

УДК 330.1

doi:10.18720/SPBPU/2/id24-171

*Туккель Иосиф Львович*¹,
профессор, д-р техн. наук, профессор;
*Москалев Александр Константинович*²,
доцент, канд. физ.-мат. наук;
*Петрунина Анастасия Эдуардовна*³,
старший преподаватель;
*Цыганков Никита Сергеевич*⁴,
доцент, канд. техн. наук

О ПРОБЛЕМЕ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОЦЕССОВ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

¹ Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, tukkel@mail.ru;

^{2, 3, 4} Россия, Красноярск, Сибирский федеральный университет, kafedra_efit@bk.ru

Аннотация. В работе представлена постановка задачи поиска условий устойчивости сложных организационных систем и возможности их нахождения на примере реально действующей компании, работающей в отрасли аддитивных технологий. Исследованы причины отрицательных показателей чистой прибыли и ЕВІТ. Проведено имитационное моделирование бизнес-процессов с целью поиска возможных точек повышения устойчивости системы. Предложено использовать горизонтально интегрированную бизнес-модель с привлечением контрактного производства для реализации части процессов. Моделирование системы позволило установить возможность существенного сокращения времени производства и затрат за счет использования индустриальной модели производства.

Ключевые слова: организационная система, устойчивость, бизнес-процесс, горизонтальная интеграция, аддитивная отрасль, 3D-принтер.

*Iosif L. Tukkel*¹,
Professor, Doctor of Technical Sciences, Professor;
*Alexander K. Moskalev*²,
Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor;
*Anastasiya E. Petrunina*³,
Senior Lecturer;
*Nikita S. Tsygankov*⁴,
Candidate of Technical Sciences (PhD), Associate Professor

ON THE PROBLEM OF PROCESS STABILITY IN ORGANIZATIONAL SYSTEMS

¹ Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia,
tukkel@mail.ru;

^{2, 3, 4} Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia, kafedra_efit@bk.ru

Abstract. The paper presents the results of a study of the organizational system — company operating in the field of additive technologies. The reasons for negative net profit and EBIT indicators are investigated. Simulation modeling of business processes was carried out in order to find possible points of increasing the stability of the system. It is proposed to use a horizontally integrated business model with the involvement of contract production to implement part of the processes. Modeling of the new system made it possible to establish the possibility of a significant reduction in production time and costs.

Keywords: organizational system, sustainability, business process, horizontal integration, additive industry, 3D-printer.

Потенциальные возможности технологий реализуются в социально-экономической среде. От простой однооперационной технологии до макротехнологических решений эта зависимость становится все более значима по мере роста сложности активных систем [1–4] вслед за очевидным трендом трансформации организационных систем в сложные организационные системы (далее — СОС), сохраняющие в контуре управления человеческий капитал, но уже обладающие свойствами целостности и эмерджентности [5]. В каждом очередном производственном цикле реализации во времени и в пространстве одной и той же технологии в зависимости от сочетания текущих значений параметров состояния СОС возможен разброс численных показателей получаемых характеристик как конечного продукта, так и общих характеристик рентабельности СОС в целом. Резонно говорить о глобальности технологий и глокализации их пространственных рынков [6]. Сохранение работоспособности СОС связано с понятием устойчивости. Под устойчивостью как системном свойстве организационной системы понимается ее способность в течение определенного времени сохранять показатели деятельности в допустимых пределах даже в случае, если внешние условия не позволяют текущей деятельности быть экономически эффективной [7]. Устойчи-

вость предприятия связана со способностью компенсировать возмущения внешней и внутренней сред за счет адаптационных возможностей. При этом всегда существует некоторый критический для системы порог изменения параметров, превышение которого приводит к потере устойчивости. Устойчивость будет обеспечиваться, если будет находиться такое решение по управлению, которое позволит удерживать систему в границах допустимой области устойчивости, описываемой параметрами, в пространстве которых осуществляется поиск управления. Теория систем [8] однозначно связывает системную устойчивость с проблемой нахождения условий наблюдаемости (как возможности определения переменных состояния по результатам измерения физических переменных в системе) и с проблемой нахождения условий управляемости (как возможности приведения системы в заданное состояние с помощью управляющих воздействий). Для динамических СОС известны решения при допущении стационарности и линейности систем [9]. В дальнейшем нашем исследовании будем исходить из гипотезы о возможности оценивать устойчивость многомерных многосвязных динамических СОС по устойчивости процессов, протекающих в них [10].

В рамках настоящей статьи ограничимся рассмотрением проблемы устойчивости организационной системы конкретной компании (назовем её компания ЦНС), которая разрабатывает, проектирует и производит 3D-принтеры для потребительского и промышленного сегментов.

Можно выделить ряд проблем, с которыми сталкивается аддитивная промышленность [11].

Во-первых, необходимо отметить доминирующую долю иностранных компаний на российском рынке по ряду технологических направлений аддитивных технологий. При этом действующие санкции и запреты на доступ к зарубежным технологиям, оборудованию и материалам усложняют реализацию бизнес-процессов и производство современной конкурентоспособной аддитивной продукции.

Кроме того, в настоящее время количество организаций, осуществляющих производство и предоставляющих аддитивное оборудование для решения широкого спектра задач недостаточно.

Стоит отметить высокую стоимость пластика, обладающего высокими прочностными свойствами для 3D-печати по технологии FDM.

Наличие подобных проблем неизбежно приводит к неустойчивости производственных процессов организаций.

Все указанные выше факторы снижают устойчивость компания ЦНС как организационной системы.

Компания ЦНС вертикально интегрирована и осуществляет полный цикл работ от разработки до производства и реализации продукции, а также реализует гарантийные обязательства.

Результаты анализа, проведенного в [12] показали, что устойчивость организационной системы определяется наличием у нее ресурсов для бесперебойной работы всех подсистем. Поэтому было принято решение рассмотреть финансовые результаты деятельности компании с момента её реорганизации в 2019 году. Результаты анализа бухгалтерской отчетности компании приведены на рисунке 1.

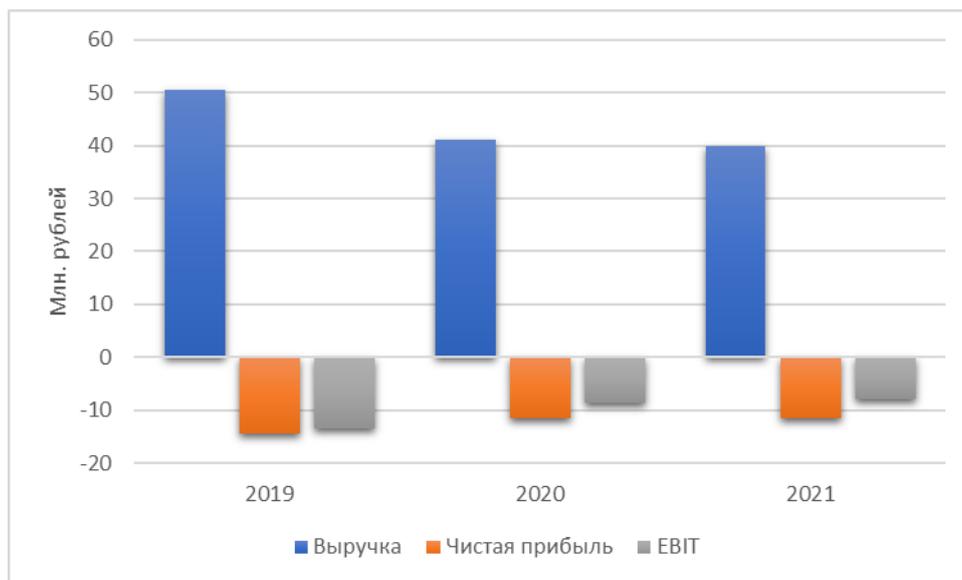


Рис. 1. Динамика финансовых показателей компании

Видно, что выручка компании за три года снизилась на 20 %, при этом чистая прибыль и ЕВІТ за весь период отрицательные, хоть и показывают небольшую положительную динамику. Такая ситуация свидетельствует о финансовой неустойчивости организации.

С целью выявить основные причины неустойчивости был проведен анализ бизнес-процессов. Было установлено, что компания придерживается политики постоянного совершенствования качества продукции, в связи с чем наблюдается постоянное увеличение требований к комплектующим и материалам для их производства. Это неизбежно приводит к увеличению сложности технологических процессов производства и, как следствие, к повышению стоимости конечной продукции. Во-вторых, к снижению производительности из-за временного лага, возникающего по причине обучения/найма кадров для новых технологических операций, а также необходимости периодического обновления оборудования для их выполнения. Минимальные сроки производства увеличились более чем в два раза. Все указанное выше приводит к снижению финансовой устойчивости.

Далее установлены наиболее слабые места и возможные точки оптимизации бизнес-процессов. Производство компании является материалоемким, соответственно основную долю в себестоимости занимают сырье и материалы. Поскольку в компании действуют высокие стандарты качества и, следовательно, строгие критерии приемки поставляемых материалов, расходы на сырье составляют достаточно высокую долю. Количество поставщиков сырья требуемого качества на рынке очень ограничено, в результате чего компании необходимо решить несколько задач. Во-первых, устойчивость организационной системы снижается из-за зависимости от внешней среды. Поскольку строгий входной контроль поставляемых материалов, который компания производит самостоятельно, приводит к отбраковке материала и увеличивает время на проведение контроля. Во-вторых, существует риск задержки поставок, что может сказаться на нарушении сроков производства и, как следствие, нарушении сроков поставки готовой продукции заказчику. Такие срывы могут привести к штрафным санкциям, и соответственно к лишним затратам, снижающим рентабельность.

Также нужно отметить необходимость поддерживать основные фонды компании в работоспособном состоянии, например, проводить капитальный ремонт, осуществлять плановое обслуживание, замену расходных частей и материалов, а также внеплановые ремонты.

Самостоятельная реализация производственных процессов в высокотехнологичных отраслях требует обеспечения качественными кадровыми ресурсами, что также требует от компании дополнительных финансовых вложений на повышение квалификации сотрудников и привлечение кадров с рынка труда.

В результате для поддержания текущей операционной деятельности компании необходимо обеспечивать достаточность финансовых ресурсов. Обеспечить это можно за счет роста отпускной цены на продукцию, однако если этот рост не обусловлен соответствующим ростом качества, такая цена не будет конкурентной. Также для покрытия текущих затрат компания может привлекать заемные средства, которые в целом за счет финансового рычага и эффекта налогового щита могут положительно сказаться на результатах компании. Однако постоянное увеличение заемных средств в структуре капитала приводит к увеличению затрат на обслуживание долга, что в конечном итоге приводит к потере финансовой устойчивости предприятием.

Решение перечисленных проблем видится в трансформации новой цепочки поставки ценности компании и формировании горизонтально интегрированной бизнес-модели. Основная идея заключается в передаче части бизнес-процессов сторонним организациям, тем самым достигается диверсификация рисков организационной системы за счет передачи их

третьим лицам, появляется возможность сокращения издержек, а также сокращение времени производства конечной продукции. Эти возможности дает новая индустриальная модель производства, подразумевающая выполнение технологических операций, составляющих единую цепочку формирования ценности, различными самостоятельными участниками.

В данном случае предлагается задействовать контрактное производство, которому будут переданы функции сборки ключевых узлов 3D-принтера. Таким образом, компания ЦНС сможет снять с себя часть задач, связанных с планированием и закупкой товарно-материальных ценностей, входным контролем качества материалов, работой с поставщиками по бракованным материалам (возврат, обмен, компенсация), а также непосредственно сборкой узлов и их выходным контролем. Такой подход позволит существенно снизить издержки производства за счет отсутствия необходимости содержать штат сотрудников, выполняющих соответствующие бизнес-процессы, и высвободить их для решения других важных задач. Также отпадет необходимость содержать, поддерживать в рабочем состоянии часть оборудования и расходных материалов.

Таким образом, компания берет на себя только работы, связанные с научно-исследовательскими и опытно конструкторскими работами, разработкой документации, входным контролем качества поставляемых в сборе узлов, а также непосредственной сборкой, пуско-наладочными работами, упаковкой и транспортированием. В результате достигается большая устойчивость организационной системы за счет того, что снижается зависимость от внешних факторов. Тем самым, снижаются управленческие риски.

Для проверки выдвинутой гипотезы построена имитационная модель процесса в программной среде БП-Симулятор в нотации ePC. Для начала построена модель текущих процессов, в которой компания выполняет все задачи производства собственными силами. Результаты симуляции показаны на рисунке 2.



Рис. 2. Показатели производительности процесса «как есть»

Как видно из рисунка 2, среднее время обработки составило 48 модельных часов. При этом некоторые исполнители простаивают (среднее время простоя 20 модельных часов), так как ожидают передачи конечных результатов с предыдущих процессов.

В свою очередь, контрактное производство, обладая соответствующими кадровыми, производственными, и материальными ресурсами, обеспечивает бесперебойную поставку узлов для сборки принтеров на предприятии. Поставка точно в срок, гарантии, а также санкции за их нарушение, предусмотрены соответствующим договором.

При трансформации цепочки поставки ценности и включении в нее контрактного производства процесс на предприятии инициируется поступлением узлов в сборе в компанию ЦНС. Наличие подрядчика позволяет гибко устанавливать сроки изготовления узлов согласно договору и загрузке производственных мощностей исполнителя. Результаты моделирования представлены на рисунке 3.



Рис. 3. Показатели производительности процесса после модернизации

Как видно из рисунка 3, привлечение партнеров позволяет сократить среднее время производственного процесса почти в два раза, а также существенно сократить время простоев.

Можно заключить, что, оставляя только основные виды деятельности, такие как сборка готовой продукции, разработка и проведение опытно-конструкторских работ, компания снимает с себя большую нагрузку по обеспечению и поддержанию производственного процесса в устойчивом состоянии.

Заключение

В работы были изучены бизнес-процессы организационной системы — компании ЦНС, занимающейся разработкой и производством 3D-принтера. Было установлено, что в настоящее время процессы органи-

зационной системы неустойчивы по причине большой финансовой нагрузки, а также зависимы от факторов внешней среды. Так как компания придерживается политики постоянного совершенствования качества, проблема некачественных материалов приобретала все большую значимость.

Для поиска точек оптимизации процессов была построена имитационная модель производственного процесса организационной системы. Было установлено, что до 80 % всего времени производства приходится на подготовительный этап, на котором осуществляется снабжение производства материалами, а также контроль их качества, доработка покупных материалов, а также сборка ключевых узлов принтера. Было предложено сформировать горизонтальную цепочку поставки ценности за счет передачи части функций контрактному производству. Построенная имитационная модель новой бизнес-модели позволила подтвердить гипотезу о снижении времени производства готовой продукции.

Сделан вывод, что формирование горизонтальной цепочки поставок позволит компании повысить устойчивость организационной системы. Это приведет к способности обеспечивать свою деятельность ресурсами в каждый момент времени, снижению чувствительности к факторам внешней среды. Используя стратегию минимизации рисков за счет передачи третьей стороне, компания снимает с себя зависимость от поставщиков, диверсифицируя риски за счет привлечения партнеров в рамках контрактного производства.

Список литературы

1. Бурков В.Н. Основы математической теории активных систем. – М.: Наука, 1977. – 255 с.
2. Тихонов А.Н., Иванников А.Д., Соловьёв И.В., Цветков В.Я. Основы управления сложной организационно-технической системой. Информационный аспект. – М.: МАКС Пресс, 2010. – 228 с.
3. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. – 4-е изд., испр. и дополн. – М.: ЛЕНАНД, 2022. – 500 с.
4. Дадаян Л.Г. Организационные системы. Моделирование и управление. – М.: Инфра-Инженерия, 2022. – 180 с.
5. Раев В.К. Организационные системы // ИТНОУ. – 2019. – № 1. – С. 94–100.
6. Туккель И.Л. «Большие вызовы»: глобализация или глокализация? Вариативное проектирование стратегий научно-технологического развития // Инновации. – 2016. – № 6. – С. 74–79.
7. Самосудов М.В. Механизмы управления системной устойчивостью компании // Современная конкуренция. – 2008. – № 4. – С. 50–62.
8. Воронов А.А. Управляемость, наблюдаемость, устойчивость. – М.: Наука, 1979. – 339 с.
9. Мисриханов М.Ш. Классические и новые методы анализа многомерных динамических систем. – М.: Энергоатомиздат, 2004. – 566 с.

10. Красовский Д.Л., Туккель И.Л. Категории «наблюдаемость» и «управляемость» инновационных процессов // Системный анализ в проектировании и управлении: сборник научных трудов XXVI Международной научно-практической конференции, 13–14 октября 2022 года, г. Санкт-Петербург. В 3 ч. Ч. 3 – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС; ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», 2023. – С. 69–75. – DOI: 10.18720/SPBPU/2/id23-459.

11. Цыганков Н.С. Методы и модели планирования и оперативного управления процессами создания аддитивного оборудования на примере экструзионных 3D-принтеров: дис. канд. техн. наук: 2.5.22. – Красноярск, 2022. – 149 с.

12. Ефанова Н.В., Ковалева К.А. Исследование понятия устойчивости экономических сетевых структур // Современная экономика: проблемы и решения. – 2020. – № 11 (131). – С. 91–101.