

СИСТЕМА АГЕНТ-ОРИЕНТИРОВАННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КЛАСТЕРОВ ПРЕДПРИЯТИЙ С УЧЁТОМ НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ

А. С. ШУРЫГИН • Е. А. МАКАРОВА

Аннотация. В статье рассматривается задача обеспечения успешного функционирования и развития предприятий различных кластеров в условиях действующей системы налогообложения. Кластеры состоят из малых предприятий различных отраслей. Применяется методология агент-ориентированного моделирования. Разработана имитационная агент-ориентированная система функционирования малых предприятий. Представлены результаты имитационных экспериментов с агент-ориентированной моделью для оценки возможности функционирования кластеров предприятий и принесения прибыли при действующих и сниженных налоговых ставках.

Ключевые слова: агент-ориентированное моделирование; налоговая ставка; имитационный эксперимент.

ВВЕДЕНИЕ

Вопрос уровня собираемости налогов, их рациональное и продуктивное использование является главным и всегда актуальным для любого государства. Налоги сегодня – это ключ к существованию любого государства, и конечно же, правительство каждой страны хочет максимизировать налоговую прибыль, чтобы впоследствии обеспечить не только безопасность своего народа, но и достойный уровень жизни и образования, наличие духовных и материальных ценностей. Неразрывно вместе с тем поддержание успешного функционирования, развитие и увеличение денежной прибыли является целью каждого существующего коммерческого предприятия [1–3].

Чрезмерно высокие налоговые ставки могут впоследствии привести предприятие к банкротству, что также негативно сказывается на благосостоянии государства. Решением проблемы регулирования налоговых ставок и формирования стимулирующих мер для развития бизнеса занимаются ученые, предприниматели, руководители предприятий и государственные управленцы.

Оказать помощь в принятии важных финансовых решений может система имитационного агент-ориентированного моделирования. На модели можно изучать и анализировать следствия принятия решений без опасных нежелательных последствий для экономики [4, 5]. Если разработать модель, наиболее полно и адекватно соответствующую реальной текущей экономической ситуации в сфере налогообложения, то в перспективе на предприятиях могут начать появляться целые небольшие отделы прогнозирования и моделирования работы предприятий. В них смогут работать специальные эксперты в области имитационного моделирования, которые будут с помощью имитационной модели рассматривать и анализировать разные варианты течения событий, отвергать возможность принятия решений, которые с большой долей вероятности могут привести к наиболее неблагоприятному исходу, выбирать наиболее безопасные, эффективные и продуктивные варианты развития событий, а также, в итоге, подсказывать руководству те или иные наиболее правильные управленческие решения в экономической сфере и сфере налогообложения, которые могут помочь в развитии предприятия и принесут выгоду как самому предприятию, так и впоследствии государственному бюджету страны [6, 7]. Такие модели, эксперты и отделы прогнозирования могут быть «на вес золота». Одним из важных

направлений моделирования является многоагентное моделирование, успешно применяемое в области управления социальными и экономическими системами [8–15]. Применение таких систем для реализации процедур сценарного анализа востребовано при формировании финансовой политики на мезо- и макроуровнях [16].

РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ АГЕНТ-ОРИЕНТИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Для решения рассматриваемой задачи разрабатывается система имитационного агент-ориентированного моделирования функционирования кластеров предприятий, которое выполняется на основе ранее разработанных моделей и методов поддержки принятия решений в области социально-экономических систем [17–21]. Эта агент-ориентированная модель отображает деятельность малых предприятий трёх разных кластеров: кластера торговых предприятий, кластера предприятий сферы услуг и кластера производственных предприятий. Для описания процесса взаимодействия пользователя с имитационной моделью была построена диаграмма прецедентов при помощи среды Rational Rose, изображённая на рисунке 1.

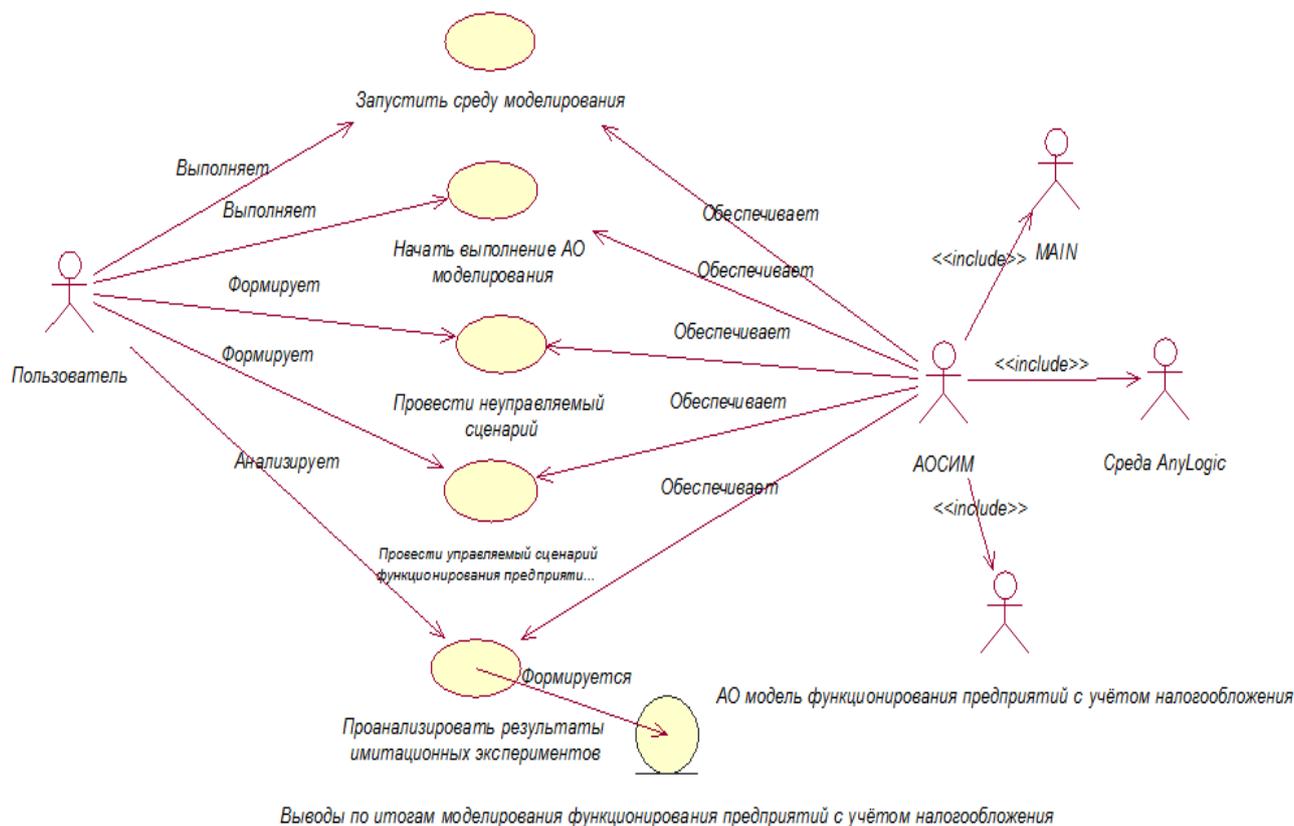


Рис. 1 Диаграмма прецедентов процесса взаимодействия пользователя и имитационной модели.

В рамках разработанной системы пользователь в первую очередь запускает среду моделирования AnyLogic с построенной моделью, после чего запускает её компиляцию. Пользователю предлагается провести имитационный эксперимент по неуправляемому сценарию с учётом действующих ставок налогообложения. После окончания имитации пользователь получает результаты проведённого имитационного эксперимента в виде графиков и таблиц MS Excel с числовыми данными о сборах налогов за весь период имитации. На основе полученной информации пользователь принимает решения в области стимулирующей налоговой

политики в виде изменения ставок налогообложения для каждого из трёх моделируемых кластеров предприятий по отдельности. Далее предлагается провести ещё один имитационный эксперимент, но уже по управляемому сценарию с учётом корректировок, внесённых пользователем. После выполнения второго эксперимента пользователь также получает информацию о его результатах в виде графиков и таблиц MS Excel. Далее предполагается проведение пользователем сопоставительного анализа результатов двух экспериментов и принятие решения на основе полученной информации.

Разработан алгоритм формирования налогов для кластера предприятий с учётом их периодичности (рисунок 2), который начинается с запуска имитации в среде AnyLogic. Переменной t присваивается значение 0 с той целью, чтобы впоследствии производить подсчёт прошедших календарных месяцев. Это необходимо для учёта периодичности уплаты налогов. После того как проходит один календарный месяц, переменной t соответственно присваивается значение $t + 1$, а сразу после этого предприятием осуществляются расчёт и оплата налогов. Затем выполняется проверка, получена ли информация о результатах проверки корректности оплаты налогов. Это делается по причине того, что уплаченная сумма налогов не всегда корректна и может превышать необходимую сумму либо быть меньше неё.

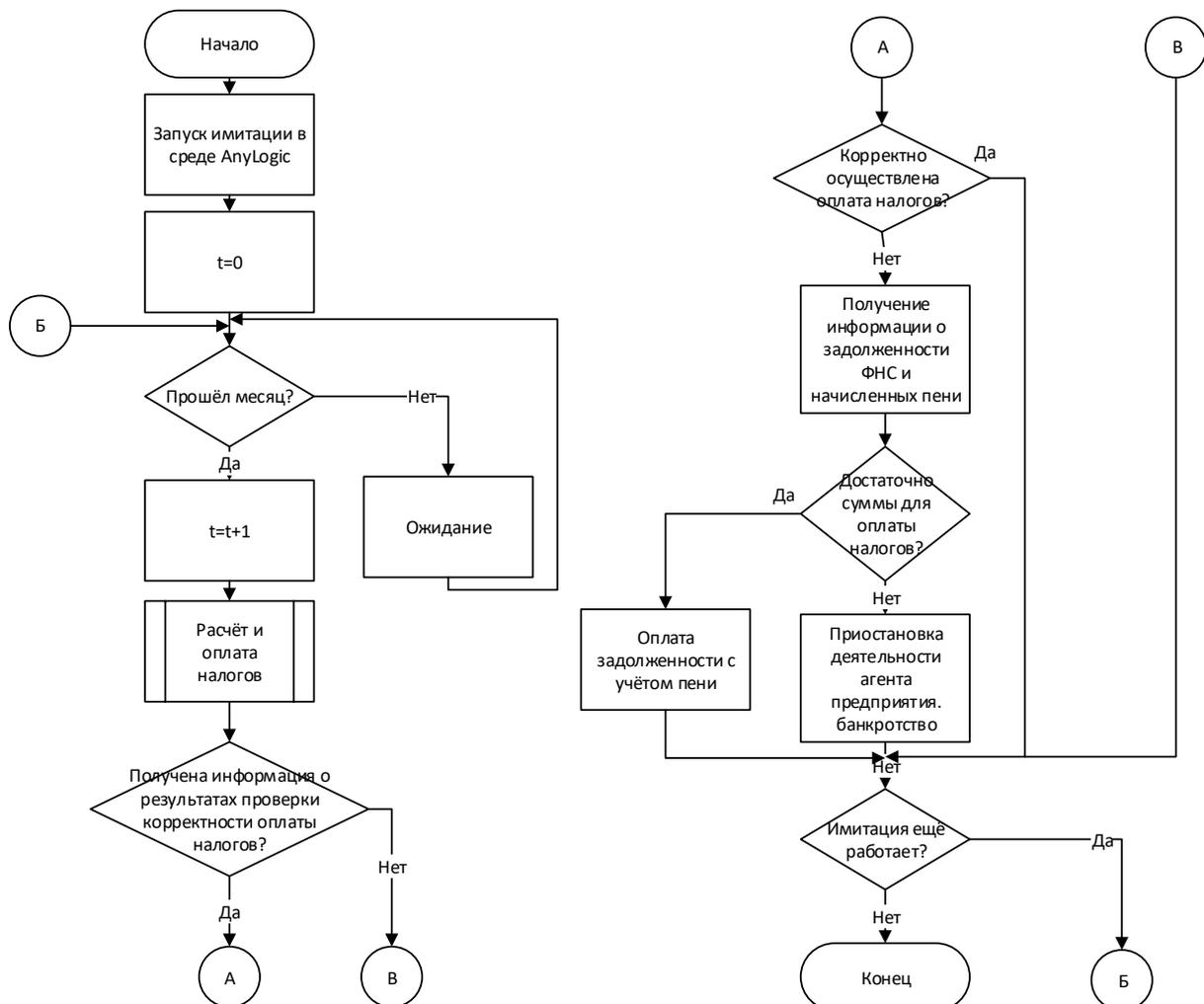


Рис. 2 Блок-схема алгоритма формирования налогов для кластера предприятий с учётом их периодичности.

Если информация о корректности оплаты была получена Федеральной налоговой службой, и оплата налогов была осуществлена корректно, то программа выполняет проверку, работает

ли имитация. Если имитация работает, начинается отсчёт нового месяца. В случае если оплата налогов оказалась некорректной, предприятие получает от Федеральной налоговой службы информацию о своей задолженности, а также о начисленном штрафе в виде пени, который необходимо будет оплатить позднее.

Если у предприятия недостаточно средств для погашения своего долга, то его деятельность приостанавливается, и предприятие считается банкротом. Если же средств для погашения долга достаточно, то предприятие осуществляет оплату задолженности, после чего выполняется проверка, работает ли имитация. Если имитация работает, то происходит отсчёт нового месяца, и цикл функционирования предприятия начинается заново.

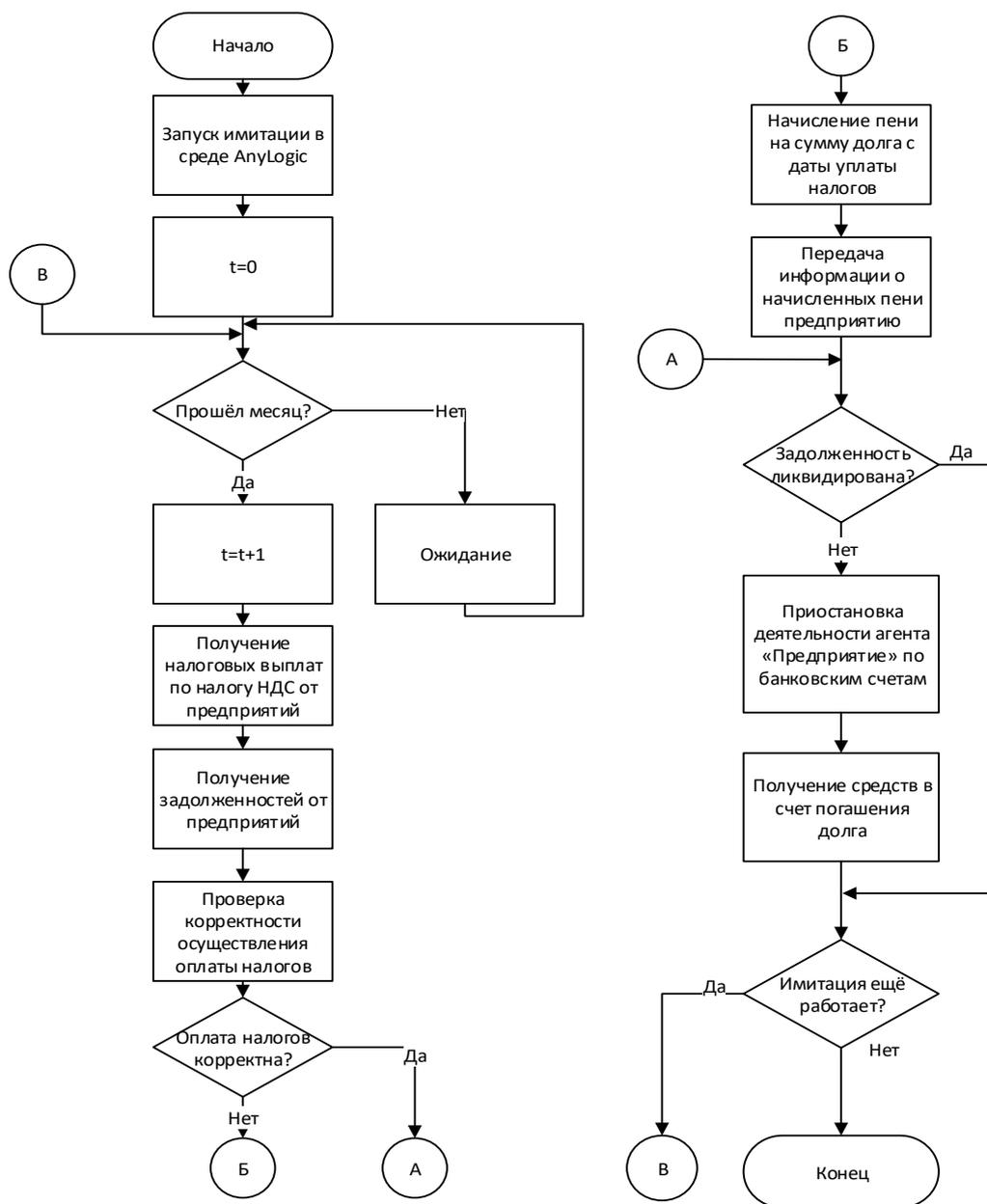


Рис. 3 Блок-схема алгоритма взаимодействия Федеральной налоговой службы с предприятиями.

На рисунке 3 представлена блок-схема, построенная с целью более наглядного отображения сущности взаимодействия малых предприятий, принадлежащих трём рассматриваемым кластерам, с Федеральной налоговой службой. В приведённой блок-схеме также учитываются

процесс формирования налогов для предприятий, их корректный расчёт и процедура начисления штрафа в виде пени с учётом периодичности.

ПРОВЕДЕНИЕ ИМИТАЦИОННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Было проведено два имитационных эксперимента. Первый эксперимент выполнен в режиме неуправляемого сценария с налоговыми ставками, соответствующими действующей системе налогообложения. Второй имитационный эксперимент выполнен в режиме управляемого сценария с корректировкой налоговых ставок, на основе результатов, полученных в ходе проведения первого эксперимента. Оба эксперимента проводятся для трех вышеперечисленных кластеров предприятий различных сфер деятельности, каждый кластер содержит 15 предприятий. Моделируемый период составляет 90 месяцев. Результаты проведённых двух имитационных экспериментов представлены далее (рисунки 4 и 5).

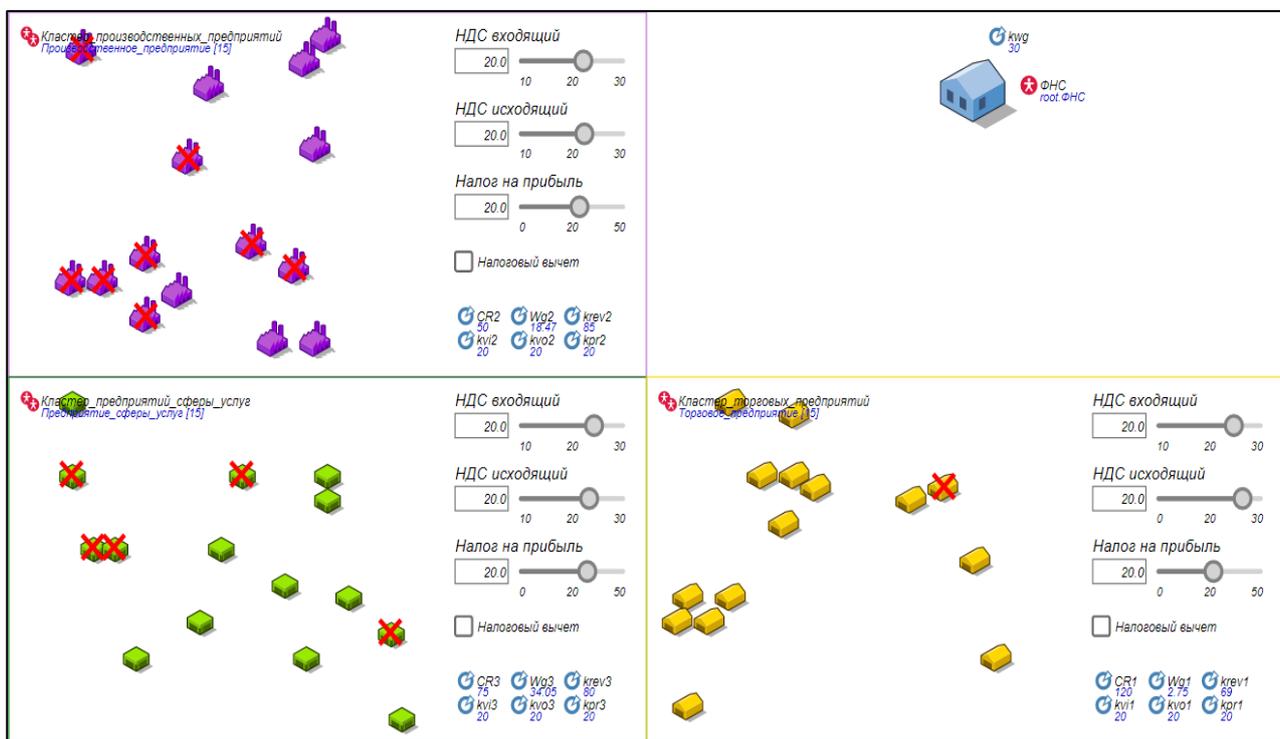


Рис. 4 Результаты эксперимента по неуправляемому сценарию.

На рисунке 4 представлены графические результаты первого эксперимента. В ходе него в каждом из кластеров были выявлены предприятия, которые не выдержали налоговую нагрузку и обанкротились.

В кластере производственных предприятий банкротами стали 8 малых предприятий, в кластере сферы услуг – 5 предприятий и 1 предприятие – в кластере торговых предприятий. Все перечёркнутые на изображении предприятия стали обанкроченными в ходе проведения имитационного эксперимента. На основе полученной информации формулируется вывод о том, что наиболее уязвимыми являются производственные предприятия. Более половины предприятий этой сферы деятельности стали банкротами из-за высокой налоговой нагрузки. Также огромное негативное влияние было оказано на предприятия сферы услуг, из которых треть стали банкротами.

На рисунке 5 представлены результаты второго эксперимента после корректировок ставок налогообложения для производственных предприятий в сторону снижения в целях проведения

стимулирующей налоговой политики. Количество предприятий, пришедших к банкротству, значительно сократилось.

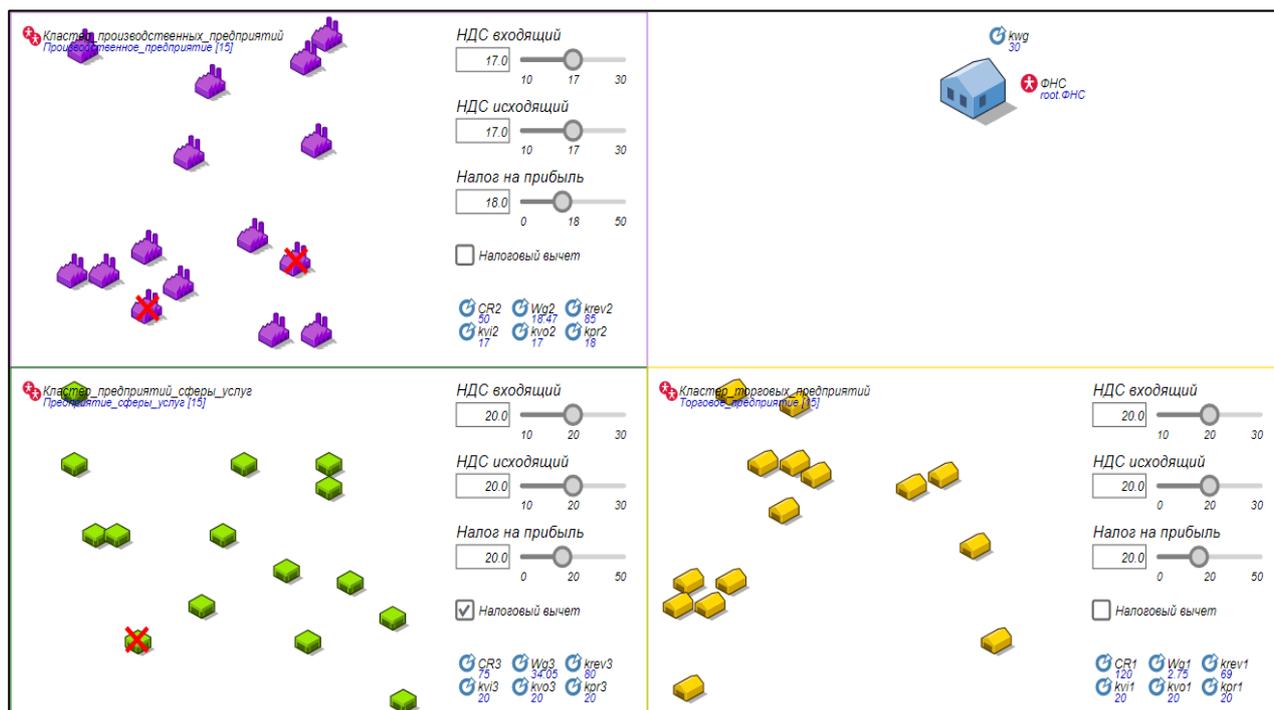


Рис. 5 Результаты эксперимента по управляемому сценарию.

Как видно, понижение налоговой ставки по налогу на прибыль в ходе эксперимента пошло на пользу и предприятиям, и государству в лице Федеральной налоговой службы. Несмотря на то, что налоговые поступления в бюджет от каждого отдельно взятого предприятия по налогу на прибыль стали немного скромнее, за счёт уменьшения налоговой нагрузки меньшее количество предприятий обанкротилось, а итоговая сумма сборов налогов за тот же промежуток времени при этом увеличилась.

Это означает, что современная система налогообложения должна корректировать уровень налоговых ставок с учетом возможностей налогоплательщика. Это способствует общему развитию экономики страны в целом.

Анализируя результаты второго эксперимента, а также сопоставляя их с результатами первого, был получен важный вывод о том, что, несмотря на снижение налоговых ставок, общая сумма налоговых сборов оказалась даже немного больше, чем в первом эксперименте. При этом также большее количество предприятий продолжили успешное функционирование, что также является положительным результатом второго эксперимента.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, разработана система имитационного агент-ориентированного моделирования функционирования кластеров предприятий. Предложен алгоритм взаимодействия конечного пользователя с имитационной моделью функционирования кластеров предприятий различной отраслевой принадлежности. Проведены два имитационных эксперимента в режиме неуправляемого и управляемого сценариев. Полученные результаты свидетельствуют о положительном влиянии снижения налоговых ставок на эффективность функционирования различных кластеров малых предприятий, при этом общая сумма налоговых сборов имеет тенденцию к повышению. Разработанную систему имитационного агент-ориентированного мо-

делирования функционирования кластеров предприятий целесообразно использовать для анализа и поддержки принятия решений в области реализации мер стимулирующей налоговой политики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Алиев Б. Х., Абдулгалимов А. М., Алиев М. Б. Теория и история налогообложения. М.: Вузовский учебник, 2008. [[Aliev B. Kh., Abdulgaliyev A. M., Aliev M. B. Theory and History of Taxation. Moscow: University Textbook, 2008. (In Russian).]]
2. Балацкий Е. В. Эффективность налоговой политики государства // Проблемы теории и практики прогнозирования. 2000. № 2. [[Balatsky E. V. "Efficiency of the state tax policy" // Problems of Theory and Practice of Forecasting. 2000. No. 2. (In Russian).]]
3. Липкинд Т. М., Лола И. С., Остапкович Г. В. Факторы, ограничивающие деятельность предприятий и организаций базовых отраслей экономики в 2020 году. М.: НИУ ВШЭ, 2021. [[Lipkind T. M., Lola I. S., Ostapkovich G. V. Factors Limiting the Activities of Enterprises and Organizations of Basic Sectors of the Economy in 2020. Moscow: National Research University Higher School of Economics, 2021. (In Russian).]]
4. Воронцовский А. В., Дмитриев А. Л. Моделирование экономического роста с учетом неопределенности макроэкономических факторов: исторический обзор, проблемы и перспективы развития // Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. 2014. № 2. С. 5-31. [[Vorontsovsky A.V., Dmitriev A.L. "Modeling economic growth taking into account the uncertainty of macroeconomic factors: historical review, problems and development prospects" // Bulletin of St. Petersburg University. Economy. 2014. No. 2, pp. 5-31. (In Russian).]]
5. Моделирование экономических систем и процессов: Уч. пос./ М. П. Власов, П. Д. Шимко. М.: Инфра-М, 2018. [[Modeling of Economic Systems and Processes: Textbook / M. P. Vlasov, P. D. Shimko. M.: Infra-M, 2018. (In Russian).]]
6. Новыш Б. В., Юрча И. А. Имитационная модель оценки экономического потенциала регионов // Экономика. Управление. Инновации. 2020. № 1 (7). С. 88-94. [[Novysh B. V., Yurcha I. A. "Simulation model for assessing the economic potential of regions" // Economics. Control. Innovation. 2020. No. 1 (7), pp. 88-94. (In Russian).]]
7. Шукаев Д. Н., Ламашева Ж. Б., Токпанова К. О. Имитационная модель малого предприятия. М.: ФАЗИС; ВЦ РАН, 2015. [[Shukaev D. N., Lamasheva Zh. B., Tokpanova K. O. Simulation Model of a Small Enterprise. Moscow: FAZIS; Computing Center RAS, 2015. (In Russian).]]
8. Закиева Е. Ш. Методология поддержки принятия решений при управлении социетальной системой на основе динамического моделирования и интеллектуальных технологий // Системная инженерия и информационные технологии. 2023. Т. 5. № 3 (12). С. 69–92. [[Zakieva E. Sh. "Methodology for decision support in managing a societal system based on dynamic modeling and intelligent technologies" // System Engineering and Information Technologies. 2023. Vol. 5, No. 3 (12), pp. 69-92. (In Russian).]]
9. Макаров В. Л. и др. Агент-ориентированные модели: мировой опыт и технические возможности реализации на суперкомпьютерах // Вестник Российской академии наук. 2016. Т. 86. №. 3. С. 252-252. [[Makarov V. L. et al. "Agent-based models: world experience and technical capabilities of implementation on supercomputers" // Bulletin of the Russian Academy of Sciences. 2016. Vol. 86, no. 3, pp. 252-252. (In Russian).]]
10. Бахтизин А. Р. Агент-ориентированные модели экономики. М.: Экономика, 2008. [[Bakhtizin A. R. Agent-Based Models of Economics. Moscow: Economics, 2008. (In Russian).]]
11. Рамбо Д., Блах М. UML 2.0. Объектно-ориентированное моделирование и разработка. 2-е изд./ Пер. с англ. СПб.: Питер, 2007. [[Rambo D., Blaha M. UML 2.0. Object-Oriented Modeling and Development. St. Petersburg: Piter, 2007. (In Russian).]]
12. Карпов Ю. Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. М.: БХВ-Петербург, 2016. [[Karpov Yu. G. Simulation Modeling of Systems. Introduction to Modeling with AnyLogic 5. Moscow: BHV-Petersburg, 2016. (In Russian).]]
13. Боев В. Д. Моделирование в AnyLogic: Пособие для практических занятий. СПб.: ВАС, 2016. [[Boev V. D. Modeling in AnyLogic. A manual for practical training. SPb.: VAS, 2016. (In Russian).]]
14. Палюх Б. В., Бурдо Г. Б., Рогозин Г. И. Программные средства имитационного моделирования размерной структуры технологических процессов // Программные продукты и системы. 2010. № 1 (89). С. 82–85. [[Palyukh B. V., Burdo G. B., Rogozin G. I. "Software tools for simulation of the dimensional structure of technological processes" // Software Products and Systems. 2010. No. 1(89), pp. 82–85. (In Russian).]]
15. Окольнішников В. В. Разработка средств распределенного имитационного моделирования для многопроцессорных вычислительных систем. М.: РГБ, 2007. [[Okolnishnikov V. V. Development of Distributed Simulation Modeling Tools for Multiprocessor Computing Systems. Moscow: RSL, 2007. (In Russian).]]
16. Квасова Н. В., Бурковский В. Л., Васильев Е. М. Многоагентная динамическая модель неравновесного состояния региональной экономики // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2013. Т. 9. № 1. С. 9–11. [[Kvasova N. V., Burkovsky V. L., Vasiliev E. M. "Multi-agent dynamic model of the nonequilibrium state of the regional economy" // Bulletin of the Voronezh State Technical University. 2013. Vol. 9, No. 1, pp. 9-11. (In Russian).]]
17. Воронова Н. С., Яковлева Е. А., Шарич Э. Э., Яковлева Д. Д. Когнитивные динамические сценарии в системах поддержки принятия финансовых решений // Экономика, предпринимательство и право. 2022. Т. 12. № 1. С. 211–222. [[Voronova N. S., Yakovleva E. A., Sharich E. E., Yakovleva D. D. "Cognitive dynamic scenarios in financial decision support systems" // Economics, Entrepreneurship and Law. 2022. Vol. 12, No. 1, pp. 211-222. (In Russian).]]
18. Макарова Е. А. Динамические модели функционирования экономических агентов и их взаимодействия в рамках воспроизводственного процесса с учетом запасов капитала // Инфокоммуникационные технологии. 2015. Т. 13. № 2.

- C. 164–176. [[Makarova E. A. “Dynamic models of the functioning of economic agents and their interaction within the framework of the reproduction process taking into account capital reserves” // Infocommunication Technologies. 2015. Vol. 13, No. 2, pp. 164-176. (In Russian).]]
19. Макарова Е. А., Ефтонова Т. А., Першин И. А., Салимгареева Н. Р. Программное обеспечение системы имитационного мультиагентного моделирования и управления взаимодействием агентов с учетом запасов ресурсов // Information Technologies for Intelligent Decision Making Support (ITIDS'2016): Proceedings of the 4th International Conference, Ufa, 17–19 мая 2016 года. Т. 2. Ufa, 2016. С. 80–85. [[Makarova E. A., Eftonova T. A., Pershin I. A., Salimgareeva N. R. “Software for a multi-agent simulation system and agent interaction management taking into account resource reserves” // Information Technologies for Intelligent Decision Making Support (ITIDS) '2016): Proceedings of the 4th International Conference, Ufa, May 17–19, 2016. Volume 2. Ufa: Ufa State Aviation Technical University, 2016, pp. 80-85. (In Russian).]]
20. Макарова Е. А., Салимгареева Н. Р. Функциональные возможности системы имитационного мультиагентного моделирования и управления взаимодействием экономических агентов // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2017): Труды Международной научно-технической конференции / Под ред. С. А. Прохорова. Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2017. С. 796–800. [[Makarova E. A., Salimgareeva N. R. “Functional capabilities of the multi-agent simulation modeling system and management of the interaction of economic agents” // Perspective Information Technologies (PIT 2017): Proceedings of the International Scientific and Technical Conference / ed. S. A. Prokhorova. Samara: Publishing House of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2017. Pp. 796-800. (In Russian).]]
21. Макарова Е. А., Хасанова Н. В. Мультиагентная модель управляемых процессов функционирования сложного многопрофильного производственного комплекса с учетом неравновесных рыночных условий // Системный анализ в проектировании и управлении: Тр. XIX Междунар. науч.-практич. конф. Ч. 1. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2015. С. 223–229. [[Makarova E. A., Khasanova N. V. “Multi-agent model of controlled processes of functioning of a complex multi-industrial complex taking into account nonequilibrium market conditions” // System Analysis in Design and Management. XIX International scientific-practical conf. Part 1. St. Petersburg: Polytechnic Publishing House. un-ta. 2015. pp. 223–229. (In Russian).]]
22. Макарова Е. А., Ефтонова Т. А., Першин И. А., Салимгареева Н. Р. Программное обеспечение системы имитационного мультиагентного моделирования и управления взаимодействием агентов с учетом запасов ресурсов // Труды четвертой международной конференции «Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений», 17-19 мая, Уфа, Россия, 2016. Т. 2. С. 80–86. [[Makarova E. A., Eftonova T. A., Pershin I. A., Salimgareeva N. R. “Software for a system of multi-agent simulation modeling and management of agent interaction taking into account resource reserves” // Proceedings of the Fourth International Conference “Information technologies for intelligent decision support”, May 17–19, Ufa, Russia, 2016. Vol. 2, pp. 80-86. (In Russian).]]

Поступила в редакцию 27 сентября 2023 г.

МЕТАДААННЫЕ / METADATA

Title: System of agent-based modeling of the functioning of enterprise clusters considering taxation.

Abstract: The article examines the problem of ensuring the successful functioning and development of enterprises of various clusters under the current tax system. Clusters consist of small enterprises from various industries. The methodology of agent-based modeling is used. A simulation agent-based system for the functioning of small enterprises has been developed. The results of simulation experiments with an agent-based model are presented to assess the possibility of operating clusters of enterprises and generating profit at current and reduced tax rates.

Key words: agent-based modeling; tax rate; simulation experiment.

Язык статьи / Language: русский / Russian.

Об авторе / About the author:

ШУРЫГИН Андрей Сергеевич

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», Россия. Аспирант ин-та информатики, математики и робототехники. Иссл. в обл. информационной безопасности, защиты программного кода.

E-mail: andrew02ufa@rambler.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5123-3859>

SHURYGIN Andrey Sergeyeovich

Ufa University of Science and Technologies, Russia. Postgraduate student, Institute of Informatics, Mathematics, and Robotics. Research in the field of information security, software code protection.

E-mail: andrew02ufa@rambler.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5123-3859>

МАКАРОВА Елена Анатольевна

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», Россия. профессор каф. технической кибернетики. Дипл. инж.-системотехник (Уфимск. авиац. ин-т, 1982). Д-р техн. наук по управлению в соц. и экон. системах (Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т, 2011). Иссл. в обл. интелл. поддержки принятия управл. решений в многосекторных макроэкономических системах.

E-mail: ea-makarova@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5123-3859>

MAKAROVA Elena Anatolyevna

Ufa University of Science and Technologies, Russia. Professor of the Department of Technical Cybernetics. Dipl. Systems Engineer (Ufa Aviation Institute, 1982). Dr Tech Sci in management in social and economic systems (Ufa State Aviation Technical University, 2011). Research in the field of intellectual support for management decisions in macroeconomic systems.

E-mail: ea-makarova@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5123-3859>