

УДК 330.1**Применение методов имитационного моделирования при производстве судебных экономических экспертиз****Беседин Кирилл Евгеньевич**

Студент,
факультет судебных экспертиз и права в строительстве и на транспорте,
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет
190005, Российская Федерация, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., 4:
e-mail: kir.besedin37@gmail.com

Таранов Артемий Игоревич

Старший преподаватель,
кафедра экономики строительства и ЖКХ,
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет,
190005, Российская Федерация, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., 4:
e-mail: artyom848@gmail.com

Магдина Елизавета Ростиславовна

Ассистент,
кафедра судебных экспертиз,
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет,
190005, Российская Федерация, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., 4:
e-mail: elisluk97@mail.ru

Исследование выполнено в рамках темы НИР № 5С24 за счет средств Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» гранта СПбГАСУ в 2024 году на выполнение научно-исследовательских работ, обучающихся по направлению «Экономико-правовое и экспертное обеспечение деятельности современного общества в условиях информатизации, цифровизации и высокотехнологического развития».

Аннотация

В статье рассмотрены возможности использования методов имитационного моделирования при производстве финансово-экономических экспертиз. Авторы приводят теоретические аспекты и перспективы применения современных программных продуктов, таких как AnyLogic и ITHINK, в качестве дополнительного инструментария для проведения судебных экспертиз. Особое внимание уделено преимуществам использования имитационного моделирования, которое позволяет проводить всесторонний и относительно быстрый анализ финансового состояния юридического лица. Ключевое преимущество предлагаемого подхода заключается в возможности выявления основных факторов, непосредственно влияющих на экономическую стабильность организации. Это

включает анализ динамики финансовых показателей, оценку рисков и прогнозирование возможных сценариев развития экономической ситуации. Применение методов имитационного моделирования способствует повышению точности и объективности экспертных заключений, что особенно важно в условиях усложнения экономических процессов и увеличения объема данных, требующих анализа. Авторы подчеркивают, что использование современных программных продуктов позволяет не только ускорить процесс экспертизы, но и повысить ее качество за счет более глубокого анализа и визуализации результатов. В статье также обсуждаются перспективы дальнейшего внедрения методов имитационного моделирования в практику судебных экспертиз, что может стать важным шагом в развитии экспертной деятельности в условиях цифровизации экономики.

Для цитирования в научных исследованиях

Беседин К.Е., Таранов А.И., Магдина Е.Р. Применение методов имитационного моделирования при производстве судебных экономических экспертиз // Вопросы российского и международного права. 2024. Том 14. № 11А. С. 463-471.

Ключевые слова

Судебная экономическая экспертиза, имитационное моделирование, экономическая стабильность, экономическое моделирование, AnyLogik, ITHINK.

Введение

В настоящее время нестабильные экономические условия все чаще выступают ключевой причиной банкротства юридических лиц, так по официальной статистике Единого федерального реестра сведений о банкротстве «совокупная задолженность юридических и физических лиц, включая индивидуальных предпринимателей (ИП), в завершенных в 2023 году делах о несостоятельности увеличилась по сравнению с предыдущим годом в 2,15 раза - до почти 4,52 трлн рублей». Данный показатель является наиболее высоким, из когда-либо зафиксированных федеральным реестром, при этом доля долгов юридических лиц от их общего количества составила более 88%. Существенный прирост как количества рассматриваемых дел о банкротстве юридических лиц, так и совокупного размера задолженности, неизменно приводит к увеличению частоты производства судебных финансово-экономических экспертиз о наличии факта преднамеренного банкротства организации, а также повышению требований к качеству выполняемых экспертиз.

Основное содержание

В условиях повышения требований к производству судебной экспертизы, выбор подходящей экспертной методики проведения судебного исследования, а также необходимость проверки полученных результатов является высокоприоритетной задачей. В данной ситуации имитационное моделирование может являться дополнительным инструментом производства судебной экспертизы, способным обеспечить необходимый уровень наглядности процессов функционирования организации и их влияния на экономическую стабильность предприятия. В зависимости от конкретной ситуации это может достигаться за счет построения имитационной

модели движения финансовых потоков или дискретно-событийной модели производственных и иных процессов. Модель движения финансовых средств в организации подразумевает применение методов системной динамики, что в общем случае соответствует высокому уровню абстракции системы. Дискретно-событийный (процессный) подход рассматривает совокупность различных действий, явлений и процессов в качестве составных элементов бизнес-процесса, направленного на создание какого-либо экономического блага и, неразрывно связанных с этим процессов, внешних и внутренних условий и ограничений [Беккер, Вилков, Таратухин, Кугелер, Роземанн, 2007]. Дискретно-событийное моделирование является одним из основных практических инструментов создания современных систем управления организации, в связи с чем его применение в производстве судебной экспертизы представляется уместным [Рудакова, 2009]. Применительно к производству финансово-экономической экспертизы банкротства юридического лица использование первой или второй модели дифференцируется относительно способа преднамеренного банкротства организации: искусственного снижения уровня платежеспособности предприятия или умышленного нарушения производственных цепочек, саботирования бизнес-процессов, что также способно привести к банкротству компании.

В настоящий момент на рынке представлено множество профильного программного обеспечения (далее ПО) направленного на создание, изменение, исследование имитационной модели бизнес-процессов, проходящих в организации, их дальнейшую оценку, установление их взаимосвязи и др. Существует большое количество ПО, направленного на моделирование экономической стабильности организации в различных условиях, наибольшее распространение из которых получили ITHINK, Process Charter, Powersim, ReThink, Pilgrim. Универсальный программный продукт Pilgrim направлен на построение дискретно-непрерывных моделей и обладает Case оболочкой [Мицель, Грибанова, 2007]. С помощью моделирования в Powersim можно оценивать рентабельность инвестиционных проектов, выбирать приоритетные направления развития бизнеса, анализировать влияние внешних макроэкономических факторов на рентабельность проектов, оценивать влияние рисков на результаты деятельности [Кукарцев, 2009].

Для достижения целей проведения судебной экспертизы возможно использование пакета ITHINK — высокопроизводительного ПО, получившего широкое распространение, как в Российской, так и в зарубежной экономической практике. Пакет ITHINK позволяет создавать структурированные имитационные модели различных бизнес-процессов, основанных на движении финансовых потоков, а также исследовать их в условиях нестабильных рыночных отношений. Концептуальные преимущества пакета ITHINK основаны на широком спектре возможностей в построении профильных экономических моделей, отражающих прибыльность организации, оценку инвестиционных стратегий и др. Посредством применения данного ПО также возможны сравнение применения различных технологий в производстве, исследование возможных рисков и экономических перспектив [Кузнецов, Перова, Мичасова, 2006]. Все это в той или иной степени может быть использовано при производстве судебной финансово-экономической экспертизы, цели которой часто связаны с перечисленными компонентами. Ключевая особенность в использовании данного подхода для целей судебной экспертизы состоит в применении данного пакета для оценки возможности сохранения нормального уровня платежеспособности юридического лица; оценки проводимых сделок и понесенных издержек с позиций экономической целесообразности.

Построение имитационной модели в ITHINK производится на основе пяти основных

блоков: фонда, процесса, потока, конвертера и коннектора. Фонд является финансовым или физическим выражением экономических благ, доступных в данный момент времени в организации. Фонд в ITHINK способен накапливать различные ресурсы (единицы фонда), отображается в виде прямоугольника. Поток называется непрерывный во времени процесс, выражаемый в физических или денежных единицах, связанный интервалом во времени. Поток в ITHINK представлен в виде гибкого элемента, состоящего из путепровода, вентиля, индикатора направления и регулятора потока. Потоки подразделяются на ограниченные и неограниченные, однонаправленные и двунаправленные, конвертируемые и неконвертируемые. Конверторы выполнены в форме окружности и служат для формирования дополнительных связей на элементы системы, а также для оказания влияния на них путём применения тех или иных формул или графиков. Коннектор представляет собой стрелку, направленную на установление связей между элементами системы. Процесс принятия решений является блоком, повышающий уровень абстракции модели, посредством поглощения группы элементов [Negahban, Smith, 2014].

Для достижения наглядности, основные функциональные возможности ITHINK продемонстрированы на примере простейшей имитационной модели предприятия, осуществляющего свою деятельность в сфере продаж. Данная модель отражает финансовую стабильность организации в условиях экономической неопределенности, вследствие чего ее ключевым элементом является расчетный счет организации (фонд current account). Элементами модели, представленной на рисунке 1, непосредственно влияющими на его состояние являются входящий финансовый поток buyers и исходящие потоки resource costs, employee salary costs и loans. В целях демонстрации представленная модель является упрощенной и не симулирует полный спектр экономических процессов в организации.

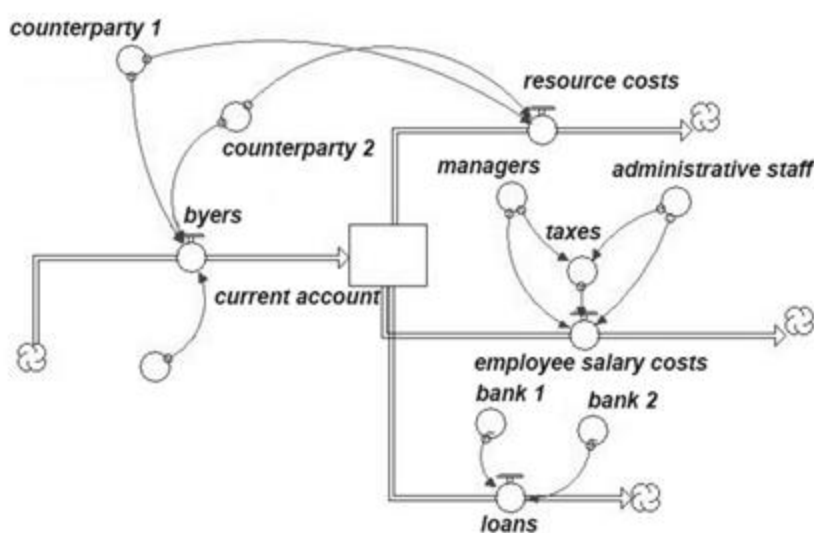


Рисунок 1 - Элементы имитационной модели, отражающей финансовую стабильность организации в условиях экономической неопределенности

Поток buyers аккумулирует доходы предприятия и перенаправляет их в фонд current account. При этом поведение контрагентов в условиях рыночной конкуренции имитируется в части объема закупок посредством функции IF, зависящей от конвертера цены product price: в случае увеличения цены товара на более чем 5% от исходной объем закупок снижается на 15%, при

увеличении более 10% объем закупок снижается на 30% и т.д.

Конвертор *product price* симулирует колебания цены на продукцию в условиях рынка посредством функции нормального распределения, аргументом которой является цена единицы продукции, с заданной дисперсией. Аналогично работает конвертор *counterparty 1*, определяющий значение спроса на продукцию со стороны контрагента 1. Конвертор *counterparty 2* моделирует объем спроса со стороны второго контрагента с помощью функции пуассоновского распределения. Аналогично функционируют исходящие потоки.

Очевидное преимущество имитационного моделирования экономических процессов выражается в наглядном и автоматизированном моделировании реальных рыночных отношений в условиях их неопределенности. При создании модели и последующем моделировании процессов перед экспертом открываются реальные возможности оценки совокупности на первый взгляд малозначительных событий на общую стабильность системы. Метод системной динамики в *ГТНІК* является инструментом, позволяющим получить исчерпывающую информацию о финансовом состоянии организации, а также создать необходимые предпосылки для оценки экономической обоснованности тех или иных управленческих решений.

Моделирование экономических процессов обладает рядом выраженных достоинств, однако не во всех случаях может применяться с одинаковой эффективностью. Прежде всего это связано с влиянием производственных и организационных факторов, способных оказывать негативное влияние на общее состояние организации даже при наличии принятия обоснованных экономических решений. Моделирование и имитация являются актуальными методами в области промышленного инжиниринга, операционной деятельности и управления цепочками поставок [Negahban, Smith, 2014]. Для оценки данных явлений возможно использование метода дискретно-событийного (процессного) моделирования, посредством специализированного ПО. Лидерами рынка в данном сегменте является отечественное ПО *AnyLogic*, а также иностранное *Rockwell Software Arena*. Данные специальные программные средства в настоящее время являются передовыми программами для моделирования производства, логистики, рынка, социальной динамики и др. Изучение закономерностей функционирования динамических систем часто проводится в программных средах *Arena* и *AnyLogic*, ввиду их наибольших функциональных возможностей, интуитивно понятного интерфейса и наличия системы структуризации результатов экспериментов в виде статистики [Negahban, Smith, 2014; Гусева, Ефимова, Варфоломеева, 2019].

Использование как *Arena*, так и *AnyLogic* в производстве судебной экономической в качестве инструмента имитационного моделирования экономических процессов предприятия представляется уместным, однако дополнительными преимуществами *AnyLogic* по сравнению с прочими аналогами является отечественный разработчик и наибольшее распространение на территории РФ.

В процессе разработки имитационной модели пользователю доступна «Палитра компонентов моделей». Она включает в себя совокупность библиотек по отдельным тематическим разделам. Основная библиотека *AnyLogic* располагает большим числом строительных блоков, посредством которых создаются рабочие сценарии имитационной модели. По своей функциональной принадлежности объекты подразделяются на несколько категорий: поток заявок, работа с содержимым заявки, обработка, работа с ресурсами [Kelton, Sadowski, Swets, 2010]. Указанные категории блоков также подразделяются на широкий спектр компонентов, позволяющих решать различные производственные и экономические задачи.

Приведенная на рисунке 2 простейшая дискретно-событийная модель отражает работу системы контрольно-пропускных пунктов и имитирует показатель временных затрат, требуемых для прохождения системы. Подобная модель позволяет соотнести факт снижения уровня производительности предприятия с увеличением времени прохождения КПП при отсутствии для этого других оснований.

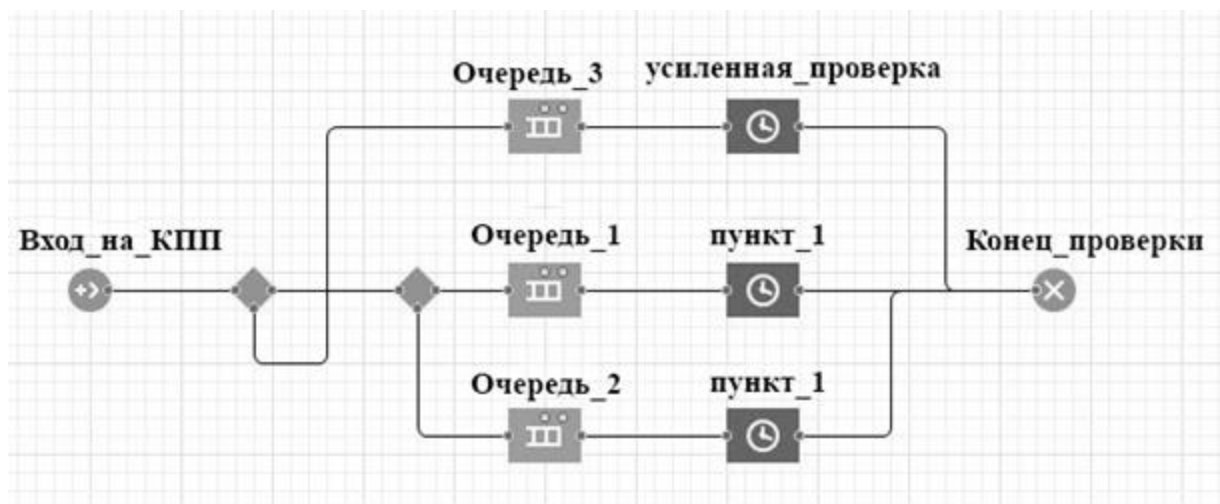


Рисунок 2 - Схема дискретно-событийной модели системы контрольно-пропускных пунктов

Функционирование модели происходит по следующему принципу: начальный элемент source (вход на КПП) генерирует трафик сотрудников в соответствии с расписанием рабочего дня и численностью работников предприятия, после чего элемент Select Output отбирает отдельных сотрудников с заданной вероятностью и перенаправляет их на усиленную проверку; следующий элемент действует по тому же принципу, распределяя работников между пунктами проверки. Далее, агенты системы переходят в элемент Queue (очередь), формирующуюся в случае, если на последующем этапе элемент Delay (пункт проверки) не справляется с трафиком сотрудников. При этом у очереди есть заданная вместимость. Элемент Delay задерживает движение агентов модели на определенный промежуток времени (в данной ситуации для организации досмотра), после чего направляет их к элементу системы Sink (конец проверки). Далее по данным, полученным в результате моделирования, производится анализ пропускной способности. Данный тип моделирования является узконаправленным, однако может являться незаменимым инструментом при исследовании подобных систем.

Таким образом, имитационное дискретно-событийное моделирование в среде AnyLogic позволяет существенно увеличить степень эксплицитности тех или иных управленческих решений, посредством выявления устойчивых связей между существенными элементами системы, при первичном рассмотрении являющихся неочевидными. Переход на менее абстрактный уровень исследования в сравнении с моделированием экономических процессов является необходимым при условии недостаточности методов системной динамики для достижения целей производства судебной экспертизы. Использование данного метода имитационного моделирования возможно для повышения уровня ясности уже проведенных исследований, например, для соотнесения неизменного уровня производительности при дополнительном наборе персонала с возрастающим временем прохождения контрольно-

пропускных пунктов и т. п.

В условиях активно развивающегося ПО для имитационного моделирования возможно применение его методов для целей оценки экономической стабильности организации в рамках производства судебной экспертизы. В этом контексте методы моделирования играют важную роль, поскольку они дают возможность оценить множество сценариев путем разработки плановых и исследовательских моделей сложных систем, что может частично помочь в решении широкого спектра задач [Якимов, Кирпичников, Мокшин, 2014]. Уже на данном этапе возможно применение рассматриваемых методов при изучении стратегии и структуры организации. При дальнейшей интеграции такого подхода к объяснению динамических и длительных процессов, методы моделирования станут естественным выбором [Kagermann, Helbig, Hellinger, Wahlster, 2013; Davis, Eisenhardt, Bingham, 2007].

Заключение

Применение методов имитационного моделирования уже сейчас способно оказать позитивное влияние на процесс производства судебных экономических экспертиз: использование приведенного ПО способно обеспечить эксперта дополнительным и часто незаменимым инструментом для проведения судебно-экспертного исследования, проверки и оценки его результатов. Внедрение передовых способов производства судебных экспертиз в существующие методики открывает широкие перспективы для оптимизации временных затрат, необходимых на проведение судебно-экспертного исследования, а также повышения общего уровня объективности. Думается, что использование передовых информационных технологий уже в ближайшем будущем может способствовать существенному совершенствованию существующих методик и явится необходимым элементом перехода судебно-экспертной деятельности на качественно новый уровень цифровизации.

Библиография

1. Менеджмент процессов / Под ред. Й. Беккера, Л. Вилкова, В. Таратухина, М. Кугелера, М. Роземанна: Пер. с нем. — М.: Эксмо, 2007. 384 с.
2. Рудакова О. С. Особенности имитационного моделирования бизнес-процессов современной организации // Пространство экономики. 2009. №2-2. С. 171.
3. Мицель А. А., Грибанова Е. Б. Разработка системы имитационного моделирования экономических объектов на основе объектно-ориентированного подхода // Известия ТПУ. 2007. №6. С. 11 – 12.
4. Кукарцев Владислав Викторович Программная реализация процесса воспроизводства основных производственных фондов // Сибирский аэрокосмический журнал. 2009. №2. С. 288.
5. Кузнецов Ю.А., Перова В.И., Мичасова О.В. Имитационное моделирование экономических процессов с применением программного пакета ithink // Экономический анализ: теория и практика. 2006. №6. С. 11.
6. Ashkan Negahban, Jeffrey S. Smith, Simulation for manufacturing system design and operation: Literature review and analysis, Journal of Manufacturing Systems, Volume 33, Issue 2, 2014, P. 241 – 261.
7. Гусева Е.Н., Ефимова И.Ю., Варфоломеева Т.Н. Методика формирования навыков имитационного моделирования у ИТ-специалистов // Открытое образование. 2019. №1. С. 9 – 10.
8. W. David Kelton Simulation with Arena, 5th Edition by W. David Kelton, Randall P. Sadowski, Nancy B. Swets Rockwell Automation McGraw-Hill. 2010. 656 p.
9. Якимов И.М., Кирпичников А.П., Мокшин В.В. Моделирование сложных систем в имитационной среде AnyLogic // Вестник Казанского технологического университета. 2014. №13. С. 352 – 353.
10. Kagermann H, Helbig J, Hellinger A, Wahlster W. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the future of German manufacturing industry; final report of the Industrie 4.0 Working Group: Forschungsunion. 2013. 82 p.
11. Davis J. P., Eisenhardt K. M., Bingham C. B. Developing theory through simulation methods. Academy of Management Review. 2007. V. 32 (2). P. 497.

Application of Simulation Modeling Methods in the Production of Judicial Economic Expertise

Kirill E. Besedin

Student,
Faculty of Forensic Expertise and Law in Construction and Transport,
Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering,
190005, 4 2nd Krasnoarmeyskaya str., Saint Petersburg, Russian Federation;
e-mail: kir.besedin37@gmail.com

Artemii I. Taranov

Senior Lecturer,
Department of Construction Economics and Housing and Communal Services,
Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering,
190005, 4 2nd Krasnoarmeyskaya str., Saint Petersburg, Russian Federation;
e-mail: artyom848@gmail.com

Elizaveta R. Magdina

Assistant,
Department of Forensic Expertise,
Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering,
190005, 4 2nd Krasnoarmeyskaya str., Saint Petersburg, Russian Federation;
e-mail: elisluk97@mail.ru

Abstract

The article explores the possibilities of using simulation modeling methods in the production of financial and economic expertise. The authors present theoretical aspects and prospects for the application of modern software products, such as AnyLogic and iThink, as additional tools for conducting forensic examinations. Special attention is paid to the advantages of using simulation modeling, which allows for a comprehensive and relatively quick analysis of the financial condition of a legal entity. The key advantage of the proposed approach lies in the ability to identify the main factors directly affecting the economic stability of an organization. This includes analyzing the dynamics of financial indicators, assessing risks, and forecasting possible scenarios for the development of the economic situation. The application of simulation modeling methods contributes to increasing the accuracy and objectivity of expert opinions, which is especially important in the context of the increasing complexity of economic processes and the growing volume of data requiring analysis. The authors emphasize that the use of modern software products not only speeds up the examination process but also improves its quality through deeper analysis and visualization of results. The article also discusses the prospects for further implementation of simulation modeling methods in the practice of forensic examinations, which could become an important step in the development of expert activities in the context of the digitalization of the economy.

For citation

Besedin K.E., Taranov A.I., Magdina E.R. (2024) Primenenie metodov imitatsionnogo modelirovaniya pri proizvodstve sudebnykh ekonomicheskikh ekspertiz [Application of Simulation Modeling Methods in the Production of Judicial Economic Expertise]. *Voprosy rossiiskogo i mezhdunarodnogo prava* [Matters of Russian and International Law], 14 (11A), pp. 463-471.

Keywords

Judicial economic expertise, simulation modeling, economic stability, economic modeling, AnyLogic, iThink.

References

1. Bekker Y., Vilkov L., Taratukhin V., Kugeler M., Rozenmann M. (2007). *Menedzhment protsessov* [Management of processes]. Moscow: Eksmo. 384 p.
2. Rudakova O.S. (2009). Osobennosti imitatsionnogo modelirovaniya biznes-protsessov sovremennoy organizatsii [Features of simulation modeling of business processes in modern organizations]. *Prostranstvo ekonomiki* [Space of Economics], 2-2, pp. 171.
3. Mitsel A.A., Gribanova E.B. (2007). Razrabotka sistemy imitatsionnogo modelirovaniya ekonomicheskikh ob'ektov na osnove ob'ektnou-oriented podkhoda [Development of a simulation modeling system for economic objects based on an object-oriented approach]. *Izvestiya TPU* [Proceedings of TPU], 6, pp. 11-12.
4. Kukartsev V.V. (2009). Programmnaya realizatsiya protsessa vosproizvodstva osnovnykh proizvodstvennykh fondov [Software implementation of the process of reproduction of fixed assets]. *Sibirskiy aerokosmicheskii zhurnal* [Siberian Aerospace Journal], 2, pp. 288.
5. Kuznetsov Yu.A., Perova V.I., Michasova O.V. (2006). Imitatsionnoe modelirovanie ekonomicheskikh protsessov s primeneniem programmogo paketa itthink [Simulation modeling of economic processes using the itthink software package]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika* [Economic Analysis: Theory and Practice], 6, pp. 11.
6. Negahban A., Smith J.S. (2014). Simulation for manufacturing system design and operation: Literature review and analysis. *Journal of Manufacturing Systems*, 33(2), pp. 241-261.
7. Guseva E.N., Efimova I.Yu., Varfolomeeva T.N. (2019). Metodika formirovaniya navykov imitatsionnogo modelirovaniya u IT-spetsialistov [Methodology for developing simulation modeling skills among IT specialists]. *Otkrytoe obrazovanie* [Open Education], 1, pp. 9-10.
8. Kelton W.D., Sadowski R.P., Swets N.B. (2010). *Simulation with Arena* (5th ed.). Rockwell Automation McGraw-Hill. 656 p.
9. Yakimov I.M., Kirpichnikov A.P., Mokshin V.V. (2014). Modelirovanie slozhnykh sistem v imitatsionnoy srede AnyLogic [Modeling complex systems in the AnyLogic simulation environment]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kazan Technological University], 13, pp. 352-353.
10. Kagermann H., Helbig J., Hellinger A., Wahlster W. (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the future of German manufacturing industry; final report of the Industrie 4.0 Working Group: Forschungsunion. 82 p.
11. Davis J.P., Eisenhardt K.M., Bingham C.B. (2007). Developing theory through simulation methods. *Academy of Management Review*, 32(2), pp. 497.