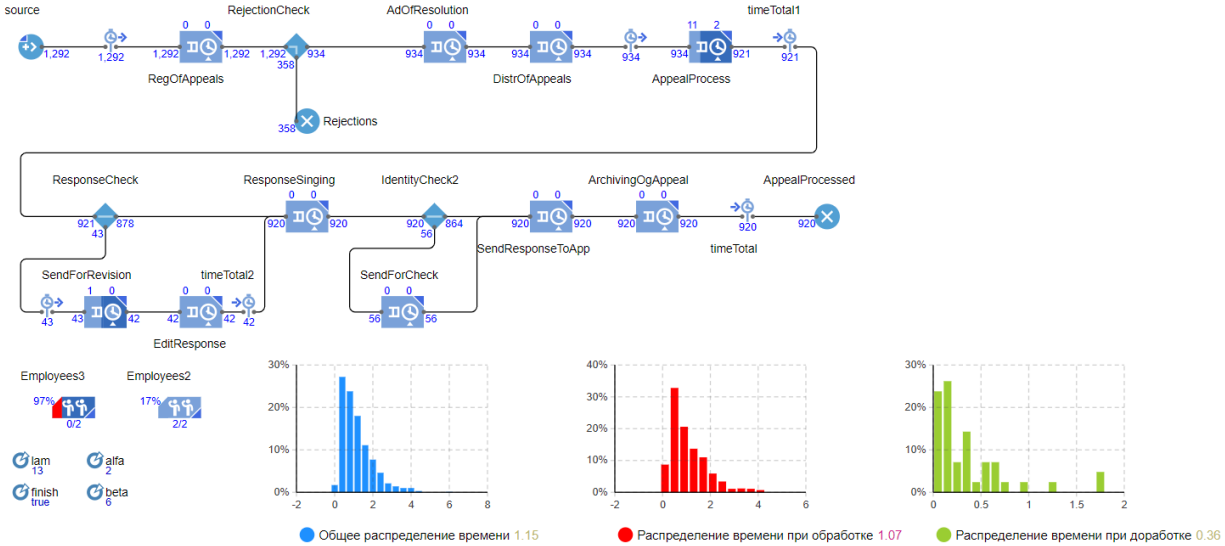


Рисунок 3. Первый имитационный эксперимент

Результат эксперимента показывает, что при заданных параметрах в среднем одно обращение обрабатывают больше дня, при этом работники всегда загружены, а на этапе «AppealProcess» образуется очередь из необработанных обращений. Система работает, но количество работников следует увеличить.

Запустим модель, когда значение Employees3 равно трем (рис. 4):

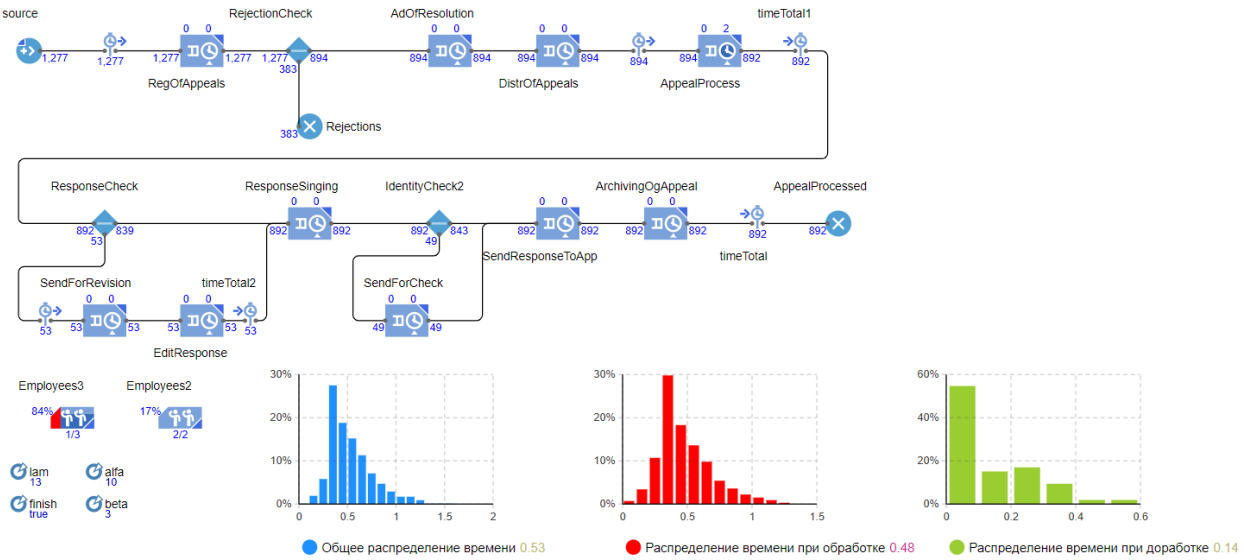


Рисунок 4. Второй имитационный эксперимент

Видим, что в среднем одно обращение обрабатывают в два раза быстрее, чем в первом эксперименте. При этом работники все еще загружены, но на этапе «AppealProcess» уже нет очереди из необработанных обращений. Система работает, но количество персонала целесообразно увеличить.

Запустим модель, когда значение Employees3 равно четырем (рис. 5):

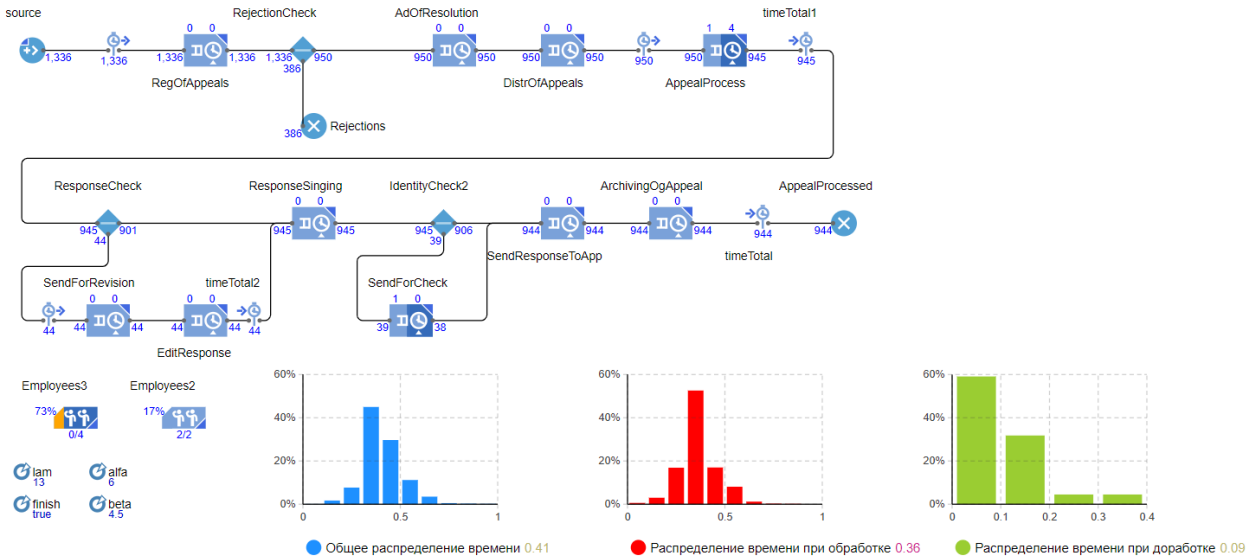


Рисунок 5. Третий имитационный эксперимент

В этом случае система работает стабильно, сотрудники загружены умеренно, при этом показатели распределения времени улучшились. Таким образом, найдено наиболее рациональное количество сотрудников для заданных параметров модели.

Таблица 2. Результаты изменения характеристик работы объекта

Параметр	Реальный объект (базовая модель)	Усовершенствованная модель
Процент обработанных обращений, %	68,3	70,7
Среднее время обработки обращения, дни	0,22	0,41

Для верификации модели использована табл. 2, показывающая, что процент обработанных обращений в реальной ситуации практически идентичен результатам прогонки имитационной модели. Видно, что среднее время обработки обращения увеличилось практически в два раза. Таким образом, модель дает более реалистичные показатели. Опираясь на результаты проведенных экспериментов, рассматриваемый отдел должен оптимизировать количество сотрудников, чтобы персонал имел больше времени на обработку каждого обращения. Таким образом, управленческие решения, полученные на основе имитационной модели, могут повысить эффективность работы с обращениями граждан. Построена имитационная модель, которая позволяет отследить процесс функционирования отдела обработки обращений и контролировать временные показатели эффективности работы сотрудников.

В ходе выполнения исследования основная цель была достигнута.

Список литературы:

1. Официальный сайт Anylogic. URL: https://www. anylogic.ru/ (дата обращения: 30.05.23)
2. Официальный сайт РосСтат. URL: https://rosstat.gov.ru/ (дата обращения: 30.05.23)
3. Официальный сайт «Википедия». URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Бета-распределение (дата обращения: 30.05.23)
4. Бобков С.П., Астраханцева И.А., Павлова Е.А. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ // Современные наукоёмкие технологии. Региональное приложение. - 2022. - №1. - С. 61-69.

А.А. Константинов, студ.; Л.Ф.Вьюненко, к. ф.-м. н., доц.
(СПбГУ, г. Санкт-Петербург)

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ИНФОРМАЦИОННО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА МАССОВОЕ СОЗНАНИЕ

В эпоху цифровых технологий изучение воздействия информации на массовое сознание стало значимым и актуальным. Процесс манипуляции информацией в целях продвижения идей через СМИ и социальные сети становится постоянным. Использование имитационного моделирования в целях исследования информационно-психологического влияния идей на массовое

сознание описано в статьях В.А.Минаева [1, 2, 3], в которых автор выступает за создание моделей противодействия деструктивным информационным воздействиям через социальные сети. Важно отметить, что подобная работа не требует включения детального описания каждой из идей, но учитывает широкий спектр влияющих параметров для каждой из них. Работа модели предполагает изменение целевых параметров во время ее выполнения, поскольку исследуемый социум может с различными интенсивностями принимать идеи. Для этого реализован пользовательский интерфейс; также предоставлена возможность проводить первичный анализ целевых накопителей, описывающих переход человека в различные стадии (например, латентная стадия идеи, принятие идеи и т.д.).

Модель описывает поведение социума, подверженного влиянию двух идей, но допускает добавление и большего их числа. Основными переменными, динамика которых исследуется, являются количество лиц:

- подверженных идеям (изначально известный параметр);
- социум (возможно привлеченные в будущем идеями)
- находящихся в латентной стадии от первой или второй идеи (находящиеся под влиянием, но еще не принявшие идею);
- принявших первую или вторую идею;
- отказавшихся от идей.

Для перехода между стадиями пользователем задается ряд параметров, использующихся для определения интенсивности принятия идеи при межличностном контакте и в результате воздействия СМИ. Каждый из них формируется на основе:

- вероятности коммуникации на тему;
- вероятности увлечения идеями ИВ при одном коммуникационном контакте;
- отношения количества контактов человека, увлеченного идеями, в день, к возможному общему количеству контактов;
- показателя массовости и регулярности СМИ, пропагандирующих идею;
- отношение количества лиц, ознакомившихся с одним сообщением в СМИ в день к общему количеству лиц, подверженных идеям;
- вероятности увлечения идеей после ознакомления с сообщением в СМИ.

Также используется ряд параметров, описывающих интенсивность перехода в другие стадии:

- иммунизация;
- забывание;
- окончательное принятие идеи.

Необходимо отметить, что численная оценка описанных выше параметров является сложной задачей, доступной лишь исследовательским центрам. Например, получение параметров, описывающих вероятности коммуникации

между исследуемыми возможно лишь при создании экспериментальных условий, количество респондентов в которых ограничено.

Для реализации модели использовался системно-динамический подход системы Anylogic [4], выбор которого обусловлен тем, что массовое сознание является динамичной системой, постоянно изменяющейся под влиянием новых информационных потоков, эмоций, общественного контекста и других факторов. Системно-динамический подход позволяет моделировать эти динамические процессы, учитывая временные зависимости и эволюцию системы со временем. Это особенно важно для понимания того, как информационные воздействия могут оказывать влияние на массовое сознание на протяжении длительного периода времени.

Сбор статистики и первичный анализ описаны в четырех графиках, содержащих информацию о доле людей в латентной стадии от первой или второй идеи(диаграмма), сравнение результатов по каждому из накопителей; отдельно выведены временные графики изменения принятия идей, поскольку они несут первостепенную важность для исследования.

Вычислительные эксперименты с моделью включали в себя проверку двух ситуаций:

1) Как изменяются значения накопителей при одинаковых значениях параметров для каждой идеи?

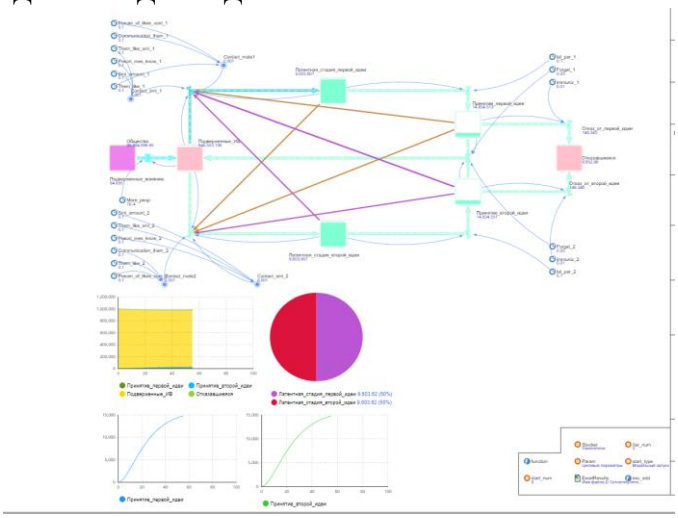


Рис 1. Результаты первого эксперимента

Результаты эксперименты отражены на Рис.1.Модель сохраняет целостность, что видно из гистограммы и графиков. Данный эксперимент производился для оценки замкнутости и качества работы модели, то есть в долгосрочном прогнозировании подобная модель может описать изменение численности людей на каждой из стадий.

2) Как изменятся значения накопителей при изменении параметров в пользовательском интерфейсе?

Результаты представлены на Рис.2а и Рис.2б, из которых следует, что исследование информационного влияния, а также сама модель, требуют постоянной доработки и переоценки. Поскольку охватить весь спектр

возможных параметров невозможно, а человеческое поведение является динамичным, исследователь должен систематически корректировать каждый из параметров описанной модели прямо во время ее выполнения.

Рис 2а. Результаты второго эксперимента

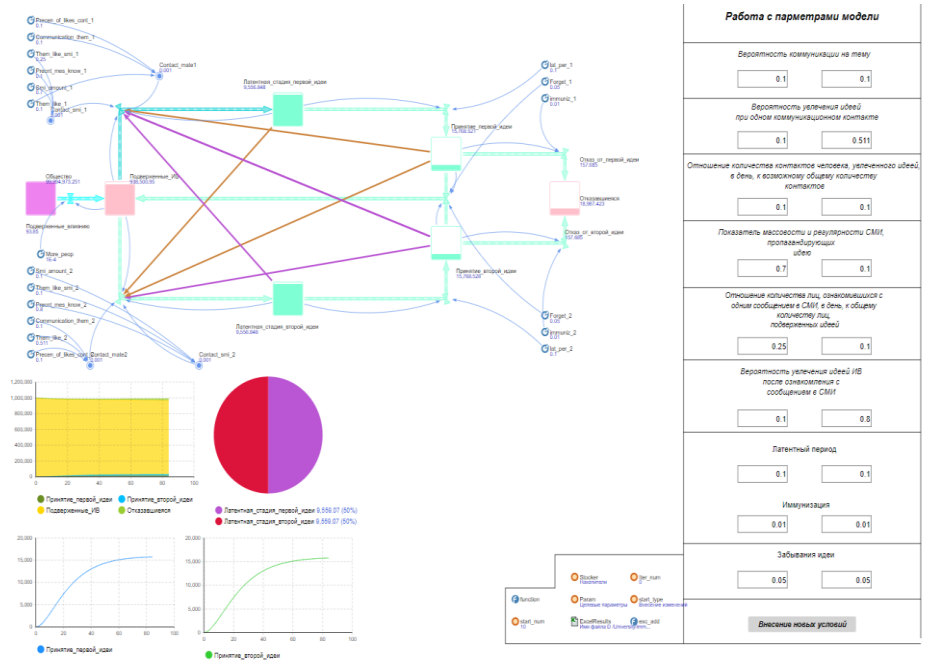


Рис 2б. Результаты второго эксперимента

Имитационная модель информационно-психологического воздействия на массовое сознание является полезным инструментом для исследования и понимания влияния информационных и психологических факторов на поведение и восприятие людей в обществе. Эта модель позволяет анализировать и моделировать различные аспекты, такие как распространение

информации, массовая коммуникация, переход людей между различными стадиями принятия и отказа.

Для обеспечения точности имитационной модели информационно-психологического воздействия на массовое сознание необходимо организовать качественный сбор данных и глубокое понимание социально-психологических механизмов, лежащих в основе такого воздействия. Также важно постоянно верифицировать модель с помощью реальных данных и наблюдений.

Имитационные модели информационно-психологического воздействия на массовое сознание могут принести пользу в различных областях, включая медиа, политику, социальные науки и маркетинг. Они могут помочь в предвидении эффектов различных информационных стратегий, разработке эффективных коммуникационных подходов и понимании динамики массового поведения.

Список источников

1. Минаев В. А. и др. Моделирование противодействия деструктивному влиянию в социальных сетях //Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2019. – Т. 7. – №. 1 (24). – С. 511.
2. Минаев В. А., Вайц Е. В., Грачёва Ю. В. Имитационные эксперименты с моделью информационно-психологических воздействий на массовое сознание //Безопасность информационных технологий. – 2017. – Т. 24. – №. 2. – С. 61-71.
3. Минаев В. А. и др. Моделирование манипулятивных воздействий в социальных сетях //Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2019. – Т. 7. – №. 1. – С. 494-510.
4. Официальный сайт Anylogic: [Электронный ресурс]. URL: https://www. anylogic.ru/. (Дата обращения: 11.05.2023)

И.А. Лабуткин, студ.; Л.Ф.Вьюненко, к. ф.-м. н., доц.
(СПбГУ, г. Санкт-Петербург)

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РОЗЛИВА НАПИТКОВ В ТАРЫ

В настоящее время подавляющее большинство линий упаковок товаров являются автоматизированными, поскольку производство массовое, а сам процесс упаковки монотонный и зачастую не нуждается во вмешательстве человека. Не является исключением и процесс разлития напитков в бутылки, который тоже можно считать упаковкой: с помощью конвейера произведённой продукции, то есть жидкости, придаётся вид, в котором она пойдёт на прилавки, - подписанная и закрытая тара. Представителям бизнеса выгодно знать, при каких условиях товар будет проходить конвейер максимально быстро, поскольку ускорение оборота продукции приводит к повышению коэффициента оборачиваемости и, соответственно, к снижению её себестоимости. Именно из-за этого построение имитационной модели конвейера по разлитию напитков в бутылки и его дальнейшая оптимизация является актуальной и важной задачей для управления производством.

Так как конвейер представляет из себя цепочку из последовательных преобразований большого числа одинаковых продуктов, при котором они могут вставать в очередь на обслуживание или задерживаться на каких-либо

этапах производства, то при построении модели был выбран дискретно-событийный подход.

Поскольку в данном случае речь идёт именно об оптимизации работы самого конвейера по разлитию напитков в бутылки, то будем считать параметры, влияющие на скорость обслуживания продукции производственными установками, персоналом, транспортёрами, заранее известными. Варьироваться могут только параметры, связанные непосредственно с работой конвейера, а именно:

- Скорость конвейера.
- Интервал между поступлением бутылок на вход.
- Минимальное расстояние между бутылками на конвейере.
- Число сотрудников, проверяющих качество товара.
- Число транспортёров, отвозящих продукцию на склад.

Оптимальной будет считаться та комбинация, при которой среднее время упаковки товара является минимальным.

Традиционно процесс розлива напитков в бутылки и его дальнейшая упаковки состоит из следующих частей:

1. Доставка на конвейер пустых бутылок.
2. Наполнение бутылок водой.
3. Закручивание пробок у бутылок.
4. Нанесение наклейки и подписи.
5. Ручной контроль качества.
6. В случае успешного прохождения контроля товара – упаковка в термоусадочную пленку по несколько штук, иначе – утилизация.
7. Вывоз больших упаковок с помощью транспортёров на склад.

На основе вышеперечисленных процессов была создана концептуальная модель (рис. 1).

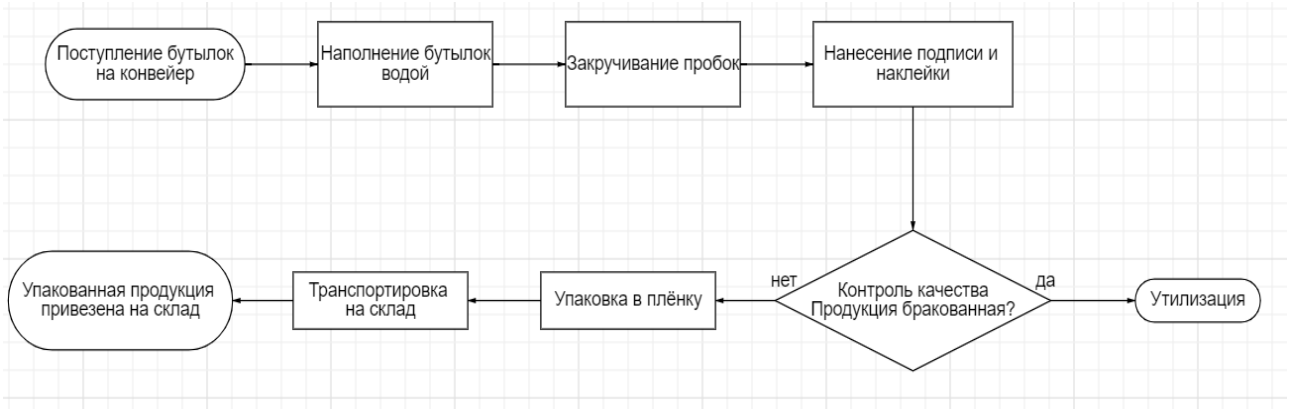


Рисунок 1 – концептуальная модель

Далее были выбраны параметры, которые не связаны с работой самого конвейера:

- Время обслуживания установки по разливу жидкости – 0.6 секунд, вместимость – 6 бутылок.
- Время обслуживания укупорщика – 1.3 секунды.
- Время нанесения наклейки и подписи – 0.75 секунд.
- Распределение времени контроля – экспоненциальное с параметром 0.5 (было взято такое распределение, поскольку большая часть товара стандартизирована и не нуждается в долгом контроле, однако продукцию нестандартного вида надо рассматривать подольше).
- Вероятность появления брака – 1%.
- Число бутылок в 1 упаковке – 10 штук.
- Число заказанных упаковок – 20 штук.
- Скорость транспортировщика – 7 м/с.
- Время погрузки и разгрузки – равномерно от 0.5 до 1 секунды.

Поскольку все характеристики работы конвейера измеряются в секундах, единицей модельного времени будут приняты именно они.

Для разработки и дальнейшей оптимизации имитационной модели была выбрана система имитационного моделирования AnyLogic [1], поскольку данный программный продукт содержит библиотеки с готовыми блоками в данной предметной области, а также позволяет создать 3D-анимацию модели, что особенно важно при выборе дискретно-событийного подхода.

Так, разработанная модель выглядит следующим образом:

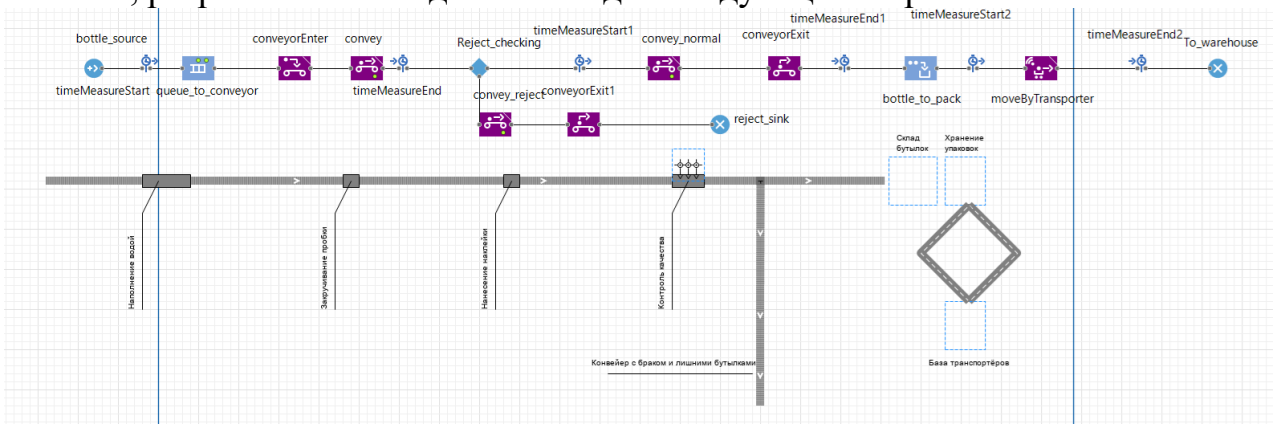


Рисунок 2 - логическая схема имитационной модели

После разработки компьютерной модели был проведён оптимизационный эксперимент. Следуя [2], были выбраны параметры конвейера, при которых среднее время обслуживания 1 бутылки минимально. Параметры данного эксперимента представлены на таблице 1.

Параметр	Тип	Значение			
		Мин.	Макс.	Шаг	Нач...ное
Order_Size	фикс...нный	20			
Distance	непр...вный	0.02	0.3		0.02
Conv...peed	непр...вный	0.5	3		0.5
FillingTime	фикс...нный	0.6			
TwistingTime	фикс...нный	1.3			
Label...gTime	фикс...нный	0.75			
lambda	фикс...нный	0.5			
TransferTime	фикс...нный	0.1			
Time_b...rivals	непр...вный	0.05	3		0.05
prob_reject	фикс...нный	0.99			
Pack_size	фикс...нный	10			
min_transport	фикс...нный	0.5			
max_t...sport	фикс...нный	1			
amount...rkers	дискретный	1	4	1	1
amoun...port	дискретный	1	3	1	1

Таблица 1 - параметры оптимизационного эксперимента

Интерфейс проведенного оптимизационного эксперимента приведён на рис.3.

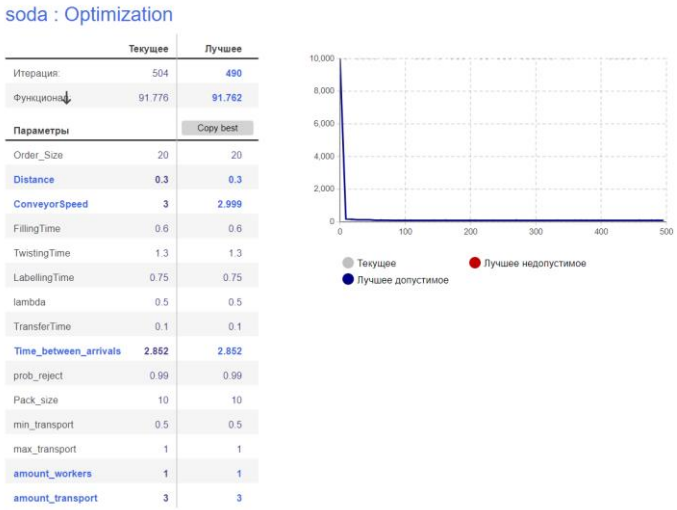


Рисунок 3 - интерфейс оптимизационного эксперимента

В ходе симуляции модели можно изменить параметры конвейера (рис.4), а также просмотреть 3D-анимацию его работы (рис.5).

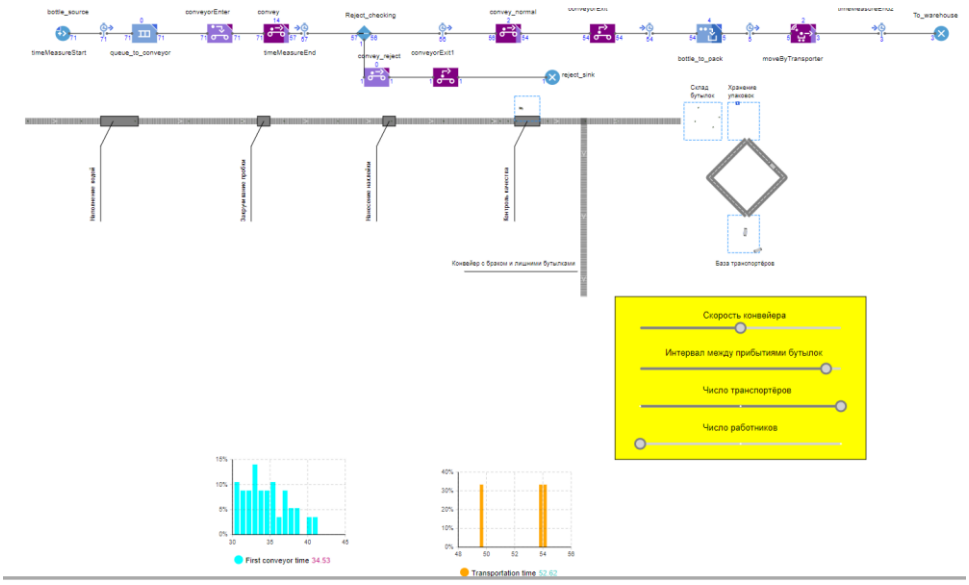


Рисунок 4 – Интерфейс симуляции модели

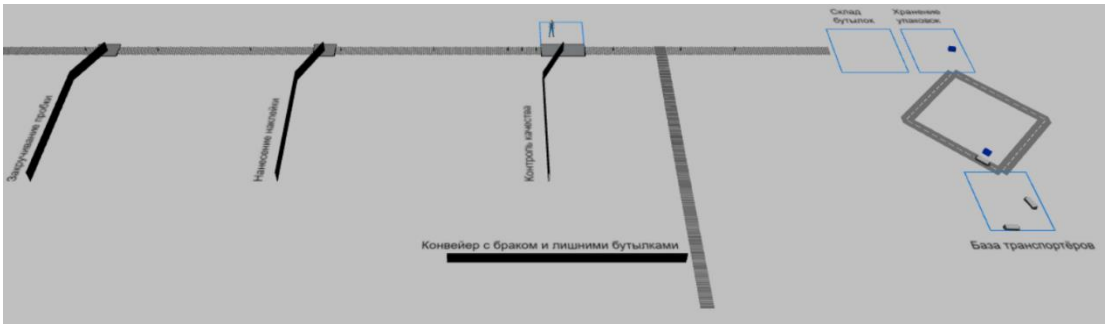


Рисунок 5 – 3D-анимация модели

Таким образом, построенную модель можно использовать для симуляции работы конвейера, а также для подбора комбинации из оптимальных параметров, позволяющих минимизировать среднее время прохождения товаром линии упаковки и ускорить оборачиваемость продукции. При работе с заказчиком значения многих параметров можно уточнить, благодаря чему результаты работы модели и оптимизационного эксперимента окажутся более реалистичными.

Список литературы

1. Справка AnyLogic. URL: https://anylogic.help/ru/anylogic/index.html (Дата обращения: 22.06.2023)
2. Фаттахов Н. И., Ханова З. Р. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПО УПАКОВКЕ ТОВАРОВ В СИСТЕМЕ ANYLOGIC //Девятая всероссийская научно-практическая конференция по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности. – 2019. – С. 598-602.

А.О. Панасенкова, ст.преп. Рассказа Д.С.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ ГЕНЕРАТОРА СИГНАЛОВ РАЗЛИЧНОЙ ФОРМЫ

Под генератором сигналов принято понимать некоторое устройство, позволяющее получать сигнал определённой природы (электрической, акустической, вибрационной, оптической и т.д.) с заданными характеристиками (форма сигнала, энергетические и статические характеристики и т.п.). Генератор электрических сигналов различной формы – приоритетная задача современной микроэлектроники, поскольку данный генератор может применяться для всевозможных лабораторных исследований, пуско-наладочных работ оборудования, в цифровых системах управления, преобразовательной технике и в автоматизированных системах управления беспилотными летательными аппаратами.

За многие десятилетия научно-технического прогресса было разработано целое множество генераторов сигналов различной формы, при чем подавляющее большинство генераторов (порядка 70 %) были разработаны на аналоговой электронной компонентной базе.

Данные схемы довольно просты в реализации и расчёте, кроме того, являются недорогостоящими. Однако, обладают рядом недостатков, таких как:

- неудобность регулировки основных параметров сигнала;
- дополнительные расчеты для смены частотных диапазонов генерации;
- малая информативность о параметрах генерируемого сигнала;
- при расширении спектра задач, выполняемый генератором, схема очень сильно усложняется, что ведёт к увеличению цены устройства трудоёмкости производственного процесса;
- практическая невозможность удалённого управления с рабочего места оператора вследствие сложности интеграции внешнего управления по промышленным интерфейсам обмена данными;
- зачастую генераторы, разрабатываемые по аналогичным схемах, имеют существенные ограничения по частоте генерируемого сигнала, вследствие, например, малой частоты единичного усиления ОУ.

При расширении спектра выполняемых функций неизбежно возрастает энергопотребление устройства и его стоимость. Использование цифровой микропроцессорной техники при разработке генератора импульсов позволяет расширить спектр возможностей генератора при сохранении малого количества элементной базы, сделать проще регулировку и перестройку основных параметров выходного сигнала. При этом сигнал генерируется со свойственной цифровым системам точностью, которые практически не подвержены температурному дрейфу и изменению характеристик с течением времени. Кроме того, использование микропроцессорных устройств, например,

микроконтроллеров позволяет достаточно просто интегрировать генератор сигналов различной формы в уже существующую систему управления в силу того, что микроконтроллер обладает свойством программируемости, т.е. теоретически на нём возможно реализовать любой требуемый протокол передачи данных. Подключение же к информационным шинам и промышленным интерфейсам микропроцессорных взаимодействий, контроллеры которых не предусмотрены аппаратно в самих микроконтроллерах, как периферийные узлы, возможно с использованием преобразователей интерфейсов.

Актуальность разработки цифрового генератора сигналов различной формы состоит в том, что существующие цифровые генераторы сигналов зачастую являются достаточно дорогими и без возможности дальнейшей модернизации. Предлагаемое же техническое решение будет обладать возможностью к дальнейшей модернизации, например, внедрение разработанного генератора в уже существующую систему управления с использованием интерфейсов микропроцессорных взаимодействий.

Структурная схема предлагаемого решения представлена на рисунке 1. Центральным узлом устройства является микроконтроллер (МК). Сигналы управления поступают с матричной клавиатуры (при чем сигналы управления достаточно просто изменить или добавить новые к уже существующим). Данные о параметрах генерируемого сигнала и о текущем режиме работы генератора отображаются на дисплее, в качестве которого в простейшем случае может быть использован текстовый жидкокристаллический индикатор.

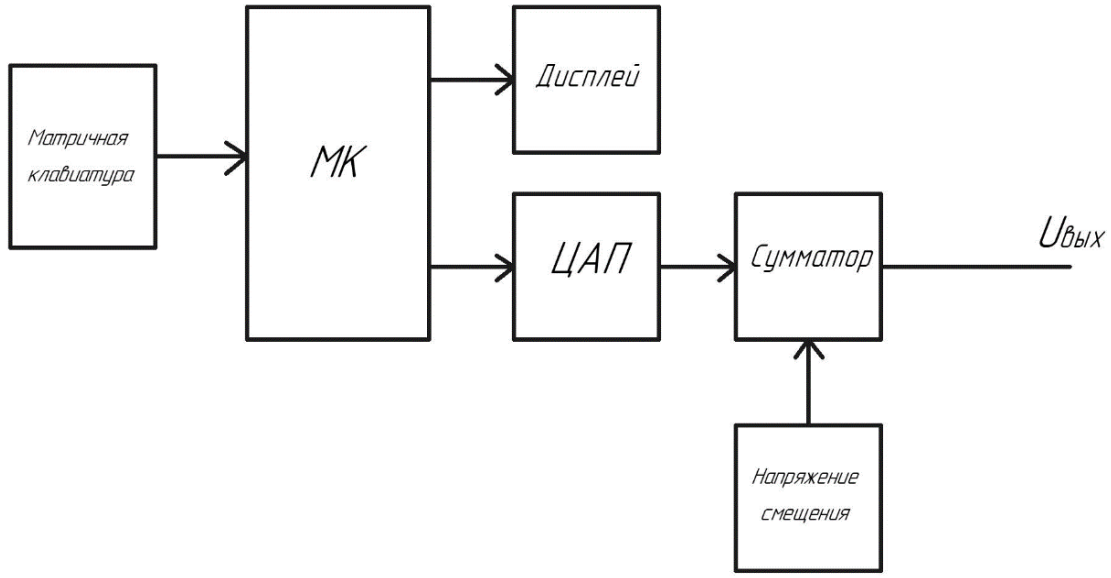


Рисунок 1 — Структурная схема разрабатываемого генератора сигналов различной формы

Цепь формирования выходного аналогового напряжения представляет собой цифроаналоговый преобразователь (ЦАП), сумматор и напряжение смещение. При чем последние два используются для реализации выходного

знакопеременного напряжения. Формы сигналов записаны в памяти микроконтроллера в виде цифровых амплитудных значений дискретного сигнала. Дискретность формы сигнала в зависимости от требуемых временных характеристик может быть достаточно высокой, при этом в выходном сигнале практически не будут заметны «ступеньки», свойственные генераторам на основе ЦАП. Несомненным преимуществом предлагаемого технического решения является то, что в память микроконтроллера может быть запрограммировано достаточно большое количество сигналов различной формы, в том числе и нестандартной (которая не имеет классического описания формы сигнала во временной области), т.е. практически произвольной формы, определенной заранее. Это полезно в ряде случаев, когда необходимо добиться достаточно точных и оптимальных энергетических характеристик выходного сигнала. Для предлагаемого технического решения рекомендуется использовать параллельный ЦАП с разрядностью не менее 8, потому что при использовании последовательного ЦАП (т.е. с загрузкой данных в последовательном коде) вследствие временных задержек на отправку одного байта информации, обработку принятого цифрового кода и установку требуемого напряжения на выходе применение данных видов ЦАП будет невозможным при разработке высокочастотных генератор сигналов различной формы, а при меньшей разрядности ЦАП ступенчатость сигнала становится крайне заметной, что плохо сказывается также и на энергетических характеристиках выходного сигнала (появляются дополнительные ничем не скомпенсированные высокочастотные гармоники в частотном спектре выходного сигнала).

Таким образом, разработка генераторов сигналов различной (и в том числе произвольно) формы является достаточно востребованным и перспективным направлением современной электроники. Генераторы произвольных сигналов на аналоговой компонентной базе имеют ряд недостатков, которые не свойственны цифровым генераторам сигналов. Существующие генераторы сигналов различной формы являются относительно дорогими и не имеющими возможности для модернизации устройства и его интеграции в какую-либо существующую систему управления. Данные факторы обуславливают актуальность разработки цифрового генератора сигналов различной формы по предложенной структурной схеме.

Литература

1. Мартин Т. Микроконтроллеры Atmega. Семейство микроконтроллеров AVR. Вводный курс. – М.: изд. Додэка-XXI, 2010. – 296 с.

2. Мелешин В.И. Транзисторная преобразовательная техника. – М.: Техносфера, 2005. – 632с., ил.

В.Д. Пчельников, маг.; О.В. Булыгина, к.э.н., доцент
(Филиал ФГБОУ ВО "НИУ "МЭИ" в г. Смоленске)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМА МУРАВЬИНЫХ КОЛОНИЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ БЮДЖЕТА НА МАРКЕТИНГОВЫЕ КОММУНИКАЦИИ

В современном мире перед каждой организацией стоит две взаимосвязанные задачи, заключающиеся в построении эффективной системы производства и реализации продукции. Обычно упор делается на организацию производственных процессов, при этом вопросы реализации и продвижения отходят на второй план. В то же время разработка эффективной стратегии и политики продвижения продукции может принести организации дополнительные конкурентные преимущества.

Одним из направлений маркетинговых коммуникаций является реклама. На сегодняшний день существует более 20 эффективных видов рекламы, каждый из которых обладает уникальными особенностями и ориентирован на разных потребителей. Выбор конкретного (одно или нескольких) вида зависит от особенностей деятельности организации, ее потребителей, конкурентов, партнеров, а также различных факторов внешнего окружения [1].

Рассматриваемая в статье задача формирования комплекса маркетинговых коммуникаций является оптимизационной, так как заключается в поиске оптимального распределения средств выделенного бюджета на различные рекламные каналы для обеспечения максимального совокупного эффекта. Особенности поставленной задачи (в частности, большое количество каналов и инструментов их использования) существенного ограничивают возможности применения традиционных методов. В качестве альтернативы предлагается воспользоваться метаэвристическими алгоритмами, которые позволяют за приемлемое время находить близкие к оптимальным решения [2].

Так, хорошие результаты при решении многомерных задач условной оптимизации показывают бионспирированные алгоритмы, которые моделируют поведение живых организмов в природе (например, в процессе поиска пищи). Авторами было предложено использовать алгоритм муравьиных колоний, суть которого заключается в построении оптимальных маршрутов на графе [3]. В его основе лежит моделирование поведения муравьёв, ищущих пути от муравейника к источнику пищи [4].

Для рассматриваемой задачи применялся модифицированный алгоритм муравьиных колоний, в который были введены элементы нечеткости. В качестве входных параметров использовались оценки эффективности каналов, а ограничения – сумма выделенных финансовых ресурсов на рекламу (бюджет). Обычно оценка эффективности каналов является экспертной оценкой, получаемой из открытых источников, т.е. характеризуется высокой степенью субъективизма и может не учитывать различные факторы. Для разрешения

данной проблемы было предложено воспользоваться методами нечеткой логики, которые позволяют агрегировать и экспертные оценки, и количественные показатели. Ввиду необходимости комплексирования метрических и квалиметрических показателей был выбран алгоритм Мамдани. Входными параметрами для разработанной нечетко-логической системы выступили:

- экспертная оценка канала;
- доля потребителей, которые могут использовать канал;
- охват каналом целевой аудитории;
- доверие потребителей к каналу.

Рассмотрим задачу формирования бюджета на маркетинговые коммуникации на примере организации, которая занимается продажей бытовой техники и электроники. Пусть эта организация локализуется в одном городе (т.е. не является сетевой) и располагается в самом центре, где отмечается высокая проходимость. На маркетинговые коммуникации было выделено 500 тыс. руб.

Вышеуказанные особенности определили выбор каналов (см. рисунок 1), которые были оценены с использованием разработанной в пакете *MatLab* системы нечетко-логической вывода.

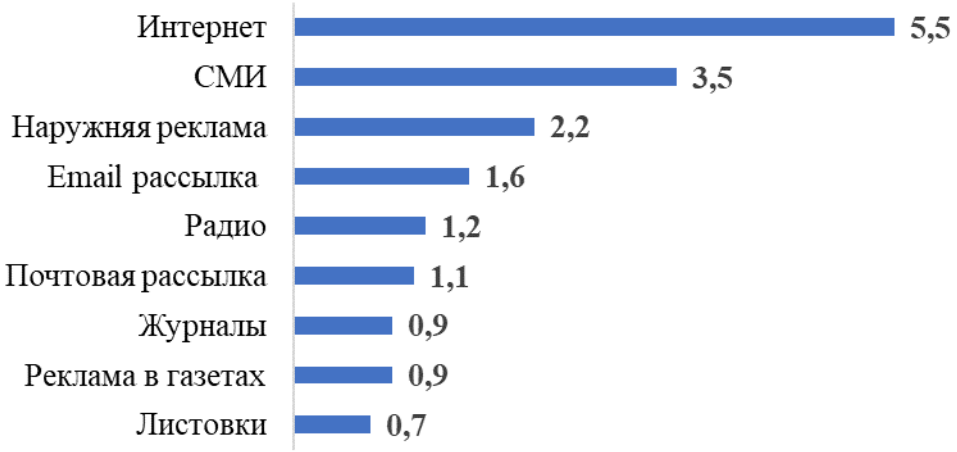


Рисунок 1 – Результаты оценки эффективности различных каналов

В таблице 1 представлены результаты использования алгоритма муравьиных колоний для оптимального распределения ресурсов на каналы.

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод, что для эффективного привлечения клиентов организации стоит воспользоваться СМИ, наружной рекламой, Интернет-рекламой и email рассылкой. Это обусловлено тем фактом, что СМИ до сих пор пользуется популярностью у населения в возрасте от 40 до 70 лет. Преимущества наружной рекламы вызваны географическим положением магазина. Остальные каналы работают менее эффективно, поскольку не попадают в «кругозор» потребителей магазина. Согласно предварительным оценкам, в результате проведения новой рекламной

кампании ежемесячный поток клиентов может увеличиться на 37% (с 3,5 до 4,8 тыс. чел.), а выручка – на 34% (с 3,2 до 4,3 млн. руб.).

Таблица 1 – Результаты перераспределения ресурсов на каналы

Канал	Плановая доля затрат на канал, %	Рассчитанная доля затрат на канал, %	Рассчитанные затраты на канал, тыс. рублей
Интернет	30	46	230 000
СМИ	13	16	80 000
Наружная реклама	16	13	65 000
Email рассылка	10	10	50 000
Радио	8	4	20 000
Почтовая рассылка	7	4	20 000
Журналы	8	2	10 000
Реклама в газетах	8	2	10 000
Листовки	0	3	15 000

Как представляется, использование предлагаемого подхода к формированию бюджета на маркетинговые коммуникации позволит рассчитывать эффективность каналов с учетом специфики деятельности организации и оптимально распределять ресурсы, что в результате благоприятно скажется не только на осведомленности потребителей, но и на финансовых результатах организации.

Литература

1. Дмитриева Е.Н., Полухин С.А. Современные on-line коммуникации как составная часть интегрируемых маркетинговых коммуникаций. Экономические и гуманитарные науки, 2018. № 1 (216). С. 17-20.
2. Bulygina O., Ivanova O., Khamidullin R., Zyrianov S. Tools of organizational change management using swarm intelligence methods. Prikladnaya informatika = Journal of Applied Informatics, 2021, vol. 16, no. 1, pp. 123-130.
3. Булыгина О.В., Емельянов А.А., Емельянова Н.З. Имитационное моделирование с применением «муравьиных алгоритмов» при решении региональных задач трассировки и размежевания // Имитационное моделирование. Теория и практика: Сб. тр. VIII Всерос. науч.-практ. конф. СПб: СПИИРАН – ЦТСС, 2017. С. 257-262.
4. Dorigo M., Gambardella L.M. Ant Colony System: A Cooperative Learning Approach to the Traveling Salesman Problem // IEEE Transactions on Evolutionary Computation, 1997, vol. 1, no. 1, pp. 53-66.

Работа выполнена в рамках государственного задания, проект № FSWF-2023-0012.

Д.В. Романов, студ.; Л.Ф.Вьюненко, к. ф.-м. н., доц.
(СПбГУ, г. Санкт-Петербург)

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ОБСЛУЖИВАНИЯ ЗАЯВОК НА СОЗДАНИЕ ИТ-СЕРВИСОВ

Создание ИТ-сервисов является одним из самых быстрорастущих сегментов рынка, и моделирование процесса обслуживания заявок на создание, модернизацию и удаление сервисов служит важным инструментом для принятия управленческих решений в компаниях. Использование имитационной модели позволит оптимизировать процесс обслуживания заявок, увеличить доходы бизнеса и определить оптимальное количество сотрудников,

необходимых для обеспечения максимальной прибыли при ограниченном зарплатном фонде [1].

В работе строится имитационная модель функционирования виртуальной компании, занимающейся созданием ИТ-сервисов, которые базируются на собственной облачной инфраструктуре. В перечень услуг компании входит создание, модернизация (реконфигурация) и удаление сервисов. Требуется построить имитационную модель работы с заявками, предназначенную для поддержки принятия решений. В ходе имитационных экспериментов пользователь должен иметь возможность изменять интенсивность входящих заявок, количество осуществляющих обслуживание менеджеров и программистов, допустимое время ожидания обработки заявки на создание и модернизацию сервиса.

Предполагаются известными: вероятностные распределения длительности обслуживания заявки, связанного с обработкой темы, созданием, удалением и модернизацией сервиса, вероятность возникновения того или иного запроса у клиента, таймауты для выхода из очередей, оценки заработной платы программистов и менеджеров, фонд заработной платы.

В результате имитационных экспериментов необходимо спрогнозировать, как распределятся новые, модернизированные и удаленные сервисы за год, а также рассчитать штатный состав, обеспечивающий компании максимальную прибыль при заданных ограничениях по зарплатному фонду.

Описание модели

Для построения имитационной модели процесса обработки заявок и создания ИТ сервисов используется дискретно-событийный подход. Решено была выбрать именно моделирование СМО, так как в моделируемом процессе можно выделить однотипные повторяющиеся запросы и операции, многократные действия, которые можно интерпретировать как обслуживание заявок, выполнение заданий, выполнение операции обработки [2]. Модель должна позволить спрогнозировать, как распределятся новые, модернизированные и удаленные сервисы за год, также рассчитать, сколько сотрудников необходимо, чтобы обеспечить компании максимальную прибыль. При этом предполагается, что компания не готова тратить на зарплату больше 15000000 рублей. 1000 тыс. руб. – средняя цена создания нового сервиса, 500 тыс. руб.– средняя цена модернизации сервиса, 10 тыс. руб.– средняя цена удаления сервиса.

Построение модели в среде AnyLogic

Переменные и параметры создаются для того, чтобы пользователь мог изменять их во время работы модели и до ее запуска с помощью бегунков [3]. Интенсивность потока заявок задается переменной lam. Количество сотрудников, необходимых для обслуживания заявок, разбивается на две категории: менеджеры и программисты. Для обработки заявок устанавливаются таймауты на ожидание обработки темы, создания и обработки темы [4].

Параметры распределений задаются для того, чтобы определить минимальное, пиковое и максимальное количество часов, необходимое на обработку темы, создание, модернизацию и удаление сервиса. Также задаются вероятности поступления заявок на создание, модернизацию и удаление ИТ сервисов. Зарплаты сотрудников учитываются для расчета функции прибыли и ее оптимизации.

Генератор заявок создает заявки согласно заданной интенсивности по экспоненциальному закону распределения. Заявки попадают в очередь на обработку темы заявки (без вытеснения, но с уходом по таймауту в 24 часа). Ушедшие по таймауту попадают в sink – это клиенты, не дождавшиеся обработки темы. Заявки сортируются на три группы – создание сервиса, удаление сервиса, модернизация сервиса. На создание ИТ сервиса требуется 1 менеджер и 4 программиста. Обработка происходит по треугольному закону распределения. Вместимость очереди 100. Аналогично для модернизации и удаления сервиса. Отказ по таймауту для удаления не имеет смысла.

Количество созданных, модернизированных и удаленных сервисов, а также количество отказов до обработки и во время работы над заявкой подсчитывается и отображается на графике. Кроме того, добавлена анимация заявок, находящихся в очереди, во в процессе обработки темы, в процессе работы по ней (создание, модернизация или удаление сервиса). Конечная модель имеет следующий вид (Рис. 1):

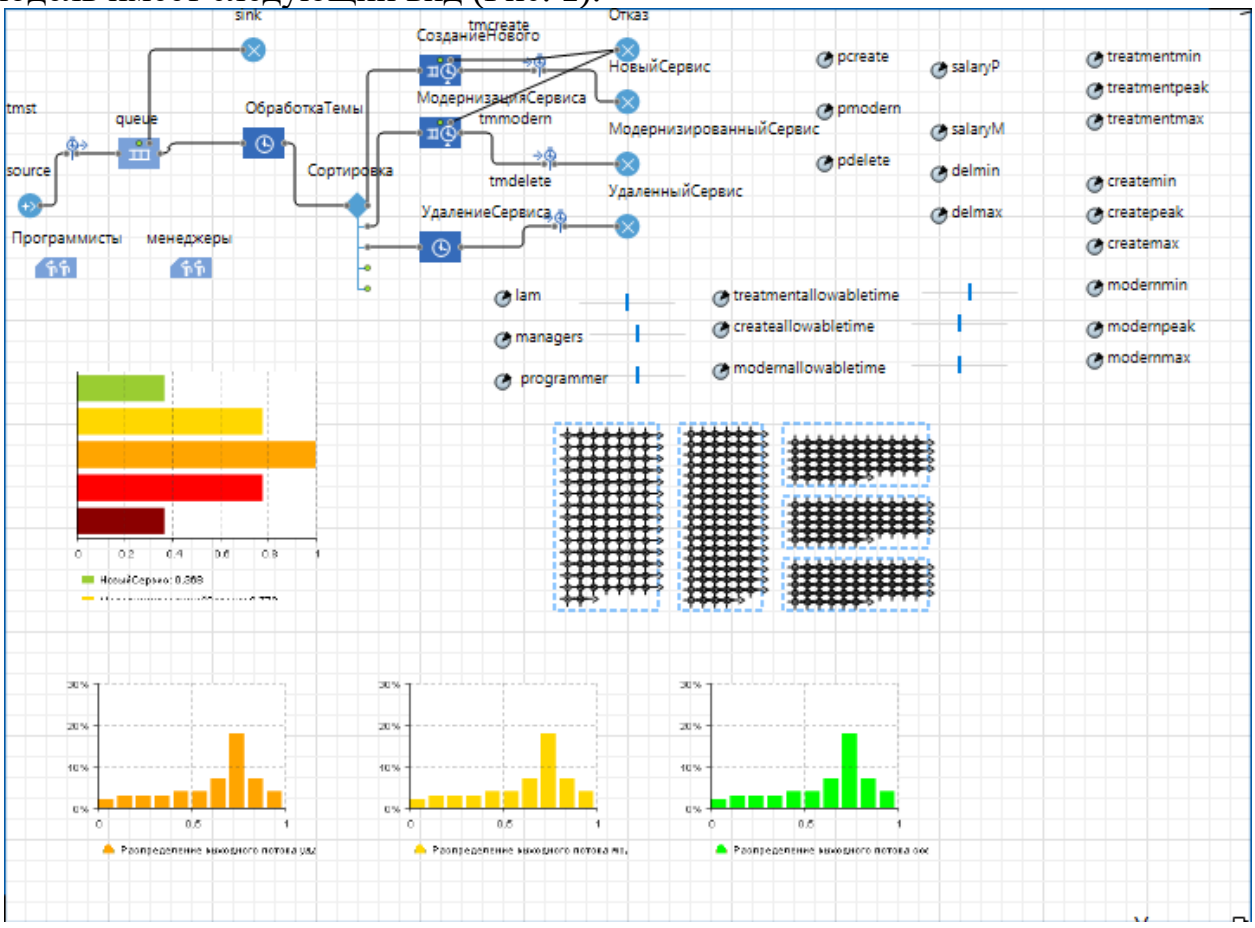


Рисунок 1 – Общий вид модели

Тестирование модели

Для тестирования модели заданы следующие значения параметров: таймаут ожидания расмотрения заявки составляет 240 часов (10 дней), таймаут на создание и модернизацию – по 1200 часов (50 дней), время работы модели 1 год. Значения остальных параметров приведены в Таб. 1.

Таблица 1 – Параметры модели

Название	Значение	Название	Значение
createmin	4,00	pcreate	0,75
createpeak	6,00	pmodern	0,23
createmax	12,50	pdelete	0,02
modernmin	3,00	salaryP	100,00
modernpeak	5,00	salaryM	120,00
modernmax	6,00	lam	2,00
treatmentmin	1,00	managers	10
treatmentpeak	1,50	programmers	20
treatmentmax	5,00	treatmentallowabletime	240,00
delmin	0,00	createallowabletime	1 200,00
delmax	1,00	modernallowabletime	1 200,00

При заданных параметрах получим следующий результат:

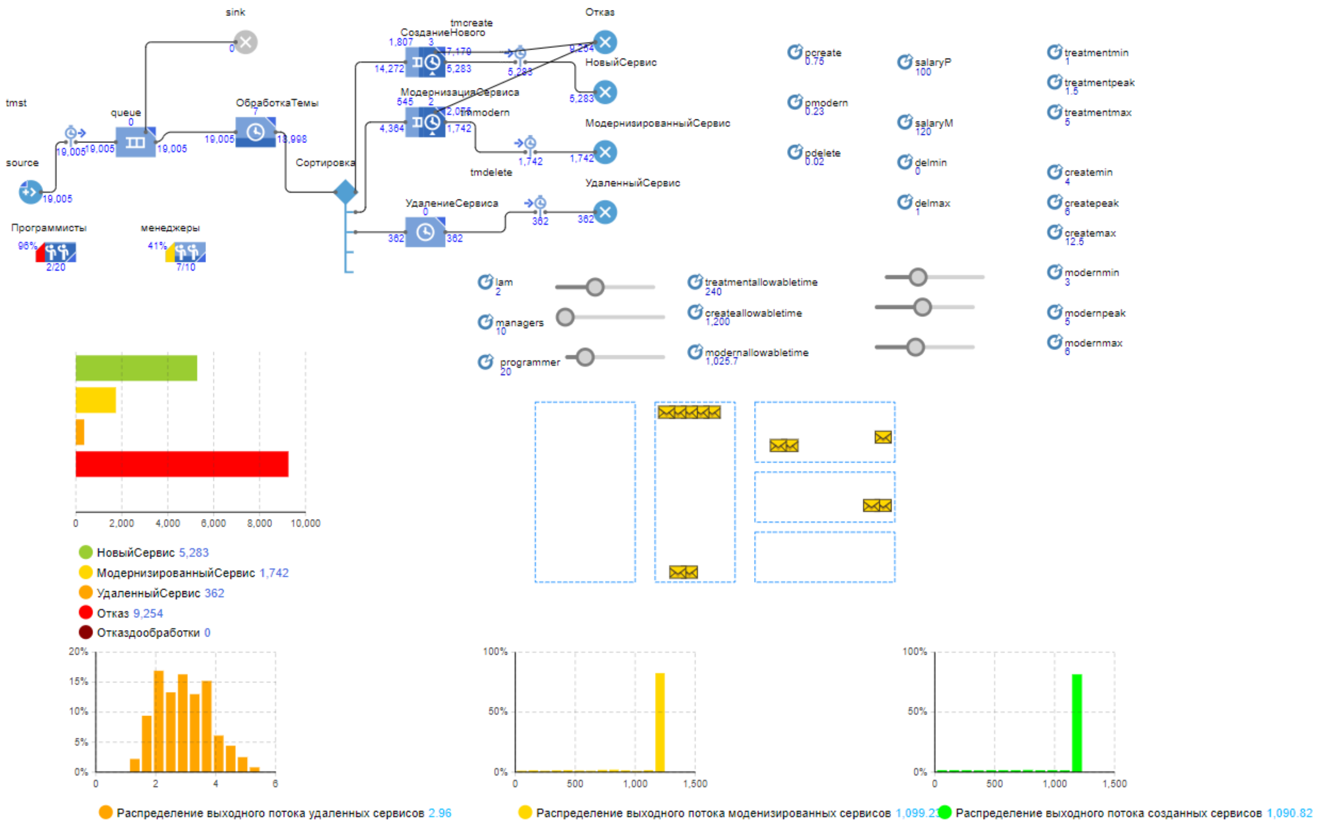


Рисунок 2 – Результат работы модели

Таким образом, видно, что с заданным законом распределения на обработку темы заявки, отказов до обработки нет, но есть отказы во время работ над заявкой. При заданных параметрах получаем высокую долю таких отказов. Виден наплыв заявок при модернизации и создании нового ИТ сервиса.

Выдвинем гипотезу, что необходимо увеличить количество менеджеров и программистов для получения большей прибыли. Проверим ее с помощью оптимизации прибыли в anylogic.

Оптимизируем функцию прибыли:

$$500 * МС + 1000 * НС + 10 * УС - ЗП, \quad (1)$$

где
МС – root.МодернизированныйСервис.count();
НС – root.НовыйСервис.count();
УС – root.УдаленныйСервис.count();
ЗП – salaryP*programmer-salaryM * managers.

При этом должно быть выполнено ограничение, связанное с тем, что бизнес не готов тратить на зарплату больше 15000000 рублей:

$$ЗП \leq 15000 \quad (2)$$

На рис. 3 представлен результат оптимизации в виде набора значений параметров модели, доставляющего максимум функции прибыли, и графическое представление процесса оптимизации.

В результате получили, что прибыль максимальна, когда работают 54 программиста и 26 менеджеров. Ожидаемая прибыль равна 15413560 тыс. руб.

Таким образом, в среде AnyLogic была реализована имитационная модель в виде симулятора обработки заявок на создание ИТ сервисов, позволяющая пользователю по ходу выполнения модели принимать управленческие решения и рассчитать последствия принятых решений. Модель позволила определить оптимальное количество сотрудников, на грядущий год.

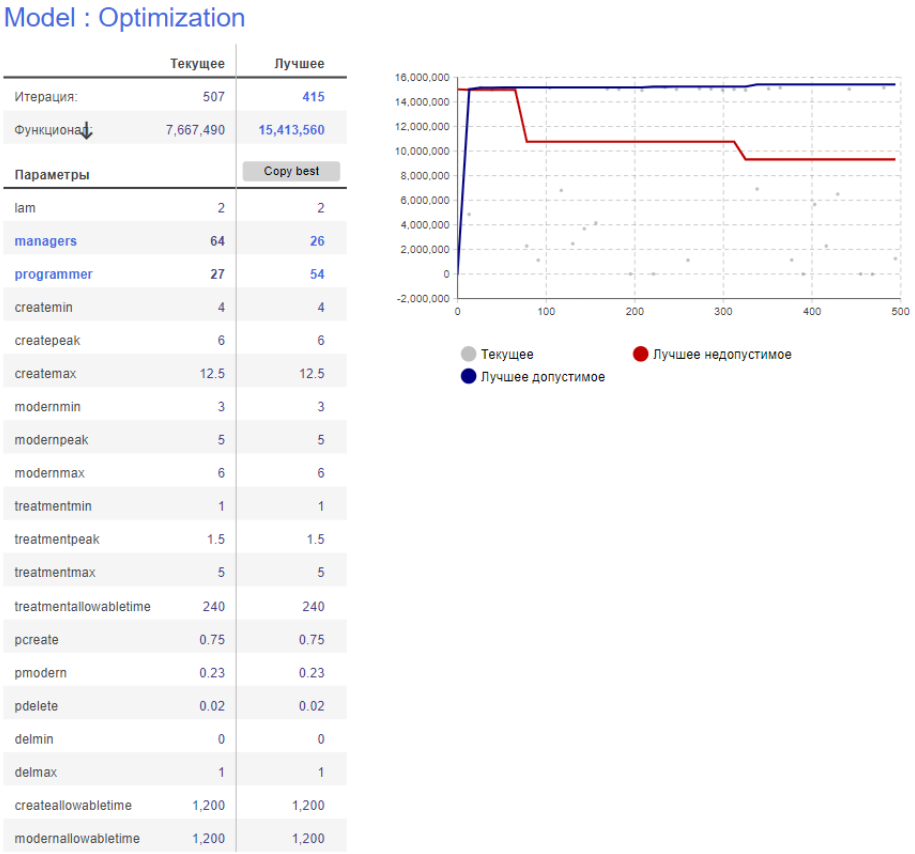


Рисунок 3 – Результат оптимизации прибыли

Список источников

1. А.В. Абдалов, В.Г. Гришако, И.В. Логинов Анализ эффективности процесса обслуживания потока заявок на создание ИТ-сервисов с использованием имитационной модели // Программные продукты и системы. 2022. №1.

2. А.И. Мазитов, Н.Р. Зинатуллин Оптимизация работы центра поддержки клиентов сотового оператора за счет оптимизации количества операторов для обработки входящих звонков клиентов в среде имитационного моделирования anylogic // Девятая всероссийская научно-практическая конференция по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности.

3. Справка Anylogic https://anylogic.help/ru/anylogic/index.html (дата обращения: 30.05.2023)

4. Разработка имитационной модели однокомпонентной системы массового обслуживания с ограниченным временем пребывания в очереди. https://www.anylogic.ru/resources/articles/razrabotka-imitatsionnoy-modeli-sistemy-massovogo-obsluzhivaniya/ (дата обращения: 30.05.2023)

Е.А. Сорокин, сотрудник Министерства обороны РФ

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И АНТИКРИЗИСНОГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ВЫПУСКУ ПРОДУКЦИИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В современных экономических условиях промышленные предприятия, производящие продукцию по заказу силовых министерств и ведомств, функционируют в достаточно динамичной разнородной среде, предполагающей необходимость учета неблагоприятного воздействия множества факторов. Наличие указанных факторов определяет возникновение и развитие разного рода угроз для финансового состояния указанных предприятий, которые могут привести к снижению уровня платежеспособности и, в некоторых случаях, к банкротству. Очевидно, что для текущей экономической ситуации наличие даже временных сбоев в финансовых потоках негативно сказывается на всей цепочке создания и производства критически важной продукции.

О возросшей значимости обеспечения эффективного функционирования указанных предприятий свидетельствует введение в последнее время различных видов административной и даже уголовной ответственности за нарушение условий государственных контрактов в сфере гособоронзаказа (ГОЗ). Это определяет необходимость недопущения снижения уровня их финансовой устойчивости и платежеспособности и других показателей производственно-хозяйственной деятельности. Такой подход предполагает разработку системы мониторинга состояния предприятия для своевременного выявления намечающихся ухудшений финансово-экономических показателей и потенциальной угрозы невыполнения госзаказа.

Предложенная система мониторинга финансово-экономического состояния предприятия по выпуску продукции специального назначения является инструментом прогнозирования бизнес-процессов данных предприятий в рамках процедур контроллинга и отличается использованием предикторных индикаторов и возможностей центров координации представителей заказчика при принятии решений по формированию финансово-экономического потенциала указанных предприятий, что позволяет снизить уровень риска невыполнения государственного заказа [1].

Как показывает практика, только очень незначительная часть организаций в РФ, для которых вводились различные процедуры процесса банкротства, смогли восстановить свою платежеспособность. Учитывая, что в ряде случаев подобная ситуация при производстве продукции специального назначения (ПСН) является неприемлемой, необходимо создавать систему мониторинга и антикризисного упреждения, которая позволяет осуществлять поддержку принятия решений по идентификации угроз на ранних стадиях их возникновения [2]. Эффективность данной системы зависит от уровня развития взаимосвязей между промышленными предприятиями и заказчиком в рамках производственно-технологической цепи, согласованности их действий,

полноты и достоверности данных, а также обоснованности решений по управлению бизнес-процессами на основе инструментов контроллинга [3].

Указанные выше инструменты контроллинга, к которым относится также система мониторинга, предполагают формирование совокупности показателей, характеризующих платежеспособность и финансовую устойчивость предприятия, определение их предикторных значений, которые могут быть установлены выше, чем для предприятий, не участвующих в выполнении государственного заказа ввиду возможности наступления в случае их банкротства более масштабных неблагоприятных последствий для национальной безопасности и обороноспособности страны, а также выработку решений, направленных на стабилизацию и улучшение финансового состояния предприятий.

На рисунке 1 приведена предложенная система мониторинга и антикризисного упреждения для предприятий по выпуску ПСН, где $x_{1\text{-}2}$ – показатели функционирования предприятия (в т.ч. платежеспособности и финансовой устойчивости), $x_1^{П}$ и $x_2^{П}$ – предикторные уровни значений показателей x_1 и x_2; $x_1^{Г}$ и $x_2^{Г}$ - уровень значений показателей x_1 и x_2, необходимый для выполнения ГОЗ; $x_1^{Б}$ и $x_2^{Б}$ – уровень значений показателей x_1 и x_2, при котором происходит утрата платежеспособности в соответствии с положениями Федерального закона от 26.10.2002 г. №127-ФЗ «О несостоятельности (банкротстве)»; $\Delta t_1^{Г}$ и $\Delta t_2^{Г}$ – периоды реализации решений для недопущения достижения уровней $x_1^{Г}$ и $x_2^{Г}$, $\Delta t_1^{Б}$ и $\Delta t_2^{Б}$ - периоды реализации решений для недопущения уровней $x_1^{Б}$ и $x_2^{Б}$.

При этом временной интервал, отводимый на принятие решений по обеспечению финансовой устойчивости и платежеспособности промышленных предприятий по производству ПСН (т.е. периоды реализации решений для недопущения достижения уровней $x_1^{Г}$ и $x_2^{Г}$, а также периоды реализации решений для недопущения уровней $x_1^{Б}$ и $x_2^{Б}$) в случае выявленных отклонений контролируемых показателей, может определяться степенью важности конкретного вида производимой продукции для выполнения задач в рамках госзаказа, а также возможностью оперативно заменить ее на аналогичный вариант продукции у другого поставщика. Предикторные значения показателей $x_i^{П}$ определяются на основе $\left\{x_i^{Г}, x_i^{Б}, \Delta t_i^{Г}, \Delta t_i^{Б}, I, O\right\} \rightarrow x_i^{П}$, где I – характеризует важность продукции предприятий для ГОЗ, O – возможность оперативной замены данной продукции продукцией других производителей. Исходя из уровня I и O может быть принята одна из следующих стратегий антикризисного упреждения, направленная на:

- недопущение уровня $x_i^{Г}$;
- недопущение уровня $x_i^{Б}$;
- действия в рамках общей процедуры антикризисного управления.

Наличие третьей стратегии необходимо для поддержания уровня здоровой конкуренций среди предприятий при выполнении государственного заказа.

В качестве основных вариантов решений по восстановлению уровня платежеспособности и финансовой устойчивости, а также других показателей промышленных предприятий, могут быть рассмотрены решения, предполагающие, с одной стороны, внесение изменений непосредственно в ГОЗ в части объема выпуска продукции, ее ценовых и технических характеристик, а, с другой стороны, осуществление изменений во внутренней среде предприятия. В отдельных случаях решения по восстановлению финансовой устойчивости и платежеспособности критически важных промышленных предприятий специального назначения могут быть направлены на их ускоренную национализацию.

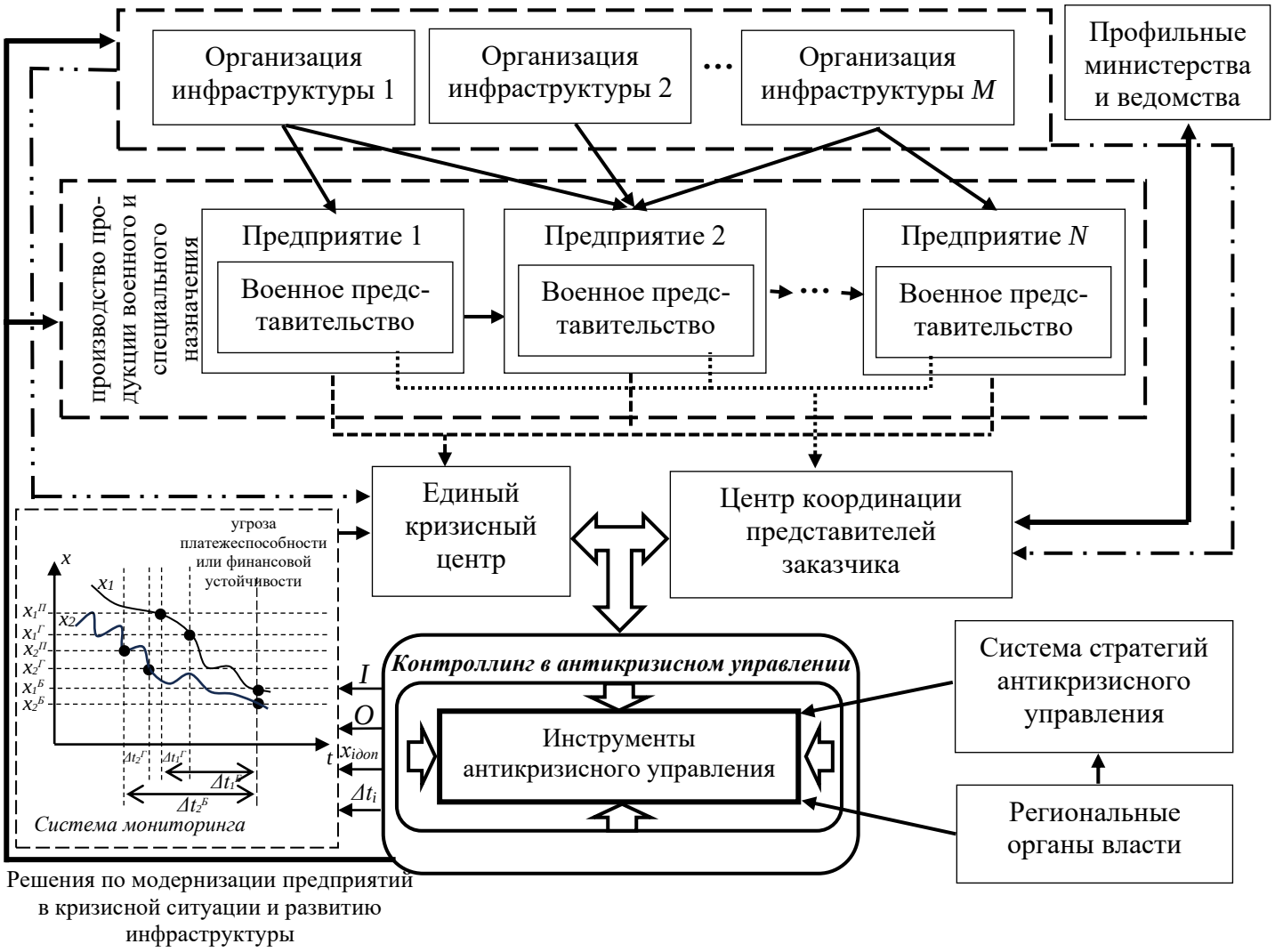


Рисунок 1 - Система мониторинга и антикризисного упреждения для предприятий по производству ПСН

Комплексность, системность и обоснованность решений данного типа, а также их согласованность с решениями, принимаемыми другими участниками производственно-технологической цепи, может быть обеспечена в результате формирования единого кризисного центра (КЦ) в соответствующей отрасли

промышленности. К числу задач указанного центра можно отнести мониторинг финансово-экономического состояния промышленных предприятий, анализ потенциалов предприятий, находящихся в кризисной ситуации, а также потенциалов предприятий, связанных с ними производственно-технологическими процессами, и организаций инфраструктуры промышленности с целью выявления направлений и способов финансового оздоровления указанных промышленных предприятий и модернизации бизнес-процессов. Поскольку важная роль в восстановлении финансовой устойчивости и платежеспособности промышленных предприятий уделяется организациям инфраструктуры промышленности, то необходимо обеспечить взаимодействие единого кризисного центра с органами власти региона.

Предприятия специального назначения отличаются специфическим характером деятельности, а также отсутствием в некоторых случаях прямых каналов взаимодействия между ними, несмотря на определенную связанность производственно-технологических процессов и взаимодополняемость производимой продукции. Кроме того, на данных предприятиях формируются соответствующие военные представительства Министерства обороны РФ, задачами которых являются контроль качества выпускаемой продукции, качества и своевременности выполнения этапов НИОКР. В этой связи представляется целесообразным участие в контроллинге при достижении уровня предикторных индикаторов не только контроллеров предприятия и представителей заказчика, но и арбитражных управляющих.

Взаимосвязь указанных военных представительств, аккредитованных на отдельных предприятиях, может быть обеспечена посредством формирования центра координации представителей заказчика (ЦКПЗ). К функциям данного центра следует отнести сбор и анализ данных о специфике производственных, научно-исследовательских, инновационных и других процессов, реализуемых на всех предприятиях единой производственно-технологической цепи, и перспективах их развития. Кроме того, взаимодействие ЦКПЗ с профильным министерством и ведомствами позволит более полно учитывать их требования к выпускаемой продукции, мнение относительно целесообразности предлагаемых направлений модернизации и проведения соответствующих НИОКР, а также разрабатываемые и реализуемые программы развития отрасли. При наличии указанной информации ЦКПЗ может вносить определенные корректировки в решения, направленные на обеспечение платежеспособности отдельных предприятий, и предлагаемые единым кризисным центром.

Список литературы

1. Дли М.И., Какатунова Т.В. Модель оценки влияния кризисных явлений в промышленности на региональную экономику // Путеводитель предпринимателя. 2021. Т. 14, № 3. С. 93-105.

2. Пучков А.Ю., Дли М.И., Прокимнов Н.Н., Шутова Д.Ю. Многоуровневые алгоритмы оценки и принятия решений по оптимальному управлению комплексной системой переработки мелкодисперсного рудного сырья // Прикладная информатика. 2022. Т. 17, № 6(102). С. 102-121.

3. Дли М.И., Заенчковский А.Э., Какатунова Т.В. Предпосылки использования контроллинга для управления промышленными кластерами // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2019. № 10(128). С. 14.

А. И. Сотниченко, студ.; Л. Ф. Вьюненко, к.ф.-м.н., доц.
(СПбГУ, г. Санкт-Петербург)

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ ПОКУПАТЕЛЕЙ В СУПЕРМАРКЕТЕ

Эффективное размещение торгового оборудования в магазине определяет прибыльность работы предприятия, его конкурентоспособность и перспективы развития. Покупатель оценивает в первую очередь планировку зала, комфортность передвижения и логичное распределение товара. Поэтому на этапе проектирования торгового помещения необходимо учитывать массу нюансов, которые не всегда очевидны. Имитационная модель – это удобный инструмент, позволяющий оценить планировку заранее и, если это требуется, внести коррективы.

В качестве объекта моделирования был выбран супермаркет, расположенный в городе с населением 20 тыс. человек, общей торговой площадью 1000 квадратных метров и средней проходимостью 1200 человек в день. Цель создания имитационной модели: оценка стандартного маршрута гостей с выявлением «горячих» точек, а также исследование эффективности работы касс и определение их оптимального количества.

Опираясь на следующее определение: «при моделировании сложных экономических систем довольно часто можно выделить однотипные повторяющиеся операции, многократные действия, которые можно интерпретировать как обслуживание заявок, выполнение заданий, выполнение операции обработки. В качестве примера обычно приводят системы телефонных станций, системы приема заявок на предмет бытового обслуживания населения, городской транспорт, магазины, где важное значение имеет качество обслуживания в форме, например, времени ожидания в очереди, времени нахождения заявки в системе, вероятности отказа в обслуживании и т.д.» [1], был сделан вывод, что, для описанной задачи наиболее подходящим подходом является дискретно-событийное моделирование. Исходя из классификации систем массового обслуживания, разработанная имитационная модель – это многофазная (несколько залов магазина, в каждом из которых несколько отделов, стеллажей, полок и т.д.); многоканальная система с ограниченной очередью (если очередь будет, например, из 10 человек, то покупатель не станет 11-ым, а просто уйдёт из магазина).

В качестве исходных данных для моделирования были предоставлены: таблица интенсивностей потоков покупателей, в зависимости от дня недели и его промежутка (получена на основе сопоставления рыночных аналогов), а также базовая схема расстановки мебели, с обозначенными залами, отделами и стеллажами.

Модель имитирует поведение покупателей, основанное на их предпочтениях. Вероятность похода в тот или иной отдел, основана на

статистических данных соотношения различных товаров в типичной потребительской корзине. Взаимодействие гостей со стеллажами описывается равномерным распределением случайной величины. Параметры распределения задаются в зависимости от нормальности блага по данным статистических наблюдений. Например, предполагается, что поскольку хлеб находится в ежедневном списке покупок, то покупатель точно знает какой продукт ему нужен и где он находится, поэтому тратит минимум времени, на то, чтобы положить его себе в корзину. А вот покупка подарочного виски, напротив, дело непривычное, поэтому время, затраченное на его выбор в разы выше.

Проект реализован в программной среде Anylogic с помощью инструментов пешеходной библиотеки, которая предоставляет возможности моделирования окружающей среды и поведения пешеходов (покупателей) в ней. Чертеж базовой расстановки торгового оборудования воссоздан набором таких элементов разметки пространства, как стена, целевая линия, прямоугольный узел и сервис с очередями (рис. 1).

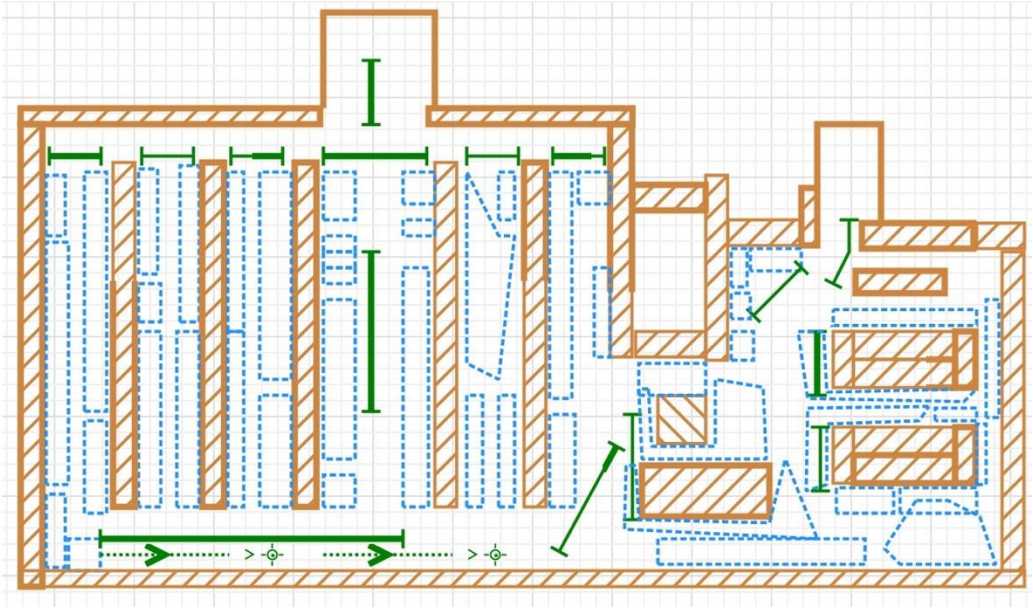


Рисунок 1 Базовая расстановка торгового оборудования

Поведение покупателей в течение одного посещения магазина определяет диаграмма процесса (рис. 2), которая является ключевым элементом дискретно-событийного моделирования.

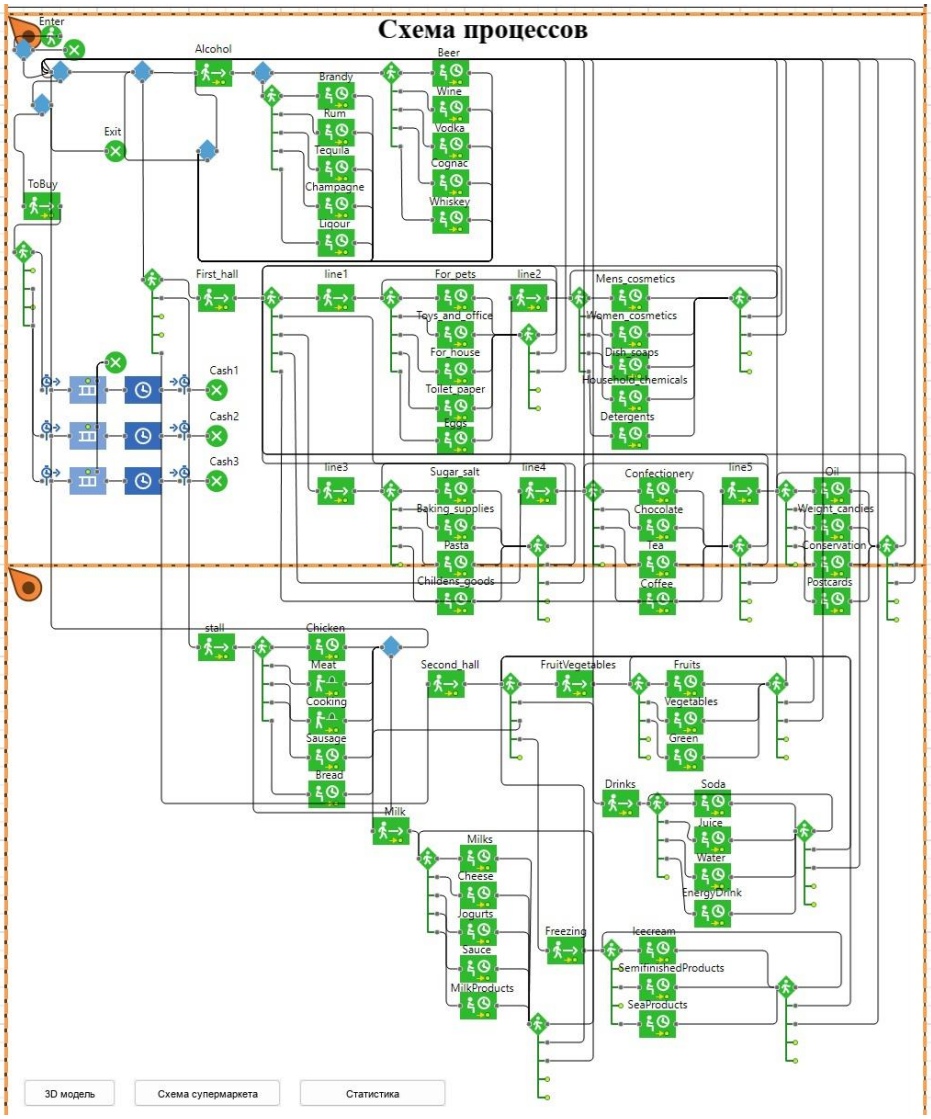


Рисунок 2 Диаграмма процесса, определяющая поведение покупателей

Посещение магазина можно описать последовательностью следующих событий:

1. выбор: начать совершать покупки или сразу же покинуть магазин;
2. выбор торгового зала;
3. выбор отдела;
4. выбор категории продуктов (стеллажа);
5. перенос товара в покупательскую корзину;
6. выбор: остаться у выбранного стеллажа, но перейти к другой категории продуктов; выбрать другой отдел в этом торговом зале; выбрать другой торговый зал или пройти на кассу.

Описанные события смоделированы посредством различных объектов Anylogic:

- Ped Source – создаёт пешеходов, используется как начальная точка диаграммы пешеходного процесса.
- Select Output – «развилка» с двумя вариантами.

- Ped Go To – заставляет пешеходов перейти в заданное место моделируемого пространства. В данной модели используется как имитация того, что покупатель пришёл в определённый отдел и на данный момент выбирает продукты в нём.
- Ped Select Output – «развилка» с пятью выборами.
- Ped Wait – заставляет пешеходов перейти в заданное место и ожидать там в течение определённого периода времени. В данной модели используется как имитация взаимодействия со стеллажами и полками, то есть выбор товаров, складывание их в тележку и т.д.
- Ped Service – моделирует, как пешеходы обслуживаются в сервисах. В данной модели имитирует отделы, в которых для выбора товара необходимо взаимодействие с сотрудником.
- Ped Sink – удаляет поступивших в объект пешеходов из моделируемой среды.
- Соединитель – соединяет порты двух блоков диаграммы процесса для возможности перехода агентов между этими блоками.
- Queue – имитирует очередь на кассу.
- Delay – имитирует обслуживание покупателей на кассе.

Проведение эксперимента предполагает пользовательские настройки, для которых разработан интерфейс (рис. 3):

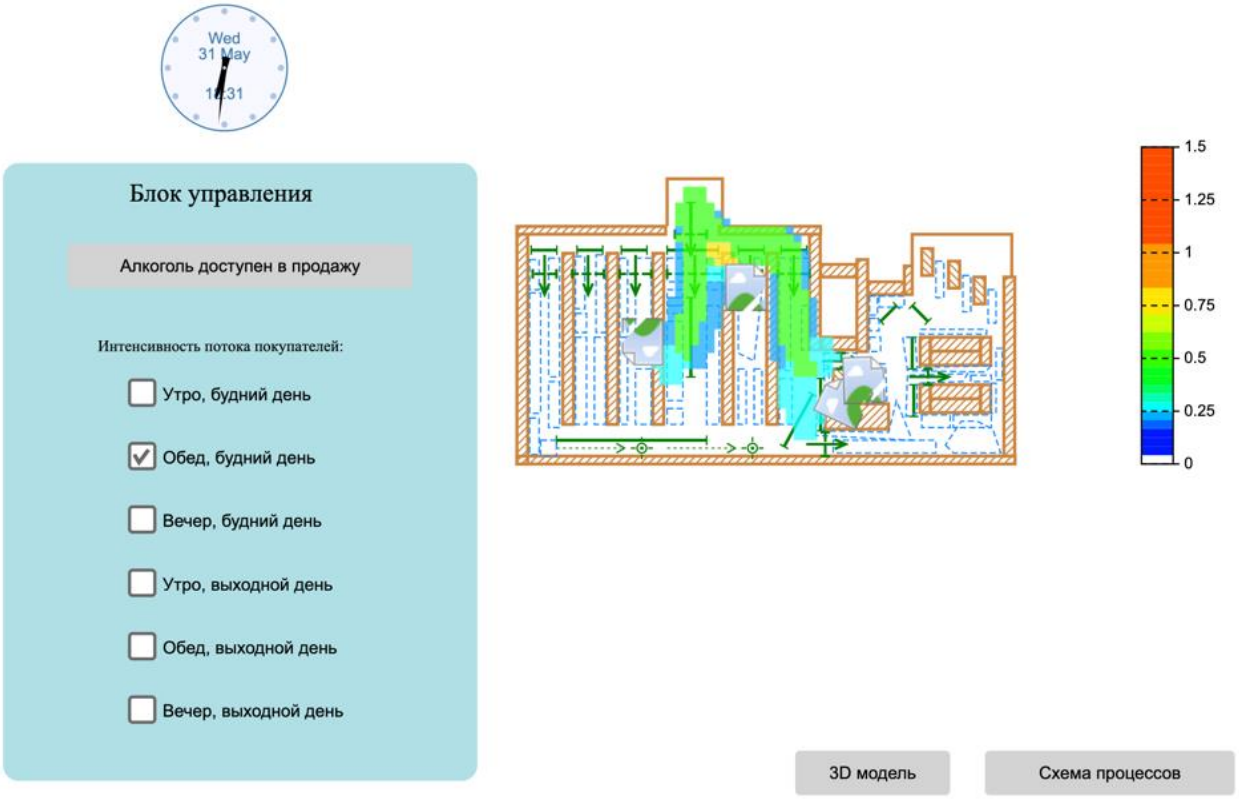


Рисунок 3 Интерфейс настройки модели

Пользователь может выбрать промежуток дня, от которого зависит интенсивность потока покупателей, а также сделать доступной продажу алкоголя. Карта плотности позволяет оценить наиболее популярный маршрут покупателей.

Проект моделирует работу супермаркета в течение одного рабочего дня (16 часов). Наблюдать за процессом обслуживания в магазине можно в режиме работы диаграммы процесса, а также в режиме 2D или 3D моделирования.

По каждому проведённому эксперименту собирается статистика и создаётся дашборд (рис. 4), который позволяет оценить эффективность касс и выявить наиболее популярные зоны супермаркета.

Рисунок 4 Дашборд результатов эксперимента

Таким образом, в среде AnyLogic была реализована имитационная модель в виде симулятора работы супермаркета, позволяющая пользователю по ходу выполнения модели анализировать потоки покупателей, их динамику. Выявлять «мёртвые» точки, куда очень редко заходят гости, а также «горячие» точки, куда лучше всего поставить промо-паллеты. Также модель позволяет определять оптимальное количество кассовых аппаратов в определённый период дня. Глобально модель позволяет избежать риски неэффективного размещения торгового оборудования.

Литература

1. Имитационное моделирование: учебник и практикум для академического бакалавриата / Л. Ф. Вьюненко, М. В. Михайлов, Т. Н. Первозванская; под ред. Л. Ф. Вьюненко. — М.: Издательство Юрайт, 2016. — 000 с. — Серия: Бакалавр. Академический курс.
2. Документация AnyLogic URL: https://anylogic.help/ru/ (Дата обращения: 02.06.2023)
3. Федеральная служба государственной статистики / URL: https://rosstat.gov.ru/statistics/roznichnayatorgovlya (Дата обращения 31.05.2023)

4. Имитационное моделирование процесса обслуживания покупателей розничной торговой точке / А.Б. Рожкова, В. В. Юданова – XI Международная научно-практическая конференция | МЦНС «Наука и просвещение»

Е.С. Сысоева, студ., В.Г. Халин, д. э. н., проф.
(СПбГУ, Санкт-Петербург)

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ФИНАНСОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИОРИТЕТА-2030 ПО ТРЕКУ «ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ И(ИЛИ) ОТРАСЛЕВОЕ ЛИДЕРСТВО»

«Приоритет-2030» - самая масштабная государственная программа развития высшей школы в России в настоящее время, основная цель которой - включение российских университетов в первую сотню международных рейтингов. Однако для достижения любой цели нужны средства. Существует два уровня оценки качества финансового менеджмента «Приоритета-2030»: 1) Федеральный уровень: откуда и как берутся финансы в «Приоритет-2030»; 2) Уровень программы «Приоритет-2030»: как распределяются деньги внутри «Приоритет-2030». В данной статье будет рассмотрен только второй уровень, а именно то, как распределяются денежные средства специальной части гранта между университетами-участниками программы «Приоритет-2030» по треку «Территориальное и (или) отраслевое лидерство» [1].

Целью данной работы является выяснить подтверждается ли правило распределения субсидий и реальное распределение денежных средств достигнутыми вузами показателями, участвующих в «Приоритет-2030» по треку «Территориальное и(или) отраслевое лидерство» за 2021-2023 годы. Для достижения поставленной цели будет проведено сравнение соответствия целевых и фактических показателей с реальными размерами специальной части гранта, полученной университетами-участниками рассматриваемого трека.

Список вузов [1], участвующих в распределении специальной части гранта по треку «Территориальное и(или) отраслевое лидерство» на 2023 г.:

1. Балтийский федеральный университет имени И. Канта (БФУ);
2. Башкирский государственный медицинский университет (БашГМУ);
3. Белгородский государственный национальный исследовательский университет (НИУ БелГУ);
4. Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова (ВМА) - участник программы «Приоритет-2030» с 2023 года;
5. Дальневосточный федеральный университет (ДВФУ);
6. Казанский (Приволжский) федеральный университет (КФУ);
7. Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского (КрымФУ)
8. Московский государственный институт международных отношений (университет) Министерства иностранных дел Российской Федерации (МГИМО);

9. Московский авиационный институт (МАИ);
10. Московский политехнический университет (МПУ) - участник программы «Приоритет-2030» с 2023 года;
11. Новосибирский государственный технический университет (НГТУ);
12. Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (РАНХиГС);
13. Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева (РХТУ);
14. Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева - участник программы «Приоритет-2030» с 2023 года (СамНИУ);
15. Самарский государственный медицинский университет (СамГМУ);
16. Санкт-Петербургский государственный морской технический университет (СПбГМТУ);
17. Севастопольский государственный университет (СевГУ);
18. Сибирский федеральный университет (СФУ);
19. Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) (ЛЭТИ);
20. Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР);
21. Тюменский государственный университет (ТюмГУ);
22. Уфимский государственный нефтяной технический университет (УГНТУ);
23. Уфимский университет науки и технологий (УУНиТ) - участник программы «Приоритет-2030» с 2023 года;
24. Российский университет транспорта (РУТ);
25. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет - участник программы «Приоритет-2030» с 2023 года (НИУ МГСУ);
26. Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева (НГТУ им. Алексеева);
27. Приволжский исследовательский медицинский университет (ПИМУ);
28. Иркутский национальный исследовательский технический университет (ИркНИТУ);
29. Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина (КубГАУ);
30. Сибирский государственный медицинский университет (СибГМУ);
31. Ставропольский государственный аграрный университет (СтГАУ).

Согласно постановлению Правительства РФ №729 [2] специальная часть гранта распределяется между университетами по формуле, которая зависит от коэффициентов, определяемых уровнем достижением установленных показателей их программ развития до 2023 г. А для того, чтобы отразить

динамику развития вузов, выделены показатели эффективности, достижение которых способствуют выполнению критериев, влияющих на размер специальной части гранта программы «Приоритет-2030».

Перечень показателей эффективности по треку «Территориальное и (или) отраслевое лидерство» взят из постановления Правительства РФ №729 [2], номера показателей совпадают с номерами в используемых ниже диаграммах.

Следующим шагом является сбор плановых и фактических значений показателей эффективности с сайтов, перечисленных выше университетов данного трека. Из следующих документов [3, 4] взяты данные о выплаченных вузам-участникам денежных средств в рамках специальной части гранта программы «Приоритет 2030» по направлению «Территориальное и (или) отраслевое лидерство». По формуле (факт-план)/план рассчитаны значения отклонения фактических данных от плановых по каждому показателю и участнику рассматриваемого трека за 2021-2023 годы. Ниже представлена диаграмма, на которой изображено отклонение факта от плана по каждому университету и выделенные денежные средства в рамках специальной части гранта программы.

Диаграмма 1. Отклонение фактических от плановых значений показателей трека «Территориальное и(или) отраслевое лидерство» университетов-участников Приоритет-2030 за 2021-2023 гг.

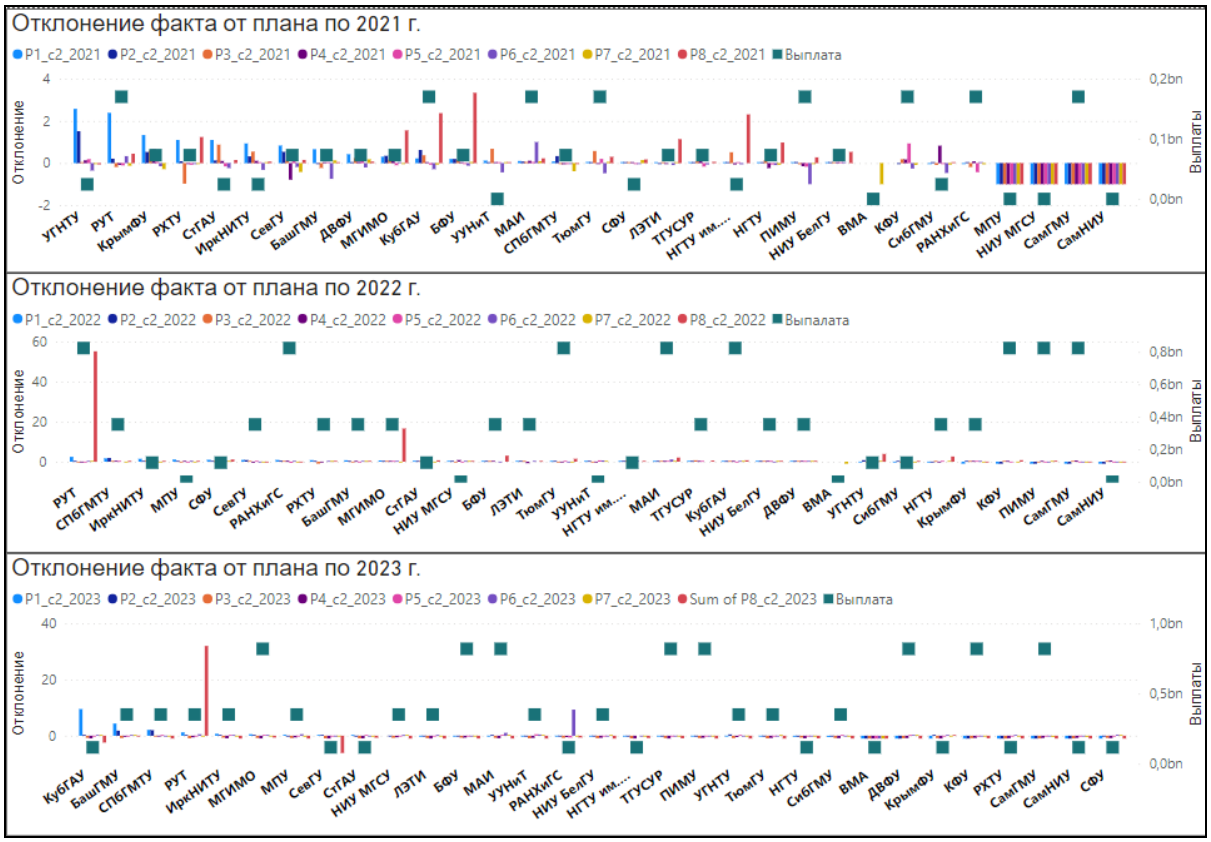


Диаграмма составлена автором на основе данных, взятых с сайтов указанных выше университетов, также [3,4].

По диаграмме 1 можно заметить, что явной закономерности между достижением плановых показателей и размером денежных выплат вузам-участникам данного трека нет. Так, например, в 2021 году СамГМУ по данным, опубликованным на его сайте, не достиг ни одного планового показателя, но при этом получил наибольший размер выплаты, а ИркНИТУ достиг и перевыполнил большинство показателей, но при этом имел наименьший размер специальной части гранта.

Диаграмма 2. Вузы, получившие максимальные выплаты за 2021-2022 гг.

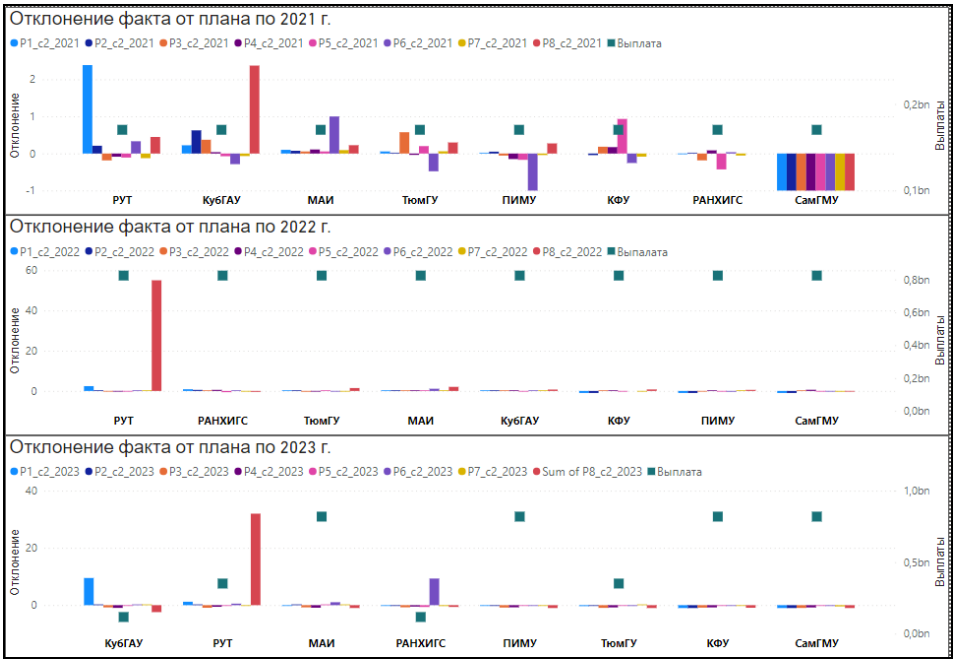


Диаграмма составлена автором на основе данных, взятых с сайтов указанных выше университетов, также [3,4].

Проведем более детальный анализ. По диаграмме 2 видно, что в 2021 и 2022 годах университеты, получившие максимальный размер денежных выплат, не изменились [4]. Также можно заметить, что отклонение факта от плана в 2022-2023 гг. у них значительно изменилось в лучшую сторону. Таким образом, проведенный анализ подтверждает, что данные показатели отражают эффективность работы вуза, что влияет на достижение критериев, по которым рассчитывается размер специальной части гранта.

Диаграмма 3. Университеты, получившие максимальные выплаты за 2023 г.

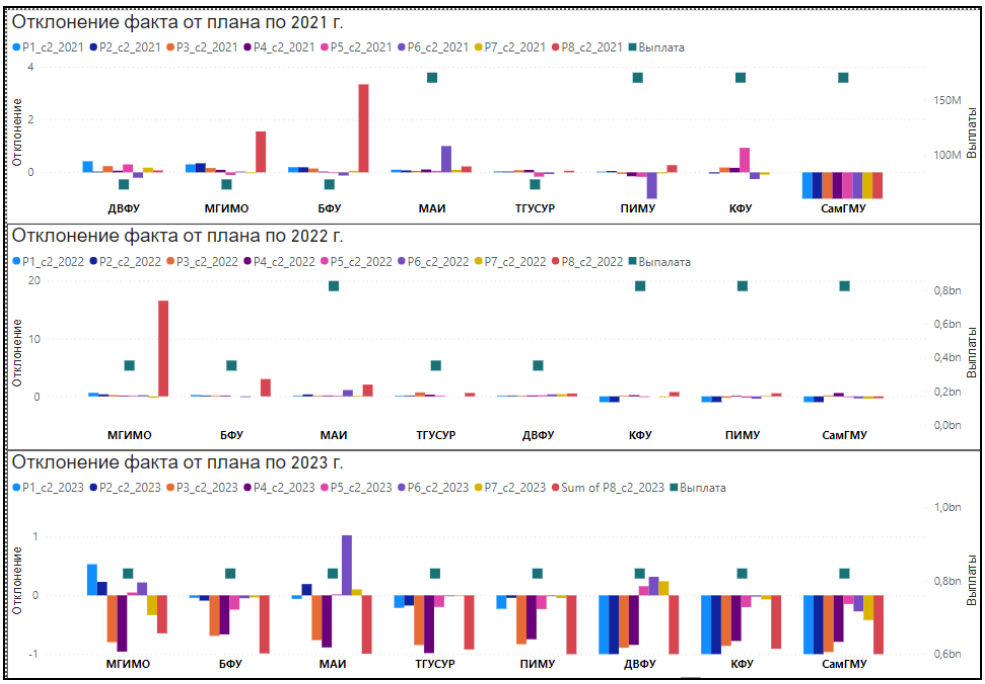


Диаграмма составлена автором на основе данных, взятых с сайтов указанных выше университетов, также [3,4].

На сайтах университетов приведены данные за 2023 год, однако он не завершился, и это лишь примерные значения показателей. Рассмотрим вузы, получившие максимальные размер денежных средств, на диаграмме 3. Заметно, что все университеты имели маленькое отклонение от плановых значения в 2021 и 2022 годах или перевыполнили план. Следовательно, это еще раз подтверждает то, что данные показатели эффективности отражают способность университета выполнить показатели их программ развития в рамках «Приоритет-2030».

Диаграмма 4. Университеты, включенные в список участников на распределение специальной части гранта по треку «Территориальное и(или) отраслевое лидерство» в 2023 г.

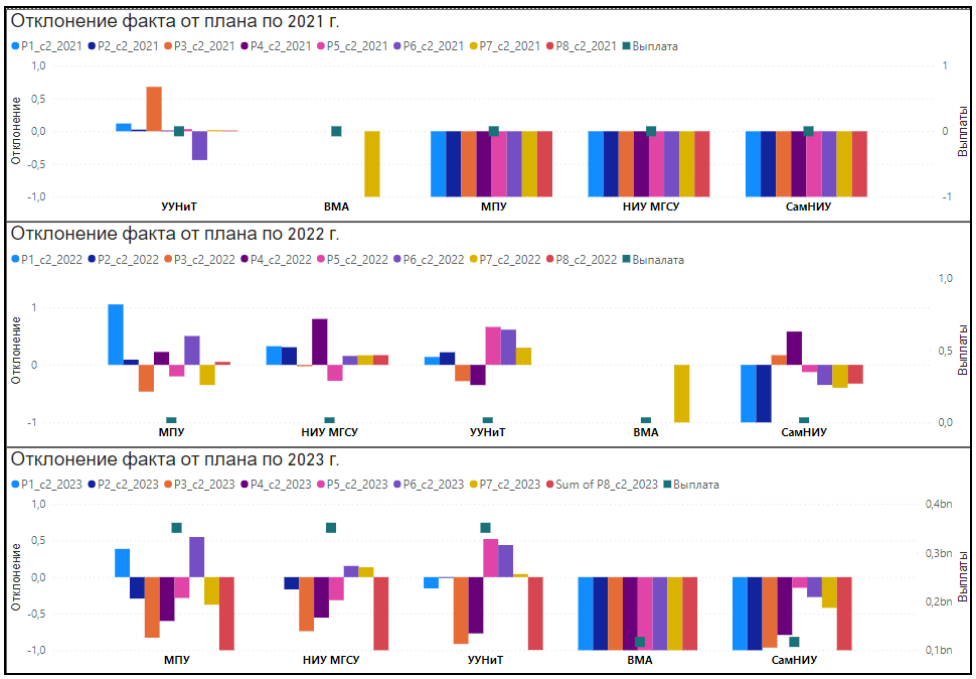


Диаграмма составлена автором на основе данных, взятых с сайтов указанных выше университетов, также [3,4].

На диаграмме 4 показаны университеты, включенные в список участников только в 2023 году. ВМА и СамНИУ получили наименьшие размеры денежных выплат, а МПУ, НИУ МГСУ и УУНиТ – средние. Это подтверждается и показателями эффективности, у вузов со средним размером выплаты отклонение значений показателей от плана ниже, чем у ВМА и СамНИУ.

Заключение. Таким образом, правило распределения субсидий и реальное распределение денежных средств между вузами, участвующих в «Приоритет-2030» по треку «Территориальное и(или) отраслевое лидерство» за 2021-2023 годы не противоречат с достигнутыми ими показателями. Также подтверждается то, что данные показатели эффективности, участвующие в расчете размера специальной части гранта, адекватно отображают деятельность вуза, направленную на достижение показателей их программ развития до 2030 года.

Список литературы:

1. Сайт программы «Приоритет-2030»: https://priority2030.ru/ (дата обращения 07.06.2023);
2. Постановление Правительства РФ от 13.05.2021 №729 "О мерах по реализации программы стратегического академического лидерства "Приоритет-2030";
3. Протокол заседания президиума Совета по поддержке программ развития образовательных организаций высшего образования в рамках реализации программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» от 21 декабря 2022 г. № ВФ/75-пр;
4. Протокол заседания Президиума Совета по поддержке программ развития образовательных организаций высшего образования в рамках реализации программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» № 2 от 4 октября 2021 г.

Е.А. Терехина, студ.; рук. С.В. Дроздецкий, к.т.н., доцент
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

ЭЛЕКТРОННОЕ УСТРОЙСТВО «Портативная электро-барабанная установка»

В мире современных технологий всё больше набирают популярность электронные устройства, основанные на микроконтроллерах. На их основе создаётся множество интересных и необычных устройств, которые могут служить как для технических, так и для развлекательных целей.

Идея данного устройства является следствием интереса автора к музыке и, в частности, игре на музыкальных инструментах.

В качестве портативной электро-барабанной установки она может быть полезна для людей, которые тесно связаны со сферой создания музыки. Например, с её помощью можно записывать нужный ритм в такие программы для создания музыки, как, например, Reaper или FL Studio.

Стоит заметить, что данная разработка отличается своей компактностью и является, по себестоимости, недорогой, относительно цифровой, представленной на рисунке 1, и обычной ударной установки.

Рисунок 1 — Цифровая ударная установка

В разработке устройства были использованы: микроконтроллер *Arduino Uno,* двусторонняя монтажная плата размером 5×7см, шесть пьезоэлементов, семь светодиодов, семь резисторов 220 Ом в качестве токоограничителей для

светодиодов, семь резисторов 1Мом для исключения помех срабатывания пьезоэлементов, двенадцать cd-дисков, энкодер с кнопкой KY-040, динамик, транзистор 2N2222, три резистора 100 kОм и один резистор 2,2 КОм.

В свою очередь, само устройство состоит из следующих блоков:

1. Основной блок на базе микроконтроллера Arduino Uno;
2. Блок индикации в виде светодиода, показывающий текущий режим работы;
3. Звуковой модуль, состоящий из динамика и усилителя звука на базе транзистора 2N2222;
4. Блок управления в виде энкодера с кнопкой KY-040;
5. Шесть «барабанов», каждый из которых представляет собой корпус с вклеенным в верхней части пъезоэлементом и светодиодом.

Все «барабаны» подключаются к основному блоку кабелем с разъемом RJ45, что упрощает переноску устройства и обеспечивает удобство подключения. Для питания устройства можно использовать USB-порт (ПК, PowerBank), либо подключить отдельный источник питания 7-12В. [1]

На рисунке 2 представлена структурная схема устройства.

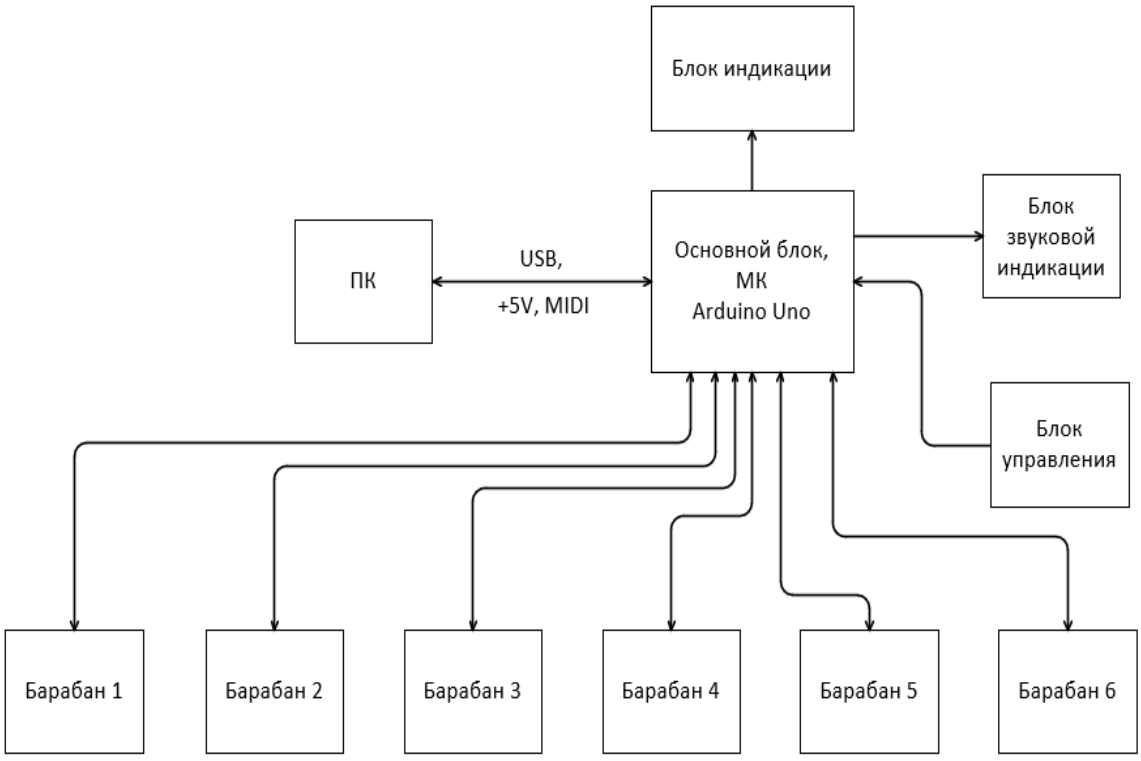


Рисунок 2 — Структурная схема устройства

Данная разработка имеет два режима работы: музыкальный и игровой, переключение между которыми осуществляется с помощью кнопки на

энкодере. При переходе в игровой режим на корпусе основного блока загорается светодиод.

В музыкальном режиме устройство должно быть подключено к ПК, на котором должны быть установлены следующие программы:

1. Программа, создающая виртуальное MIDI-устройство;
2. Программа, перенаправляющая MIDI-данные, поступающих по USB Serial, в вышеуказанное виртуальное устройство;
3. Программа Секвенсор с плагином барабанной установки.

При ударе по «барабану» формируется MIDI-команда, которая передается в программу Секвенсор, которая проигрывает соответствующий этой команде звук. Одновременно с тем на «барабане» загорается световая индикация. «Барабаны» могут работать параллельно. При этом предусмотрена защита от ложных срабатываний. Программная, то есть срабатывание от определенного уровня сигнала с пьезоэлемента, и в виде резисторов 1МоМ, «подтягивающих» аналоговые входы микроконтроллера на «землю». [2]

Игровой режим, в отличие от музыкального, не требует подключения к ПК при обеспечении питания по USB или от внешнего источника. Например, PowerBank.

Программа в микроконтроллере случайным образом с определенным интервалом подсвечивает «барабаны». Игрок должен успеть ударить по подсвеченному «барабану» до того, как загорится следующий. [3]

Интервал регулируется энкодером. Но также есть автоматическое уменьшение интервала после пяти успешных попаданий игрока. В случае трех ошибок игрока игра заканчивается. Успешные и неудачные попытки сопровождаются определенными звуками.

Так как «барабан» представляет собой фактически звуковой аналоговый датчик со световой индикацией, устройство можно также использовать, например, в качестве сигнализации при соответственной доработке программного обеспечения микроконтроллера.

Несмотря на то, что современного человека возможно мало чем удивить, данное устройство будет являться необычным и способным вызвать интерес к изучению игры на настоящей барабанной установке как для детской аудитории, так и для взрослой. В ближайшем будущем планируется полная реализация устройства со всем функционалом и конструкторской документацией.

Литература

1) Кутепов В.П., Фальк В.Н. Функциональные системы // Кибернетика. 2014. № 1. С. 20-22

2) Лукьянов, Д. В. Цифровой интерфейс MIDI в музыке // Молодой ученый. 2022. № 47 (442). — С. 14-17.

3) Петров, И.В. Программируемые контроллеры: стандартные языки и приёмы прикладного проектирования // СолонПресс, 2008.

Б.Б. Турсуналиева, студ.; Л.Ф. Вьюненко, к. ф.-м. н., доц.
(СПбГУ, г. Санкт-Петербург)

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСАМИ КОМПАНИИ С ПОМОЩЬЮ CASH POOLING

Управление финансами является одним из важнейших аспектов успешной работы любой компании. Ключевая задача при управлении финансовыми ресурсами – эффективное использование доступных средств. Для эффективного управления денежными средствами компаний используют различные финансовые инструменты, одним из которых является cash pooling.

Cash pooling представляет собой систему централизованного управления денежными потоками группы компаний по взаимосвязанным счетам, при которой денежные средства дочерних и зависимых компаний собираются в одном месте (на мастер-счете), обеспечивая наличие только одного банковского счета с дефицитом. Это позволяет повысить эффективность использования денежных средств, сократить издержки на финансовое управление и уменьшить затраты на финансовые услуги [1, 2].

Cash pooling в большей степени удобен для крупных корпораций с дочерними филиалами и зависимыми компаниями [3]. Для средних компаний целесообразность использования такого финансового инструмента требует обоснования с привлечением моделирования денежных потоков.

В работе построены две имитационные модели движения финансовых потоков для компании с несколькими дочерними подразделениями: с применением cash pooling и без использования такого инструмента.

Для создания имитационной модели в качестве среды моделирования выбрана популярная система AnyLogic [4] – система, которая поддерживает все три современные парадигмы в имитационном моделировании, а также их сочетание. Архитектура нашей модели комбинированная, сочетаются два подхода: системная динамика (для отражения движения денежных средств между филиалами и мастер-счетом) и агентное моделирование (для описания финансового состояния филиалов).

Постановка задачи

Холдинг состоит из трех филиалов и материнской компании, выступающей в роли мастер-счета. В течение рабочего дня на счет каждого филиала поступают и снимаются с него денежные средства. Материнская компания также имеет свои доходы и расходы, которые зависят от времени.

Все филиалы имеют доступ к мастер-счету, на котором сосредоточены все денежные средства. В случае нехватки денег на счете филиала, он пополняется за счет средств на центральном счете. В целях поддержания определенного уровня краткосрочной ликвидности на счетах филиалов сохраняются заданные положительные остатки.

Требуется построить имитационную модель, позволяющую сравнить финансовые результаты работы холдинга при консолидации средств по cash pooling и без использования такого финансового инструмента.

Построение модели

С помощью потоков из раздела системной динамики AnyLogic заданы положительные и отрицательные финансовые потоки. Таким образом, механизм продвижения модельного времени – Δt – определяется системно-динамической частью модели. Смоделированы выплаты кредита и расчеты по нему в определенный день. Добавлен элемент «расписание» из раздела агентного моделирования, в котором отражен график работы компании. Для каждого филиала построены состояния «has money» – когда у филиала достаточно денежных средств и «wants money» – когда филиалу требуются денежные средства. Переходы между ними осуществляются при выполнении определенных условий, заданных в диаграмме состояний.

Предусмотрена возможность для пользователя изменять:

- количество дочерних компаний;
- неснижаемые остатки счетов филиалов;
- график и время работы компании;
- законы распределения доходов и расходов;
- период времени наблюдения за работой холдинга;
- ставки кредитов;
- суммы кредитов;
- дни выплаты кредитов.

Если у определенного филиала в течение рабочего дня на счете остается сумма денежных средств ниже установленного неснижаемого остатка или значения, необходимого для проведения операций, то с мастер-счета за один перевод перечисляется заданная сумма денежных средств. Эти переводы осуществляются, пока сумма на счету дочерней компании не достигнет требуемой. В нерабочее время, происходит перечисление денежных средств с филиалов на мастер-счет по такому же принципу: переводы с заданным значением осуществляются до тех пор, пока сумма не достигнет неснижаемого денежного остатка.

Аналогичным образом построена модель без применения cash pooling. Отличие состоит в том, что филиалы связаны не с мастер-счетом, как в модели с консолидацией средств по cash pooling, а с банком, который выдает займы каждому филиалу отдельно.

Визуализация результатов моделирования

Для удобства анализа результатов имитационных экспериментов предусмотрены графики динамики доходов и расходов каждого филиала и мастер-счета, столбиковая диаграмма переводов между филиалами и мастер-счетом и также временной график, отражающий остаток средств на мастер-счете и на счетах дочерних компаний. Также предусмотрено графическое окно

для сравнения финансовых результатов работы компании с использованием инструмента cash pooling (рис. 1), и без него (рис. 2).

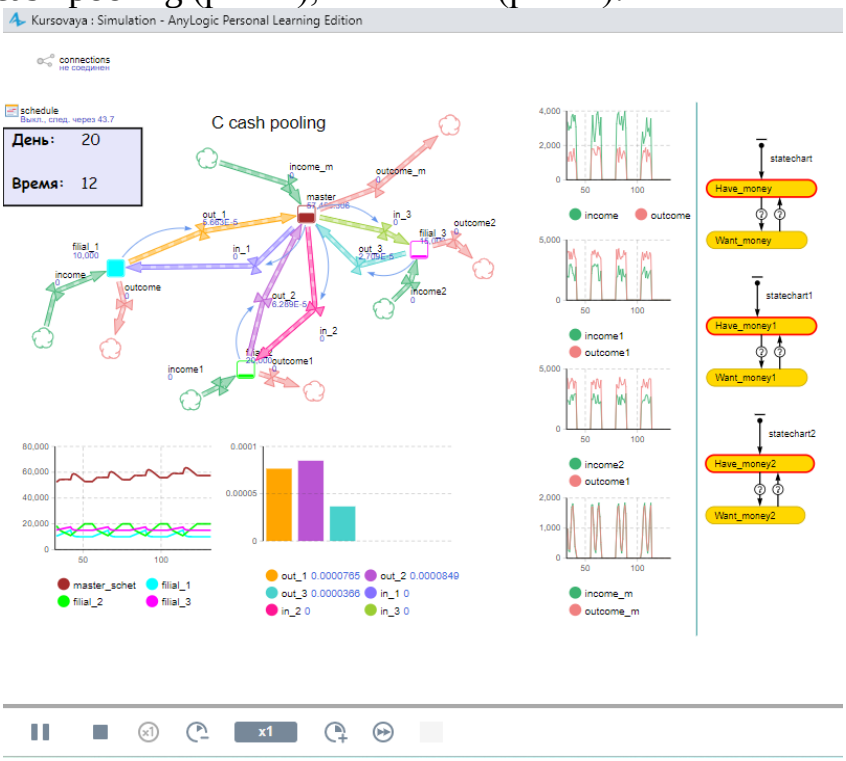


Рисунок 1 – Окно имитационного прогона для модели управления финансами компании с использованием cash pooling

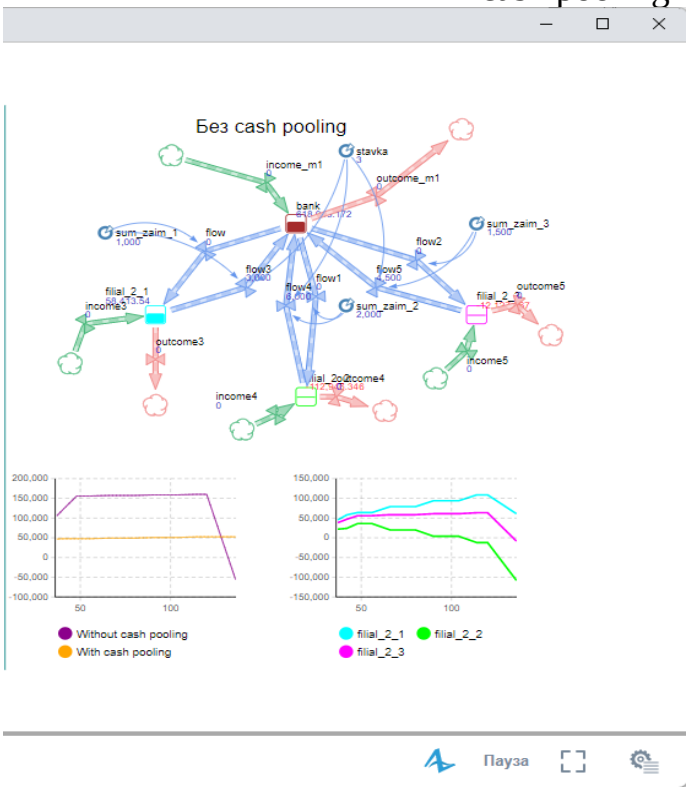
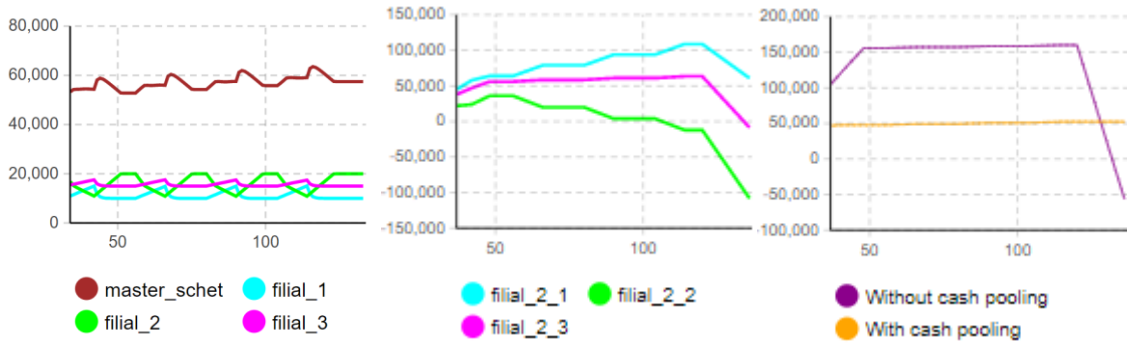


Рисунок 2 – Окно имитационного прогона для модели управления финансами компании без использования cash pooling

Имитационный эксперимент

В имитационном эксперименте рассмотрен холдинг с тремя дочерними компаниями. Первоначальные суммы на их счетах составляют 10000, 20000 и 15000 у.е. соответственно. Доходы и расходы всех филиалов заданы с помощью равномерного распределения: доходы первого филиала распределены равномерно на интервале (2000, 4000), расходы – на интервале (1000, 2000); доходы и расходы второго филиала распределены на промежутках (1500, 3000) и (3300, 4400) соответственно; для третьего филиала доходы распределяются на интервале (2000, 3000), а расходы – на интервале (1800, 2700). График работы компании – с понедельника по пятницу с 08:00 до 18:00. Если в течение операционного дня у филиалов сумма средств на счете меньше установленного неснижаемого денежного остатка в 8000, 15000 и 10000 у.е. (соответственно для каждого филиала), то с мастер-счета за один перевод перечисляется 1000 у.е. до достижения требуемой суммы. С 18:00 до 08:00 происходит перечисление денежных средств со счетов филиалов на мастер-счет переводами по 1000 у.е. до достижения неснижаемого денежного остатка. Выплаты кредита и расчеты по нему происходят 16-го числа каждого месяца. Кредитная ставка одинакова для всех филиалов – 3%.

Во второй части эксперимента моделировалась финансовая деятельность холдинга без использования cash pooling при тех же значениях первоначальных сумм на счетах компаний, законе распределения доходов и расходов, тех же значениях кредитных ставок. На рис. 3 представлен результат имитационного эксперимента в виде трех графиков, отражающих динамику денежных средств на мастер-счете и на счетах филиалов при использовании cash pooling (рис. 3а), динамику денежных средств на счетах филиалов без использования данного инструмента (рис. 3б), а также сравнение результатов работы холдинга с использованием и без использования cash pooling (рис. 3в).



а) б) в)

Рисунок 3 – Результат имитационного эксперимента (во всех графиках ось абсцисс – часы работы, ось ординат – денежные средства)

Полученный результат позволяет сделать вывод, что использование cash pooling представляется выгодным для рассмотренного холдинга: при использовании cash pooling в данной компании все три филиала развиваются

равномерно, а без этого инструмента первый и второй филиалы развиваются до определенного времени, в то время как третий филиал еле держится наплаву и работает в убыток.

Построенная имитационная модель при наличии реальных данных компании-заказчика позволяет решать различные задачи, связанные с обоснованием управленческих решений: анализировать целесообразность внедрения cash pooling, проводить оценку эффективности использования этого инструмента, исследовать различные сценарии использования cash pooling для группы компаний, делать выводы о целесообразности включения определенной дочерней компании в существующий пул компаний или наоборот – о возможности удаления какого-либо филиала, если это улучшит работу всего пула.

Список литературы

1. Вьюненко Л.Ф. Имитационное моделирование как инструмент анализа эффективности cash pooling // Имитационное моделирование. Теория и практика. Седьмая всероссийская научно-практическая конференция, труды конференции в 2 томах. Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН; под общей редакцией С.Н. Васильева, Р.М. Юсупова. 2015. С. 81-84.
2. Малышева, О. Ю. Cash pooling как инструмент оптимизации комплексного управления денежной ликвидностью / О. Ю. Малышева // Банковское дело. – 2012. – № 12. – С. 44-48.
3. Вьюненко Л.Ф., Марусенко А.В // Имитационная модель движения средств на счете компании при консолидации по cash-pooling. Обозрение прикладной и промышленной математики. 2014. Т. 21. № 1. С. 50-51.
4. Сайт AnyLogic. AnyLogic: имитационное моделирование для бизнеса (https://www.anylogic.ru/, дата обращения: 11. 05. 2023)

В.Г. Халин, д.э.н., проф.; Г.В. Чернова, д.э.н., проф.,
А.В.Юрков, д.ф-м.н, проф., М.В.Забоев, к.э.н., доц.
(Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург)

ПРОЕКТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ КАК ФАКТОР СИСТЕМНОГО РИСКА РОССИЙСКОЙ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

Статья является третьей в серии публикаций авторов, посвященных анализу результатов реформирования российской высшей школы за последние тридцать лет своего развития. Доказано, что управление крупномасштабными проектами в российской высшей школе является фактором системного риска для ее развития.

Ключевые слова: высшая школа России, масштабные проекты; управленческие решения, проектное управление, риски управления.

Государственные программы и проекты развития российской высшей школы. Реформирование российской высшей школы на современном этапе ее развития характеризуется кардинальными переменами в системе управления на разных уровнях – принятием очень важных и значимых по последствиям управленческих решений. Как показывает практика, не всегда и не все принимаемые управленческие решения достигают своей цели и дают ожидаемый положительный результат [1]. Часть из них может привести к нежелаемым отрицательным последствиям. Именно поэтому важно с самого

начала уметь оценивать принимаемое управленческое решение с позиций возможных сопутствующих ему рисков как неопределенной возможности появления отрицательных последствий принятия и внедрения оцениваемого управленческого решения [2, 3]. Особое внимание при анализе реформирования высшей школы России занимают так называемые системные риски, реализация которых может привести не только к отрицательным результатам, но, и, в конечном итоге, к ее разрушению [4, 5].

Как показывает анализ, государственное управление высшей школы России реализуется через принятие и выполнение конкретных государственных программ и проектов. За более чем тридцатилетний период реформ в российской высшей школе можно выделить следующие крупномасштабные по госбюджетным затратам проекты и программы: Приоритетный национальный проект (ПНП) «Образование» (2005 - 2009); Проект «5 в 100» (2012 - 2020); Национальный проект «Наука и университеты» (2018 – 2024); Государственные программы «Развитие образования» (2018 – 2025) и «Научно-технологическое развитие России» (2019 – 2030) [1], а также Программа стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» (2020 – 2030) (далее, «Приоритет-2030»)[1].

В решении проблем успешного развития российской высшей школы, основанного на принятии и реализации определенных программ[2], применяются разные методы управления. Тем не менее, основным методом управления, начиная с постановления Правительства РФ от 15.10.2016 № 1050 «Об организации проектной деятельности в Правительстве РФ», становится проектно-ориентированное управление, при котором в общем случае отдельно взятые задачи и задания, решаемые в рамках деятельности отрасли, организации или предприятия, рассматриваются как отдельные проекты, к которым применяются методы управления проектами.

Госпрограмма РФ «Развитие образования» со сроком реализации 2018 – 2025 гг. была одной из первых с 1 января 2018 г. переведена на проектное управление. При этом перевод госпрограммы РФ «Развитие образования» на принципы проектного управления был связан с невыполнением ряда показателей майских Указов Президента России 2012 г. по уровню средней заработной платы преподавателей, по показателям публикационной активности, по затратам на научные исследования, в том числе и в высшей школе, и др. [1]. 21 июля 2020 г. Президент России своим указом № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» утвердил пять национальных целей развития страны на период до 2030 г.: сохранение населения, здоровье и благополучие людей; возможности для самореализации и развития талантов; комфортная и безопасная среда для

[1] Сайт программы «Приоритет-2030»: https://priority2030.ru/ дата обращения 10.05.2022)].

[2] В контексте управления, в данной статье под программой подразумевается группа или совокупность взаимосвязанных проектов и различных мероприятий, объединенных общей целью, задачами и условиями их выполнения, что требует применения при ее реализации мультипроектных методов управления.

жизни; достойный, эффективный труд и успешное предпринимательство; цифровая трансформация; и поручил Правительству РФ разработать и представить на рассмотрение Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам единый план по достижению этих национальных целей развития России на период до 2030 г.[3].

Целью данной статьи является анализ, оценка качества и рисков проектного управления российской высшей школой при выполнении крупномасштабных проектов и программ в контексте реализации системных рисков, а также их последствий для развития высшей школы России.

Особенности и результаты применения проектно-ориентированного управления российской высшей школой. Чтобы оценить обоснованность и значимость проектно-ориентированного управления развитием высшей школы России, необходимо понять, насколько цели такого управления отвечают стратегической цели развития высшей школы – подготовке высококвалифицированных кадров для национальной экономики, конкурентоспособных на мировом рынке труда, в том числе за счет должного управления встречающимися при этом рисками [1].

Заявленной целью применения проектно-ориентированного управления является повышение эффективности развития российской высшей школы. При этом к числу задач, решаемых в рамках такого подхода, следует отнести: уточнение, обоснование и конкретизацию стратегической цели и задач программы развития высшей школы на рассматриваемый период; определение необходимого объема и источников финансирования для достижения заявленной стратегической цели; выделение и обоснование в рамках программы ключевых проектов, их целей и задач, которые согласованы со стратегической целью развития высшей школы и будут способствовать ее успешному достижению; обоснование и утверждение структуры проектов (подцели, задачи, сроки, бюджет, исполнители, контроль, планирование, учет рисков и т.д.).

Ниже проанализируем возможности и реальные результаты реализации проектно-ориентированного управления российской высшей школой на примере программы «Приоритет-2030» и Проекта «5 в 100».

Оценка качества и рисков управленческих решений (УР), принимаемых в рамках проектно-ориентированного управления по программе «Приоритет-2030». Программу «Приоритет-2023» инициировал министр науки и высшего образования России Фальков В.Н. Правительство РФ своим распоряжением от 31.12.2020 г. № 3697-р поддержало эту инициативу о реализации в 2021 – 2030 гг. программы стратегического академического лидерства, предусматривая при этом дополнительное госбюджетное субсидирование программ развития вузов-участников. В соответствии с постановлением Правительства РФ № 729 от 13.05.2021 в 2021 г. был проведен

[3]Сайт Президента России: http://www.kremlin.ru/acts/bank/45726 (дата обращения 10.05.2022).

конкурсный обор российских вузов для участия в программе «Приоритете-2030»[4].

По результатам конкурсного отбора в ней принимают участие 131 российский вуз - 110 из них получают базовую часть гранта в размере 100 млн. руб. в год; 12 вузов получают финансирование по дальневосточному треку в размере 71,25 млн. руб. в год, еще 9 вузов участвуют в статусе «кандидат». Специальную часть гранта в размере до 1 млрд руб. в год получают 48 вузов из 22 регионов России, прошедшие отдельный конкурсный отбор в 2022 г. 17 из них получают финансирование по треку «Исследовательское лидерство», еще 31 — по треку «Территориальное и (или) отраслевое лидерство»[5].

Оценку качества и рисков управления по программе «Приоритет-2030» определим через качество УР по следующим, например, трем критериям: цель проекта определена ясно, понятно и измеримо; источники и объем финансового обеспечения проекта определены, обоснованы и достаточны для достижения заявленной цели; показатели эффективности реализации программы «Приоритет-2030» обоснованы, измеримы и согласованы с приоритетами государственной образовательной политики.

Цель программы «Приоритет-2030». Отметим, что в разных документах федерального уровня и на официальных сайтах цель программы «Приоритет-2030» сформулирована по-разному. На сайте Минобрнауки РФ цель сформулирована так – к 2030 г. сформировать в России более 100 прогрессивных современных университетов - центров научно-технологического и социально-экономического развития страны»[6]. При этом нигде не поясняется, что такое «прогрессивные» и «современные» университеты; какими признаками должны обладать вузы, чтобы являться «научно-технологическими и социально-экономическими центрами развития страны». Из вышеизложенного следует, что в официальных документах федерального уровня при формулировке целей и задач программы «Приоритет-2030» допущены серьезные ошибки - в разных документах цели сформулированы по-разному.

Качество УР, принимаемого в рамках проектно-ориентированного управления этой программой по критерию «ясность формулировки целей», может быть описано через риск как неопределенную возможность недостижения целей программы «Приоритет-2030», обусловленную нечеткой формулировкой самих целей и задач программы. Как показывает проведенный анализ, этот риск является очень высоким, поэтому качество управленческого решения, связанного с формулировкой целей программы «Приоритет -2030», оценивается как неудовлетворительное.

---

[4] Сайт программы «Приоритет-2030»: https://priority2030.ru/ дата обращения 10.05.2022)].
[5] Сайт программы «Приоритет 2030» https://priority2030.ru/ дата обращения 10.05.2022)
[6] Официальный сайт Минобрнауки России [Электронный ресурс] URL: https://minobrnauki.gov.ru/action/priority2030/ (дата обращения 10.05.2023).

Финансовое обеспечение программы «Приоритет-2030». Анализ документов федерального уровня показал, что финансовое обеспечение этой программы осуществляется в рамках мероприятий Нацпроекта «Наука и университеты», Госпрограммы «Научно-технологическое развитие РФ», Госпрограммы «Цифровая экономика РФ», федерального проекта «Кадры для цифровой экономики» и не поддерживается из Госпрограммы «Развитие образования в РФ»[7] (в ред. Постановления Правительства РФ от 07.10.2021г. № 1701). При этом финансирование программы «Приоритет-2030» предусмотрено лишь на период с 2022 по 2024 гг., а не на весь период ее реализации до 2030 г., что подтверждает отсутствие обоснованности, приоритетности и самого финансирования на весь период реализации этой программы. Из вышесказанного следует, что качество УР, принимаемого в рамках проектно-ориентированного управления по финансовому обеспечению программы «Приоритет-2030», к сожалению, оценивается как неудовлетворительное, так как описывающий его (качество) риск неспособности обеспечить приоритетность финансового обеспечения данного проекта оценивается как высокий.

Показатели эффективности реализации программы «Приоритет-2030». Детальный анализ паспорта госпрограммы «Научно-технологическое развитие РФ», в рамках которой в значительной степени финансируется программа «Приоритет-2030», показал, что среди ключевых показателей финансирования науки присутствуют, например, такие показатели, как «Доля внутренних затрат на НИОКР в ВВП РФ» (рост от 1.03% в 2022 г. до 1,64% в 2030 г.), «Удельный вес бюджетных расходов на фундаментальные исследования в ВВП» (на уровне 0.14%). При этом совершенно отсутствуют аналогичные показатели финансирования системы высшего образования, которые бы доказывали, что программа «Приоритет-2030» приоритетное финансирование высшей школы России предусматривает. Более того, среди показателей полностью отсутствует показатели приоритетности роста заработной платы научных сотрудников и профессорско-преподавательского состава, а также стипендий аспирантов и студентов в российских вузах, что противоречит приоритетам государственной образовательной политики. В таких условиях финансирования программы «Приоритет-2030» и высшей школы России в целом невозможно будет достичь ряда национальных целей, включая следующую - достижение Российской Федерацией по объему научных исследований и разработок, в том числе за счет создания эффективной системы высшего образования, к 2030 г.7-го места в мире. Из вышесказанного следует, что качество УР принимаемого в рамках проектно-ориентированного управления по выбору ключевых показателей эффективности реализации программы «Приоритет-2030», к сожалению, оценивается как неудовлетворительное, так как соответствующий этому управленческому решению риск неспособности обеспечить обоснованный

[7]Портал Госпрограмм РФ: https://programs.gov.ru/Portal/home (дата обращения 10.05.2023)

выбор ключевых показателей эффективности программы «Приоритет-2030» оценивается как высокий.

Проведенный анализ показал, что качество целого ряда управленческих решений по разработке и реализации программы «Приоритет-2030» в рамках проектно-ориентированного управления оценивается как низкое. При этом вероятность реализации рисков, описывающих качество принимаемых управленческих решений, является высокой. Каждый из названных выше рисков является системным, так как его реализация может привести не только к невыполнению программы «Приоритет-2030», но и к существенным негативным последствиям как для вузов – участников этой программы, так и для всей российской высшей школы. В частности, например, к 2030 году в высшей школе России может произойти существенное сокращение числа государственных вузов, уменьшение контингента студентов, обучающихся на госбюджетной основе, а также значительное сокращение численности профессорско-преподавательского состава в государственных вузах.

Проект «5 в 100» (2012 – 2020) - оценка качества и рисков управления. Проект был инициирован Указом Президента РФ от 07.05.2012 г. № 599, которым Правительству РФ было поручено обеспечить «вхождение к 2020 г. не менее пяти российских университетов в первую сотню ведущих мировых университетов согласно мировому рейтингу университетов». Правительство РФ отобрало 23 ведущих российских вуза, которым за время реализации этого Проекта (2012 – 2020 гг.) было дополнительно выделено целевым образом на повышение своей конкурентоспособности из государственного бюджета субсидии общим объемом почти 100 млрд. рублей. Однако, Правительство РФ не выполнило поручения Президента РФ и не обеспечило достижение целей Указа № 599 – по завершению Проекта в 2020 г. только один российский вуз – МГУ, попал в Топ 100 рейтингов ARWU (93 позиция) и QS (74 место). Никакой другой российский вуз не попал даже в Топ 200 ни одного из общих авторитетных рейтингов мира, а вузы-участники Проекта – БФУ, 1-й МГМУ и ТюмГУ, не вошли даже в Топ 1000 ни одного из рейтингов ARWU, QS и THE [5].

Низкое качество управленческих решений, принимаемых в рамках проектно-ориентированного управления по Проекту «5 в 100» Правительством РФ и Минобрнауки России, привело к проявлению целого ряда отрицательных, негативных последствий для всей высшей школы России, которые являются реализацией рисков, являющихся системными для всего российского высшего образования - их реализация нанесла развитию российской высшей школы ощутимый вред. Среди них: риск неспособности достижения целей Проекта; риск неспособности обеспечить устойчивое и приоритетное развитие российской высшей школы; риск неспособности ресурсного обеспечения Проекта «5 в 100» и всей высшей школы России; риск неспособности улучшить материальное положение и общественный статус научно-педагогических работников государственных вузов России. За время реализации Проекта «5 в

100» число государственных вузов с 653 сократилось до 497 (на 24%); контингент госбюджетных студентов с 2619 тыс. чел. снизился до 1905 тыс. чел. (на 27,3%); численность ППС в российских вузах с 356,8 тыс. чел. сократилась до 223,1 тыс. чел. (на 37,5%). Численность аспирантов снизилась на 40%, составив 93,5 тыс. человек, при этом резко уменьшилась доля выпускников аспирантуры с защитой диссертации в срок – она упала до 12%. Доля государственных расходов на образование в ВВП с 4,3% на момент начала Проекта снизилась до 3,7% в 2020 г. [5].

Проведенный анализ управленческих решений, принимаемых в рамках проектно-ориентированного управления при разработке программ развития высшей школы России, показал неэффективность проектного подхода к планированию ее развития и необходимость применения других методов управления развитием российской высшей школы. Так, применение методов интеллектуального анализа ключевых финансово-экономических и количественных показателей развития высшей школы России по данным за 2012 г. позволило авторам заблаговременно сделать достоверный прогноз о том, что Проект «5 в 100» по объективным показателям является несвоевременным, нереалистичным и достижение стратегических целей этого Проекта в 2020 году будет невозможным [6].

Заключение. Проведенный анализ принципов проектно-ориентированного управления российской высшей школой, а также результатов разработки и реализации программы «Приоритет-2030» и Проекта «5 в 100», убедительно показал, что само содержание этих принципов, применяемое в отношении любого из этих проектов, ведет к появлению рисков невыполнения этих проектов, что, в конечном итоге, ведет к появлению системных рисков для всей высшей школы России и может привести к существенным негативным последствиям ее развития и полной деградации.

Представляется целесообразным в государственной образовательной политике и практике реализации крупномасштабных государственных программ и проектов в высшей школе России в будущем использовать другие методы управления и, в первую очередь, методы интеллектуального анализа данных, которые позволяют еще на предварительном этапе разработки этих программ и проектов получить объективную оценку достижимости целей, которые ставятся перед ними.

Литература

1.Российские университеты в условиях цифровизации: математические и инструментальные методы оценки качества управления: монография / под общ. ред. В.Г. Халина. – М.: Проспект, 2019. – 896 с.

2.Чернова Г. В. Кудрявцев А. А. Управление рисками: учеб. пособие. М. : ТК Велби; Проспект, 2007.

3.Халин В.Г., Чернова Г.В. Классификация методов управления экономическим риском // Страховое дело. 2013. — № 8, С. 43-48.

4.Анохина Е.М., Косов Ю.В., Халин В.Г., Чернова Г.В. Системные риски управления при реализации государственной политики в области образования и науки: анализ проблемной ситуации, риски и их идентификация // Управленческое консультирование. 2016. № 10 (94). С. 8-26.

5.Чернова Г.В., Халин В.Г. Проект «5 в 100»: системные риски государственного управления и их реализация // Управление риском. 2021. №2 (98). С. 3-15.

6.Забоев М.В., Халин В.Г., Чернова Г.В., Юрков А.В. Интеллектуальный анализ данных в управлении российской высшей школой // Прикладная информатика. 2022. Т.17. № 4. С. 17–36. DOI: 10.37791/2687-0649-2022-17-4-17-36

В.Г. Чернов, д. э. н., проф.
(Владимирский государственный университетимени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, г. Владимир)

ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В СИТУАЦИЯХ С НЕЧЕТКИМИ УСЛОВИЯМИ

Для решения большого количества задач исследования операций может быть использована одна из, ниже перечисленных формальных моделей:

1-игры, представляющие двухсторонние конфликтные ситуации (S1);

2-так называемые игры с природой (S2):

3-задачи принятия решений в условиях неопределенности (S3):

4-задачи многокритериального альтернативного выбора (S4).

Все четыре задачи могут заданы тройкой

$$\left\langle X_{S_i} = \left\{x_{j_{s_i}} : j = \overline{1,J_{s_i}}\right\}, Y_{S_i} = \left\{y_{k_{s_i}} : k = \overline{1,K_{S_i}}\right\}, R_{S_i}(X,Y)\right\rangle, i = 1,2,3,4,$$

где для S1 X_{S_1}, Y_{S_1} -множества стратегий игроков, R_{S_1} - платежная матрица;

для S2 X_{S_2} - множество стратегий рационально действующего ЛПР (статистика), Y_{S_2} - множество состояний природы, R_{S_2} - матрица результатов выбора при конкретном состоянии природы;

для S3,S4 X_{S_3}, X_{S4} - соответствующие множества возможных решений ЛПР, Y_{S_3}, Y_{S_4} - множество критериев оценки, R_{S_3}, R_{S_4} - матрицы оценок критериального соответствия.

Несмотря на определенные различия в этих задачах имеются общие компоненты – это присутствие, по крайней мере, одного рационального участника с собственными интересами и матрица оценок последствий возможных решений.

В традиционной постановке для решения этих задач используются различные методы.

Антагонистические игры в классическом варианте решаются на основе положения о так называемом общем знании [1]:игра со всеми правилами известна игрокам и каждый из них знает, что все участники осведомлены о том, что известно остальным партнерам по игре. Итакоеположениесохраняетсядоконцаигры.

Выполнение этого положения в той или иной степени предполагается в традиционных методахрешениясформулированных выше задач. В так называемых играх с природой предполагается, что рациональной стороне известно множество состояний природы и распределение вероятностей на нем. При этом отсутствуют какие-либо возможности доказать полноту этого

множества. Существуют ситуации, когда возможна идентификация закона распределения вероятностей состояний природы. Однако не менее часто такие возможности отсутствуют и соответствующие вероятности определяются экспертами. Экспертным оценкам принципиально свойственна неопределенность,т.е. рассчитывать на полноту знаний об условиях принятия решений очевидно не стоит.

В задачах принятия решений в условиях неопределенности, многокритериального альтернативного выбора наилучший выбор основан на различных вариантах обработки платежных матриц, элементы которых - это набор точечных числовых оценок, т.е. в неявном видепредполагается в несколько измененном виде выполнение положения о общем знании.

Существует целый ряд обстоятельств [2], не позволяющих утверждать, что заданиезначений элементов платежных матриц в форме точечных оценок не в полной мере представляют реальные оценки последствий возможных решений.

В ситуациях, требующих принятия решений, когда в исходных данных присутствуютнеопределенности нестатистического характера, в качестве аппарата их формализации и выбора наиболее подходящих решений вполне обоснованным будет применение аппарата нечетких множеств.

Следует отметить, что одним из первых это утверждение сформулировал D. Butnariu[3].

В настоящее время известно очень большое количество исследований попреимущественно, антагонистическим нечетким играм, для которых общим является то, что они, не смотря на заявленную нечеткость, остаются в рамках классической теории. Все эти работы можно разделить примерно на две группы:

в – первой путем формальных преобразований, заменой нечетких оценок их модальными значениями, использованием α- разбиения от нечеткой игры переходят к нечеткой;

во – второй для конкретных типов функций принадлежности различными методами, например нечеткого линейного программирования находят смешанные стратегии.

Методы первой группы особого интереса не представляют,т.к. декларируемая в начале задачи нечеткость, по существу, отбрасывается. Во второй группе вызывает вопросы ориентация на смешанные стратегии.

В антагонистических играх их использование в качестве возможного варианта можно рассматривать как средство сохранения в тайне от конкурента возможных решений. В тоже время трудно представить, что практикующий менеджер будет полагаться при выборе стратегии на механизм случайного выбора. Кроме того, для смешанных стратегий необходимо выполнение еще одного условия- многократная реализация игры при неизменных условиях, что в общем случае при нечетких параметрах игры выполнить невозможно.

Например, нечеткие элементы платежной матрицы имеют трапецеидальные функции принадлежности (ФП) (рис.1). Это указывает на то,

что при каждой новой реализации игры могут появиться любые значения из интервала $[x_{ij}^1, x_{ij}^2]$. При этом отсутствуют какие-либо доказательства, какое значение будет иметь место в конкретный момент принятия решения.

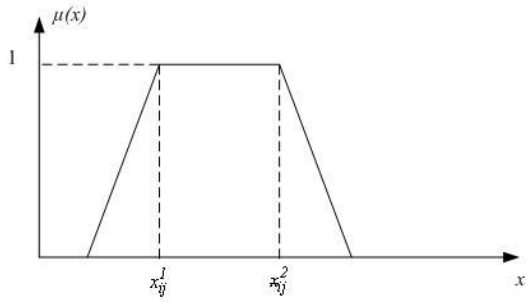


Рис.1. Трапецеидальная функция принадлежности нечеткого элемента платежной матрицы.

Рассмотрим в общем виде задачу нахождения смешанной стратегии в нечеткой игре путем сведения ее к задаче линейного программирования, которая начинается с соотношений

$$\sum \tilde{a}_{ij} p_i \geq \tilde{\nu}, \quad \sum p_j = 1, p_{ij} \geq 0, \qquad (1)$$

где $\tilde{a}_{ij}$ – нечеткие элементы платежной матрицы; $\tilde{\nu}$ – нечеткая цена игры.

Согласно классической теории необходимо найти такие числа p_i(смешанную стратегию), которые обеспечат игроку результат, равный цене игры.

В нечеткой формулировке (1) имеется, по крайней мере, двойная неопределенность, нечеткие элементы с функциями принадлежности $\mu_{a_{ij}}(x)$ и ограничения с ФП $\mu_{\nu}(z)$.Подход на основе линейного программирования подходит только для игр с нулевой суммой. В общем случае, при нечетких значениях элементов платежной матрицы результат выбранных игроками стратегий будет нечетким. Пусть $\tilde{A} = \{\mu_{\tilde{A}}(x) / x \in X\}$нечеткий выигрыш первого игрока, $\tilde{B} = \{\mu_{\tilde{B}}(x) / x \in X\}$проигрыш второго. Для получения нулевой суммы необходимо равенство $\tilde{A} = \tilde{B}$, что может быть только тогда, когда $\mu_{\tilde{A}}(x) = \mu_{\tilde{B}}(x)$ для $\forall x \in X$,что обеспечить невозможно в силу особенностей нечеткой математики. Необходимо также отметить, что если для четких вероятностей известен способ их генерации, то для нечетких такого способа нет.

Известны варианты нахождения смешанных стратегий только для линейно-кусочных ФП нечетких элементов платежных матриц и поэтому полученные результаты лишены общности. Представляется, что нечеткие интерпретации классических методов -этобольше повод для достаточно сложных математических упражнений, чем результаты с практическими перспективами.

В общем случае для моделирования различного уровня неопределенности в оценках элементов платежной матрицы возможно использование различных видов ФП.В этих условиях известные методы использовать не получится.

Примерно аналогичная ситуация будет иметь место и в остальных задачах при обработке платежных матриц.

Вместе с тем, в играх с природой возникает еще одна задача- учет влияния вероятностей ее состояний, если соответствующие значения заданы нечетко. В классической постановке значения вероятностей выполняют роль весовых коэффициентов при расчете усредненных оценок возможных решений. В нечетких условиях влияние соответствующих вероятностей отражается в изменении истинности оценок элементов платежной матрицы. Если вероятности заданы, например в форме нечетких чисел, то их влияние можно учесть с помощью операции клипирования (Clip), при которой значение ФП ограничивается на уровне,соответствующем модальному значению нечеткой вероятности, либо умножением ФП на аналогичную величину. Отличие состоит в том, клипирование изменяет вид ФП, умножение сохраняет. Если значения вероятностей задаются в виде лингвистических утверждений, то необходимо дополнительное преобразование, чтобы выполнить указанные действия, в качестве которого предлагается вычисление точечных значений, предложенных R. Yagger [4].

В любой из указанных в начале задач финальным этапом будет обработка платежных матриц. При этом применение традиционных методов возможно только в частных случаях.

В нечеткой постановке при выборе наилучшего результата предлагается руководствоваться следующим принципом: независимо от складывающихся условий надо найти решение, дающее по возможности наилучший результат. Это означает, например, что в антагонистических играх при заданной нечеткости может быть найдена, по крайней мере, одна чистая стратегия с наилучшим результатом. Для реализации сформулированного принципа для каждого из возможных решений необходимо вычисление интегральной оценки на всем множестве условий.

В нечеткой таблицеFuzzyCalc фирмы FuzzyWareопределено преобразование FztoTriangle, заменяющее нечеткое множество с произвольной ФП на эквивалентное с треугольной ФП. Эквивалентное нечеткое множество строится по следующему правилу- координата его центра тяжести и ширина носителя совпадают с соответствующим параметрами исходного нечеткого множества. Координата модального значения определяется из известного соотношения для расчета координаты центра тяжести треугольника

$$x_{imod} = 3CG_i - (x_{imax} + x_{imin}).$$

Предлагается применять это преобразование не к отдельному нечеткому элементу платежной матрицы, а ко всей их совокупности, образующей строку (столбец при необходимости) матрицы как к единой нечеткой системе.

Границы носителя для *i*-й строки платежной матрицы– это $[x_{ij\,min}, x_{ij_{max}}]$,для *j*-го столбца. $[x_{jimin}, x_{jimax}]$.

Координата центра тяжести эквивалентного множества *i*-ой строки

$$CG_i = \frac{\sum_j \sum_{x_k = x_{ij\,min}}^{x_{ij\,max}} \mu_{ij}(x_k)x_k}{\sum_j \sum_{x_k = x_{ij\,min}}^{x_{ij\,max}} \mu_{ij}(x_k)}, \text{столбца } CG_j = \frac{\sum_i \sum_{x_k = x_{ij\,min}}^{x_{ij\,max}} \mu_{ij}(x_k)x_k}{\sum_i \sum_{x_k = x_{ij\,min}}^{x_{ij\,max}} \mu_{ij}(x_k)}.$$

Следует отметить, что на значение координата центра тяжести влияет не только положение функций принадлежности на области определения, ширина их носителя, но и вид ФП,т.е. учитываются неопределенности соответствующих оценок. Рис. 2 демонстрирует результаты применения преобразования *FztoTriangle*к двум строкам *i*–ой и *k*–ой строкам некоторой платежной матрицы. Элементы этих строк имеют различные ФП и их положение, чем моделируются различные уровни неопределенности соответствующих оценок, от которых зависят и координаты центров тяжести эквивалентных нечетких множеств.

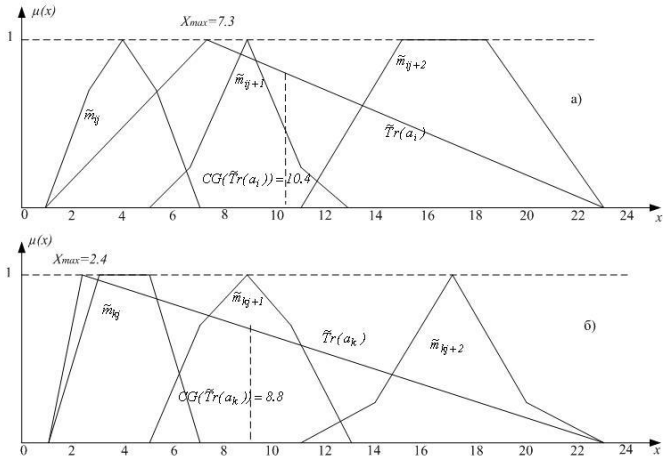


Рис.2 Преобразование *FztoTriangle.*

Координата максимума соответствующих эквивалентных нечетких множеств

$$x_{imod} = 3CG_i - (x_{i\,max} + x_{i\,min}),\ x_{jmod} = 3CG_j - (x_{j\,max} + x_{j\,min}).$$

Для выбора наилучшего решения сравниваются соответствующие эквивалентные нечеткие оценки, треугольный вид ФП которых значительно упрощает эту процедуру.

Заключение. Предлагается метод нахождения наилучшего решения в условиях с нечеткими исходными данными без ограничений на вид их ФП, который может быть использован в ситуациях, требующих принятия решения, которые могут быть формализованы как антагонистические игры, игры с природой, задачи принятия решений в условиях нестатистической неопределенности, многокритериального альтернативного выбора.

Список литературы

1.Myerson R.B.Game theory: analysis of conflict.London. Harvard:Harvard University Press, 1997, 584 p.

2. Сигал А. В. Теоретико-игровая модель принятия инвестиционных решений. Ученые записки Таврического национального университета имени. В.И. Вернадского, серия «Экономика и управление», 2011,№1,т. 24(63), с.193-205.

3.Butnariu D. Fuzzy games: a description of concept// Fuzzy Sets and System.1978. №1.P.181-195.

4. Yager R.R. Multicriteria decisions with soft: an application of fuzzy set and possibility theory/R.R. Yager // Fuzzy Mathematics. –1982. –Vol.2. –№ 2. – Pt.1.– P.21–28; Vol.2.– № 3.– Pt.2. –P.7-16.

А.Ф. Шориков, д.ф.-м.н., проф.
(Институт экономики УрО РАН, г. Екатеринбург)

ОПТИМИЗАЦИЯ ГАРАНТИРОВАННОГО РЕЗУЛЬТАТА ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ ВЫПУСКОМ ПРОДУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ

В докладе представлены результаты решения задачи оптимизации гарантированного результата (минимаксный подход) управления выпуском продукции предприятия на основе конкретной модели в виде системы линейных дискретных рекуррентных уравнений. Основными параметрами в рассматриваемой модели динамики изучаемого процесса являются фазовый вектор системы, вектор управляющего воздействия и вектор, описывающий априори неопределенный спрос (вектор спроса) на продукцию предприятия. Качество процесса управления оценивается выпуклой целевой функцией, значения которой определены на финальных фазовых векторах модели. В докладе представлены математическая формализация задачи минимаксного программного управления [1-3] выпуском продукции предприятия и предлагаемая общая схема ее решения, которая основывается на результатах, изложенных в работе [3].

На заданном целочисленном промежутке времени (далее просто – промежутке времени) $\overline{0,T}$ ($T \in \mathbf{N}$, здесь и далее, $\mathbf{N}$ – множество всех натуральных чисел) рассматривается процесс управления производством продукции предприятия, динамика которого описывается следующей системой линейных дискретных рекуррентных уравнений

$$\begin{cases} y(t+1) = H(t)y(t) + \bar{u}(t) - \bar{s}(t),\ y(0) = \mathbf{0}_{\bar{n}},\ \bar{s}(0) = \bar{s}_0, \\ z(t+1) = R(t)z(t) + v(t) - \bar{A}(t)\bar{u}(t),\ z(0) = z_0, \\ k(t+1) = \gamma(t)k(t) + \alpha \cdot \left(\langle c(t), \bar{s}(t) \rangle_{\bar{n}} - \langle q(t), l(t) \rangle_m - \langle p(t), y(t) \rangle_{\bar{n}} - \langle d(t), z(t) \rangle_m \right) - \\ - \beta(t) \cdot G, \\ k(0) = G + G_0, \\ Z(t+1) = Z(t) + \langle q(t), l(t) \rangle_m + \langle p(t), y(t) \rangle_{\bar{n}} + \langle d(t), z(t) \rangle_m + \beta(t)G, \\ Z(0) = \langle p(0), y(0) \rangle_{\bar{n}} + \langle d(0), z(0) \rangle_m,\ t \in \overline{0, T-1}. \end{cases} \quad (1)$$

Здесь $\bar{n}$ – общее количество видов готовой продукции предприятия, $\bar{n} \in \mathbf{N}$; m – общее количество типов материалов и ресурсов, из которых можно произвести данную продукцию, $m \in \mathbf{N}$; $y(t) = \left(y_1(t), y_2(t), ..., y_{\bar{n}}(t)\right)'$ – вектор объемов остатков готовой продукции, хранящейся на складах предприятия в период времени t, $y(t) \in \mathbf{R}^{\bar{n}}$ ($t \in \overline{0, T-1}$); здесь и далее, для $\delta \in \mathbf{N}$, $\mathbf{R}^{\delta}$ – δ-мерное векторное пространство векторов-столбцов, даже если из экономии

места они записаны в строку; $\mathbf{0}_{\bar{n}} = (\underbrace{0,0,\ldots,0}_{\bar{n}})' \in \mathbf{R}^{\bar{n}}$); $z(t) = \left(z_1(t), z_2(t),\ldots,z_m(t)\right)'$ – вектор объемов остатков производственных ресурсов, хранящихся на складах предприятия в период времени t, $z(t) \in \mathbf{R}^m$ $(t \in \overline{0,T-1})$; $\bar{A}(t) = \left\|\bar{a}_{ij}(t)\right\|_{\substack{i\in\overline{1,m}\\ j\in\overline{1,\bar{n}}}}$ – матрица норм затрат ресурсов в период времени t $(t \in \overline{0,T-1}$; $\bar{a}_{ij}(t)$ – количество ресурса i-го типа, необходимого для изготовления единичного объема продукции j-го вида $i \in \overline{1,m}$, $j \in \overline{1,\bar{n}}$; $\bar{u}(t) = \left(\bar{u}_1(t), \bar{u}_2(t),\ldots,\bar{u}_{\bar{n}}(t)\right)'$ – вектор интенсивностей производства готовой продукции в период времени t, $\bar{u}(t) \in \mathbf{R}^{\bar{n}}$ $(t \in \overline{0,T-1})$; $v(t) = \left(v_1(t), v_2(t),\ldots,v_m(t)\right)'$ – вектор интенсивностей пополнения складских ресурсов в период времени t, $v(t) \in \mathbf{R}^m$ $(t \in \overline{0,T-1})$; $\bar{s}(t) = \left(\bar{s}_1(t), \bar{s}_2(t),\ldots,\bar{s}_{\bar{n}}(t)\right)'$ – вектор прогнозируемых объемов спроса на готовую продукцию, выпускаемую в период времени t, $s(t) \in \mathbf{R}^{\bar{n}}$ $(t \in \overline{0,T-1})$; $\bar{s}_0 = \left(\bar{s}_1^{(0)}, \bar{s}_2^{(0)},\ldots,\bar{s}_{\bar{n}}^{(0)}\right)'$ – вектор начального объема спроса на готовую продукцию при реализации процесса управления в начальный период времени (при $t = 0$), $\bar{s}_0 \in \mathbf{R}^{\bar{n}}$; $z_0 = \left(z_1^{(0)}, z_2^{(0)},\ldots,z_m^{(0)}\right)'$ – вектор начального объема производственных ресурсов при реализации процесса управления в начальный период времени (при $t = 0$), $z_0 \in \mathbf{R}^m$; если в начале периода времени t $(t \in \overline{0,T-1})$ на складе имелись запасы готовой продукции в количестве $y(t)$, то к концу этого периода для реализации будет годна только ее часть, равная $H_{\bar{n}}(t)y(t)$, где $H_{\bar{n}}(t) = \left\|h_{jj}(t)\right\|_{j\in\overline{1,\bar{n}}}$ – есть диагональная матрица порядка $\bar{n}$, характеризующая «старение» продукции за этот период; из всех запасов производственных ресурсов, к концу периода t $(t \in \overline{0,T-1})$, для использования в производстве будет годна только их часть, равная $R_m(t)z(t)$, где $R_m(t) = \left\|r_{ii}(t)\right\|_{i\in\overline{1,m}}$ – диагональная матрица порядка m, характеризующая «старение» производственных ресурсов за этот период времени; финансовые средства для инвестиций в расширение производства в начальный период управления (при $t = 0$) предприятие предполагает формировать на основе банковского кредита в объеме G и собственных финансовых ресурсов G_0, отчисляемых от чистой прибыли и направляемых на расширение производства; $k(t)$ – количество доступных финансовых средств, имеющихся к началу периода t $(t \in \overline{0,T-1})$; $\gamma(t)$ – числовой коэффициент $(0 \le \gamma(t) \le 1)$, характеризующий «непредвиденные издержки» финансовых ресурсов за период t $(t \in \overline{0,T-1})$; α – коэффициент, учитывающий долю налоговых отчислений от прибыли; $\beta(t) = r/100 + \beta_o(t)$, здесь r – годовая процентная

ставка за пользование кредитом, $\beta_\partial(t)$ – доля возвращаемого кредита в период t ($t \in \overline{0,T-1}$); $c(t) = (c_1(t), c_2(t), ..., c_{\bar{n}}(t))'$ – вектор реальных закупочных цен на реализованную продукцию, произведенную предприятием в период времени t, $c(t) \in \mathbf{R}^{\bar{n}}$ ($t \in \overline{0,T-1}$); $q(t) = (q_1(t), q_2(t), ..., q_m(t))'$ – вектор реальных цен на производственные ресурсы, необходимые предприятию для производства продукции в период времени t, $q(t) \in \mathbf{R}^m$ ($t \in \overline{0,T-1}$); $p(t) = (p_1(t), p_2(t), ..., p_{\bar{n}}(t))'$ – вектор затрат предприятия на хранение на складе остатков готовой продукции в период времени t, $p(t) \in \mathbf{R}^{\bar{n}}$ ($t \in \overline{0,T-1}$); $d(t) = (d_1(t), d_2(t), ..., d_m(t))'$ – вектор затрат предприятия на хранение на складе остатков производственных ресурсов в период времени t, $d(t) \in \mathbf{R}^m$ ($t \in \overline{0,T-1}$); вектор $l(t) = = \left(\left\langle \bar{a}_1^{(1)}(t), \bar{u}(t) \right\rangle_{\bar{n}}, \left\langle \bar{a}_2^{(1)}(t), \bar{u}(t) \right\rangle_{\bar{n}}, \ldots, \left\langle \bar{a}_m^{(1)}(t), \bar{u}(t) \right\rangle_{\bar{n}} \right)' \in \mathbf{R}^m$ (здесь и далее, для $\delta \in \mathbf{N}$ символом $\langle a, b \rangle_\delta$ будем обозначать скалярное произведение векторов a и b в пространстве $\mathbf{R}^\delta$); вектор $\bar{a}_i^{(1)}(t) = = (\bar{a}_{i1}(t), \bar{a}_{i2}(t), \ldots, \bar{a}_{i\bar{n}}(t))' \in \mathbf{R}^{\bar{n}}$ ($i \in \overline{1,m}$); $Z(t)$ – общие суммарные издержки предприятия за t периодов времени ($t \in \overline{0,T-1}$).

Отметим, что параметры $\bar{A}(t)$, $H_{\bar{n}}(t)$, $R_m(t)$, $\bar{s}(t)$, $\bar{s}_0$, z_0, $c(t)$, $q(t)$, $p(t)$, $d(t)$, α, $\beta(t)$, $\gamma(t)$, G, G_0 в системе (1), для всех $t \in \overline{0,T-1}$ должны быть известны заранее (например, формироваться исходя из имеющихся статистических данных о рассматриваемом процессе, технических и экономических прогнозов и др. источников, путем применения методов оценивания данных и идентификации параметров рассматриваемой системы.

Ведем обозначения: $x(t) = (y_1(t), y_2(t), ..., y_{\bar{n}}(t), z_1(t), z_2(t), ..., z_m(t), k(t), Z(t))'$ – *фазовый вектор* системы (1) в период времени t, $x(t) \in \mathbf{R}^n$ ($t \in \overline{0,T}$), где $n = \bar{n} + m + 2$; $u(t) = (\bar{u}_1(t), \bar{u}_2(t), ..., \bar{u}_{\bar{n}}(t), v_1(t), v_2(t), ..., v_m(t))'$ – *вектор управляющего воздействия (управления)* системы (1) в период времени t, $u(t) \in \mathbf{R}^p$ ($t \in \overline{0,T-1}$), где $p = \bar{n} + m$ (p – количество технологических способов организации выпуска продукции предприятия, $p \le n$);

$s(t) = = \left(\bar{s}_1(t), \bar{s}_2(t), \ldots, \bar{s}_{\bar{n}}(t), \underbrace{0,0,\ldots,0}_{m} \right)'$ – *вектор количества спроса на продукцию предприятия* в период времени t, $s(t) \in \mathbf{R}^n$ ($t \in \overline{0,T}$); $A(t) = \left\| a_{ii}(t) \right\|_{i \in \overline{1,n}}$ – есть диагональная матрица размерности $(n \times n)$, характеризующая «старение» продукции и материалов за этот период времени; $B(t) = \left\| b_{ij}(t) \right\|_{\substack{i \in \overline{1,n} \\ j \in \overline{1,p}}}$ –

«технологическая матрица» производства продукции предприятия размерности $(n \times p)$.

Тогда, на основании системы (1), динамика рассматриваемого процесса выпуска продукции предприятия моделируется векторно-матричным линейным дискретным рекуррентным уравнением вида

$$x(t+1) = A(t)x(t) + B(t)u(t) - s(t),\ x(0) = x_0, s(0) = s_0,\ t \in \overline{0, T-1}, \qquad (2)$$

где элементы матриц $A(t)$ и $B(t)$, значения векторов x_0 и s_0 формируются на основании данных из системы (1).

Предполагается, что в рассматриваемом процессе управления выпуском продукции предприятия для каждого периода времени t, $t \in \overline{0,T}$, значения фазового вектора $x(t) = \left(x_1(t), x_2(t), \ldots, x_n(t)\right)' \in \mathbf{R}^n$ ограничены множеством $\mathbf{X}_*(t) \neq \varnothing$ – выпуклым многогранником-компактом в пространстве $\mathbf{R}^n$, определяющим имеющиеся в процессе производства *технико-экономические ограничения* на основные параметры продукции и материалов предприятия.

В рассматриваемом процессе управления для каждого периода времени t, $t \in \overline{0, T-1}$, значения вектора управления $u(t) = \left(u_1(t), u_2(t), \ldots, u_p(t)\right)' \in \mathbf{R}^p$, которым распоряжается *субъект управления – менеджер P*, ограничены множеством $\mathbf{U}_*(t) \neq \varnothing$ – конечным множеством из K_t векторов в пространстве $\mathbf{R}^p$, определяющим имеющиеся в процессе производства технико-экономические *ограничения на ресурсы управления* выпуском продукции предприятия, т.е. определяет *ресурсы (возможные сценарии) управления*.

Предполагается также, что в рассматриваемом процессе управления для каждого периода времени t, $t \in \overline{0, T-1}$, и фиксированного вектора управления $u(t) \in \mathbf{U}_*(t)$ менеджера P значения вектора спроса на продукцию предприятия $s(t) = \left(s_1(t), s_2(t), \ldots, s_n(t)\right)' \in \mathbf{R}^n$ ограничены множеством $\mathbf{S}_*(t; u(t)) \neq \varnothing$ – выпуклым многогранником-компактом в пространстве $\mathbf{R}^n$, определяющим *имеющиеся в процессе производства технико-экономические ограничения на спрос продукции предприятия*.

На основании систем (1), (2) и имеющихся ограничений на их параметры, в докладе описывается математическая формализация задачи оптимизации программного управления выпуском продукции предприятия в виде *многошаговой задачи минимаксного программного управления при наличии выпуклой целевой функции и неопределенного спроса*.

В работе предлагается общая схема решения рассматриваемой многошаговой задачи, которая осуществляется путем реализации конечной рекуррентной последовательности решений только одношаговых задач линейного и выпуклого математического программирования, конечной последовательности одношаговых операций над выпуклыми многогранниками-компактами (с конечным числом вершин) и алгебраических операций над

элементами конечномерных векторных пространств $\mathbf{R}^n$ и $\mathbf{R}^p$, а также решении одношаговой конечной дискретной оптимизационной задачи, т.е. путем выполнения только одношаговых операций, допускающих их алгоритмизацию.

Представленные в данной работе результаты, основываются на исследованиях [1-3] и могут быть использованы для экономико-математического моделирования решения других задач оптимизации управления производственными процессами, а также для разработки компьютерных приложений для автоматизации и поддержки принятия управленческих решений. Экономико-математические модели подобных процессов представлены, например, в работах [4-6].

Работа выполнена в соответствии с Планом НИР Института экономики УрО РАН.

Список литературы

1. Красовский Н.Н. Теория управления движением. М.: Наука, 1968.
2. Красовский Н.Н., Субботин А.И. Позиционные дифференциальные игры. М.: Наука, 1974.
3. Шориков А.Ф. Минимаксное оценивание и управление в дискретных динамических системах // Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 1997.
4. Тер-Крикоров А.М. Оптимальное управление и математическая экономика. М.: Наука, 1977.
5. Лотов А.В. Введение в экономико-математическое моделирование. М.: Наука, 1984.
6. *Е*мельянов А.А., Власова Е.А., Дума Р.В. Имитационное моделирование экономических процессов. Учебное пособие – М.: Финансы и статистика, 2014.

СОДЕРЖАНИЕ

1. *Алабугина Н.А., Вьюненко Л.Ф.* ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫМИ КОНФЛИКТАМИ *3*
2. *Борисов В.В., Исаев И.В.* МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МОЩНОСТИ ИНСОЛЯЦИИ НА ОСНОВЕ КОМБИНИРОВАННОЙ НЕЧЕТКОЙ МОДЕЛИ *7*
3. *Борисов В.В., Исаев И.В.* МЕТОД ВЫБОРА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ КОМПОНЕНТНЫХ МОДЕЛЕЙ СКОРОСТИ ВЕТРА В ГИБРИДНОЙ МОДЕЛИ ВЕТРОГЕНЕРАТОРА *11*
4. *Волкова В.Н., Логинова А.В.* ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ СОЗДАНИИ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩЕГО КОМПЛЕКСА *14*
5. *Зиганшин И.Р., Вьюненко Л.Ф.* ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ЭВАКУАЦИИ СОТРУДНИКОВ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ *20*
6. *Золотов А.А., Вьюненко Л.Ф.* АНАЛИЗ РАБОТЫ С ОБРАЩЕНИЯМИ ГРАЖДАН С ПОМОЩЬЮ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ *25*
7. *Константинов А.А., Вьюненко Л.Ф.* ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ИНФОРМАЦИОННО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА МАССОВОЕ СОЗНАНИЕ *29*
8. *Лабуткин И.А., Вьюненко Л.Ф.* ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РОЗЛИВА НАПИТКОВ В ТАРЫ *33*
9. *Панасенкова А.О., Рассказа Д.С.* РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ ГЕНЕРАТОРА СИГНАЛОВ РАЗЛИЧНОЙ ФОРМЫ *38*
10. *Пчельников В.Д., Булыгина О.В.* ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМА МУРАВЬИНЫХ КОЛОНИЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ БЮДЖЕТА НА МАРКЕТИНГОВЫЕ КОММУНИКАЦИИ *41*
11. *Романов Д.В., Вьюненко Л.Ф.* ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ОБСЛУЖИВАНИЯ ЗАЯВОК НА СОЗДАНИЕ ИТ-СЕРВИСОВ *43*
12. *Сорокин Е.А.* СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И АНТИКРИЗИСНОГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ВЫПУСКУ ПРОДУКЦИИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ *49*
13. *Сотниченко А.И., Вьюненко Л.Ф.* ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ ПОКУПАТЕЛЕЙ В СУПЕРМАРКЕТЕ *53*
14. *Сысоева Е.С., Халин В.Г.* ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ФИНАНСОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИОРИТЕТА-2030 ПО ТРЕКУ «ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ И(ИЛИ) ОТРАСЛЕВОЕ ЛИДЕРСТВО» *58*
15. *Терехина Е.А., Дроздецкий С.В.* ЭЛЕКТРОННОЕ УСТРОЙСТВО «ПОРТАТИВНАЯ ЭЛЕКТРО-БАРАБАННАЯ УСТАНОВКА» *64*
16. *Турсуналиева Б.Б., Вьюненко Л.Ф.* ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ *67*

УПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСАМИ КОМПАНИИ С ПОМОЩЬЮ CASH POOLING
17. *Халин В.Г., Чернова Г.В., Юрков А.В., Забоев М.В.* ПРОЕКТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ КАК ФАКТОР СИСТЕМНОГО РИСКА РОССИЙСКОЙ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ *71*
18. *Чернов В.Г.* ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В СИТУАЦИЯХ С НЕЧЕТКИМИ УСЛОВИЯМИ *78*
19. *Шориков А.Ф.* ОПТИМИЗАЦИЯ ГАРАНТИРОВАННОГО РЕЗУЛЬТАТА ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ ВЫПУСКОМ ПРОДУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ *83*

Научное издание

ЕМЕЛЬЯНОВСКИЕ ЧТЕНИЯ.
ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В УПРАВЛЕНИИ – 2023

Сб. трудов научного семинара

Подписано в печать 01.08.2023 г.
Формат 60x84$^{1}/_{16}$. Тираж 100 экз. Печ. л. 5,4.

Издательство «Универсум»
Отпечатано в издательском секторе филиала МЭИ в г. Смоленске
214013 г. Смоленск, Энергетический проезд, 1

ISBN 978-5-91412-517-9