

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Орловский государственный университет имени
И.С. Тургенева»

На правах рукописи



Конищев Алексей Сергеевич

**УПРАВЛЕНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬЮ ИСПОЛНЕНИЯ
ЗАКАЗА НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (экономика,
организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами –
промышленность)

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Научный руководитель
кандидат экономических наук,
доцент Д.Н.Торгачев

Орел – 2018

СОДЕРЖАНИЕ	
ВВЕДЕНИЕ	3
1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬЮ ИСПОЛНЕНИЯ ЗАКАЗА	10
1.1 Эволюция подходов к управлению продолжительностью исполнения заказа	10
1.2 Анализ факторов, влияющих на управление продолжительностью исполнения заказа	29
1.3 Основные принципы и направления развития модели управления продолжительностью исполнения заказа	49
2. АРХИТЕКТУРА МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬЮ ИСПОЛНЕНИЯ ЗАКАЗА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	61
2.1 Классификация и описания бизнес-процессов промышленного предприятия в рамках модели управления продолжительностью исполнения заказа	61
2.2 Построение модели управления продолжительностью исполнения заказа и алгоритма её реализации	68
2.3 Оценка эффективности управления продолжительностью исполнения заказа с учетом рентабельности, определяемой форматом модели стратегической прибыли	89
3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬЮ ИСПОЛНЕНИЯ ЗАКАЗА	98
3.1 Расчет ключевых показателей функционирования предприятия в процессе применения модели управления продолжительностью исполнения заказа	98
3.2 Имитационное моделирование производственных процессов на основе модели управления продолжительностью исполнения заказа	108
3.3 Оценка экономической эффективности внедрения модели управления продолжительностью исполнения заказа	120
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	125
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	129
ПРИЛОЖЕНИЯ	144

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы диссертационного исследования. Тенденции развития экономик стран мира, комплексные процессы глобализации рынков и в то же время систематическое дестабилизирующее влияние мирового рынка на экономики стран, наращивание производственной активности вынуждают менять основы функционирования современных промышленных предприятий. Вместе с тем переход на инновационный путь развития многих стран, требования высокой мобильности и быстрой адаптации промышленного предприятия к поступающим заказам, интенсивное внедрение информационных технологий во все сферы деятельности вызвали необходимость в переходе к гибкости производства, к оперативному удовлетворению запросов потребителей.

В этой связи всё более актуальным становится вопрос формирования модели управления продолжительностью исполнения заказа промышленного предприятия. Выработка базовых принципов управления продолжительностью исполнения заказа, вопрос систематизации и изучения влияния внешних и внутренних факторов является важным условием преобразования деятельности предприятия в сторону управления продолжительностью исполнения заказа.

Немаловажной является проблема разработки методики мониторинга и управления продолжительностью исполнения заказа, позволяющей устойчиво и быстро реагировать на перемены спроса и другие непрогнозируемые изменения. Более того, следует оценить влияние изменений продолжительности исполнения заказа на конечный результат работы промышленного предприятия – прибыль.

Степень научной разработанности проблемы. Разнообразные подходы к описанию понятия продолжительности исполнения заказа можно встретить в трудах как зарубежных, так и российских ученых: Дж.Форрестера, Джеффри К. Лайкера, Доналда Дж. Бауэрсокса, Дейвида Дж. Клосса, Р. Сури, Вильяма Дж. Стивенсона, Стефана Н. Чапмэна, Т. Оно, М. Имаи, С. Синго,

Дж. Сталка Я. Мондена, Ф. Тейлора, В.И. Сергеева, А.Н. Стерлиговой, Т.В. Левина, В.А. Шумаева, В.Ю. Пережогина и др.

Описанию экономической целесообразности управления продолжительностью исполнения заказа посвящены работы ученых: Э. Деминга, Дж. Вумека, Д. Джонса, Дж. Лайкера, М. Мэскона, М. Ротера, Дж. Майкла Джеймс Вумека, Дэниела Джонса, Э.М. Голдратта, У.Х. Детмера, Дж. Майкла, Ф.А. Семенычевой, И.Н. Ивановой и др.

Исследование вопросов эффективности построения процессов исполнения заказа представлены в работах Майка Ротера, Джона Шука, В.Г.Елиферова, Д.В. Перемежко, В.А. Симонова, Ю.Ф. Тельнова, С.И. Шаныгина, В.В. Аксенова, М.А. Пономарева, В.В. Репина, Н.П. Воронина, И.Г. Галямина, М.Ю. Катаева и др.

Анализ методов управления продолжительностью исполнения заказа изложен в трудах Р.Сури, А.Е. Лузина, С.И. Ляпунова, Вильяма Дж. Стивенсона, Т.В. Алесинской, С.В. Питеркина, Д.В. Исаева, Н.А. Оладова и др.

В то же время, несмотря на большое количество научных работ, опубликованных зарубежными и российскими учеными, вопросы о методах и механизмах управления продолжительностью исполнения заказа, оказывающих влияние на эффективность субъектов экономики, а также теоретического обоснования использования продолжительности исполнения заказа как базы для управления промышленным предприятием с учетом специфики процессов остаются открытыми. Вместе с тем большое количество разрозненных понятий продолжительности исполнения заказа также требует разработки актуального и полного определения.

Цель диссертационного исследования заключается в теоретическом обосновании, оценке и использовании в практике промышленных предприятий современных технологий и моделей, позволяющих организовать управление продолжительностью исполнения заказа с учетом влияния внешних и внутренних факторов производства.

Для реализации цели исследования **потребовалось решение**

следующих задач:

- уточнить содержание понятия «продолжительность исполнения заказа»;
- разработать новый метод классификации бизнес-процессов промышленного предприятия с учетом вариабельности их исполнения в процессе исполнения заказа;
- разработать графический инструментарий, позволяющий отразить продолжительность исполнения заказа на промышленном предприятии;
- предложить модель управления продолжительностью исполнения заказа на промышленном предприятии, которая позволит повысить эффективность его функционирования посредством отображения необходимых для контроля признаков, сохранить внутреннюю связь между элементами модели и отразит зависимость выходов модели от её входов;
- сформировать алгоритм реализации управления и мониторинга продолжительностью исполнения заказа на промышленных предприятиях;
- разработать методику расчета оптимального размера партии деталей, запускаемых в производство.

Объект исследования – промышленные предприятия, осуществляющие производственно-хозяйственную деятельность в условиях срочности исполнения заказа.

Предметом исследования являются экономические и управленческие отношения, возникающие в результате и в процессе исполнения заказа потребителя на выпускаемую продукцию.

Область диссертационного исследования соответствует: п. 1.1.1 «Разработка новых и адаптация существующих методов, механизмов и инструментов функционирования экономики, организации и управления хозяйственными образованиями в промышленности»; п.1.1.13 «Инструменты и методы менеджмента промышленных предприятий, отраслей, комплексов»; п.1.1.15 «Теоретические и методологические основы эффективности развития предприятий, отраслей и комплексов народного хозяйства» Паспорта специальности 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством

(экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами – промышленность).

Теоретическую и методологическую основу диссертационного исследования составляют работы отечественных и зарубежных ученых в области повышения эффективности использования факторов производства, эффективности бизнес-процессов; научно-методологические концепции и разработки фундаментального и прикладного характера, отражающие современные концепции развития управления промышленным предприятием; официальные документы; законодательные акты федерального и регионального уровней.

Основные методы научного исследования. В процессе проведения исследования, сбора и обработки информации использованы методы, позволяющие достичь поставленной в работе цели: анализ, синтез, метод логического обобщения, положения теории систем, логический метод и приемы моделирования, индукция и дедукция, позитивный и нормативный подход, теории организации управления производством, общей экономической теории, методы экономического и статистического анализа.

Информационной базой исследования послужили данные Федеральной службы государственной статистики, отчетность исследуемых предприятий промышленности, международных экономических и статистических организаций (RBK, WSTS, IDC, Gartner, Fitch Ratings, Moody's и Standard & Poor's), материалы периодической печати, результаты исследований и материалы, получившие отражение в научных монографиях и статьях отечественных и зарубежных авторов, материалы, представленные в сети Интернет, и аналитические исследования автора.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в развитии теоретико-методологических подходов к разработке новых и адаптации существующих технологий и моделей управления промышленным предприятием на основе продолжительности исполнения заказа.

Научная новизна подтверждается следующими, полученными лично автором, научными результатами, выносимыми на защиту:

1. Предложено авторское определение категории «продолжительность исполнения заказа», отличающееся от существующих трактовок отражением продолжительности исполнения заказа через интервал времени между событиями с учетом продолжительности процессов, не приносящих пользу, до момента поступления первого изделия заказчику, что позволяет выявить реальную продолжительность исполнения вне зависимости от размеров размещенных заказов, финансовых возможностей фокусного предприятия в формировании запасов, но с учетом ошибок построения потока исполнения заказа или его специфики (п. 1.1.15 Паспорта специальности 08.00.05).

2. Предложен способ классификации бизнес-процессов предприятия с позиции продолжительности исполнения заказа для управления промышленным предприятием. В зависимости от колебания показателей продолжительности поступления работ к ресурсу и продолжительности исполнения работы ресурсом бизнес-процессы предложено делить на группы устойчивых, среднеустойчивых и низкоустойчивых процессов (п. 1.1.1 Паспорта специальности 08.00.05).

3. Разработан графический инструментарий представления потока продолжительности исполнения заказа в процессе управления промышленным предприятием. В отличие от существующих инструментов описания потоков на предприятии предложенный автором инструментарий позволяет рассматривать поток существующих процессов с позиции времени их исполнения с учетом мониторинга показателей их функционирования (1.1.13 Паспорта специальности 08.00.05).

4. Предложена модель управления промышленным предприятием на основе контроля продолжительности исполнения заказа. Данная модель отличается от других разработок отражением взаимосвязи продолжительности исполнения заказа и экономической результативности работы промышленного предприятия (п. 1.1.13 Паспорта специальности 08.00.05).

5. Разработана методика расчета оптимального размера партии деталей, запускаемых в производство. В отличие от существующих методов расчета разработанная методика позволяет определять оптимальный с позиции продолжительности прохождения продукции через производственную систему, с учетом поддержания требуемого уровня загруженности мощностей и максимизации количества произведённой производственной системой продукции (п. 1.1.1 Паспорта специальности 08.00.05).

Практическая значимость заключается в том, что полученные результаты диссертации в виде сформированного авторского понятия, авторской модели управления продолжительностью исполнения заказа, теоретических и математических выводов, прикладных разработок и практических рекомендаций могут быть использованы в организационно-управленческой и финансово-экономической деятельности приборостроительных предприятий, а также предприятий, испытывающих необходимость в использовании конкурентного стратегического ресурса – времени. Кроме того, материалы диссертации представляют интерес для ученых, аспирантов, преподавателей и студентов в научно-исследовательском и учебном процессе. В частности, результаты исследования могут использоваться при проведении занятий со студентами по ряду экономических дисциплин (бизнес-планирование, менеджмент организаций, экономика предприятия и др.)

Достоверность полученных результатов исследования подтверждается путем сравнения теоретических выводов и фактических данных, полученных в ходе применения предложенных практических решений на промышленном предприятии.

Апробация и внедрение результатов исследования. Основные положения и результаты диссертационной работы обсуждались и получили положительную оценку на международных и всероссийских научно-практических конференциях, в том числе: IX Международная научно-практическая конференция «Вопросы управления и экономики: современное

состояние актуальных проблем» (Москва, 2018); XII Международная научно-практическая конференция «Логистика – евразийский мост» (Красноярск, 2017); XII Международная научно-практическая конференция «Проблемы и тенденции развития функционального и отраслевого менеджмента в условиях современной экономики» (Орел, 2017); Международная научно-практическая конференция «Современные проблемы науки, технологий, инновационной деятельности» (Белгород, 2017); Вторая Всероссийская конференция «Быстро реагирующее производство (QRM)» (Пермь, 2016); Всероссийская научно-практическая конференция «Формирование экономического пространства в условиях импортозамещения» (Мценск, 2015); Международная научно-практическая конференция «Логистические системы в глобальной экономике» (Красноярск, 2015); VIII Всероссийская конференция студентов и аспирантов НИУ ВШЭ (Москва, 2014). Содержащиеся в диссертационной работе практические решения и рекомендации внедрены в практическую деятельность предприятий: АО «Протон-Электротекс», АО «ГМС Ливгидромаш», ООО «Завод Орелкомпрессормаш».

Предложенное в диссертационном исследовании решение по организации управления продолжительностью исполнения заказа, имеет значение не только для развития экономической науки, но и для развития промышленных предприятий России.

Публикации. По результатам выполненного исследования опубликовано 16 научных работ общим объемом 11,71 печатного листа, из них семь работ в периодических изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве образования и науки Российской Федерации.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, трех глав основного текста, заключения, списка использованных источников из 147 наименований. Работа содержит 172 страницы, включая 25 таблиц, 19 рисунков, 14 приложений.

1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬЮ ИСПОЛНЕНИЯ ЗАКАЗА

1.1 Эволюция подходов к управлению продолжительностью исполнения заказа

Современная экономика требует от её субъектов систематического повышения устойчивости функционирования в быстроменяющейся внешней среде; неустанного улучшения производимого продукта и постоянного вывода на рынок новой конкурентоспособной продукции. Следствием данных тенденций в мировой экономике Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 года № 596 «О долгосрочной государственной экономической политике» Правительству РФ поручено принять меры, направленные на «повышение темпов и обеспечение устойчивости экономического роста...».¹ Особую роль в достижении поставленных целей в условиях сложившейся сырьевой модели отечественной экономики, единой мировой сетевой экономики и колоссального влияния мировых промышленных корпораций играет конкурентоспособность отечественного промышленного комплекса. Вместе с тем существующие на сегодняшний день взаимосвязанные политические и экономические риски (нестабильность спроса, инвестиций, нестабильность валютных рынков, нестабильность рынка рабочей силы) значительно замедляют эволюционное развитие отечественной промышленности.

С учетом данных условий, обеспечение гибкости предприятия, его внутренняя устойчивость к нестабильности, использование альтернативных источников повышения конкурентоспособности являются важной целью экономической науки сегодня.

Описывая главную цель любого промышленного предприятия, президент международного консалтингового предприятия «Pinnacle

¹ Указ Президента РФ от 07.05.2012 № 596 "О долгосрочной государственной экономической политике"
// <http://www.consultant.ru>

Strategies» Mark Woeppel сделал вывод о том, что все, что требуется для успешного развития предприятий на рынках с участием мировых корпораций и большим количеством конкурентов, – это наладить более быстрый процесс исполнения заказов. Иными словами, промышленным предприятиям для эволюционного развития в современных условиях не требуется более качественный, более продвинутый или даже более дешевый товар. Если предприятие будет выполнять запросы клиента быстрее, то клиент предпочтет именно быстрое удовлетворение собственных потребностей.¹

Вследствие этого можем сделать вывод, что продолжительность исполнения заказа является важным альтернативным источником конкурентного преимущества.

Именно поэтому становятся актуальными вопросы об определении понятия продолжительности исполнения заказа, её роли в существующих концепциях управления промышленным предприятием, факторах, влияющих на неё и принципах управления продолжительностью исполнения заказа как важного альтернативного источника конкурентного преимущества.

Необходимость анализа существующих теоретических основ и подходов к пониманию продолжительности исполнения заказа основана:

- 1) На фрагментарном использовании продолжительности исполнения заказа как ресурса в существующих концепциях управления промышленным предприятием;
- 2) На отсутствии четкого определения изучаемого понятия.

Основным результатом анализа существующих теоретических основ и подходов к пониманию продолжительности исполнения заказа должны стать описание эволюционных этапов развития понятия продолжительности исполнения заказа, а также единое понятие продолжительности исполнения заказа.

¹ Woeppel, Mark. The manufacturer's guide to implementing the theory of constraints / U.S. New York: CRC Press LLC, 2000. – 188 p.

По пути учета времени идут многие ведущие предприятия. Любое предприятие «само по себе является системой».² Важнейшим фактором данной системы является время. «Наиболее мощные предприятия, понимая эту аксиому, нарушают стандартные методы планирования и управляют временем, как большинство компаний управляют издержками или качеством».^{1,2}

Грамотное распоряжение временем в производстве, в разработке новых продуктов, в сбыте позволяет достигать определенных преимуществ на рынке. «Как стратегическое оружие, время является эквивалентом денег, производительности, качества, а иногда даже инновации. Управление временем позволило предприятиям по всему миру не только сократить свои расходы, но и расширить выпускаемый ассортимент продукции, охватив тем самым больше сегментов рынка, а также модернизировать технологии производства своего товара».³

Традиционные подходы к организации производства требуют прогноза продаж для планирования. Однако, по мнению Р. Сури, «прогнозы продаж – это суждения о величине продаж на период»⁴, которые не должны нести никакую материальную составляющую, а быть лишь еще одним источником информации для предприятия.

Увеличение горизонта планирования продаж приводит к снижению точности прогноза. С большим количеством ошибок в прогнозировании запасы на всех уровнях предприятия растут.

Допущенные по причине увеличенного горизонта планирования ошибки являются источником возникновения внеплановых заказов, замещающих

¹ George Stalk, Jr. Time—The Next Source of Competitive Advantage// Harvard Business Review. – July 1988

² Портер, М. Конкурентное преимущество: Как достичь высокого результата и обеспечить его устойчивость [пер. с англ.] / Майкл Портер. — 2-е изд. — М.: Альпина Бизнес Букс, — 2006. — 715 с.

³ Конищев, А.С. Использование методов проектного менеджмента в концепции «Быстрореагирующее производство» / А.С.Конищев, В.Л. Попов//Экономика и предпринимательство. -2016.-№9– С.516-521

⁴ Сури, Р. Время — деньги. Конкурентное преимущество быстрореагирующего производства [Электронный ресурс] [пер. с англ. В. В. Дедюхина] / Р. Сури.— 2-е изд. (эл.). — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. — 326 с. : ил.

плановые. Вследствие этого запланированные ранее заказы смещаются во времени и требуют дальнейшего увеличения горизонта планирования. Сформировавшийся цикл увеличенного горизонта планирования приводит к бесконечному увеличению затрат и созданию неэффективной системы.

Менеджеры, которые оказываются в подобной «петле планирования»¹, решают проблему путем улучшения методов прогнозирования и последующего увеличения горизонта планирования, тем самым усиливая влияние проблемы на предприятие, а не решая ее.

По результатам исследования George Stalk, Jr. и Thomas M. Hout² на рисунке 1 представлена зависимость точности прогнозов от продолжительности исполнения заказа.

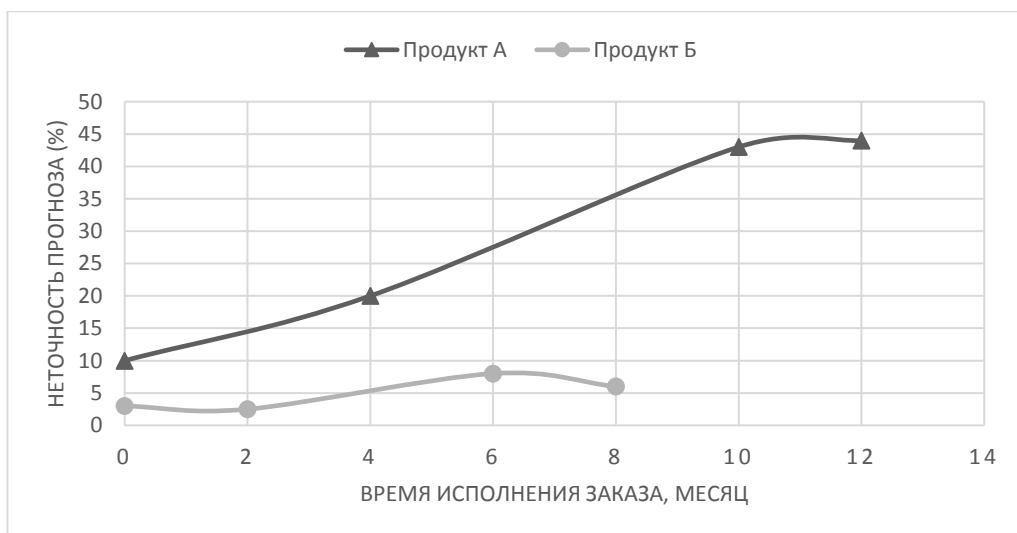


Рисунок 1 – Зависимость точности прогноза от планируемой продолжительности исполнения заказа

Снижение продолжительности исполнения заказа, по нашему мнению, позволит предприятиям решить проблему со сформированными у них

¹ Сури, Р. Время — деньги. Конкурентное преимущество быстрореагирующего производства [Электронный ресурс] [пер. с англ. В. В. Дедюхина] / Р. Сури. — 2-е изд. (эл.). — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. — 326 с. : ил.

² George Stalk, Jr. and Thomas M. Hout. Competing against time : how time-based competition is reshaping global markets / New York: The Free Press, 1999.- 285 pp.

«петлями планирования». Следствием данного решения является снижение потребности в долгосрочном планировании, снижение уровня запасов и т.д. В конце концов если предприятие сможет снизить продолжительность исполнения заказа до нуля, то прогнозировать продажи нужно будет только на день вперед.

Конечно, эта идея нереальна, но предприятия, пытающиеся управлять продолжительностью исполнения заказа, а не затратами, в Японии и на Западе сохранили свои сроки поставки от их неминуемого роста, а некоторые даже сократили их, тем самым снижая воздействие «петли планирования» на свое предприятие.

Для рассмотрения понятия «продолжительность исполнения заказа» автором проведен анализ эволюции подходов к понятию, позволяющий определить изменение сущности понятия в зависимости от преобладающей концепции управления промышленным предприятием. В результате анализа было выявлено семь основных этапов эволюции подходов к понятию «продолжительность исполнения заказа», в рамках которых данное понятие трактуется в зависимости от специфики предприятий, технологии управления предприятием, схемы приложения и т.д., иными словами, значение данного понятия многогранно.

Рассмотрим данные этапы:

1-й этап - Впервые вопрос времени в производстве был поднят «отцом исследования времени» Ф.У. Тейлором приблизительно в 1880 - х годах.

Ф. Тейлор является первым человеком, который использовал секундомер для изучения и замеров работы на производстве при определении «a fair day`s work» (справедливой дневной работы).¹ Среди его исследований - «Эксперимент с лопатой Тейлора», в рамках которого он обучал около 600 человек. Данные работники использовали свои собственные лопаты для перемещения горной руды, кокса и железной руды на расстояние около двух метров. Тейлор заметил, что лопаты разных рабочих были разного размера, и

¹ Taylor, Frederick W. The Principles of Scientific Management. // New York: Cosimo Classics, 2010. – 29 p.

задался вопросом, какая из них наиболее эффективна для данной работы. Именно для решения этого вопроса «отец исследования времени» использовал секундомер и измерял все, что делали рабочие. Он записывал данные для каждого рабочего с различными размерами лопат, с различной продолжительностью исполнения работы, количеством перерывов и часов работы. Его исследование позволило сократить время, сэкономив количество работников, и составить бюджеты на каждый год.

Дальнейшее развитие временной концепции Тейлора принадлежит Фрэнку и Лириане Гилберт. Их исследования были направлены на микроэлементное нормирование. Одним из результатов их работы стало создание 18 элементарных движений («Therbligs»), необходимых для работника, выполняющего ручные операции.¹

2-й этап - Наиболее глубоко влияние времени на производственные системы описано Джейм Форрестером в 50-х годах XX века. В своей работе «Основы кибернетики предприятия (Индустриальная динамика)» он анализировал изменения в работе производственно-сбытовой системы предприятий во времени. Главная цель – это определение промышленного предприятия как системы получающей, обрабатывающей и реагирующей на обратную связь от сбытовой системы.

Дж. Форрестер сформировал четыре основания динамического моделирования промышленных систем. Первое ключевое основание – «понятие сервомеханизма как прообраза информационной системы с обратной связью».² Автор считает, что любая существующая информационная система является системой с обратной связью.

В своем исследовании информационных систем с обратной связью Дж. Форрестер выявляет методы управления системой при помощи информации. Исследование описывает зависимость объема корректирующей

¹ The Gilbreth Network [Электронный ресурс]// Therbligs: The Keys to Simplifying Work, 2000. – Режим доступа:<http://gilbrethnetwork.tripod.com/therbligs.html>.

² Форрестер, Дж. Основы кибернетики предприятия (Индустриальная динамика) М.: Прогресс – 1971 г.

информации с временными задержками, возникающими и как результат колебания, и как неустойчивость.

«Вторым основанием динамического моделирования промышленных систем является разработка теории решений, выполненная в 50-е годы в порядке автоматизации военных тактических операций». ¹ Война всегда стимулировала страны ускорять развитие своей промышленности и научной мысли. Так, помимо качественного развития военных технологий (авиация или цифровые вычислительные машины) появились новшества и в области военного командования. Возрастала скорость развертывания военных действий, это требовало ускорения работы командования.

Экспериментальный подход к исследованию поведения промышленных систем – третье основание динамического моделирования. Использование математических вычислений как метода анализа производственных систем является недостаточно мощным способом решения комплексных управленческих и организационных задач на предприятии. Именно для этого автор предлагает использовать «экспериментальный подход в исследовании».¹

И, наконец, четвертой основой является использование ЭВМ. Уровень затрат, связанный с проведением математического анализа или эксперимента, на функционирующем производстве, значительно выше уровня затрат при использовании ЭВМ для решения таких же задач. Немаловажна и скорость выполнения данного анализа, использование ЭВМ значительно сокращает время, требуемое для расчета специфических данных.

Используя концепцию «промышленной динамики», первоначально разработанную для судовых противопожарных систем, Дж. Форрестер отслеживает влияние временных задержек и простоя в бизнес-системе, состоящей из завода, заводского склада, оптового звена, розничного звена и звена «заказов потребителей». Числа на рисунке 2 являются задержками в потоке информации или продукта, измеренные в течение нескольких недель.

¹ Форрестер, Дж. Основы кибернетики предприятия (Индустриальная динамика) М.: Прогресс, 1971.

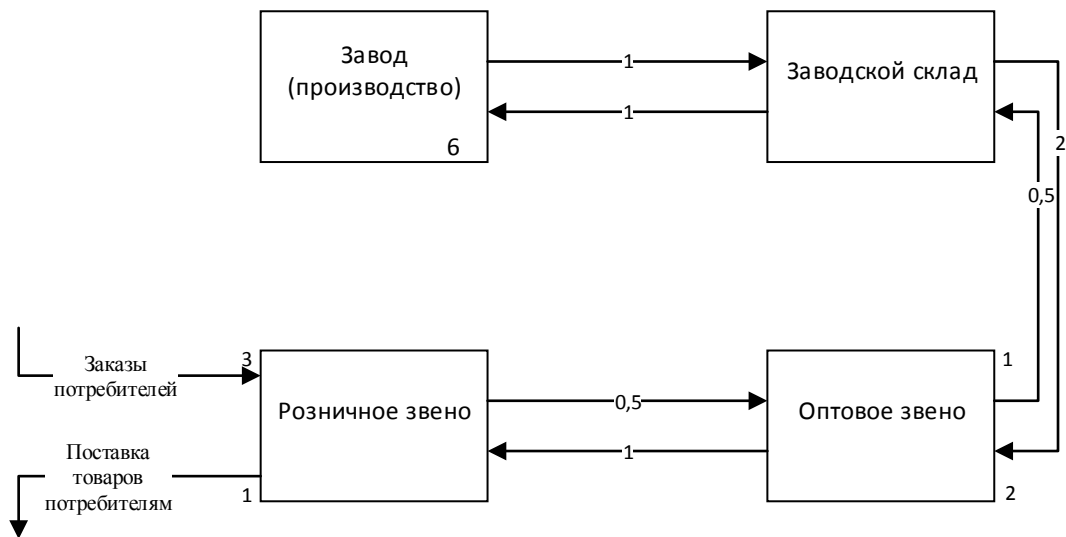


Рисунок 2 – Организация производственно-сбытовой системы¹

При описании работы производственных систем автор обращает особое внимание на колебания потребностей. Так, незначительные изменения в плане продаж влияют на годовые или сезонные производственные циклы. Маркетинговая политика предприятия может стать причиной как положительного, так и отрицательного влияния на сбыт продукции. Мало того, данное влияние может колебаться в течение долгого периода. Ошибочная оценка уровня потребностей клиентов в любой из описанных периодов приводит к возникновению представления о недостаточности мощностей и как результат ошибочного их расширения.

В своих примерах Форрестер рассматривает влияние запаздывания решений и действий на работу сбытовой системы предприятия. Важнейшая проблема этого звена, по его мнению, это нахождение удовлетворяющего каждого из участников системы продолжительности исполнения заказа. Иными словами, предприятие должно с такой скоростью выпускать продукцию, с которой этого требует клиент.

¹ Форрестер, Дж. Основы кибернетики предприятия (Индустриальная динамика) М.: Прогресс, 1971.

Исследуя реакцию сбытовой системы предприятия на увеличение спроса всего лишь на 10%, заведомо не учитывая влияния потоков оборудования, денежных средств и рабочей силы, а лишь базируясь на потоках информации, заказов и материалов, автор доказал, что запаздывание решений и действий может привести к полнейшей дестабилизации предприятия (сначала увеличение производства на 45%, а затем резкое падение на 66%).¹

Таким образом, работа Дж. Форрестера стала базой в развитии подходов к определению «продолжительности исполнения заказа». В своей работе автор показал, насколько велико влияние продолжительности исполнения заказа на работу системы предприятия.

3-й этап - Большой вклад в развитие идеи учета времени производства внесла компания Toyota. Основатель Toyota Motor Company Тайити Оно в своей речи на открытии завода Toyota Kogomo описал один из главных принципов работы компании: «Я намерен свести к минимуму потери времени в технологических процессах и при поставке деталей и материалов. Мой ориентир — подход «точно вовремя». Изучая лучшие практики машиностроительных предприятий, за основу своей дальнейшей организации производственных процессов в цехах Toyota Тайити взял работу супермаркетов.^{2,3,4}

Потребители берут («вытягивают») с полок супермаркетов именно те продукты, в которых они испытывают потребность именно сейчас. Данное действие в реализации потребностей и привело к созданию производственной системы управления «точно вовремя». Сам Оно рассказывает об этом несколько иначе: «Производственная система Toyota покоится на двух опорах: концепции «точно вовремя» и автономизации, т.е. автоматизации с участием

¹ Форрестер, Дж. Основы кибернетики предприятия (Индустриальная динамика) М.: Прогресс, 1971.

² Джеффри Лайкер и Джеймс Морган. Система разработки продукции в Toyota: Люди, процессы, технология/ Издание на русском языке, перевод, оформление. ООО «Альпина Бизнес Букс». 2007.-440 с.

³ Джеффри Лайкер Дао Toyota: 14 принципов менеджмента ведущей компании мира / Джеффри Лайкер; Пер. с англ. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. — 402 с.

⁴ Осано, Э. Экстремальная Toyota: Парадокс успеха японского менеджмента/Э. Осано, Н. Симидзу, Х. Такеути при участии Дж. Кайла Дортона. – Альпина Паблишер, Юрайт, 2011. – 288 с.

человека. Его основное правило: продукция должна поставляться не раньше и не позже назначенного срока»¹. Иными словами, Toyota наиболее внимательно относится к снижению продолжительности исполнения заказа, что предполагает частую подачу деталей к сборочной линии и постоянное получение мелких партий товарно-материальных ценностей от поставщиков, что в кратковременный период работы предприятия может привести к повышению определенных видов издержек. В долгосрочной перспективе это снизит общие затраты. Данные слова стали основой одной из наиболее широко распространенных в мире концепций движения материалов – концепции Just-in-time (точно в срок).²

В своей работе ДАО Toyota¹⁹ Джеффри К. Лайкер, описывая идеи Toyota, дал несколько определений понятия «продолжительность исполнения заказа»:

1. Продолжительность исполнения заказа — суммарное время пребывания продукта в системе.
2. Продолжительность исполнения заказа — период от момента размещения заказа потребителем до изготовления продукта.¹⁹

В 1980-е годы Кеничи Омаэ вновь затронул тему продолжительности исполнения заказа. Описывая агрессивную стратегию разработки продукции компанией Casio, он сделал вывод, что одна из основных целей производителей - это превращение желаний клиентов в продукт за короткий промежуток времени. Многие компании, воодушевившись примерами работы Toyota, начали строить свои стратегии на основе быстрого реагирования, т.е. снижения продолжительности исполнения заказа. Примером служат Sony, Sharp, Hitachi, Toshiba.³

В этот период начался четвертый этап становления понятия «продолжительность исполнения заказа». В середине 1980-х годов выросла

¹ Джеффри Лайкер и Джеймс Морган. Система разработки продукции в Toyota: Люди, процессы, технология/ Издание на русском языке, перевод, оформление. ООО «Альпина Бизнес Букс». 2007.-440 с.

² Джеффри Лайкер Дао Toyota: 14 принципов менеджмента ведущей компании мира / Джеффри Лайкер; Пер. с англ. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. — 402 с.

³ Кеничи Омаэ. Мышление стратега: Искусство бизнеса по-японски [пер. с англ.]/ Кеничи Омаэ. - М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. - 215 с.

стратегия быстрореагирующего производства из текстильной и швейной промышленности Америки.

Ведущие японские предприятия и небольшие североамериканские и европейские предприятия продемонстрировали силу таких двух новых аспектов конкурентного преимущества как, низкий уровень цен и быстрое время отклика. Эти ведущие предприятия сокращали время, необходимое для производства и реализации продукции. Что еще более важно, они также значительно сокращали время, необходимое для разработки и внедрения новых продуктов. Эти факторы не только помогли сократить расходы, они также позволили им предлагать широкую линейку продуктов для охвата большего количества сегментов рынка, а также для быстрого повышения технологического уровня своей продукции.

Рынки сбыта росли настолько быстро, что в 1984 году лидеры отрасли собрались вместе, чтобы сформировать «Crafted with Pride in the USA Council» под руководством Роджера Милликена. Проведенный анализ отрасли показал, что средняя продолжительность исполнения заказа в швейной и текстильной промышленности Америки составляла 66 недель от начала обработки сырья до получения товара потребителем, из них 40 недель товар находился на складе или в пути следования, а 11 недель товар пролеживал на полках магазинов. Многие клиенты выходили из магазина, не найдя необходимую одежду, цвет или размер.¹

Результатом работы «Crafted with Pride in the USA Council», Boston Consulting Group и Kurt Salmon Associates стало возникновение стратегии быстрого реагирования (QR).² В данной стратегии на момент ее создания «продолжительность исполнения заказа» определяется как сумма задержки поставки (время, которое требуется поставщику, чтобы доставить товары после размещения заказа) и задержки возобновления заказа (время до

¹ The Influence of Country of Origin on Consumer Attitude and Buying Behavior in the United States and Canada [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.acrwebsite.org/volumes/6760/volumes/v14/NA-14>.

² Richard E. Crandall, William Crandall How management programs can improve performance: selecting and implementing the best program for your organization – Information Age Publishing, Charlotte, North Carolina, USA. – 2015, 573 p.

размещения нового заказа). В рамках данной стратегии рассматривается продолжительность исполнения заказа в контексте управления товарными запасами, т.е. как один из ключевых факторов, который нужно принимать во внимание при оптимизации товарных запасов. Однако данная точка зрения наиболее полезна для оптовой и розничной торговли.

Анализ последующих теорий управления процессами выявил пятый этап формирования подходов к определению и управлению продолжительностью исполнения заказа. Предзнаменовался он работой Элияха Голдратта «The Goal: A Process of Ongoing Improvement»,¹ в которой автор заложил основы созданной им впоследствии теории ограничений. Теория ограничений — это разработанная система управления предприятием, основанная на причинно-следственной логике. В ТОС одним из видов ограничения является ограничение времени. Под ограничением времени автор понимал время реагирования системы на потребности рынка. Данный подход к определению влияния времени на производственную систему схож с подходом, предложенным Дж. Форрестером. В ТОС Элиях Голдратт определяет «продолжительность исполнения заказа» на производстве как время, прошедшее с момента получения заказа до момента готовности товара к отгрузке. В своей работе автор также дал определения показателей продолжительности исполнения заказа, времени пополнения заказа, времени доведения заказа и времени доставки заказа.²

Дальнейшим развитием понятия «продолжительность исполнения заказа» занимался ряд ученых, основная деятельность которых направлена на становление теорий управления процессами предприятия. Работа Д.Дж. Бауэрсокса и Д.Дж. Клосса «Логистика: интегрированная цепь поставок»², по нашему мнению, является шестым этапом развития подходов к определению понятия «продолжительность исполнения заказа».

¹ Цель. Процесс непрерывного совершенствования / Э. М. Голдратт — «Альпина Диджитал», 2004. — 480 с.

² Доналд Дж. Бауэрсокс, Дейвид Дж. Клосс. Логистика: интегрированная цепь поставок. 2-е изд./ [Пер. с англ. Н.Н. Барышниковой, Б.С. Пинекера]. — М.: ЗАО «Олимп – Бизнес», 2008-640 с.

Эти авторы склонны выделять на всем протяжении исполнения заказа «функциональные циклы»¹, охватывающие определенные части логистического процесса. Они являются основными объектами анализа интегрированной логистики. Исследование параметров интеграции и взаимодействия функциональных логистических циклов позволяет увидеть всю систему принятия решений, проанализировать динамику работы и увидеть существующие явные и неявные взаимосвязи.

С точки зрения интегрированной логистики выделяют функциональные логистические циклы:

- 1) Физическое распределение продукции.
- 2) Материально-техническое обеспечение производства.
- 3) Снабжение.

Основное взаимодействие данных циклов происходит при «согласовании потребностей в ресурсах «на входе» и «на выходе»¹. В то же время производственная система представляет из себя комбинацию функциональных циклов, выстроенных в определенной последовательности в ходе исполнения заказа.

Д.Дж. Бауэрсокс и Д.Дж. Клосс считают, что «в зависимости от специфики отрасли, географического расположения, организационного уровня предприятия и т.д. функциональные циклы фирмы могут как отдаваться на аутсорсинг, так и быть в полном её ведении».¹ Одну из важных проблем управления продолжительностью исполнения заказа, авторы видят в управлении неопределенностью, т.е. в снижении неопределенности всех составных частей цикла исполнения заказа. Помимо организации исполнения заказа, величина неопределенности является зависимой от технологий и от состояния и возможностей рабочих.

На рисунке 3 представлен функциональный цикл, связанный с поставкой готовых продуктов потребителю: итоговый диапазон цикла исполнения заказа, а также сроки исполнения каждой из операций. Среднее

(ожидаемое) время исполнения функционального цикла показано прерывистой вертикальной линией.

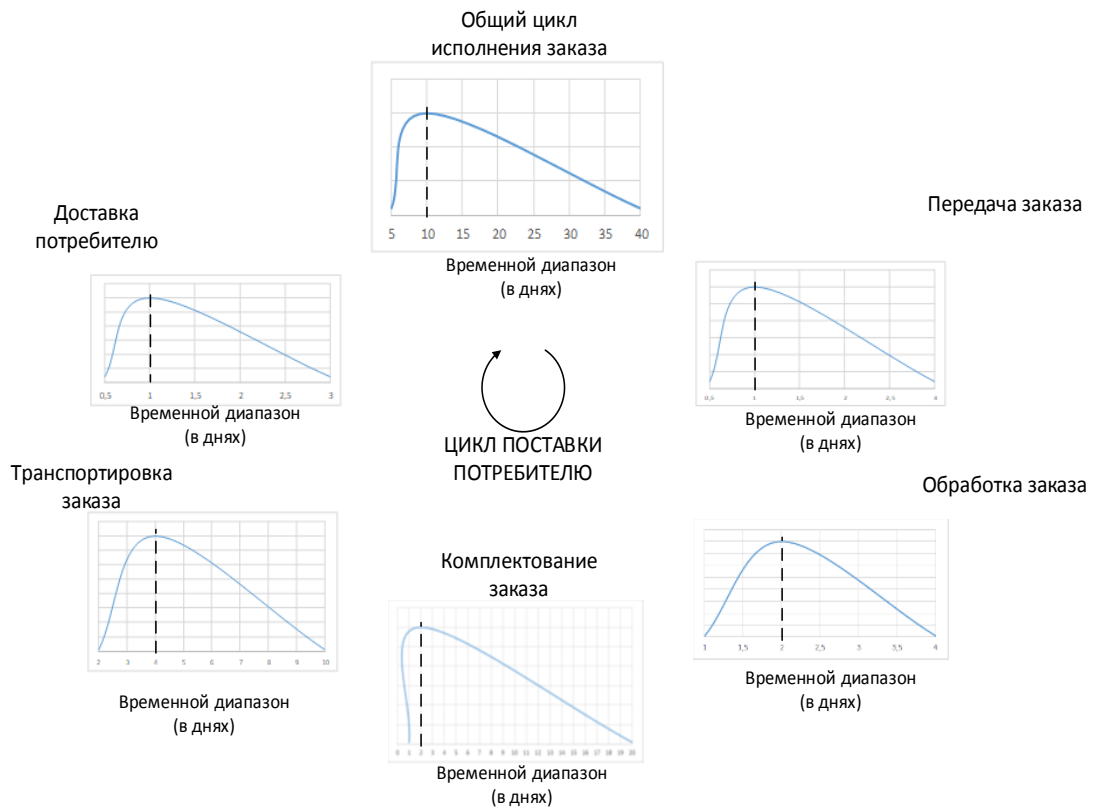


Рисунок 3 – Неопределенность функционального цикла¹

Таким образом, Д.Дж. Бауэрсокс, Д.Дж. Клосс определили продолжительность исполнения заказа как «совокупность сроков исполнения функциональных логистических циклов предприятия». ²

После выхода работы Д.Дж. Бауэрсокса, Д.Дж. Клосса российские ученые продолжили развивать мысль разделения продолжительности исполнения заказа на несколько процессов. Данные работы завершают шестой этап развития понятия «продолжительность исполнения заказа».

¹ Доналд Дж. Бауэрсокс, Дейвид Дж. Клосс. Логистика: интегрированная цепь поставок. 2-е изд./ пер. с англ. Н.Н. Барышниковой, Б.С. Пинекера. – М.: ЗАО «Олимп – Бизнес», 2008.-640 с.

Так, В.И. Сергеев в своей книге «Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов» определяет продолжительность исполнения заказа как продолжительность полного логистического цикла.¹ Последовательность постоянно повторяющихся операций во времени автор и называет логистическим циклом.

По мнению В.И. Сергеева, цикл исполнения заказа – конститутивное понятие интегрированной логистики. «Цикл исполнения заказа — интервал времени между подачей заказа и доставкой заказанного продукта или услуги конечному потребителю»¹.

В.И. Сергеев разделяет продолжительность исполнения заказа на компоненты:

- время на формирование и требуемое оформление заказа в регламентированном порядке;
- время, затрачиваемое заказчиком на передачу информации о своей потребности поставщику;
- собственно сама продолжительность исполнения заказа поставщиком, в том числе время, потраченное заказом на ожидание в очереди для постановки в план производства, технологическое время обработки, межоперационные простои и т.п.;
- время на транспортировку заказа от поставщика к потребителю.

По мнению автора, полезно выделять более подробную структуру цикла исполнения заказа.

Наконец, седьмым этапом развития понятия продолжительности исполнения заказа можно считать мнение в разделении продолжительности исполнения заказа на составляющие компоненты в APICS Dictionary, 14th edition², созданное Ассоциацией операционного менеджмента.

¹ Сергеев, А.В. Анализ зависимости инвестиционной привлекательности от кредитного рейтинга / А.В. Сергеев // Проблемы экономики и менеджмента. – 2015. – №8 (48). – С.44-47.

² APICS Dictionary FOURTEENTH EDITION / Editor John H. Blackstone Jr., PhD, CFPIM, Jonah's Jonah Department of Management Terry College of Business University of Georgia, 2013 – 518 p.

Продолжительность исполнения заказа в данном определении разделяется на время для подготовки заказа, время ожидания, время обработки, доставки, получения и входного контроля.

Продолжительность исполнения заказа (Lead Time) – время между возникновением потребности в размещении заказа до получения продукции. В зависимости от специфики предприятия продолжительность исполнения заказа может включать в себя:

- 1) Время необходимое для подготовки заказа.
- 2) Время ожидания.
- 3) Время обработки (производства).
- 4) Время доставки.
- 5) Время получения и время входного контроля.

В своей работе «Время – деньги»¹, доктор наук Гарвардского университета Раджан Сури выделяет пять основных показателей исполнения заказа:

- внешняя продолжительность исполнения заказа — время, доступное для мониторинга внешним контрагентам производственной системы;
- внутренняя продолжительность исполнения заказа — продолжительность исполнения заказа с точки зрения предприятия, иными словами время, необходимое для прохождения заказом всего пути через предприятие;
- заявленная продолжительность исполнения заказа — время, которое продавцы согласуют с покупателем;
- планируемое время заказа — показатель, используемый в системах планирования на производственных предприятиях (MRP, ERP);
- продолжительность исполнения заказа поставщиком — время, требуемое для перехода вашего заказа от поставщика в ваше распоряжение.

¹ Сури, Р. Время — деньги. Конкурентное преимущество быстрореагирующего производства [Электронный ресурс] [пер. с англ. В. В. Дедюхина] / Р. Сури. — 2-е изд. (эл.). — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. — 326 с. : ил.

В словаре Lean Lexicon дано определение понятия «продолжительность исполнения заказа» как время прохождения одного изделия через весь процесс или поток создания ценности от начала до конца.¹

Рассматривая представленные трактовки продолжительности исполнения заказа, можно сделать вывод, что существующие подходы и определения продолжительности исполнения заказа являются неполными. Определяя продолжительность исполнения заказа, некоторые исследователи рассматривают время прохождения ресурсов через производственные процессы, не учитывая время, когда заказ является только входящей информацией. Другие включают в это понятие задержки времени, требуемые для возобновления заказа. Вместе с тем ни одно из определений не учитывало специфику различных отраслей промышленности и влияние факторов отрасли промышленности на продолжительность исполнения заказа. Время как важный конкурентный ресурс предприятия мало рассматривалось зарубежными и российскими учеными. Проанализированные работы направлены на управление предприятием с позиции экономики предприятия и качества выпускаемой продукции. Вместе с тем влияние изменений на продолжительность исполнения заказа не оценивалось либо оценивалось, но как побочное явление. В связи с этим в рамках данной диссертационной работы возникает необходимость в формулировании авторского определения понятия «продолжительность исполнения заказа».

Авторское понятие продолжительности исполнения заказа в рамках данного исследования будет трактоваться как интервал времени, необходимый для прохождения заказом бизнес-процессов предприятия, требуемых для его исполнения, с момента поступления заказа до момента поступления первого изделия заказчику с учетом используемой технологии управления бизнес-процессами и специфики производства.

Авторское понятие «продолжительности исполнения заказа» имеет ряд отличий от проанализированных ранее понятий:

¹ The Lean Lexicon 5th Edition/ Lean Enterprise Institute, Inc., - 2014. – 109 p.

- во-первых, продолжительность исполнения заказа – это, прежде всего, интервал времени, т.е. время, истекшее между моментами двух событий. Большинство авторов ранее выражали продолжительность исполнения заказа через размеры запасов материалов на складах, через размеры незавершенного производства, через объемы финансовых средств, воспринимая время как побочную систему расчета. Однако для клиента продолжительность исполнения заказа – это время, выраженное в календарных днях, по истечении которых товар окажется в его распоряжении. В связи с этим авторское понятие продолжительности исполнения заказа определяется через интервал времени;

- во-вторых, в определении используется понятие бизнес-процесса. Связано это с рассмотрением исполнения заказа как не единовременного простого действия, а как серии устойчивых целенаправленных взаимосвязанных видов деятельности, преобразующих входы в выходы (процессный подход). При этом, включая в определение продолжительности исполнения заказа все бизнес-процессы предприятия, автоматически учитываем не приносящие пользы потери времени на складирование готовой или незавершенной продукции, что позволяет акцентировать внимание не только на конечном результате, но и на процессе его достижения;

- в-третьих, важным отличием авторского понятия является измерение продолжительности исполнения заказа «до момента поступления первого изделия заказчику». Связано это, прежде всего, с заведомым созданием возможности контроля времени исполнения независимо от размера партии. Однако момент поступления первого изделия заказчику может являться как моментом исполнения всего заказа клиента, так и моментом исполнения лишь его части;

- в-четвертых, авторское определение учитывает специфику производства, т.е. условия при которых исполняется заказ: загруженность мощностей, используемые размеры партии, вариабельность процессов.

Итоговое отражение эволюции подходов к понятию «продолжительность исполнения заказа» представлено на рисунке 4.

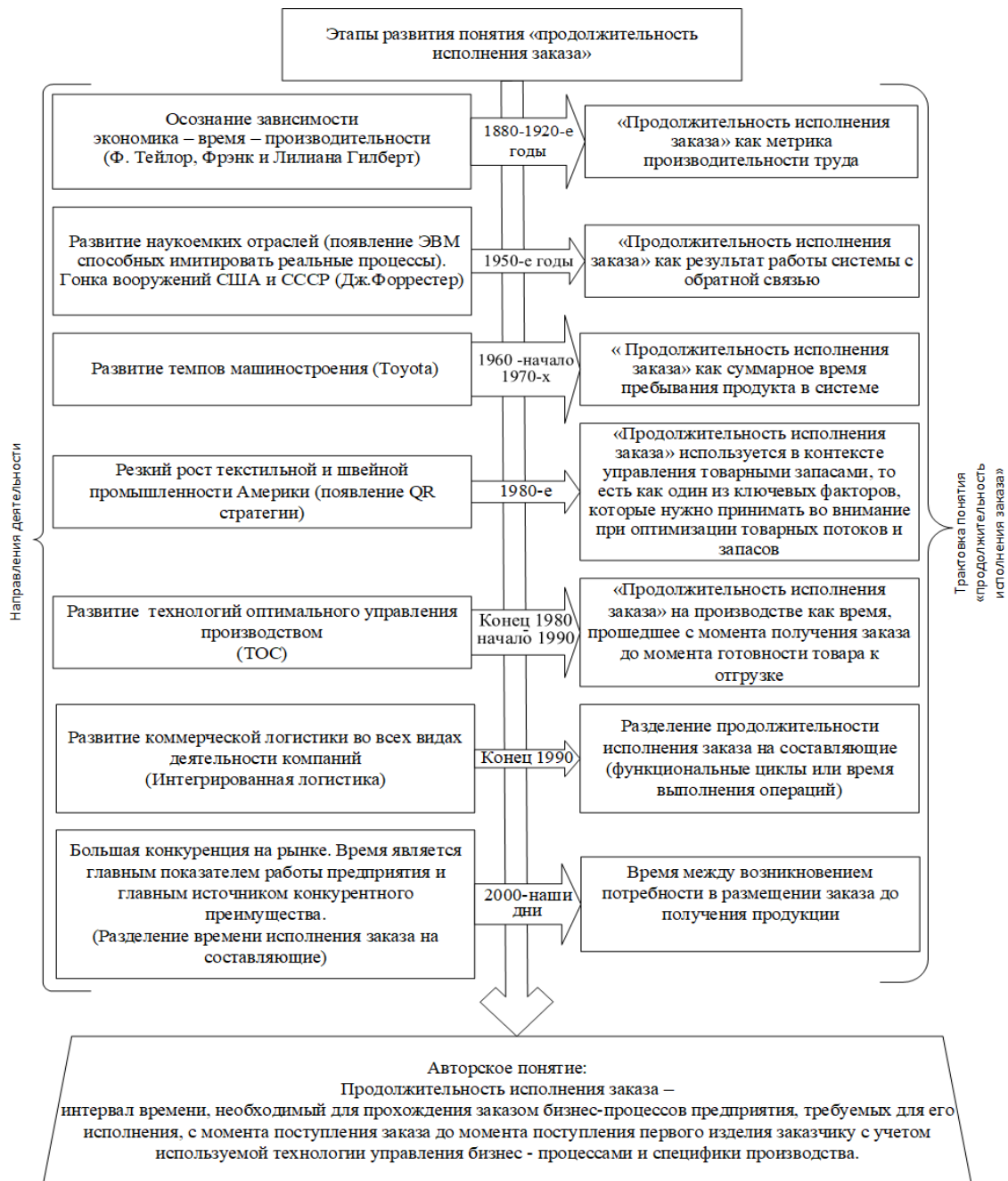


Рисунок 4 - Эволюция подходов к понятию «Продолжительность исполнения заказа»

Таким образом, на сегодняшний день продолжительность исполнения заказа является чрезвычайно важным, но не используемым всеми промышленными предприятиями конкурентным преимуществом. Связано это, прежде всего, с отсутствием определения термина «продолжительность исполнения заказа», а также отсутствием модели управления продолжительностью исполнения заказа для промышленных предприятий.

1.2 Анализ факторов, влияющих на управление продолжительностью исполнения заказа

Авторское определение понятия «продолжительность исполнения заказа» включает в себя влияние специфики производства на продолжительность исполнения заказа. Под спецификой производства автором понимается влияние различных факторов, вследствие чего для формирования модели управления продолжительностью исполнения заказа необходимо систематизировать перечень факторов, способных оказывать влияние на её функционирование.

По мнению Ф. Котлера, при проведении анализа факторов важно «отслеживать основные факторы макросреды (демографические, экономические, технологические, политические, юридические, социальные и культурные), а также значимые элементы микросреды (контрагенты и каналы поставок)»¹.

По мнению О.С. Виханского и А.И. Наумова, «организация находится в состоянии постоянного обмена с внешней средой, обеспечивая тем самым себе возможность выживания», в то же время «внутренняя среда организации является источником ее жизненной силы»². Поэтому перечень влияющих факторов должен включать в себя как внешние, так и внутренние источники их возникновения.

А.В. Черных³ и Е.В. Пирогова⁴, в свою очередь, выделяют управляемые, условно управляемые и неуправляемые факторы.

К управляемым факторам относятся те, на которые менеджмент может воздействовать с целью минимизации их отрицательного воздействия на предприятие или увеличения положительного влияния.

¹ Котлер Ф. Маркетинг - менеджмент. Экспресс-курс. 2-е изд. / пер. с англ. под ред. С. Г. Божук. — СПб.: Питер, 2006. — 464 с: ил. — (Серия «Деловой бестселлер»).

² Виханский О.С., Наумов А. И. Менеджмент: учебник. — 3-е изд. — М.: Экономистъ, 2003.— 528 с.

³ Черных, А.В. Механизм устойчивого развития предприятия в период активной инвестиционной деятельности // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук. Белгород, 2006. 21с.

⁴ Управленческие решения: учебное пособие / Е. В. Пирогова. – П 33 Ульяновск : УлГТУ, 2010. – 176 с.

К условно управляемым факторам относятся факторы и условия, влияние которых является зависимой от предшествующего состояния управляемого объекта величиной и неподдающиеся управленческому воздействию.

Неуправляемые факторы полностью не поддаются управленческому воздействию, и учет их влияния является единственным способом снижения их отрицательного воздействия на предприятие.

Исследования оценок менеджеров уровня влияния различных внешних факторов на развитие современных трансформирующихся предприятий, проведенные IBM Institute for Business Value¹, PTC и J'son & Partners², показали, что среди множества факторов развития предприятий на период с 2015 по 2025 год важнейшими являются:

- 1) Технологические факторы (включая изменение принципов управления, развитие Интернет и Интернет Вещей (IoT), наличие достаточных производственных мощностей и др.).
- 2) Рыночные факторы.
- 3) Макроэкономические факторы.

Для того чтобы выделить набор факторов, влияющих на продолжительность исполнения заказа, были определены основные бизнес-процессы и операции, которые заказ проходит в процессе его исполнения (таблица 1).

Таблица 1 – Основные бизнес-процессы и операции исполнения заказа

Группа процессов	Группа операций
Получение заказа	Прием заказа. Выставление коммерческих предложений. Заключение договоров. Постановка заказа в план производства.

¹ The Case for the Chief Digital Officer a New Entrant to the C-Suite [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – <http://www.seanmoffitt.com/category/front-page/>

² Российский рынок IoT и анализ технологических IoT-платформ. Презентация с пресс-конференции PTC и J'son & Partners Consulting [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – http://json.tv/ict_telecom_analytics_view/rossiyskiy-rynok-iot-i-analiz-tehnologicheskikh-iot-platform-prezentatsiya-s-press-konferentsii-ptc-i-json-partners-consulting-20160209103903

Продолжение таблицы 1

1	2
Техническая подготовка производства	Разработка плана-графика выпуска изделий. Размещение заказа на поставку исходных ТМЦ для производства. Организационная подготовка для производства.
Поставка исходных товарно-материальных ценностей для производства	Выбор поставщика и заключение договора поставки. Формирование заказа поставщику. Закупка ТМЦ. Доставка ТМЦ. Складирование ТМЦ.
Подготовка к запуску производства	Комплектация партий к запуску. Подбор необходимой технологической оснастки.
Производство заказа	Технологические операции. Технологический контроль производства. Транспортировка. Складирование запасов незавершённого производства. Диспетчеризация.
Поставка заказа	Складирование готовой продукции. Комплектация заказа. Отгрузка и доставка заказа покупателю (заказчику).

В соответствии с описанными в таблице операциями, продолжительность исполнения заказа можно выразить так:

$$T = T_{\text{оз}} + T_{\text{подг.}} + T_{\text{п}} + T_{\text{произ.}} + T_{\text{п.з.}} + T_{\text{ошиб}}, \quad (1)$$

где $T_{\text{оз}}$ – время, затраченное на получение заказа;

$T_{\text{подг.}}$ – время, затраченное на подготовку производства;

$T_{\text{п}}$ – время, затраченное на поставку исходных ТМЦ;

$T_{\text{произ.}}$ – время, затраченное на производство заказа;

$T_{\text{п.з.}}$ – время, затраченное на поставку заказа покупателю (потребителю);

$T_{\text{ошиб}}$ – время перерывов, возникающих в результате вариабельности действий при исполнении процессов.

Анализируя описанные выше этапы исполнения заказа, а также результат исследований, мы выделили следующие группы факторов,

влияющие на продолжительность исполнения заказа. Среди внешних неуправляемых факторов – фактор Интернета, фактор экономической ситуации, фактор рыночной ситуации, фактор социально-демографической ситуации.

К внутренним управляемым факторам, влияющим на продолжительность исполнения заказа, относится фактор организации производства и структуры управления.

К внутренним неуправляемым факторам отнесён фактор вариабельности производственных процессов. В рамках данной диссертации фактор вариабельности рассматривается как влияющий на продолжительность исполнения заказа, и управление вариабельностью исполнения процессов не является целью исследования.

Оценка влияния внутренних факторов на продолжительность исполнения заказа будет рассмотрена во 2-й главе диссертации.

Рассмотрим влияние внешних неуправляемых факторов. Известный специалист по вопросам стратегии Майкл Портер отмечает, что «информационные технологии коренным образом видоизменяют»¹ деятельность предприятия. Начиная с процесса получения заказа и заканчивая процессом доставки готовой продукции, информационные технологии переформируют процессы. Информационные технологии являются составляющей частью каждого звена исполнения заказа, изменяя не только способ исполнения, но и характер взаимосвязи между ними. Помимо этого «информационные технологии изменяют структуру конкуренции, увеличивая масштабы рынка», информационные технологии дают возможность «увеличить полезность» и привлекательность продукции для потребителя, тем самым развивая конкуренцию на рынке.²

¹ Портер, М. Конкурентное преимущество: Как достичь высокого результата и обеспечить его устойчивость/ Майкл Портер; [пер. с англ.] — 2-е изд. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. — 715 с.

² Портер, М. Конкурентное преимущество: Как достичь высокого результата и обеспечить его устойчивость/ Майкл Портер; пер. с англ. — 2-е изд. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. — 715 с.

Целевое развитие эффективности производственно-логистических процессов на предприятиях является ключевым источником развития интернет-сервисов и IT-технологий.¹ Для анализа проникновения Интернета в работу предприятий проанализируем, в каких видах операций чаще всего организации используют Интернет (таблица 2).

Таблица 2 - Удельный вес организаций, использовавших сеть Интернет в коммерческих целях²

Вид операции	Доля в общем числе обследованных организаций
Организации, использующие интернет в коммерческих целях:	69,6%
из них:	
Связь с поставщиками:	64,6%
Поиск и получение сведений о поставщиках и товаре, поставляемом ими.	59,2%
Формирование данных в сети Интернет о собственных потребностях в товарах или услугах (тендеры и т.п.).	39,6%
Заказы продукции, за исключением заказов по средствам электронной почты.	25,8%
Оплата поставленных/поставляемых товаров или услуг.	28,8%
Получение информационной/электронной продукции.	20,8%
Для поиска и связи с клиентами (потребителями, покупателями, заказчиками):	45,0%
Размещение информации о производимых/продаваемых товарах.	40,4%
Получение заказов.	13,8%
Электронные расчеты с потребителями.	18,1%
Распространение информационной/электронной продукции.	3,1%
Послепродажный сервис, обратная связь.	3,8%

¹ Industrial Internet of Things IIoT [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.tadviser.ru/index.php/IIoTIndustrial_Internet_of_Things

² Разработана автором на базе данных: доля организаций, использующих доступ к сети Интернет в общем количестве организаций: Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru/dbscripts/cbsd/DBInet.cgi?pl=9420122>.

Как мы видим, начиная с поиска товара и заканчивая послепродажным обслуживанием и получением денежных средств за выполнение заказа Интернет пронизывает весь путь прохождения заказа.

Согласно данным Федеральной службы государственной статистики¹, Орловская область по доле организаций, использующих доступ к сети Интернет в общем количестве организаций находится на догоняющих позициях (Рисунок 5). Данный фактор может быть причиной немного более длительной продолжительности исполнения заказа на предприятиях Орловской области по сравнению с предприятиями ЦФО. А, следуя закону Меткалфа², отставание в количестве организаций, связанных с Интернет, уменьшена и ценность продуктов и услуг, созданных с применением информационных и коммуникационных технологий.

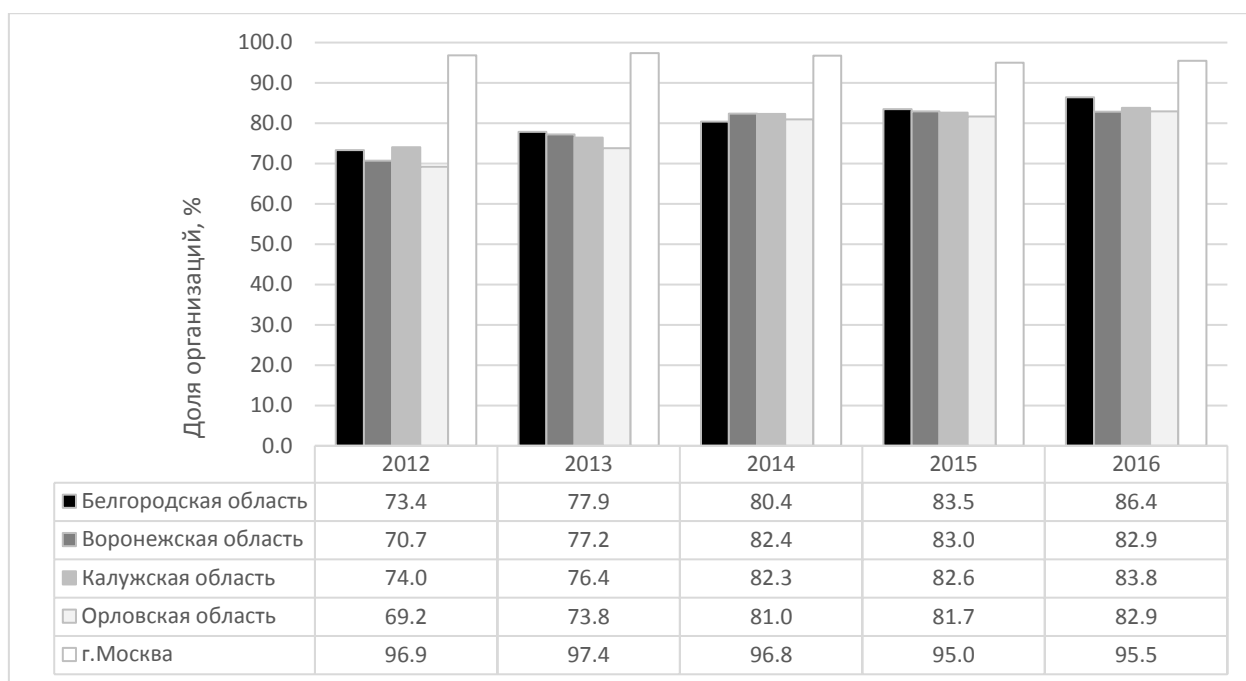


Рисунок 5 - Доля организаций, использующих доступ к сети Интернет, в общем количестве организаций

¹ Доля организаций, использующих доступ к сети Интернет в общем количестве организаций: Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: gks.ru/free_doc/new_site/business/nauka/pril4/19.xls.

² Меткалф Б. Закон Меткалфа сорок лет спустя после рождения Ethernet / Б.Меткалф// Открытые системы. СУБД.-2014.-№1 - С.44-47

Учитывая описанное выше влияние Интернета на продолжительность исполнения заказа, считаем, что одним из способов его снижения является увеличение доли процессов с использованием интернет-связи. Объединяя бизнес-процессы предприятия посредством Интернета, сократим продолжительность нахождения заказа как в отдельных бизнес-процессах в связи с их синхронизацией и увеличенной скоростью обмена информацией, так и в системе в целом, увеличим скорость реакции предприятия на поступающие внешние изменения и обеспечим формирование конкурентного с позиции продолжительности исполнения заказа предприятия.

Фактор экономической ситуации, по нашему мнению, существенным образом влияет на продолжительность исполнения заказа. В состав фактора экономической ситуации мы включили напрямую влияющие на продолжительность исполнения заказа аспекты:

А. Оборачиваемость. Согласно авторскому определению продолжительность исполнения заказа, это интервал времени, необходимый для прохождения заказом бизнес-процессов предприятия. Иными словами, это длительность оборота, т.е. один из показателей оборачиваемости.

Активы, находящиеся в распоряжении предприятия, региональной, национальной и глобальной экономики, — это основной инструмент, с помощью которого генерируются денежные средства. Предприятие, закупающее товар, доставляет его клиенту, после чего получает оплату. На закупку, производство, доставку и получение денежных средств у предприятия уходит определенное время. Уменьшение данного времени, иными словами, продолжительности исполнения заказа, увеличение показателя оборачиваемости соответственно увеличит получаемую прибыль предприятия или экономики. Осуществление за тот же самый период больше сделок, приведет к увеличению доходности при тех же финансовых условиях сделки.

Проведем анализ интенсивности использования всей совокупности имеющихся активов на национальном уровне (таблица 3). Для этого используем формулу коэффициента оборачиваемости активов:¹

$$\text{Коэффициент оборачиваемости активов} = \frac{\text{ВВП (ВРП)}}{\text{Средняя стоимость активов}}. \quad (2)$$

Таблица 3 - Коэффициент оборачиваемости активов страны²

Наименование показателя, год	2013 год	2014 год	2015 год	2016 год
ВВП, млн.руб.	73133900	79199700	83387200	86148600
Средняя за период величина актива, млн.руб.	275961739	302799441	340333867	361429787
Коэффициент оборачиваемости активов	0,26	0,26	0,24	0,23

Анализируя таблицу 3, можно сделать вывод, что в период с 2013 по 2016 год происходило постепенное снижение коэффициента оборачиваемости активов страны, т.е. продолжительность исполнения заказа на предприятиях страны увеличивалась.

Данная динамика свидетельствует о том, что имеющиеся активы используются менее эффективно. Однако причину такого снижения видим в большем темпе роста средней величины актива (росте нереализованных запасов) (в период с 2013 по 2014 – 9,73%, в период с 2014 по 2015 – 12,4 %, в период с 2015 по 2016 – 6,2%), по сравнению с темпом роста ВВП (в период с 2013 по 2014 – 8,29%, в период с 2014 по 2015 – 5,29%, в период с 2015 по 2016 – 3,31%).

Б. Инвестиционная активность. Инвестиции – это один из важнейших катализаторов экономического роста субъектов экономики. Влияние инвестиций на продолжительность исполнения заказа огромно. Высокий уровень инвестиционной активности говорит о привлекательности,

¹Коэффициент оборачиваемости активов [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://www.cfin.ru/encycl/assets_turnover.shtml

² Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.gks.ru>

стабильности и конкурентоспособности субъекта. Получая инвестиции, предприятие переоснащает свою базу основных средств, выходит на новые рынки, занимается разработками и т.д.

Вместе с тем на изменения инвестиционной активности в большей степени влияют инвестиционные риски. Риск инвестиционной деятельности — это шанс возникновения различного рода предсказуемых и непредсказуемых условий, влияющих на участников инвестиционной деятельности либо положительно, либо отрицательно. На оценку рисков, следовательно, и на инвестиционную активность в глобальном масштабе влияют кредитные рейтинги крупнейших рейтинговых агентств. Рассмотрим рейтинги компаний Fitch Ratings, Moody's и Standard & Poor's (таблица 4) стран, входящих в десятку крупнейших экономик мира, в качестве анализа глобального уровня инвестиционной активности.

Таблица 4 - Кредитные рейтинги крупнейших рейтинговых агентств 2018 год¹

Кредитный рейтинг Страна	Standard & Poor's	Прогноз	Moody's	Прогноз	Fitch Ratings	Прогноз
Соединенные штаты Америки	AA+	Stable	Aaa	Stable	AAA	Stable
Китай	AA-	Negative	Aa3	Negative	A+	Stable
Япония	A+	Stable	A1	Stable	A	Negative
Германия	AAA	Stable	Aaa	Stable	AAA	Stable
Великобритания	AA	Negative	Aa1	Negative	AA	Negative
Россия	BBB-	Stable	Ba1	Negative	BBB-	Stable

Данная таблица показывает, что Россия на 2018 год имеет среднюю кредитоспособность. Выставленные рейтинговыми агентствами оценки

¹ Таблица создана автором на основе данных Fitch Ratings, Moody's и Standard & Poor's

показывают низкие на данный момент ожидания риска дефолта в стране. Способность погашать финансовые обязательства оценивается как адекватная, однако имеются черты, характерные для применения спекулятивных инструментов, и существенному кредитному риску.

Защита ниже средней, однако, считается достаточной для продуманных инвестиций. Степень риска меняется в зависимости от этапа экономического развития. Что касается прогнозного показателя, то аналитики прослеживают негативную тенденцию в развитии как экономики, так и изменении рейтинга в течение от одного года до двух лет.

Полученные данные свидетельствуют о том, что «низкий кредитный рейтинг страны сдерживает инвестиционную активность, а как следствие – замедляет развитие предприятий страны»,¹ тем самым оказывая негативное влияние на продолжительность исполнения заказа.

Для выяснения основных тенденций и закономерностей функционирования инвестиционной сферы в России обратимся к статистическим данным (таблица 5).

Таблица 5 – Структура инвестиций в основной капитал по источникам финансирования²

	2013	2014	2015	2016
	Миллиардов рублей (в процентах к итогу)			
Инвестиции в основной капитал - всего	10065,7 (100)	10376,8 (100)	10496.3 (100)	11282.5 (100)
в том числе:				
Собственные средства	4549,9 (45,2)	4749,2 (45,8)	5271,1 (50,2)	5750,7 (51)
Привлеченные средства	5515,8 (54,8)	5627,6 (54,2)	5225,2 (49,8)	5531,8 (49)

¹ Сергеев, А.В. Анализ зависимости инвестиционной привлекательности от кредитного рейтинга / А.В. Сергеев// Проблемы экономики и менеджмента. – 2015. – №8 (48) – С.44-47.

² Инвестиции в нефинансовые активы [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.gks.ru>

1	2	3	4	5
Из них кредитных банков	1003,6 (10)	1098,3 (10,6)	849,9 (8.1)	1174,5 (10.4)
В том числе кредиты иностранных банков	107,7 (1,1)	266,4 (2,6)	183,5 (1.7)	329,4 (2.9)
Инвестиции из-за рубежа	76,4 (0,8)	87,8 (0,8)	120,4 (1.1)	86,7 (0.8)

Так, анализ инвестиций в основной капитал по источникам финансирования в период с 2013 по 2016 год показал, что предприятия в равной степени пользуются собственными и кредитными средствами. В то же время несмотря на положительную динамику в увеличении количества кредитных средств в инвестиционном портфеле предприятий, нельзя не брать во внимание кредитный рейтинг, выставленный агентствами, и проблемы, связанные с рациональным вложением имеющихся средств, которые существуют в национальной экономике. Согласно исследованиям Всемирного банка, инвестиционный климат в России оценивается как «не вполне удовлетворительный».¹ Немаловажно и то, что инвесторы отдадут свои средства в ту экономику, где сформирован наиболее благоприятный инвестиционный климат, где минимальны инвестиционные риски. Это еще раз свидетельствует о важности кредитного рейтинга, выставяемого агентствами.

Таким образом, низкий кредитный рейтинг, снижение коэффициента оборачиваемости свидетельствуют о прохождении национальной экономикой «завершающего этапа 5-го цикла Кондратьева (~2018 год)».² В рамках данного периода происходит негативное влияние на продолжительность исполнения заказа, т.е. происходит его увеличение, с другой стороны, важно понимать, что

¹ Кротова М.А. Анализ инвестиционной деятельности в России /М.А. Кротова, А.И. Бочарова// Общество: политика, экономика, право – 2013 – №4 – С.92-95.

² Акаев, А. А. Современный финансово-экономический кризис в свете теории инновационно - технологического развития экономики и управления инновационным процессом / А.А Акаев. //Системный мониторинг. Глобальное и региональное развитие. М.: УРСС, — 2009. — С. 141-162.

за данным циклом следует рост экономики и, как следствие, снижение продолжительности исполнения заказа.

Для анализа рыночной ситуации как фактора, влияющего на продолжительность исполнения заказа, было выбрано приборостроительное предприятие АО «Протон-Электротекс».

На предприятии ежегодно производится контроль удовлетворенности клиентов путем рассылки анкет. Для анализа полученных анкет клиенты были разделены на сегменты рынка: машиностроение, альтернативная энергетика, горнодобывающая промышленность, нефтедобывающая промышленность, металлургическая промышленность, атомная энергетика.

Для проведения исследования ответов построен график распределения частот для различных критериев выбора полупроводниковой продукции (рисунок 6).

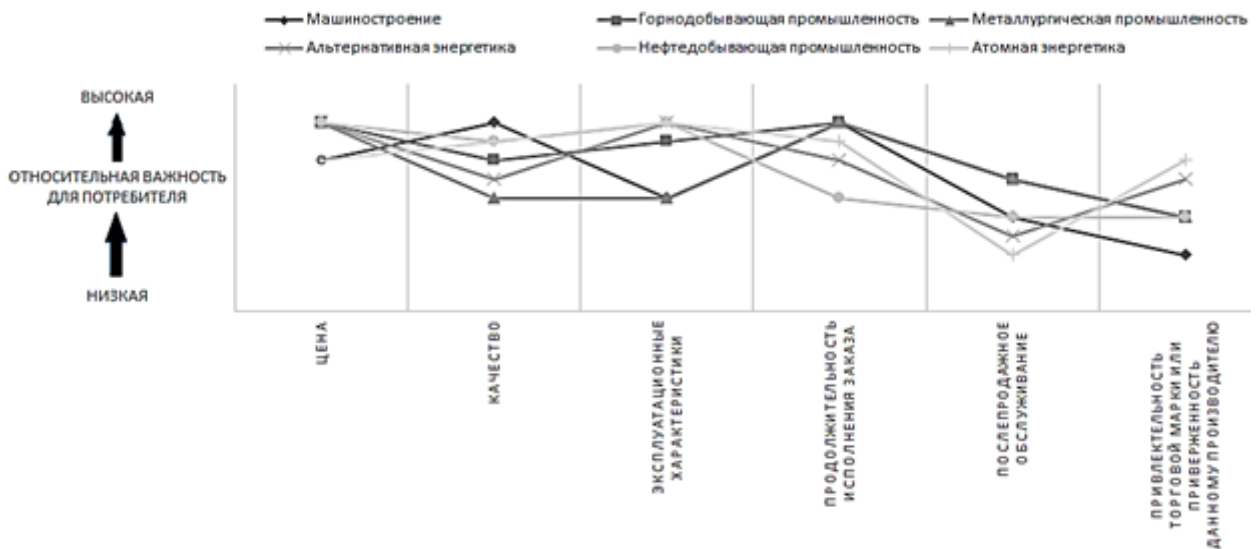


Рисунок 6— Критерии выбора полупроводниковой продукции АО «Протон-Электротекс»

Анализируя рисунок 6, можем сделать вывод, что цена и продолжительность исполнения заказа являются важными критериями выбора поставщика.

В частности, продолжительность исполнения заказа является наиболее важным критерием для предприятий машиностроения, металлургической и горнодобывающей промышленности. Связано это, прежде всего, с устаревающими основными фондами (горнодобывающая промышленность), тяжелыми условиями эксплуатации оборудования (горнодобывающая и металлургическая промышленность), высокой скоростью развития отрасли (машиностроение), а также спецификой использования продукции АО «Протон-Электротекс» для ремонтных нужд. Следствием данных условий функционирования клиентов являются высокие требования к продолжительности исполнения заказа. Вместе с тем доля заказов из данных секторов промышленности составляет более 60%, вследствие чего улучшение критерия продолжительности исполнения заказа является критически важным элементом развития предприятия.

Анализ тенденций развития мировой экономики в последние 20 лет свидетельствует о бурном росте силовой электроники. Эволюция рынка силовой электроники в период с 2010 по 2021 год представлена на рисунке 7.

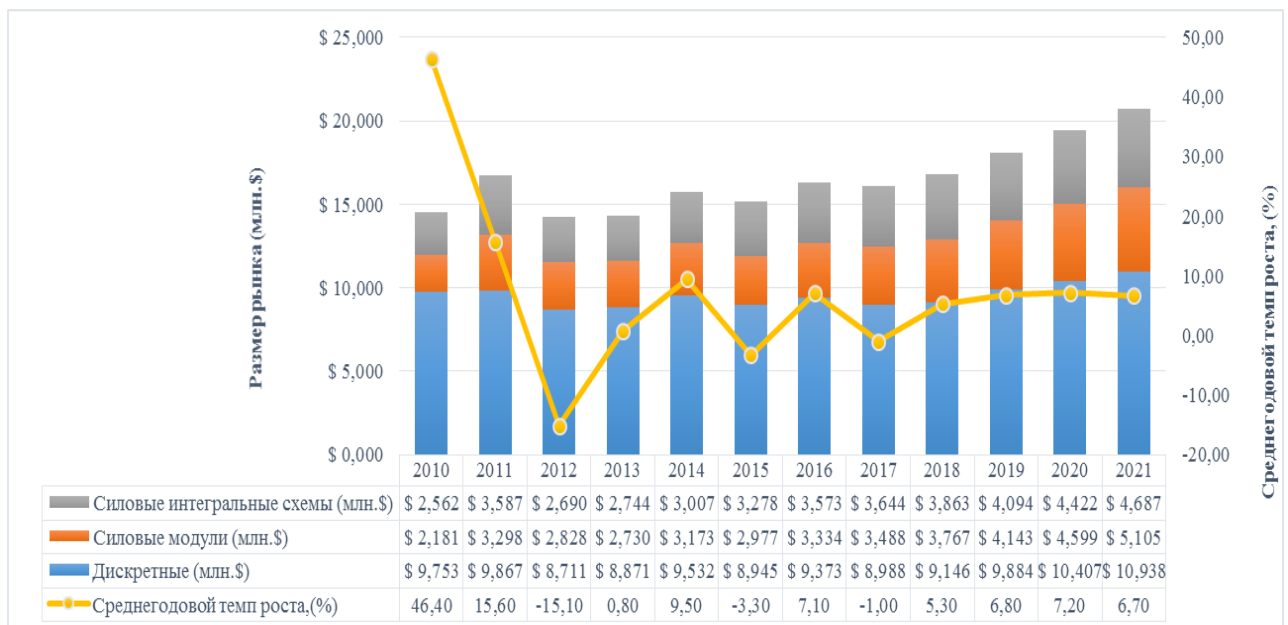


Рисунок 7 – Размер рынка силовых приборов 2010-2021 гг.¹

¹ Status of power electronics industry/ France, Lyon: Yole Development 2016. – 98 p.

Исследование динамики развития рынка силовых приборов показало, что резкое сокращение рынка в 2010-2012 годы до сих пор так и не преодолено, однако видна тенденция к росту среднегодового темпа роста и самого размера рынка.

Между тем подавляющее большинство аналитиков сходятся во мнении, что до 2020 года мировая экономика (общемировой показатель ВВП) будет расти в среднем темпами +3,1% в год, при этом рост основных рынков сбыта АО «Протон-Электротекс» останется стабильным на уровне «комфортных значений».¹

Фактор социально-демографической ситуации, по нашему мнению, является самым весомым фактором, влияющим на продолжительность исполнения заказа. Социально-демографическая ситуация может как увеличить продолжительность исполнения заказа, так и уменьшить её.

С позиции авторского понятия продолжительность исполнения заказа включает в себя время прохождения заказом бизнес-процессов предприятия, которое напрямую зависит от количества свободного ресурса (рабочей силы) в системе, а также качества данного ресурса. В экономическом толковом словаре Дж. Блэка под рабочей силой понимается «количество людей, пригодных для работы».² Другими словами, это экономически активное население, способное производить товары и услуги. Рассмотрим динамику изменения данного показателя (рисунок 8).

Анализ динамики численности населения трудоспособного возраста в период с 1970 по 2015 гг. в России показал, что постоянный рост численности трудоспособного населения вплоть до 2007 года (до 90,2 млн чел.) позволял развиваться и экономике страны. Если наложить на данный график данные по динамике ВВП, то увидим схожие тенденции движения линий.

¹ Где находятся очаги возможностей роста? Обзор мировой экономики, ноябрь 2013 г. от компании PricewaterhouseCoopers (PwC) [Электронный ресурс] // Сайт Plan.ru – Дневник биржевого трейдера – Режим доступа: <http://www.plan.ru/download/str2014/PwC-Strategy-2014.pdf>

² Экономика. Толковый словарь. — М.: "ИНФРА-М", Издательство "Весь Мир". Дж. Блэк. Общая редакция: д.э.н. Осадчая И.М.. 2013

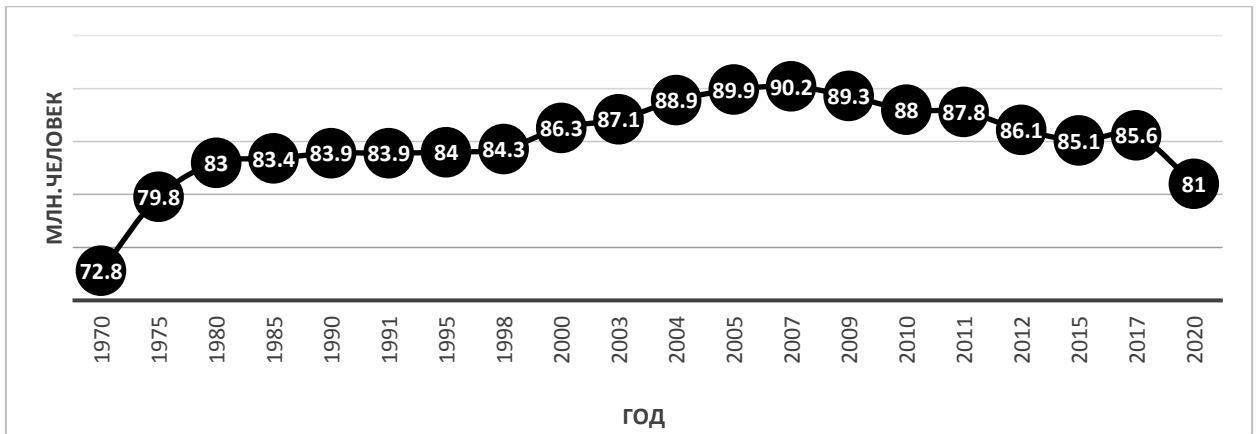


Рисунок 8 – Динамика численности населения трудоспособного возраста в период с 1970 по 2015 гг.¹

Дальнейшее движение графика показывает, что уже с 2011 г. началось резкое снижение численности населения трудоспособного возраста в среднем на 1,4 млн чел. ежегодно. В то же время, анализируя данную тенденцию, Росстат прогнозирует дальнейшее снижение численности трудоспособного населения к 2020 году (оптимистичный вариант – снижение на 5,1 млн. чел., пессимистичный вариант – 5.9 млн чел.).²

Немаловажной составляющей социально-демографического фактора, влияющего на продолжительность исполнения заказа, является коэффициент текучести. Частая и широкомасштабная смена сотрудников замедляет процесс исполнения заказа по множеству причин. Анализируя данные Федеральной службы государственной статистики, 21,5%³ сотрудников ежегодно меняются на предприятиях промышленности.

Уменьшить влияние демографической проблемы, по нашему мнению, возможно с помощью автоматизации производственных процессов.

¹ Вызовы системе здравоохранения РФ до 2020 г. [Электронный ресурс] //Демоскоп Weekly.- Режим доступа: <http://www.demoscope.ru/weekly/2015/0653/analit03.php>.

² Численность экономически активного населения РФ к 2020 году сократится на 1 млн человек [Электронный ресурс] //ТАСС. - Режим доступа: <http://tass.ru/ekonomika/4286883>

³ Численность выбывших работников списочного состава в процентах к списочной численности работников [Электронный ресурс]// Федеральная служба государственной статистики – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/wages/labour_force/#

Применение робототехники в производстве будет еще одним из важнейших социально-демографических показателей.

На сегодняшний день Россия находится в числе отстающих стран мира по применению роботов в производстве. В Китае на 10 000 рабочих, приходится 36 промышленных роботов. Это в 8 раз меньше, чем в Германии и США, в 9 раз, чем в Японии, и в 13 раз меньше, чем Южной Кореи (437 роботов). В России количество роботов в 20 раз меньше по сравнению с Китаем (на 10 000 работников приходится лишь два робота). Вместе с тем рост применения роботов способствовал повышению ВВП в среднем на 1,16% в год и производительности труда на 0,72% с 1993 года по 2010 г. На сегодняшний день 43% производственных компаний планируют автоматизировать, по крайней мере, 5% собственных процессов. По некоторым данным в дальнейшем до 80% существующих на сегодняшний день рабочих мест могут заменить роботы и цифровые технологии.¹

Улучшенное качество работы и увеличение скорости исполнения операций позволит предприятиям значительно снижать продолжительность исполнения заказа.

«Сопоставив размер годового ВВП страны со временем, затраченным россиянами на производство за год, исследователи из ОЭСР пришли к выводу, что за человеко-час в России производится продукта на \$25,9, что меньше, чем в самых «отстающих» в Европе Латвии (\$27,6) и Польше (\$29,7), почти в полтора раза меньше, чем в Греции (\$36,2), и вдвое меньше среднего показателя стран еврозоны – \$55,9»² (рисунок 9).

Низкими показателями производительности наша страна обязана во многом большой доле рабочего времени в году и низкому показателю автоматизации производства. Следуя этим данным, работники в России в

¹ Боровков Алексей Иванович Компьютерный инжиниринг и цифровое производство / Лекция из цикла "Инженеры XXI века" – 2015 г. ИППТ СПбПУ по данным Guardian, World Economic Forum, School of Economics, Robotonomics.

² ОЭСР: В России самая низкая в Европе производительность труда [Электронный ресурс] //Ведомости. - Режим доступа: <https://www.vedomosti.ru/management/articles/2015/08/10/604195-oesr-nizkaya-proizvoditelnost>.

среднем проводят 1982 часа в год, что является максимальным в сравнении с рядом европейских стран.

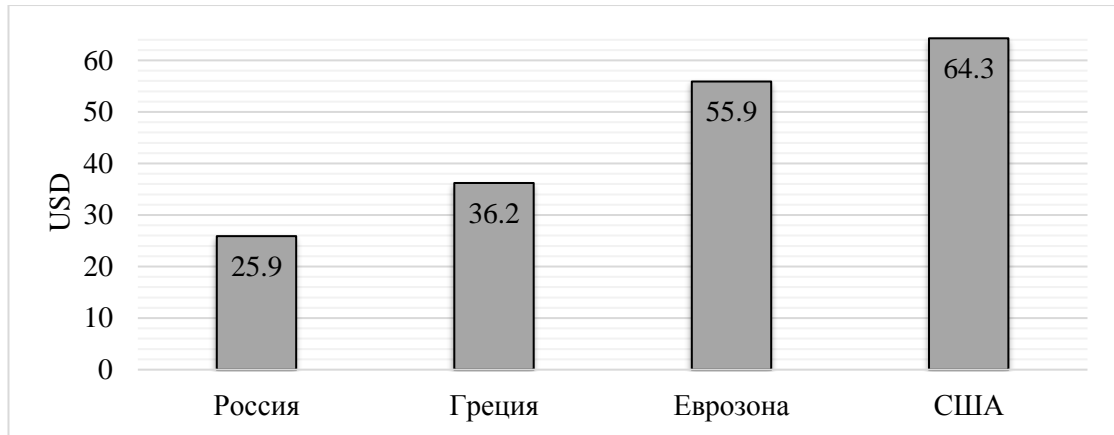


Рисунок 9 - Сопоставление размера годового ВВП страны со временем, затраченным на производство за год

По подсчетам ОЭСР, Россия уступает США в производительности более чем вдвое – в пересчете на ВВП за человеко-час в США производят продукции на \$67,4. Таким образом, промышленные предприятия России находится в начале пути контроля продолжительности исполнения заказа. В связи с ограниченностью базы исходной статистической информации величины влияния рассмотренных внешних неуправляемых факторов на продолжительность исполнения заказа применим метод экспертных оценок, в котором для получения суждений специалистов использовался метод интервью, при этом в роли экспертов выступали директор по производству АО «Протон-Электротекс», директор ООО «Завод Орелкомпрессормаш», начальники отдела закупок, начальники отдела продаж.

Для оценки влияния внешних неконтролируемых факторов зададим шкалу оценки влияния факторов на продолжительность исполнения заказа (таблица 6). Оценку влияния эксперты производят путем присвоения факторам рангового номера согласно таблице 6.

Таблица 6 - Шкала оценки влияния факторов на продолжительность исполнения заказа

Ранг	Уровень влияния факторов на продолжительность исполнения заказа	Качественное описание уровня влияния факторов
0	нет влияния	Влияние полностью отсутствует
1	+/- 0-10%	Влияние очень слабое
2	+/- 10-20%	Влияние слабое
3	+/- 20-30%	Достаточное влияние
4	+/- 30-40%	Влияние ниже среднего
5	+/- 40-50%	Среднее влияние
6	+/- 50-60%	Влияние выше среднего
7	+/- 60-70%	Высокое влияние
8	+/- 70-80%	Очень высокое влияние
9	+/- 80-90%	Крайне высокое влияние
10	+/- 90-100%	Влияние критическое

Для более точной оценки влияния факторов были использованы наиболее общие бизнес-процессы исполнения заказа. По итогам опроса была составлена матрица рангов (таблица 7).

Таблица 7 – Мнения экспертов по оценке влияния внешних неконтролируемых факторов на продолжительность исполнения заказа

Фактор	№ Экс.	Получение заказа	Техническая подготовка производства	Поставка исходных ТМЦ для производства	Подготовка к запуску производства	Производство заказа	Поставка заказа	Ср. знач. экс.	Ср. знач. ф-ра.
Интернет	Э1	1	2	1	1	1	1	1,17	1,47
	Э2	2	2	2	0	2	1	1,50	
	Э3	4	1	1	0	1	1	1,33	
	Э4	4	1	2	0	1	1	1,50	
	Э5	4	2	2	1	2	2	2,17	
	Э6	3	1	1	0	1	1	1,17	

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Экономическая ситуация	Э1	1	2	7	2	1	1	2,33	2,08
	Э2	1	3	5	2	1	2	2,33	
	Э3	1	1	5	1	1	1	1,67	
	Э4	1	2	6	1	2	2	2,33	
	Э5	1	3	5	1	1	2	2,17	
	Э6	1	2	4	1	1	1	1,67	
Фактор рыночная ситуация	Э1	1	1	3	1	3	2	1,83	1,83
	Э2	1	2	3	2	2	3	2,17	
	Э3	2	2	2	1	1	2	1,67	
	Э4	1	1	3	2	2	2	1,83	
	Э5	2	1	2	1	1	2	1,50	
	Э6	1	2	3	2	2	2	2,00	
Фактор соц.-демогр. сит.	Э1	2	2	1	2	3	1	1,83	1,72
	Э2	2	1	2	1	3	1	1,67	
	Э3	1	2	1	2	2	2	1,67	
	Э4	2	2	1	2	2	2	1,83	
	Э5	1	1	2	2	3	1	1,67	
	Э6	2	2	1	2	2	1	1,67	

Так как в матрице имеются связанные ранги, произведем переформирование рангов. На основании переформирования рангов сформируем новую матрицу рангов с указанием показателя отклонения суммы рангов (d), квадрата этих отклонений (d^2). Также, используя стандартную формулу, определим показатель одинаковых рангов (T_i) (таблица 8).

Таблица 8 – Переформированная матрица рангов и критерии согласованности мнений экспертов

Эксперт/ Фактор	Э1	Э2	Э3	Э4	Э5	Э6	Σ рангов	d	d^2	T_i
Интернет	1	1	1	1	3.5	1	8.5	6.5	42.25	0.5
Экономическая ситуация	4	4	3	4	3.5	2.5	21	6	36	5
Фактор рыночная ситуация	2.5	3	3	2.5	1	4	16	1	1	0.5
Фактор социально-демографическая ситуация	2.5	2	3	2.5	2	2.5	14.5	-0.5	0.25	0.5
Σ	10	10	10	10	10	10	60		79.5	4

Произведенная проверка правильности составления матрицы на основе исчисления контрольной суммы показала, что матрица составлена верно. Анализ значимости исследуемых факторов приведен в таблице 9.

Таблица 9 - Значимость исследуемых факторов

Факторы	Сумма рангов
Интернет	8.5
Фактор социально-демографическая ситуация	14.5
Фактор рыночная ситуация	16
Экономическая ситуация	21

Для оценки степени согласованности мнений экспертов воспользуемся расчетом коэффициента конкордации:

$$W = \frac{12 * 79.5}{6^2 * (4^3 - 4) - 6 * 4} = 0.51$$

Коэффициент, равный 0,51, показывает наличие средней степени согласованности мнений экспертов. Вместе с тем значение критерия Пирсона (χ^2) свидетельствует, что проведенный экспертный опрос об оценке уровня влияния внешних неуправляемых факторов на продолжительность исполнения заказа можно считать состоявшимся ($\chi^2 = 9,17$ при заданном уровне значимости $\alpha = 0.05$ и числе степеней свободы, равным 3, больше табличного значения 7,815).

Таким образом, на основании полученной суммы рангов и средних значений оценок влияния факторов на продолжительность исполнения заказа можно сделать вывод, что наибольшее влияние имеет фактор экономической ситуации (~20,8%), факторы рыночной ситуации и социально-демографической ситуации оказывают среднее влияние на исследуемую величину (~18,3% и ~17,2% соответственно). Наименьшее влияние, по мнению экспертов, на продолжительность исполнения заказа имеет фактор Интернета (~14,7%). Вместе с тем стоит отметить, что в случае совокупного

воздействия всех описанных внешних факторов на продолжительность исполнения заказа влияние будет достаточно сильным и значимым.

1.3 Основные принципы и направления развития модели управления продолжительностью исполнения заказа

Совершенствование технологического фона функционирования промышленного предприятия, непрерывная эволюция продуктов и рынков сбыта порождают необходимость в модификации применяемой модели управления промышленным предприятием.

Как и любая система, модель управления промышленным предприятием имеет собственные цели, задачи и принципы. Основной целью любой модели управления промышленным предприятием является наиболее эффективное использование ресурсов организации для извлечения максимальной прибыли.

Достижение поставленной цели возможно с помощью определения основных задач управления. К ним относятся:

- соотнесение текущего состояния предприятия с желаемым;
- разработка руководящих решений для достижения желаемого состояния;
- определение критериальной базы формирования управленческих решений;
- подбор инструментов контроля.

Вместе с тем достижение основной цели модели управления промышленным предприятием, а также исполнение основных задач невозможно без следования принципам построения модели управления. Принципы модели управления предприятием представляют собой основные начала в управлении, вытекающие из складывающихся отношений между управляемой и управляющей подсистемами.

Основатель школы научного менеджмента Фредерик Уинслоу Тейлор (1856—1915) в своей работе «Принципы научного менеджмента» определил четыре главных правила управления рабочими на предприятии:

1) Базой для выполнения каждого элемента работы должен быть научный подход.

2) Набор рабочих, последующее их совершенствование также должно основываться на научном подходе.

3) Объединение усилий управления и рабочего, позволяющее применить научный подход.

4) Разделение работы и ответственности за её результат происходит между управленцем и рабочим практически в равных долях.

В период Советского Союза идеи научного управления в условиях реформирования общественного порядка и моделей управления народным хозяйством развивали А.А. Богданов, Н.А. Витке, А.К. Гастев, О.А. Ерманский, П.М. Керженцев, Е.Ф. Розмирович и многие другие. Формирование новых основ в организации и управлении производственными процессами и операциями являлось ключевым объектом их исследований.

В рамках 1-й Всероссийской конференции по научной организации труда, прошедшей в 1921 году, особое внимание было уделено основным принципам научной организации труда. Сущность данных принципов можно описать как: четкое установление горизонтов ответственности структурным элементам промышленного предприятия; снижение уровня бюрократизации предприятий для ускорения процесса принятия управленческих решений; производственно-управленческая и мотивационная система должна стимулировать работника к его максимальной производительности; регламентация работы рабочих должна осуществляться по средствам её инструктирования; обоснованный набор работников для выполнения требуемых операций с учетом присущих им характеристик (способности, умения, предрасположенности).

Пройдя длительный путь развития, принципы управления промышленным предприятием на текущий момент разделяются на общие, основополагающие принципы и частные принципы.

К общим принципам управления предприятием относятся принципы централизации, децентрализации, сочетания централизации и децентрализации, единоначалия и коллегиальности, демократизации. Именно на основе общих принципов управления строятся и функционируют современные промышленные предприятия. Однако главное отличие и источник конкурентных преимуществ предприятий заложены именно в частных принципах управления.

Модель управления продолжительностью исполнения заказа, в свою очередь, базируется на следовании основным принципам управления промышленным предприятием, но вместе с тем, формируя конкурентное преимущество, обладает частными принципами управления, следование которым определяет основные правила модели управления продолжительностью исполнения заказа:

- 1) Принцип непрерывности приращения ценности и сокращения продолжительности исполнения заказа.
- 2) Принцип информатизации и структурированности исполнения заказа.
- 3) Принцип использования календарного времени.
- 4) Принцип использования отклонений.
- 5) Принцип непрерывного совершенствования исполнения заказа.

Рассмотрим более подробно каждый из обозначенных частных принципов.

Первый принцип – принцип непрерывности приращения ценности и сокращения продолжительности исполнения заказа. В середине 1985 года Майкл Портер предложил миру модель компании в виде цепочки создания ценности¹. Данная модель базируется на идее, что любой продукт находится и

¹ Портер, М. Конкурентное преимущество: Как достичь высокого результата и обеспечить его устойчивость/ Майкл Портер; пер. с англ. — 2-е изд. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. — 715 с.

покупается на рынке только по причине обладания определенной общей ценностью, за которую покупатель готов платить. С этой точки зрения мы согласны с мнением М. Портера, что общая ценность — это результат деятельности предприятия, за который потребитель готов платить.

Общая ценность, которую предприятие обеспечивает своим клиентам, измеряется общей выручкой, т.е. количеством реализованных единиц продукции. В соответствии с этим цель каждого управленческого решения заключается в создании общей ценности, превышающей общие затраты.

В качестве составляющих элементов общей ценности выделим:

- полезность продукта – возможность удовлетворять какую-либо человеческую потребность;

- реальное исполнение продукта – соответствие созданного продукта характеристикам и свойствам, удовлетворяющим требованиям заказчика (качество изделия);

- подкрепление – основной и дополнительный сервис к произведенному продукту.

В свою очередь, общими затратами являются:

- деньги – денежные средства потребителя, израсходованные за жизненный цикл продукта, цена потребления;

- время – временные издержки потребителя, направленные на приобретение продукта;

- энергия – требуемые на приобретение и использование (потребление) затраты энергии потребителя продукта.

С учетом вышеизложенного приращение ценности с позиции управления продолжительностью исполнения заказа заключается в сокращении продолжительности (времени) исполнения заказа. В первой главе данной диссертации автором было определено, что продолжительность исполнения заказа является интервалом времени, необходимым заказу для прохождения бизнес-процессов предприятия, следовательно, затраты времени

на каждом из бизнес-процессов предприятия играют критически важную роль в формировании общей ценности.

Управление продолжительностью исполнения заказа строится на оценке времени, затраченного на исполнение работы, и времени простоя заказа в ожидании перед работой. С данных позиций оценки исполнения бизнес-процессов предприятия видна непродуктивность затраченного на исполнение заказа времени. В связи с этим при управлении продолжительностью исполнения заказа необходимо давать временную оценку каждому бизнес-процессу, оценивать временную структуру исполнения бизнес-процессов, производить сокращения и фактического времени выполнения работы и непродуктивного времени нахождения заказа в системе предприятия, тем самым обеспечивая непрерывное приращение ценности конечному продукту, клиенту и собственнику предприятия.

Второй принцип – принцип информатизации и структурированности исполнения заказа. Данный принцип является комбинированным и играющим одну из важнейших ролей в понимании правил управления продолжительностью исполнения заказа.

Архитектура модели управления продолжительностью исполнения заказа требует максимальной связанности и синхронности всех участников производственного процесса. Для построения подобных систем требуется реформирование или корректировка структур производства и управления, четко выстроенная система взаимосвязи и моделирования процессов предприятия.

По мнению профессора Саарландского университета, директора по технической и научной работе в Немецком исследовательском центре искусственного интеллекта Вольфганга Вальстера, «в сегодняшней Индустрии 3.0. уже наблюдаются признаки неминуемого перехода от

жесткого централизованного производственного контроля к децентрализованному устройству».¹

Постоянное развитие науки и техники стало катализатором в изменении подходов к структурам управления, в результате чего появились функциональные, матричные, проектные, фрагментированные, целевые, адхократические (специальные) структуры. Однако данные структуры управления уже не могут гибко реагировать на рыночные изменения на постоянно кастомизирующие требования заказчиков. Всё большую жизнеспособность в современных условиях функционирования предприятий показывают «гибридные организационные структуры, в которых самым важным критерием является скорость».² Формирование гибридной структуры организации позволяет нивелировать влияние внутреннего управляемого фактора организации производства и структуры управления.

Основные ценности, влияющие на формирование подобной гибридной организационной структуры представлены на рисунке 10.

Первая ценность «люди и их взаимодействие» говорит о том, что работать должны мотивированные профессионалы. Достижение главной цели управления продолжительностью исполнения заказа – снижения возможно только при корректной системе мотивации. Получаемый в ходе этого эффект от взаимодействия понимающих цель управления продолжительностью исполнения заказа людей является основополагающим в построении новых структур управления предприятием.

Работающий бизнес-процесс — основной показатель прогресса и движения к цели.

¹ Производство без тормозов, или как сделать все и сразу! [Электронный ресурс] //Управление производством.- Режим доступа: http://www.up-pro.ru/library/production_management/operations_management/upravlenie-ocheredyami.html.

² Проект: Сбербанк РФ (Agile_трансформация) [Электронный ресурс]// Tadviser Государство. Бизнес. ИТ. - Режим доступа: <http://www.tadviser.ru/index.php/>, свободно

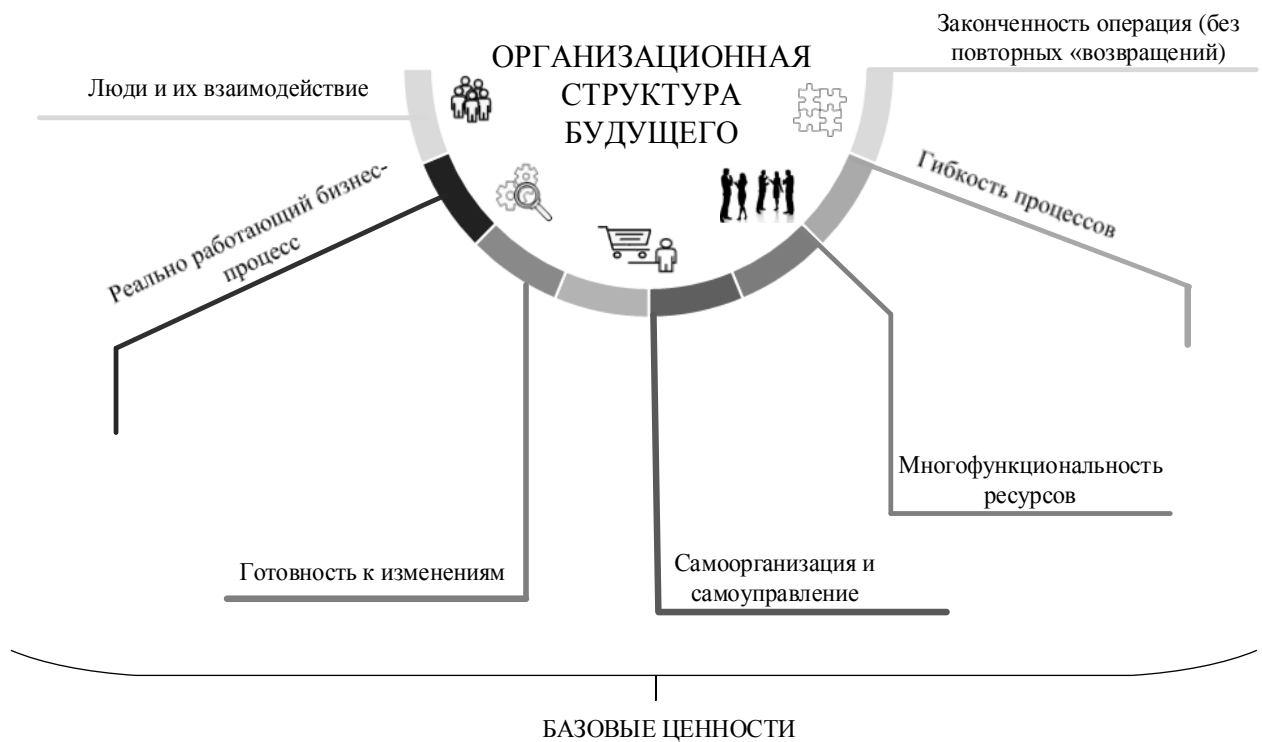


Рисунок 10 – Базовые ценности гибридной организационной структуры¹

Главной целью использования данной ценности в процессе управления продолжительностью исполнения заказа является уменьшение количества формальных процедур, а как следствие – следование принципу непрерывности приращения ценности и сокращения продолжительности исполнения заказа.

Порой процесс не надо обременять исчерпывающей документацией для его правильного течения. Важно умение менеджмента понять, что процесс действительно не нуждается в документированной процедуре.

Готовность к изменениям — это не только характерная черта современного и будущего рынка, но и современная проблема, которая для организационной структуры будущего становится конкурентным преимуществом. Организационная структура в зависимости от специфики производства должна позволять заказчику менять свой заказ на любом этапе его исполнения.

¹ Составлено автором на базе Agile-манифест разработки программного обеспечения [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://agilemanifesto.org>.

Ценность самоорганизации и самоуправления основана на давно преследуемой идеи «автономизации». Самоорганизованная система производства полностью ответственна за процесс сдачи в рамках целей, выставленных руководством. Самые лучшие требования, архитектурные и технические решения рождаются именно при самоорганизации. Следствием подобной политики направления и самоорганизации является многофункциональность ресурсов. Тему многофункциональности ресурсов освещал один из влиятельных теоретиков менеджмента Питер Ф. Друкер. В своей работе «Энциклопедия менеджера» автор описывает «менеджера завтрашнего дня»¹, который должен быть «человеком на все случаи жизни»¹. В связи с этим создание такого многофункционального ресурса как в офисе, так и на производстве является одной из стратегических целей любого предприятия. Для снижения продолжительности исполнения заказа важно, чтобы каждый человек, обладающий хотя бы одной из важных для предприятия способностью, смог применить эти способности на практике. Дальнейшее развитие работника, а как следствие – достижение необходимых показателей невозможно лишь за счет повышения предъявляемых требований работнику. Многофункциональности работника необходимо добиваться за счет расширений инструментов, которыми эти люди работают. Фактическое значение продолжительности исполнения заказа, зависящая от этого мотивация и, наконец, требования клиента вынудят персонал оптимизировать собственные процессы для уменьшения времени их исполнения, обучиться сопутствующим профессиональным навыкам в рамках поставленной цели, а как следствие – придет понимание полного цикла исполнения заказа, и последует новый цикл оптимизации собственных процессов. Не маловажна и поддержка руководства подобных оптимизационных процессов. Обновление основных средств производства, их универсальность и технологичность также являются важным условием многофункциональности ресурса.

¹ Друкер, П. Энциклопедия менеджмента/ пер. с англ. О.Л. Пелявского. - М.: Вильямс., 2004. – 422 с.

Гибкость и законченность операций — следствие вышеописанных ценностей. При мониторинге и управлении продолжительностью исполнения заказа персонал будет заинтересован в его уменьшении, современные технологии, применяемые как на производстве, так и в управлении им, позволят также снизить его, произойдет сокращение количества возвратов на предыдущие этапы производства. Всё это приведет к улучшению производственных и финансовых показателей за счет системы, ориентирующейся на продолжительность исполнения заказа.

Безусловно, все описанные выше ценности организационной структуры предприятия должны объединяться в один общий поток взаимосвязанных элементов. На сегодняшний день достижение поставленной цели возможно с применением процессного подхода в системе управления деятельностью и ресурсами предприятия. В отличие от функционально организованных предприятий, в основе управления которых заложено выделение подсистем согласно их функциональной составляющей, процессно-ориентированные предприятия сосредоточены на достижении требуемых результатов через регулирование цепи исполняемых бизнес-процессов. Современная практика моделирования деятельности предприятий использует принятый термин «бизнес-процесс». Применение процессного подхода при управлении продолжительностью исполнения заказа позволяет учесть все выполняемые работы в ходе исполнения бизнес-процесса, выстроить работу предприятия одновекторно для достижения важной цели – сокращения продолжительности исполнения заказа. Возможность применения в рамках процессного подхода различных нотаций для описания бизнес-процессов является еще одним критерием в сторону его использования в рамках управления продолжительностью.

Третий принцип – принцип использования календарного времени. Авторское определение понятия продолжительности исполнения заказа, практика договорных отношений на предприятиях свидетельствует о подсчете продолжительности исполнения заказа, с позиции заказчика, с момента

формирования запроса. Вместе с тем заказчик считает продолжительность исполнения заказа именно в календарных днях, а не в рабочих.

В тот же момент расчет продолжительности исполнения заказа с использованием календарного, а не рабочего времени позволяет учесть все временные затраты (выходные дни, задержки при выполнении операций, простои, ожидания и т.д.) и преобразовать их в источники конкуренции.

Четвертый принцип – принцип использования отклонений. Эдвардс Деминг в своей работе «Выход из кризиса. Новая парадигма управления людьми, системами и процессами»¹ говорил, что главная проблема менеджмента — это отсутствие мониторинга вариации. Деминг особое внимание уделяет поддержанию состояния статистической управляемости. Только базируясь на данных статистического анализа (доказательство статистической стабильности), менеджер может пользоваться тем или иным стандартным значением. Использование данного принципа основывается на наблюдении вариабельности исполнения бизнес-процессов в рамках исполнения заказа. В результате обнаружения отклонений в вариабельности необходимо определить причину возникновения отклонения и либо ограничить влияние данной причины на процесс исполнения заказа, либо внести изменения в саму систему исполнения заказа.

Пятый принцип – принцип непрерывного совершенствования исполнения заказа.

Понятие совершенствования включает в себя как незначительные улучшения в ходе выполнения рутинной деятельности, так и инновации на разных уровнях предприятия.²

Основными отличиями данных видов совершенствования являются:

- 1) Инициатор совершенствования.
- 2) Объемы совершенствования.

¹ Эдвардс Д. Выход из кризиса: Новая парадигма управления людьми, системами и процессами / Д. Эдвардс ; пер. с англ. — М. : Альпина Бизнес Букс, 2007. — 370 с.

² Имаи, М Кайдзен Ключ к успеху японских компаний/ М. Имаи, пер. с англ. И Гутман. – М.: Приоритет 2014, – 290 с.

3) Затраты на совершенствование.

1. Инициатор совершенствования.

В философии Кайдзен виды совершенствований разделены в зависимости от иерархического положения инициатора в системе предприятия. Данная зависимость представлена на рисунке 11.

2. Объемы совершенствования.

Небольшие изменения, предлагаемые и выполняемые работниками предприятия в ходе рутинной деятельности, являются изменениями, не меняющими текущее состояние дел на предприятии, они направлены на улучшение элементарных операций. Напротив, инновации являются источником коренных преобразований, которые реформируют текущее состояние предприятия посредством глобальных инвестиций в технику и/или технологию исполнения того или иного процесса.

3. Затраты на совершенствование.

При проведении небольших изменений предприятию требуются инвестиции в минимально допустимом объеме. В свою очередь инновации потребуют от предприятия больших финансовых вложений для их разработки и внедрения.

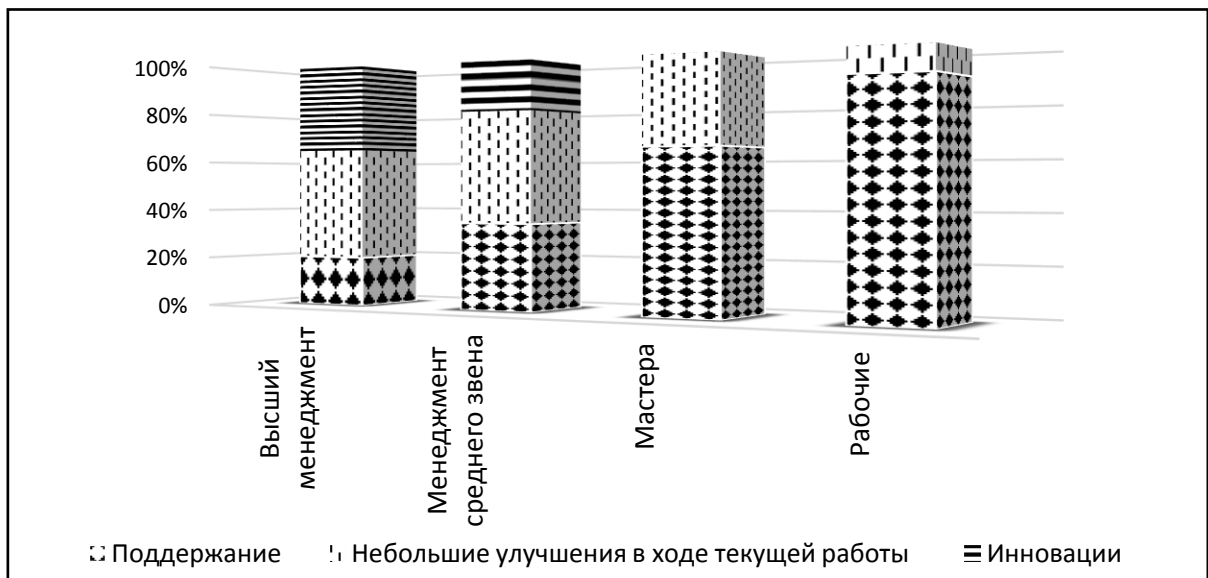


Рисунок 11 – Зависимость вида совершенствования от инициатора совершенствования

Данный принцип является производным от принципа информатизации и структурированности, и принципа использования отклонений. Совместные действия всех сотрудников предприятия являются главными условиями процесса постоянного улучшения. Принцип непрерывного совершенствования обязывает нас обращать внимание на само течение, на природу процесса, а не только на сформированный процессом результат. Данный принцип инициирует поиск источников улучшения процесса в себе, самопознание процесса. Немаловажно создать условия для подобного самопознания процесса. Накопление знаний о процессе поможет выбрать правильный путь его развития.

Таким образом, пять описанных выше принципов модели управления продолжительностью исполнения заказа являются как следствием вызовов современной экономики, науки и техники, так и источником дальнейшего развития. Помимо практической пользы принципов для модели управления продолжительностью исполнения заказа, мы можем предположить, учет описанных в данной части принципов позволит развивать подход управления промышленным предприятием, основанный на времени.

Продолжительность исполнения заказа также является важным показателем финансового благосостояния предприятия. Увеличивающаяся продолжительность исполнения заказа приводит к снижению оборачиваемости активов, как следствие – к снижению темпов получения прибыли, увеличению задолженности, срывам поставок, потере долей рынка. Приверженность принципам модели управления продолжительностью исполнения заказа как основы построения производственной системы будущего поможет предприятиям избежать подобных ситуаций.

2. АРХИТЕКТУРА МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬЮ ИСПОЛНЕНИЯ ЗАКАЗА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

2.1 Классификация и описания бизнес-процессов промышленного предприятия в рамках модели управления продолжительностью исполнения заказа

После того как в первой главе работы была описана эволюция подходов к понятию «продолжительность исполнения заказа», выделены и проанализированы факторы, влияющие на продолжительность исполнения заказа, а также описаны основные направления развития концепции продолжительности исполнения заказа, становится понятно, что для эффективного мониторинга и управления продолжительностью исполнения заказа промышленного предприятия необходимо классифицировать все бизнес – процессы предприятия, через которые проходит заказ, с точки зрения времени, а также описать их.

В данном контексте продолжительности исполнения заказов, по нашему мнению, классификация бизнес-процессов должна основываться на вариабельности процессов. Как было описано в части 1.2 диссертации, вариабельность процессов является внутренним неуправляемым фактором, влияющим на продолжительность исполнения заказа.

Понятие вариации, или вариабельности, в производстве чаще всего воспринимают как вариабельность характеристик линейки выпускаемой продукции (габаритно присоединительные размеры, состав, структура, физические или иные параметры). При управлении продолжительностью исполнения заказа возникает вопрос об определении вариабельности указанного признака – времени.

В статистике для оценки вариации признака чаще всего используют коэффициент вариации.¹ В нашем случае вариабельность процесса определяется колебанием следующих факторов: времени поступления работ к ресурсу и времени исполнения работы ресурсом:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} * 100\%, \quad (3)$$

где σ – среднеквадратическое отклонение значений совокупности времени поступления работ к ресурсу и времени исполнения работы ресурсом;

\bar{x} – среднее арифметическое значений совокупности времени поступления работ к ресурсу и времени исполнения работы ресурсом.

Как видно из формулы (3), определение общей вариабельности процесса позволяет классифицировать все процессы предприятия на три основные группы:

1. Группа устойчивых процессов, если коэффициент меньше 10%, т.е. степень вариабельности процесса незначительна.
2. Группа среднеустойчивых процессов, если коэффициент вариации лежит в границах от 10 до 25%.
3. Группа низкоустойчивых процессов, если коэффициент вариации больше 25%, т.е. вариабельность процесса значительна.^{2,3}

Важнейшим замечанием при расчете и определении вариабельности времени прибытия и исполнения работы является точный анализ причин вариабельности. Современные производственные предприятия могут обладать стратегической вариабельностью, т.е. вариабельностью, возникающей по причине необходимости обеспечения рынка огромной линейкой выпускаемой продукции или продукцией, исполняемой только на

¹ Лукьянчикова, Т.Л. Статистика: учебное пособие / Т.Л. Лукьянчикова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК», 2013. – 169 с.

² Шмойлова, Р.А. Теория статистики: учебник / Р.А. Шмойлова, В.Г. Минашкин, Н.А. Садовникова, Е.Б. Шувалова; под ред. Р.А. Шмойловой. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Финансы и статистика, 2004. - 656 с.: ил.

³ Гусаров, В.М. Статистика: учеб.пособие для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 463 с.

заказ, продукцией с дизайном и разработками и т.д. Однако даже в подобных условиях функционирования предприятия возможно существование излишних колебаний, которые необходимо контролировать, анализировать и корректировать причины их возникновения.

Стабильный процесс (с низким показателем вариативности), в котором отсутствуют признаки особых причин вариаций, называют статистически управляемым или стабильным.¹ В то же время мы понимаем, что на текущий момент развития науки и техники учет всех факторов, выводящих процессы из состояния статистического управления, невозможен. Состояние статистического управления уже подразумевает устранение особых факторов, выявленных ранее, и лишь случай должен стать причиной вариативности.

Э.Д. Деминг и его последователи выделяют два основных типа ошибок, которые могут стать причиной отсутствия работ по уменьшению вариативности процесса:

1. Приписать вариацию или ошибку к идентифицируемой, особой причине, когда на самом деле причина принадлежит системе (общие причины).

2. Приписать вариацию или ошибку системе (общие причины), когда на самом деле эта причина — идентифицируемая, особая причина.

Таким образом, подразделив бизнес-процессы предприятия на три группы относительно вариативности времени их исполнения, следующим этапом разработки методики описания бизнес-процессов в рамках модели управления продолжительностью исполнения заказа является их моделирование как потока бизнес-процессов. Данный этап отвечает принципу информатизации и структурированности в управлении продолжительностью исполнения заказа, описанному в главе 1 диссертации.

Моделирование потока бизнес-процессов помогает ускорить внутренние коммуникации, а также снижает риск принятия несвоевременных

¹ Деминг Э.Д. Выход из кризиса: Новая парадигма управления людьми, системами и процессами / Эдвардс Деминг; пер. с англ. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. — 370 с.

и неточных решений. Количество процессов и потоков, проходящих сквозь предприятие, на сегодняшний день настолько велико, что невозможно найти человека, который знал бы все тонкости материального и информационного потока (обо всех процессах, создающих продукт, и о всей информации, окружающей данные процессы). В подобной ситуации звенья одной цепи, части одного потока будут выполняться оптимальными с точки зрения части потока способами, не обращая внимания на созданную ценность всего потока.

При этом существует множество способов описывать бизнес-процессы. Однако существующие нотации не дают возможности в полной мере описать поток продолжительности исполнения заказа. Так, главной целью ГОСТ 19.701-90 (ИСО 5807-85) «Схемы алгоритмов, программ, данных и систем» является отображение пути данных при решении задач и определение этапов обработки. Но данная нотация не предоставляет возможности описания потока превращения сырья в готовую продукцию. Отсутствие возможности визуализации временных и ресурсных затрат для создания продукции, отсутствие оси времени, символов для отражения фактических временных затрат, затрат на рабочую силу не позволяет использовать данную нотацию для описания потока бизнес-процессов с позиции продолжительности исполнения заказа.

Наиболее полно о формализации и моделировании бизнес-процессов предприятия говорил М. Портер в своей работе «Конкурентное преимущество. Как достичь высокого результата и обеспечить его устойчивость»¹, описывая цепочку создания стоимости на предприятиях. Важным замечанием М. Портера является то, что «различия в цепочке создания стоимости у конкурентов являются источником конкурентных преимуществ»¹. Дальнейшее развитие метода цепочки создания ценности мы можем увидеть в Lean-менеджменте, одним из методов которого является картирование потока создания ценности VSM (Value Stream Mapping).

¹ Портер, М. Конкурентное преимущество. Как достичь высокого результата и обеспечить его устойчивость/ Майкл Портер; пер. с англ. — 2-е изд. — М.: Альпина Бизнес Букс. 2006. — 715 с.

Вместе с тем проблемой VSM картирования потоков исполнения заказа является невозможность наглядно указать время, затраченное бизнес-процессом на производство продукции. Присутствие на схеме линии продолжительности цикла хоть и описывает время исполнения того или иного процесса, но не позволяет оценить временные затраты на производство всей партии, а как следствие, происходит упущение в учете временных затрат, связанное с простоем изделия в очереди.

Еще один метод описания бизнес-процессов с позиции времени – это диаграмма Ямазуми. Цель данного вида диаграммы – помочь в равном распределении нагрузки среди рабочих с учётом потребности заказчика, выраженной в значении времени такта. Важным минусом и причиной невозможности использовать данный вид диаграммы для описания потока продолжительности исполнения заказа является отсутствие итоговой оценки срока, т.е. промежутка времени, через который заказ будет поставлен заказчику, а также отсутствие возможности описания процесса создания продукции в виде потока (ряда последовательных бизнес-процессов).

В таблице 10 представлен результат анализа популярных нотаций. В связи с выявленными недостатками нотаций для отражения потока продолжительности исполнения заказа автором был разработан новый инструмент моделирования потока продолжительности исполнения заказа.

Таблица 10 – Популярные нотации описания бизнес-процессов

	Блок - схема	VS M	Ямазуми	Диаграм ма Гантта	Пейзаж процесс а	SAD T IDEF -0	Карт а КПП	Поток продолжите льности исполнения заказа
Длительность	+	+	+	+	-	+	+	+
Сроки	+	+	-	+	+	-	+	+

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Трудоемкость	-	+	+	-	-	-	+	+
Занятость	-	+	+	-	+	-	-	+
Наглядность длительности	-	-	-	+	-	-	+	+
Ценности и потери	-	+	-	-	+	-	+	+

Моделирование потока продолжительности исполнения заказа – описание календарного времени исполнения всех необходимых для исполнения заказа бизнес-процессов предприятия, с момента поступления заказа от клиента до момента поступления первого изделия заказчику.

При построении карты потока продолжительности исполнения заказа необходимо сделать допущение согласно правилам построения КПП карт, что все виды деятельности осуществляются с чистого листа. Иными словами, когда продукция производится из заранее закупленных или заготовленных комплектующих, нельзя не учитывать время, затраченное на их создание или получение, для уменьшения продолжительности исполнения заказа.¹

Еще одним важным условием построения карты потока продолжительности исполнения заказа является учет и выделение времени создания ценности, временных потерь в связи с наличием обычных очередей, задержек, времени на транспортировку, перенастройку ресурсов, времени на подписание необходимых документов для запуска процесса и т.д. Подобная точность в отражении поможет, во-первых, определить, какую часть реальная работа над ресурсом составляет от общего времени нахождения ресурса в процессе, и, во-вторых, четко определить и уменьшить потери времени.

Так как временная ось отображается справа налево, данный способ позволяет проследить нарастающий эффект на каждом из путей исполнения

¹ Сури, Р. Время — деньги. Конкурентное преимущество быстрореагирующего производства [Электронный ресурс] / Р. Сури ; пер. с англ. В. В. Дедюхина. — 2-е изд. (эл.). — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. — 326 с. : ил.

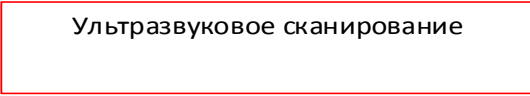
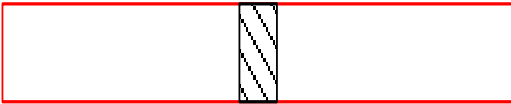


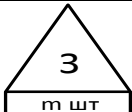
заказа. В противном случае (отражение временной оси слева направо) было бы сложнее увидеть продолжительность путей исполнения.

При построении карт потока продолжительности исполнения заказа необходимо указывать:

- объемы запасов до и после исполнения операций;
- число людей, необходимое для исполнения процесса;
- загруженность ресурса;
- вариабельность исполнения процесса (согласно предложенной автором методике её расчета).

В таблице 11 приведены основные графические объекты, применяемые при картировании потока продолжительности исполнения заказа.

Таблица 11 - Основные графические объекты, применяемые при картировании потока продолжительности исполнения заказа

Графические объекты, применяемые при картировании	Описание
	Наименование процесса
	Общее затраченное время исполнения процесса и реальное время исполнения процесса
	Список контролируемых параметров. Цвет фона (зеленый, желтый, красный) позволяет отразить принадлежность процесса к одной из 3х квалификационных групп процессов (группа устойчивых процессов; группа среднеустойчивых процессов; группа низкоустойчивых процессов, соответственно)
	Количество операторов (работников) на данном процессе
	Запасы и их количество

Результирующими показателями картирования должны стать расчет продолжительности исполнения заказа, время такта и расчет оптимального размера партии.

Таким образом, классификация бизнес-процессов предприятия в зависимости от вариабельности их исполнения, построение карты потока продолжительности исполнения заказа являются важнейшим этапом управления заказом на предприятии, так как предлагаемый способ позволяет увидеть весь производственный процесс – его «узкие» места, а также возможности для совершенствования организации процесса производства. Важнейшим преимуществом предлагаемого метода построения является возможность отражения:

- параллельных процессов;
- процессов создания сложных продуктов с большим количеством операций;
- документальной части процесса исполнения заказа (коммерческие договоры, конструкторская и техническая документация и т.п.)

2.2 Построение модели управления продолжительностью исполнения заказа и алгоритма её реализации

Формирование модели управления продолжительностью исполнения заказа промышленного предприятия должно осуществляться параллельно с ее реальным апробированием и способствовать безболезненному внедрению в общую систему управления предприятием.

С целью повышения эффективности функционирования промышленного предприятия и создания возможности управления продолжительностью исполнения заказа нужно создать модель, которая способна отображать необходимые для контроля признаки, сохранять

внутреннюю связь между элементами системы и показывать зависимость выходов системы от входов.¹

Характерной особенностью для отрасли приборостроения является использование «тянущего» механизма исполнения заказа. Производство и отгрузка готовой продукции осуществляется под заказ клиента, в связи с этим существует возможность управления партиями, проходящими через систему предприятия. Большое количество ассортиментных позиций не позволяет предприятиям хранить все виды готовой продукции на складах.

Следуя описанным ранее принципам, необходимости учета влияния внутренних факторов на продолжительность исполнения заказа, а также специфике приборостроительной отрасли, автором разработана модель управления продолжительностью исполнения заказа (Приложение А).

В настоящее время достаточно редко формируются модели, охватывающие все виды деятельности предприятия начиная от источника возникновения материального потока (заказа) до того момента, когда готовая продукция попадает к конечному потребителю.

Определение необходимости и выбор целевого сегмента управления продолжительностью исполнения заказа с точки зрения запуска процесса является важной функцией менеджмента среднего и высшего звена. Причинами такого запуска может быть недовольство клиентов в излишне длительном исполнении заказа, проигрывание рыночных позиций в связи с быстрым исполнением заказов у конкурентов, стратегической необходимостью в ускорении процессов предприятия и т.д. В рамках управления продолжительностью исполнения заказа и опираясь на уже существующие в литературе определения, под целевым сегментом нужно понимать однородную группу объектов, обладающую схожими свойствами (реакцией на систему), которая может быть наиболее эффективно обработана/обслужена субъектами данной системы.

¹ Большой экономический словарь / под ред. А. Н. Азрилияна. – 7-е изд. – М.: Институт новой экономики, 2008. – 1472 с.

Выбор целевого сегмента уникален для каждого предприятия и зависит от специфики его деятельности.

Чаще всего целевым сегментом на предприятии является:

- наиболее массовая номенклатура (по объему спроса или по объему производства) продукции;
- продукция, выпускаемая на наиболее емком рынке;
- совместимая с конкурентами продукция, уменьшение продолжительности исполнения заказа которой приведет к резкому увеличению получаемой прибыли и захвату доли рынка;
- продукция, охватывающая наибольшее количество операций потока, т.е. с наиболее продолжительной/сложной технологической цепочкой;
- определенная экспертным методом группа продукции.

По нашему мнению, важным замечанием при выделении целевого сегмента является понимание того, что им может быть как внешний, так и внутренний потребитель в зависимости от сложности и массовости производимой продукции.¹

Определение целевого сегмента дает начало первому этапу управления продолжительностью исполнения заказа. Заказ, проходя через предприятие, затрагивает множество его процессов, в связи с этим снижение продолжительности исполнения заказа невозможно осуществить одним узкопрофильным специалистом. Формирование многофункциональной команды является важным условием выполнения этапов управления продолжительностью исполнения заказа.

Модель управления продолжительностью исполнения заказа условно разделена на три последовательных этапа.

На первом этапе проводится диагностика текущего состояния процессов исполнения заказа. Ожидаемым результатом первого этапа является выявление узких мест в процессе исполнения заказа. Для достижения данного

¹ Семенычев, Ф.А. Стоимость ≠ ценность. Современные методики картирования потоков создания ценности с применением правила 80/20/ Ф.А. Семенычев.Изд. Animedia Company, 2013

результата многофункциональная команда должна провести анализ текущего состояния процесса исполнения заказа посредством построения процессных карт.

Подобное картирование процессов исполнения заказа поможет команде и менеджерам:

- узнавать намного больше об анализируемых процессах, объединяя знания и совместно работая по их совершенствованию;
- решать, как выполнять свою работу качественно и согласованно без того, чтобы эти процедуры навязывались им сверху;
- отчетливо представлять себе разные типы изменений, которые могли бы привести к улучшениям;
- обсуждать влияние характеристик процесса и, следовательно, лучше понимать, как можно было бы добиться улучшения;
- сфокусировать внимание на самых проблемных аспектах существующего процесса;
- обнаружить соответствующие точки измерения/контроля, особенно при использовании структурированных потоковых диаграмм;
- понять природу вариабельности в процессе, избегая тем самым ненужного «вмешательства» в работу стабильного процесса;
- в качестве важного предварительного мероприятия к попытке их улучшить, сделать свои процессы статистически управляемыми;
- эффективно планировать внедрение предлагаемых изменений;
- показать место своего процесса в общей системе; руководители и их работники должны трудиться совместно для формирования лучшей системы;
- видеть, как они взаимодействуют, реализуя процессы, и распознавать своих внутренних потребителей и поставщиков;
- информировать легко и просто все заинтересованные стороны, включая новичков, о природе и деталях всего процесса в целом;
- определять умения и навыки, необходимые для тех, кто принимает участие в данном процессе;

- разрабатывать и предоставлять учебные материалы, содержащие большее, чем обычно, количество иллюстративного материала и меньше слов;
- обновлять документацию о процессе и тем самым вносить ясность в использование «наилучшей практики», означающей улучшенные процедуры.¹

Анализ текущего состояния процессов в модели управления продолжительностью исполнения заказа включает в себя построение карты потока времени (методика построения и список необходимых данных приведены в части 2.1 данной диссертации) исполнения заказа и применения распространенного метода отражения процессов – диаграммы «спагетти» (spaghetti chart).

Диаграмма «спагетти» представляет собой графическое описание траектории маршрутов движения продукта по мере исполнения заказа.² Диаграмма позволяет наглядно увидеть количество лишних перемещений в процессе исполнения заказа, а также оценить правильность физического построения сформированных ячеек. Важно понимать, что сформированные диаграмма и карта потока продолжительности исполнения заказа — это не мгновенный индикатор.

Такое сочетание двух видов описания позволит увидеть все возможные источники уменьшения продолжительности исполнения заказа (узкие места) на предприятии, как в офисе, так и на производстве. Полученные данные становятся базой для расчета второго этапа модели управления продолжительностью исполнения заказа.

Следующим этапом в модели управления продолжительностью исполнения заказа является разработка и внедрения мероприятий направленных на получение результата – снижения продолжительности исполнения заказа. Особое место в данном этапе занимает оценка роли влияния системной динамики на продолжительность исполнения заказа.

¹ Построение процессных карт: Как и почему? [Электронный ресурс] // Ассоциация Деминга. - Режим доступа: http://www.deming.ru/TeorUpr/Quality_Collection/08_Postroenie_protssesnyh_kart.htm.

² Вумек, Д. Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании / Д. Вумек, Д. Джонс ; пер. с англ. — 7-е изд. — М.: Альпина Паблишер, 2013. — 472 с.

Классической характеристикой эксплуатации оборудования как активной части основных фондов является коэффициент экстенсивного использования ($k_{\text{экст}}$), который характеризует загрузку оборудования по времени:

$$k_{\text{экст}} = \frac{t_{\text{факт}}}{t_{\text{мах}}}, \quad (4)$$

где $t_{\text{факт}}$ – фактическое время работы оборудования;

$t_{\text{мах}}$ – максимально возможное (нормативное) время работы оборудования.

Однако при управлении продолжительностью исполнения заказа фактическое время работы оборудования должно учитывать дополнительное время на устранение неполадок оборудования (сюда входит время ожидания технического персонала плюс время, которое необходимо для починки машины), плановое/внеплановое обслуживание, время переналадки/переоснастки. С учетом данных условий формула расчета коэффициента экстенсивности будет выглядеть следующим образом:

$$k'_{\text{экст}} = \frac{(t_{\text{факт}} + t^{\wedge})}{t_{\text{мах}}}, \quad (5)$$

где $t_{\text{факт}}$ – фактическое время работы оборудования;

t^{\wedge} – время на вспомогательные процессы;

$t_{\text{мах}}$ – максимально возможное (нормативное) время работы оборудования за период.

$$t^{\wedge} = t_1 + t_2 + \dots + t_n, \quad (6)$$

где $t_1 + t_2 + \dots + t_n$ – сумма временных затрат на вспомогательные процессы.

С учетом введенного показателя $t^{\wedge} k_{\text{экт}} \rightarrow 1$. В таком случае с учетом нестабильности и вариабельности спроса, основываясь на теории системной динамики, возникает определенная реакция.

Коэффициент реакции подразумевает большую реакцию той или иной части системы, возникающую, на первый взгляд, вследствие формальных причин.¹

Коэффициент реакции в модели продолжительности исполнения заказа можно представить как отношение.

$$R = \frac{k'_{\text{экт}}}{1 - k'_{\text{экт}}}, \quad (7)$$

где R — коэффициент реакции.

Выразим коэффициент реакции через время путем подстановки в формулу (7) тождества (5)

$$R = \frac{t_{\text{факт}} + t^{\wedge}}{t_{\text{max}} - (t_{\text{факт}} + t^{\wedge})}. \quad (8)$$

Данный показатель отражает, какое количество рабочих смен заказ будет находиться в очереди на исполнение.²

В условиях очередности это приводит к явлению насыщения, когда большие очереди накапливаются даже тогда, когда номинально достаточно возможностей для продвижения поступающей работы.

Таким образом:

$$\lim_{(t_{\text{факт}} + t^{\wedge}) \rightarrow t_{\text{max}}} \frac{t_{\text{факт}} + t^{\wedge}}{t_{\text{max}} - (t_{\text{факт}} + t^{\wedge})} = \infty. \quad (9)$$

¹ Форрестер, Дж. Основы кибернетики предприятия (Индустриальная динамика) М.: Прогресс, – 1971.

² Сури, Р. Время — деньги. Конкурентное преимущество быстрореагирующего производства [Электронный ресурс] / Р. Сури ; пер. с англ. В. В. Дедюхина — 2-е изд. (эл.). — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. — 326 с. : ил.

С учетом данной формулы даже небольшой ошибочный расчет времени, когда мощность занята или выдается любое другое внеплановое задание (срочный заказ), приведет к резкому увеличению времени ожидания исполнения заказа.

Зависимость значения коэффициента реакции от коэффициента экстенсивного использования можно представить графически (рисунок 12).



Рисунок 12 - Зависимость времени ожидания от загрузки ресурса

Анализируя данный график, результаты подстановки значений в формулу (8), а также ряд исследований по оптимальности загрузки мощностей на производстве¹²³, мы сделали вывод о том, что рекомендуемый размер загрузки мощности находится в диапазоне 65 – 85%. Дальнейшее увеличение загрузки ресурса приводит практически к двукратному росту.

1 Справочник нормировщика/А.В. Ахумов, Б.М. Генкин, Н.Ю. Иванов и др. – Л.: Машиностроение, 1987.-458 с.

2 Мельников, Г. Н. Проектирование механосборочных цехов: учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов / Г. Н. Мельников, В. П. Вороненко ; под ред. А. М. Дальского. — М.: Машиностроение, 1990. — 350, [1] с.

3 Анализ важнейших структурных характеристик производственных мощностей обрабатывающей промышленности России/ В. А. Сальникова и др. – Москва: Центр стратегических разработок России, 2017. – 198 с.

Описанная в части 2.1 классификация бизнес-процессов через расчёт вариабельности позволит менеджменту предприятия оценить, как влияет тот или иной бизнес-процесс на ритмичность исполнения заказа, позволит увидеть узкие места, которые увеличивают время нахождения заказа в системе.

Совершенствование организационной структуры предприятия — это еще одна задача в процессе выполнения второго этапа. В литературе, посвященной организации производства и управлению предприятием, выделяют системы с цеховой, линейной или ячеистой структурой.

Цеховая структура характеризуется созданием функциональных участков. Важной особенностью данных участков является линейно-последовательное расположение мощностей. Поступающая партия деталей в подобную структуру направляется на первый участок к любой мощности, проходит необходимую обработку и передается с одного рабочего места на другое последовательно.¹

Ячеистая структура (в некоторых работах называется сотовая) организации производства объединяет признаки линейной и цеховой.² Она основывается на кооперации основных и вспомогательных операций в интегрированную ячеистую структуру при последовательном, параллельном или параллельно-последовательном методе передачи товарно-материальных ценностей в производстве, сфокусированной по определенному целевому сегменту.

Современные концепции управления предприятиями, требования рынка к затратам и продолжительности исполнения заказа стимулируют современные предприятия переходить от цехового (функционального) устройства в сторону универсальной, более гибкой и интегрируемой в единый процесс ячеистой структуры («автономизации»).

¹ Иванов, И.Н. Организация производства на промышленных предприятиях: учебник – М.: ИНФРА – М, 2009. – 351 с.

² Варианты пространственной структуры производственного процесса [Электронный ресурс] // Организация производства и управление предприятием. - Режим доступа: <http://gigabaza.ru/doc/99494-p24.html>.

«Отличие данного вида структуры от традиционных заводов, организованных по функциональному (цеховому) способу, в том, что при цеховой или линейной структуре части конечной продукции перемещаются из одного цеха к другому. Каждый шаг потребляет драгоценное время: партия деталей ожидает перемещения, затем перемещается, а затем снова ожидает, когда будет использована на следующем шагу».¹ В традиционных системах производства работа над продуктом обычно занимает только 0,05-5% от времени нахождения продукта в цехе. Остальную часть времени продукция ожидает своей очереди к обработке.²

При формировании ячеистых структур продукция расположена так близко друг к другу, как это возможно. Части переходят от одной операции к другой без задержек, малыми расчетными партиями. Поскольку отпадает необходимость набора огромных партий для производства, продолжительность исполнения заказа уменьшается, и клиент получает первое изделие быстрее.

Примером подобной ячеистой структуры предприятия, не только на уровне продукции или операций, но и на уровне структуры бизнеса, является американская корпорация Боинг (The Boeing Company) – один из крупнейших мировых производителей авиационной, космической и военной техники.

Предприятие состоит из двух основных подразделений: «Боинг – Гражданские Самолеты» (Boeing Commercial Airplanes) и «Boeing Defense, Space and Security». Деятельность этих подразделений поддерживают следующие организации: «Boeing Capital Corporation» (по вопросам обеспечения финансирования), «Shared Services Group» (инфраструктурная поддержка) и «Boeing Engineering, Operations & Technology» (разработка, приобретение и внедрение инновационных технологий и процессов).³

¹ Конишев, А.С. Модель управления продолжительностью исполнения заказа как источник трансформации менеджмента промышленного предприятия / А.С.Конишев//Научный экономический журнал «Экономика: вчера, сегодня, завтра». -2017.-№3 – С. 41-58

² Stalk, G. Competing against time : how time-based competition is reshaping global markets / George Stalk, Jr.(and) Thomas M. Hout. 1990 – 304 p.

³ Kaizen Forum Rus 001 [Электронный ресурс] // Лучшие практики: Авиакосмическая отрасль. - Режим доступа: <http://ru.kaizen.com/publikacii.html>.

Подобное ячеистое распределение бизнеса корпорации Боинг основано на трех фундаментальных стратегиях, которые были применены при внедрении бережливого производства на уровне цехов:

1. Принятие системного видения, заключающееся в определении предприятия как единого производственного организма, системы с единой, определенной целью, а не разрозненное восприятие функциональных элементов предприятия, работающих с целью максимизации собственных результатов и, возможно, оказывающих отрицательное влияние на результат производственной системы в целом.

2. Переход на разработку цепочки создания ценности, представляющую собой ряд конкретных действий, производимых для создания итоговой ценности продукта (услуги) и отказа от действий, не добавляющих ценности конечному продукту.

3. Использование кросс-функционального подхода для организации производства (создаваемая для реализации производственных реформ группа является многофункциональной, в состав которой входят специалисты со всех этапов производства, в том числе специалисты по охране труда, экологи, программисты и т.п.).

Такая ячеистая организация производства, помимо того, что помогла решить многие проблемы на месте и не отделить функции друг от друга, ускорила производство конечной продукции с 6 – 10 до 2 – 4 месяцев.

На сегодняшний день ячеистая структура проникает и в офисные подразделения предприятия. Идея перенесения производственного опыта в офис представлена в работе Джеймса Вумека и Дэниелы Джонс.¹ Использование многофункциональной ячеистой структуры в офисе позволит обеспечить полный цикл приема и обработки заказов клиента, ускорить происходящие в офисах процессы (согласование и оформление документов), увеличить количество полезных коммуникаций. На рисунке 13 представлена

¹ Вумек, Д. Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании / Д. Вумек, Д. Джонс ; пер. с англ. — 7-е изд. — М.: Альпина Паблишер, 2013. — 472 с.

зависимость расстояния между рабочими местами и вероятностью прямых коммуникаций. Уменьшение расстояния между рабочими местами зависимых работников позволяет увеличить вероятность осуществления, в том числе полезных коммуникаций.

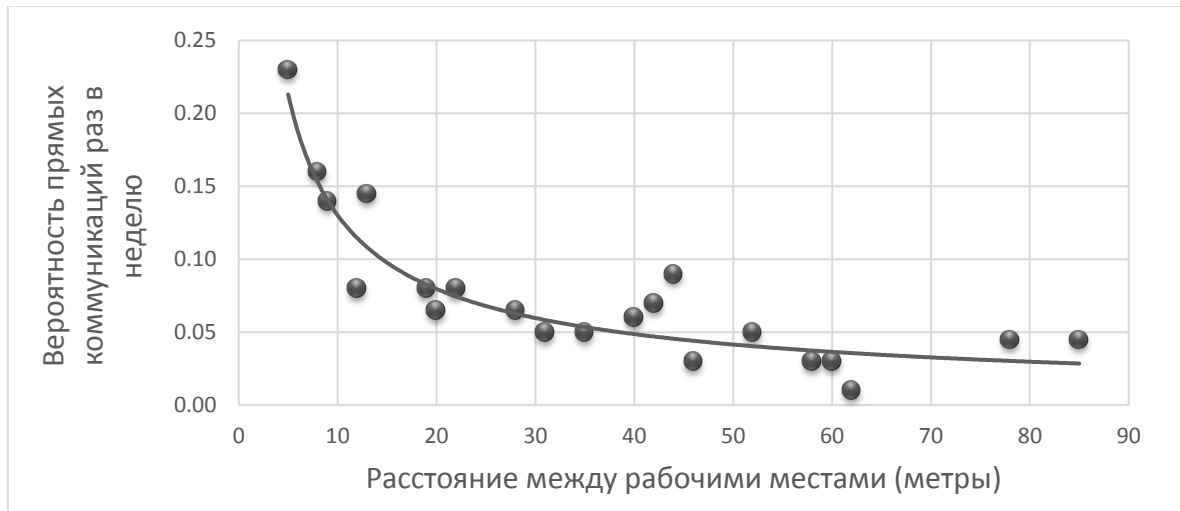


Рисунок 13 – Важность территориальной близости механизмов исполнения процесса

Описанное ранее влияние фактора вариабельности процессов на продолжительность исполнения заказа мы выразили в формуле расчета такта потока. С позиции модели управления продолжительностью исполнения заказа такт потока — это время, затрачиваемое изделием на ожидание перед ресурсом, и время работы, затрачиваемое ресурсом на обработку изделия.

Математически данное определение можно выразить следующим образом:

$$T_k = \left(R * \frac{t_{\text{факт}} + t'}{n} * V \right) + \frac{t_{\text{факт}} + t'}{n}, \quad (10)$$

где T_k – такт потока;

$\frac{t_{\text{факт}} + t'}{n}$ – время, затрачиваемое на одну работу;

V – вариабельность (коэффициент вариации) времени поступления работ к ресурсу и времени исполнения работы ресурсом;

R – коэффициент реакции.

Как видно из определения и формулы (10), лишь три величины влияют на такт потока, а как следствие, и на продолжительность исполнения заказа:

1. Вариабельность процесса.

Вариабельность снижается, как уже было описано ранее, путем ввода ресурса в статистическую управляемость, т.е. устранение особых причин. Увеличение вариабельности исполнения работ ввиду плохой организации работ, устарелости оборудования, специфики бизнеса будет приводить к уменьшению такта потока и требовать внесения изменений в организацию работ, в оргструктуру предприятия.

2. Коэффициент реакции.

Уменьшение коэффициента возможно посредством уменьшения использования ресурса или, с другой стороны, наращивания свободных мощностей.

Достигается это путем инвестирования в свободные мощности ресурсов (управление коэффициентом экстенсивности). Однако это не означает инвестирование в закупку нового оборудования или увеличение численности персонала. Существующие методики (SMED, ТРИЗ, 5S и т.п.) позволяют за счет организационных мероприятий снижать время простоев мощностей. Причиной частых кратковременных или длительных простоев может быть как реальная неисправность мощности, так и частое отвлечение работников. В таком случае необходимо инвестировать в профилактическое техобслуживание, а также введение перекрываемых обедов, увеличение подготовительных работ и уменьшения работ при неработающей станке и т.п.

Это, безусловно, даст свои плоды в достижении уменьшения простоев мощностей, связанных с поломками.

Еще одним прямым способом уменьшения времени простоев мощностей, увеличения коэффициента экстенсивности является увеличение партии производимой однородной продукции. Большинство менеджеров промышленных предприятий стараются максимально загрузить мощность (на 90-100%). Однако данный метод может как значительно помочь

производственной системе, так и оказать отрицательное влияние. Можем выделить три основных эффекта потока, получаемых при использовании того или иного размера партии:¹

1. Эффект масштаба. При увеличении размеров партии пропорционально происходит и рост задержки очереди. В то же самое время количество партий, ожидающих в очереди, остается неизменным. Итогом является большая длительность продолжительности исполнения заказа. Для преодоления эффекта масштаба принимается решение о снижении размера партии. Однако снижение размера партии может привести к другому эффекту. В случае слишком низкого размера партии проявляется второй вид эффекта – эффект замещения.

2. Эффект замещения. Проявляется, когда меньший размер партии приводит к замещению доли производственного времени на время настройки мощности перед обработкой новой партии материалов. При проявлении эффекта замещения можем увидеть рост размеров очередей, продолжительности исполнения заказа даже тогда, когда номинально достаточно возможностей для обработки входящих материалов.

Продолжительность задержки в очереди перед мощностью при использовании минимальной партии резко идет вверх. В то же время увеличение продолжительности задержки в очереди пропорционально увеличению размера партии является постепенным, но влияет намного хуже на мощности с высоким значением коэффициента экстенсивности. Оптимальное значение работы производственной системы находится между описанными значениями.

3. Эффект однородности (эффект снижения вариабельности). Правильный выбор размера партии может сделать партии, прибывающие в рабочий центр, более однородными с точки зрения требований к их обработке. Однородность во время обработки имеет тенденцию к уменьшению очередей,

¹ Controlling W.I.P. and Leadtimes in Job Shops by Uday S. Karmarkar William E. Simon Graduate School of Business Administration University of Rochester Rochester, New York., pp. 409-418

а также приводит к более быстрому и равномерному выпуску готовой продукции клиенту. Минимизируя колебания выпуска готовой продукции, предприятие становится предсказуемым и удобным для своего клиента, а с учетом снижения продолжительности исполнения заказа – лидером в своей отрасли.

Нахождение оптимального размера партии сводится, в первую очередь, к поиску диапазона максимально допустимого количества деталей, обработанных за один день. Указанный параметр выражается через ограничение, представленное в виде неравенства:

$$0,65 \leq \frac{P \times \overline{t_{\text{факт}}} + \frac{P \times \overline{t}}{m \times n} + t_c}{t_{\text{max}}} \leq 0,85, \quad (11)$$

где P – общее количество деталей, произведенных ресурсом за период;

m – количество одновременно обрабатываемых деталей;

n – количество одинаковых ресурсов;

t_c – время сервисного обслуживания, временной период, когда ресурс (мощность) свободен от производства продукции и не происходит перенастройка на другой вид производства продукции (пример: поломка).

Подставляя в неравенство известные значения времени, получим диапазон значений параметра P . Зная значения количества обрабатываемых деталей в день, найдем диапазон значений оптимального размера партии.

$$Q = P \div \frac{t_{\text{max}} - P \times \overline{t_{\text{факт}}} - t_c}{\overline{t}}, \quad (12)$$

где Q – оптимальный размер партии.

Как видно из предложенных ограничений, важным условием для достижения снижения продолжительности исполнения заказа посредством изменения размера партии является соблюдение загрузки мощностей на 65 – 85%. Данное условие соблюдается посредством ограничения максимального

числа обработки деталей через расчет максимального выпуска за максимальный временной период работы мощности. Удовлетворяя ожидания клиентов путем достижения максимизации выпускаемой продукции за период, мы должны придерживаться целевой функции с учетом найденных значений Q и P:

$$\frac{LT}{\sum_{i=1}^N \frac{t_{\text{факт}i} + t_i}{n_i \times m_i}} \rightarrow \max, \quad (13)$$

где LT – продолжительность исполнения заказа.

Влияющее на загрузку мощности количество переналадок оборудования за период определяется как отношение общего времени, отведенного на переналадку оборудования, ко времени переналадки на одну операцию.

По итогам проведенных расчетов и изменений в процесс исполнения заказа приведет к его снижению. Результат работы многофункциональной группы отражается на полной карте потока продолжительности исполнения заказа.

Вместе с тем полученное значение в ходе теоритических расчетов не учитывает влияние разной скорости исполнения операций мощностями на формирование очередей в системе. В связи с этим в третьей главе необходимо будет построить дискретно-событийную имитационную модель для определения системной загруженности мощностей и вынесения дальнейших рекомендаций по развитию данной производственной системы с позиции продолжительности исполнения заказа.

Этап контроля результатов внедрения мероприятий — является хотя и завершающим, но дающим начало процессу непрерывных улучшений.

Ожидаемым результатом выполнения данного этапа является улучшение финансово-экономических результатов предприятия и процесс непрерывных улучшений. Оценка зависимости финансово-экономических

результатов от использования модели управления продолжительностью исполнения заказа представлена в части 2.3 данной диссертации.

Вместе с тем формирование данного этапа в модели управления продолжительностью исполнения заказа обусловлено исследованием Э. Деминга. В своей работе «Выход из кризиса. Новая парадигма управления людьми, системами и процессами» по исследованиям, предоставленным ему Дэвидом Чамберсом, доля дефективных изделий в день до и после того, как проводился анализ эффективности работ, значительно уменьшалась. Так, доля дефективных изделий «до» была 11%, а «после» – 5%.

Данный факт свидетельствует о важности постоянного управления и влияния на требуемые предприятию параметры.

Модифицировав существующую модель управления предприятием, менеджмент получает важный «говорящий» показатель контроля за работой предприятия – показатель продолжительности исполнения заказа.

По нашему мнению, эффективным способом мониторинга изменения продолжительности исполнения заказа является расчет индекса продолжительности исполнения заказа (Индекс LT).

$$\text{Индекс } LT = \frac{LT_{\text{баз.}}}{LT_{\text{тек.}}} * 100\%, \quad (14)$$

где $LT_{\text{баз}}$ – базовая продолжительность исполнения заказа;

$LT_{\text{тек}}$ – текущая продолжительность исполнения заказа.

Постоянное сравнение начальной (базовой) средней продолжительности исполнения заказа с продолжительностью исполнения заказа после реформ, а также сравнение базовой продолжительности исполнения заказа за каждый последующий период позволит менеджменту предприятия увидеть реальные изменения на предприятии, сформировать новую или дополнить уже существующую систему мотивации, важным показателем которой будет учёт уменьшения продолжительности исполнения заказа за период.

Индекс ЛТ позволит также сравнивать показатели работы отдельных офисных или производственных ячеек и может быть использован для оценки поставщиков и улучшения их работы.

Немаловажной является корректировка показателей в зависимости от изменения показателя продолжительности исполнения заказа. Созданная в модели «петля улучшений» под влиянием принципов управления продолжительностью исполнения заказа, внешних факторов и индекса ЛТ позволяет менеджменту предприятия контролировать и направлять развитие своего предприятия.

Принципиальным вопросом, на который надо ответить при построении любой управленческой модели, является необходимость алгоритмизации (описания работ) по внедрению. На сегодняшний день рядом российских и зарубежных исследователей (Д.Ф. Симонян¹, Джеймс Вумек и Дэниел Джонс², Джордж Майкл^{3,4}, У.Х. Деттмер⁵) разработаны различные алгоритмы внедрения управленческих моделей на предприятиях. В свою очередь, автором диссертационной работы разработан алгоритм внедрения модели управления продолжительностью исполнения заказа на промышленном предприятии, который:

1) учитывает разработки ученых и практиков в области концепций «Бережливое производство», «Шесть сигм» и теории ограничений Э.М. Голдратта;

¹ Симонян Д.Ф. Способы и стратегии внедрения информационных систем в многоуровневых организациях путем планирования ресурсов предприятия// *Тегга Есопoticus*.-2010.-Том 8 №2 – 125-132 с.

² Вумек, Д. Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании/ Д. Вумек, Д. Джонс ; пер. с англ. — 7-е изд. — М.: Альпина Паблишер, 2013. — 472 с.

³ Майкл, Дж.Л. Бережливое производство плюс шесть сигм в сфере услуг. Как скорость бережливого производства и качество шести сигм помогают совершенствованию бизнеса / Дж.Л. Майкл, [пер. с англ.] М.: Изд-во «Манн, Иванов и Фербер», 2011. – 464 с.

⁴ «Бережливое производство + шесть сигм» в сфере услуг: Как скорость бережливого производства и качество шести сигм помогают совершенствованию бизнеса / Майкл Л. Джордж; пер. с англ. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. — 402 с. — (Серия «Модели менеджмента ведущих корпораций»).

⁵ Деттмер У.Х. Теория ограничений Голдратта. Системный подход к непрерывному совершенствованию / пер. с англ. У.В. Саламатова. – М.: Альпина Паблишер, 2013. – 443 с.

2) разработан на основе системного и процессного подходов к функционированию организации и осуществлению внутренних преобразований:

– в рамках системного подхода промышленное предприятие рассматривается как совокупность взаимосвязанных элементов, образующих целостность;

– как сложная и открытая система, характеризующаяся входящими и исходящими потоками ресурсов;

– процессный подход рассматривает функционирование предприятия как совокупность взаимосвязанных бизнес-процессов, основанных на привлечении ресурсов, создании новой ценности, получении прибыли и достижении на этой основе поставленных целей;

3) отражает специфику промышленного предприятия как экономического субъекта, характеризующегося созданием средств производства, высокой материалоемкостью, технологической сложностью;

4) предусматривает наличие российской специфики производственной деятельности, которая, по мнению автора, отражается в следующих аспектах: более активном по сравнению с работниками предприятий развитых западных стран сопротивлением переменам; восприятию сотрудниками инициатив как дополнительной рабочей нагрузки; низкой эффективности и труднореализуемости инициатив «снизу», от рядовых сотрудников; индивидуализме, отсутствии мышления на долгосрочную перспективу; ориентации на материальное стимулирование и дестимулирование; относительной негибкости к изменениям среды.

Этапы предлагаемого нами универсального алгоритма внедрения модели управления продолжительностью исполнения заказа в деятельность промышленного предприятия отражены в Приложении Б.

Первый этап алгоритма является отражением выявленной в ходе исследования важной взаимосвязи между сложностью предлагаемых изменений управленческих моделей, временем, требуемым для данных

изменений, и количеством вовлеченных людей. Данная взаимосвязь представлена на рисунке 14.



Рисунок 14 – Степень сложности и продолжительности внедрения модели в зависимости от уровня внедрения

Поэтому на первом этапе необходимо определить уровень внедрения модели управления продолжительностью исполнения заказа: чем выше планируемый стартовый уровень проникновения модели, тем с бóльшим временем и сложностью это будет происходить. В связи с этим важно начинать внедрение и использование модели управления продолжительностью исполнения заказа в менее сложной системе, чем предприятие в целом. Это может быть как какое-то направление бизнеса (вид выпускаемой предприятием продукции), так процесс или операция.

Вторым этапом алгоритма внедрения модели управления продолжительностью исполнения заказа является интеграция идеи управления временем на предприятии и дальнейшее ее развитие. По нашему

мнению, с учетом специфики современных компаний как в России, так и за рубежом, если инициатором изменений выступает руководитель, происходит минимизация влияния ограничений системы. В связи с этим в фокусе внимания должен быть процесс объяснения влияния такого ресурса, как время на предприятии и важность управления продолжительностью исполнения заказа для любого предприятия, стремящегося конкурировать на международном рынке. Особое внимание следует уделить и обучению сотрудников системе ценностей и существующим методам улучшения собственной деятельности.

Третьим этапом алгоритма является определение целевого сегмента внедрения модели управления продолжительностью исполнения заказа.

Четвертый этап алгоритма состоит в создании многофункциональной команды внедрения. Участники данной команды должны быть сотрудниками ключевых отделов, которые имеют опыт участия в мозговых штурмах при создании новых процессов или процедур, имеющих отношение к выбранному целевому сегменту.

Методики исполнения дальнейших этапов алгоритма были описаны в модели управления продолжительностью исполнения заказа. Как видно из разработанного алгоритма, действия по расчетам и внесению корректировок в существующие процессы зациклены, таким образом, автор закладывает описанный в первой главе принцип непрерывного совершенствования процессов. На данный момент существует множество методик улучшения процессов, малая часть которых также отражена в алгоритме. Решение о применении любой из методик принимают работники, участвующие в реформируемом процессе, на данном этапе сформированная команда запускает завершающий этап алгоритма внедрения модели управления продолжительностью исполнения заказа.

В рамках данного этапа, по мнению автора, необходима стабилизация новой структуры и бизнес-процессов на предприятии. Важным является

закрепление принципов управления продолжительностью исполнения заказа в миссии и стратегии предприятия.

Каждое проводимое совещание на всех уровнях организации должно содержать идеи дальнейшего поиска и реализации идей управления продолжительностью исполнения заказа. Представляется также необходимым распространение принципов управления продолжительностью исполнения заказа на филиальную сеть и на организации, находящиеся ниже и выше данного предприятия в производственной цепи. Таким образом, осуществляется переход от развития управления временем внутри предприятия к управлению временем целой цепи поставок, экономически и технологически связанных предприятий.

2.3 Оценка эффективности управления продолжительностью исполнения заказа с учетом рентабельности, определяемой форматом модели стратегической прибыли

О существовании неразрывной связи между временем и активами еще в XVIII веке заявил Бенджамин Франклин своим лозунгом «Время – деньги!».¹ Однако существующие отчеты² компаний перед акционерами не отражат важность времени и оценку его влияния на экономическую составляющую работы предприятия. Вместе с тем предприятие наращивает прибыль путем обеспечения наибольшей отдачи от использования каждого ресурса, в том числе и времени.

В итоге различные или одинаковые результаты (эффекты) достигаются путем использования одних и тех же затрат, но в разные промежутки времени.

Изменение производительности труда с течением времени является ключевым фактором. Параллельно этому происходит изменение показателей

¹ Франклин, Б. Совет молодому купцу/ Бенжамин Франклин. - 1748

² Stalk, G. Competing against time : how time-based competition is reshaping global markets / George Stalk, Jr.(and) Thomas M. Hout. 1990. – 304 p.

доходности, оборачиваемости, изменение реакции окружающих систем и т.д. Причем данные изменения могут стать как следствием, так и причиной изменения производительности труда.

Анализируя экономические показатели любого современного промышленного предприятия, можем выделить ряд показателей, которые связывают результаты деятельности предприятия и продолжительность исполнения заказа:

- выручка от продаж;
- себестоимость реализованной продукции;
- дебиторская задолженность;
- уровень запасов;
- заемный капитал (долгосрочные и краткосрочные обязательства).

Преимущества снижения продолжительности исполнения заказа может быть показано различными методами, в данной части представлена методика, помогающая оценивать влияние изменения продолжительности исполнения заказа на экономическую эффективность предприятия на основе использования модели стратегической прибыли (модель фирмы Дюпон – TheDuPontSystemofAnalysis). Модель Дюпона – это один из подходов, позволяющих произвести анализ рентабельности собственного капитала организации (ROE) (рисунок 15).

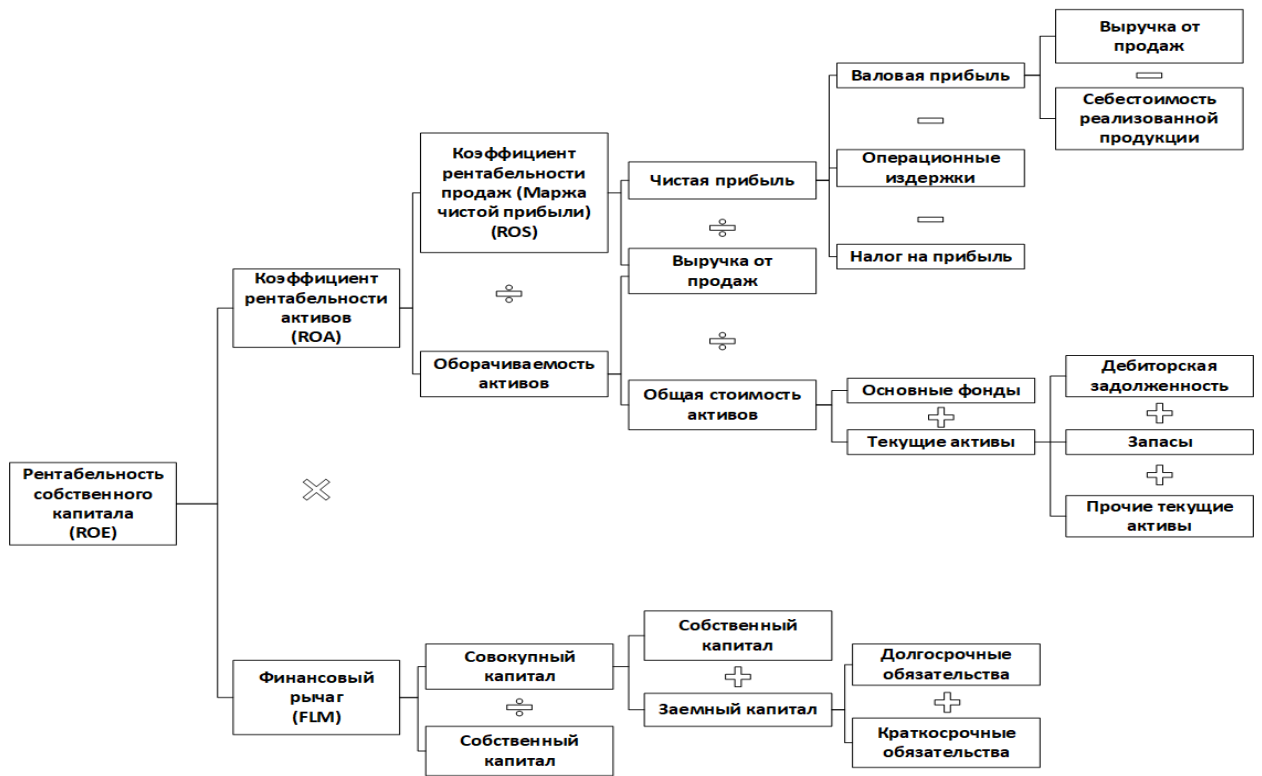


Рисунок 15 - Методика оценки экономической эффективности на основе использования модели стратегической прибыли

«Используя ряд элементарных математических преобразований, показатель ROE декомпозируется на несколько составляющих его частей, в результате чего можно отчетливо видеть основные причины изменения рентабельности капитала».¹ В общем, модель Дюпона отражает доходность в расчете на собственный капитал предприятия и является функцией трех контролируемых факторов: чистой прибыли, оборачиваемости активов и финансового рычага. Следовательно, модель стратегической прибыли показывает, как изменение одного из показателей влияет на финансовые результаты предприятия.²

Для оценки влияния модели управления продолжительностью исполнения заказа на экономическую эффективность предприятия выделим

¹ Kaplan Schweser Schwesernotes 2011 Certified Financial Analyst (CFA) /Financial reporting and analysis, level 1 book 3. 2010, p. 153–155

² Эльяшевич И. П. Модель Дюпона и ее применение для оценки экономической эффективности стратегических решений в логистике// Логистика и управление цепями поставок. - 2012.- №4.- С. 34-40.

три основных типа влияния: прямое, косвенное и второстепенное, и отразим данные типы влияния на модели стратегической прибыли (рисунок 16).

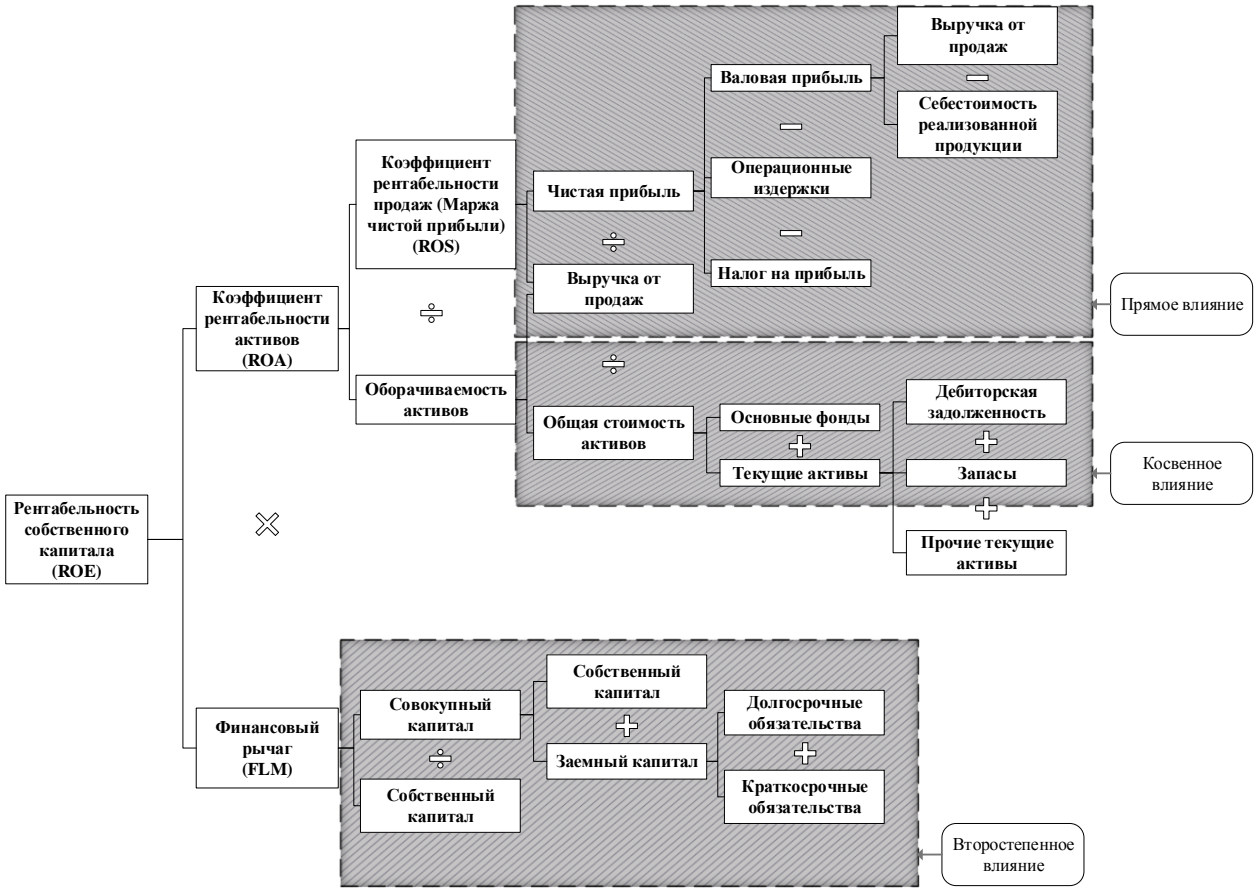


Рисунок 16 - Типы влияния управления продолжительностью исполнения заказа на модель стратегической прибыли

К прямому типу влияния относятся те показатели, изменение которых напрямую зависит от изменения продолжительности исполнения заказа.

1. Выручка от продаж.

Для доказательства влияния продолжительности исполнения заказа на выручку предприятия воспользуемся предложенной автором формулой:

$$\Delta B = \left(\frac{365 \text{ дней}}{LT_{\text{баз}}} * P_{\text{зак}} \right) - \left(\frac{365 \text{ дней}}{LT_{\text{проект}}} * P_{\text{зак}} \right) \tag{15}$$

где ΔB – изменение выручки базового и проектного вариантов функционирования предприятия;

$LT_{\text{баз}}$ - базовая продолжительность исполнения заказа;

$LT_{\text{проект}}$ – продолжительность исполнения заказа после применения модели управления;

$P_{\text{зак}}$ – цена заказа.

Снижение продолжительности исполнения заказа на предприятии позволит за один и тот же промежуток времени (в предложенной автором формуле – 365 дней) исполнять большее количество заказов и, как следствие, увеличить показатель выручки от продаж. Важно, что для отражения влияния на продолжительность исполнения заказа на выручку предприятия размер заказа является постоянной величиной.

2. Себестоимость реализованной продукции.

Себестоимость реализованной предприятием продукции напрямую зависит от её количества. Следуя данной аксиоме изменение продолжительности исполнения заказа увеличит количество выпускаемой за один и тот же период продукции без изменения объема переменных и постоянных затрат в расчете на единицу:

$$\Delta C = (VC * Q_{\text{баз}} + FC) - (VC * Q_{\text{проект}} + FC), \quad (16)$$

где ΔC – изменение себестоимости выпущенной предприятием продукции;

VC – переменные издержки;

FC – постоянные издержки;

$Q_{\text{баз}}$ – количество выпускаемой продукции при базовом варианте функционирования предприятия;

$Q_{\text{проект}}$ - количество выпускаемой продукции после внедрения модели управления продолжительностью исполнения заказа на предприятии.

К косвенному типу влияния относятся такие показатели функционирования предприятия, изменение которых зависит от эффективности управления ими в процессе и после снижения продолжительности исполнения заказа. К ним отнесены дебиторская задолженность, объем запасов и объем прочих текущих активов.

1. Дебиторская задолженность.

Используя подход управления продолжительностью исполнения заказа, предприятие приобретет очень важный инструмент управления дебиторской задолженностью. Более быстрое выполнение заказа по сравнению с конкурентами повлечет за собой увеличение количества заказов. Следствием этого является увеличение потенциального объема дебиторской задолженности. В то же время увеличение частоты поставок заказов клиентам в более мелких партиях позволит продавцу формировать кредитный портфель клиента.

Условия возвратности, срочности и платности при предоставлении продукции в кредит повышает ответственность и заинтересованность участников сделки, при этом стимулируя их к наиболее целесообразному размещению временно свободных денежных, товарных средств для одной стороны и эффективному использованию привлеченного капитала – для другой. Таким образом, получая подобный инструмент управления дебиторской задолженностью, менеджмент предприятия должен находить баланс между снижением дебиторской задолженности на 100% от текущего состояния и повышением цены (выручки) предприятия от процентов за предоставление отсрочек.

2. Запасы.

Структура оборотных средств на предприятии непостоянна и изменяется в динамике под влиянием многих причин. Рассмотрим примерную структуру оборотных средств на приборостроительном предприятии (таблица 12).

Как видно из данной структуры, оптимизация производственных запасов, незавершенного производства и готовой продукции на складах окажет наибольшее влияние на экономическое положение предприятия.

Таблица 12 – Структура оборотных средств¹

Оборотные фонды (82%)			Фонды обращения (18%)			
Производственные запасы 57%	Незавершенное производство 17%	Расходы будущих периодов 5%	Готовая продукция на складах 8%	Продукция отгруженная, неоплаченная 7%	Средства в расчетах 4%	Денежные средства в банках 2%

Исследование вопроса влияния изменения продолжительности исполнения заказа на уровень запасов на предприятии показало, что в ряде компаний зависимость является прямой. Вместе с тем в традиционном подходе управления предприятием для снижения продолжительности исполнения заказа средства вкладываются в запасы комплектующих (на складе). Управляя продолжительностью исполнения заказа, учитываем время, затраченное на хранение материалов/компонентов/полуфабрикатов на складе, тем самым увеличивая продолжительность исполнения заказа. Преследуя цель снижения показателя продолжительности исполнения заказов, предприятие будет стремиться к минимизации запасов.

К зоне второстепенного влияния относятся такие показатели экономической эффективности работы предприятия, которые не зависят от продолжительности исполнения заказа и могут использоваться как еще один инструмент управления рентабельностью активов. Уменьшение продолжительности исполнения заказа, безусловно, окажет влияние на уровень заемного капитала. Расчет оптимального уровня партий позволяет

¹ Бондарец А.В. Экономика организаций (предприятий): учеб. пособие /А. В. Бондарец, Н. П. Скосырева. ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - 214 с.

промышленному предприятию снизить количество денежных средств, направляемых на закупку материалов для производства (в том числе процентов по кредитам на денежные средства, предназначенные для закупки материалов). Однако решающее значение в данном типе влияния будет иметь политика предприятия и его договорные обязанности перед поставщиками.

Встраивая сделанные выводы в модель стратегической прибыли, где основным показателем для измерения эффективности менеджмента предприятия является коэффициент рентабельности активов (Return On Assets - ROA)¹, можем сделать вывод, что снижение продолжительности исполнения заказа приведет к росту данного коэффициента:

$$ROA = \frac{ROS}{AT} \times 100\%, \quad (17)$$

где ROS (Return On Sales) – маржа чистой прибыли (коэффициент рентабельности продаж);

AT (Asset turnover) – оборачиваемость активов.

Для оценки изменения выручки при расчете эффекта от внедрения модели управления продолжительностью исполнения заказа будем пользоваться показателем оборачиваемости² и показателем оборачиваемости активов в днях¹:

$$K_{об} = \frac{\text{Выручка от реализации}}{\text{Средняя величина оборотных средств}}; \quad (18)$$

$$\text{Оборачиваемость активов (в днях)} = \frac{365}{K_{об}}. \quad (19)$$

¹ Рогова Е. М., Тарасова, Ю. А. Корпоративные финансы. учебно-методическое пособие. Е. М. Рогова, Ю. А. Тарасова; Санкт-Петербургский филиал Нац. исслед. ун-та «Высшая школа экономики». – СПб.: Отдел оперативной полиграфии НИУ ВШЭ – Санкт-Петербург, 2012

² Вахрушина М.А. Анализ финансовой отчетности: учебник. – М.: ИНФРА- М, 2012. – 431с.

Как было сказано ранее, главными результатами внедрения предлагаемой модели управления продолжительностью исполнения заказа являются снижение оборачиваемости активов в днях, увеличение коэффициента оборачиваемости и рост выручки от реализации.

Более наглядно данную зависимость можно выразить формулой

$$\text{Выручка от реализации} = \frac{365 \times \text{Средняя величина оборотных средств}}{\text{Оборачиваемость активов (в днях)}}. \quad (20)$$

Вместе с тем увеличение выручки от реализации за счет роста выпуска готовой продукции увеличит себестоимость. Данное увеличение выразим через показатель – затраты на 1 рубль реализованной продукции:

$$\text{Затр. на 1 рубль реализ. прод.} = \frac{\text{Себестоимость реализованной продукции}}{\text{Выручка от продаж}}. \quad (21)$$

Предполагаем, что затраты на 1 рубль прогнозируются без изменений. Тогда, узнав базовое значение данного показателя, мы сможем спрогнозировать как увеличение себестоимости при увеличении выручки от продаж, так и объем валовой прибыли.

Таким образом, результатом внедрения модели управления продолжительностью исполнения заказа является более гибкий и экономически выгодный процесс работы предприятия, способный адаптироваться и реагировать на существующие изменения спроса и рынка. Прямые, косвенные и второстепенные выгоды, получаемые предприятием при управлении продолжительностью исполнения заказа, окажут положительное влияние на повышение рентабельности капитала.

3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬЮ ИСПОЛНЕНИЯ ЗАКАЗА

3.1 Расчет ключевых показателей функционирования предприятия в процессе применения модели управления продолжительностью исполнения заказа

Разработав методику описания бизнес-процессов предприятия (поток продолжительности исполнения заказа), описав методику расчета ключевых показателей функционирования системы, а также предложив алгоритм внедрения модели управления продолжительностью исполнения заказа, необходимо произвести апробацию модели в условиях реально работающего производственного предприятия.

Для этого было выбрано одно из бизнес-направлений предприятия — лидера в приборостроительном секторе АО «Протон-Электротекс» — производство приборов паянной конструкции (IGBT модули, тип М1АА).

Данный тип производства относится к среднесерийному, на производственном участке (площадь составляет 3832,5 кв.м) существует необходимая производственная оснастка и производственные приспособления. На данном производстве заняты шесть операторов. Участок работает в одну смену продолжительностью 8 часов.

1. Согласно описанной во второй главе модели управления продолжительностью исполнения заказа и построенной по ней блок - схеме алгоритма, первым шагом применения модели является составление диаграммы «спагетти». В Приложении В приведена составленная диаграмма «спагетти» по движению операторов во время работы. Замеры проводились в течение двух часов на каждого оператора. В таблице 13 приведены данные по расстоянию и времени, затрачиваемому на прохождение данного расстояния по каждому из операторов.

Таблица 13 – Данные по расстоянию и времени, затрачиваемому на движения операторов

Работник:	Пройденное расстояние, м	Затраченное время, мин	% от рабочего времени
Оператор 1	381	4,6	3,83
Оператор 2	365	4,4	3,66
Оператор 3	869.4	10.5	8,75
Оператор 4	655.5	7.9	6,58
Оператор 5	514	6.2	5,16
Оператор 6	346.15	4.2	3,5

Анализируя полученные данные, можем сделать вывод, что каждый из операторов тратит в среднем 5% времени на ходьбу. Причиной тому служит недостаточное количество операторов на производстве, отсутствие автоматизированных процессов подачи продукции к мощности, а также линейный принцип построения производственного участка, в рамках которого продукция движется по большому кругу. Как следствие данных факторов, предполагаем, что вариабельность процесса поступления задания к ресурсу будет в значительной степени влиять на общую вариабельность операции.

2. Следующим этапом в описании текущего состояния процессов и расчета продолжительности исполнения заказа является построение первичной карты потока продолжительности исполнения заказа (Приложение Г).

По правилам построения карты потока продолжительности исполнения заказа, все виды деятельности осуществляются с чистого листа. В то же время на карте отражается время, когда над единицей заказа (конечного изделия или продукции) выполняется работа (заштрихованная область), а когда происходит потеря времени (белая область). Учет времени ведется в календарных днях.

Анализируя построенную первичную карту потока продолжительности исполнения заказа, сформированную на основе изучения технической документации процедуры создания IGBT модуля типа MIAA, а также на основе интервью инженера-технолога, ответственного за данный тип продукции, можем сделать вывод о том, что общая продолжительность исполнения заказа на модули типа MIAA составляет 170 дней, вместе с тем реальная продолжительность работы над заказом в данном потоке – 12 дней. Более подробная детализация представлена в таблице 14.

Таблица 14 – Детализация продолжительности исполнения заказа

Наименование процесса	Продолжительность исполнения заказа, дней	Чистая продолжительность исполнения заказа, дней
Прием заказа	1	0,13
Постановка заказа в план производства	6	0,01
Производство и доставка комплектующих	90	0,00
Складирование	3	0,00
Сборка компонентов в оснастку для пайки	11,45	0,02
Вакуумная пайка	0,12	0,004
Ультразвуковое сканирование	0,00	0,01
Плазменная очистка	0,01	0,00
Ультразвуковая разварка проволокой	0,95	0,03
Тестирование сварных соединений	0,00	0,01
Ультразвуковая приварка контактов управления	0,41	0,03
Ультразвуковая приварка силовых выводов	0,59	0,04
Предварительная сборка	1,28	0,08
Наполнение силиконовым гелем	0,20	0,02
Дегазация и полимеризация геля	1,11	2,33
Окончательная сборка	0,26	0,01
Маркировка лазерная	0,05	0,003
Выдержка модулей	3,00	3,00

Продолжение таблицы 14

1	2	3
Контроль прогиба и внешнего вида	2,42	0,07
ПСИ. Измерение статических характеристик	0,96	0,04
ПСИ. Измерение динам. характеристик 25°C	0,54	0,03
ПСИ. Измерение динам. характеристик 125/150°C	0,62	0,08
Приемка БТК	9,46	0,09
Упаковка модулей	0,11	0,02
Складирование ГП	30	0,0
Упаковка ГП	1	0,13
Доставка заказа до клиента	5	5,00
ИТОГО	170	12

Другими словами, предприятие лишь 7% продолжительности исполнения заказа реально работает над продукцией. Основываясь на полученных данных, можем сделать вывод о том, что управление продолжительностью исполнения заказа является актуальной задачей для данного производственного направления предприятия.

Длительные офисные операции (постановка заказа в план производства), длительный процесс снабжения (90 дней), длительный период ожидания продукции перед мощностью из-за преувеличенной партии (и по этой же причине образуются запасы между операциями), описанной выше работы операторов и наконец длительный период нахождения готовой продукции на складе (около 30 дней) – всё это является причиной большой продолжительности исполнения заказа.

3. Третий этап управления продолжительностью исполнения заказа включает в себя расчет ключевых показателей работы системы.

1) Расчет коэффициента экстенсивности.

Для расчета коэффициента экстенсивности воспользуемся формулой (5), предложенной автором в первой главе данной диссертации.

Фонд рабочего времени для данного участка в течение месяца (20 рабочих дней) составляет 160 часов ($t_{\max} = 9600$ минут).

Фактическое время работы каждого вида оборудования над продукцией определяется исходя из фактического замера и норм, установленных технической документацией.

Время на вспомогательные процессы формируется из времени, полученного из отчетов ремонтных бригад, работающих на данном участке, фактического замера времени подготовки оборудования перед обработкой каждой партии продукции, а также исходя из данных внутренней оценки производительности для всего цикла сборки модуля МІАА. Результаты полученных наблюдений и расчетов представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Расчет коэффициента экстенсивного использования оборудования

Наименование процесса	Фактическое время работы оборудования ($t_{\text{факт}}$), минут	Время на вспомогательные процессы (t'), минут	Максимально возможное (нормативное) время работы оборудования (t_{\max}), минут	Коэффициент экстенсивного использования ($k_{\text{экт}}$)
Сборка компонентов в оснастку для пайки	8040	1030	9600	0,94
Вакуумная пайка	9100	120	9600	0,96
Ультразвуковое сканирование	400	110	9600	0,05
Плазменная очистка	950	790	9600	0,18
Ультразвуковая разварка проволокой	8210	300	9600	0,88
Тестирование сварных соединений	130	17	9600	0,01

Продолжение таблицы 15

1	2	3	4	5
Ультразвуковая приварка контактов управления	1400	213	9600	0,22
Ультразвуковая приварка силовых выводов	1301	1630	9600	0,30
Предварительная сборка	5080	410	9600	0,57
Наполнение силиконовым гелем	890	180	9600	0,11
Дегазация и полимеризация геля	1340	760	9600	0,22
Окончательная сборка	1290	210	9600	0,15
Маркировка лазерная	915	72	9600	0,10
Выдержка модулей			9600	1
Контроль прогиба и внешнего вида	5300	1250	9600	0,68
ПСИ. Измерение статических характеристик	3700	230	9600	0,41
ПСИ. Измерение динам. характеристик 25°C	2500	210	9600	0,28
ПСИ. Измерение динам. характеристик 125/150°C	40	800	9600	0,09
Приемка БТК	7600	760	9600	0,87
Упаковка модулей	2600	1000	9600	0,37

Анализируя получившиеся после расчета коэффициенты экстенсивного использования оборудования, можем наблюдать неравномерность загрузки. Другими словами, денежная эмиссия продукции, выполнение договорных обязательств происходит непостоянно, с прерыванием. Данный фактор влечет за собой образование незавершённого производства около операций с высокой загрузкой, что в свою очередь, как уже было сказано ранее, приводит к увеличению продолжительности исполнения заказа.

2) Расчет коэффициента реакции.

Неравномерность загрузки оборудования, образование незавершённого производства, прерывистость в производственном процессе – это проблемы, с которыми сталкиваются предприятия, работающие в рамках нестабильного спроса, предприятия, работающие на заказ. Используя формулу (7), мы определили, какое время продукция ожидает своей очереди (таблица 16).

Таблица 16 – Показатель коэффициента реакции для процессов производства

Наименование процесса	Коэффициент реакции
Сборка компонентов в оснастку для пайки	15,6
Вакуумная пайка	22,5
Ультразвуковое сканирование	0,05
Плазменная очистка	0,2
Ультразвуковая разварка проволокой	8,1
Тестирование сварных соединений	0,01
Ультразвуковая приварка контактов управления	0,3
Ультразвуковая приварка силовых выводов	0,4
Предварительная сборка	1,3
Наполнение силиконовым гелем	0,1
Дегазация и полимеризация геля	0,25
Окончательная сборка	0,18
Маркировка лазерная	0,1
Выдержка модулей	-
Контроль прогиба и внешнего вида	2
ПСИ. Измерение статических характеристик	0,7
ПСИ. Измерение динам. характеристик 25°C	0,4
ПСИ. Измерение динам. характеристик 125/150°C	0,1
Приемка БТК	5,7
Упаковка модулей	0,6

Полученные значения коэффициента реакции помогают сделать выводы о том, что:

1. Высокая загруженность некоторых видов ресурсов приводит к значительному простою продукции.
2. Незначительное увеличение загрузки мощности значительно увеличивает время ожидания работы перед ресурсом.
- 3) Расчет коэффициента вариабельности процессов.

Как уже было описано ранее, вариабельность каждого процесса определяется колебанием времени поступления работ к ресурсу и времени исполнения работы. Проанализированные данные движения операторов по участку, рассчитанный коэффициент реакции позволяет сделать первоначальный вывод о том, что вариабельность процессов будет значительна.

Для определения общего показателя вариабельности производились следующие замеры:

1. Время между поступлениями заданий.
2. Время обработки одной детали.
3. Время настройки мощности.

Данные замеры производились в течение рабочей смены (8 часов) в разрезе каждой операции (Приложения Е, И). На основании полученных данных производился расчет показателя вариабельности для процессов по формуле (3). Результат расчетов коэффициента вариабельности представлен в таблице 17.

Таблица 17 – Коэффициент вариабельности процессов

Наименование процесса	Коэффициент вариабельности, %
Сборка компонентов в оснастку для пайки	45
Вакуумная пайка	8
Ультразвуковое сканирование	75

Продолжение таблицы 17

1	2
Плазменная очистка	25
Ультразвуковая разварка проволокой	80
Тестирование сварных соединений	70
Ультразвуковая приварка контактов управления	38
Ультразвуковая приварка силовых выводов	29
Предварительная сборка	24
Наполнение силиконовым гелем	48
Дегазация и полимеризация геля	208
Окончательная сборка	221
Маркировка лазерная	170
Выдержка модулей	2
Контроль прогиба и внешнего вида	105
ПСИ. Измерение статических характеристик	143
ПСИ. Измерение динам. характеристик 25°C	163
ПСИ. Измерение динам. характеристик 125/150°C	108
Приемка БТК	143
Упаковка модулей	270

Как видим, подавляющее большинство операций обладает высокой вариабельностью исполнения. Причин в подобной вариабельности несколько, к ним можно отнести:

- высокую изменчивость во времени между временем поступления заданий к мощности;
- невыполнение работы и поступление работы в перерыв;
- неравномерную загруженность ресурсов в связи с их различной производительностью;

4) Расчет такта потока для каждой операции.

Расчет такта потока операций позволяет оценить эффективность работы каждой операции с позиции времени. Большой такт потока относительно других операций будет свидетельствовать о наличии узкого места на данном

участке потока, с позиции продолжительности исполнения заказа узкое место является тем самым источником времени, когда работа над изделием не производится. Для расчета такта потока воспользуемся формулой (10). Результаты расчета такта потока представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Такты потока процессов

Наименование процесса	Такт потока, мин.
Сборка компонентов в оснастку для пайки	458,1
Вакуумная пайка	55,2
Ультразвуковое сканирование	6,4
Плазменная очистка	6,9
Ультразвуковая разварка проволокой	152,1
Тестирование сварных соединений	2,3
Ультразвуковая приварка контактов управл.	16,4
Ультразвуковая приварка силовых выводов	23,5
Предварительная сборка	51,3
Наполнение силиконовым гелем	7,8
Дегазация и полимеризация геля	73,2
Окончательная сборка	10,5
Маркировка лазерная	5,8
Выдержка модулей	4320
Контроль прогиба и внешнего вида	96,7
ПСИ. Измерение статических характеристик	38,5
ПСИ. Измерение динам. характеристик 25°C	21,5
ПСИ. Измерение динам. характеристик 125/150°C	24,8
Приемка БТК	378,5
Упаковка модулей	17,5

Рассчитав показатели такта потока по формуле, предложенной автором во второй главе, видим, что весь поток строится согласно выпуску изделий с операции «Сборка компонентов в оснастку для пайки» (мы исключили операцию выдержки модулей из анализа, так как данный процесс никак не зависит от работы операционистов, станков, показателя вариабельности и

данный процесс всегда готов к обработке продукции). Анализируя остальные ключевые показатели модели управления продолжительностью исполнения заказа, видим, что данная операция является узким местом производства модулей типа МІАА (операция загружена на 94% времени, высокий коэффициент вариабельности (45%) связан с высокой разницей между временем поступления работ на операцию).

Таким образом, построив карту потока продолжительности исполнения заказа, рассчитав необходимые ключевые параметры функционирования системы можем сделать несколько выводов:

1. Экономическая парадигма управления эффективностью использования мощностей стимулирует менеджмент предприятия стремиться загружать мощности на 100%, однако подобная загрузка приводит лишь к увеличению времени простоя вновь прибывших заказов, т.е. увеличивает продолжительность исполнения заказа.

2. Отсутствие стабильности в поступлении и выполнении заданий, различная производительность мощностей на операциях и необоснованный размер партии, проходящей по операциям, увеличивает вариабельность производства модулей типа МІАА в целом для предприятия, что приводит к увеличению такта потока, т.е. времени, когда единица продукции находится на операции. Другими словами, высокая вариабельность процессов увеличивает продолжительность исполнения заказа.

3. Функциональное расположение мощностей и недостаток операторов негативно сказываются на продолжительности исполнения заказа.

3.2 Имитационное моделирование производственных процессов на основе модели управления продолжительностью исполнения заказа

После описания в части 3.1 текущего состояния процессов, необходимых для производства модуля типа МІАА с позиции

продолжительности исполнения заказа, следующим этапом, согласно разработанной модели управления продолжительностью исполнения заказа, является этап разработки и внедрения мероприятий. Условно можем разделить его на две составные части:

1. Расчет оптимального размера партии.
2. Имитационное моделирование модифицированной производственной системы с учетом изменений подхода к оценке процессов предприятия в целом и производственного процесса в частности.

Причиной использования имитационного моделирования как эмпирического подхода к исследованию работы сложной производственной системы после внесения изменений, описанных в модели управления продолжительностью исполнения заказа, является возможность проведения многовариантных экспериментов, подтверждение или опровержение полученных расчетных данных, возможность обобщения относительно качественных закономерностей, присущих системе. К использованию имитационного моделирования также подтолкнули и условия исследования:

- задача не поддается полной математической формализации;^{1,2,3}
- требуется представить подробно динамику функционирования системы;
- необходимо проведение целого ряда экспериментов с моделью, т.е. исследований с набором вариантов.⁴

1. Расчет оптимального размера партии.

Следуя предложенной автором формуле (10) в разделе 2.2, определяем оптимальное значение общего количества деталей, произведенных ресурсом за период. Из расчета заведомо были исключены этапы тестирования

¹ Lot sizing and lead time decisions in production/inventory systems Ann M. Noblesse, Robert N. Boute, Marc R. Lambrecht, Benny Van Houdt International Journal of Production Economics, September 2014 – p.155

² Modeling Industrial Lot Sizing Problems: A Review Raf Jans and Zeger Degraeve 2005

³ N. Patel, Reduction in product cycle time in bearing manufacturing company, International Journal of Engineering Research and General Science Vol. 3/Patel N. Issue 3, May-June, 2015, pp. 466-2471

⁴ Савина О.А. Имитационное моделирование экономических систем и процессов: учебное пособие. - Орел: ОрелГТУ, — 2004. — 172 с.

продукции и этап выдержки модулей, так как данные операции никак не влияют на продолжительность исполнения заказа.

Полученные значения P (таблица 19) подставляем в формулу нахождения Q (11). В итоге мы получаем интервал значений Q от 1 до 4, являющихся оптимальными с позиции продолжительности исполнения заказа (Приложение К). Учитывая то, что оптимальное значение является целочисленным, необходимо произвести имитационное моделирование с входящими в данный интервал значениями показателя Q (1, 2, 3).

Таблица 19 - Оптимальное значение общего количества деталей

Наименование операции/мощности	Оптимальное значение общего количества деталей (P), шт.	
	$0,65 \leq$	$\leq 0,85$
Значение ограничения	$0,65 \leq$	$\leq 0,85$
Сборка компонентов в оснастку для пайки	191	250
Вакуумная пайка + разборка оснастки	187	245
Плазменная очистка	861	1127
Ультразвуковая разварка проволокой	61	80
Ультразвуковая приварка УК	261	341
Ультразвуковая приварка силовых выводов	199	261
Предварительная сборка	96	125
Наполнение силиконовым гелем	507	663
Дегазация и полимеризация геля	389	508
Окончательная сборка	505	660
Маркировка лазерная	892	1167
Контроль прогиба и внешнего вида	115	151
ПСИ. Измерение статических характеристик	195	255
ПСИ. Измерение динамических характеристик 25°C	280	366
ПСИ. Измерение динамических характеристик 125/150°C	15	19
Приемка БТК	91	120
Упаковка модулей	212	278

2. Имитационное моделирование модифицированной производственной системы с учетом изменений подхода к оценке процессов предприятия в целом и производственного процесса в частности.

Имитационная модель процесса производства модуля IGBT типа MIAA построена в программной среде AnyLogic 8.0.5 Personal Learning Edition.

Аппроксимируя процессы, происходящие на промышленном предприятии в ходе исполнения заказа, мы выявили основные факторы, описали работу производственной системы с позиции системно-динамического подхода, выявили закономерности. Вместе с тем для проверки адекватности теоретических выводов и математических расчетов для реального производственного процесса промышленного предприятия в имитационном моделировании будем использовать дискретно-событийное моделирование, позволяющее рассматривать производственные процессы как последовательность отдельных важных моментов – событий.

Целью имитационного моделирования является определение продолжительности исполнения заказа для рассчитанного размера партии, коэффициента экстенсивного использования мощностей и количества продукции, производимой системой.

В течение нескольких рабочих дней автором осуществлялось наблюдение за производственным процессом. На основании наблюдения был сделан вывод, что в систему поступают заявки случайным образом. Приход заявок осуществляется в рабочее время и подчиняется равномерному закону распределения. Это обуславливается тем, что промежуток времени между поступлениями заявок является непрерывной случайной величиной, которая имеет равномерное распределение на отрезке рабочего времени.

Поступившие заявки отправляются в производственный процесс, который состоит из 20 последовательных операций, выполняемых ресурсами. Как было описано в 1-й главе настоящей диссертации, время исполнения каждой операции состоит из времени поступления работы к ресурсу (включая переналадку) и времени исполнения работы ресурсом.

Учитывая специфику оборудования, анализ существующих исследований¹ и собранные статистические данные (Приложения Е, И), мы сделали вывод, что время поступления работы на ресурс и время исполнения работы на каждом ресурсе подчиняются нормальному закону распределения (Приложения Ж и К).

Каждая отдельная операция также характеризуется количеством однородных ресурсов и максимально возможным одновременно обрабатываемым количеством деталей. Учитывая описанные принципы модели управления продолжительностью исполнения заказа, влияние на итоговый результат (показатель LT) в рамках созданной имитационной модели оказывают размер партии и количество выпускаемых изделий (либо количество однородных мощностей).

Важным условием модели управления продолжительностью исполнения заказа, нашедшим отражение в имитационной модели, является следование логике того, что каждые два рядом расположенные ресурса связаны между собой. Для начала исполнения работы ресурсом необходимо соблюдение условия готовности следующего ресурса принять от него работу. Данное условие должно выполняться для всей производственной системы.

Такой метод работы гарантирует, что каждый ресурс будет выполнять только нужную для предприятия работу, обеспечивает контроль уровня объема незавершенного производства и исполнение заказов в срок, ускоряет оборачиваемость материалов и, как следствие, финансовых ресурсов. Подобная логика построения потоков не только в производстве, но и в целом на предприятии позволит выявлять узкие места, быстро определять источники ошибок и брака, учитывая непредсказуемость поступления заявок из внешней среды. В случае построения нескольких производственных потоков через один ресурс подобная логика позволит «проталкивать» срочные заявки и «вытягивать» заявки от работы к работе.

¹ Переворот в энергетике. Прогноз McKinsey [Электронный ресурс] // Сайт McKinsey & Company – Режим доступа: <http://vestnikmckinsey.ru/electricutilities/perevorot-v-ehnergetike>

Алгоритм работы программы представлен на рисунке 17.

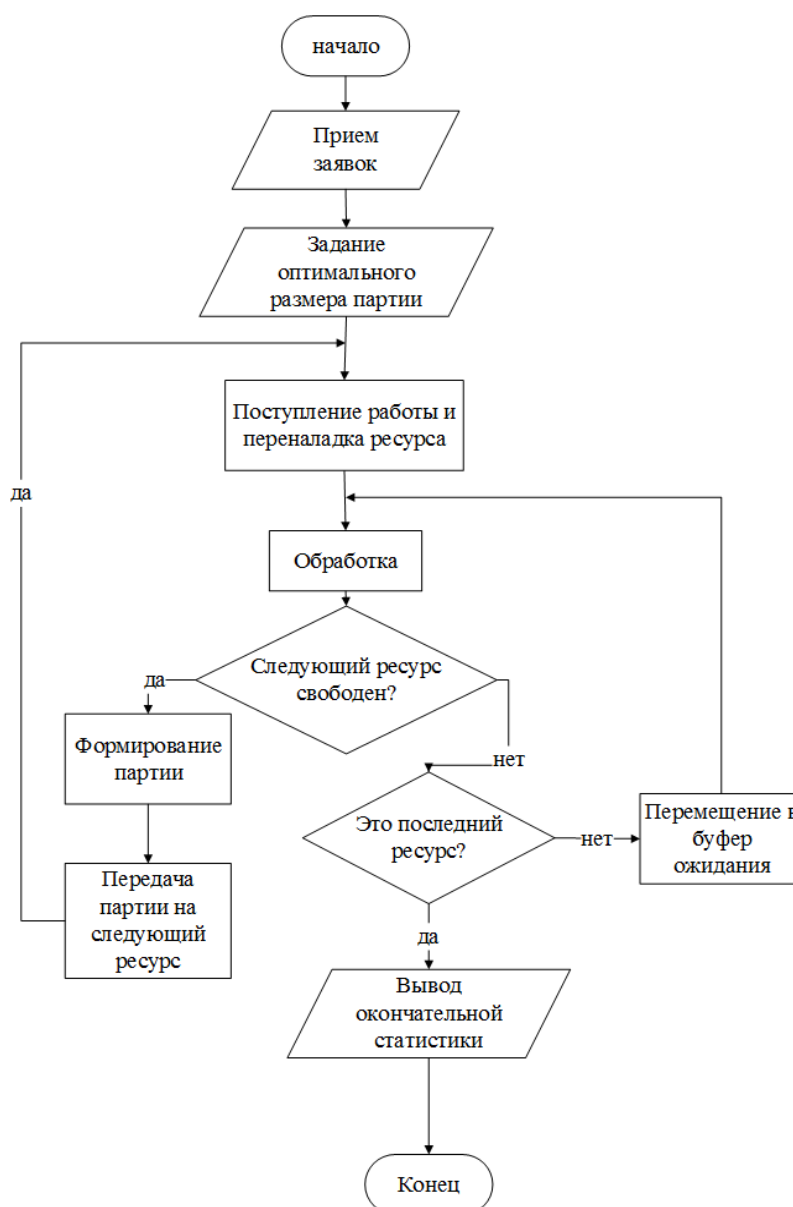


Рисунок 17 – Алгоритм работы имитационной модели

Для подтверждения или опровержения полученных расчетных данных производится несколько экспериментов, в каждом из которых подвергается изменению переменная размера партии. Значения переменной размера партии Q принадлежат множеству $\{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12\}$. В то же время производится подсчет количества вышедших с производственной системы изделий для соблюдения условия максимизации указанного параметра. Полученные результаты приведены в таблице 20.

Таблица 20 – Результаты проведения экспериментов в имитационной модели

Размер партии	Среднее значение LT, мин.	Средний процент выхода изделий	Процессы с превышенным коэффициентом экстенсивности (свыше 0,85)
1	5614,499	25,17%	11
2	5753,106	50,02%	11,18
3	16605,35	54,51%	11,18
4	20736,7	54,55%	11,18
5	24792,75	54,47%	18
6	19512	54,39%	18
7	20209,63	54,27%	18
8	20288,23	54,08%	18
9	21502,41	54,04%	18
10	22494,77	54,08%	18
11	23105,99	53,80%	18
12	24682,67	53,92%	18

Применяя к полученной таблице значений метод нахождения Парето-оптимальных решений, можно сделать вывод, что в множество Парето-оптимальных решений входят значения размера партии $Q \{1,2,3\}$, что подтверждает верность математических расчетов.

Как видно из таблицы, полученные в математических расчетах значения размера партии позволяют получать минимальное время LT, однако высказанные предположения о непредсказуемости создаваемых очередей перед ресурсами подтвердились.

Следствием данного эффекта загруженность одиннадцатого и восемнадцатого ресурсов не позволяет при лучшем времени получать максимальный выход.

В связи с этим необходимо провести повторные расчеты с учетом увеличения количества мощностей, а затем повторное имитационное моделирование (Приложение М).

Результатом повторного расчёта с учетом увеличения количества мощностей стало получение интервала значений Q от 2 до 5.

Запуская имитационную модель повторно (рисунок 18), получаем значения, приведенные в таблице 21.

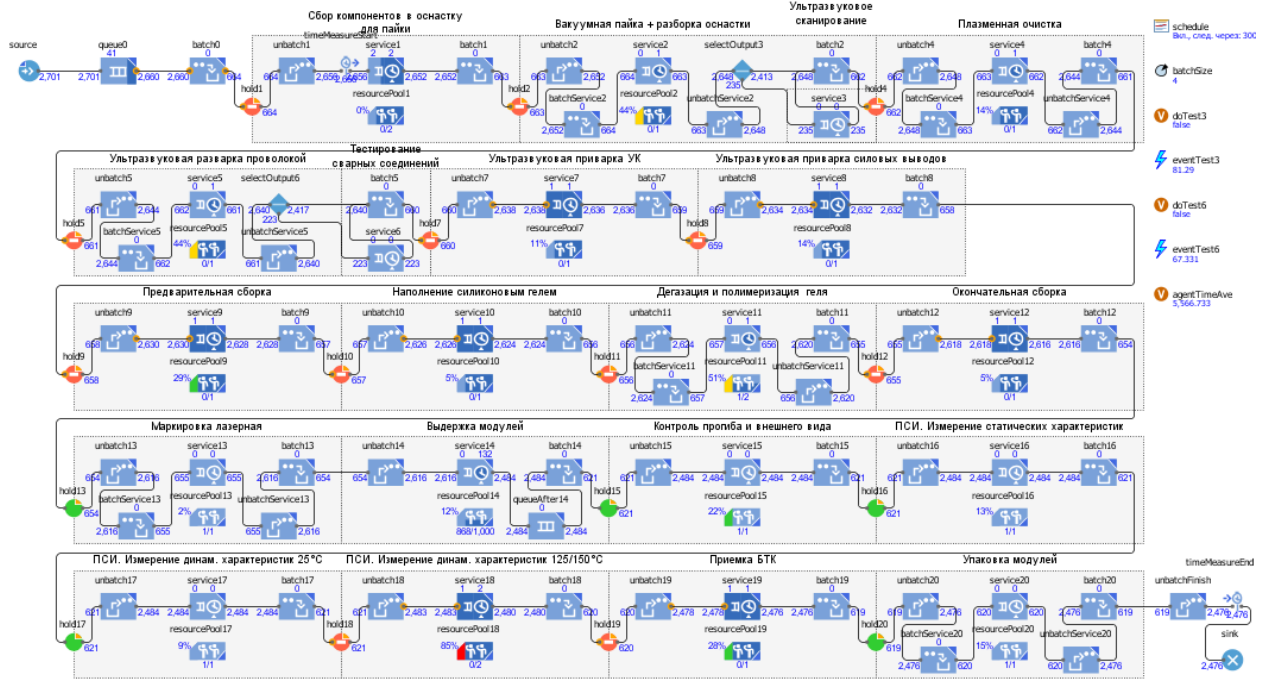


Рисунок 18 - Имитационное моделирование модифицированной производственной системы. Q=4

Таблица 21 – Результаты повторного запуска имитационной модели

Размер партии	Среднее значение LT, мин.	Процент выхода изделий
1	5614,118	25,17%
2	5710,049	50,10%
3	5821,317	75,03%
4	5566,733	83,98%
5	8901,748	89,66%
6	5984,938	93,76%
7	6828,883	89,34%
8	5734,99	82,07%

1	2	3
9	6538,071	85,88%
10	6508,826	99,01%
11	6216,04	84,41%
12	6241,914	89,70%

Увеличив количество мощностей, нам удалось сократить коэффициент загрузки оборудования. Снова применим метод нахождения Парето-оптимального множества решений. Теперь множество Парето-оптимальных значений размера партии Q составляют $\{4,6,10\}$, при этом значение размера партии $Q=4$ было получено математически и позволяет получать наиболее низкое значение LT .

При этом наименьших результатов для LT удалось добиться при размере партии $Q \{4,8\}$, однако при размере партии $Q=4$ удастся получить максимальное количество изделий на выходе.

Анализируя полученные после расчета и имитационного моделирования данные, мы можем подтвердить высказанные ранее предположения о том, что большинство промышленных предприятий используют завышенный размер партии, что дает высокий уровень незавершённого производства. В ходе имитационного моделирования также ярко отражена и зависимость работы производственной системы от коэффициента экстенсивного использования мощностей. Главным результатом предложенных мер по управлению продолжительностью исполнения заказа является:

1. Снижение уровня незавершённого производства на 55% (было 489 ед. продукции, стало 225 ед. продукции).
2. Снижение продолжительности исполнения заказа со 170 дней (из них 12 дней исполнения работы над заказом) до 146 дней (из них 10 дней исполнения работы над заказом), что соответствует сокращению на 14% LT (таблица 22).

3. Увеличение выпуска готовой продукции. Выпуск базовой производственной системы составляет 1125 штук в месяц, стало 1238 штук.

4. Поддержание требуемого уровня экстенсивного использования мощностей.

Таблица 22 - Детализация продолжительности исполнения заказа

Наименование процесса	Продолжительность исполнения заказа, дней	Чистая продолжительность исполнения заказа, дней
Прием заказа	1	0,13
Постановка заказа в план производства	6	0,01
Производство и доставка комплектующих	90	0,00
Складирование	3	0,00
Сборка компонентов в оснастку для пайки	5,82	0,022
Вакуумная пайка	0,02	0,004
Ультразвуковое сканирование	0,01	0,013
Плазменная очистка	0,01	0,001
Ультразвуковая разварка проволокой	0,32	0,011
Тестирование сварных соединений	0,00	0,005
Ультразвуковая приварка контактов управления	0,04	0,011
Ультразвуковая приварка силовых выводов	0,07	0,013
Предварительная сборка	0,12	0,027
Наполнение силиконовым гелем	0,02	0,005
Дегазация и полимеризация геля	0,41	1,166
Окончательная сборка	0,02	0,005
Маркировка лазерная	0,00	0,001
Выдержка модулей	3,00	3,000
Контроль прогиба и внешнего вида	0,13	0,023
ПСИ. Измерение статических характеристик	0,07	0,013
ПСИ. Измерение динам. характеристик 25°C	0,04	0,009

1	2	3
ПСИ. Измерение динам. характеристик 125/150°C	0,13	0,013
Приемка БТК	0,21	0,023
Упаковка модулей	0,00	0,006
Складирование ГП	30	0,0
Упаковка ГП	1	0,13
Доставка заказа до клиента	5	5,00
ИТОГО	146	10

Для проверки адекватности имитационной модели была проведена проверка соответствия между поведением имитационной модели и исследуемой реальной системы. Основной подход в оценке адекватности состоит в сравнении выходных данных модели и реальной системы при одинаковых значениях входов. И те, и другие данные (данные, полученные на выходе имитационной модели, и данные, полученные в результате эксперимента с реальной системой) – статистические.

Поэтому применим методы статистической теории оценивания и проверки гипотез. Для проверки адекватности имитационных моделей рекомендуют использовать один из способов:

- по средним значениям откликов модели и системы;
- по дисперсиям отклонений откликов модели от среднего значения откликов систем.

Так как второй способ обычно используют для больших выборок ($n > 100$), то уместнее будет использовать первый способ.

Проведем восемь итераций в имитационной модели и восемь итераций в производственной системе. Так как на предприятии мы управляем размером партии и загрузкой мощности, то итерации были совершены для всех размеров партии, которые во время расчетов по тем или иным показателям могли бы попасть в множество оптимальных значений – {1,2,3,4,6,8,10,12}. Данные об итерациях заносим в таблицу 23.

Таблица 23 – Данные итераций работы имитационной модели и производственной системы АО «Протон-Электротекс»

Номер прогона, N	Размер партии	ЛТ имитационной модели, мин.	ЛТ производственной системы АО Протон-Электротекс, мин.
1	1	5614	5930
2	2	5710	5941
3	3	5821	5768
4	4	5566	5781
5	6	5984	5938
6	8	5734	5883
7	10	6509	6784
8	12	6241	6589

Для дальнейшей оценки адекватности рассчитаем математическое ожидание и дисперсию реального производства и имитационной модели M_{Π} , σ_{Π} и $M_{\text{ИМ}}$, $\sigma_{\text{ИМ}}$ соответственно:

$$M_{\Pi} = 6076,75$$

$$M_{\text{ИМ}} = 5897,375$$

$$\sigma_{\Pi} = 130268,9$$

$$\sigma_{\text{ИМ}} = 94676,48$$

Выдвигаем гипотезу о том, что средние значения дисперсий приблизительно равны. Проверку гипотезы осуществляем с помощью критерия Стьюдента. Для этого необходимо оценить дисперсию с помощью формулы

$$\sigma = \frac{(N-1) \times (\sigma_{\text{с}} + \sigma_{\text{м}})}{2N-1}. \quad (22)$$

Подставляя полученные ранее значения $M_{\text{с}}$, $\sigma_{\text{с}}$ и $M_{\text{м}}$, $\sigma_{\text{м}}$, получаем значение $\sigma = 104974,5$.

Находим значение t-критерия по формуле

$$t_N = (\sigma_{\text{ИМ}} - \sigma_{\Pi}) \times \sqrt{\frac{N^2}{2\sigma N}}. \quad (23)$$

Подставляем значения в формулу и получаем $t_N = 1,107261$.

Далее произведенное сравнение полученного значения ($t_N - 1,107261$) с табличными значениями распределения Стьюдента (число степеней свободы - 14, уровень значимости – 0,05, $t_{кр} - 2,1314$) показало, что $t_N < t_{кр}$, вследствие чего был сделан вывод о принятии выдвинутой гипотезы и адекватности имитационной модели управления продолжительностью исполнения заказа.

3.3 Оценка экономической эффективности внедрения модели управления продолжительностью исполнения заказа

В предыдущих частях диссертации описывались структура модели управления продолжительностью исполнения заказа, этапы внедрения модели, результаты применения модели для производства модулей типа МІАА. Рассмотрим, как внесенные изменения только в части производства, изменяют имеющиеся экономические показатели эффективности функционирования предприятия.

Источником информации для расчета экономического эффекта от внедрения модели управления продолжительностью исполнения заказа является информация из P&L отчета ERP системы SyteLine АО «Протон-Электротекс» на 31 декабря 2016 года для производства модулей типа МІАА. Базовые данные представлены в таблице 24.

Таблица 24 – Базовые показатели производства модулей типа МІАА

Статья	Сумма, тыс.руб.
Выручка	254636
Себестоимость	205352
Оборотные активы	80789
Структура запасов для производства модулей типа МІАА	
Запасы всего	27518
Затраты в незавершённом производстве	858

Проведем анализ рентабельности собственного капитала, сначала базового варианта работы предприятия (база), с учетом рассмотрения влияния вышеназванных частных критериев на факторы финансово-хозяйственной деятельности предприятия.

Далее рассмотрим изменения частных критериев в результате применения модели управления продолжительностью исполнения заказа и, как следствие, изменение результирующих показателей (проект).

Результаты расчета базовой системы представлены в Приложении О.

Рассчитаем влияние внедрения модели управления продолжительностью исполнения заказа с помощью показателей, описанных в части 2.3. Результирующие данные будут занесены в модель стратегической прибыли.

1. Изменение показателя выручка от продаж.

Найдем коэффициент оборачиваемости для базового функционирования системы:

$$K_{об} = \frac{254636}{80789} = 3,15$$

Найдем показатель оборачиваемости активов в днях:

$$\text{Оборачиваемость активов (в днях)} = \frac{365}{3,15} = 116 \text{ дней}$$

Полученные данные в части 3.2 говорят о том, что показатель LT снижается на 24 дня, отсюда выручка становится равной:

$$\text{Выручка от реализации} = \frac{365 \times 80789}{92} = 320\,521 \text{ тыс. руб.}$$

Полученные расчеты показывают, что увеличение объема продаж за счет снижения показателя LT на 14% составляет 34 462 тыс. руб. (25.8%).

2. Прогнозирование объема валовой прибыли.

Предполагается, что затраты на 1 рубль прибыли прогнозируются без изменений, тогда затраты на 1 рубль реализованной продукции составляют:

$$\text{Затр. на 1 рубль реализ. прод.} = \frac{205\,352}{254\,636} = 0,8$$

Для нахождения прогнозируемого показателя себестоимости умножим полученный показатель затрат на 1 рубль реализованной продукции на рассчитанный в п.1 показатель выручки от реализации:

$$\text{Прогнозируемая себестоимость} = 0,8 * 320\,521 = 256\,416 \text{ руб.}$$

Рассчитав прогнозируемый показатель валовой прибыли, получаем его значение, равное 64104 тыс.руб. Иными словами, в результате внедрения модели управления продолжительностью исполнения заказа прирост валовой прибыли составит 14820 тыс. руб.

3. Изменение структуры запасов также окажет влияние на экономическую систему производства модулей М1АА. Так, снижение незавершённого производства на 55% снизило его показатель до 386 тыс. руб. Следствием этого становится снижение показателя оборотных активов на 472 тыс. руб. Данные изменения приведут к увеличению показателя коэффициента оборачиваемости до 3,6. (оборачиваемость активов в днях равна 101 дню). Результирующие показатели внедрения модели в сравнении с базовыми значениями функционирования системы представлены в таблице 25. Модель стратегической прибыли с измененными показателями приведена в Приложении П.

Помимо представленных экономических показателей, в результате внедрения модели управления продолжительностью исполнения заказа предприятие сможет обеспечить себя рядом других преимуществ.

Таблица 25 – Сравнение экономических показателей работы базовой и проектной систем управления производством модулей МІАА

Статья	Сумма, тыс.руб.		Изменения в тыс.руб.
	База	Проект	
Выручка	254636	320521	34453
Себестоимость	205352	256416	27784
Оборотные активы	80789	80317	-472
Структура запасов для производства модулей типа МІАА			
Запасы всего	27518	27046	-472
Затраты в незавершённом производстве	858	386	-472

Так, исследуя вопрос объема накладных расходов на миллион продаж в одном семействе продуктов по сравнению с общим количеством операций (рисунок 19) на предприятии более чем 75 американских, немецких и японских промышленных предприятий¹ и выделяя три архетипа предприятий: бюрократический, предпринимательский и временно ориентированный, пришли к выводу, что у предприятий с предпринимательским архетипом накладные расходы на 15-20% ниже, чем у предприятий с бюрократическим архетипом. В то же время у предприятия с временно ориентированной структурой накладные расходы ниже предприятий с предпринимательским архетипом на 65%. Связано это с построением ячеечной структуры предприятия, с изменением философии построения целевых показателей деятельности, с многофункциональностью работников и автономизацией структур предприятия.

¹ Controlling W.I.P. and Leadtimes in Job Shops by Uday S. Karmarkar William E. Simon Graduate School of Business Administration University of Rochester Rochester, New York., pp. 409-418

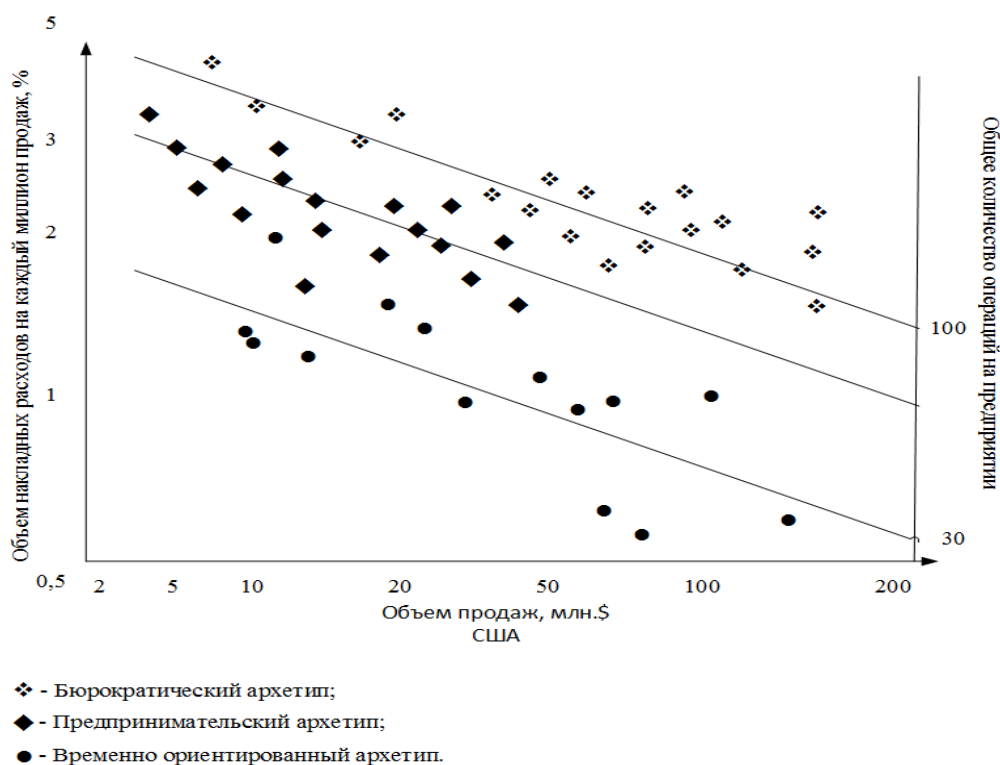


Рисунок 19 - Отношение объема накладных расходов на миллион продаж в одном семействе продуктов по сравнению с общим количеством операций

Анализируя полученные результаты имитационной модели, результаты произведенных расчетов экономических параметров работы системы, результаты диагностики существующего состояния процессов предприятия, можем делать вывод, что ряд необходимых организационных мероприятий, предложенных в работе, даст предприятию значительный экономический эффект, позволит занять лидирующее место на рынках, обеспечит его гибкость и стабильность.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного научного исследования были решены научно-методические и практические задачи формирования инструментария, позволяющего управлять важным показателем эффективности работы любого предприятия – продолжительностью исполнения заказа.

В результате проведенного исследования было уточнено содержание понятия «продолжительность исполнения заказа»; выработан новый метод классификации бизнес-процессов промышленного предприятия на основе расчёта вариабельности их исполнения в процессе исполнения заказа; разработан графический инструментарий, позволяющий отражать продолжительность исполнения заказа на промышленном предприятии; предложена модель управления продолжительностью исполнения заказа, позволяющая повысить эффективность его функционирования на основе отображения необходимых для контроля признаков, но в то же время сохранить внутреннюю связь между элементами модели и отразить зависимость выходов модели от её входов; сформирован алгоритм реализации управления и мониторинга продолжительностью исполнения заказа на промышленных предприятиях; разработана методика расчета показателя – оптимального размера партии.

На современном этапе развития мировой глобальной экономики, высоком уровне технологического развития промышленности продолжительность исполнения заказа является важным показателем работы промышленного предприятия и критерием выбора продукции клиентом. В связи с этим задача управления продолжительностью исполнения заказа является критически важной для промышленных предприятий по всему миру.

Проведенный в теоретико-методической части анализ происхождения потребностей в управлении продолжительностью исполнения заказа показал, что продолжительность исполнения заказа оценивалась как побочное явление

деятельности предприятия, которое не нуждается в мониторинге и управлении.

В результате проведенного исследования дано авторское определение понятия «продолжительность исполнения заказа», которое представляет собой интервал времени, необходимый для прохождения заказом бизнес-процессов предприятия, требуемых для его исполнения, с момента поступления заказа до момента поступления первого изделия заказчику с учетом используемой технологии управления бизнес-процессами и специфики производства.

В ходе диссертационного исследования выявлено и проанализировано влияние внешних неуправляемых факторов на продолжительность исполнения заказа, а также определено и учтено влияние внутренних организационных факторов.

Сформированы основные многосложные принципы управления продолжительностью исполнения заказа:

1. Принцип непрерывности приращения ценности и сокращения продолжительности исполнения заказа выполняется посредством формирования временных оценок каждому бизнес-процессу, оценок временной структуры исполнения бизнес-процессов, сокращения и фактического времени выполнения работы, и непродуктивного времени нахождения заказа в системе предприятия.

2. Принцип информатизации и структурированности исполнения заказа заключается в формировании такой организационной структуры, которая позволит исполнять заказ максимально быстро с учетом влияний базовых ценностей гибридных организационных структур.

3. Принцип использования календарного времени.

4. Принцип использования отклонений.

5. Принцип непрерывного совершенствования исполнения заказа.

В результате проведенного исследования разработан метод классификации процессов на предприятии с позиции продолжительности

исполнения заказа путем расчета коэффициента вариабельности с учетом времени поступления работ к ресурсу и времени исполнения работы ресурсом.

В практической части диссертации разработаны модель управления продолжительностью исполнения заказа и организационный алгоритм её реализации на промышленном предприятии, позволяющие менеджменту предприятия определять узкие, с позиции продолжительности исполнения заказа, места предприятия, разрабатывать и применять требуемые для её снижения меры, анализировать и оценивать полученные результаты, предлагать дальнейшие изменения процессов с учетом мониторинга изменения показателя продолжительности исполнения заказа.

Важным при рассмотрении алгоритма внедрения является понимание уровня внедрения. Чем выше планируемый стартовый уровень проникновения модели, тем с бóльшим временем и сложностью это будет происходить. В связи с этим важно начинать внедрение и использование модели управления продолжительностью исполнения заказа в менее сложной системе, чем предприятие в целом. Это может быть как какое-то направление бизнеса (вид выпускаемой предприятием продукции), так процесс или операция.

В рамках исследования предложена методика расчета оптимального размера партии деталей, запускаемых и перемещаемых в производстве. Её использование на промышленном предприятии позволяет оптимизировать загрузку мощностей с позиции минимизации времени нахождения продукции в системе предприятия, а также с учетом максимизации выхода продукции.

В работе произведено имитационное моделирование использования элементов предложенной автором модели управления продолжительностью исполнения заказа, в результате которого были подтверждены выдвинутые положения модели управления продолжительностью исполнения заказа.

Таким образом, в результате проведенного диссертационного исследования сформированы теоретические и научно-методические основы управления продолжительностью исполнения заказа. Разработаны практические рекомендации и инструменты управления продолжительностью

исполнения заказа на промышленных предприятиях, которые обуславливают её практическую значимость для предприятий промышленности России. Уточнено содержание понятия «продолжительность исполнения заказа»; разработан новый метод классификации бизнес-процессов промышленного предприятия с учетом вариабельности их исполнения в процессе исполнения заказа; разработан графический инструментарий, позволяющий отразить продолжительность исполнения заказа на промышленном предприятии; предложена модель управления продолжительностью исполнения заказа на промышленном предприятии, которая позволит повысить эффективность его функционирования посредством отображения необходимых для контроля признаков, сохранить внутреннюю связь между элементами модели и отразит зависимость выходов модели от её входов; сформирован алгоритм реализации управления и мониторинга продолжительностью исполнения заказа на промышленных предприятиях; разработана методика расчета оптимального размера партии деталей, запускаемых в производство.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Акаев, А. А. Современный финансово-экономический кризис в свете теории инновационно-технологического развития экономики и управления инновационным процессом /Акаев А.А. //Системный мониторинг. Глобальное и региональное развитие. М.: УРСС, — 2009. — С. 141-162.
2. Альтшуллер, И.Г. Стратегическое управление на основе маркетингового анализа. Инструменты, проблемы, ситуации/ И.Г.Альтшуллер – М.: Вершина, 2006 – 232 с.
3. Андерсен Бьёрн. Бизнес-процессы. Инструменты совершенствования /Бьёрн Андерсен; пер. с англ.С.В. Ариничева; науч. ред. Ю.П. Адлер. - М.: РИА «Стандарты и качество», 2003. - 272 с, илл. - (Серия «Практический менеджмент»).
4. «Бережливое производство + шесть сигм» в сфере услуг: Как скорость бережливого производства и качество шести сигм помогают совершенствованию бизнеса пер. с англ. / Майкл Л. Джордж. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. — 402 с. — (Серия «Модели менеджмента ведущих корпораций»).
5. Большой экономический словарь / под ред. А. Н. Азрилияна. – 7-е изд. – М.: Институт новой экономики, 2008. – 1472 с.
6. Бондарец, А.В. Экономика организаций (предприятий): Учеб. пособие /А. В. Бондарец, Н. П. Скосырева.–Волгоград: ВолгГТУ, 2006. - 214 с.
7. Боровков, А.И. Компьютерный инжиниринг и цифровое производство / Лекция из цикла "Инженеры XXI века" – 2015 г. ИППТ СПбПУ по данным Guardian, World Economic Forum, School of Economics, Robotenomics.
8. Бродецкий, Г. Л. Экономико-математические методы и модели в логистике. Процедуры оптимизации: учебное пособие / Г.Л.Бродецкий., Д.А.Гусев. –М.: Издательский центр «Академия», 2012.

9. Вахрушина, М.А. Анализ финансовой отчетности: учебник./М.А. Вахрушина. – М.: ИНФРА- М, 2012. – 431с.
10. Виханский, О.С. Менеджмент: учебник. / О.С. Виханский, А.И. Наумов. — 3-е изд. — М.: Экономистъ, 2003.— 528 с.
11. Горшенин, В.П. Организационные инновации и их роль в переходе к экономике знаний / В.П. Горшенин, Ю.Ю. Резепин // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». — Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014.- №3. — С. 30-34.
12. Варианты пространственной структуры производственного процесса [Электронный ресурс] // Организация производства и управление предприятием. - Режим доступа: <http://gigabaza.ru/doc/99494-p24.html>.
13. Вопрос использования Интернета вещей для многих компаний переходит в практическую плоскость [Электронный ресурс] // Вестник цифровой трансформации СIO.RU. Режим доступа: <http://www.cio.ru/tag/11013401>.
14. Вумек, Д. Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании [пер. с англ.] / Д. Вумек, Д. Джонс ;— 7-е изд. — М.: Альпина Паблишер, 2013. — 472 с.
15. Вызовы системе здравоохранения РФ до 2020 г. [Электронный ресурс] //Демоскоп Weekly. Режим доступа: <http://www.demoscope.ru/weekly/2015/0653/analit03.php>.
16. Гаджинский, А. М. Логистика: учебник /А. М. Гаджинский. — 20-е изд. — М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», — 2012. — 484 с.
17. Где находятся очаги возможностей роста? Обзор мировой экономики, ноябрь 2013 г. от компании PricewaterhouseCoopers (PwC) [Электронный ресурс] // Сайт Plan.ru – Дневник биржевого трейдера. – Режим доступа: <http://www.plan.ru/download/str2014/PwC-Strategy-2014.pdf>
18. ГОСТ Р ИСО 9000—2008 (ИСО 9000:2005) Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.

19. Гусаров, В.М. Статистика: учеб. пособие для вузов. /В.М. Гусаров. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 463 с.
20. Деминг, Э.Д. Выход из кризиса: Новая парадигма управления людьми, системами и процессами [пер. с англ]/ Эдвардс Деминг. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. — 370 с.
21. Деттмер, У.Х. Теория ограничений Голдратта. Системный подход к непрерывному совершенствованию / У.Х. Деттмер; пер. с англ. У.В. Саламатова. М.: Альпина Пабlishер, 2013. – 443 с.
22. Джеймс, Р. Хэггерти. Новое поколение роботов сильно изменит процесс производства/Джеймс Р. Хэггерти/Ведомости. – 2015. - 04 июня.
23. Джеффри, Лайкер. Дао Toyota: 14 принципов менеджмента ведущей компании мира [пер. с англ.] / Джеффри Лайкер.— М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. — 402 с.
24. Джеффри Лайкер и Джеймс Морган Система разработки продукции в Toyota: Люди, процессы, технология/ Издание на русском языке, перевод, оформление. – ООО «Альпина Бизнес Букс», 2007.-440 с.
25. Динамическое моделирование предприятия. - Руководство пользователя по системе iBAAN.
26. Доля организаций, использующих доступ к сети Интернет в общем количестве организаций: Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: gks.ru/free_doc/new_site/business/nauka/pril4/19.xls.
27. Доналд Дж. Бауэрсокс. Логистика: интегрированная цепь поставок. /Дональд Дж. Бауэрсокс, Дейвид Дж. Клосс. 2-е изд./ [Пер. с англ. Н.Н. Барышниковой, Б.С. Пинекера]. – М.: ЗАО «Олимп - Бизнес», 2008-640 с.
28. Друкер, П. Эффективное управление. Экономические задачи и оптимальные решения / П.Друкер пер. с англ. М. Котельниковой. - М.: ФАИР-ПРЕСС, 1998.- 288 с.
29. Друкер, П. Энциклопедия менеджмента/ П.Друкер пер. с англ. О.Л. Пелявского. - М.: Вильямс, 2004. – 422 с.

30. Олейник, Е.А. Управление заказами как функция, требующая межфункциональной координации/Е.А. Олейник// Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск, 2011, – С. 334-340
31. Ежегодные глобальные данные по ИКТ и рейтинг стран по Индексу развития ИКТ и рейтинг стран по Индексу развития ИКТ [Электронный ресурс]//Международный союз электросвязи, 2000. – Режим доступа: http://www.itu.int/net/pressoffice/press_releases/2015/pdf/57-ru.pdf.
32. Заглядывая дальше бережливого производства: время – деньги! [Электронный ресурс] //QRM Russia. - Режим доступа: <http://qrmrussia.ru/index.php/publications/55-qrm-qrm-lean-qrm-2016>.
33. Иванов, И.Н. Организация производства на промышленных предприятиях: учебник/ И.Н. Иванов. - М.: ИНФРА - М, 2009. – 351 с.
34. Илья Носырев. Бизнес по Грефу: как российские предприятия становятся гибкими// Информационное агентство «РБК», 14.04.2017.
35. Имаи, М Кайдзен. Ключ к успеху японских компаний/ М. Имаи; пер. с англ. И. Гутман. – М.: Приоритет, 2014. – 290 с.
36. Импортозамещение в РФ. Актуальные вопросы// [Электронный ресурс]. - URL: <http://www.shopolog.ru/metodichka/kompanii-i-runki/importozameshchenie-v-rf-aktualnye-voprosy/>
37. Инвестиции в нефинансовые активы [Электронный ресурс] //Федеральная служба государственной статистики. - Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/investment/nonfinancial/#.
38. Кеничи Омае. Мышление стратега: Искусство бизнеса по-японски [пер. с англ.]/ Кеничи Омае. - М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. - 215 с.
39. Кизим, А.А., Интеграция логистических инструментов в бережливое производство/ А.А. Кизим, Э.Э. Березовский // Логистика.- 2012.- №3.

40. Классификация бизнес-процессов [Электронный ресурс] // PlanSys.-Режим доступа: <http://www.plansys.ru/process/business-process-definition/classify>.
41. Клинов, В.Г. Мировая экономика: прогноз до 2050 г. / В.Г. Клинов // Вопросы экономики. – 2008. – №5. – С. 62-79.
42. Конищев А.С., Исаенкова Ю.С, Трубин А.Е. Быстрореагирующее производство как основа будущих корпоративных информационных систем/ А.С. Конищев, Ю.С. Исаенкова, А.Е. Трубин// Логистика – евразийский мост: материалы 12-й Международной научно-практической конференции. 2017. – 2017. – С.88-92.
43. Корпоративный менеджмент [сайт]: URL: http://www.cfin.ru/management/manufact/prod_types.shtm
44. Котлер, Ф. Маркетинг – менеджмент. Экспресс-курс. / Ф Котлер; пер. с англ. под ред. С. Г. Божук. — 2-е изд. СПб.: Питер, 2006. — 464 с: ил. — (Серия «Деловой бестселлер»).
45. Кротова, М.А. Анализ инвестиционной деятельности в России /М.А. Кротова, А.И. Бочарова// Общество: политика, экономика, право. – 2013. – №4. – С. 92-95.
46. Кушлин, В. И. Государственное регулирование экономики; Экономика. - Москва, 2013. - 496 с.
47. Лапшин, В. С. Ценностно-ориентированное производство в концепциях современного менеджмента [Электронный ресурс].-Режим доступа: http://sisupr1.mrsu.ru/2014-1/PDF/Lapshin_V_S_statya.pdf.
48. Левина, Т. В. Разработка системы контроллинга логистики на основе SCOR-модели/Т.В. Левина, А.В. Черногоров // Логистика и управление цепями поставок. – 2012. – № 6. – С. 89-98.
49. Лукьянчикова, Т.Л. Статистика: учебное пособие / Т.Л. Лукьянчикова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК», 2013. – 169 с.

50. Лыков, О.П. Экологическое образование работников основных профессий нефтегазового комплекса: учебное пособие для машинистов технологических насосов, персонала насосных станций / О.П. Лыков, И.А. Голубева, С.В. Мещеряков. – М., 2000. – 69 с.

51. Мазунина, О.А. Оптимизация логистики снабжения промышленного предприятия (на примере предприятий энергомашиностроения) [Текст]: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05: защищена 15.05.12:/ Мазунина Оксана Анатольевна. - М., 2012. - 160 с. - Библиогр.: с.151-160.

52. Майкл, Дж.Л. Бережливое производство плюс шесть сигм в сфере услуг. Как скорость бережливого производства и качество шести сигм помогают совершенствованию бизнеса [пер. с англ.] / Дж.Л. Майкл. М.: Изд-во «Манн, Иванов и Фербер», 2011. – 464 с.

53. Марков, Д.А. Быстрореагирующее производство как концепция повышения конкурентоспособности предприятия/ Д.А. Марков, Н.А. Маркова //Вестник ПНИПУ. Социально-экономические науки. — 2016. — № 2

54. Мартынов, Р. С. Сокращение времени переналадки оборудования как фактор повышения эффективности использования материальных ресурсов на предприятии /Р.С. Мартынов// Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. — 2011. — №4. — С.87-90.

55. Меткалф, Б. Закон Меткалфа сорок лет спустя после рождения Ethernet / Б. Меткалф// Открытые системы. СУБД.-2014.-№1 - С. 44-47.

56. Методическое руководство. Пять шагов к процессному управлению./ PQM – Практический менеджмент качества [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.pqm-online.com/assets/files/lib/books/intalev.pdf>.

57. Мэкон М. Основы менеджмента [пер. с англ.]/М. Мэкон, М. Альберт, Ф. Худоури. – М.: Дело ЛТД, 1994. – 702 с.

58. Оsono, Э. Экстремальная Toyota: Парадокс успеха японского менеджмента/Э. Оsono, Н. Симидзу, Х. Такеути при участии Дж. Кайла Дортона, – Альпина Паблшер, Юрайт, 2011. – 288 с.
59. Официальный сайт Агентства Стратегических инициатив [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [<http://asi.ru/>]
60. Официальный сайт Минпромторга России [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [<http://minpromtorg.gov.ru/>]
61. ОЭСР: В России самая низкая в Европе производительность труда [Электронный ресурс] //Ведомости. - Режим доступа: <https://www.vedomosti.ru/management/articles/2015/08/10/604195-oesr-nizkaya-proizvoditelnost>.
62. Переворот в энергетике. Прогноз McKinsey [Электронный ресурс] // Сайт McKinsey & Company – Режим доступа: <http://vestnikmckinsey.ru/electricutilities/perevorot-v-ehnergetike>
63. Подчиняется ли время переналадки станка нормальному распределению? [Электронный ресурс] // Six Sigma Online. - Режим доступа: <http://sixsigmaonline.ru/load/22-1-0-429>.
64. Попов, В.Л. Использование методов проектного менеджмента в концепции «быстрореагирующее производство» /В.Л. Попов, А.С. Конищев// Экономика и предпринимательство. - 2016. -№9(74). - С. 516-521
65. Портер, М. Е. Конкурентная стратегия: Методика анализа отраслей и конкурентов [пер. с англ.] / Майкл Е. Портер; – 2-е изд. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. – 454с.
66. Портер, М. Конкурентное преимущество: Как достичь высокого результата и обеспечить его устойчивость [пер. с англ.]/ Майкл Портер; — 2-е изд. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. — 715 с.
67. Построение процессных карт: Как и почему? [Электронный ресурс] // Ассоциация Деминга. - Режим доступа: http://www.deming.ru/TeorUpr/Quality_Collection/08_Postroenie_protsessnyh_kart.htm.

68. Проект: Сбербанк РФ (Agile_трансформация) [Электронный ресурс]// Tadviser Государство. Бизнес. ИТ. Режим доступа: <http://www.tadviser.ru/index.php/>, свободно.
69. Производство без тормозов, или как сделать все и сразу! [Электронный ресурс] //Управление производством. - Режим доступа: http://www.up-pro.ru/library/production_management/operations_management/uvravlennie-ocheredyami.html.
70. Пятинкин, С.Ф. Развитие кластеров: сущность, актуальные подходы, зарубежный опыт / С.Ф. Пятинкин, Т.П. Быкова. – Минск.: Тесей, 2008. - 72 с.
71. Райзберг, Б.А Современный экономический словарь. / Б.А. Райзберг, Л.Ш. Лозовский, Е.Б. Стародубцева. — 2-е изд., испр. — М.: ИНФРА-М, 1999 . — 479 с.
72. Распоряжение Правительства РФ от 08.12.2011 № 2227-р «О Стратегии инновационного развития РФ на период до 2020 г.»
73. Репин, В. В. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов/ В.В. Репин, В.Г. Елиферов. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013 - 544с.
74. Ример, М.И. Экономическая оценка инвестиций. / М.И. Ример, А.Д. Касатов, Н.Н. Матиенко; под общ. ред. М.И. Римера. 2-е изд. – СПб., 2008. — 480 с.
75. Робертс, Дж. Современная фирма: структура организации для достижения эффективности и роста / Дж. Робертс. - М.: Вильямс ИД, 2007. - 352 с.
76. Рогова, Е. М.,. Корпоративные финансы. Учебно-методическое пособие / Е. М. Рогова, Ю. А. Тарасова; Санкт-Петербургский филиал Нац. исслед. ун-та «Высшая школа экономики». – СПб.: Отдел оперативной полиграфии НИУ ВШЭ – Санкт-Петербург, 2012.
77. Российский рынок IoT и анализ технологических IoT-платформ. Презентация с пресс-конференции РТС и J'son & Partners Consulting

[Электронный ресурс]. – Режим доступа: –
http://json.tv/ict_telecom_analytics_view/rossiyskiy-rynok-iot-i-analiz-tehnologicheskikh-iot-platform-prezentatsiya-s-press-konferentsii-ptc-i-json-partners-consulting-20160209103903

78. Рост ВВП Китая в 2015 году замедлился до 6,9% годовых [Электронный ресурс] //РИА Новости. - Режим доступа: <https://ria.ru/economy/20160119/1361690835.html>.

79. Ротер, М. Учитесь видеть бизнес-процессы. практика построения карт потоков создания ценности / М. Ротер, Дж. Шук — М.: Альпина Паблишер, 2005. — 144 с.

80. Савина, О.Л. Имитационное моделирование экономических систем и процессов: учебное пособие./ О.Л. Савина. - Орел: ОрелГТУ, — 2004. — 172 с.

81. Салимов, Л. Н. Сущность инвестиционной активности и ее значение в управлении региональной экономикой / Л. Н. Салимов // Вестник Челябинского государственного университета. – 2009. – № 9 (147). – Экономика. – №20. – С. 83–88.

82. Селянская, Г.Н. SMART-университет – ответ на вызовы новой промышленной революции / Г.Н. Селянская // Креативная экономика. — 2015. — Том 9. — № 9. — С. 1151-1164.

83. Семенычев, Ф.А. Стоимость \neq ценность. Современные методики картирования потоков создания ценности с применением правила 80/20// Ф.А. Семенычев. – Изд. Animedia Company, 2013.

84. Сергеев, А.В. Анализ зависимости инвестиционной привлекательности от кредитного рейтинга / А.В. Сергеев// Проблемы экономики и менеджмента. – 2015. – №8 (48). – С.44-47.

85. Сергеев, В.И. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов /В.И. Сергеев. — М.: ИНФРА-М, 2005 — 976 с.

86. Симонян, Д.Ф. Способы и стратегии внедрения информационных систем в многоуровневых организациях путем

планирования ресурсов предприятия// Terra Economicus.-2010.-Том 8. - №2. – 125-132 с.

87. Скотт, М. Факторы стоимости: Руководство для менеджеров по выявлению рычагов создания стоимости /М.Скотт. – М.: ЗАО "Олимп-Бизнес", 2000. - 432 с.

88. Словарь финансово-экономических терминов и определений: учебно-методическое пособие / Авт.-сост. Г.А. Трофимов, - СПб : ИВЭСЭП; Знание, 2008. – 122 с.

89. Совтест АТЕ – Индустрия 4.0. [Электронный ресурс]// Инжиниринговая компания ООО «Совтест АТЕ». - Режим доступа: <http://www.sovtest.ru/industriya4-0/>.

90. Стратегический менеджмент: Теория и практика: учебное пособие для вузов. — М.: Аспект Пресс, 2002. — 415 с.

91. Стратегия развития научно-промышленного кластера приборостроения и электроники Орловской области к распоряжению Правительства Орловской области от 12 февраля 2016 года № 58-р

92. Сури, Р. Время — деньги. Конкурентное преимущество быстрореагирующего производства [Электронный ресурс] / Р. Сури; пер. с англ. В. В. Дедюхина. — 2-е изд. (эл.). — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. — 326 с. : ил.

93. Сури, Р. Заглядывать дальше бережливого производства: время – деньги!// QRM - быстрореагирующее производство / Р.Сури. Пермь, 2016.

94. Теппинг, Д. Бережливый офис управление потоками создания ценности/ Д.Теппинг, Т. Шукер. – М.: Стандарты и качество, 2009 – 205 с. ил

95. Торгачев, Д.Н., Проблемы формирования системы управления процессами участника цепи поставок/ Д.Н.Торгачев, А.С.Конищев// Логистические системы в глобальной экономике.- 2015.-№5.-С. 230-233

96. Конищев А.С. Развитие методов классификации бизнес-процессов промышленного предприятия с позиции продолжительности

исполнения заказа/ А.С.Конищев, Д.Н.Торгачев// Управленческий учет.-2017.- №2.-С.8-15.

97. Указ Президента РФ от 07.05.2012 N 596 "О долгосрочной государственной экономической политике" // <http://www.consultant.ru>

98. Управление организацией /под ред. Поршнева А.Г. М.: ИНФРА-М, 2007.

99. Управленческие решения: учебное пособие / Е. В. Пирогова. – Ульяновск : УлГТУ, 2010. – 176 с.

100. Анциферов, Ф. Кто вкладывает в Интернет вещей? [Электронный ресурс] / Федор Анциферов. - Режим доступа: <https://rb.ru/opinion/kazhdomu-svoe/>.

101. Финансовый рычаг предприятия. Формула и расчет на примере ОАО «Русгидро» [Электронный ресурс] // Финансово-инвестиционный блог Жданова Василия и Жданова Ивана. Режим доступа: <http://finzz.ru/finansovyy-rychag-predpriyatiya-formula.html>

102. Форрестер, Дж. Основы кибернетики предприятия (Индустриальная динамика)/Дж Форрестер. – М.: Прогресс, 1971 г.

103. Франклин, Б. Совет молодому купцу/ Бенжамин Франклин - 1748

104. Цель. Процесс непрерывного совершенствования / Э. М. Голдратт. — «Альпина Диджитал», 2004 — 480 с.

105. Черных, А.В. Механизм устойчивого развития предприятия в период активной инвестиционной деятельности // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук. Белгород, 2006. 21с.

106. Численность выбывших работников списочного состава в процентах к списочной численности работников [Электронный ресурс]// Федеральная служба государственной статистики – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/wages/labour_force/#

107. Численность экономически активного населения РФ к 2020 году сократится на 1 млн человек [Электронный ресурс] //ТАСС - Режим доступа: <http://tass.ru/ekonomika/4286883>
108. Шеер А.В. Бизнес-процессы. Основные понятия. Теория. Методы / А.В. Шеер. — М.: Изд-во АОЗТ "Просветитель", 1999. — 175 с.
109. Шеремет, А.Д. Финансы предприятий: менеджмент и анализ учебное пособие / А.Д. Шеремет, А.Ф. Ионова – 2-е изд., исп. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2009. — 479 с.
110. Шмойлова, Р.А. Теория статистики: учебник / Р.А. Шмойлова, В.Г. Минашкин, Н.А. Садовникова, Е.Б. Шувалова; под ред. Р.А. Шмойловой. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Финансы и статистика, 2004. - 656 с.: ил.
111. Щербакова, Н. А. Ценностно-ориентированный менеджмент в системе управления предприятием //Н.А. Щербакова — Интерэкспо Гео-Сибирь. — 2012. — №-3— С.39-43.
112. Эдвардс, Д. Выход из кризиса: Новая парадигма управления людьми , системами и процессами [пер. с англ]/Д. Эдвардс.— М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. — 370 с.
113. Экологическая оценка и экологическая экспертиза/ О.М.Черп [и др.]. - 3-е изд., перераб., и доп. - М. : Изд-во РОО Эколайн, 2001. - 141 с.
114. Экономика бизнеса №50 (9264) 2008 [Электронный ресурс]//Экономика и жизнь. – Режим доступа: <https://www.eg-online.ru/product/eb/1004/>
115. Экономика. Толковый словарь. — М.:ИНФРА-М, Издательство "Весь Мир". Дж. Блэк. Общая редакция: д.э.н. Осадчая И.М. 2013.
116. Эльяшевич, И. П. Модель Дюпона и ее применение для оценки экономической эффективности стратегических решений в логистике// Логистика и управление цепями поставок.- 2012.- №4.- С. 34-40.
117. Резанова, Ю. С. Инструменты управления заказами на промышленном предприятии // Актуальные проблемы авиации и

космонавтики. Социально-экономические и гуманитарные науки Секция «Современные логистические технологии в развитии аэрокосмического комплекса», 2013 –С.201-202

118. Юркова, Т.И. Экономика предприятия. Учебное пособие. / Т.И. Юркова, С.В. Юрков. - М.: ИНФРА-М, 2006 – 116 с.

119. Agile-манифест разработки программного обеспечения [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://agilemanifesto.org>.

120. Alp Muharremoglu, John N. Tsitsiklis Dynamic Lead time Management in Supply Chains.- Massachusetts Institute of Technology: Cambridge, MA, USA. – June 2003, 28p.

121. APICS Dictionary FOURTEENTH EDITION / Editor John H. Blackstone Jr., PhD, CFPIM, Jonah's Jonah Department of Management Terry College of Business University of Georgia, 2013 – 518 p.

122. Brealey, R.A. Principles of Corporate Finance / Richard A. Brealey, Stewart Myers. - McGraw-Hill/Irwin, 2010. - 875 с.

123. Competing against time : how time-based competition is reshaping global markets / George Stalk, Jr. (and) Thomas M. Hout.

124. Consumer products process classification frameworks [Электронный ресурс]/ ICC: INSTITUTE OF CONSULTING AND CERTIFICATION.- Режим доступа http://www.icc-iso.ru/upload/information_system_27/4/5/0/item_450/Process_Classification_Framework_SM.pdf.

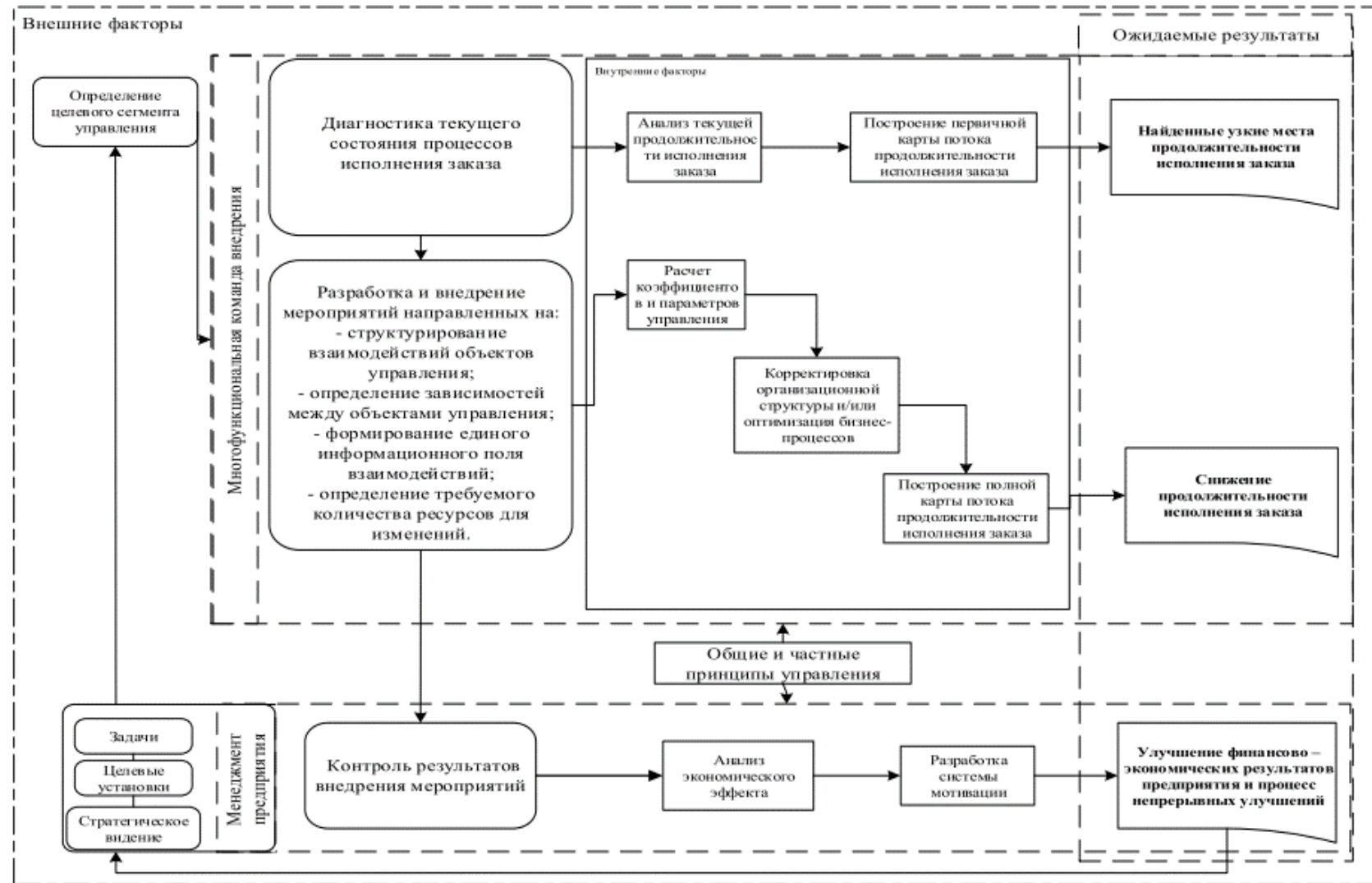
125. Controlling W.I.P. and Leadtimes in Job Shops by Uday S. Karmarkar William E. Simon Graduate School of Business Administration University of Rochester Rochester, New York., pp. 409-418

126. Deming, W Edwards The New Economics for Industry, Government, Educati/ W Edwards Deming. Massachusetts Institute of Technology, Center for Advanced Engineering Study. – 1993 – pp.247

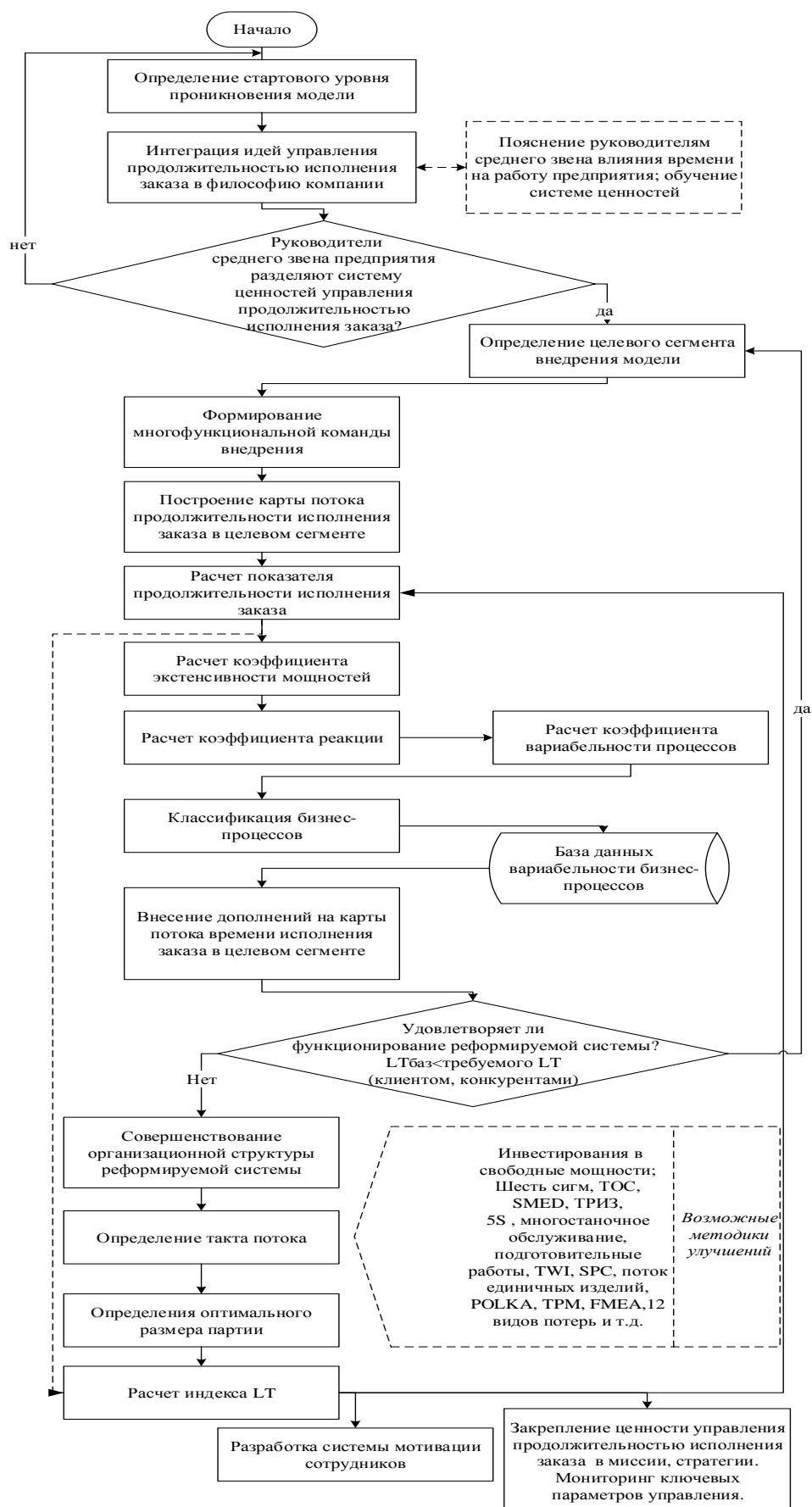
127. Dynamic forces in capitalist development: A long-run comparative view. Maddison, Angus./ Angus Maddison. - Oxford : Oxford University Press ; New York, 1991. - XVI, 333 p.
128. George Stalk, Jr. Time—The Next Source of Competitive Advantage// Harvard Business Review. – July 1988
129. George Stalk, Jr.and Thomas M. Hout. Competing against time : how time-based competition is reshaping global markets / New York: The Free Press, 1999.- 285 pp.
130. Industrial Internet of Things IioT [Электронный ресурс] – Режим доступа http://www.tadviser.ru/index.php/ПоTIndustrial_Internet_of_Things
131. Kaizen Forum Rus 001 [Электронный ресурс] // Лучшие практики: Авиакосмическая отрасль.- Режим доступа: <http://ru.kaizen.com/publikacii.html>.
132. Kaplan Schweser Schwesernotes 2011 Certified Financial Analyst (CFA) /Financial reporting and analysis, level 1 book 3. 2010, p. 153–155
133. Lot sizing and lead time decisions in production/inventory systems Ann M. Noblesse, Robert N. Boute, Marc R. Lambrecht, Benny Van Houdt International Journal of Production Economics, September 2014 – p.155
134. Modeling Industrial Lot Sizing Problems: A Review Raf Jans and Zeger Degraeve 2005
135. N. Patel, Reduction in product cycle time in bearing manufacturing company, International Journal of Engineering Research and General Science Vol. 3/Patel N. Issue 3, May-June, 2015, pp. 466-2471
136. OECD (ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT).Stat: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://stats.oecd.org/#>
137. Richard E. Crandall, William Crandall How management programs can improve performance: selecting and implementing the best program for your organization – Information Age Publishing, Charlotte, North Carolina, USA. – 2015, 573 p.

138. Ross, S. Fundamentals of Corporate Finance / S. Ross, R. Westerfield, B. Jordan – McGraw-Hill/Irwin, 2009. – 800 p.
139. Siemens: Промышленная автоматизация – Продукты и услуги [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www2.automation.siemens.com>
140. Stalk, G. Competing against time: how time-based competition is reshaping global markets / George Stalk, Jr.(and) Thomas M. Hout. 1990 – 304 p.
141. Status of power electronics industry/ France, Lyon: Yole Development.2016 – 98 p.
142. Taylor, Frederick W. The Principles of Scientific Management. // New York: Cosimo Classics, 2010. – 29 p.
143. The Case for the Chief Digital Officer a New Entrant to the C-Suite [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – <http://www.seanmoffitt.com/category/front-page/>
144. The Gilbreth Network [Электронный ресурс]// Therbligs: The Keys to Simplifying Work, 2000. – Режим доступа: <http://gilbrethnetwork.tripod.com/therbligs.html>.
145. The Influence of Country of Origin on Consumer Attitude and Buying Behavior in the United States and Canada [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.acrwebsite.org/volumes/6760/volumes/v14/NA-14>.
146. The Lean Lexicon 5th Edition/ Lean Enterprise Institute, Inc., - 2014 – 109 p.
147. Woeppel, Mark. The manufacturer's guide to implementing the theory of constraints / U.S. New York: CRC Press LLC, 2000. – 188 p.

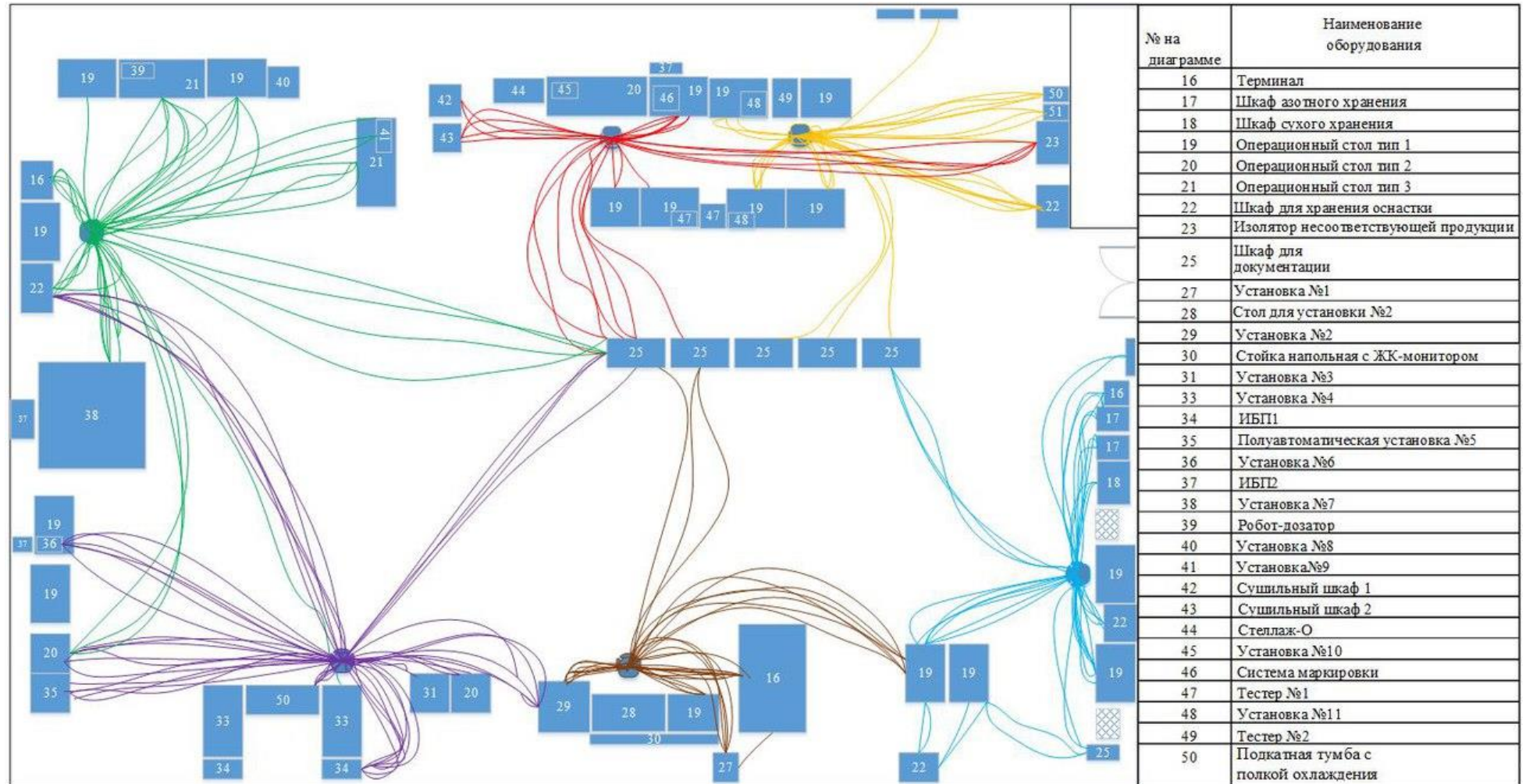
ПРИЛОЖЕНИЕ А – МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬЮ ИСПОЛНЕНИЯ ЗАКАЗА



ПРИЛОЖЕНИЕ Б - АВТОРСКИЙ АЛГОРИТМ ВНЕДРЕНИЯ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬЮ ИСПОЛНЕНИЯ ЗАКАЗА

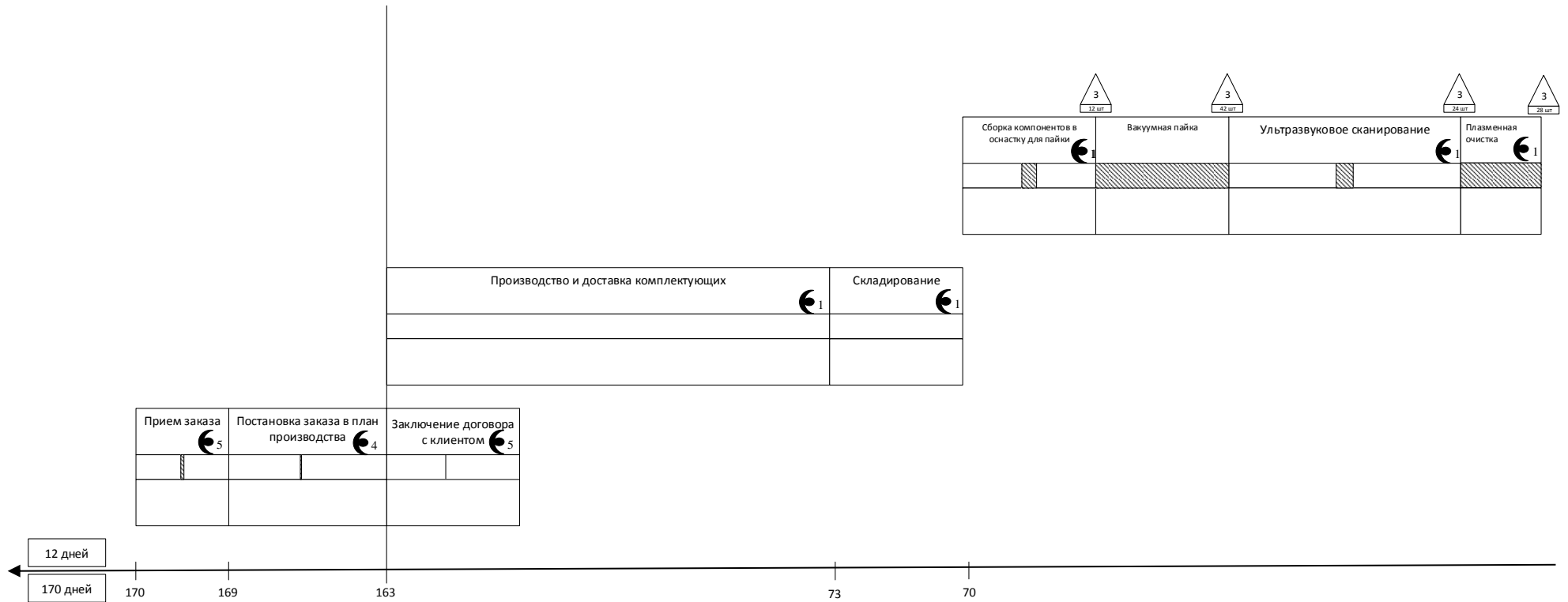


ПРИЛОЖЕНИЕ В – ДИАГРАММА СПАГЕТТИ ОПЕРАТОРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО УЧАСТКА М1АА

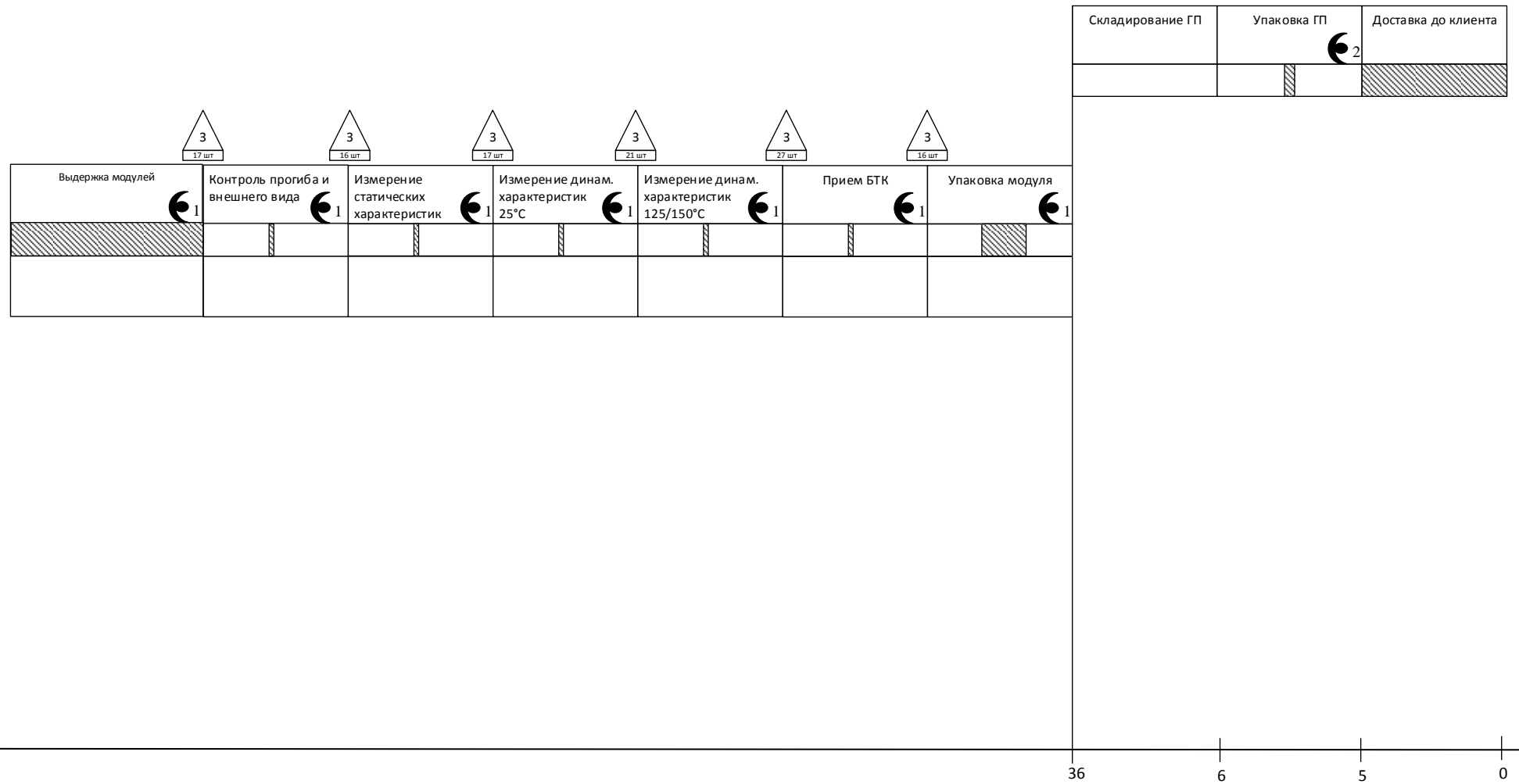


ПРИЛОЖЕНИЕ Г - ПЕРВИЧНАЯ КАРТА ПОТОКА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ИСПОЛНЕНИЯ ЗАКАЗА

1 часть первичной карты потока продолжительности исполнения заказа

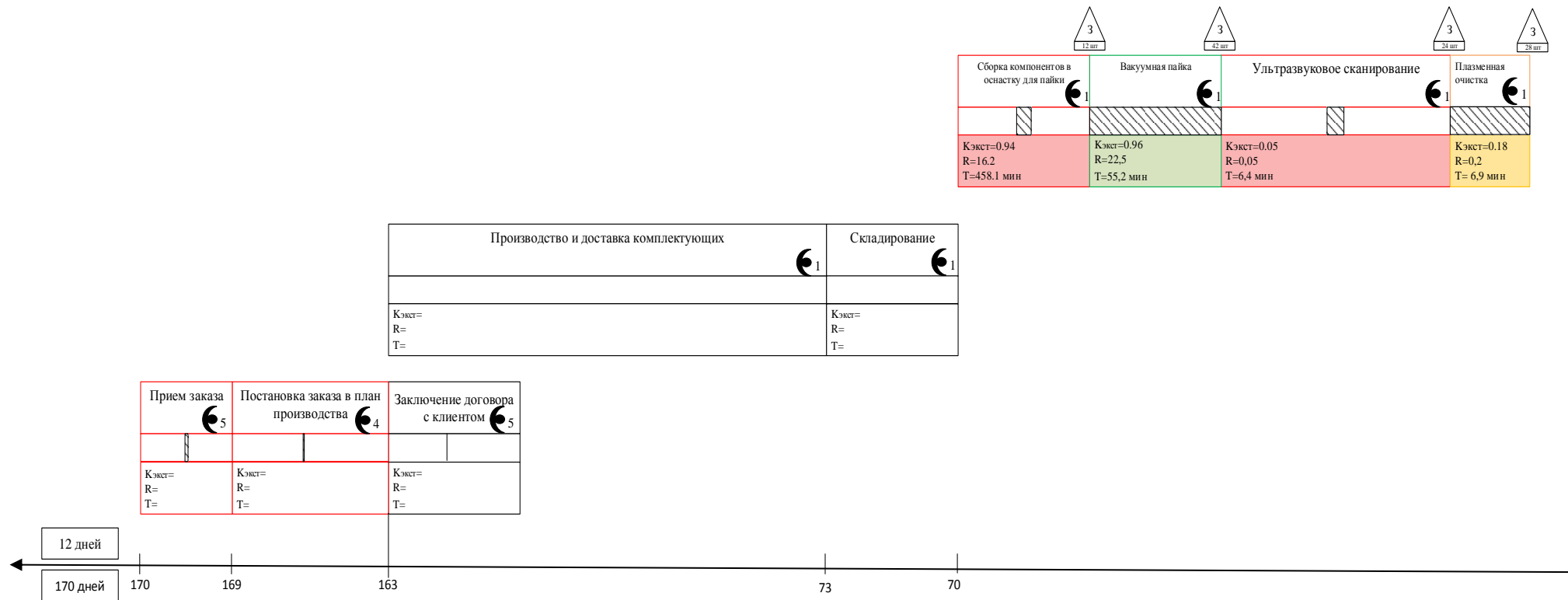


3 часть первичной карты потока продолжительности исполнения заказа



ПРИЛОЖЕНИЕ Д – ПОЛНАЯ КАРТА ПОТОКА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ИСПОЛНЕНИЯ ЗАКАЗА

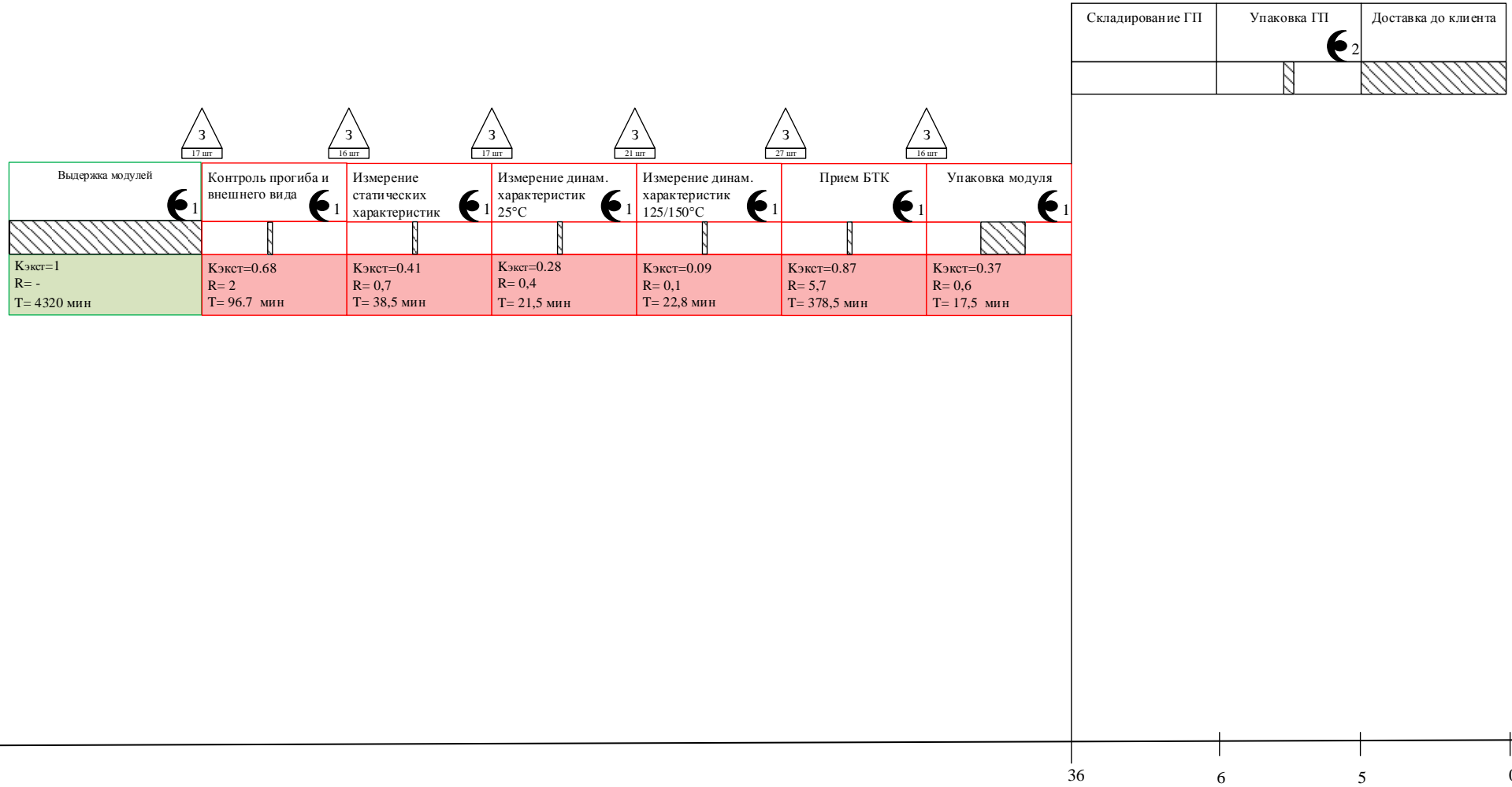
1 часть полной карты потока продолжительности исполнения заказа



2 часть полной карты потока продолжительности исполнения заказа

	3 41 шт	3 30 шт	3 24 шт	3 73 шт	3 17 шт	3 60 шт	3 12 шт	3 12 шт
Ультразвуковая разварка проволокой	Тестирование сварных соединений	Ультразвуковая приварка УК	Ультразвуковая приварка силовых выводов	Предварительная сборка	Наполнение силиконовым гелем	Дегазация и полимеризация геля	Окончательная сборка	Маркировка лазерная
E ₁	E ₁	E ₁	E ₁	E ₁	E ₁	E ₁	E ₁	E ₁
Kэкст=0.88 R=8.1 T= 152.1 мин	Kэкст=0.01 R=0,01 T= 2,3 мин	Kэкст=0.22 R=0,3 T= 16,4 мин	Kэкст=0.3 R=0,4 T= 23,5 мин	Kэкст=0.57 R=1,3 T= 51,3 мин	Kэкст=0.11 R=0,1 T= 7,8 мин	Kэкст=0.22 R=0,25 T= 73,2 мин	Kэкст=0.15 R=0,18 T= 10,5 мин	Kэкст=0.1 R=0,1 T= 5,8 мин

3 часть полной карты потока продолжительности исполнения заказа



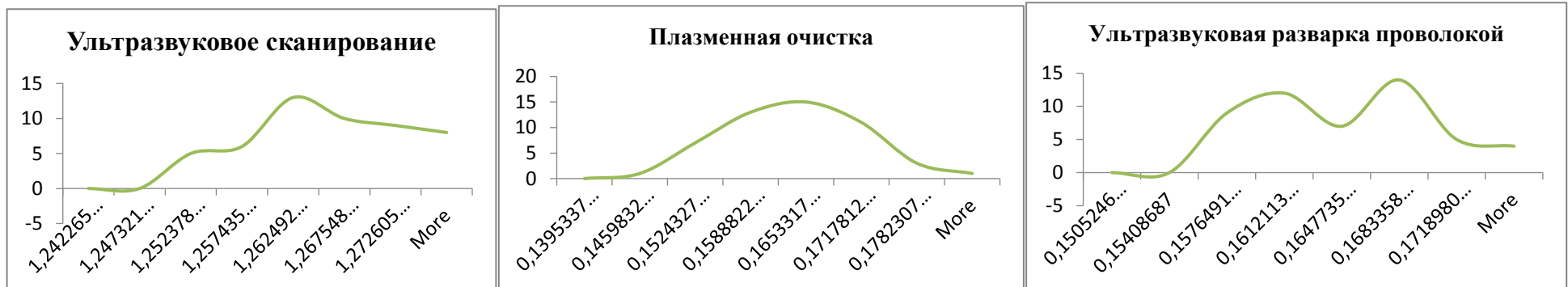
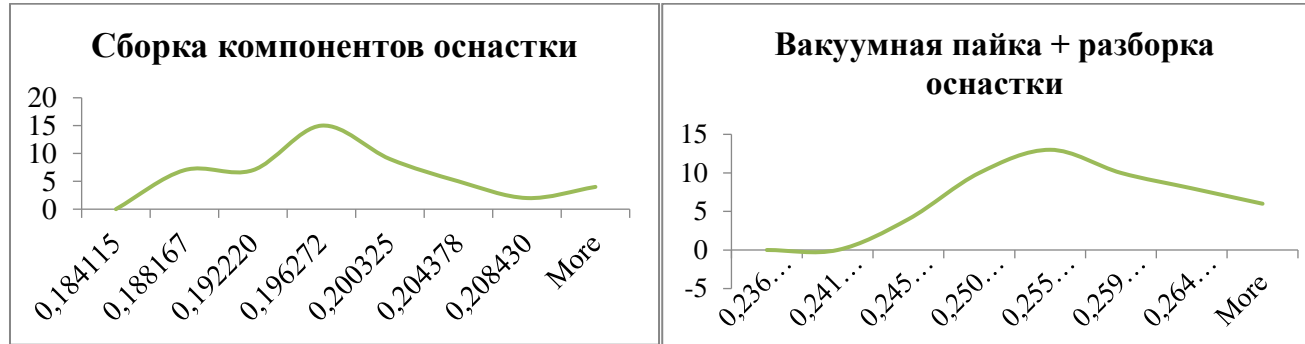
ПРИЛОЖЕНИЕ Е – СТАТИСТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО ВРЕМЕНИ ПОСТУПЛЕНИЯ РАБОТЫ НА РЕСУРС.

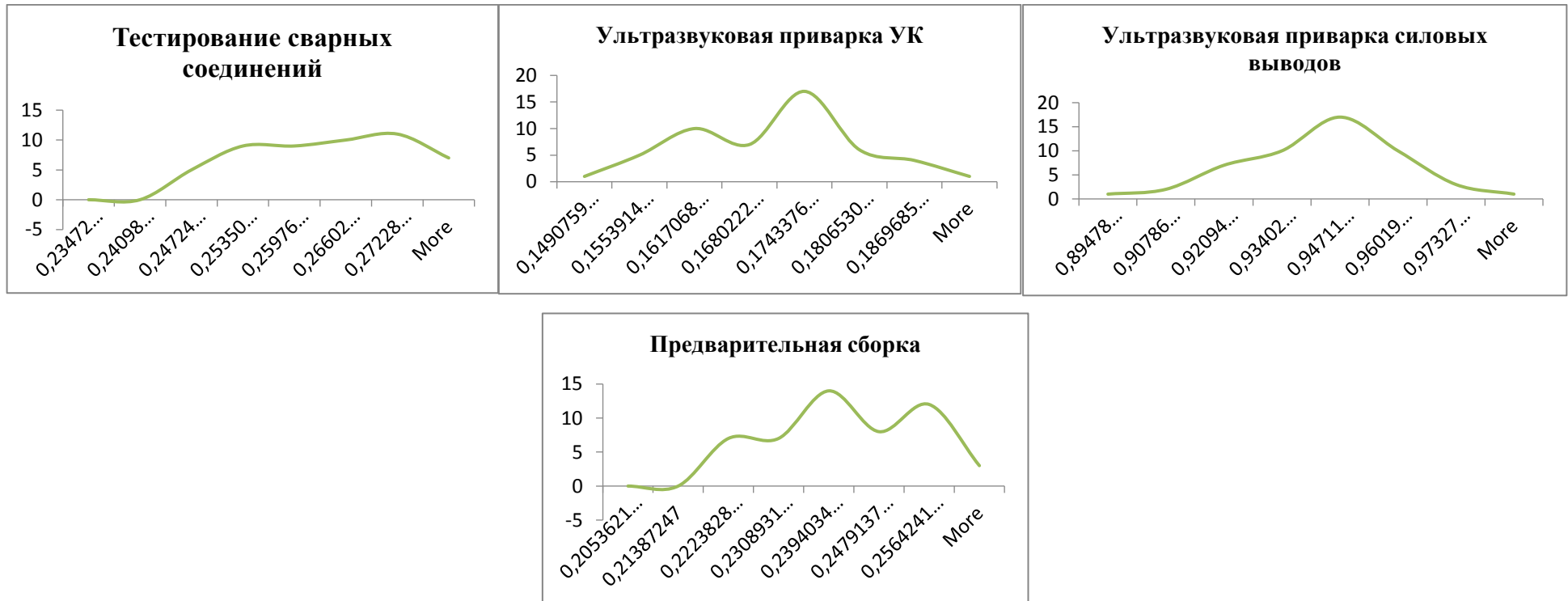
Сборка компонентов оснастки	Вакуумная пайка + разборка оснастки	Ультразвуковое сканирование	Плазменная очистка	Ультразвуковая разварка проволокой	Тестирование сварных соединений	Ультразвуковая приварка УК	Ультразвуковая приварка силовых выводов	Предварительная сборка	Наполнение силиконовым герметиком	Дегазация и полимеризация	Окончательная сборка	Маркировка лазерная	Выдержка модулей	Контроль прогиба и внешнего вида	ПСИ. Измерение статических характеристик	ПСИ. Измерение динам. характеристик 25°C	ПСИ. Измерение динам. характеристик 125/150°C	Приемка БТК	Упаковка модулей
0,20	0,25	1,26	0,17	0,17	0,27	0,16	0,92	0,24	0,09	17,40	0,085	0,084	0	0,500	0,085	1,04	20,0	0,30	2,02
0,19	0,25	1,27	0,18	0,17	0,26	0,18	0,97	0,25	0,09	18,23	0,086	0,085	0	0,501	0,081	1,04	20,0	0,30	2,06
0,20	0,26	1,25	0,17	0,17	0,26	0,17	0,92	0,23	0,09	17,12	0,084	0,086	0	0,503	0,086	0,99	20,0	0,31	2,09
0,20	0,25	1,29	0,17	0,16	0,28	0,15	0,96	0,25	0,10	17,93	0,086	0,081	0	0,501	0,083	1,04	20,0	0,32	2,05
0,19	0,25	1,26	0,15	0,17	0,26	0,17	0,95	0,23	0,09	17,23	0,083	0,085	0	0,500	0,085	1,04	20,0	0,32	2,06
0,19	0,27	1,27	0,16	0,17	0,27	0,18	0,92	0,22	0,09	17,67	0,084	0,084	0	0,500	0,084	1,04	20,0	0,32	2,03
0,20	0,25	1,26	0,18	0,16	0,28	0,16	0,96	0,22	0,09	17,58	0,082	0,085	0	0,499	0,085	0,99	20,0	0,31	2,04
0,20	0,25	1,27	0,16	0,16	0,26	0,18	0,91	0,23	0,09	17,15	0,086	0,081	0	0,500	0,083	1,05	20,0	0,32	2,07
0,19	0,25	1,26	0,16	0,16	0,25	0,16	0,93	0,25	0,09	18,28	0,085	0,086	0	0,502	0,082	1,04	20,0	0,32	2,07
0,20	0,26	1,27	0,15	0,16	0,28	0,18	0,94	0,23	0,09	18,21	0,084	0,081	0	0,502	0,085	0,99	20,0	0,31	2,05
0,20	0,27	1,26	0,16	0,16	0,25	0,17	0,94	0,24	0,10	17,43	0,082	0,082	0	0,501	0,085	1,04	20,0	0,31	1,95
0,21	0,25	1,26	0,16	0,16	0,25	0,16	0,93	0,25	0,09	17,45	0,083	0,086	0	0,500	0,084	1,04	20,0	0,31	1,96

0,20	0,26	1,27	0,15	0,16	0,26	0,18	0,94	0,25	0,09	18,17	0,085	0,081	0	0,501	0,081	0,99	20,0	0,31	2,00
0,20	0,25	1,26	0,16	0,16	0,25	0,17	0,94	0,24	0,10	18,20	0,083	0,084	0	0,500	0,082	1,04	20,0	0,32	1,97
0,19	0,27	1,26	0,17	0,17	0,27	0,15	0,96	0,25	0,11	17,70	0,084	0,083	0	0,503	0,083	1,05	20,0	0,31	2,02
0,19	0,26	1,26	0,15	0,17	0,27	0,17	0,93	0,23	0,09	18,17	0,082	0,084	0	0,503	0,086	1,01	20,0	0,32	2,05
0,20	0,25	1,27	0,16	0,16	0,26	0,18	0,91	0,23	0,09	17,17	0,083	0,084	0	0,499	0,081	1,05	20,0	0,32	2,02
0,19	0,25	1,28	0,15	0,17	0,26	0,16	0,95	0,21	0,10	17,25	0,084	0,086	0	0,499	0,081	1,01	20,0	0,31	2,05
0,20	0,25	1,25	0,15	0,15	0,26	0,18	0,96	0,24	0,09	18,31	0,083	0,081	0	0,499	0,085	1,04	20,0	0,32	2,00
0,19	0,25	1,26	0,16	0,16	0,25	0,16	0,93	0,25	0,09	18,16	0,082	0,086	0	0,502	0,085	1,04	20,0	0,31	1,98
0,21	0,26	1,27	0,15	0,16	0,26	0,18	0,94	0,25	0,09	18,53	0,084	0,083	0	0,503	0,086	0,99	20,0	0,32	1,96
0,20	0,25	1,26	0,16	0,16	0,25	0,17	0,94	0,24	0,10	17,04	0,085	0,086	0	0,501	0,084	1,04	20,0	0,31	2,06
0,19	0,27	1,26	0,17	0,17	0,27	0,15	0,96	0,25	0,11	17,38	0,085	0,081	0	0,499	0,083	1,05	20,0	0,31	2,02
0,19	0,26	1,26	0,15	0,17	0,27	0,17	0,93	0,23	0,09	18,26	0,082	0,083	0	0,501	0,086	1,01	20,0	0,30	2,00
0,20	0,25	1,27	0,16	0,16	0,26	0,18	0,91	0,23	0,09	17,73	0,086	0,084	0	0,502	0,081	1,05	20,0	0,30	1,96
0,19	0,25	1,28	0,15	0,17	0,26	0,16	0,95	0,21	0,10	18,53	0,081	0,085	0	0,500	0,086	1,01	20,0	0,32	1,99
0,19	0,25	1,27	0,18	0,17	0,26	0,18	0,97	0,25	0,09	18,49	0,081	0,081	0	0,504	0,086	1,04	20,0	0,31	2,04
0,20	0,26	1,25	0,17	0,17	0,26	0,17	0,92	0,23	0,09	17,20	0,081	0,081	0	0,503	0,086	0,99	20,0	0,30	2,01
0,20	0,25	1,29	0,17	0,16	0,28	0,15	0,96	0,25	0,10	18,04	0,083	0,084	0	0,502	0,081	1,04	20,0	0,32	1,99
0,19	0,25	1,26	0,15	0,17	0,26	0,17	0,95	0,23	0,09	17,46	0,084	0,085	0	0,500	0,085	1,04	20,0	0,30	2,02
0,19	0,27	1,27	0,16	0,17	0,27	0,18	0,92	0,22	0,09	18,90	0,085	0,085	0	0,501	0,084	1,04	20,0	0,32	1,94
0,20	0,25	1,26	0,18	0,16	0,28	0,16	0,96	0,22	0,09	18,30	0,081	0,086	0	0,500	0,082	0,99	20,0	0,31	2,00
0,20	0,25	1,27	0,16	0,16	0,26	0,18	0,91	0,23	0,09	16,80	0,086	0,083	0	0,500	0,081	1,05	20,0	0,32	2,05
0,19	0,25	1,26	0,16	0,16	0,25	0,16	0,93	0,25	0,09	17,50	0,085	0,085	0	0,503	0,082	1,04	20,0	0,30	1,95

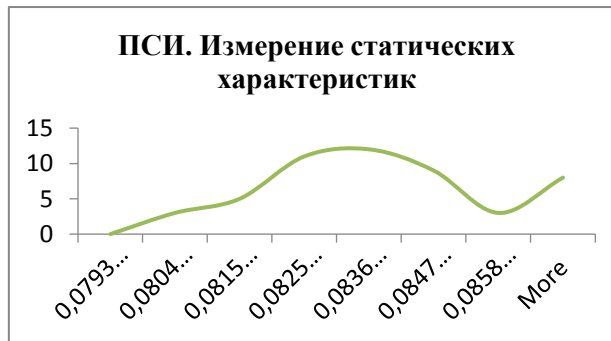
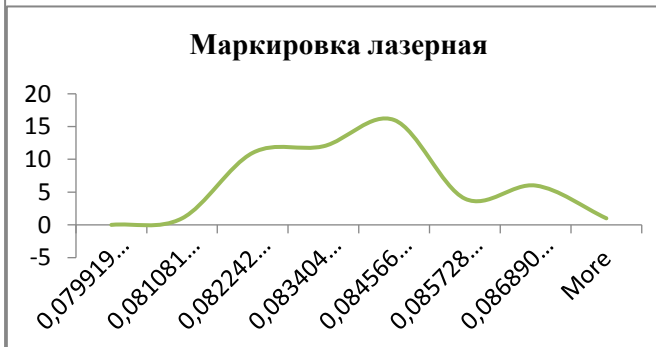
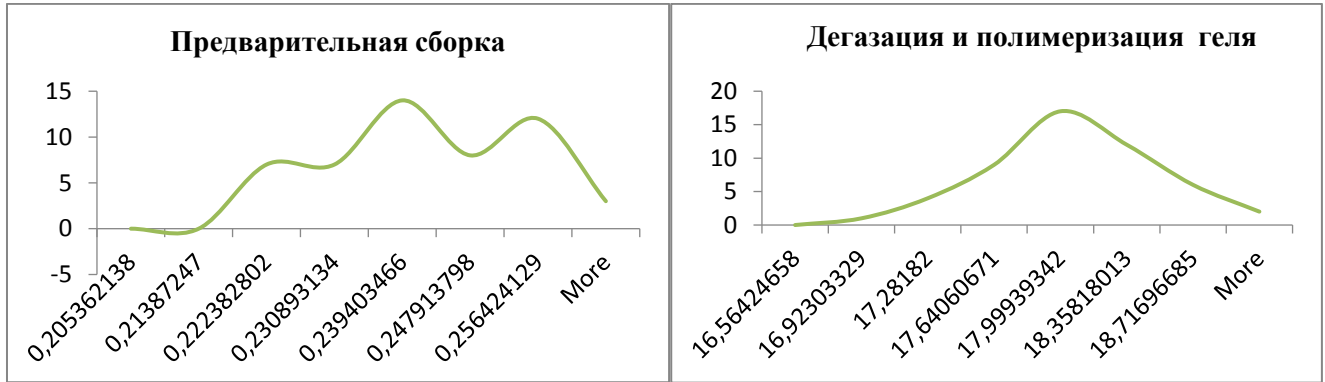
0,20	0,26	1,27	0,15	0,16	0,28	0,18	0,94	0,23	0,09	18,46	0,081	0,081	0	0,501	0,083	0,99	20,0	0,32	2,03
0,20	0,27	1,26	0,16	0,16	0,25	0,17	0,94	0,24	0,10	17,70	0,085	0,081	0	0,502	0,086	1,04	20,0	0,31	2,10
0,21	0,25	1,26	0,16	0,16	0,25	0,16	0,93	0,25	0,09	17,04	0,086	0,082	0	0,503	0,081	1,04	20,0	0,32	1,94
0,20	0,26	1,27	0,15	0,16	0,26	0,18	0,94	0,25	0,09	18,64	0,083	0,086	0	0,503	0,081	0,99	20,0	0,30	1,94
0,20	0,25	1,26	0,16	0,16	0,25	0,17	0,94	0,24	0,10	18,53	0,085	0,086	0	0,499	0,083	1,04	20,0	0,31	2,06
0,19	0,27	1,26	0,17	0,17	0,27	0,15	0,96	0,25	0,11	17,64	0,086	0,082	0	0,501	0,086	1,05	20,0	0,31	2,02
0,19	0,26	1,26	0,15	0,17	0,27	0,17	0,93	0,23	0,09	16,42	0,081	0,086	0	0,500	0,082	1,01	20,0	0,32	2,06
0,20	0,25	1,27	0,16	0,16	0,26	0,18	0,91	0,23	0,09	17,77	0,085	0,082	0	0,502	0,085	1,05	20,0	0,31	2,02
0,19	0,25	1,28	0,15	0,17	0,26	0,16	0,95	0,21	0,10	18,06	0,084	0,081	0	0,501	0,082	1,01	20,0	0,32	2,03
0,20	0,25	1,25	0,15	0,15	0,26	0,18	0,96	0,24	0,09	17,73	0,085	0,082	0	0,501	0,081	1,04	20,0	0,32	1,99
0,19	0,25	1,26	0,16	0,16	0,25	0,16	0,93	0,25	0,09	17,58	0,081	0,084	0	0,503	0,082	1,04	20,0	0,32	1,97
0,21	0,26	1,27	0,15	0,16	0,26	0,18	0,94	0,25	0,09	18,69	0,086	0,084	0	0,501	0,086	0,99	20,0	0,33	2,06
0,20	0,25	1,26	0,16	0,16	0,25	0,17	0,94	0,24	0,10	18,06	0,086	0,083	0	0,502	0,082	1,04	20,0	0,30	2,11
0,19	0,27	1,26	0,17	0,17	0,27	0,15	0,96	0,25	0,11	17,75	0,084	0,084	0	0,500	0,082	1,05	20,0	0,32	1,99
0,19	0,26	1,26	0,15	0,17	0,27	0,17	0,93	0,23	0,09	17,64	0,083	0,082	0	0,500	0,086	1,01	20,0	0,30	1,98
0,20	0,25	1,27	0,16	0,16	0,26	0,18	0,91	0,23	0,09	17,99	0,085	0,082	0	0,504	0,086	1,05	20,0	0,32	1,98
0,19	0,25	1,28	0,15	0,17	0,26	0,16	0,95	0,21	0,10	17,40	0,085	0,084	0	0,502	0,086	1,01	20,0	0,30	2,05

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж – ГРАФИКИ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ РАБОТЫ ВРЕМЕНИ ПОСТУПЛЕНИЯ РАБОТЫ НА РЕСУРСЫ.

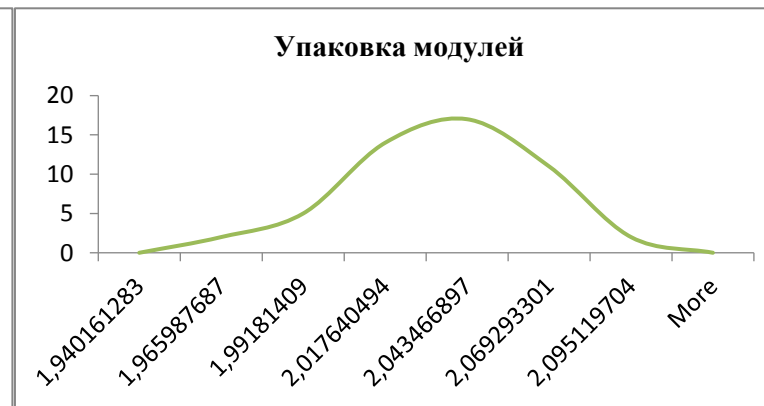
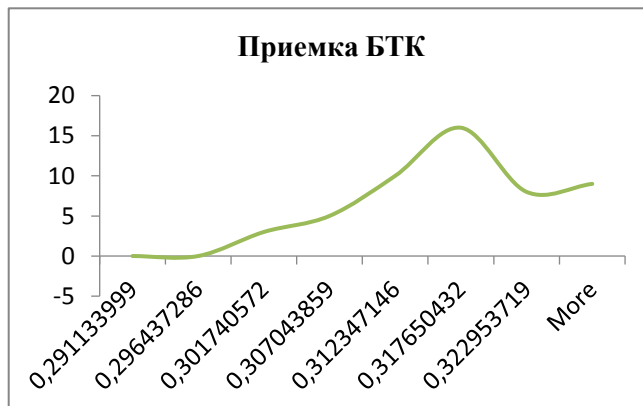
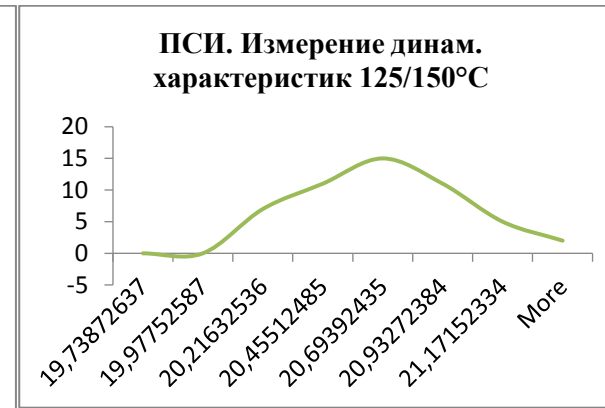
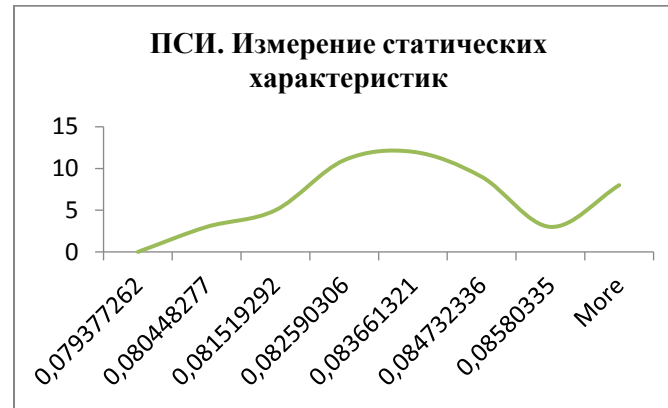




Продолжение приложения Ж



Продолжение приложения Ж



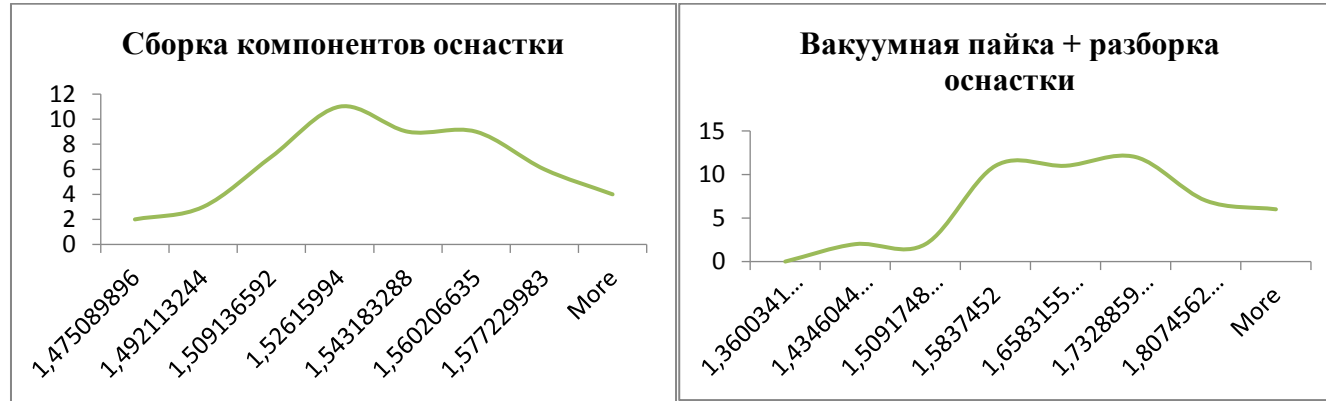
ПРИЛОЖЕНИЕ И - СТАТИСТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО ВРЕМЕНИ ИСПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ РЕСУРСОМ.

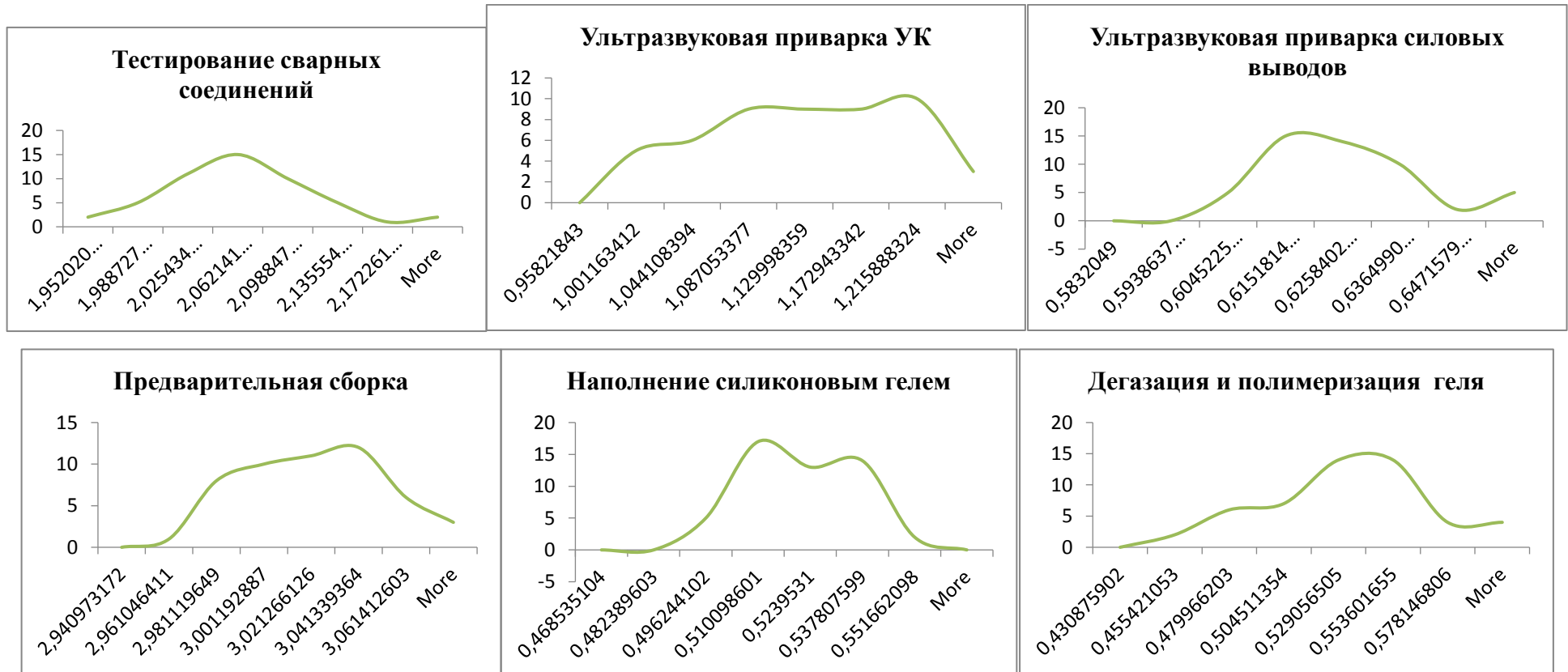
Сборка компонентов оснастки	Вакуумная пайка + разборка оснастки	Ультразвуковое сканирование	Плазменная очистка	Ультразвуковая разварка проволокой	Тестирование сварных соединений	Ультразвуковая приварка УК	Ультразвуковая приварка силиконовым электродом	Предварительная сборка	Наполнение силиконовым герметиком	Дегазация и полимеризация герметика	Окончательная сборка	Маркировка лазерная	Выдержка модулей	Контроль прогиба и внешнего вида	ПСИ. Измерение статических характеристик	ПСИ. Измерение динам. характеристик 25°C	ПСИ. Измерение динам. характеристик 125/150°C	Приемка БТК	Упаковка модулей
1,52	1,7	4,654	0,4	5,1	2,1	1,0	0,62	2,96	0,52	0,5	0,6	0,31	4320	2,0	1,54	1,05	1,0	3,20	1,03
1,57	1,8	4,683	0,3	5,0	2,1	1,0	0,63	2,96	0,50	0,5	0,5	0,32	4320	2,0	1,49	1,03	1,1	3,19	0,98
1,55	1,5	5,010	0,3	5,2	2,0	1,1	0,61	3,04	0,53	0,5	0,5	0,32	4320	2,1	1,52	1,00	1,1	3,04	1,03
1,51	1,6	4,699	0,4	5,0	2,1	1,1	0,65	3,07	0,52	0,5	0,5	0,33	4320	2,3	1,53	1,03	1,2	3,04	1,01
1,58	1,8	4,905	0,3	5,2	2,0	1,1	0,64	3,05	0,52	0,5	0,5	0,31	4320	2,1	1,56	1,01	1,0	3,07	1,02
1,51	1,6	4,920	0,4	5,0	2,0	1,1	0,62	3,06	0,50	0,5	0,5	0,34	4320	2,3	1,52	1,05	1,2	3,10	1,00
1,50	1,6	4,794	0,3	5,0	2,1	1,0	0,62	3,05	0,55	0,5	0,5	0,32	4320	2,3	1,55	1,01	1,0	3,12	1,03
1,53	1,6	4,981	0,4	5,1	2,1	1,0	0,64	3,03	0,55	0,5	0,5	0,32	4320	2,1	1,51	1,03	1,0	3,01	1,07
1,52	1,6	4,971	0,4	5,1	2,0	1,1	0,64	2,99	0,55	0,5	0,5	0,31	4320	2,0	1,51	0,99	1,1	3,10	1,01
1,57	1,7	4,648	0,4	5,0	2,1	1,0	0,59	3,08	0,52	0,5	0,5	0,33	4320	2,3	1,51	1,02	1,1	3,10	1,01
1,55	1,7	4,728	0,3	5,1	2,2	1,0	0,64	3,01	0,50	0,5	0,5	0,31	4320	2,0	1,52	1,06	1,2	3,12	1,01
1,51	1,7	4,810	0,3	5,0	2,0	1,0	0,60	3,02	0,53	0,5	0,5	0,33	4320	2,1	1,54	1,05	1,0	3,01	1,07
1,58	1,8	5,049	0,3	5,0	2,1	1,0	0,59	2,96	0,50	0,5	0,5	0,34	4320	2,1	1,50	0,99	1,2	3,09	1,08

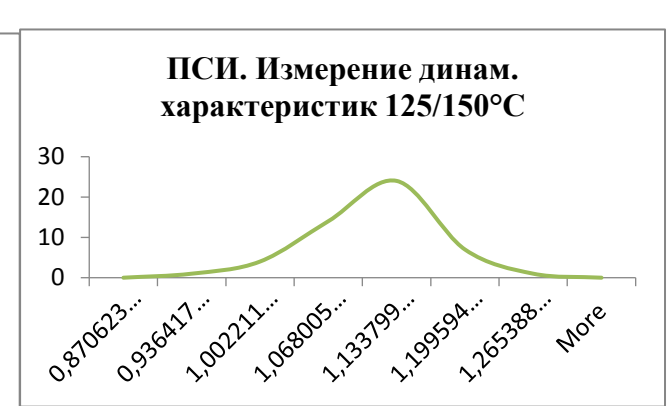
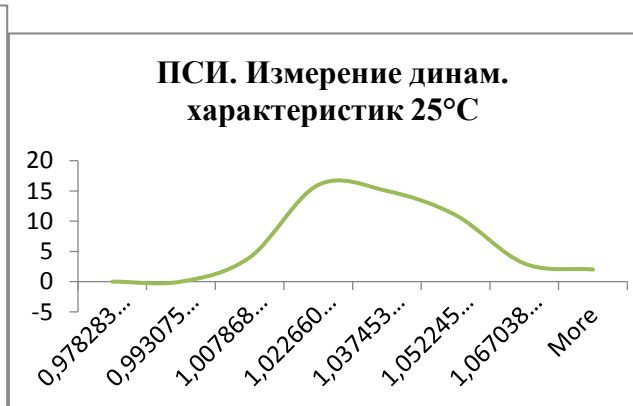
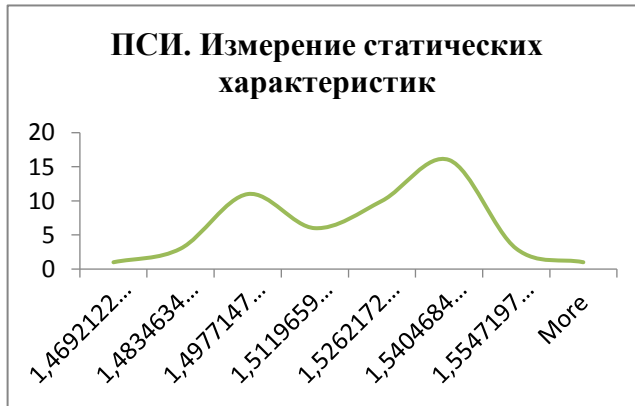
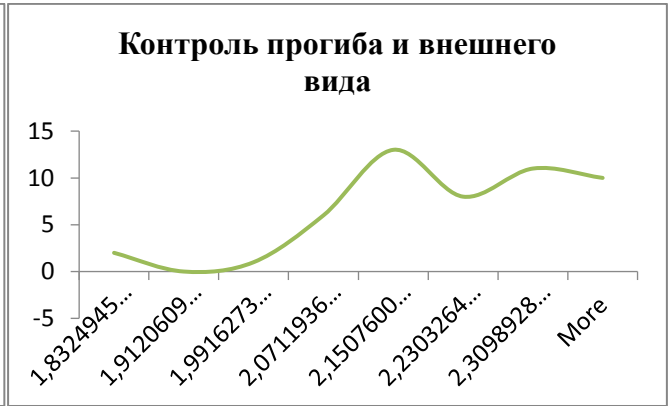
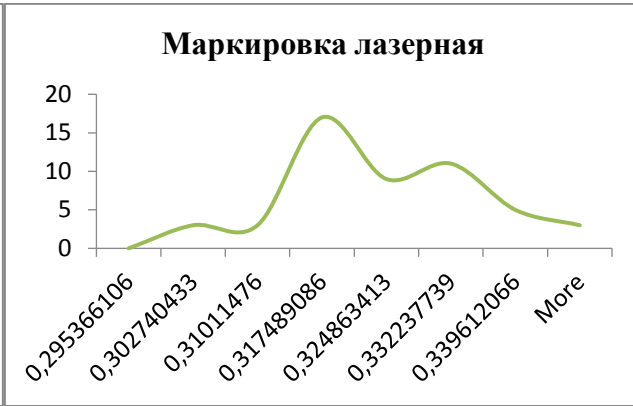
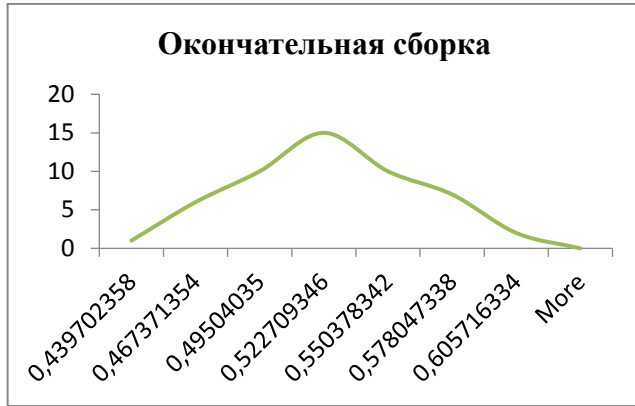
1,51	1,5	5,000	0,4	5,1	2,0	1,1	0,64	3,08	0,52	0,6	0,5	0,33	4320	2,1	1,47	1,00	1,0	3,00	1,01
1,50	1,6	4,940	0,3	5,1	2,0	1,2	0,64	3,05	0,52	0,5	0,5	0,30	4320	2,4	1,53	0,99	1,0	3,09	1,03
1,53	1,8	5,130	0,3	5,0	2,1	1,2	0,60	2,99	0,50	0,5	0,5	0,34	4320	2,1	1,52	1,06	1,1	3,19	1,08
1,52	1,6	4,794	0,4	5,1	2,0	1,2	0,63	3,00	0,50	0,5	0,5	0,33	4320	2,1	1,54	0,99	1,1	3,04	1,02
1,57	1,6	4,960	0,3	5,0	2,0	1,1	0,63	2,96	0,53	0,5	0,5	0,32	4320	2,2	1,54	1,06	1,2	3,05	1,07
1,55	1,6	4,971	0,4	5,0	2,1	1,2	0,59	2,98	0,49	0,5	0,5	0,34	4320	2,4	1,53	1,04	1,0	3,04	1,03
1,51	1,6	4,951	0,3	5,1	2,0	1,1	0,65	3,05	0,49	0,5	0,5	0,34	4320	2,3	1,51	1,05	1,2	3,11	1,06
1,58	1,7	5,089	0,4	5,0	2,0	1,1	0,62	2,99	0,51	0,5	0,5	0,32	4320	2,4	1,53	1,03	1,0	3,02	1,09
1,51	1,7	5,000	0,4	5,1	2,1	1,1	0,61	2,96	0,52	0,5	0,5	0,33	4320	2,1	1,52	1,05	1,0	3,14	1,06
1,50	1,6	4,950	0,4	5,0	2,0	1,0	0,62	3,02	0,49	0,5	0,6	0,30	4320	2,2	1,51	1,06	1,1	3,08	1,01
1,53	1,6	4,875	0,3	5,2	2,0	1,0	0,62	3,07	0,49	0,6	0,6	0,31	4320	2,1	1,52	1,02	1,1	3,12	1,09
1,52	1,7	4,644	0,3	5,0	2,1	1,0	0,63	3,03	0,51	0,6	0,5	0,32	4320	2,3	1,56	1,04	1,2	3,10	1,00
1,57	1,8	4,867	0,3	5,2	2,0	1,0	0,65	3,05	0,52	0,5	0,5	0,31	4320	2,1	1,55	0,98	1,0	3,12	1,06
1,55	2,1	4,663	0,4	5,0	2,0	1,0	0,61	3,05	0,52	0,5	0,5	0,31	4320	2,1	1,48	1,01	1,2	3,02	1,05
1,51	1,5	4,912	0,3	5,0	2,0	1,1	0,64	3,05	0,52	0,5	0,5	0,31	4320	2,1	1,50	1,05	1,0	3,06	1,07
1,58	1,6	4,894	0,3	5,1	2,1	1,1	0,61	3,04	0,55	0,6	0,6	0,33	4320	2,1	1,52	0,99	1,0	3,09	1,08
1,51	1,7	5,079	0,4	5,1	2,0	1,0	0,59	3,08	0,52	0,5	0,5	0,34	4320	2,3	1,51	1,06	1,1	3,03	1,04
1,50	1,5	4,894	0,3	5,0	2,1	1,2	0,62	3,01	0,56	0,5	0,5	0,31	4320	2,1	1,57	0,99	1,1	3,06	1,02
1,53	1,5	5,000	0,4	5,1	2,0	1,2	0,60	2,98	0,52	0,5	0,5	0,31	4320	2,3	1,52	1,05	1,2	3,10	1,05
1,52	1,6	4,775	0,3	5,0	2,0	1,1	0,63	3,03	0,54	0,5	0,6	0,32	4320	2,2	1,57	1,05	1,0	3,12	1,02
1,57	1,7	4,796	0,4	5,0	2,2	1,1	0,61	3,05	0,50	0,5	0,6	0,34	4320	2,4	1,49	1,03	1,2	3,01	1,00
1,55	1,8	4,843	0,4	5,1	2,1	1,0	0,63	3,03	0,51	0,5	0,5	0,34	4320	2,1	1,52	1,00	1,0	3,05	1,04

1,51	1,5	4,971	0,4	5,1	2,0	1,0	0,60	3,00	0,53	0,5	0,6	0,33	4320	2,2	1,53	1,05	1,0	3,11	1,07
1,58	1,6	5,039	0,3	5,0	2,1	1,2	0,63	3,04	0,50	0,5	0,6	0,32	4320	2,1	1,51	1,05	1,0	3,00	0,98
1,51	1,8	4,745	0,3	5,1	2,0	1,1	0,61	3,01	0,53	0,5	0,5	0,30	4320	2,0	1,52	0,99	1,1	3,14	1,06
1,50	1,6	4,913	0,3	5,0	2,1	1,0	0,61	2,95	0,50	0,5	0,5	0,33	4320	2,0	1,52	1,00	1,1	3,10	0,99
1,53	1,6	4,854	0,4	5,0	2,1	1,0	0,64	2,99	0,50	0,6	0,5	0,31	4320	2,1	1,53	1,04	1,2	3,12	1,05
1,52	1,6	4,706	0,3	5,1	2,0	1,0	0,64	2,97	0,56	0,5	0,5	0,34	4320	2,4	1,54	1,01	1,0	3,16	1,03
1,57	1,6	5,100	0,3	5,0	2,1	1,2	0,60	3,02	0,50	0,5	0,5	0,32	4320	2,2	1,53	1,03	1,2	3,17	1,06
1,55	1,7	4,900	0,4	5,1	2,2	1,1	0,62	3,08	0,50	0,6	0,5	0,31	4320	2,1	1,49	1,06	1,0	3,09	1,00
1,51	1,7	4,731	0,3	5,0	2,0	1,2	0,64	3,01	0,49	0,6	0,5	0,33	4320	2,0	1,52	1,01	1,0	3,05	1,00
1,58	1,6	4,629	0,4	5,2	2,1	1,2	0,64	2,98	0,50	0,5	0,6	0,33	4320	2,1	1,49	1,03	1,1	3,14	1,07
1,51	1,6	4,842	0,3	5,0	2,0	1,2	0,65	3,07	0,50	0,5	0,6	0,34	4320	2,4	1,53	1,01	1,1	3,10	1,07
1,50	1,6	4,961	0,4	5,2	2,0	1,1	0,63	3,02	0,53	0,5	0,5	0,32	4320	2,4	1,47	1,01	1,2	3,07	1,00
1,52	1,7	4,798	0,4	5,0	2,1	1,2	0,59	3,08	0,53	0,5	0,5	0,33	4320	2,4	1,50	1,03	1,0	3,01	0,99
1,57	1,8	4,786	0,4	5,0	2,0	1,1	0,64	3,05	0,54	0,5	0,5	0,34	4320	2,3	1,50	1,06	1,2	3,10	0,96
1,55	2,1	5,190	0,3	5,1	2,0	1,2	0,59	3,06	0,50	0,6	0,5	0,34	4320	2,2	1,50	1,01	1,0	3,10	1,00
1,51	1,5	4,808	0,3	5,1	2,1	1,1	0,59	3,00	0,55	0,6	0,5	0,33	4320	2,0	1,47	1,02	1,0	3,12	1,03

ПРИЛОЖЕНИЕ К – ГРАФИКИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПО ВРЕМЕНИ ИСПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ РЕСУРСОМ.







ПРИЛОЖЕНИЕ Л – РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕРА ПАРТИИ

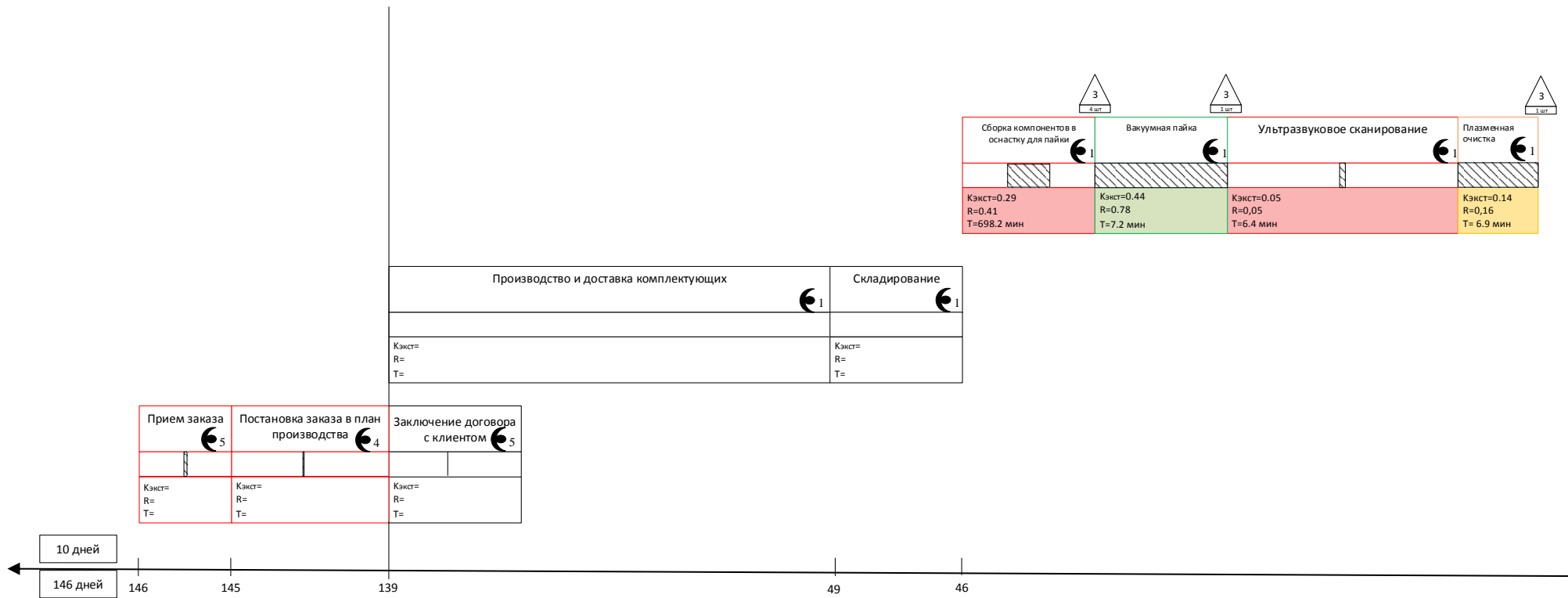
	t _{факт.}	t [^]	m	t _{max1}	t _{max2}	D _{min}	D _{max}	Q _{min}	Q _{max}
Сборка компонентов в оснастку для пайки	1,534	0,195	2	312	408	191,24	250,08	0,19980	0,50595
Вакуумная пайка	1,644	0,255	12	312	408	187,36	245,01	0,27780	0,80922
Ультразвуковое сканирование	0,353	0,165	18	312	408	861,48	1126,55	0,80811	2,25785
Плазменная очистка	5,051	0,163	4	312	408	61,28	80,13	0,05858	0,17353
Ультразвуковая разварка проволокой	1,024	0,173	1	312	408	260,65	340,85	0,21161	0,45024
Ультразвуковая приварка контактов управл.	0,624	0,94	1	312	408	199,49	260,87	0,52745	0,77303
Ультразвуковая приварка силовых выводов	3,031	0,223	1	312	408	95,88	125,38	0,11290	0,27972
Предварительная сборка	0,522	0,093	1	312	408	507,32	663,41	0,21926	0,46147
Наполнение силиконовым гелем	0,5	18,1	60	312	408	389,19	508,94	24,68182	40,84513
Дегазация и полимеризация геля	0,535	0,083	1	312	408	504,85	660,19	0,19963	0,43216
Окончательная сборка	0,322	0,083	3	312	408	892,28	1166,83	0,38435	0,92870
Маркировка лазерная	2,207	0,502	1	312	408	115,17	150,61	0,25603	0,51221
ПСИ. Измерение статических характеристик	1,516	0,082	1	312	408	195,24	255,32	0,08701	0,22527
ПСИ. Измерение динам. характеристик 25°C	1,03	0,084	1	312	408	280,07	366,25	0,12283	0,29937
ПСИ. Измерение динам. характеристик 125/150°C	1	20	1	312	408	14,86	19,43	0,63882	0,84367
Приемка БТК	3,1	0,31	1	312	408	91,50	119,65	0,14444	0,34000
Упаковка модулей	1,066	2,016	5	312	408	212,36	277,70	1,68801	3,04315
Система в целом								1,8	3,1

ПРИЛОЖЕНИЕ М - ПЕРЕРАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕРА ПАРТИИ

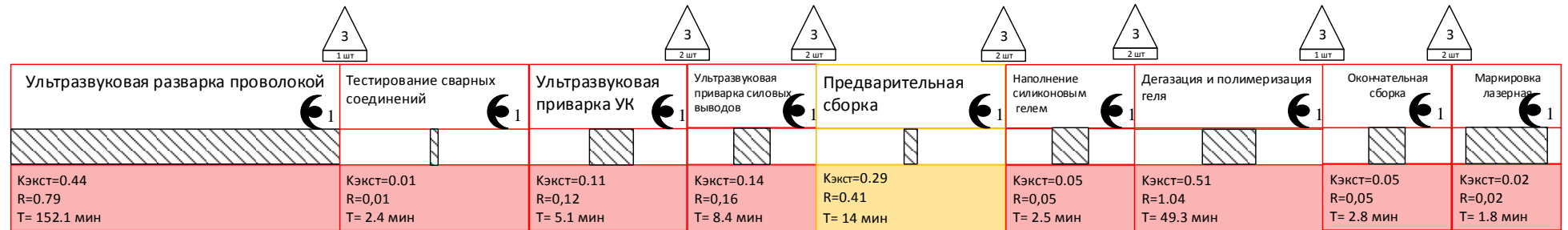
	$t_{\text{факт.}}$	t^*	m	t_{max1}	t_{max2}	D_{min}	D_{max}	Q_{min}	Q_{max}
Сборка компонентов в оснастку для пайки	1,534	0,195	2	312	408	191,24	250,08	0,19980	0,50595
Вакуумная пайка	1,644	0,255	12	312	408	187,36	245,01	0,27780	0,80922
Ультразвуковое сканирование	0,353	0,165	18	312	408	861,48	1126,55	0,80811	2,25785
Плазменная очистка	5,051	0,163	4	312	408	61,28	80,13	0,05858	0,17353
Ультразвуковая разварка проволокой	1,024	0,173	1	312	408	260,65	340,85	0,21161	0,45024
Ультразвуковая приварка контактов управл.	0,624	0,94	1	312	408	199,49	260,87	0,52745	0,77303
Ультразвуковая приварка силовых выводов	3,031	0,223	1	312	408	95,88	125,38	0,11290	0,27972
Предварительная сборка	0,522	0,093	1	312	408	507,32	663,41	0,21926	0,46147
Наполнение силиконовым гелем	0,5	18,1	120	312	408	479,39	626,89	36,10742	68,12546
Дегазация и полимеризация геля	0,535	0,083	1	312	408	504,85	660,19	0,19963	0,43216
Окончательная сборка	0,322	0,083	3	312	408	892,28	1166,83	0,38435	0,92870
Маркировка лазерная	2,207	0,502	1	312	408	115,17	150,61	0,25603	0,51221
ПСИ. Измерение статических характеристик	1,516	0,082	1	312	408	195,24	255,32	0,08701	0,22527
ПСИ. Измерение динам. характеристик 25°C	1,03	0,084	1	312	408	280,07	366,25	0,12283	0,29937
ПСИ. Измерение динам. характеристик 125/150°C	1	20	2	312	408	28,36	37,09	1,25604	1,67488
Приемка БТК	3,1	0,31	1	312	408	91,50	119,65	0,14444	0,34000
Упаковка модулей	1,066	2,016	5	312	408	212,36	277,70	1,68801	3,04315
Система в целом								2,5	4,8

ПРИЛОЖЕНИЕ Н– ПРОЕКТНАЯ КАРТА ПОТОКА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ИСПОЛНЕНИЯ ЗАКАЗА

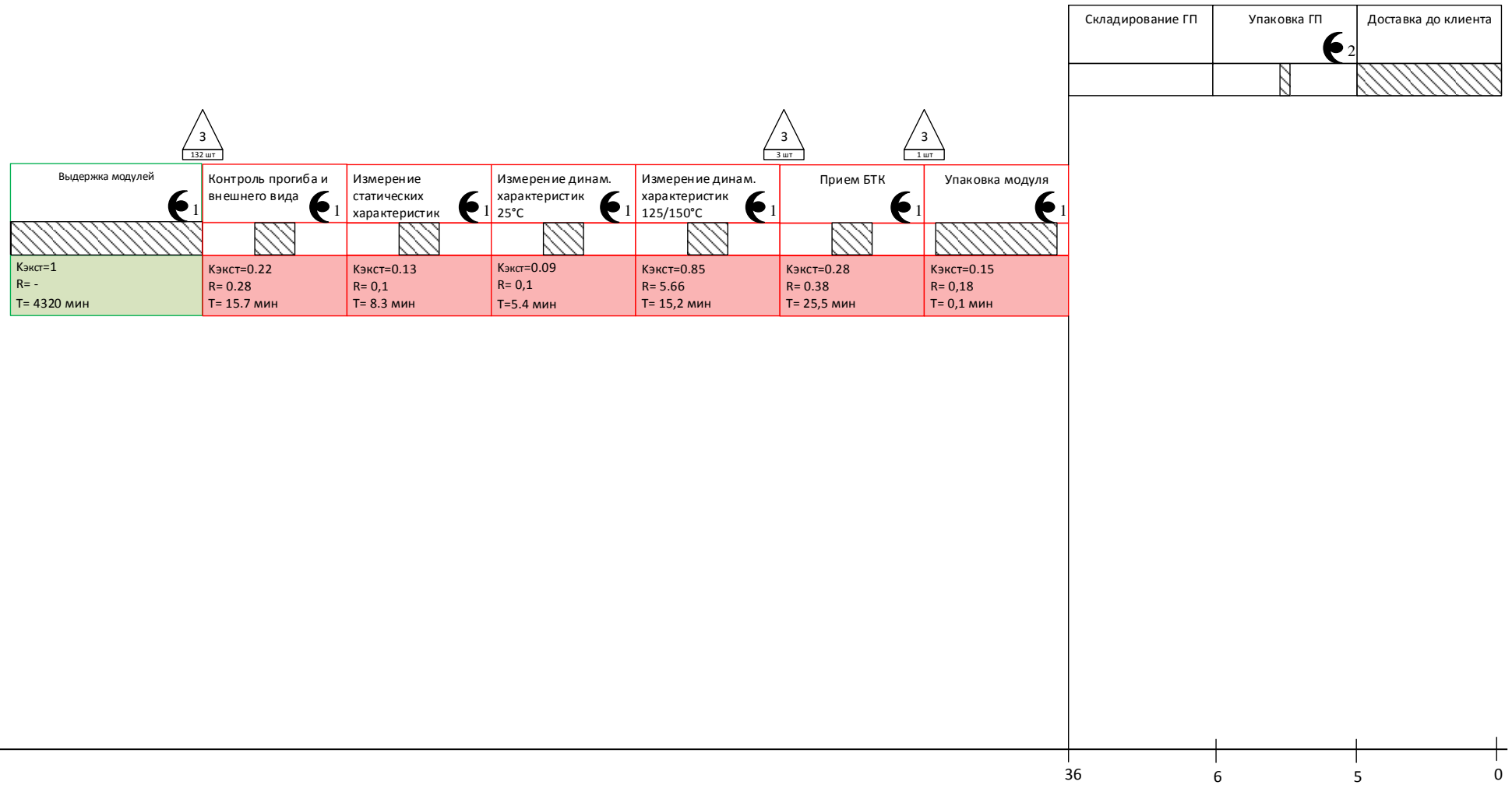
1 часть проектной карты потока продолжительности исполнения заказа



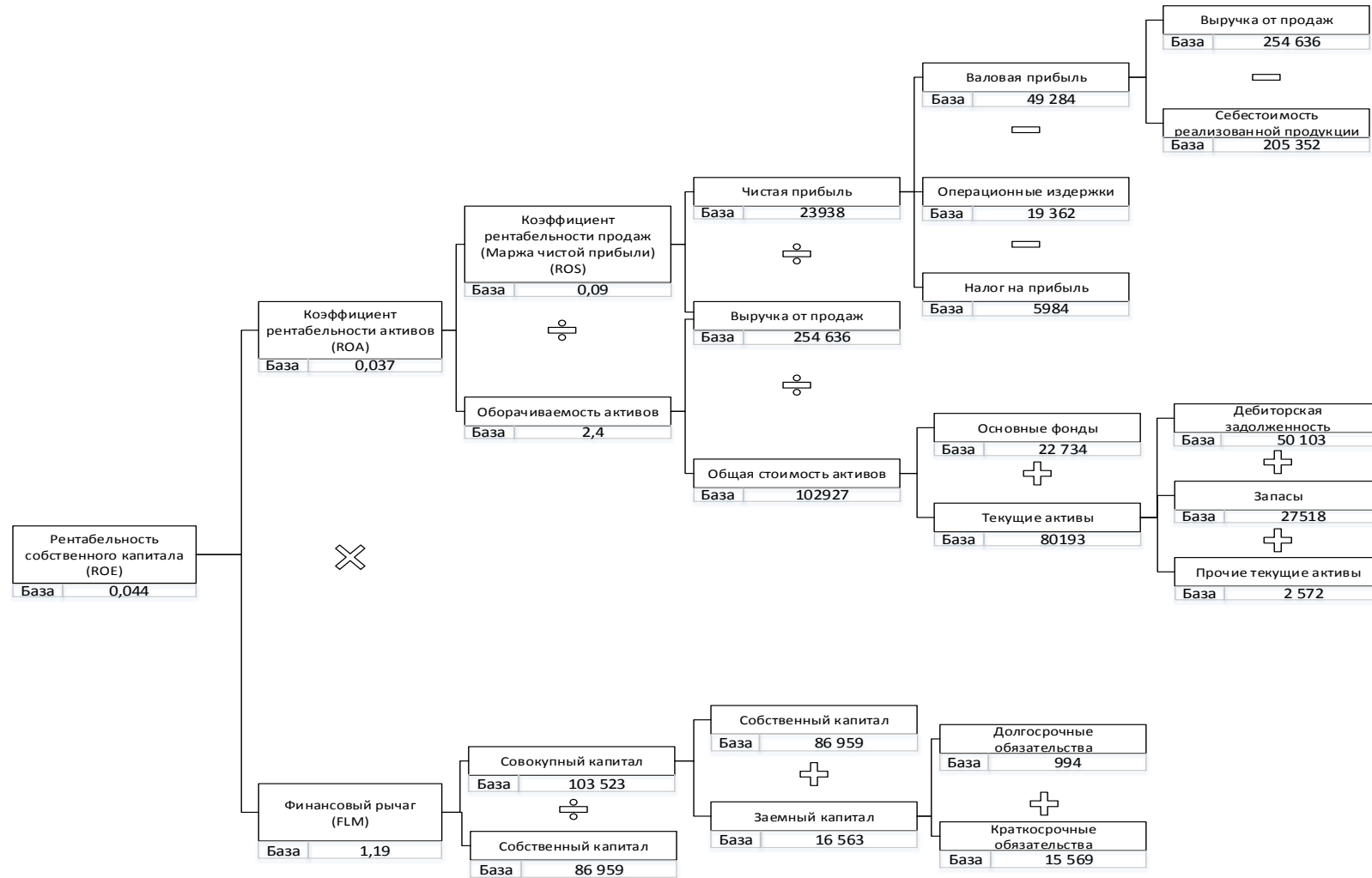
2 часть проектной карты потока продолжительности исполнения заказа



3 часть проектной карты потока продолжительности исполнения заказа



ПРИЛОЖЕНИЕ О– БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ



ПРИЛОЖЕНИЕ П – ПРОЕКТНЫЙ ВАРИАНТ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

