

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА»
(САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

На правах рукописи

Ковалева Анастасия Михайловна

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ
КОМПЕТЕНТНОСТЬЮ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМАХ**

2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства

Диссертация на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
Хаймович Александр Исаакович,
доктор технических наук, доцент

Самара – 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
Глава 1 Анализ проблемы управления компетентностью в производственных системах	11
1.1 Роль кадровых ресурсов в конкурентоспособности компании и повышении производительности производственной системы	11
1.2 Компетентностный подход в управлении кадровым ресурсом	18
1.3 Анализ современных подходов к управлению компетентностью.....	23
1.4 Выводы по главе 1	30
Глава 2 Разработка методики управления компетентностью в производственных системах.....	32
2.1 Разработка методики управления компетентностью	32
2.2 Разработка методики построения «эталонного» профиля компетенций сотрудника.....	34
2.2.1 Обзор метода развёртывания функции качества	34
2.2.2 Адаптация метода развёртывания функции качества для квалиметрической оценки компетенций	36
2.2.3 Разработка методики построения «эталонного» профиля компетенций сотрудника... ..	39
2.2.4 Формирование набора характеристик рабочего процесса и пула компетенций согласно специфики исследования	42
2.2.4.1 Формирование набора характеристик рабочего процесса производственной системы	43
2.2.4.2 Формирование пула компетенций кадровых ресурсов производственных систем	47
2.3 Разработка методики построения «реального» профиля компетенций сотрудника.....	50
2.3.1 Обзор метода анализа видов и последствий отказов.....	51
2.3.2 Адаптация метода анализа видов и последствий отказов для квалиметрической оценки компетенций	52
2.3.3 Разработка методики построения «реального» профиля компетенций сотрудника.....	55
2.4 Выводы по главе 2	56
Глава 3 Апробация разработанной методики управления компетентностью в производственных системах	58
3.1 Построение «эталонного» профиля компетенций сотрудника	58

3.1.1 Квалиметрическая оценка компетенций специалистов относительно их влияния на эффективность производственного процесса	58
3.1.2 Построение «эталонного» профиля компетенций специалиста в области организации и управления производственными процессами	65
3.2 Построение «реального» профиля компетенций сотрудника	66
3.2.1 Квалиметрическая оценка востребованности компетенций специалистов в производственном процессе	66
3.2.2 Построение «реального» профиля компетенций специалиста в области организации и управления производственными процессами	72
3.3 Составление карты развития компетенций.....	73
3.4 Разработка методики развития компетенций	77
3.5 Выводы по главе 3	85
Глава 4 Апробация разработанной методики развития компетенций	87
4.1 Разработка инструментария развития компетенций.....	87
4.2 Апробация инструментария развития компетенций.....	92
4.5 Выводы по главе 4	100
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	101
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	104
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	108
ПРИЛОЖЕНИЕ А Анкета «Влияние компетенций специалистов на эффективность производственного процесса».....	124
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Анкета «Востребованность компетенций специалистов в производственном процессе»	128
ПРИЛОЖЕНИЕ В Результаты анкетирования «Влияние компетенций специалистов на эффективность производственного процесса».....	131
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Результаты анкетирования «Востребованность компетенций специалистов в производственном процессе».....	140
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Сценарий выполнения заказа на производственном участке.....	146

ПРИЛОЖЕНИЕ Е Блок-схема алгоритма решения задач по анализу производственного сценария выполнения заказа на производственном участке	148
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж Тестирование разработанного инструментария развития компетенций	149
ПРИЛОЖЕНИЕ И Апробация разработанного инструментария развития компетенций	174
ПРИЛОЖЕНИЕ К Акт внедрения результатов диссертационной работы (ПАО «ОДК-Кузнецов»)	178
ПРИЛОЖЕНИЕ Л Акт внедрения результатов диссертационной работы (АО «Металлист-Самара»)	179
ПРИЛОЖЕНИЕ М Акт о внедрении результатов диссертационного исследования в учебный процесс	180

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования.

Перед отечественными предприятиями машиностроительной отрасли стоит комплексная задача повышения производительности и эффективности производственных систем. Что обуславливается необходимостью поддержания конкурентоспособности компании в современных условиях глобальных вызовов и трансформации экономики. Данные аспекты актуализируют вопросы совершенствования процессов управления ресурсами, внедрения инновационных технологий, сокращения материальных и временных издержек, оптимизации производственных процессов и повышения качества выпускаемой продукции.

Рост кадрового потенциала по сей день был и остаётся ключевым элементом функционирования производственной системы и фактором, обеспечивающим повышение её эффективности, что требует разработки гибких методов управления человеческими ресурсами, основанных на анализе текущих тенденций и особенностей влияния изменчивости внешней среды.

Для повышения производительности труда активно используется адаптивный компетентностный подход, который помогает формировать высокоэффективные команды, определять требования к должностям, планировать карьеру и повышать мотивацию работников. В данном контексте стратегически значимыми аспектами становятся разработка индивидуальных программ профессионального развития персонала, способствующих устойчивому развитию организации в долгосрочной перспективе. Исследование компетенций кадрового ресурса позволяет анализировать специфику и недостатки функционирования производственной системы через причины их формирования, а не фокусироваться на борьбе с последствиями.

В ходе обзора отечественных и зарубежных исследований процессов и процедур управления компетентностью в производственных системах не было найдено комплексного решения, предоставляющего возможность систематически рассмотреть компетенции сотрудников как фактор и инструмент повышения производительности машиностроительного предприятия. Таким образом, тема диссертационной работы, направленной на совершенствование процессов управления компетентностью в производственных системах, является актуальной.

Степень разработанности темы.

Существенный вклад в развитие сферы организации производства внесли отечественные и зарубежные учёные: Д.В. Антипов, Г. Гант, А.К. Гастев, Л. Гилберт, Ф. Гилберт, Э. Голдратт,

Г.М. Гришанов, О. Ерманский, В.Г. Засканов, В.Н. Козловский, Т. Оно, Ф. Тейлор, Г. Форд, А.И. Хаймович и др.

Значительный вклад в изучение и развитие компетентностного подхода внесли И.А. Зимняя, А.К. Маркова, Дж. Равен, Р. Уайт, Н. Хомский и др. Основу управления кадровым потенциалом, базирующегося на компетентностном подходе, заложили Р. Бояцис, Д. МакКлелланд, М.Л. Спенсер, С.М. Спенсер. В области управления компетенциями персонала можно отметить исследователей: М. Армстронг, Т.Ю. Базаров, А.Я. Кибанов, Ю.Г. Одегов, С.Д. Резник, С. Уидетт, С. Холлифорд.

На данный момент компетентностный подход широко представлен в области педагогики, при этом сфера организации и управления производством мало обращается к этой теме. Существующие исследования компетентностного подхода в производственном менеджменте в большей степени сосредоточены на формировании набора компетенций и оценки персонала по степени их владения. Среди них работы О.Э. Кичигина, С.В. Пучки, А.Э. Славинского, Ю.И. Соколовой, М.Б. Флека, В.В. Яценко и др.

Однако наблюдается значительный пробел в анализе влияния компетенций сотрудников на эффективность деятельности компании и их востребованности в текущей системе функционирования рабочих процессов. Указанный недостаток научной ниши в значительной степени снижает успешность действующих процессов управления компетентностью в производственных системах и актуализирует задачи разработки научно-методических и практических подходов в данном направлении.

Цель диссертационной работы.

Повышение производительности производственных систем машиностроительного предприятия за счёт повышения компетенций её кадровых ресурсов в части управления и организации производственных процессов путём разработки и применения методики управления компетентностью.

Задачи исследования.

1. Теоретический анализ состояния вопроса повышения производительности производственной системы в рамках компетентностного подхода.
2. Разработать методику управления компетентностью в производственных системах.
3. Создать методики построения «эталонного» и «реального» профилей компетенций сотрудника.
4. Сформировать методику развития компетенций в области управления, организации и аналитики производственных процессов машиностроительного предприятия.
5. Разработать инструментарий развития компетенций с использованием средств имитационного моделирования.

6. Провести апробацию методики управления компетентностью в производственных системах с применением методов экспертных оценок.

Научная новизна.

1. Разработана математическая модель длительности производственного цикла производственной системы в зависимости от уровня компетенций ее кадровых ресурсов, отличающейся от известных решений наличием новой нечеткой связи между параметрами модели.

2. Создана методика построения «эталонного» профиля компетенций сотрудника, позволяющая квалитетически оценить компетенции специалиста по интегрированному критерию их влияния на эффективность деятельности, отличительной чертой которого является лежащий в основе подход к ранжированию компетенций относительно их взаимосвязи с качественными параметрами рабочего процесса с точки зрения руководителей среднего звена, ранее не применяемый в области управления компетенциями кадровых ресурсов.

3. Сформирована методика построения «реального» профиля компетенций сотрудника, позволяющая квалитетически оценить компетенции специалиста по интегрированному критерию их востребованности в ходе рабочего процесса, отличительной особенностью которого является сбалансированный подход, учитывающий значимость влияния последствий неразвитости компетенции, трудоёмкость их формирования и частоту применения в трудовой деятельности линейных сотрудников по обеспечению функционирования производственных процессов, ранее не применяемый в области управления компетенциями кадровых ресурсов.

4. Разработан инструментарий развития компетенций, прогнозирующий эффект управленческого воздействия на производственную систему, отличающийся от известных решений тем, что реализует созданную в работе математическую модель средствами имитационного моделирования.

Теоретическая значимость работы состоит в разработке комплекса методик управления компетентностью в производственных системах для совершенствования инструментов управления и организации производства в части развития компетентностного подхода в сфере производственного менеджмента.

Практическая значимость работы состоит в построении «эталонного» и «реального» профилей компетенций, а также в составлении карты развития специалиста в области организации и управления производственными процессами на отечественных машиностроительных предприятиях, что дало возможность определить ключевой недостаток компетенций кадровых ресурсов и приоритет для развития, выявить недостатки существующего механизма тактического достижения календарного плана предприятия, сформировать рекомендации для руководства организации. Разработанные методика и инструментарий

развития компетенций позволили повысить компетентность сотрудников в части управления, организации и аналитики производственных процессов машиностроительных предприятий.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности 2.5.22. «Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства». Область исследования по содержанию, объекту и предмету соответствует п. 15 «Научно-практическое развитие инженерных инструментов управления, организации производственных систем, а также баз знаний», п. 19 «Разработка и реализация принципов производственного менеджмента, включая подготовку и совершенствование форм управления и организации производства» направлений исследований паспорта научной специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства (технические науки).

Методология и методы исследования. При решении поставленных задач использовались методы управления качеством продукции – развёртывание функции качества и анализа видов и последствий отказов, методы квалиметрического анализа, агрегирование данных, экспертные методы оценки и анализа, анкетирование, тестирование, статистические методы обработки данных, нечёткая логика, системный анализ, методологии управления системами, математическое моделирование.

Объект исследований: процесс управления производственной системой.

Предмет исследований: методики управления компетентностью кадровых ресурсов в производственных системах.

Положения, выносимые на защиту.

1. Математическая модель длительности производственного цикла производственной системы в зависимости от уровня компетенций ее кадровых ресурсов, с использованием новой нечеткой связи между параметрами модели.

2. Методика построения «эталонного» профиля компетенций сотрудника, позволяющая квалиметрически оценить компетенции специалиста по интегрированному критерию их влияния на эффективность рабочего процесса, прошедшая апробацию на ПАО «ОДК-Кузнецов», АО «Металлист-Самара», ООО «ЗПП», ПАО «Агрегат».

3. Методика построения «реального» профиля компетенций сотрудника, позволяющая квалиметрически оценить компетенции специалиста по интегрированному критерию их востребованности в ходе рабочего процесса, прошедшая апробацию на ПАО «ОДК-Кузнецов», АО «Металлист-Самара», ООО «ЗПП», ПАО «Агрегат».

4. Методика и инструментарий развития компетенций, позволяющие повысить компетентность кадровых ресурсов в части управления, организации и аналитики производственных процессов машиностроительных предприятия, прошедшие апробацию на ПАО «ОДК-Кузнецов».

4. Инструментарий развития компетенций, позволяющий спрогнозировать эффект управленческого воздействия на производственную систему, реализующий созданную в работе математическую модель средствами имитационного моделирования.

Степень достоверности результатов. Достоверность научных положений, выводов и результатов исследования обеспечивается: применением методик ранжирования, заложенных в известных и проверенных методах управления качеством продукции; обоснованным формированием репрезентативной выборки для сбора экспертного мнения; корректным применением известных и проверенных методов расчёта согласованности экспертных оценок; обоснованным формированием пула компетенций кадровых ресурсов производственных систем на базе действующих профессиональных стандартов и должностных обязанностей, утверждённых приказами и постановлением Минтруда России; применением известных и проверенных методологий управления системами; использованием валидных данных и соотношений для построения имитационной модели производственного участка и обоснованностью принятых допущений.

Апробация результатов. Основные результаты диссертации были представлены на всероссийских и международных конференциях, а именно: VI и VII Всероссийские национальные научные конференции молодых учёных «Молодёжь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований», г. Комсомольск-на-Амуре, ФГБОУ ВО «КнАГУ», 10-14 апреля 2023 г. и 8-12 апреля 2024 г.; 61 Международная научная студенческая конференция, г. Новосибирск, НГУ, 17 -26 апреля 2023 г.; III Международный междисциплинарный молодёжный форум «Человек. Знак. Техника», г. Самара, Самарский университет, 15-17 мая 2024 г.; IV Международная конференция «ASEDU-IV 2024: Перспективы развития науки, инженерии, естественно-научного, технического и цифрового образования», г. Навои, Узбекистан, НГПИ и БИТИ, Союз НИО, Сибирский научный центр ДНИТ, Красноярский краевой Дом науки и техники РосСНИО, 29 - 31 мая 2024 г.; Международная НТК имени Н.Д. Кузнецова «Перспективы развития двигателестроения», г. Самара, Самарский университет, 18 - 20 июня 2025 г.

Реализация результатов работы. Разработка теоретических положений, изложенных в диссертационной работе, проводилась по договорам и грантам: «Разработка систем мониторинга и предиктивной аналитики производственных систем с использованием технологии машинного зрения и обучения», в рамках Государственного задания, 2024 – 2026 г. шифр проекта FSSS-2024-0019 (исполнитель). Результаты работы внедрены на предприятиях ПАО «ОДК-Кузнецов» (акт внедрения от 25.09.2025 г.) и АО «Металлист-Самара» (акт внедрения от 24.09.2025 г.). Материалы диссертационной работы нашли применение в учебном процессе Самарского университета (акт внедрения от 16.09.2025 г.).

Публикации. Основные результаты диссертации представлены в 16 научных работах, в том числе 4 статьях, опубликованных в периодических изданиях, рекомендованных ВАК России.

Структура и объём работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы и 11 приложений. Текст диссертации изложен на 180 страницах машинописного текста, содержит 27 рисунков и 12 таблиц. Список литературы включает 172 наименования.

Глава 1 Анализ проблемы управления компетентностью в производственных системах

1.1 Роль кадровых ресурсов в конкурентоспособности компании и повышении производительности производственной системы

Конкурентоспособность компании характеризуется её способностью привлекать клиентов и удовлетворять их потребности, получая при этом прибыль в условиях рынка, на котором присутствуют предприятия, предоставляющие аналогичную продукцию и/или услуги. Конкуренция побуждает организации к постоянному совершенствованию своей продукции и процессов, стимулирует осваивать новые технологии и подходы, адаптироваться к меняющимся условиям и требованиям рынка, поддерживать репутацию.

Основой управления предприятием, направленной на повышение ее конкурентоспособности, является концепция всеобщего управления качеством [105]. Фундаментом подхода служит ориентация на качество продукции/услуг и работы в целом, в том числе качество организации процессов и профессионализма персонала [105]. Соответственно, ключевым понятием, на которое должны ориентироваться организации, является «качество». Качество продукции и услуг характеризуется осязаемой ценностью и выгодой для потребителя, обеспечиваемыми путём выполнения производителем их потребностей, требований и ожиданий [29].

Для установления и достижения целей в организациях существует система менеджмента качества, которая регулирует процессы и использование ресурсов [29]. Принципы менеджмента качества приведены в ГОСТ Р ИСО 9000—2015:

- «ориентация на потребителей» [29];
- «лидерство» [29], подразумевающее единство цели и направления деятельности;
- «взаимодействие работников» [29];
- «процессный подход» [29];
- «постоянное улучшение» [29];
- «принятие решений, основанное на свидетельствах» [29];
- «менеджмент взаимоотношений» [29] (заинтересованными сторонами).

В стандартах ИСО серии 9000, посвящённых системе менеджмента качества, одним из конкурентных факторов организации выделяют персонал [29]. Данное видение ситуации поддерживается во многих исследованиях [41, 44, 58]. Также значимость вклада сотрудников в внедрение и реализацию инноваций на производстве, несомненно способствующих возрастающему преимуществу компаний на рынке, отмечается во множестве работ [77, 79, 97, 124, 162].

Кадровый ресурс предприятия составляют все работники, реализующие свою профессиональную деятельность в рамках данной организации, тем самым обеспечивая осуществление её функциональных задач и стратегических целей. Производственный персонал представляет собой совокупность сотрудников, задействованных непосредственно в процессе производства и его обслуживании. Их действия напрямую влияют на качество и себестоимость продукции, формируя эффективность и результативность организации. Поэтому персонал можно назвать важнейшим ресурсом компании [29, 31].

В нестабильных условиях среды для достижения запланированных целей организациям необходимо эффективно управлять ресурсами, принимая во внимание сопутствующие им риски и возможности [30, 31]. Одним из таких рисков может стать человеческий фактор, например, отсутствие или недостаток навыков, знаний и опыта работников [31]. Таким образом, стратегически значимым направлением работы с конкурентоспособностью компании становится управление кадровыми ресурсами и повышение компетентности персонала [31].

Компетентность – «способность применения знаний, навыков, деловых и личностных качеств, реализуемая в рабочем поведении и позволяющая работнику успешно действовать при реализации поставленных задач» [26]. Взяв во внимание данное определение, можно сказать, что «качество» кадрового ресурса определяется его компетентностью.

Если рассматривать персонал как ресурс, то с точки зрения операционного менеджмента [112], он является частью производственной системы, в которой используется для преобразования исходного материала в готовую продукцию. Следовательно, компетентность работника определяет не только успешность его деятельности, но эффективность использования других ресурсов организации и функционирования всей производственной системы. Тогда, задача управления компетентностью персонала становится определяющим фактором результативности компании в целом.

Ключевое направление управления кадровым ресурсом заключается в повышении эффективности его использования: раскрытии потенциала каждого работника, мотивации и удержании, поддержке интересов.

В исследовании генезиса понятия эффективности [9] автор выделяет следующие основные подходы: соотношение результата и затрат; максимизация результата при минимизации затрат; качество результатов; достижение конкретных целей. Также он отмечает важность учёта временных рамок оценки эффективности: заданный промежуток времени, предиктивный анализ, анализ динамики. Таким образом, при обращении к понятию эффективности мы сталкиваемся с двумя критериями оценки – качественным и количественным. Данное разделение также подтверждается работами других авторов: Андреевой Ж. В. [4], Васильченко А.О. [17], Бахарева Д. К. [12].

Используя понятия эффективность и результативность, в настоящей работе принимается терминология, определённая в ГОСТ Р ИСО 9000-2015:

«эффективность – соотношение между достигнутым результатом и использованными ресурсами» [29];

«результативность – степень реализации запланированной деятельности и достижения запланированных результатов» [29].

Количественной характеристикой результативности является производительность – «мера способности к выполнению определённых функций» [32], которая отражает объем произведённой продукции или услуг в единицу времени [28].

Объективной характеристикой управления системой служит результативность работы данной системы [19]. Для анализа эффективности деятельности предприятия исследователи часто прибегают её к количественной оценке через, так называемые, ключевые показатели эффективности (KPIs) [129, 132, 148, 153, 155]. Можно заметить, что во многих работах авторы обращаются к стандарту ИСО 22400 как к базе выбора KPI-показателей для анализа эффективности производственных процессов в различных областях промышленности [127, 130, 143, 164, 169]. В своём исследовании Ди Луоццо и др. анализируют стандарт ИСО 22400 относительно организационных и управленческих последствий для компании после его внедрения [144]. Рассматривая приведённые авторами аргументы, можно сделать вывод об уместности использования данного стандарта в настоящем исследовании.

Важно отметить, что KPIs используются не только для оценки деятельности, но и как инструмент развития компании. Так, например, в [42] и [172] предлагаются методологии использования KPI для эффективного внедрения концепции Индустрии 4.0. Данные работы позволяют сделать вывод о крайней важности и актуальности использования KPIs для предприятий, которые стремятся соответствовать тенденциям развития современных технологий.

Ключевые показатели эффективности представляют собой количественно определяемую характеристику выполнения целей и задач предприятия. KPI-показатели формируют основу для принятия корректирующих и превентивных управленческих решений по совершенствованию производства, посредством оптимизации процессов, участвующих в создании добавленной стоимости изготавливаемой продукции [27].

Расчёты значений KPI-показателей проводятся на базе физических измерений рабочих характеристик деятельности предприятия. В основном для показателей устанавливают пороговые значения, индивидуально для каждой компании. Выход за допустимые границы является индикатором необходимости управленческого вмешательства. Также стоит отметить,

что анализ динамики изменений KPIs формирует обратную связь по влиянию управленческих решений на эффективность производственных процессов [27].

Во второй части ГОСТ Р ИСО 22400-2—2016 «Ключевые технико-экономические показатели (KPIs) для управления производственными операциями» приведены показатели, формирующие основу для принятия управленческих решений в сфере производственных процессов, технического обслуживания, управления материальными активами и контроля качества продукции [28]. Основные элементы производственной системы, определённые стандартом, связаны с плановыми и реальными измерениями, логистическими объёмами, показателями качества, сроками обслуживания и потреблением энергии. Информация о KPIs предназначена для трёх категорий сотрудников: непосредственно работающих с оборудованием, координирующих их деятельность, осуществляющих общее руководство производством [28].

Таким образом, эффективность управления и функционирования производственной системы в данной работе предлагается анализировать и оценивать при помощи ключевых показателей эффективности, определённых стандартом [27, 28].

Функциями управления производственной системой с точки зрения совокупности функционального и процессного подхода являются: планирование, организация, мотивация, координация и контроль [83]. Среди направлений развития управления современными производственными системами можно отметить: автоматизацию и цифровизацию (повышение эффективности и производительности) [10, 48, 70]; гибкость и адаптивность (увеличение скорости реакции на потребности рынка) [52, 109]; устойчивое развитие (стремление к социальной и экологической ответственности) [47, 120].

В целях оптимизации процессов и сокращения расходов на современных предприятиях используют такие принципы и методы организации производственной системы, как:

- 1) бережливое производство – системный подход к минимизации потерь в производственной системе при одновременном повышении производительности [167]. Особое внимание уделяется анализу и оптимизации потока создания ценности для клиента, непрерывному совершенствованию и сокращению потерь (перепроизводство, время ожидания, избыточные запасы, ненужная транспортировка и движения, излишняя обработка, дефекты и недоиспользование потенциала персонала [156]). Ключевые инструменты и методы [167]: методология 5S (организации рабочего места по правилу: сортировать, соблюдать порядок и чистоту, стандартизировать, поддерживать), кайдзен (философия менеджмента, направленная на непрерывное совершенствование), концепция «точно в срок» (производство товаров только в ответ на спрос клиентов), картирование потока создания ценности (визуализация потока материалов и информации), система канбан («вытягивающее» планирование, с помощью визуальных сигналов для регулирования потока);

2) теория ограничений – системный анализ предприятия, как комплекса связанных и взаимозависимых процессов, нацеленный на поиск и устранение элемента, ограничивающего производительность всей системы [37]. Методология, главным образом, фокусируется на таком показателе процесса, как пропускная способность [165]. Некоторые методы и инструменты [165]: дерево текущей реальности (построение причинно-следственных связей существующих проблем), «грозовая туча» (выявление внутреннего конфликта, лежащего в основе противоречий), дерево будущей реальности (анализ потенциальных последствий внедрения изменений в систему), дерево переходов (анализ потенциальных препятствий внедрению изменений в систему), план преобразований (инструкция внедрения изменений), «барабан – буфер – верёвка» (метод организации процесса для эффективной работы ограничения системы);

3) шесть сигм – дисциплинированный, основанный на данных и ориентированный на клиента подход, позволяющий сократить количество дефектов и добиться финансового роста, состоящий из пяти фаз: определение – измерение – анализ – улучшение – контроль [168]. Приоритетом является снижения затрат на низкое качество: затраты на оценку соответствия продукции требованиям качества, расходы на исправление/отбраковку незавершённой или завершённой работы до и после поставки продукта заказчику, затраты от потери недовольных клиентов [168]. Ключевые инструменты: картирование бизнес-процессов (диаграммы поставщик – вход – процесс – выход – клиент), развёртывание функции качества (перевод требований клиентов в соответствующие требования компании), анализ видов и последствий отказов (снижения риска отказов), анализ измерительной системы (оценка надёжности системы измерения), анализ возможностей процесса (оценка изменчивости процесса), диаграмма причинно-следственных связей (поиска причин проблемной ситуации), планирование экспериментов (анализ влияния входных факторов на результат), статистический контроль процессов (обеспечение стабильного качества продукции) [168];

4) индустрия 4.0 – цифровая трансформация производства, которая фокусируется на автоматизации, взаимосвязанности и оптимизации процессов в реальном времени с использованием цифровых технологий для коммуникации и контроля друг друга, например таких, как искусственный интеллект (наделение машин навыками принятия решений и выполнения заданий, основанных на алгоритмах, для предиктивного обслуживания и аналитики, управления запасами, машинного зрения, промышленной робототехники и управления цепочками поставок), машинное обучение (прогнозирование результатов посредством статистического анализа данных для мониторинга состояния оборудования и конструкций, предиктивного обслуживания и контроля качества, управления запасами и цепочками поставок), промышленный интернет вещей (сеть различных физических объектов, связанных через Интернет, обеспечивающая бесперебойный двусторонний поток данных между человеком и

машиной, машиной и машиной), аналитика больших данных (аналитическая техника, которая используется для выявления неизвестных закономерностей, стоящих за данными, и соотнесения их с определённым поведением, которое помогает принимать решения), киберфизические системы (интеграция возможностей датчиков, вычислений, управления и сетей в физических объектах и подключение их к интернету и друг к другу для мониторинга активов, производственных и сборочных линий, предиктивного анализа и управления цепочками поставок), облачные вычисления, аддитивное производство (печать трёхмерных твёрдых объектов путём наложения слоёв материалов друг на друга с использованием моделей, созданных в системах автоматизированного проектирования), роботизированные системы, цифровые двойники (виртуальная копия реального объекта, процесса или системы, воспроизводящая их взаимодействие с окружающей средой), кибербезопасность и т. д. [154, 157, 171];

5) индустрия 5.0 – потенциал цифровой трансформации производства, которая ставит людей в центр производственного процесса в сотрудничестве с машинами и цифровыми технологиями. Перспективные технологии: коллаборативные роботы (робот, предназначенный для физического взаимодействия с людьми в совместной рабочей среде), умные датчики (интеллектуальная сенсорная система, независимо собирающая, преобразующая, обрабатывающая данные и устанавливающая связь с внешней системой), цифровые двойники (синхронизация физической системы и её виртуального аналога), интернет всего (всеобъемлющая связь между людьми, объектами, данными и процессами), искусственный интеллект вещей (встраивания алгоритмов искусственного интеллекта в компоненты физической системы), блокчейн (распределённая база данных с цифровым управлением, используемая для хранения активов в корпоративной среде в форме транзакций), периферийные вычисления (распределённая вычислительная и накопительная структура, развёрнутая вблизи источника данных, которая хранит данные в локальных частях сети или периферийных устройствах), туманные вычисления (действия выполняются на процессорах, которые являются частью оборудования локальной сети, которое находится далеко от датчиков), когнитивные вычисления (технологическая платформа для имитации мыслительных процессов человека с целью решения сложных проблем), 6G и далее, дополненная реальность (интерактивная 3D-среда, которая объединяет реальный и виртуальный мир вместе), смешанная реальность (смесь реального и виртуального миров, где пользователи также могут взаимодействовать и манипулировать виртуальной средой с помощью передовых технологий сенсорики и визуализации), голография (трёхмерной фотография) [157].

Можно заключить, что в основе всех методологий лежит идея повышения производительности, увеличения эффективности использования располагаемых ресурсов и

уменьшение затрат на действия, не приносящие добавленную стоимость продукции. Важно отметить тенденцию роста значимости и стремительного развития инновационных технологий, что, конечно же, предъявляет повышенные требования к профессиональным компетенциям персонала и политики управления производственными системами [5]. Следует добавить, что отношение сотрудников к процессам модернизации и автоматизации производства, их способность быстрой адаптации к нововведениям, мотивация к обучению и развитию для соответствия современным тенденциям имеет значительное влияние на эффективность внедрения инноваций на предприятии [5].

Среди путей повышения производительности труда на отечественных предприятиях можно назвать [78]:

- переход к системе оплаты труда, основанной на KPIs;
- модернизация производства;
- цифровизация и автоматизация рабочих процессов;
- оптимизация затрат;
- развитие корпоративной культуры;
- повышение компетентности персонала.

В настоящем исследовании предлагается анализировать аспект повышения производительности производственной системы через влияния на неё компетентности кадровых ресурсов. Производительность производственной системы обеспечивает такое компонент её функционирования, как механизм тактического достижения календарного плана предприятия. Не касаясь частностей, механизм тактического достижения календарного плана заключается в принятом управленческом решении – что, сколько и когда требуется произвести [32], что относится к области управления и организации производственных процессов. Таким образом, корректность выбранной тактики определяет качество производственного процесса и возможность достигнуть желаемых значений производительности. Качество процесса определяется его соответствием запланированным параметрам, рациональностью задействования имеющихся возможностей и ресурсов. Соответственно, развитие компетенций кадровых ресурсов, в частности, в области управления и организации производственных процессов, способствует повышению производительности производственной системы машиностроительного предприятия.

На основании вышеизложенного можно заключить, что компетентность персонала, как параметр «качества» кадрового ресурса производственных систем, существенно влияет на показатели производительности и конкурентоспособности предприятия, а также требует гибкого управленческого воздействия.

1.2 Компетентностный подход в управлении кадровым ресурсом

В литературных источниках чаще всего выделяют следующие концепции управления человеческими ресурсами [84]:

- экономический подход (человек – объект управления, носитель функций для выполнения трудовых обязанностей);
- органический подход (стратегическая работа с персоналом: поиск и подбор сотрудников, планирование карьеры, повышение их квалификации);
- гуманистический подход (основной объект – корпоративная культура).

Также можно встретить следующую классификацию [76]:

- административный подход (набор, обучение и увольнение);
- функциональный подход (оценка производительности, компенсации и развитие карьеры);
- стратегический подход (привлечение и удержание талантов);
- человеко-центрированный подход (обучение, развитие и гибкость условий труда);
- гибкий подход (создание кросс-функциональных команд);
- устойчивое управление человеческими ресурсами (развитие сотрудников на долгосрочную перспективу, социальную ответственность).

Современные компании отдают предпочтение принципам управления, ориентированным на развитие персонала, руководствуясь при этом стратегическими целями организации.

Актуальным направлением в управлении кадровыми ресурсами является рассмотрение сотрудника в контексте реализации и развития его компетенций, что служит основной идеей компетентностного подхода [6, 46, 64, 135]. Его родоначальником считается американский психолог Дэвид Макклелланд, который заложил компетенции, заключающиеся в качествах и особенностях личности, как маркер отличий сотрудников относительно результативности их трудовой деятельности [46, 145]. Компетентностный подход использует компетенции в качестве основы стратегий по подбору, оценке, мотивации, обучению, развитию персонала, ротации кадров, выстраиванию корпоративной культуры и т.д. Целью подхода выступает становление сотрудника как эффективного, конкурентоспособного и успешного специалиста в своей профессиональной области на данный момент и в перспективе.

Применение компетентностного подхода обладает рядом преимуществ и особенностей [46, 135]:

- работник рассматривается как личность, обладающая определённым набором компетенций, характеризующим эффективность трудовой деятельности;

- динамика компетенций служит базой обоснования результатов деятельности сотрудников и предприятия;
- подход конкретизирует требования к сотруднику согласно его должности;
- способствует увеличению эффективности стратегического развития персонала, за счёт индивидуального подхода, формирования критериев оценки результатов и требований к программам обучения;
- содействует карьерному продвижению, тем самым повышает мотивацию работников;
- объединяет целеполагание системы управления персоналом и организацией с системой образования;
- ориентирован на длительную перспективу роста конкурентоспособности, результативности и эффективности организации.

Компетентностный подход выстраивает концепцию управления кадрами в соответствии с моделью компетенций. Она отражает требуемый набор компетенций для каждой должности или роли в компании. Модель компетенций формирует систему координат для задач отбора, оценки и составления плана развития сотрудников, которая нацелена на сокращение затрат на обучение персонала, организацию эффективных производственных процессов, усиление мотивации к высокопроизводительному труду [6].

Для построения моделей компетенций используют такие методы сбора информации и данных, как: опросы, анкетирования, оценочные шкалы, интервью, фокус-группы, экспертный метод, обзор литературы [126]. Модель компетенций, чаще всего представляют в виде таблиц, списков и диаграмм [14, 40, 50].

Для того, чтобы сформировать понимание термина «компетенция» необходимо разобрать составляющие его базовые элементы [113, 135]:

- 1) в основании компетенций лежат ценности и мотивы человека, то есть его мировоззрение и паттерны взаимодействия с внешней средой, сложившихся из внутренних глубинных психологических установок и убеждений, они направляют и управляют процессами приобретения компетенций;
- 2) личные и профессиональные качества – психофизические свойства, характеристики и особенности личности, определяющие качество и эффективность освоения и развития компетенций;
- 3) способности – заложенные с рождения физиологические особенности человека, проявляющиеся в коррелирующих с ними видах деятельности, благоприятствующие успешной реализации в данной области и дающие преимущества перед другими людьми;
- 4) знания – совокупность усвоенных представлений, теорий и информации, раскрывающихся в осведомлённости человека в конкретной сфере деятельности и

способствующие результативным решением практических задач. Знания можно распределить по классам: «знаю, что ...» (содержательная информация об объектах, явлениях, законах); «знаю, как ...» (формируют «умения», лежат в основе алгоритмизации практической деятельности); «знаю, почему ...» (концентрируются вокруг систем взаимосвязей, формируют «навыки», закономерности, причинно- следственные связи);

5) умения – осознанные действия, способность применить знания на практике;

6) навыки – доведённые до уровня автоматизма умения или высокоэффективные действия человека, не требующие от него значительных усилий;

7) мотивация – способность и готовность личности к осуществлению деятельности, для достижения поставленных целей;

8) эффективное поведение – действия, направленные на успешное решение поставленных практических задач согласно установленным требованиям;

9) опыт – освоенный и выработанный человеком комплекс способов и приёмов действий по применению на практике знаний, умений и навыков.

В исследовании [1] при изучении современных трактовок понятия «компетенция» и «компетентность» автор разделяет их на психологический и экономический подходы. Тогда, при определении рассматриваемых терминов делается акцент на способности человека к успешной деятельности или на требования к работнику для эффективного труда. Данное разделение наталкивает на мысль, что употребление данных понятий в настоящее время охватывает сразу две составляющих характеристики: не только знания и умения человека, но и их востребованность и актуальность в обсуждаемой области. Эти два аспекта и формируют в совокупности успешность и эффективность деятельности.

Таким образом, компетенцию можно определить, как единство личностных качеств, профессионально значимых знаний, умений, навыков, опыта, способности и готовности действовать, ориентированное на эффективное профессиональное поведение при выполнении трудовых функций согласно установленным требованиям, сложившейся ситуации и занимаемой должностью.

Совокупность компетенций человека образуют его компетентность. Компетентность образуется и раскрывается только в действии. Она складывается в процессе обучения и совершенствуется в профессиональной деятельности человека. Важной характеристикой компетентности является осознание и принятие ответственности за сделанные решения и действия [6].

Применительно к сфере управления кадровыми ресурсами можно определить компетенцию более узко, как степень профессиональной подготовки в рамках специальности или соответствие сотрудника требованиям конкретной должности. Основной акцент здесь делается

на осуществление трудовых функций, а компетенции становятся показателями, позволяющими прогнозировать производительность деятельности работника [135].

Единой общепринятой классификации компетенций не существует, в литературе можно встретить их группировку по различным критериям и аспектам. В самом общем виде компетенции можно разделить на профессиональные и личностные [113].

Личностные относятся к общим способностям человека обучаться и развиваться, взаимодействовать с другими людьми, особенностям его мышления. Данные компетенции универсальны и позволяют сотруднику оценивать сложившуюся ситуацию и принимать оптимальные решения, достигать желаемого результата в личной и профессиональной сфере.

Профессиональные компетенции включают в себя как общие базовые, так и специальные прикладные знания и навыки, приобретаемые человеком в результате обучения и трудовой деятельности. Здесь можно выделить общие профессиональные (применимые в разного рода областях управленческой или исполнительской работы в любых организациях) и специальные профессиональные (применимые только в определённой сфере, профессии или организации) компетенции [113]. Наличие определённого набора профессиональных компетенций является критерием назначения человека на конкретную должность и напрямую коррелирует с соответствующими ей должностными обязанностями.

В литературе можно часто встретить обращение к, так называемым, цифровым компетенциям [35, 98, 108]. К ним относятся компетенции по использованию цифровых технологий для решения поставленных задач, которые включают поиск, анализ, обработку и обмен данными в цифровой среде. В своей работе М. Б. Флек и Е. А. Угнич [108] составили общую модель цифровых компетенций работников предприятий, в которой наиболее приоритетными компетенциями в условиях цифровой трансформации предприятия стали: «обеспечение цифровой безопасности» (защита информации, сервисов, персональных данных и т.д. в цифровой среде), «управление информацией и данными» (поиск, анализ и обмен информацией с использованием цифровых инструментов) и «решение технических проблем в цифровой среде» (определение и разрешение технических проблем при использовании устройств, цифровых сред и инструментов). Данные компетенции важны в долгосрочной перспективе с учётом возрастающей с каждым годом тенденцией автоматизации и цифровизации производства и будут учтены в настоящем исследовании.

В исследовании [126], целью которого была разработка таксономии компетенций, общих для различных профессий, на основании фактических данных из литературы, приведён список универсальных компетенций, включающий: способность работать в команде, к сотрудничеству и коммуникации, адаптироваться к изменениям, ориентация на достижения, креативность, инновации, обучение и постоянное совершенствование, аналитическое и критическое мышление,

инициативность, профессиональная репутация и этика, психологическая устойчивость, клиентоориентированность, лидерство, профессионализм, уверенность в себе, организационная приверженность, упорство и настойчивость, оптимизм, эмоциональный интеллект, самостоятельность, надёжность и точность, стратегический подход, ориентация во внутренних процессах компании, навыки планирования и организации, управления людьми, решения проблем, принятия решений, наставничества, управления конфликтами, переговоров. Владение сотрудником перечисленными компетенциями способствует эффективному решению поставленных задач в любой сфере деятельности, в том числе в области управления и организации производственных процессов.

В статье Муродуллаева Б. М. [149] отмечается, что для достижения целей и реализации стратегии организации необходима интеграция компетенций персонала с технико-технологической составляющей производства и организационно-управленческой подсистемой. Из чего следует важность сконцентрировать внимание в данной работе на технических и организационно-управленческих компетенциях работников.

Многие авторы [7, 22, 64, 69, 93, 110, 123, 128] при исследовании компетенций специалистов технического профиля выделяют среди них важность таких аспектов, как: аналитические навыки, межличностные навыки, активность и гибкость, планирование и управление, внедрение новых технологий и подходов, риск-менеджмент, креативность и инновационное мышление, системное и стратегическое мышление. Данные направления компетенций можно считать стратегически верными для развития организации и будут учитываться при составлении пула компетенций специалиста в дальнейшем исследовании.

Компетенции можно развивать при помощи воздействия факторов:

- внешних: обучение, обратная связь, профессиональный опыт;
- внутренних: интересы и мотивация личности.

В своей работе Смирнова А.Р. и Пряжникова Е.Ю. [101] приводят обобщённую схему развития компетентности от знаний к осознанию через действие. При этом прогрессируя, начиная с пустых знаний, затем к формальным знаниям, умениям и навыкам, далее к опыту и пониманию действий и их значимости, заканчивая автоматизацией навыков.

В контексте компетентного подхода градация уровней компетенций даёт возможность формулировать требования должности, оценивать компетентность персонала, обоснованно подходить к вопросам программ повышения квалификации, карьерного роста и наставничества [135].

Соответственно, компетенции являются динамической категорией, что обуславливает необходимость разработки методик для управления ими: оценки, развития и мониторинга в

рамках профессиональной деятельности сотрудников [135], что становится предметом настоящего исследования.

1.3 Анализ современных подходов к управлению компетентностью

Для эффективного и результативного функционирования системы менеджмента качества на предприятии у сотрудников должна быть возможность реализовывать и развивать свою компетентность, за что несёт ответственность высшее руководство [29].

Процесс управления компетентностью персонала включает в себя (рисунок 1 [26]): определение, анализ и сопоставление требуемой и имеющейся компетентностей; проведение мероприятий по приобретению, повышению и поддержанию компетентности; оценка результативности предпринятых мер [31].



Рисунок 1 – Процесс управления компетентностью и развитием персонала [26]

Существующие исследования компетентностного подхода в производственном менеджменте [22, 50, 69, 93, 108, 126] в большей степени сосредоточены на формулировке необходимых компетенций или оценке персонала по компетенциям, что соответствует только этапу «планирование» процесса управления компетентностью персонала [26]. Таким образом, можно сформулировать существующую на данный момент проблему управления компетентностью в производственных системах: отсутствие комплексного решения,

предоставляющего возможность систематически рассмотреть компетенции сотрудников как фактор и инструмент производственного менеджмента.

На основании вышеизложенного сформулирована задача настоящего исследования, заключающаяся в необходимости разработать методику управления компетентностью в производственных системах, комплексно реализующую цикл управления компетентностью и развития персонала «планирование – выполнение – проверка – действие» [26]. Для эффективного управления кадровыми ресурсами в соответствии с данным циклом требуется установить приоритетные действия по устранению существующих несоответствий между имеющейся и требуемой компетентностью [26].

В рамках компетентностного подхода потребность в компетентности формируется в виде модели компетенций, которая отражает эталонные характеристики сотрудника для наилучшего функционирования в рамках специальности и занимаемой должности [14, 40, 50]. На её основании проводят оценку компетенций персонала для выявления имеющихся несоответствий, что позволяет разработать индивидуальную карту развития компетентности и карьеры, определив потенциал реализации сотрудника и ключевые компетенции, требующие совершенствования путём обучения [14, 35, 99]. Выявление приоритетного направления по развитию компетентности позволит оптимизировать инвестиции в обучение сотрудников и ускорить его эффект относительно производительности труда и производственных процессов. Таким образом, оценка персонала относительно моделей компетенций способствует увеличению эффективности управления кадровыми ресурсами.

Оценка персонала нацелена не только на определение уровня квалификации и необходимого обучения работников, но и на оценку оптимальности рабочих процессов, получение обратной связи, анализ вклада сотрудника в достижение целей организации, повышение потенциала коллектива и успешности компании [21]. В таком случае, при оценке эффективности функционирования производственных процессов на предприятии компетенции персонала анализируются не относительно качества его трудовой деятельности, а применительно к стереотипу рабочей рутины, в которой он существует. Другими словами, степень реализации одних или других компетенций сотрудника в настоящем исследовании может рассматриваться как потенциальный риск в механизме тактического достижения календарного плана предприятия.

Соответственно, для управления компетенциями персонала необходимо сформировать цель развития специалиста – матрицу компетенций, и оценить исходную компетентность сотрудника, для составления карты развития. В настоящем исследовании предлагается сделать акцент не на развитии самых важных и перспективных компетенций в матрице, что обычно становится целью выбора обучения руководством, а на наибольших отклонениях исходной

компетентности от «эталоны». Поставленное условие задаёт направление в разработке методики управления компетентностью в производственных системах, которая позволит выявить ключевой недостаток компетенций кадровых ресурсов, а также парадигму работы производственной системы, которые становятся главной причиной ограничения производительности производственного процесса.

Тогда матрица компетенций сотрудника или, так называемый, его «эталонный» профиль должен отображать распределение усилий и действий персонала, необходимых для обеспечения максимальной результативности деятельности предприятия. В свою очередь, исходная компетентность сотрудника или, так называемый, его «реальный» профиль имеет своей целью продемонстрировать востребованность компетенций в ходе работы в текущей парадигме деятельности.

Для определения набора элементов модели компетенций исследователи чаще всего прибегают к использованию профессиональных стандартов [40, 50, 73] или уже существующих актуальных практик [14, 35] в зависимости от поставленной цели развития персонала. Далее выбирается метод оценки, разрабатывается и тестируется модель компетенций. После проведения самой оценки, её результаты анализируются, даётся обратная связь и составляется план развития сотрудников [21].

Можно выделить следующие группы методов оценки персонала:

- качественные методы предоставляют описательную характеристику сотрудников, например, в виде психологических портретов или заключений эксперта [116]: матричный метод, система произвольных характеристик, оценка выполненных задач, «360 градусов», групповая дискуссия;
- количественные методы оценивают сотрудника через численные результаты, например, процент выполнения плана, количество ошибок, показатели эффективности [116]: метод балльной оценки, ранговый метод, рейтинговая система, ключевые показатели эффективности;
- комбинированные методы, объединяющие описательные характеристики с количественной оценкой [116]: метод суммируемых оценок (оценка качеств сотрудника по шкале), система группировок (распределение персонала по группам), деловые игры.

Для эффективного управления кадровыми ресурсами важно использовать методы оценки, конгруэнтные специфике задач их проведения и особенностям организации. Оценка персонала является комплексным процессом, подразумевающим формирование и внедрение системы критериев, отвечающих требованиям достоверности. Критерии должны быть выполнимыми, объективными, понятными, гибкими, соответствующими содержанию профессиональной деятельности и мотивирующими сотрудников к достижению высоких результатов [21]. Оценка персонала относительно моделей компетенций отвечает всем вышперечисленным критериям

достоверности, так как модели составляются на основе функционала сотрудника или лучших практик в виде таблиц, списков и диаграмм [14, 40, 50], они могут и должны изменяться и актуализироваться, в соответствии с тенденцией развития организации, а также являются ролевой моделью для специалистов.

Среди широко распространённых и простых в реализации методов оценки компетентности персонала можно отметить тестирование и анкетирование [65, 71]. При тестировании компетенции сотрудника оцениваются с помощью вопросов, нацеленных определить его профессиональные и психологические качества, предполагающих краткий или развёрнутый письменный ответ [65]. Метод позволяет сэкономить временные и трудовые затраты на его проведение, получить объективные и соизмеримые результаты [71]. Валидность используемого теста – важнейшая составляющая качества полученной информации. Тестирование является хорошим способом оценки не только самого сотрудника, но и программ обучения.

Основная идея анкетирования сводится к сбору информации через заполнение сотрудником анкеты, представляющая собой ряд вопросов [65]. От качества составленных вопросов зависит успешность достижения целей оценки [71]. Главным достоинством данного вида исследования является возможность сбора данных от большого числа респондентов за короткое время и их анализ посредством цифровых инструментов [65]. Что обеспечивает объективность, экономичность и системность метода. Процедура анкетирования включает следующие этапы: постановка целей проведения, разработка анкеты, определение репрезентативной выборки (целевой аудитории), рассылка и сбор анкет, обработка и анализ результатов, выявление общих тенденций и проблематики, разработка и внедрение мер по улучшению.

Популярным методом оценки персонала по модели компетенций является метод «360 градусов» или «круговая оценка» [62, 65]. Данный метод предполагает оценку сотрудника по критериям (компетенциям) через опрос коллег, клиентов, начальства, а также «самооценку» [65]. Резюмируя все полученные данные, складывается объективная характеристика соответствия компетенций работника его должностным обязанностям в организации [65]. Важным преимуществом метода является формирование обратной связи о сильных и слабых сторонах оцениваемого, что является потенциалом его реализации или областью для совершенствования [115]. Успешность применения круговой оценки напрямую зависит от качества предложенной в опросе модели компетенций. Она должна быть адекватной функционалу работника и целям предприятия. Также важно выработать шкалу оценки так, чтобы у всех оценщиков была её единая трактовка. В исследованиях, посвящённых применению метода «360 градусов» на

промышленных предприятиях [115, 121], а также в других сферах [18, 99], отмечается целесообразность и эффективность его использования.

Главным преимуществом круговой оценки можно назвать комбинированный анализ компетенции персонала «сверху» и «снизу». Данная концепция логично трансформируется в формирование конечной и исходной точек развития сотрудника. В связи с этим, рационально строить «эталонный» профиль компетенций работника на основании мнения руководящего состава, а «реальный» профиль – по оценке линейных исполнителей. Для получения такого рода информации наилучшим образом подходит метод анкетирования, описанный выше.

Сбор мнений группы компетентных специалистов в виде качественной или количественной характеристики объекта проставляет собой метод экспертных оценок [36]. Суждения экспертов формируются на основе их профессионального опыта и знаний [71]. Относительно определения компетентности сотрудника метод предлагает экспертам шкалу оценки для приведения их точек зрения к единой системе. В этом случае необходимо учитывать особенности восприятия шкал и содержания оцениваемых качеств экспертами, а также уровень их категоричности. В связи с этим, сбор и анализ мнений экспертов проводится при помощи методов, обеспечивающих достоверность результатов (ранжирование, парные сравнения, последовательные предпочтения и др. [111]), рассчитывается согласованность суждений и применяются методы её повышения путём обработки результатов опроса [36]. Как правило, для формирования обобщённых характеристик объекта вычисляется среднее арифметическое индивидуальных оценок экспертов [111].

Компетенции персонала и критерии их оценки являются качественными параметрами, что служит причиной необходимости разработки методик для перевода их в количественные показатели, для построения «эталонного» и «реального» профилей компетенций. Стоит заметить, что количественная оценка и ранжирование объектов исследования на основе экспертного мнения о их качественных характеристиках часто используется в методах управления качеством продукции [54, 55, 140].

В практике проведения оценки персонала организации по её итогам исследователи формируют рекомендации для руководства, в которых указывают потребность в обучении сотрудников на программах по развитию конкретных компетенций, а также отмечают необходимость в внедрении культуры периодического мониторинга компетентности кадрового капитала [14, 35, 99]. Болдырева Н.В. в своей работе [14] приводит расчёт экономического эффекта от пройденного сотрудниками обучения и делает вывод о его положительном влиянии на результативность деятельности всей организации. Таким образом, анализ существующей научной литературы подтверждает гипотезу о пользе, эффективности и актуальности оценки персонала по компетенциям.

Обобщая теорию проведения оценки персонала по компетенциям, можно сформулировать основные требования к построению карты развития компетенций кадровых ресурсов предприятия:

- чётко сформулировать цели управленческого воздействия;
- объективно и обоснованно подойти к процессу построения модели компетенций, она должна в полной мере отражать функционал и специальность оцениваемого сотрудника;
- правильно сформировать репрезентативную выборку для сбора информации, её качественный и количественный состав;
- разработать шкалу критериев оценки, обеспечивающую её единое понимание оценщиками, отражающую цель её проведения и актуальные тенденции отрасли;
- выработать методы сбора и обработки результатов оценки, позволяющие обобщить и систематизировать полученные данные.

Важным этапом управления кадровыми ресурсами производственных систем является разработка программы развития компетентности и её реализация. Выбор методов обучения зависит от результатов предшествующей ему оценки компетенций персонала. Благодаря ей, известны направление и область для развития, текущая компетентность работника (база на которую надстраиваются новые знания и умения). Также при принятии решения стоит учесть финансовые ресурсы организации, которые она может выделить на развитие персонала в текущем положении.

В научных исследованиях выделяют следующие методы обучения сотрудников [66, 107, 114]: лекции; семинары, например, в виде мозговых штурмов и стратегических сессий; тренинги; интерактивные курсы; вебинары; инструктаж; сторителлинг (информирование о традициях и специфике компании); наставничество; тьюторство; коучинг (создание условий и направления для всестороннего развития личности и потенциала специалиста); конференции; симпозиумы; самостоятельное обучение; ротация кадров (систематический перевод сотрудников на другую должность); деловые игры (моделирование делового взаимодействия); кейс-стади (проблемно-ситуационный анализ реальных практических задач); бенчмаркинг (анализ опыта деятельности аналогичных организаций); шэдуинг (наблюдение за процессом работы более опытного специалиста); баскет-метод (имитация ситуаций, часто встречающихся в процессе трудовой деятельности).

При разработке методики развития персонала наилучшим вариантом является комбинирование разных методов обучения, что позволит компенсировать недостатки и усилить достоинства друг друга [66]. Также, при анализе литературы, можно заметить тенденцию предпочтения более современных и инновационных методов, предполагающих: электронный формат обучения; использование компьютерных технологий; развитие цифровых компетенций;

погружение в ситуацию, имитирующую реальные условия работы; высокую скорость реализации программ [15, 61, 107].

В научной литературе встречается множество работ, посвящённых разработке, так называемых, обучающих симуляторов и тренажёров для повышения квалификации персонала предприятий [16, 57, 117]. Они представляют собой технические средства профессиональной подготовки, предлагающие виртуальные учебные сценарии для проработки навыков [102]. Интерактивный формат учебной среды увеличивает мотивацию и вовлечённость сотрудников в анализ причинно-следственных связей рабочих процессов, что особенно важно для специалистов инженерных профилей, часто взаимодействующих со сложными техническими системами. В исследовании применения обучающих симуляторов [102] отмечается рост эффективности труда работников, прошедших подготовку на компьютерном тренажёре, и широкие перспективы применения подобных технологий.

Таким образом, можно сделать вывод о значительном преимуществе обучения сотрудников посредством тренажёров и симуляторов перед классическими форматами, особенно в рамках развития компетенций взрослых людей, уже владеющих основным базисом образования. Программа обучения с симуляторами должна быть ориентирована на работу с потенциально возможными в профессиональной деятельности ситуациями, демонстрирующими влияние принятых ими решений на эффективность выполнения поставленных задач. Такого рода программы активизируют процессы самообучения и получения персонального опыта в короткие сроки.

Признанными отечественными разработками в области развития компетентности сотрудников предприятий является компьютерный симулятор «Новый индустриальный вызов» [96] и тренажёр «Lean производство» [94, 95]. «Новый индустриальный вызов» нацелен на обучение актуальным навыкам принятия стратегических и тактических решений в сфере инжиниринга, организации производства и управления цепями поставок с опорой на финансово-экономические показатели деятельности предприятия [96]. «Lean производство» позволяет изучить основы и инструменты бережливого производства через решение задач оптимизации технологического процесса и сокращения потерь на производстве [94, 95]. Данные программные продукты симулируют работу машиностроительного производства, обеспечивая погружение обучающегося в приближенные к реальности условия, что делает процесс освоения компетенций наглядным, практикоориентированным и легкоусвояемым. Сотрудники могут экспериментировать и анализировать последствия своих действий в виртуальной среде, постепенно нарабатывая знания, умения, навыки и опыт без негативных последствий для реального производства.

Рассматриваемые симуляторы [94, 95, 96] охватывают многие аспекты функционирования предприятия, но можно заметить недостаточное внимание к анализу и мониторингу качества процессов работы самих производственных цехов и участков, что оставляет значительный пробел в понимании механизма тактического достижения календарного плана предприятия у обучающихся. Данное обстоятельство задаёт направление в разработке методики развития компетенций кадрового ресурса в сторону концентрации обучения в рамках управления, организации и аналитики производственных процессов цехов/участков машиностроительного предприятия. Для анализа валидности методики, или, другими словами, проверки повышения компетентности сотрудников, наилучшим образом подходит метод тестирования, описанный выше.

1.4 Выводы по главе 1

1. Кадровые ресурсы играют важнейшую роль в конкурентоспособности компании, являясь ключевой составляющей производственной системы, определяющей эффективность и результативность её функционирования, качество продукции и процессов. Компетентность персонала можно определить, как «качество» кадрового ресурса организации, и требует особого управленческого внимания. Выдвинута гипотеза, что развитие компетенций сотрудников, в частности, в области управления и организации производственных процессов, позволяет повысить производительность производственной системы машиностроительного предприятия.

2. Компетенции кадровых ресурсов производственных систем, лежащие в основе управления персоналом в рамках компетентного подхода, представляют собой единство личностных качеств, профессионально значимых знаний, умений, навыков, опыта, способности и готовности действовать, ориентированное на эффективное профессиональное поведение при выполнении трудовых функций согласно установленным требованиям, сложившейся ситуации и занимаемой должностью. Совокупность компетенций человека составляет его компетентность, закладывающуюся в процессе обучения и совершенствующуюся в профессиональной деятельности. Динамический характер компетенций формирует предмет исследования – методики управления компетентностью кадровых ресурсов в производственных системах.

3. Проведён теоретический анализ состояния вопроса повышения производительности производственной системы в рамках компетентного подхода, сделано заключение об отсутствии комплексного решения, предоставляющего возможность систематически рассмотреть компетенции сотрудников как фактор и инструмент производственного менеджмента для повышения производительности машиностроительного предприятия.

4. Определена актуальность задачи и логика разработки методики управления компетентностью в производственных системах, комплексно реализующую цикл управления компетентностью и развития персонала «планирование – выполнение – проверка – действие», направленную на формирование карты развития компетенций путём построения и сопоставления «эталонного» и «реального» профилей компетенций сотрудника, а также устранение ключевых несоответствий между ними. Задача составления «эталонного» профиля компетенций сотрудника заключается в выявлении мнения руководящего состава о требуемом распределении действий и усилий персонала для обеспечения максимальной эффективности и результативности деятельности предприятия. Задача «реального» профиля – установить востребованность компетенций в ходе работы в текущей парадигме деятельности на основе мнений линейных исполнителей. Исходя из анализа существующих исследований, поставлена задача разработки методики и инструментария развития компетенций кадрового ресурса в виде симулятора по обучению управлению, организации и аналитике производственных процессов цехов/участков машиностроительного предприятия.

В связи с вышеизложенным была сформулирована цель исследования: «Повышение производительности производственных систем машиностроительного предприятия за счёт повышения компетенций её кадровых ресурсов в части управления и организации производственных процессов путём разработки и применения методики управления компетентностью».

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. теоретический анализ состояния вопроса повышения производительности производственной системы в рамках компетентностного подхода;
2. разработать методику управления компетентностью в производственных системах;
3. создать методики построения «эталонного» и «реального» профилей компетенций сотрудника;
4. сформировать методику развития компетенций в области управления, организации и аналитики производственных процессов машиностроительного предприятия;
5. разработать инструментарий развития компетенций с использованием средств имитационного моделирования;
6. провести апробацию методики управления компетентностью в производственных системах с применением методов экспертных оценок.

2.1 Разработка методики управления компетентностью

Методика управления компетентностью, разработанная в настоящей работе, направлена на получение карты развития компетенций, которая составляется путём формирования и сопоставления «эталонного» и «реального» профилей компетенций сотрудника. «Эталон» является целью развития компетенций специалиста, а «реальный» профиль характеризует исходную точку, по которой определяют приоритетные направления роста. Этапы разработанной методики приведены на рисунке 2 в виде блок-схемы.

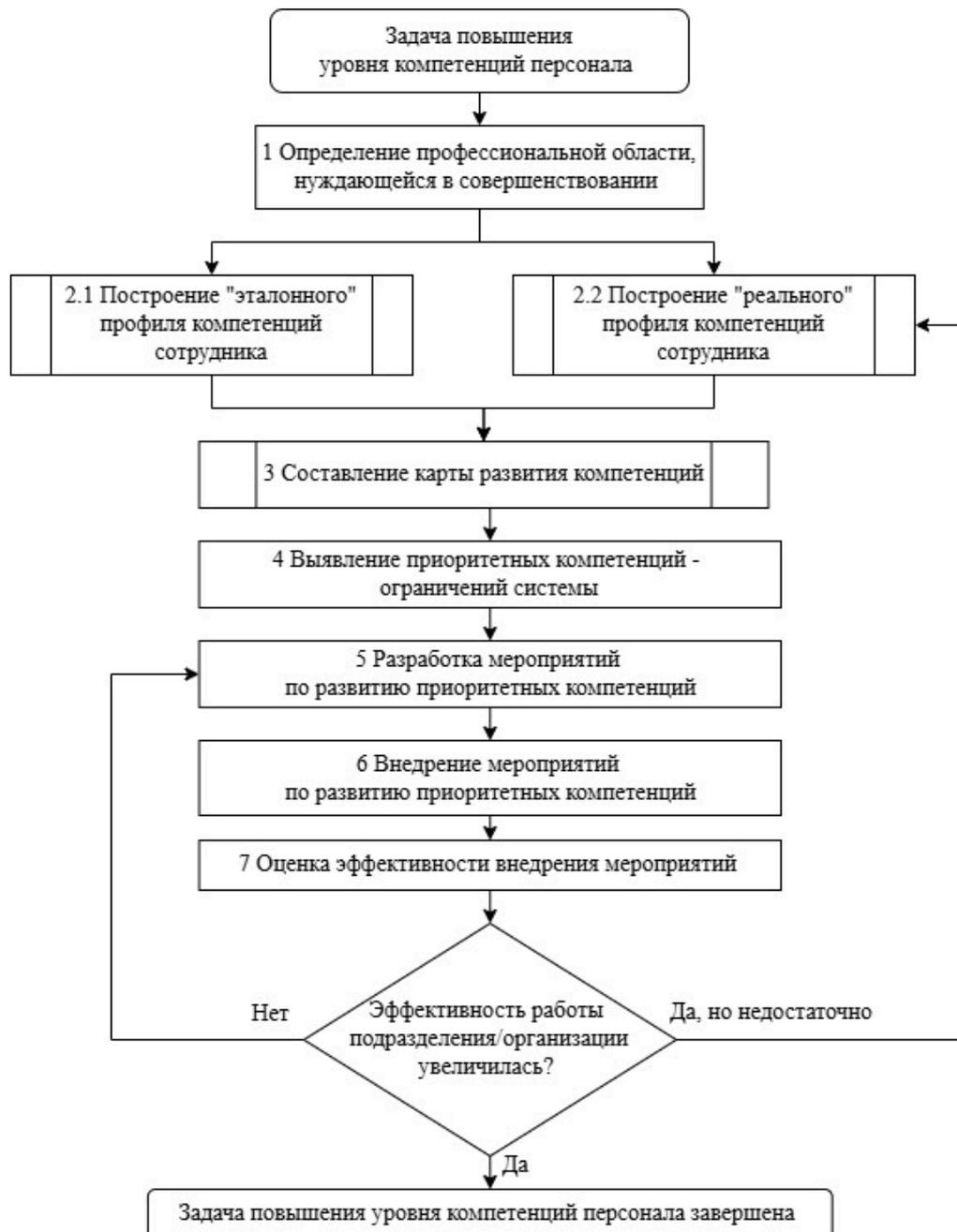


Рисунок 2 – Блок-схема методики управления компетентностью

На первом этапе реализации методики необходимо определить профессиональную область, нуждающуюся в совершенствовании. В настоящем исследовании – это организация и управление производственными процессами машиностроительного предприятия.

На втором этапе выполняется построение «эталонного» и «реального» профилей компетенций сотрудника (см. п. 2.2 и 2.3 настоящей работы). Третьим этапом является построение карты развития компетенций в виде лепестковой диаграммы (рисунок 3), на которую переносятся «эталонный» и «реальный» профили. Таким образом даже визуально становятся очевидны расхождения между ними. На четвёртом этапе определяются приоритетные компетенции – наибольшие отклонения «реального» профиля от «эталона», которые указывают на недостаточную развитость определённых компетенций персонала. Чёткая адресация управленческого воздействия на устранение обнаруженных ограничений способствует увеличению эффективности работы подразделения/организации. На пятом и шестом этапах разрабатываются и внедряются мероприятия по развитию приоритетных компетенций. На седьмом этапе оценивается эффект от проведения мероприятий и, если его нет, то следует снова вернуться на этап их разработки. Если же эффект есть, но его недостаточно для выполнения целей организации, необходимо повторить этапы с построения «реального» профиля для определения новых приоритетных компетенций. Критерием эффективности внедрения мероприятий является мнение высшего руководства относительно KPIs работы подразделения или организации.

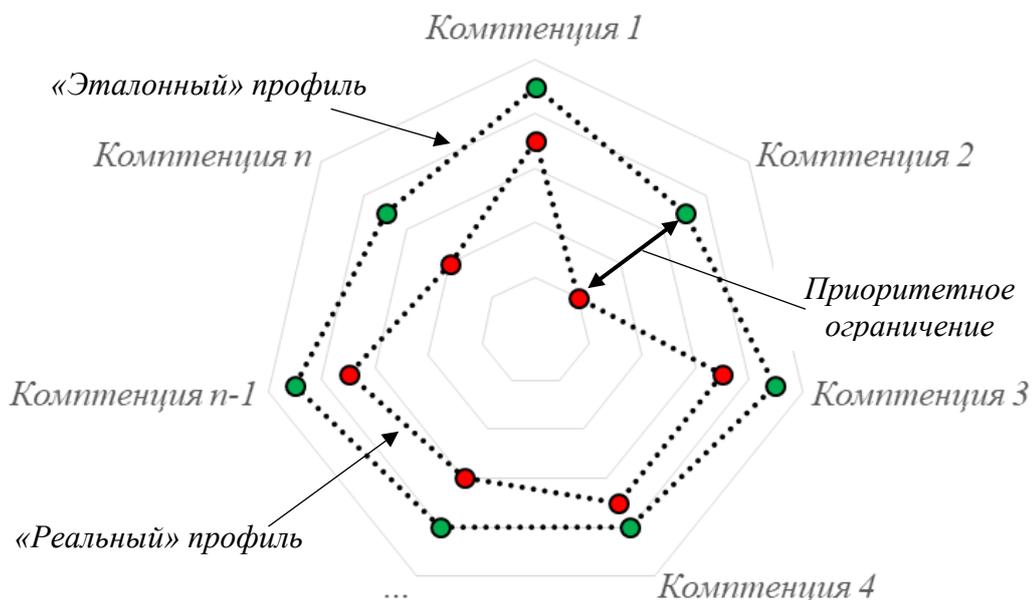


Рисунок 3 – Графическое представление карты развития компетенций персонала

Разработанная методика управления компетентностью персонала позволяет точно выявлять и устранять причины существующих проблем функционирования производственной системы. Что, в свою очередь, влечёт за собой увеличение эффективности работы предприятия в целом.

2.2 Разработка методики построения «эталонного» профиля компетенций сотрудника

Раздел посвящён разработке методики построения «эталонного» профиля компетенций сотрудника, демонстрирующего влияние компетенций на эффективность рабочего процесса. Требуемые показатели эффективности деятельности устанавливаются руководством организации, характеризуют качество производственных процессов и объективно ограничены возможностями и спецификой производственной системы, в том числе компетенциями кадрового ресурса. Известным и хорошо апробированным методом управления качеством продукции на основе экспертного мнения служит метод развёртывания функций качества. В настоящем исследовании предлагается адаптировать данный метод под квалиметрическую оценку компетенций.

2.2.1 Обзор метода развёртывания функции качества

Метод развёртывания функции качества, как способ организации производственной деятельности, был предложен инженером японской автомобилестроительной компании Йоджи Акао в 1966 году [125], когда в японской промышленности происходил переход от воспроизводства продукции к проектированию новой, базируясь на методе всеобщего управления качеством.

Развёртывание функций качества ставит цель обеспечения качества продукции на каждом этапе её жизненного цикла, удовлетворяющего потребностям потребителей. Он определяет наиболее важные проблемы и приоритеты по усовершенствованию для обеспечения конкурентного преимущества компании на рынке продуктов и услуг. Метод представляет собой инструмент управления качеством для определения клиентских требований к продукции и их интеграции в её технические параметры и производственные планы [2, 51, 100, 118, 136, 158]. Кроме того, исследователи прибегают к использованию метода развёртывания функций качества не только для разработки и совершенствования продукции, но и в других сферах, например, для планирования технологических процессов [82], выявления областей улучшения в обучении студентов [147].

Главным преимуществом применения развёртывания функций качества является сокращение затрат времени и ресурсов на создание функций, не добавляющих ценности продукту, так как позволяет учесть желания потребителя до цикла производства и поставки продукции на рынок, что способствует достижению тактических и стратегических целей

предприятия. Метод реализуется посредством матричной диаграммы – «Дома качества», представленного на рисунке 4.

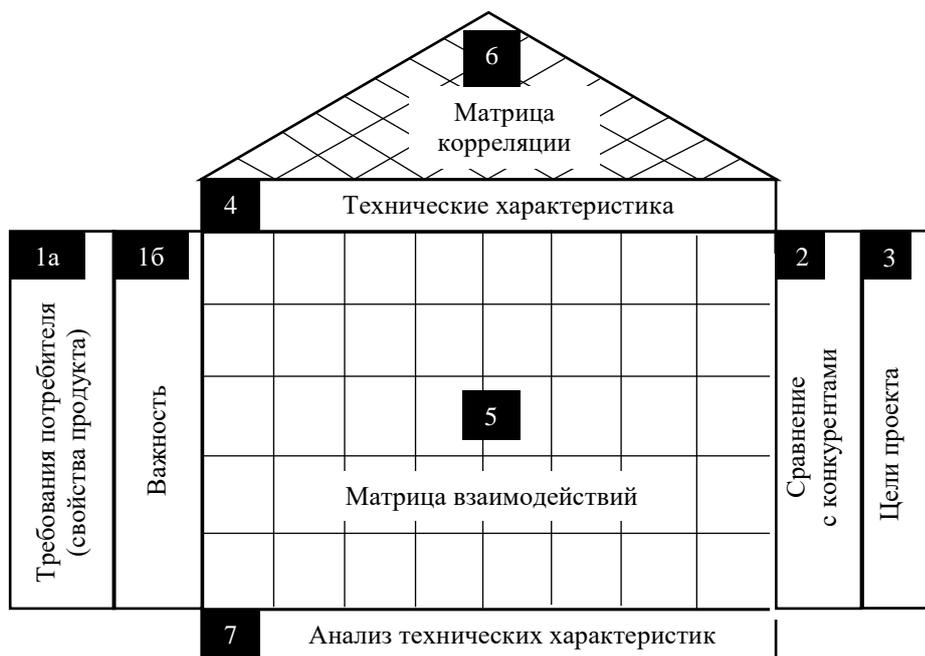


Рисунок 4 – Матричная диаграмма «Дом качества»

Дом качества строится последовательно, заполняя при этом соответствующие функциональные блоки диаграммы [81, 146, 147]:

1) выявляются требования потребителя к разрабатываемой продукции посредством проведения маркетинговых исследований, фокус-групп, интервьюирования пользователей опросов и т.д. (заполняется блок 1а Дома качества);

2) определяется важность требований потребителя, присваивая соответствующую оценку значимости по выбранной шкале каждому требованию, основываясь на данных маркетинговых исследований, опросов, опыта членов команды по работе с клиентами, статистических методов, методов выявленных предпочтений и т.д. (заполняется блок 1б Дома качества);

3) анализируются предложения конкурентов, то есть оценивается выполнение требований для существующей на рынке аналогичной продукции, с точки зрения потребителей (заполняется блок 2 Дома качества);

4) устанавливаются целевые значения степени удовлетворения потребностей клиента для разрабатываемой продукции (заполняется блок 3 Дома качества);

5) профильными специалистами формируются технические характеристики продукции, необходимые для удовлетворения нужд потребителя (заполняется блок 4 Дома качества);

6) межфункциональная команда, основывая на экспертном инженерном опыте, данных статистических исследований и экспериментов, устанавливают отношения в матрице взаимодействий между техническими характеристиками и требованиями потребителей, указывая

степень связи: ● – сильная связь; ○ – средняя; Δ – слабая (вес связи соответственно 9, 3, 1) (заполняется блок 5 Дома качества);

7) команда оценивает корреляцию технических характеристик в «крыше» дома качества – матрице корреляции, оценивая положительное или отрицательное влияние друг на друга при корректировке на основе требований потребителей, то есть необходимо установить улучшается или ухудшается характеристика при улучшении другой (заполняется блок 6 Дома качества);

8) командой анализируются технические характеристики аналогичной продукции, устанавливаются целевые значения показателей характеристик в разработанном продукте, просчитываются сложность, затраты, важность и приоритеты совершенствования технических характеристик, подбирая релевантные методы расчётов (заполняется блок 7 Дома качества).

Таким образом, метод развёртывания функций качества позволяет оценить и проранжировать объекты исследования на основе перевода экспертных оценок качественных характеристик в количественные показатели. Также, отличительным свойством метода является то, что его применение даёт возможность выявить приоритетные направления по усовершенствованию, базируясь на сопоставлении объективных характеристик поставщика товаров или услуг и требований их целевой аудитории. Выше указанные обстоятельства позволяют сделать вывод о пригодности основных принципов метода для квалиметрической оценки компетенций в данной работе.

2.2.2 Адаптация метода развёртывания функции качества для квалиметрической оценки компетенций

Применив структурированную методику ранжирования, характерную для метода развёртывания функций качества, на основе перевода качественных показателей в количественные, можно квалиметрической оценки компетенций кадрового ресурса [55]. В разработанной методике в соответствии с «требованиями потребителя» в методе развёртывания функций качества анализируются характеристики рабочего процесса, а «техническим характеристикам продукции» – соответствуют компетенции сотрудника, необходимые для осуществления рабочего процесса [55].

Матричная диаграмма для адаптированной методики строится из следующих компонентов (рисунок 5):

- блок 1а: характеристики рабочего процесса;
- блок 2: относительная важность характеристики;
- блок 3: анализ характеристик рабочего процесса;
- блок 4: компетенции сотрудников;

- блок 5: матрица взаимодействий;
- блок 6: матрица корреляции компетенций;
- блок 7: анализ компетенций.

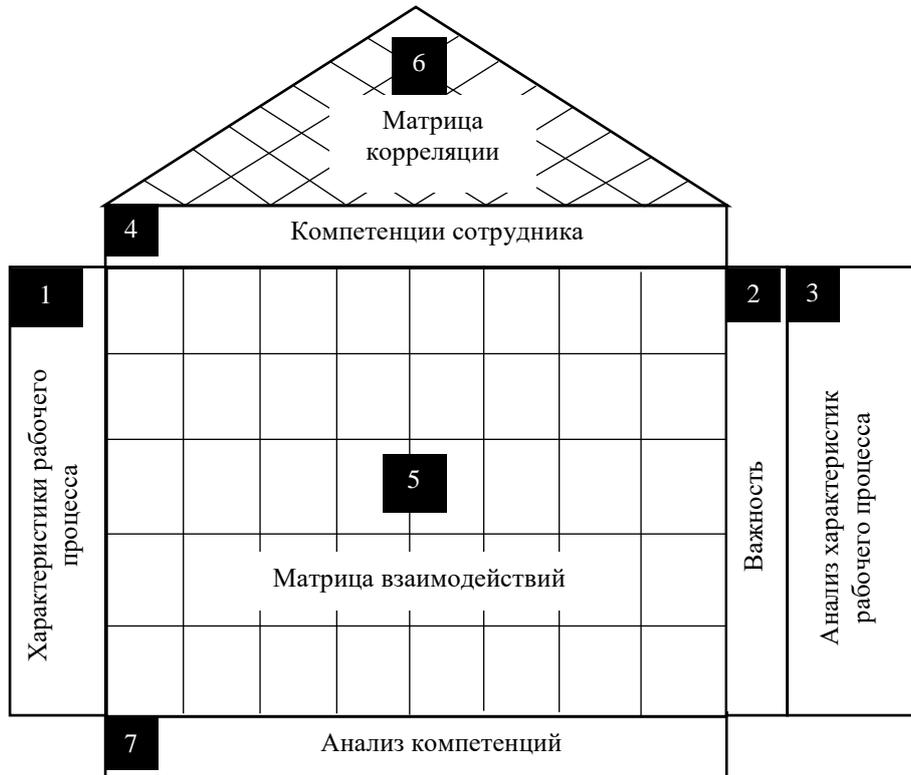


Рисунок 5 – Матричная диаграмма для количественной оценки компетенций

В матрице взаимодействий устанавливаются взаимосвязи между компетенциями и характеристиками рабочего процесса через экспертную оценку степени связи по шкале: сильная, средняя, слабая связь или её отсутствие (при расчётах важности шкала переводится в вес связи: 9, 3, 1 или 0 соответственно).

Важность характеристики рабочего процесса оценивается экспертом по 5-ти бальной шкале, где оценка 5 соответствует критически важному показателю, в наибольшей степени отражающему эффективность процесса, а оценка 1 – не важному показателю, не характеризующему эффективность.

В «крыше» дома качества отражается взаимовлияние компетенций сотрудника через коэффициент парной корреляции: +1 – положительная, -1 – отрицательная зависимость, 0 – её отсутствие [55, 147]. Итоговый коэффициент корреляции определяется как среднеарифметическое коэффициентов парной корреляции для данной компетенции. Чем он больше, тем сильнее развитие данной компетенции влияет на совершенствование компетентности сотрудника в целом.

Характеристики рабочего процесса анализируются на основании показателей их абсолютной и относительной важности. Для i -ой характеристики абсолютная значимость A_{Xi} рассчитывается по формуле:

$$A_{Xi} = a_i \cdot \sum_{j=1}^n x_{ij}, \quad (1)$$

где i – номер строки матрицы или порядковый номер характеристики;

a_i – оценка важности i -ой характеристики рабочего процесса;

j – номер столбца матрицы или порядковый номер компетенции;

n – количество анализируемых компетенций;

x_{ij} – элемент матрицы взаимосвязи, характеризующий вес связи i -ой характеристики и j -ой компетенции.

Относительная важность рассчитывается как отношение значения абсолютной важности к сумме всех значений и умноженное на 100%:

$$O_{Xi} = \frac{A_{Xi}}{\sum_{i=1}^p A_{Xi}}, \quad (2)$$

где O_{Xi} – относительная важность i -ой характеристики рабочего процесса;

p – количество анализируемых характеристик рабочего процесса.

Анализ компетенций сотрудника базируется на значениях абсолютной и относительной важности. Для j -ой компетенции абсолютная значимость A_{Kj} рассчитывается по формуле:

$$A_{Kj} = \sum_{i=1}^p (a_i \cdot x_{ij}). \quad (3)$$

Относительная важность компетенций определяется как отношение значения абсолютной важности к сумме всех значений и умноженное на 100%:

$$O_{Kj} = \frac{A_{Kj}}{\sum_{j=1}^n A_{Kj}}, \quad (4)$$

где O_{Kj} – относительная важность j -ой компетенции.

В качестве расчёта квалиметрических оценок компетенций значения их абсолютной важности ранжируются (формула (5)): каждому значению приписываются числа натурального ряда так, чтобы единица была присвоена максимальной важности, а число, равное количеству ранжируемых компетенций – минимальной. При этом компетенциям, имеющим одинаковые абсолютные важности, присваивают стандартизированный ранг, равный среднему от суммы занимаемых ими мест.

$$K'_{\text{эл}} = Rg, \quad (5)$$

где $K_{\text{вн}}$ – квалиметрическая оценка компетенции относительно влияния на эффективность процесса;

Rg – стандартизированный ранг компетенции.

Таким образом, по итогам анализа компетенций по разработанной методике их можно количественно оценить и ранжировать по влиянию на эффективность процесса. Что в свою очередь, даёт объективные основания для принятия управленческих решений по развитию компетенций, приносящих наибольшую выгоду для достижения целей организации.

2.2.3 Разработка методики построения «эталонного» профиля компетенций сотрудника

«Эталонный» профиль сотрудника строится на основе квалиметрической оценки компетенций. И своей целью имеет наглядное визуальное представление требуемого распределения действий и усилий сотрудника для обеспечения максимальной эффективности рабочего процесса. Квалиметрическую оценку компетенций «эталона» получают по итогам применения адаптированной методики на базе метода развёртывания функции качества, описанной в п. 2.2.2. Методика построения «эталонного» профиля компетенций сотрудника реализуется согласно блок-схеме, представленной на рисунке 6.

На первом этапе реализации разработанной методики для оценки компетенций специалиста какой-либо области деятельности необходимо определить пул компетенций, отражающий основные трудовые функции соответствующей профессии. А также следует составить набор параметров, характеризующий рабочий процесс, иллюстрирующий эффективность деятельности сотрудника, подразделения или предприятия в целом.

Вторым этапом на основании выбранных компетенций и характеристик рабочего процесса создаётся анкета для сбора экспертного мнения, в которой опрашиваемому предлагается оценить их связь и важность характеристик (см. п. 2.2.2).

На третьем этапе для сбора релевантного экспертного мнения необходимо сформировать репрезентативную выборку, состоящую из целевых респондентов, осведомлённых в исследуемом вопросе. По выводам, сделанным Белановским С. А. в своей статье [13], можно заключить, что в условиях настоящего исследования репрезентативная выборка может составлять 20–40 респондентов, что соответствует исследовательской практике проведения качественных опросов, основанных на эмпирических критериях достаточности.

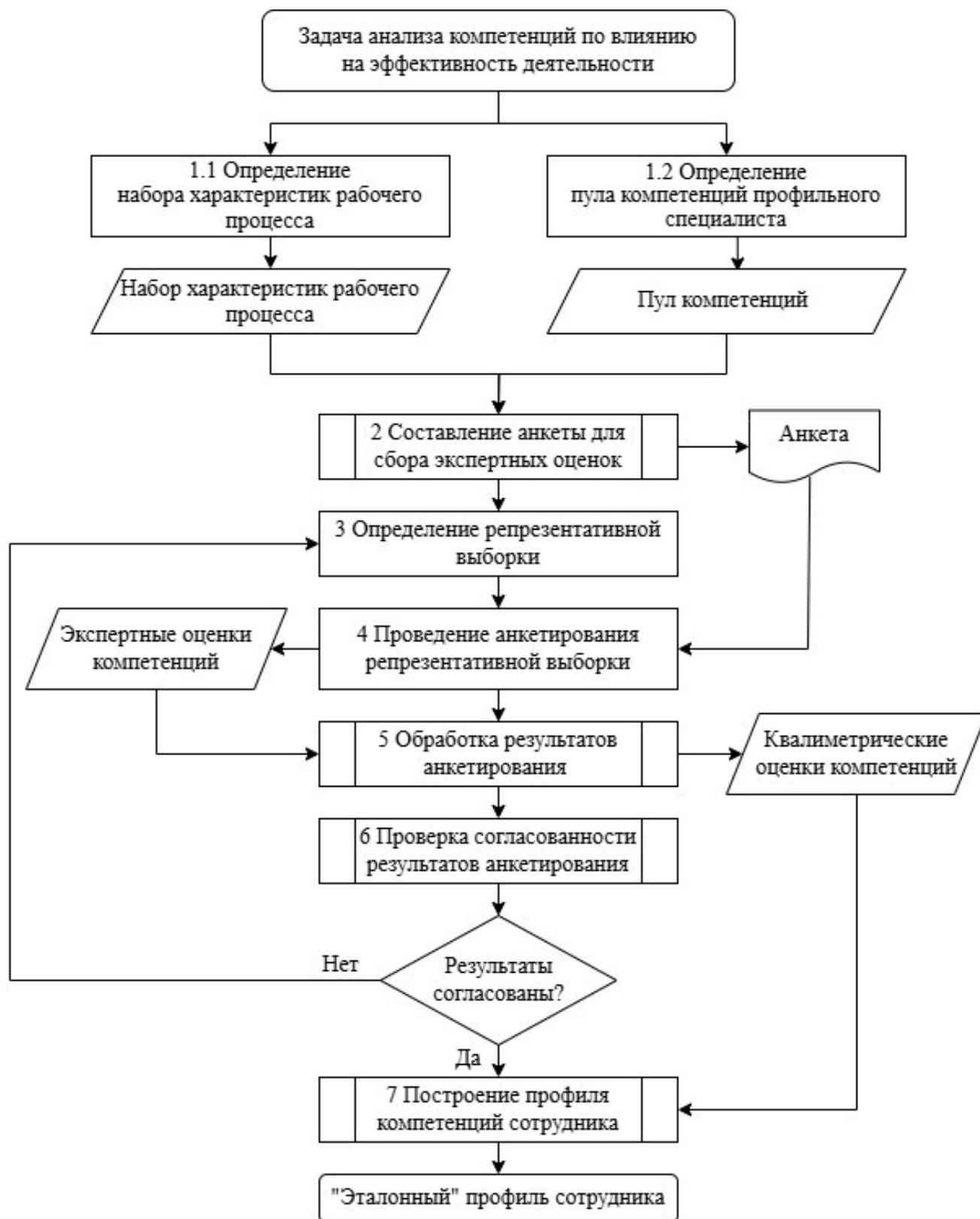


Рисунок 6 – Блок-схема методики построения «эталонного» профиля компетенций

Четвертым и пятым этапом являются проведение анкетирования и обработка его результатов. Для каждого эксперта строится «Дом качества» (см. рисунок 5) и рассчитываются квалиметрические оценки компетенций. В качестве общей оценки влияния компетенции на

эффективность процесса $K_{общ.вл}$, находим среднее арифметическое квалиметрических оценок, полученных по результатам анкетирования каждого эксперта:

$$K_{общ.вл} = \frac{1}{m} \cdot \sum_{e=1}^m K_{вл_e}, \quad (6)$$

где e – порядковый номер эксперта;

m – число экспертов.

Ввиду того, что в разработанной методике используется метод экспертных оценок, то для объективной интерпретации результатам анкетирования, на шестом этапе анализируется согласованность мнений экспертов, для чего рассчитывается коэффициент конкордации. В ситуации, когда есть вероятность, что у сравниваемых объектов могут быть одинаковые ранги, коэффициент конкордации рассчитывается по формуле [92]:

$$W_k = \frac{12 \cdot S}{m^2(n^3 - n) - m \cdot \sum_{e=1}^m \left(\sum_{\gamma=1}^l (t_{\gamma}^3 - t_{\gamma}) \right)}, \quad (7)$$

где W_k – коэффициент конкордации;

l – количество случаев присвоения одинаковых рангов компетенциям у e -го эксперта;

γ – порядковый номер случая присвоения одинаковых рангов компетенциям у e -го эксперта;

t_{γ} – количество компетенций с одинаковым рангом в γ -ом случае у e -го эксперта;

S – сумма квадратов отклонений суммы рангов от их средней арифметической, вычисляемая по формуле:

$$S = \sum_{j=1}^n \left(\sum_{e=1}^m Rg_{je} - \overline{\sum_{e=1}^m Rg_{je}} \right)^2, \quad (8)$$

где Rg_{je} – ранг, присвоенный j -той компетенции e -тым экспертом.

Коэффициент конкордации может принимать значения от 0 (несогласованность мнений экспертов) до 1 (абсолютная согласованность). Чем коэффициент ближе к единице, тем согласованность мнений больше [92].

Для оценки статистической значимости значения коэффициента конкордации рассчитывается критерий согласования Пирсона по формуле (9) [92]. Если расчётное значение критерия больше его табличного значения, приведённого в рекомендациях по стандартизации [91 с. 85] и взятым с выбранной статистической надёжностью (для данного исследования она равна 0,01) и числом степеней свободы, равной $(n-1)$, то можно считать ранжировки

согласованными [92]. Согласно рекомендациям [91 с. 85] табличное значение критерия согласования Пирсона для настоящего исследования равно 29,141.

$$\chi_p^2 = m \cdot (n-1) \cdot W_k > \chi_T^2, \quad (9)$$

где χ_p^2 – расчётный критерий согласования Пирсона;

χ_T^2 – табличный критерий согласования Пирсона.

Седьмым этапом методики строится «эталонный» профиль сотрудника на основе общих оценок компетенций. По своей сути профиль компетенций сотрудника является моделью компетенций – набором критериев (компетенций) профессиональной эффективности сотрудника. Исследователи часто формируют модель компетенций сотрудника в виде радарной или полярной диаграммы [14, 18, 35, 50, 99]. Данный вид диаграммы представляет собой круговую систему координат с началом в центре. От центра строятся оси, соответствующие выбранным критериям оценки (компетенциям). На осях откладываются величины, характеризующие оценку по данному критерию. Далее все значения соединяют и получают замкнутую ломанную линию – модель компетенций.

В данном исследовании профиль сотрудника также строится в виде радарной диаграммы, представляющая собой замкнутую ломанную линию на круговой системе координат, вершины которой соответствуют квалиметрической оценке компетенций.

Набор характеристик рабочего процесса и пул компетенций для исследования корреляции эффективности механизма тактического достижения календарного плана предприятия и компетенций сотрудников приведены в п. 2.2.4 данной работы. Анкета для сбора экспертного мнения о степени влияния компетенций специалистов на эффективность производственного процесса представлена в Приложении А.

В качестве репрезентативной выборки в рамках специфики настоящего исследования рассматриваются руководители среднего звена машиностроительных предприятий, соответствующие должностям: главный диспетчер, начальник производственного отдела, начальник смены, начальник цеха и их заместители.

2.2.4 Формирование набора характеристик рабочего процесса и пула компетенций согласно специфике исследования

В данной работе акцент сделан на исследовании эффективности механизма тактического достижения календарного плана предприятия и его корреляции с профилем компетенций сотрудников. Необходимо отметить, что в данном случае рассматриваются предприятия с

серийным типом производства, для которых характерен регулярный выпуск ограниченного ассортимента продукции партиями. Таким образом, для рассмотрения выбираются показатели работы производственного участка, в качестве критериев эффективности, и компетенции кадровых ресурсов в области организации и управления производственными процессами.

2.2.4.1 Формирование набора характеристик рабочего процесса производственной системы

В рамках исследования из обширного множества существующих характеристик производственного процесса (KPIs) [28] важно выбрать необходимый набор показателей, который бы наиболее полно и всесторонне охватывал рассматриваемые процессы и при этом состоял из минимального числа элементов. Так, например, в исследовании Родригеса Д. и др. посредством разработанного метода по выбору KPI для предприятий-изготовителей штампов и пресс-форм для внутренних процессов были отобраны следующие показатели: количество затраченных часов по сравнению с общим запланированным, задействованные мощности компании и по участкам, соблюдение сроков выполнения назначенных задач, время безотказной работы оборудования [161]. Мазгуальди Э. и др. в своей работе для анализа выбрали индекс общей эффективности использования оборудования (ОЕЕ), как KPI, характеризующий основные виды потерь производственного процесса в отрасли производства автомобильных кабелей [134].

Среди представленных в стандарте [28] KPIs для анализа выбираем показатели, иллюстрирующие:

- время простоев и задержек начала процесса;
- эффективность производства;
- производительность и эффективность рабочих операций;
- относительную потерю возможности получения добавленной стоимости;
- эффективности использования складских запасов;
- занятость персонала;
- эффективность использования оборудования;
- производственные затраты.

Не берём в рассмотрение показатели, характеризующие энергопотребление и энергопользование, ожидаемую надёжность системы, эффективность расхода материалов, возможности оборудования, рабочих механизмов и производственного процесса выдавать продукцию в соответствии с согласованными требованиями к качеству. Выбор показателей произведён исходя из контекста исследования, в котором для оценки компетенций производственного персонала устанавливается их взаимосвязь с эффективностью выполнения

календарного плана. Таким образом, для анализа выбираются те показатели, на которые можно воздействовать посредством управленческих решений в области организации производственных процессов и управления материальными потоками в рамках производственного участка/цеха.

Для выбранных KPI-показателей была построена диаграмма модели действия, представленная на рисунке 7. Модель визуализирует логические связи между тремя основными группами элементов: процессами, данными и KPI. В её структуру включены элементы и процессы производственной системы, а также плановые и фактические данные, отражающие результаты её функционирования, и показатели, оценивающие её эффективность.

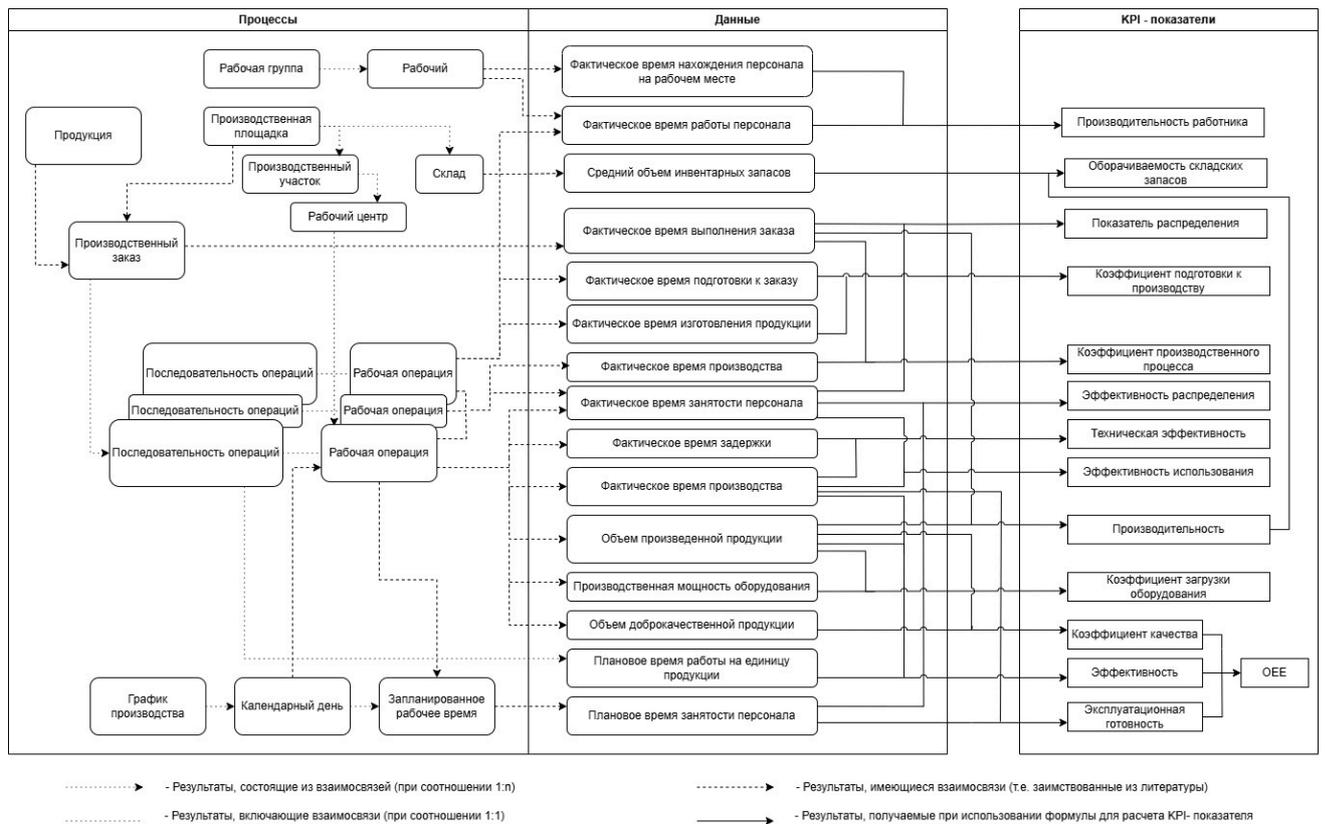


Рисунок 7 – Диаграмма модели действия KPI-показателей

На диаграмме (рисунок 7) стрелка штриховым пунктиром обозначает регистрацию или введение данных, полученных как результат измерений процессов производственной системы или их плановые показатели. Сплошная стрелка на диаграмме показывает взаимосвязь KPI-показателя с данными системы (зарегистрированными или введёнными как результат измерений) или с другими KPI-показателями, основанную на формуле для расчёта KPI-показателя. Пунктирная стрелка обозначает взаимосвязь элементов в соотношении 1:n, а пунктирная линия - в соотношении 1:1.

Описание KPI-показателей, выбранных для анализа, приведены в таблице 1 [28].

Таблица 1 – Описание KPI-показателей [28]

KPI-показатель	Описание
Показатель распределения	Показывает, как фактическое время, которое сотрудники тратят на выполнение всех рабочих операций в рамках производственного заказа, относится к реальному времени, требуемому для его выполнения. Характеризует время ожидания и простоя заказа в ходе производственного процесса.
Производительность	Отношение объёма произведённой в рамках заказа продукции к фактическому времени его выполнения. Характеризует рабочий процесс, эффективность производства.
Эффективность распределения	Демонстрирует, насколько реальное время выполнения рабочей операции соответствует запланированному, которое выражается в плановом времени занятости персонала. Характеризует время простоя — период, в течение которого рабочая операция не выполняется, хоть и доступна.
Эффективность использования	Характеризует производительность рабочих операций через отношение реального времени производства к фактической занятости персонала.
Индекс общей эффективности использования оборудования (ОЕЕ)	Интегрирует три показателя: коэффициент качества, эксплуатационную готовность и эффективность рабочей операции. Определяется как произведение этих трёх факторов. Характеризует эффективность рабочих операций, рабочих центров.
Эксплуатационная готовность	Демонстрирует степень соответствия фактического времени производства с запланированным временем занятости персонала для рабочей операции. Отражает эффективность использования функциональных возможностей рабочей операции.
Эффективность	Оценка выполнения рабочей операции через соответствие фактического производственного цикла запланированным показателям. Рассчитывается как произведение объёма производства на запланированное время работы на единицу продукции, делённого на фактическое время производства.
Коэффициент качества	Демонстрирует, насколько велика доля качественной продукции в общем объёме производства.

Продолжение таблицы 1

КРІ-показатель	Описание
Коэффициент подготовки	Показывает долю времени, затраченного на подготовку и наладку производства, в сравнении с общим временем изготовления продукции. Выражается как отношение фактического времени, потраченного на подготовку к заказу, к реальному времени изготовления продукции. Отражает относительное снижение потенциальной добавленной стоимости для данной производственной операции.
Техническая эффективность	Демонстрирует соотношение реального времени производства к его сумме с фактическим временем задержки производства, вызванные неисправностями оборудования. Характеризует незапланированные задержки и перерывы для устранения неисправностей оборудования, которые происходят до завершения рабочей операции.
Коэффициент производственного процесса	Отображает, как реальное время производства для всех рабочих операций и рабочих центров, имеющих отношение к заказу, коррелирует с фактическим временем его исполнения. Характеризует время ожидания и простоя заказа в ходе производственного процесса.
Оборачиваемость складских запасов	Характеризует эффективности использования складских запасов через соотношение между производительностью и средним уровнем складских резервов.
Коэффициент загрузки оборудования	Показатель, равный отношению объёма произведённой продукции к производственной мощности оборудования. Характеризует состояние и функциональные свойства оборудования, а также эффективность его использования. Влияет на производственные затраты и прибыль предприятия.
Производительность работника	Отображает соотношение между реальным временем, затраченным сотрудниками на выполнение производственных задач, и общим временем их присутствия на рабочем месте.

В данном исследовании устанавливается взаимосвязь профиля компетенций сотрудника и механизма тактического достижения календарного плана на основе экспертных оценок. Для субъективного анализа эффективности производственных процессов более уместно применение качественных параметров. Так как КРІ-показатели представляют собой количественную оценку результатов работы производственной системы, ставится задача агрегировать их в качественные

критерии анализа. Таким образом, на основании приведённых в таблице 1 описаний и характеристик КРІ-показателей формируется набор качественных параметров производственного процесса, представленных в таблице 2.

Таблица 2 – Набор качественных характеристик рабочего процесса

№	Качественная характеристика производственного процесса	Количественная характеристика производственного процесса (КРІ-показатель)
1	Эффективность использования оборудования	Эффективность использования оборудования, Эксплуатационная готовность, Эффективность, Коэффициент загрузки оборудования
2	Объем незавершённого производства	Показатель распределения, Коэффициент производственного процесса, Эффективность распределения, Техническая эффективность, Эффективность использования, Оборачиваемость складских запасов
3	Простой из-за недоступности необходимого ресурса	Эффективность распределения, Техническая эффективность, Производительность работника
4	Производительность рабочего процесса	Производительность, Эффективность использования, Коэффициент подготовки
5	Качество продукции (услуг)	Коэффициент качества

2.2.4.2 Формирование пула компетенций кадровых ресурсов производственных систем

При формировании набора компетенций, который следует рассмотреть в рамках задач выполнения календарного плана предприятия, стоит прежде всего задаться вопросом: какие профессии и должности несут за это ответственность и какие профессиональные требования к ним предъявляет работодатель и рынок труда?

На начальном этапе формирования набора компетенций в данном исследовании предлагается обратиться к профессиональным стандартам, аналогичным образом, к примеру, в своих работах поступили Еремеев М.Е., Кичигин О. Э. и Акимова Ю. Н., Мосичкина А. В. И Окрепилов М. В., Суховиенко Е. А. и Севостьянова С. А., Нигматулин Р. М., Мартынова Е. В.,

Литвиненко В., Бобрик И., Наумов И., Зайцева З. [40, 50, 73, 103, 141]. В профессиональных стандартах содержится описание видов профессиональной деятельности, включающее информацию об уровне знаний, умений, профессиональных навыков и опыте работы, необходимых для выполнения трудовых функций. Стандарт представляет собой эталон, определяющий систему трудовых действий, необходимых умений и знаний для конкретной профессии, а также регулирующий наименование должности, уровень образования, стажа и условия допуска к работе сотрудника.

Из реестра профессиональных стандартов были выбраны те из них, которые соответствовали области организации и управления производственными процессами, а именно: 40.033 [85], 25.061 [88], 28.006 [89], 28.007 [90], 30.032 [86], 30.033 [87].

Основываясь на профессиональных характеристиках, установленных в выделенных стандартах, можно выделить группы рабочих задач, которые направлены на обеспечение эффективной производственной деятельности. К ним относятся:

- организация и регулирование производственной деятельности;
- оптимизация производственных процессов;
- планирование;
- контроль за ходом производства;
- организация и контроль подготовительных работ;
- обеспечение материально-технического снабжения производства.

По указанным в профессиональных стандартах [85, 86, 87, 88, 89, 90] наименованиям должностей (профессий), а именно, главный диспетчер, диспетчер, начальник производственного отдела, инженер по подготовке производства, начальник смены, мастер участка, начальник цеха (участка), формируем набор должностных обязанностей, чтобы в дальнейшем составить на их основе пул компетенций для исследования.

Должностные обязанности должностей руководителей, специалистов и других служащих (технических исполнителей) указаны в квалификационном справочнике [45], который разработан с целью обеспечить рациональное разделение и организацию труда, корректный подбор и расстановку кадров, единство квалификационных требований, предъявляемых к работникам. Квалификационная характеристика должности, указанная в справочнике, содержит основные трудовые функции, полностью или частично порученные работнику, основные требования к знаниям работника, уровень его профессиональной подготовки и требования к стажу работы. На основе данных характеристик составляются должностные инструкции для конкретных сотрудников, при этом возможны уточнения обязанностей, учитывающие специфику данной организации.

Содержательный анализ квалификационных характеристик [45] выбранных позиций позволил выявить следующие сферы направленности должностных обязанностей:

- организационно-административные;
- аналитико-конструктивные;
- информационно-технические.

Для дальнейшего исследования, с учётом анализа литературных источников [7, 22, 64, 69, 93, 110, 123, 128, 149], из рассмотрения исключаем должностные обязанности, указанные в квалификационном справочнике, относящиеся к работе с документацией, ведению отчётности, руководству и управлению работой подразделения и персонала, так как они не носят содержательный контекст, относящийся к организации и управлению производственными процессами.

Таким образом, пул компетенций, основанный на агрегации трудовых функций и должностных обязанностей специалистов [45, 85, 86, 87, 88, 89, 90], указанных выше, сформирован следующим образом:

- 1) обеспечение ритмичной работы предприятия и равномерного выпуска продукции в соответствии с планом производства и договорами поставок;
- 2) предупреждение и устранение отклонений в ходе производства, выявление и немедленная ликвидация «узких мест» (причин, сдерживающих ход производства);
- 3) контроль и учёт выполнения работ в соответствии с номенклатурным планом, производственными программами, договорными обязательствами, календарными графиками и сменно-суточными заданиями;
- 4) определение размеров партий и запуск деталей на производственных участках, участие в разработке производственных программ и календарных графиков выпуска продукции, сменно-суточных заданий и т.п.;
- 5) организация и контроль обеспечения участка/цеха всем необходимым для выполнения производственной программы: сырьём, материалами, комплектующими изделиями, оборудованием, транспортом, технической документацией, инструментом и т.п.;
- 6) организация максимального задействования производственных мощностей предприятия, рациональной загрузки оборудования и производственных площадей, а также раскрытия технического потенциала, рационального использования транспортных средств, повышения коэффициента сменности;
- 7) определение и контроль соблюдения установленных норм заделов на участках, цехах, складах и рабочих местах, учёт движения и контроль за состоянием и комплектностью незавершённого производства;

8) анализ результатов производственной деятельности за смену, причин, вызывающих простой оборудования и снижение качества изделий (работ, услуг), участие в разработке и внедрении мероприятий по устранению выявленных недостатков, предупреждению брака и повышению качества продукции;

9) выявление и освоение внутривыпускных резервов повышения производительности труда и качества продукции, возможности сокращения цикла изготовления продукции;

10) оперативный контроль за рациональным расходованием сырья, топлива, материалов, энергии и т.д., реализация мероприятий по снижению издержек производства (трудовых, материальных);

11) интеграция в рабочий процесс технических средств оперативного контроля производства, современных систем автоматизированного управления и подготовки производства;

12) обеспечение соблюдения технологических процессов, оперативное выявление и устранение причин нарушений, оперативный контроль за технически правильной эксплуатацией оборудования и других основных средств;

13) участие в разработке и реализации мероприятий по совершенствованию производственного планирования, диспетчирования, нормирования;

14) изучение и внедрение передового отечественного и зарубежного опыта производства аналогичной продукции с целью совершенствования управления, организации и технологии производства и роста производительности труда;

15) участие в разработке новых и совершенствовании действующих технологических процессов, режимов производства, производственных графиков, форм организации производства, механизации и автоматизации производственных процессов.

2.3 Разработка методики построения «реального» профиля компетенций сотрудника

Раздел посвящён разработке методики построения «реального» профиля компетенций сотрудника, характеризующего востребованность компетенций в ходе рабочего процесса. Трудовая деятельность персонала обеспечивает и определяет качество производственного процесса, который подвержен рискам – «влиянию неопределённости, являющейся состоянием, связанным с недостатком, даже частично, информации, понимания или знания о событии, его последствиях или вероятности» [29]. Таким образом, недостаток развитости одних или других компетенций сотрудника может являться риском в производственном менеджменте [56]. Известным и хорошо апробированным методом количественной оценки рисков на основе

Этапы анализа видов и последствий потенциальных несоответствий [23, 24, 80]:

- анализируемый объект или процесс разбивают на элементы, определяют функции, цели, требования (графа 1 протокола);
- для каждого элемента формулируют виды потенциальных несоответствий и их последствия (графы 2 и 3 протокола);
- эксперты оценивают значимость влияния возможных последствий по шкале от 1 до 10 (графа 4 протокола);
- для каждого элемента выявляют возможные причины или механизмы возникновения несоответствий (графа 5 протокола);
- на основе статистических данных или мнений экспертов оценивают вероятности возникновения причин несоответствия по шкале от 1 до 10 (графа 6 протокола);
- определяют возможные меры по предупреждению и обнаружению несоответствия (графы 7 и 8 протокола);
- эксперты оценивают возможность своевременного обнаружения признаков несоответствия, последствия или причины по шкале от 1 до 10: чем выше значение, тем меньше вероятность обнаружения (графа 9 протокола);
- рассчитывают обобщённую количественную характеристику риска несоответствия – приоритетное число риска, путём перемножения значимости последствий, вероятности возникновения и обнаружения (графа 10 протокола);
- потенциальные несоответствия ранжируются по убыванию значений приоритетного числа риска и разрабатываются корректирующие и предупреждающие мероприятия по уменьшению риска (графы 11 и 12 протокола);
- оценивают эффективность внедрения мероприятий по устранению риска (графы 13 - 17 протокола).

Таким образом, метод анализа видов и последствий отказов позволяет количественно оценить и ранжировать объекты анализа на основе экспертного мнения. Метод позволяет выявить приоритетные направления при принятии решений по устранению причин возникновения несоответствий продукции или процесса. Данные выводы позволяют дать заключение о пригодности основных принципов метода для квалиметрической оценки востребованности компетенций в данной работе.

2.3.2 Адаптация метода анализа видов и последствий отказов для квалиметрической оценки компетенций

Адаптируя методику ранжирования, заложенную в методе анализа видов и последствий отказов, на основе количественной оценки качественных показателей можно создать методику квалитметрической оценки востребованности компетенций сотрудника [56]. Тогда, в качестве анализируемых объектов выступают компетенции специалиста, недостаточная развитость которых характеризует виды, последствия и причины потенциальных несоответствий [56]. Следовательно, мерами по предупреждению и обнаружению несоответствий являются обучение и развитие данных компетенций.

По аналогии с значимостью влияния возможных последствий несоответствия, вероятностью возникновения его причин и возможностью своевременного их обнаружения в методе анализа видов и последствий отказов в разрабатываемой методике рассматриваются [56]:

- значимость влияния последствий неразвитости компетенции у сотрудника;
- частота применения компетенции в ходе работы;
- трудоёмкость формирования компетенции у сотрудника.

Анализ востребованности компетенций основывается на экспертных оценках критериев анализа по разработанным шкалам и реализуется в виде протокола, представленном в таблице 4.

Таблица 4 – Протокол количественной оценки востребованности компетенций специалиста [56]

Компетенция специалиста	Значимость последствий неразвитости компетенции	Частота применения	Трудоёмкость формирования	Приоритетное число востребованности
1	2	3	4	5

Значимость влияния последствий неразвитости компетенции у сотрудника экспертами оценивается по шкале от 1 до 5:

5 – «очень сильно влияет на работу, производительность и качество работы ухудшаются до критического уровня»;

4 – «сильно влияет на работу, заметно ухудшаются её производительность и качество»;

3 – «незначительно влияет на работу, при детальном анализе можно увидеть ухудшение показателей производительности и качества работы»;

2 – «почти не влияет на производительность и качество работы»;

1 – «совсем не влияет на рабочий процесс».

Частоту применения компетенции в ходе работы эксперты оценивают по шкале от 1 до 5, где оценка 5 соответствует характеристике «очень часто использую», 4 – «часто», 3 – «иногда», 2 – «редко», 1 – «очень редко».

Трудоёмкость формирования компетенции у сотрудника оценивают по шкале от 1 до 5, где оценки соответствуют характеристикам следующим образом:

5 – «очень тяжело формируется на основе собственного многолетнего опыта работы по данной специальности»;

4 – «тяжело формируется в ходе продолжительного профессионального обучения»;

3 – «довольно просто формируется на рабочем месте в ходе работы с наставником»;

2 – «легко формируется на основе собственного профессионального опыта»;

1 – «очень легко формируется на основе житейского опыта».

По итогам оценок критериев, путём их перемножения, рассчитывают обобщённую количественную характеристику компетенции – приоритетное число востребованности, по формуле:

$$ПЧВ_j = Z_j \cdot Ч_j \cdot T_j, \quad (10)$$

где $ПЧВ_j$ – приоритетное число востребованности j -ой компетенции;

Z_j – оценка значимости влияния последствий неразвитости j -ой компетенции у сотрудника;

$Ч_j$ – оценка частоты применения j -ой компетенции в ходе работы;

T_j – оценка трудоёмкости формирования j -ой компетенции у сотрудника.

Для удобства анализа, рассчитывают удельный вес компетенции по востребованности в процессе работы по формуле:

$$ПЧВ_{j\%} = \frac{ПЧВ_j}{\sum_{j=1}^n ПЧВ_j}, \quad (11)$$

где $ПЧВ_{j\%}$ – удельный вес востребованности j -ой компетенции по в процессе работы.

В качестве расчёта квалиметрических оценок компетенций относительно их востребованности $K_{вст}$ значения их приоритетных чисел востребованности ранжируются (принципы ранжирования изложены в п.2.2.2 настоящей работы):

$$K_{вст} = Rg. \quad (12)$$

Таким образом, по итогам анализа компетенций по разработанной методике их можно количественно оценить и ранжировать по степени востребованности в ходе работы. Что в свою очередь, даёт объективные данные для анализа существующего на предприятии механизма тактического достижения календарного плана. Корректировка выявленных несоответствий существующего механизма стратегическим целям предприятия позволит повысить качество продукции и процессов, а также сократить затраты на устранение последствий несоответствий.

2.3.3 Разработка методики построения «реального» профиля компетенций сотрудника

«Реальный» профиль сотрудника строится на основе квалиметрической оценки компетенций. И своей целью имеет наглядное визуальное представление востребованности компетенций в ходе работы в текущей ситуации. Квалиметрическую оценку «реальной» востребованности компетенций получают по итогам применения адаптированной методики на базе метода анализа видов и последствий отказов, описанной в п. 2.3.2. Методика построения «реального» профиля компетенций сотрудника реализуется согласно блок-схеме, представленной на рисунке 8.

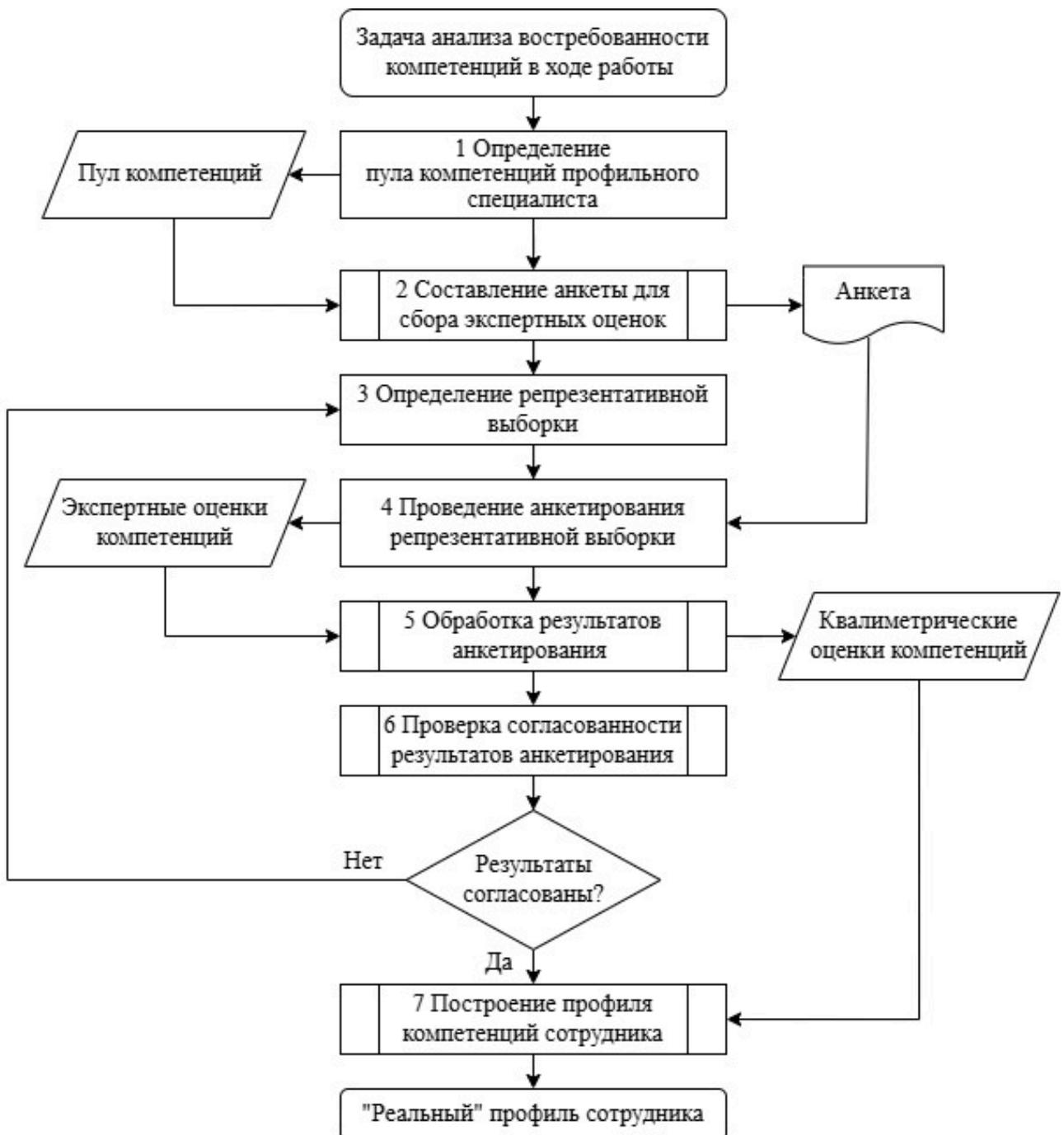


Рисунок 8 – Блок-схема методики построения «реального» профиля компетенций

На первом этапе методики необходимо сформировать пул компетенций, характеризующий основные трудовые функции выбранной профессии. Вторым этапом на основании выбранных компетенций создаётся анкета для сбора экспертного мнения, в которой опрашиваемому предлагается оценить значимость влияния последствий неразвитости компетенций, частоту применения компетенций в ходе работы и трудоёмкость их формирования по указанным шкалам (см. п. 2.3.2). На третьем этапе для сбора релевантного экспертного мнения необходимо сформировать репрезентативную выборку, состоящую из 20–30 целевых респондентов (см. п. 2.2.3).

Четвертым и пятым этапом методики являются проведение анкетирования и обработка результатов, когда для каждого эксперта рассчитываются приоритетные числа востребованности и квалиметрические оценки компетенций. Далее, в качестве общей оценки востребованности компетенций $K_{общ.вст}$, рассчитывается среднее арифметическое квалиметрических оценок, полученных по результатам анкетирования каждого эксперта [56]:

$$K_{общ.вст} = \frac{1}{m} \cdot \sum_{e=1}^m K_{вст_e} . \quad (13)$$

На шестом этапе проверяется согласованность мнений экспертов аналогично п. 2.2.3 настоящей работы. Седьмым этапом строится «реальный» профиль компетенций сотрудника на основе общих оценок компетенций. Принципы построения профиля изложены в п. 2.2.3 настоящей работы.

Пул компетенций для исследования корреляции эффективности механизма тактического достижения календарного плана предприятия и компетенций сотрудников приведены в п. 2.2.4 данной работы. Анкета для сбора экспертного мнения о востребованности компетенций специалистов в ходе работы представлена в Приложении Б. В качестве репрезентативной выборки в рамках специфики настоящего исследования рассматриваются линейные специалисты машиностроительных предприятий, соответствующие должностям: мастер участка, диспетчер, инженер по подготовке производства [56].

2.4 Выводы по главе 2

1. Разработана методика управления компетентностью в производственных системах, путём формирования и сопоставления «эталонного» и «реального» профиля компетенций сотрудника. Методика позволяет комплексно реализовать цикл управления компетентностью и развития персонала «планирование – выполнение – проверка – действие», выявлять и устранять причины существующих проблем функционирования производственной системы.

2. Разработана методика построения «эталонного» профиля компетенций сотрудника путём квалиметрической оценки компетенций по интегрированному критерию их влияния на эффективность деятельности, учитывающему взаимосвязи компетенций с качественными параметрами рабочего процесса. Для расчёта квалиметрической оценки был проанализирован и адаптирован метод развёртывания функций качества. Для апробации методики создана анкета для сбора экспертного мнения. Сформирован качественный состав репрезентативной выборки: главный диспетчер, начальник производственного отдела, начальник смены, начальник цеха и их заместители.

3. Сформированы набор характеристик рабочего процесса и пул компетенций для исследования корреляции эффективности механизма тактического достижения календарного плана предприятия и компетентности сотрудников. Набор характеристик рабочего процесса составлен путём агрегации в качественные параметры ключевых показателей эффективности производственного участка, регламентированных стандартом. Пул компетенций основан на агрегации трудовых функций и должностных обязанностей специалистов в области организации и управления производственными процессами.

4. Разработана методика построения «реального» профиля компетенций сотрудника путём квалиметрической оценки компетенций по интегрированному критерию их востребованности в ходе рабочего процесса, учитывающему значимость влияния последствий неразвитости компетенции, трудоёмкость их формирования и частоту применения в трудовой деятельности персонала. Для расчёта квалиметрической оценки был проанализирован и адаптирован метод анализа видов и последствий отказов. Для апробации методики создана анкета для сбора экспертного мнения. Сформирован качественный состав репрезентативной выборки: мастер участка, диспетчер, инженер по подготовке производства.

Глава 3 Апробация разработанной методики управления компетентностью в производственных системах

3.1 Построение «эталонного» профиля компетенций сотрудника

В разделе приведено описание полученных экспертных мнений относительно влияния компетенций специалистов в области организации и управления производственными процессами на эффективность производственной системы, прошедших обработку по методике построения «эталонного» профиля компетенций сотрудника (п. 2.2).

3.1.1 Квалиметрическая оценка компетенций специалистов относительно их влияния на эффективность производственного процесса

Для анализа компетенций относительно их влияния на эффективность производственного процесса было проведено анкетирование (см. п. 2.2.3) специалистов, соответствующих репрезентативной выборке, определённой в п. 2.2.3 настоящей работы. В анкетировании приняли участие 46 сотрудников машиностроительных предприятий: ПАО «ОДК-Кузнецов» (г. Самара), АО «Металлист-Самара» (г. Самара), ООО «ЗПП» (г. Самара), ПАО «Агрегат» (г. Сим, Челябинская область), занимающих руководящие позиции: главный диспетчер, начальник производственного отдела, начальник смены, начальник цеха и их заместители. Уровень образования респондентов – от среднего профессионального до уровня магистратуры, трудовой стаж в занимаемой должности – от полугода до 11 лет, преимущественно обучавшихся по инженерным специальностям.

Предварительным этапом при обработке результатов анкетирования из всего множества были исключены анкеты сотрудников, чьи ответы не соответствовали принципам метода ранжирования альтернатив. Другими словами, мнение экспертов, не выразивших явным образом предпочтительность компетенций относительно друг друга по предложенным в анкете критериям, не учитывалось в общей оценке. Таким образом, для квалиметрической оценки компетенций проведён анализ 35 анкет респондентов, что соответствует критерию достаточности [13].

Полученные по итогам анкетирования экспертные оценки степени связи каждой компетенции с характеристиками рабочего процесса были преобразованы в соответствии с весом связи, согласно п. 2.2.2 настоящей работы, и представлены в Приложении В (таблицы В.1-В.5). Рассчитанные значения абсолютной и относительной важности, а также квалиметрические

оценки компетенций (см. п. 2.2.2) для каждого респондента приведены в Приложении В (таблица В.6-В.7). Оценки важности характеристик рабочего процесса, рассчитанные значения их абсолютной и относительной важности для каждого эксперта приведены в Приложении В (таблица В.9). Личные данные участников анкетирования были скрыты с целью сохранения конфиденциальности.

Построенная «крыша» дома качества – матрица корреляции и рассчитанный итоговый коэффициент корреляции (см. п. 2.2.2) представлены на рисунке 9. По анализу взаимовлияния компетенций друг на друга можно сделать вывод, что развитие компетенций № 11 и 14, направленных на автоматизацию процессов и освоение инноваций, будет в наибольшей степени способствовать совершенствованию компетентности специалиста. В связи с этим, подчеркнём актуальность таких направлений развития управления производственными системами, как автоматизация и цифровизация, упомянутых в первой главе. Вместе с тем, стоит обратить внимание на формирование компетенций № 2 и 8, ориентированных на выявление и устранение причин, сдерживающих ход производства и снижения качества продукции, и компетенций № 13 и 15, нацеленных на совершенствование процессов производства. Они также оказывают значительное положительное влияние на компетентность сотрудника.

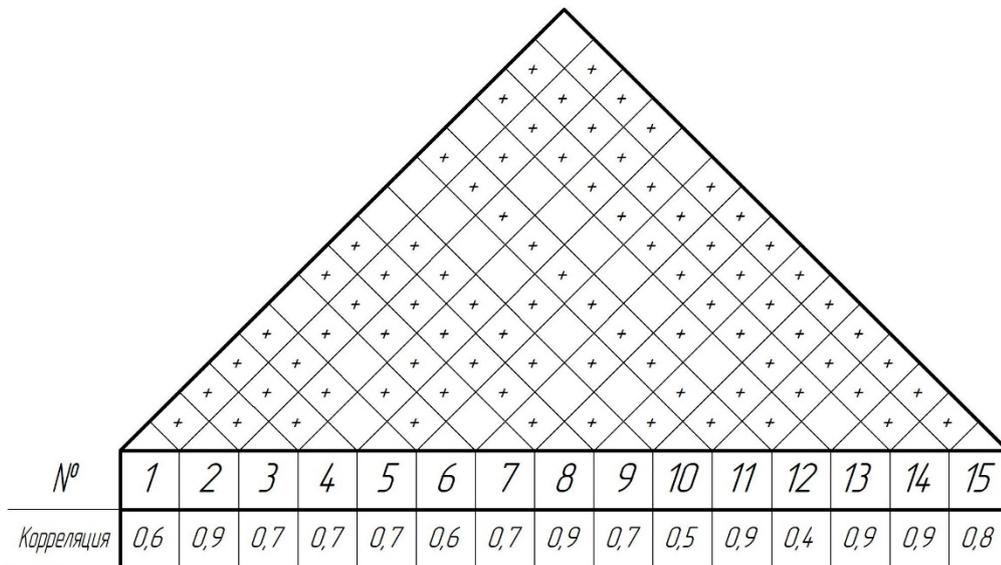


Рисунок 9 – Матрица корреляции компетенций

Для анализа согласованности мнений экспертов был рассчитан коэффициент конкордации и критерий согласования Пирсона (см. п. 2.2.3). В итоге значение коэффициента конкордации составило 0,063. Расчётная величина критерия согласования Пирсона равна 30,746, что больше его табличного значения – 29,141 [91 с. 85]. Как следствие, ранжировки, полученные по итогам анкетирования, можно считать согласованными [92] и достаточными для объективной интерпретации результатов.

Общая оценка влияния компетенции на эффективность процесса, рассчитанная по результатам анкетирования, приведена в таблице 5.

Таблица 5 – Общая оценка влияния компетенции на эффективность производственного процесса

№ п/п	Компетенция	Общая оценка	Ранг
1	Обеспечение ритмичной работы предприятия и равномерного выпуска продукции в соответствии с планом производства и договорами поставок	6,20	1
2	Предупреждение и устранение отклонений в ходе производства, выявление и немедленная ликвидация «узких мест»	7,46	4
3	Контроль и учет выполнения работ в соответствии с номенклатурным планом, производственными программами, договорными обязательствами, календарными графиками и сменно-суточными заданиями	7,59	5
4	Определение размеров партий и запуск деталей на производственных участках, участие в разработке производственных программ и календарных графиков выпуска продукции, сменно-суточных заданий и т.п.	6,80	2
5	Организация и контроль обеспечения участка/цеха всем необходимым для выполнения производственной программы: сырьём, материалами, комплектующими изделиями, оборудованием, транспортом, технической документацией, инструментом и т.п.	7,99	10
6	Организация максимального задействования производственных мощностей предприятия, рациональной загрузки оборудования и производственных площадей, а также раскрытия технического потенциала, рационального использования транспортных средств, повышения коэффициента сменности	7,17	3
7	Определение и контроль соблюдения установленных норм заделов на участках, цехах, складах и рабочих местах, учёт движения и контроль за состоянием и комплектностью незавершённого производства	10,76	15
8	Анализ результатов производственной деятельности за смену, причин, вызывающих простои оборудования и снижение качества изделий (работ, услуг), участие в разработке и внедрении мероприятий по устранению выявленных недостатков, предупреждению брака и повышению качества продукции	7,96	9

Продолжение таблицы 5

№ п/п	Компетенция	Общая оценка	Ранг
9	Выявление и освоение внутрипроизводственных резервов повышения производительности труда и качества продукции, возможности сокращения цикла изготовления продукции	8,50	13
10	Оперативной контроль за рациональным расходом сырья, топлива, материалов, энергии и. т.д., реализация мероприятий по снижению издержек производства (трудовых, материальных)	8,46	12
11	Интеграция в рабочий процесс технических средств оперативного контроля производства, современных систем автоматизированного управления и подготовки производства	7,86	7
12	Обеспечение соблюдения технологических процессов, оперативное выявление и устранение причин нарушений, оперативный контроль за технически правильной эксплуатацией оборудования и других основных средств	9,51	14
13	Участие в разработке и реализации мероприятий по совершенствованию производственного планирования, диспетчирования, нормирования	8,21	11
14	Изучение и внедрение передового отечественного и зарубежного опыта производства аналогичной продукции с целью совершенствования управления, организации и технологии производства и роста производительности труда	7,93	8
15	Участие в разработке новых и совершенствовании действующих технологических процессов, режимов производства, производственных графиков, форм организации производства, механизации и автоматизации производственных процессов	7,61	6

Анализ таблицы 5 показывает, что компетенции, наиболее влияющие на эффективность производственного процесса, связаны с обеспечением ритмичной работы предприятия в соответствии с планом производства и его разработкой (№ 1 и 4, а также 6 и 2). Наименее влияющими на эффективность оказались компетенции, относящиеся к контролю установленных регламентов работы (№ 12 и 7). Данное обстоятельство совершенно логично согласуется с ролью организатора и управленца – планировать и проводить мониторинг хода производственного процесса для поддержания эффективности и результативности деятельности предприятия, а не курировать операторов, чтобы они ответственно выполняли свою работу.

Для исследования различий результатов анкетирования в зависимости от предприятий, на которых оно проводилось, предлагается воспользоваться критерием Краскела-Уоллиса. Ранговый дисперсионный анализ по Краскелу-Уоллису является непараметрическим статистическим тестом для сравнения средних значений в трёх или более независимых группах, не требующим нормальности данных [106]. Метод расчёта основан на ранжировании данных от меньшего значения к большему и производится по формуле [106]:

$$H = \frac{12}{N \cdot (N + 1)} \cdot \sum_{v=1}^V \frac{Rg_v^2}{N_v} - 3 \cdot (N + 1), \quad (14)$$

где H – критерий Краскела-Уоллиса;

N – общее количество экспертов со всех предприятий;

v – порядковый номер предприятия;

V – количество предприятий;

Rg_v – сумма рангов v -ого предприятия;

N_v – количество экспертов с v -ого предприятия.

Далее выдвигают основную (нулевую) и альтернативную гипотезы. Нулевая гипотеза заключается в том, что каждая группа имеет одинаковое распределение значений, а альтернативная – разное распределение [106]. Для оценки критерия Краскела-Уоллиса по справочным данным определяют его статистическую значимость, которую сравнивают с критерием значимости – 0,05 [106]. Если статистическая значимость меньше порогового значения, то нулевую гипотезу отвергают, если больше – принимают [106].

Распределение результатов анкетирования для каждого предприятия представлены по каждой компетенции на рисунках 10 и 11, где графически указаны минимальное, максимальное и медианное значения в группах. Результаты анализа по Краскелу-Уоллису по каждой компетенции, проведённого в программном пакете для статистического анализа «Statistica», представлены в таблице 6. По итогам анализа видно, что в большинстве случаев статистически группы близки, поэтому можно сделать вывод, что нулевая гипотеза верна и можно распространять полученные результаты общей оценки влияния компетенции на эффективность производственного процесса на основную массу отечественных предприятий машиностроительной отрасли.

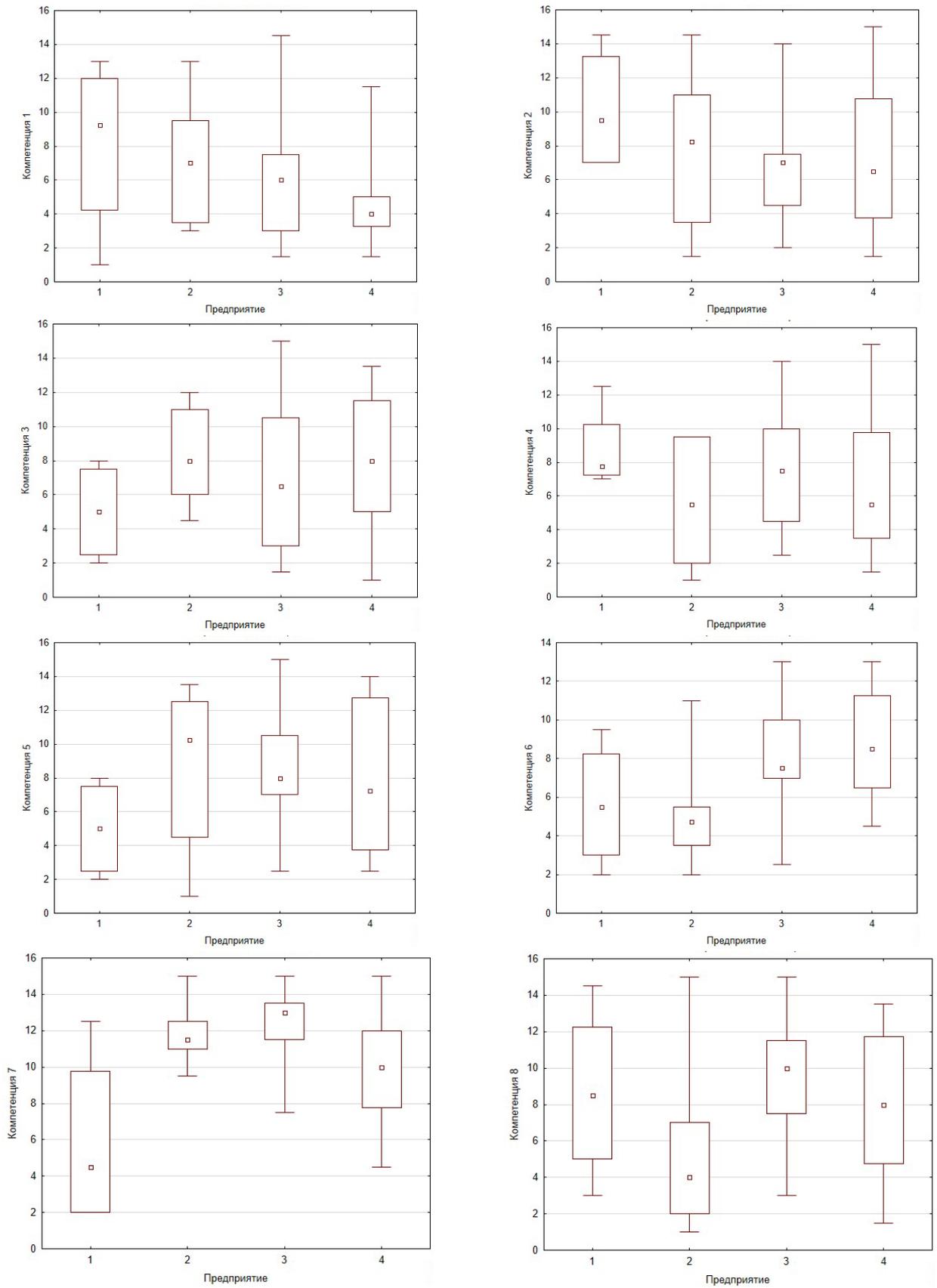


Рисунок 10 – Распределение результатов анкетирования о влиянии компетенций специалистов на эффективность производственного процесса для каждого предприятия (1 – АО «Металлист-Самара», 2 – ООО «ЗПП», 3 – ПАО «Агрегат», 4 – ПАО «ОДК-Кузнецов») по компетенциям 1 - 8: \perp – минимум, \top – максимум, \square – медиана, \square – 25-75% всех значений

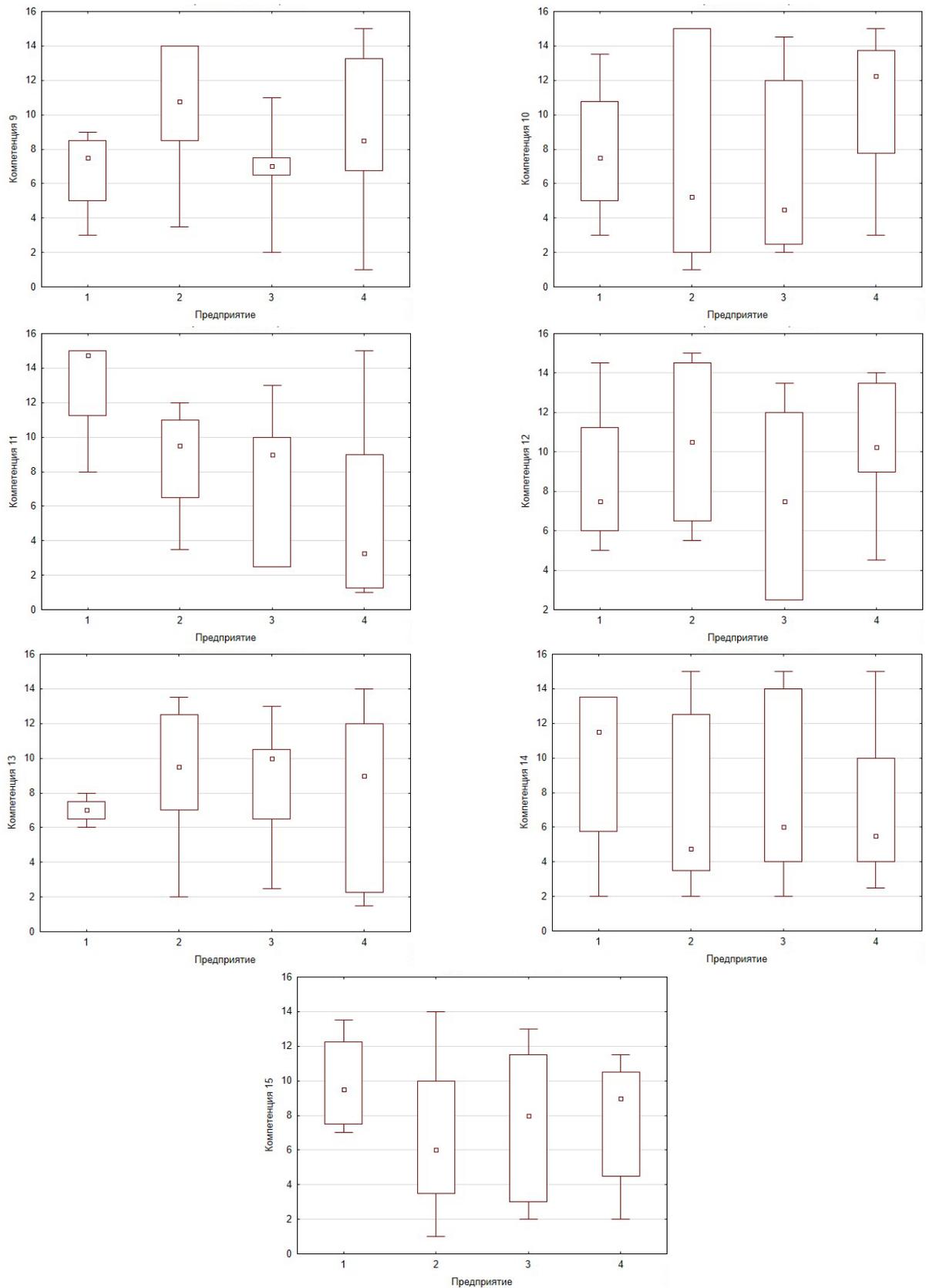


Рисунок 11 – Распределение результатов анкетирования о влиянии компетенций специалистов на эффективность производственного процесса для каждого предприятия (1 – АО «Металлист-Самара», 2 – ООО «ЗПП», 3 – ПАО «Агрегат», 4 – ПАО «ОДК-Кузнецов») по компетенциям 9 - 15: \perp – минимум, \top – максимум, \square – медиана, \square – 25-75% всех значений

Таблица 6 – Результаты рангового дисперсионного анализа по Краскелу-Уоллису анкетирования о влиянии компетенций специалистов на эффективность производственного процесса

Компетенция	Критерий Краскела-Уоллиса	Статистическая значимость
1	2,57	0,4629
2	1,74	0,6288
3	2,14	0,5442
4	2,46	0,4827
5	2,36	0,5002
6	9,70	0,0213
7	8,37	0,0390
8	3,58	0,3109
9	6,13	0,1055
10	3,12	0,3731
11	8,17	0,0425
12	2,51	0,4734
13	1,43	0,6990
14	0,40	0,9396
15	1,63	0,6522

3.1.2 Построение «эталонного» профиля компетенций специалиста в области организации и управления производственными процессами

На основании общих оценок влияния компетенции на эффективность производственного процесса (таблица 5) был построен «эталонный» профиль сотрудника – рисунок 12.

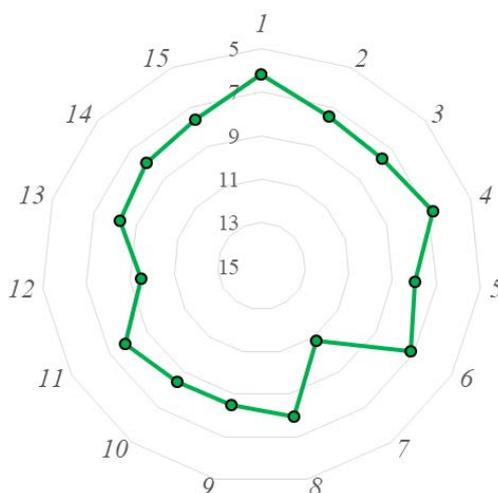


Рисунок 12 – «Эталонный» профиль компетенций специалиста в области организации и управления производственными процессами

Анализируя «эталонный» профиль компетенций (рисунок 12) можно сделать вывод, что руководители среднего звена в наибольшей степени заняты нормализацией и поддержанием текущих производственных процессов, обеспечением выполнения плана. Дальнейшее развитие и расширение перспектив производства для них не является актуальной задачей в контексте текущего распределения ответственности в организации. При этом, важно отметить, что именно функционал среднего звена обуславливает формирование ключевых показателей эффективности предприятия. Таким образом, наблюдается разрыв между стратегией развития и оперативной деятельностью, что может отрицательно сказаться на конкурентоспособности компании. В качестве рекомендации, можно заключить, что сотрудники среднего звена должны быть включены в процессы стратегического планирования высшего руководства.

3.2 Построение «реального» профиля компетенций сотрудника

В разделе приведено описание полученных экспертных мнений относительно востребованности компетенций специалистов в области организации и управления производственными процессами в текущей парадигме реализации производственного процесса, прошедших обработку по методике построения «реального» профиля компетенций сотрудника (п. 2.3).

3.2.1 Квалиметрическая оценка востребованности компетенций специалистов в производственном процессе

Для анализа компетенций относительно их востребованности в процессе работы было проведено анкетирование (см. п. 2.3.3) специалистов, соответствующих репрезентативной выборке, определённой в п. 2.3.3 настоящей работы. В анкетировании приняли участие 59 сотрудников машиностроительных предприятий: ПАО «ОДК-Кузнецов» (г. Самара), АО «Металлист-Самара» (г. Самара), ООО «ЗПП» (г. Самара), ПАО «Агрегат» (г. Сим, Челябинская область), занимающих должности: мастер участка, диспетчер, инженер по подготовке производства. Уровень образования респондентов – от среднего профессионального до высшего, трудовой стаж в занимаемой должности – от полугода до 33 лет, преимущественно обучавшихся по инженерным специальностям. Предварительным этапом при обработке результатов анкетирования из всего множества были исключены анкеты сотрудников, чьи ответы противоречили принципам метода ранжирования альтернатив. Таким образом, для квалиметрической оценки компетенций проведён анализ 39 анкет респондентов, что соответствует критерию достаточности [13].

Полученные по результатам анкетирования экспертные оценки значимости влияния последствий неразвитости компетенций, частоты применения компетенций в ходе работы и трудоёмкости их формирования представлены в Приложении Г (таблицы Г.1 – Г.3). По итогам экспертной оценки, полученной в результате анкетирования, были рассчитаны приоритетное число востребованности, удельный вес и квалиметрические оценки компетенций (см. п. 2.3.2) для каждого респондента, приведённые в Приложении Г (таблицы Г.4 – Г.6). Личные данные участников анкетирования были скрыты с целью сохранения конфиденциальности.

Для анализа согласованности мнений экспертов был рассчитан коэффициент конкордации и критерий согласования Пирсона (см. п. 2.2.3). В итоге значение коэффициент конкордации составило 0,059. Расчётная величина критерия согласования Пирсона равна 32,124, что больше его табличного значения – 29,141 [91 с. 85]. Как следствие, ранжировки, полученные по итогам анкетирования, можно считать согласованными [92] и достаточными для объективной интерпретации результатов.

Общая оценка востребованности компетенции в ходе работы, рассчитанная по результатам анкетирования, приведена в таблице 7.

Таблица 7 – Общая оценка востребованности компетенций в производственном процессе

№ п/п	Компетенция	Общая оценка	Ранг
1	Обеспечение ритмичной работы предприятия и равномерного выпуска продукции в соответствии с планом производства и договорами поставок	6,17	1
2	Предупреждение и устранение отклонений в ходе производства, выявление и немедленная ликвидация «узких мест»	7,65	6
3	Контроль и учёт выполнения работ в соответствии с номенклатурным планом, производственными программами, договорными обязательствами, календарными графиками и сменно-суточными заданиями	7,96	8
4	Определение размеров партий и запуск деталей на производственных участках, участие в разработке производственных программ и календарных графиков выпуска продукции, сменно-суточных заданий и т.п.	6,65	2
5	Организация и контроль обеспечения участка/цеха всем необходимым для выполнения производственной программы: сырьём, материалами, комплектующими изделиями, оборудованием, транспортом, технической документацией, инструментом и т.п.	8,49	12

Продолжение таблицы 7

№ п/п	Компетенция	Общая оценка	Ранг
6	Организация максимального задействования производственных мощностей предприятия, рациональной загрузки оборудования и производственных площадей, а также раскрытия технического потенциала, рационального использования транспортных средств, повышения коэффициента сменности	7,12	3
7	Определение и контроль соблюдения установленных норм заделов на участках, цехах, складах и рабочих местах, учёт движения и контроль за состоянием и комплектностью незавершённого производства	7,77	7
8	Анализ результатов производственной деятельности за смену, причин, вызывающих простои оборудования и снижение качества изделий (работ, услуг), участие в разработке и внедрении мероприятий по устранению выявленных недостатков, предупреждению брака и повышению качества продукции	7,18	4
9	Выявление и освоение внутривыпускных резервов повышения производительности труда и качества продукции, возможности сокращения цикла изготовления продукции	8,37	10,5
10	Оперативный контроль за рациональным расходом сырья, топлива, материалов, энергии и т.д., реализация мероприятий по снижению издержек производства (трудовых, материальных)	7,60	5
11	Интеграция в рабочий процесс технических средств оперативного контроля производства, современных систем автоматизированного управления и подготовки производства	10,32	15
12	Обеспечение соблюдения технологических процессов, оперативное выявление и устранение причин нарушений, оперативный контроль за технически правильной эксплуатацией оборудования и других основных средств	8,35	9
13	Участие в разработке и реализации мероприятий по совершенствованию производственного планирования, диспетчирования, нормирования	8,67	13

Продолжение таблицы 7

№ п/п	Компетенция	Общая оценка	Ранг
14	Изучение и внедрение передового отечественного и зарубежного опыта производства аналогичной продукции с целью совершенствования управления, организации и технологии производства и роста производительности труда	9,33	14
15	Участие в разработке новых и совершенствовании действующих технологических процессов, режимов производства, производственных графиков, форм организации производства, механизации и автоматизации производственных процессов	8,37	10,5

Анализ таблицы 7 показывает, что компетенции, наиболее востребованные в ходе работы, аналогичны, наиболее влияющим на эффективность процесса, и связаны с обеспечением ритмичной работы предприятия в соответствии с планом производства и его разработкой (№ 1 и 4, а также 6 и 8) [56]. Наименее востребованными оказались компетенции, направленные на автоматизацию процессов и освоение инноваций (№ 11 и 14) [56]. Важно заметить, что именно у этих компетенций наибольшие коэффициенты корреляции (см. п. 3.1.1) и они более других содействуют развитию компетентности специалиста.

Для исследования различий результатов анкетирования в зависимости от предприятий, на которых оно проводилось, предлагается воспользоваться критерием Краскела-Уоллиса (см. п. 3.1.1). Распределение результатов анкетирования для каждого предприятия представлены по каждой компетенции на рисунках 13 и 14, где графически указаны минимальное, максимальное и медианное значения в группах. Результаты анализа по Краскелу-Уоллису по каждой компетенции, проведённого в программном пакете для статистического анализа «Statistica», приведены в таблице 8. По итогам анализа видно, что в большинстве случаев статистически группы близки, поэтому можно сделать вывод, что нулевая гипотеза верна и можно распространять полученные результаты общей оценки востребованности компетенций в производственном процессе на основную массу отечественных предприятий машиностроительной отрасли.

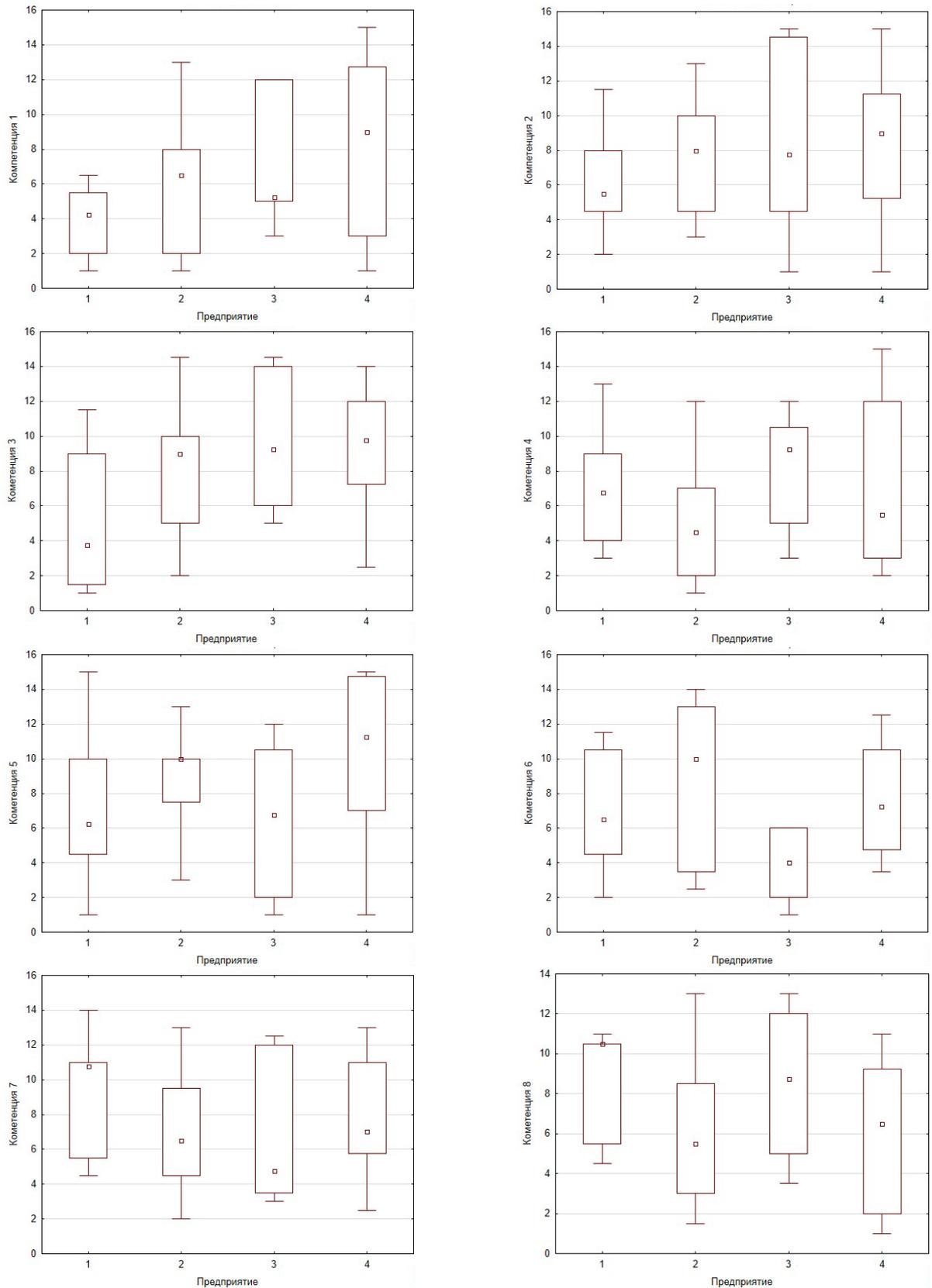


Рисунок 13 – Распределение результатов анкетирования о востребованности компетенций специалистов в производственном процессе для каждого предприятия (1 – АО «Металлист-Самара», 2 – ООО «ЗПП», 3 – ПАО «Агрегат», 4 – ПАО «ОДК-Кузнецов») по компетенциям 1 - 8: \perp – минимум, \top – максимум, \square – медиана, \square – 25-75% всех значений

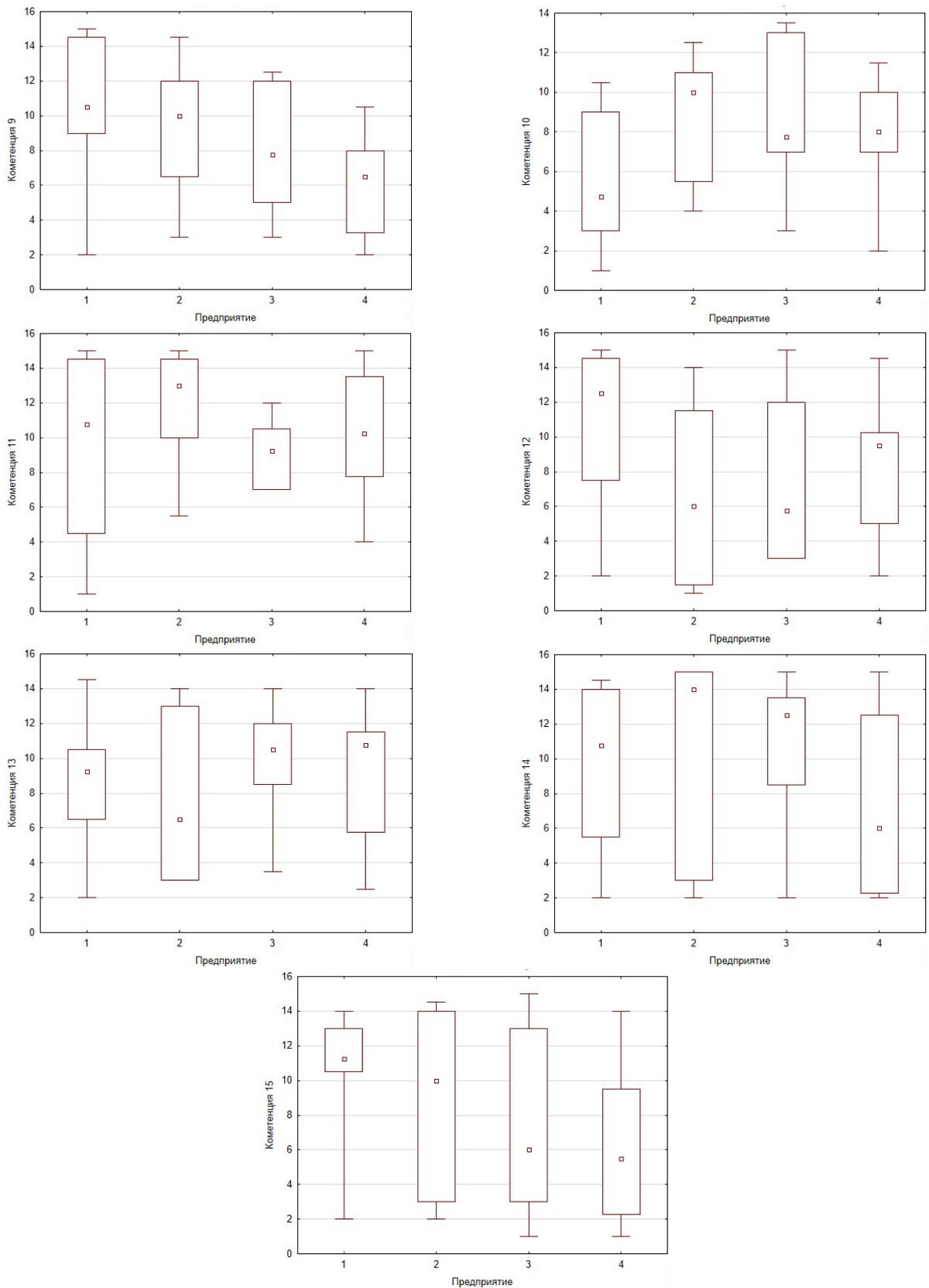


Рисунок 14 – Распределение результатов анкетирования о востребованности компетенций специалистов в производственном процессе для каждого предприятия (1 – АО «Металлист-Самара», 2 – ООО «ЗПП», 3 – ПАО «Агрегат», 4 – ПАО «ОДК-Кузнецов») по компетенциям

9 - 15: \perp – минимум, \top – максимум, \square – медиана, \square – 25-75% всех значений

Таблица 8 – Результаты рангового дисперсионного анализа по Краскелу-Уоллису анкетирования о востребованности компетенций специалистов в производственном процессе

Компетенция	Критерий Краскела-Уоллиса	Статистическая значимость
1	4,54	0,2088
2	1,69	0,6386
3	7,28	0,0636
4	4,46	0,2157
5	3,90	0,2720
6	5,23	0,1554
7	2,98	0,3948
8	4,41	0,2209
9	7,34	0,0618
10	4,77	0,1893
11	3,61	0,3065
12	4,91	0,1782
13	1,81	0,6118
14	2,90	0,4071
15	4,40	0,2213

3.2.2 Построение «реального» профиля компетенций специалиста в области организации и управления производственными процессами

На основании общих оценок востребованности компетенции в текущей парадигме производственного процесса (таблица 7) был построен «реальный» профиль сотрудника, представленный на рисунке 15. Анализируя «реальный» профиль компетенций (рисунок 15) можно заметить, что в текущей парадигме функционирования производственной системы специалисты тратят много усилий на мониторинг корректности и своевременности выполнения работ операторами и другими службами. При этом наименее востребованной становится деятельность, направленная на интеграцию в рабочий процесс технических средств оперативного контроля, современных систем автоматизированного управления и подготовки производства. Данное положение, наталкивает на вывод, что в текущей парадигме управления качеством и организации производственных процессов персонал пренебрегает, а возможно и саботирует, практику внедрения инструментов автоматизации и цифровизации [56]. Что вынуждает специалистов-организаторов самолично отслеживать ход производства, вкладывая в это значительные временные ресурсы [56].

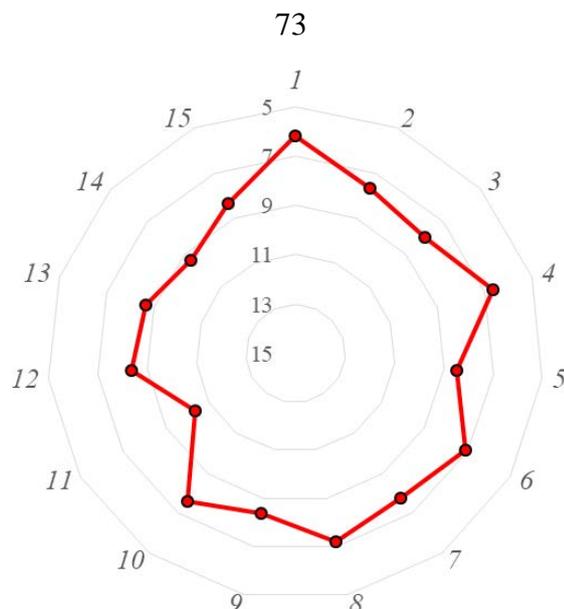


Рисунок 15 – «Реальный» профиль компетенций специалиста в области организации и управления производственными процессами

Таким образом, можно полагать, что существующий на предприятии механизм тактического достижения календарного плана ориентирован преимущественно на контроле его исполнения. Однако, с точки зрения стратегического управления и повышения эффективности, представляется более целесообразным акцентировать внимание на прогнозировании ключевых показателей и оперативной корректировке плана в процессе его реализации, используя актуальные данные автоматизированного мониторинга [56]. Это позволит своевременно выявлять отклонения в ходе производства и принимать обоснованные управленческие решения по оптимизации деятельности организации.

3.3 Составление карты развития компетенций

Для выявления направления развития компетентности персонала и причин существующих проблем функционирования производственной системы составляется карта развития компетенций (см п. 2.1), представленная на рисунке 16, путём сопоставления «эталонного» и «реального» профилей компетенций сотрудника, полученных в п. 3.1 и 3.2 настоящей работы.

Если при управлении компетенциями кадровых ресурсов производственных систем, руководствоваться очевидными на первый взгляд принципами, ориентируясь на совершенствование компетенций, наиболее влияющих на эффективность, то целями развития стали бы компетенции № 1, 4 и 6 (см. п. 2.2.4.2). Однако, по карте развития (рисунок 16) видно, что по данным компетенциям «реальный» профиль практически дублирует «эталонный», то есть сотрудники и так уделяют данным функциям достаточно внимания. В случае, когда текущие

показатели эффективности производственной системы не достигают желаемого уровня, можно сделать вывод, что результативность системы ограничивает другой параметр.

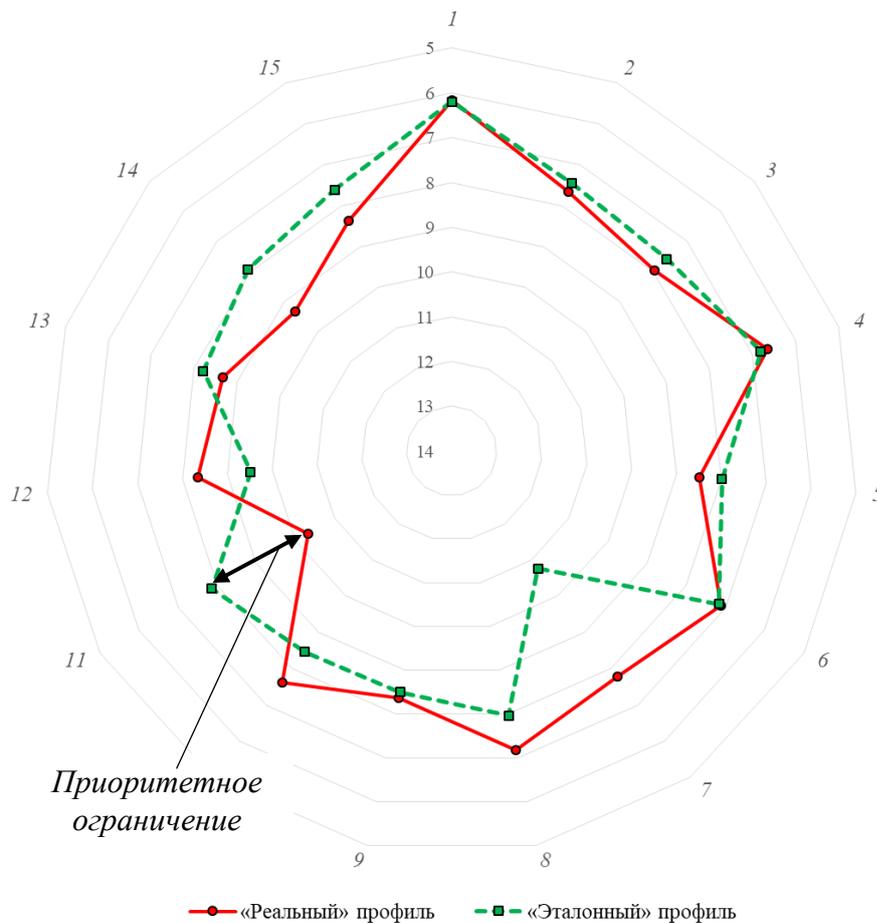


Рисунок 16 – Карта развития компетенций специалиста в области организации и управления производственными процессами

Выявив наибольшие отклонения «реального» профиля от «эталона» (рисунок 16), можно заключить, что компетенция сотрудников № 11 является приоритетной для развития (отклонение профилей на 2,46) и связана с интеграцией в рабочий процесс технических средств оперативного контроля производства, современных систем автоматизированного управления и подготовки производства. Второй по приоритетности является компетенция № 14 (отклонение профилей на 1,4) – изучение и внедрение передового опыта производства аналогичной продукции. Также заслуживает внимания факт, что компетенции № 7 и 12 (отклонение профилей на 2,99 и 1,17 соответственно), относящиеся к контролю установленных регламентов работы, в «реальном» профиле в значительной степени превышают позиции в «эталоне».

Исходя из вышеуказанного, можно резюмировать, что текущая парадигма работы производственной системы не способствует повышению эффективности и результативности процессов. А именно, организаторам и управленцам приходится проводить мониторинг выполнения производственной программы и решать рутинные задачи координации работы сотрудников и отделов, вместо того чтобы предиктивно регулировать деятельность и

совершенствовать методы планирования, организации и контроля производства для роста производительности труда.

В качестве рекомендаций для руководства предприятия, можно указать необходимость подключения рабочих мест к системам автоматизированного управления и подготовки производства, если это ещё не произошло, и/или ужесточить инструкции для производственного персонала по работе с ними. Важно учесть, что для надлежащей работы данных систем сотрудники должны обладать соответствующими компетенциями по взаимодействию с ними, а также понимать и разделять идею их внедрения в трудовую деятельность. Системы автоматизированного управления и подготовки производства применяют для создания целостного представления о текущем состоянии производственной системы, её ресурсной базы, что способствует увеличению объективности и рациональности принятия управленческих решений. Соответственно, от работников требуется осознание своего вклада в достижение целей организации и логику её функционирования. Для этого необходимо расширить профессиональный кругозор сотрудников с уровня их непосредственной рабочей деятельности до масштабов стратегического мышления, что позволит сформировать комплексное видение процессов, происходящих в системе.

Для разработки мероприятий по развитию выявленной приоритетной компетенции воспользуемся факторным анализом данных анкетирования о востребованности компетенций как методом структурной классификации. В рамках факторного анализа методом главных компонент для интерпретации информации рассчитываются факторные нагрузки – значения коэффициентов корреляции Пирсона для исходных признаков с выявленными факторами, которые представляют собой искусственные статистические показатели, формирующиеся посредством специальных преобразований корреляционных матриц [33]. Результаты факторного анализа методом главных компонент по двум факторам, проведённого в программном пакете для статистического анализа «Statistica», приведены в таблице 9 и на рисунке 17.

Таблица 9 – Результаты факторного анализа востребованности компетенций

№ компетенции	Факторные нагрузки	
	фактор 1	фактор 2
1	0,690	0,096
2	0,667	0,220
3	0,590	0,467
4	0,076	0,422
5	0,120	0,043
6	0,052	-0,373

Продолжение таблицы 9

№ компетенции	Факторные нагрузки	
	фактор 1	фактор 2
7	-0,351	-0,503
8	-0,289	-0,338
9	-0,213	-0,423
10	0,496	-0,292
11	-0,034	-0,499
12	0,361	-0,193
13	-0,544	0,388
14	-0,668	0,552
15	-0,736	0,127
Общая дисперсия:	3,205	1,982
Доля общей дисперсии:	0,214	0,132

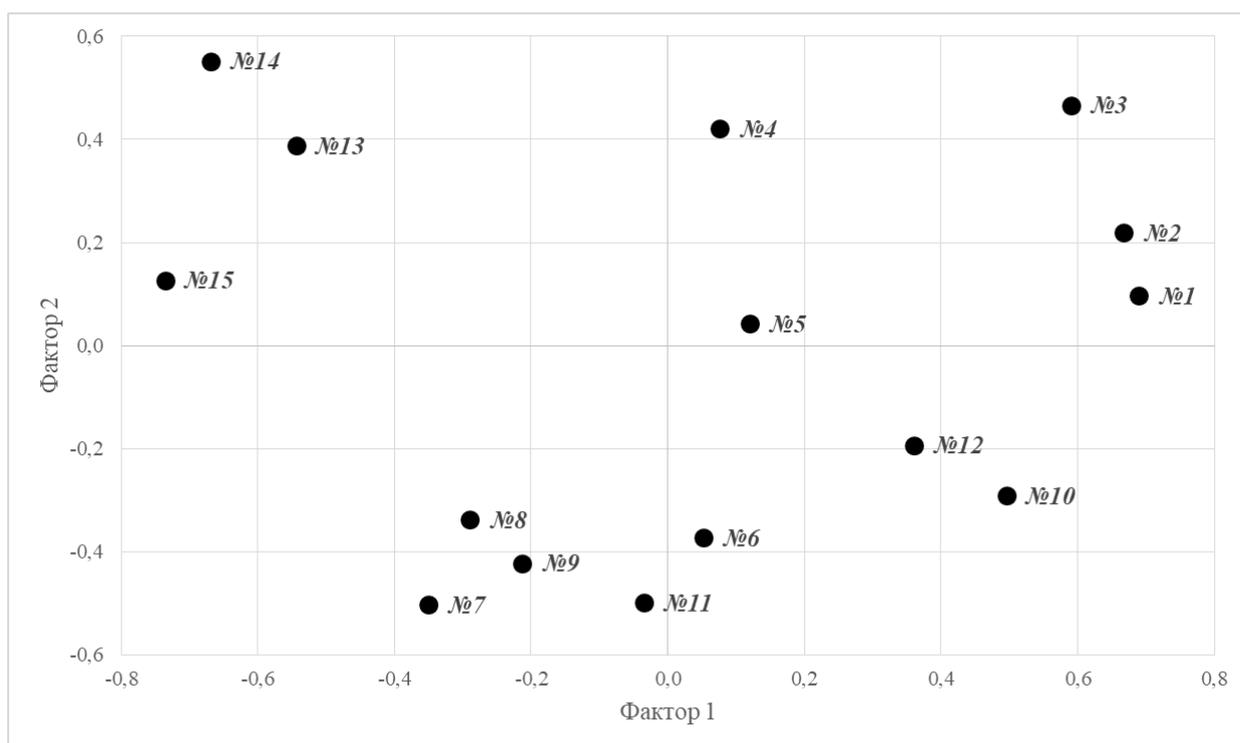


Рисунок 17 – Факторный анализ востребованности компетенций в производственном процессе

Анализ разброса данных по координатной плоскости (рисунок 17) показывает, что приоритетное ограничение – компетенция №11 – в большей степени коррелирует с компетенциями № 7, 9, 6 и 8. Следовательно, мероприятия по развитию компетентности сотрудников должны быть ориентированы на контроль незавершённого производства, оптимизацию загрузки оборудования, повышение производительности труда и качества изделий, сокращение цикла изготовления продукции [56].

В соответствии с анализом карты развития и проведённым теоретическим исследованием в первой главе настоящей работы, для устранения ограничений производительности и эффективности производственной системы – развития компетенций кадрового ресурса – предлагается методика (см. п. 3.4), разработанная в виде задач по анализу производственного сценария выполнения заказа на производственном участке, демонстрирующего влияние управленческих решений на показатели производственного процесса. Методика нацелена на приобретение знаний, умений, навыков принятия управленческих решений на основе методов предиктивной аналитики, а также развития системы мониторинга и прогнозирования качества продукции и процессов. Решение подобного рода задач позволяет развивать компетенции в приближенных к реальности условиях, что способствует более быстрому внедрению полученных знаний, умений и навыков в профессиональную деятельность сотрудника. За счёт развития профиля компетенций персонала мы приближаемся к рациональному функционированию механизма тактического достижения календарного плана предприятия.

Таким образом, предложенная методика управления компетентностью делает акцент на развитии компетенций с наибольшим отклонением «реального» профиля от «эталона». Определённый по построенной карте развития ключевой недостаток компетенций кадровых ресурсов, а также существующий механизм тактического достижения календарного плана предприятия, которые становятся главной причиной ограничения производительности и эффективности производственной системы, указывают на необходимость разработки мероприятий по развитию выявленных приоритетных компетенций.

3.4 Разработка методики развития компетенций

С целью повышения выявленных в п. 3.3 настоящей работы приоритетных компетенций сотрудников разработана методика развития компетенций в области управления, организации и аналитики производственных процессов машиностроительного предприятия, которая позволяет выявить связь механизма тактического достижения календарного плана предприятия с профилем компетенций персонала.

Воспользовавшись теорией нечёткой логики можно установить связь компетентности с временем производственного цикла, характеризующим выполнение оперативного план-графика работы. Пусть $C_d = \{c_j\}_d$ – вектор термов, описывающих d -ый уровень развития компетенций сотрудников c_j . Условие повышения уровня компетенций описывается следующими соотношениями:

$$C_{d+1} > C_d, \text{ если выполняется: } c_j = \{\forall d \mid \exists j, (c_j)_{d+1} > (c_j)_d\}, \quad (15)$$

где C_j – компетенция сотрудников ($j=1\dots n$);

d – уровень развития компетенций сотрудников C_j .

Обозначим $T_d = \{t_z\}_d$ – вектор термов времён t_z , описывающих z -ое состояние производственной системы, соответствующей d -ому уровню развития компетенций сотрудников C_j , тогда:

$$T_d = \{ \{ \text{время транспортировки партии} \}, \dots, \{ \text{время подготовительно-заклучительных работ} \}, \dots, \{ \text{время контроля партии} \} \}_d. \quad (16)$$

Между T_d и C_d существует нечёткое соотношение, определяемое функциями принадлежности $\mu_T(t_z)_d$ и $\mu_C(c_j)_d$. Нечёткую связь можно записать как:

$$R(T_d, C_d) = F(\mu_T(t_z)_d, \mu_C(c_j)_d) = \{(f_{jz})_d\},$$

такую, что выполняется условие :

$$(f_{jz})_d \approx \{ \forall d | (t_z)_{d+1} \leq (t_z)_d, \exists (c_j)_{d+1} > (c_j)_d, j=1\dots n, z=1\dots Z \}$$

где z – состояние производственной системы ($z=1\dots Z$);

Z – количество возможных состояний производственной системы

t_z – время, в котором производственная система находится в z -ом состоянии;

$\mu_T(t_z)_d$ – функция принадлежности вектора термов времён t_z , описывающих z -ое состояние производственной системы, соответствующей d -ому уровню развития компетенций сотрудников C_j ;

$\mu_C(c_j)_d$ – функция принадлежности вектора термов, описывающих d -ый уровень развития компетенций сотрудников C_j .

На практике такое нечёткое соотношение реализуется через управленческое воздействие на производственную систему, которое можно определить термином «компетентное планирование». В теории такая связь образуется при применении управленческих воздействий к цифровой модели производственной системы, выполненной, например, в программной среде имитационного моделирования. В любом случае, при анализе результатов управленческого воздействия на производственную систему и коррекции этого воздействия на следующем этапе, т.е. при поэтапном совершенствовании оперативного план-графика работы в соответствии с циклом Деминга (планирование-реализация-контроль-корректировка [25]), компетенции сотрудников $C_{d+1} > C_d$ повышаются и производительность производственной системы увеличивается.

В настоящей работе развивать компетенции персонала предлагается через решение задач по анализу производственного сценария выполнения заказа на производственном участке. Под

производственным сценарием в настоящей работе понимается потенциально возможная ситуация или цепочка заданных состояний, образовавшихся в ходе производственного процесса [24]. То есть, сценарий должен быть приближен к реальным обстоятельствам, с которыми могут столкнуться специалисты в процессе своей профессиональной деятельности.

Главная цель развития компетенций сотрудника – это обеспечение корректной работы механизма тактического достижения календарного плана предприятия. Смысл составления сценария состоит в демонстрации влияния управленческих решений сотрудника на результат производственного процесса. Решение поставленных задач базируется на методах предиктивной аналитики, мониторинга и прогнозирования качества продукции и процессов.

На предприятиях с изготовлением трудоёмких длинноцикловых высокотехнологичных изделий, например, двигателестроительные предприятия, для избегания кассовых разрывов прибегают к дозагрузке производства короткоцикловыми заказами. При этом необходимо обеспечить выполнение заказа, используя имеющиеся в распоряжении ресурсы и производственные мощности, минимизируя временные и материальные затраты. Данная ситуация в настоящем исследовании рассмотрена в качестве предпосылки для создания сценария.

Для составления задач обратимся к известной, проверенной и эффективной методологии управления системами – теории ограничений [138], актуальность которой в современном мире подтверждена многими исследователями [3, 20, 43, 74, 75, 119, 122, 165].

Теория ограничений, как методология управления системами, была предложена Элияху Голдраттом в 1984 году [138]. Согласно теории, любая система представляет из себя последовательность процессов с определённой мощностью или пропускной способностью. При этом процесс с наименьшей мощностью определяет эффективность всей системы и является её ключевым ограничением [37, 138].

Для увеличения прибыли, за счёт повышения производительности и сокращения затрат, Э. Голдратт предлагает сконцентрировать все своё внимание именно на ключевом ограничении. Для этого, для начала, его нужно найти и ослабить его негативное влияние на систему. Затем работу всех элементов системы необходимо настроить так, чтобы максимизировать производительность выявленного ограничения. Если это оказывается недостаточно для его устранения, то необходимо привлекать инвестиции для ликвидации его в корне. После этого ключевым ограничением системы становится другой элемент, требующий аналогичного управленческого воздействия [37].

Главными преимуществами применения теории ограничений являются рост прибыли организации и сокращение времени выполнения заказов, основываясь на уже имеющихся ресурсах [37, 131].

Стоит отметить, что в качестве ограничений системы могут выступать не только нехватка ресурсов, но и недостаточный спрос на рынке товаров и услуг, недостаток в компетенциях персонала, несовершенная политика управления компании и законодательство [43, 63, 119, 122].

В качестве основы для составления производственного сценария взяты примеры применения теории ограничений в реальных производственных процессах. Ценной информацией для настоящей работы из существующих исследований являются выявленные проблемы, ограничивающие систему, нахождение и преодоление которых и будет задачей для решения.

В первую очередь, представляется необходимым, рассмотреть примеры ситуаций, на которых опробовал теорию ограничений её автор. В книге «Цель: Процесс непрерывного совершенствования» [138] Э. Голдратт описал ситуацию, где ограничивающими проблемами оказались неиспользованная возможность увеличения пропускной способности «узкого места» и перепроизводство. Перепроизводство – это выпуск продукции раньше установленного срока или в большем количестве, чем необходимо в данный момент. Оно замораживает оборотные средства и приводит к излишнему использованию ресурсов системы, что замедляет выполнение срочных заказов. Решением проблемы стали оптимизация сроков запусков заказов на производство, уменьшение размеров партий и увеличение времени работы «узких мест» за счёт оптимизации расписания рабочих.

В статье [137] Голдратт показал эффективность внедрения теории ограничений там, где принципы бережливого производства не справляются. В данной работе в качестве причин, сдерживающих производство, отмечены перепроизводство и продолжительное время ожидания деталей в очереди перед обработкой. Предложенное решение – ограничение выпуска деталей по времени и система приоритетов обработки заказов.

Из недавних исследований, в своей работе С. В. Чаудхари и др. [131] продемонстрировали эффективность применения принципов теории ограничений на производстве ковров. В рассмотренной ими ситуации производитель столкнулся с проблемой больших сроков выполнения заказа и низким показателем выполненных заказов в срок и полном объёме. Авторами была установлена главная причина, ограничивающая систему – стремление к локальной эффективности и перепроизводство на первом этапе процесса. Решением стало установление новой цели этапа – комплексность незавершённого производства. Как утверждают авторы, результатом применения принципов теории ограничений стал рост производительности на 20–25% при тех же ресурсах, а также сокращение времени выполнения заказа и оборотного капитала.

Исследователи [139, 159, 163] при разработке стратегий улучшений управления производственными процессами, базирующихся на теории ограничений, анализируют

следующие параметры работы системы: объёмов незавершённой работы перед каждым из ресурсов, загруженность ресурсов, объёмы запасов, время цикла выполнения заказов.

Таким образом, основываясь на существующих исследованиях, для развития компетенций в области организации и управления производственными процессами предлагается следующий обобщённый сценарий: на производственный участок предметно-замкнутого типа, схема которого представлена в Приложении Д, поступает заказ на изготовление десяти комплектов трёх видов сборочных единиц, состоящих из пяти видов деталей. Последовательность выполнения, нормы времени технологических операций изготовления ДСЕ и состав сборочных единиц представлены в Приложении Д.

Обобщённый вид сценария позволяет применять методику для развития компетенций персонала любых типов машиностроительных производств, не привязываясь к определённому типу изготавливаемой продукции. Данный аспект делает методику более универсальной к применению.

Участок предметно-замкнутого типа организован в соответствии с логикой технологического процесса изготовления определённого вида продукции. На нем задействовано разнотипное оборудование и рабочие разных специальностей. В рамках сценария он рассматривается изолированно от остального цеха и производственной системы.

В формировании данного сценария положен ряд допущений: объем заказа жёстко определён и не может изменяться; поставка заготовок и материалов происходит без задержек, точно ко времени необходимости в нем; оборудование полностью исправно на протяжении времени выполнения заказа; заготовки передаются непосредственно к следующему по технологическому процессу обрабатывающему центру, без промежуточных складов; склады, тара и места ожидания деталей/партий в очереди – неограниченного объёма; горизонт планирования – только текущий заказ; реализация продукции происходит непосредственно после изготовления всего объёма заказа.

Следовательно, исходные данные задачи для решения сценария следующие:

- схема производственного участка;
- доступность ресурсов: 85%;
- ожидаемая доля продукции, несоответствующей требованиям по качеству: 0...10%;
- производственный заказ (номенклатура изделий, количество);
- последовательность и нормы времени изготовления ДСЕ.

Тогда, задача сотрудника состоит в уменьшении времени выполнения заказа (важный фактор, рассматриваемый потребителем [67]) и достижении желаемых показателей работы участка, используя принципы теории ограничений. То есть, необходимо определить ключевое ограничение системы (в предложенном сценарии – это будет один из рабочих центров) и

подчинить весь производственный процесс под него, чтобы его загрузка была максимально возможной. Целевую функцию сокращения времени выполнения заказа $T_{\text{заказ}}$ в укрупнённом виде можно представить следующим образом:

$$T_{\text{заказ}} = T_{\text{пц}} + T_{\text{ос}} + T_{\text{сб}} \rightarrow \min \Rightarrow T_{\text{пц}} \rightarrow \min, T_{\text{ос}} \rightarrow \min, \quad (18)$$

где $T_{\text{пц}}$ – продолжительность производственного цикла изготовления деталей, необходимых для сборки всех комплектов сборочных единиц;

$T_{\text{ос}}$ – время ожидания готовности всех деталей, входящих в состав сборочной единицы, для начала операции сборки;

$T_{\text{сб}}$ – время сборки всех комплектов сборочных единиц.

Время ожидания готовности всех деталей, входящих в состав сборочной единицы, для начала операции сборки (перепроизводство) можно сократить, разбив заказ на партии, установив периодичность и приоритет их запуска в производство. Данная задача решается путём построения критических цепей и определения детали с наибольшей продолжительностью производственного цикла. Процесс производства необходимо организовать так, чтобы «критическая» деталь изготавливалась с минимальными задержками. Однако, при условии, что разные виды деталей обрабатываются на одном рабочем центре, задача становится слишком сложна для применения к ней стандартного расчёта. Таким образом, для её решения наилучшим образом подходит моделирование сценариев выполнения заказа для подбора оптимальных параметров производственного процесса.

Структуру производственного цикла изготовления деталей в рамках данного задания можно представить в виде таблицы 10.

Таблица 10 – Структура производственного цикла

В единицах времени

Производственный цикл					
Время изготовления продукции			Транспортировка	Простой	
Производство	Переналадка оборудования	Подготовительно-заключительные работы, контроль		Ожидание детали в очереди на обработку	Организационный простой

На время производства (непосредственной обработки детали), подготовительно-заключительных работ, контроля в рамках задачи повлиять нельзя, так как это входит в ее

исходные данные. Организационный простой включает в себя время, когда не доступен необходимый ресурс для выполнения операции, хотя она доступна, например, нет оператора, нет инструмента, нет задания, нет заготовок, нет программы. Этот аспект, также входит в исходные данные задачи.

На время переналадки и транспортировки можно повлиять, сократив количество партий. При это необходимо учитывать, что время ожидания детали в очереди на обработку сокращается при уменьшении размеров партии, то есть увеличения их количества. В данном противоречии теория ограничений утверждает, что увеличение времени на переналадку оборудования и транспортировку имеет меньшее влияние на время цикла в сравнении с временем ожидания деталей в очереди, и стоит стремиться к уменьшению размера партии [137].

Тогда, целевую функцию сокращения продолжительности производственного цикла изготовления партии деталей $T_{ПЦ\ партии}$ можно представить следующим образом:

$$T_{ПЦ\ партии} = \sum_{q=1}^Q (T_{mp_q} + T_{ож_q} + T_{орг.пр_q} + T_{н_q} + b \cdot (T_{н.з_q} + T_{пр_q}) + T_{к_q}) \rightarrow \min \quad (19)$$

$$\Rightarrow T_{ож_q} \rightarrow \min,$$

где q – порядковый номер технологической операции в маршруте изготовления детали;

Q – количество технологических операций в маршруте изготовления детали;

b – размер партии или количество деталей в партии;

T_{mp_q} – время транспортировки партии до q -той операции;

$T_{ож_q}$ – время ожидания партии в очереди на обработку перед q -той операцией;

$T_{орг.пр_q}$ – время организационного простоя партии в процессе q -той операции;

$T_{н_q}$ – время переналадки оборудования перед q -той операцией;

$T_{н.з_q}$ – время подготовительно-заключительных работ на деталь на q -той операции;

$T_{пр_q}$ – время производства детали на q -той операции;

$T_{к_q}$ – время контроля партии на q -той операции.

Соответственно, для сокращения времени выполнения заказа требуется добиться сокращения перепроизводства и времени ожидания деталей в очереди перед обработкой. Таким образом, в качестве управленческих решений для сотрудника будут выступать назначение следующих параметров работы участка:

- размеры партий деталей;
- периодичность и расписание запуска деталей в производство;
- приоритеты обработки деталей и сборочных единиц.

Помимо анализа распределения времени выполнения заказа, в качестве результатов работы производственного участка оцениваются ключевые показатели эффективности: производительность, коэффициент загрузки оборудования, коэффициент производственного процесса, коэффициент качества, описание которых приведено в п. 2.2.4.1 настоящей работы.

Производительность P (шт/мин) характеризует эффективность производства и рассчитывается по формуле (чем выше, тем лучше) [28]:

$$P = \frac{PQ}{AOET}, \quad (20)$$

где PQ – объем произведённой продукции;

$AOET$ – фактическое время выполнения заказа.

Коэффициент загрузки оборудования K_3 (%) характеризует эффективность его использования и рассчитывается по формуле (чем выше, тем лучше) [28]:

$$K_3 = \frac{PQ}{EPC}, \quad (21)$$

где EPC – производственная мощность оборудования.

Коэффициент производственного процесса $KPI_{н.п.}$ (%) характеризует время ожидания и простоя заказа и рассчитывается по формуле (чем выше, тем лучше) [28]:

$$KPI_{к.п.п.} = \frac{\sum APT}{AOET}, \quad (22)$$

где APT – фактическое время производства;

$\sum APT$ – сумма всех APT для всех рабочих операций и рабочих центров, связанных с данным производственным заказом.

Коэффициент качества K_k (%) характеризует долю качественной продукции в общем объёме производства и рассчитывается по формуле (чем выше, тем лучше) [28]:

$$K_k = \frac{GQ}{PQ}, \quad (23)$$

где GQ – объем доброкачественной продукции.

Таким образом, алгоритм решения задач по анализу производственного сценария выполнения заказа на производственном участке может быть представлен в виде блок-схемы, приведённой в Приложении Е. Укрупнённая блок-схема алгоритма представлена на рисунке 18.

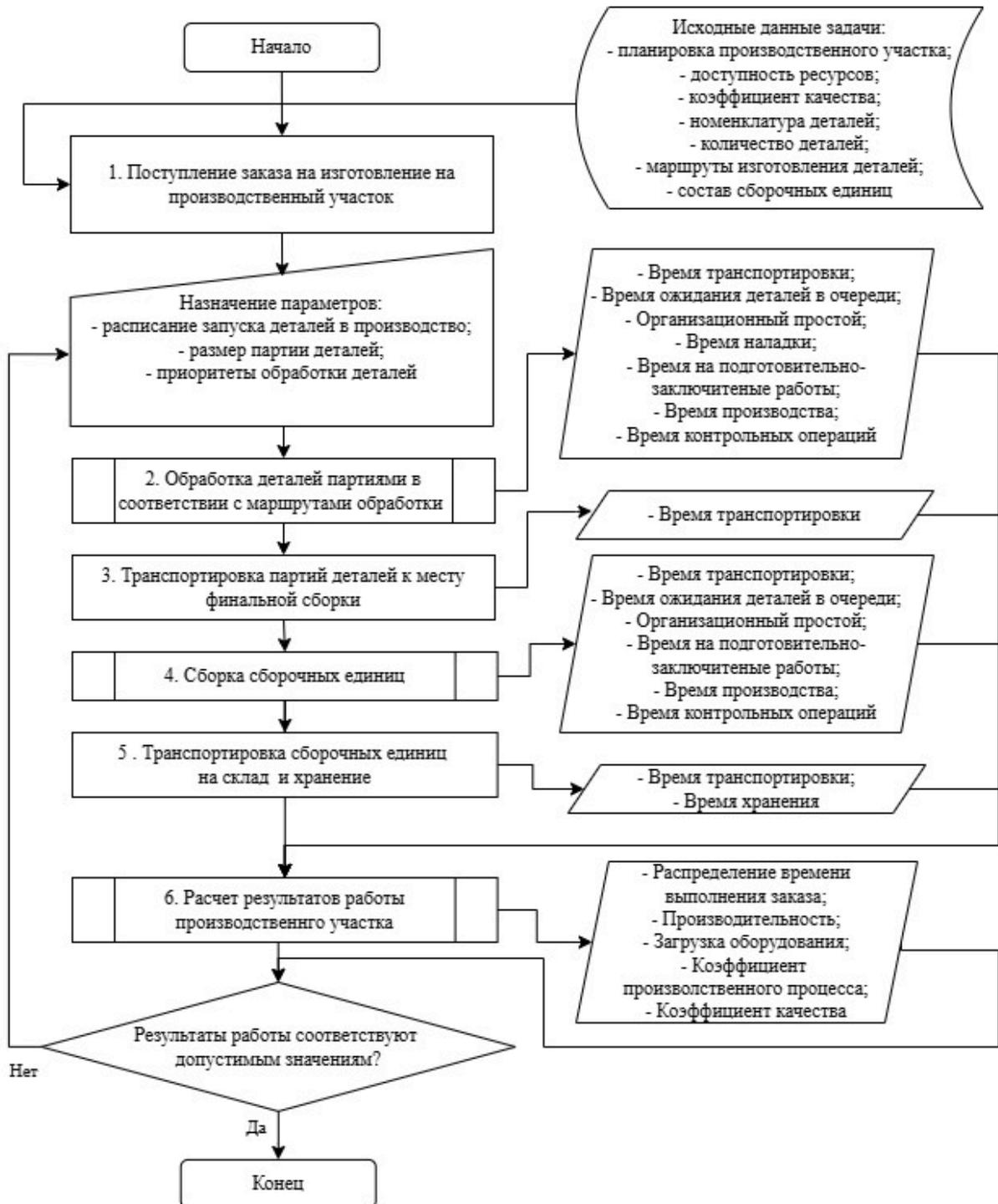


Рисунок 18 – Блок-схема алгоритма решения задач по анализу производственного сценария

3.5 Выводы по главе 3

1. Для квалиметрической оценки компетенций специалистов относительно их влияния на эффективность производственного процесса было проведено анкетирование сотрудников отечественных машиностроительных предприятий, соответствующих репрезентативной выборке. Результаты анкетирования показали, что наиболее влияющие на эффективность компетенции – № 1 и 4, наименее – № 12 и 7. Построен «эталонный» профиль компетенций

специалиста в области организации и управления производственными процессами, в соответствии с которым сделан вывод о существовании разрыва между стратегией развития и оперативной деятельностью, что может отрицательно сказаться на конкурентоспособности компании.

2. Для квалиметрической оценки компетенций специалистов относительно их востребованности в текущей парадигме реализации производственного процесса было проведено анкетирование сотрудников отечественных машиностроительных предприятий, соответствующих репрезентативной выборке. Результаты анкетирования показали, что наиболее востребованные в ходе работы компетенции – № 1 и 4, наименее – № 14 и 11. Построен «реальный» профиль компетенций специалиста в области организации и управления производственными процессами и заключено, что существующий на предприятии механизм тактического достижения календарного плана ориентирован преимущественно на контроле его исполнения.

3. По разработанной методике управления компетентностью в производственных системах составлена карта развития и определён ключевой недостаток компетенций – компетенция № 11. Выявлены недостатки существующего механизма тактического достижения календарного плана предприятия, ограничивающие эффективность и результативность процессов – необходимость непосредственного личного мониторинга выполнения производственной программы и координации работы сотрудников и отделов. Сформированы рекомендации для высшего руководства.

4. На основе нечёткой логики разработана математическая модель длительности производственного цикла производственной системы в зависимости от уровня компетенций ее кадровых ресурсов. При поэтапном совершенствовании оперативного план-графика работы компетенции сотрудников повышаются и производительность производственной системы увеличивается. На практике такое нечёткое соотношение реализуется через управленческое воздействие на производственную систему, а в теории такая связь образуется при применении управленческих воздействий к цифровой модели производственной системы.

5. Разработана методика развития компетенций в области управления, организации и аналитики производственных процессов машиностроительного предприятия путём решения задач по анализу производственного сценария выполнения заказа на производственном участке. Задача представлена в виде исходных данных сценария и заключается в уменьшении времени выполнения заказа и достижении желаемых показателей работы участка, используя принципы теории ограничений. В качестве решения задачи требуется подобрать оптимальные значения размеров партий деталей, периодичности запуска деталей в производство и приоритетов обработки деталей.

Глава 4 Апробация разработанной методики развития компетенций

4.1 Разработка инструментария развития компетенций

Для реализации методики развития компетенций персонала в виде задач по предиктивному анализу, мониторингу и прогнозированию качества продукции и процессов в качестве тренажёра была создана модель, имитирующая работу производственного участка в соответствии со сценарием выполнения заказа, разработанным в п.3.4 настоящей работы. Анализ существующих исследований позволяет сделать вывод о нарастающей востребованности использования имитационного моделирования в области управления производственными системами [34, 38, 39, 49]. Имитационная модель, построенная на данных оперативного мониторинга, может стать обоснованием для управленческих решений, путём экстраполяции поведения системы в виртуальной среде и анализа её эффективности [53, 60]. Это позволит оптимизировать процессы, использование ресурсов, уменьшить вероятность возникновения нарушений в функционировании системы и влияние их последствий, а также значительно сократить время и затраты на внедрение инноваций. Рассмотренные обстоятельства дают возможность улучшить экономическую эффективность и конкурентоспособность компании.

Имитационная модель была создана в отечественной программной среде AnyLogic с использованием дискретно-событийного подхода. Об актуальности и перспективности использования инструмента имитационного моделирования AnyLogic можно судить по его успешному применению в работах исследователей в разных странах [104, 142, 151, 170]. Дискретно-событийное моделирование позволяет представить производственный процесс в виде хронологически заданной последовательности событий, что в наибольшей мере отражает суть сценария в данной работе. Таким образом, решение задачи представляет собой назначение входных параметров имитационной модели и анализа её выходных данных относительно качества производственного процесса.

Моделируемый производственный участок (рисунок 19) создаётся в соответствии с схемой (приложение Д рисунок Д.1) при помощи разметки пространства и 3D объектов, интегрированных в среде AnyLogic. Каждый вид номенклатуры изделий задаётся в виде отдельных типов агентов, как и каждый рабочий центр, рабочие. Последовательность и нормы времени изготовления ДСЕ устанавливаются посредством графического программирования – задания блоков, связей между ними и назначения их свойств, представляющих в совокупности диаграмму процесса. Также для учёта приоритетов ДСЕ были использованы дополнительные настройки при помощи расширения свойств блоков кодом, написанным на языке Java.



Рисунок 19 – Имитационная модель производственного участка

Входные данные для моделирования задаются через назначение величин параметров размеров партий деталей, приоритетов обработки ДСЕ, периодичности запуска деталей в производство и времени запуска первой партии. Перечисленные параметры регулируют порядок (время и количество) создания агентов-деталей и инициируют их движение по диаграмме процесса.

Для анализа эффективности и качества работы производственного участка по итогам моделирования формируются выходные данные:

- время выполнения заказа в минутах, часах, днях (рассчитанных из условия односменной восьмичасовой работы), определяемое как временной промежуток между первым поступлением агента-детали на стеллаж для хранения заготовок и помещением последнего агента-СЕ на стеллаж для хранения готовой продукции;
- производительность (штук в час), рассчитанная как отношение количества изготовленных агентов-СЕ ко времени выполнения заказа, выраженное в часах;
- диаграмма загрузки рабочих центров, формируемая при помощи встроенных функций сбора статистики используемых ресурсов в среде AnyLogic и отражающая средние значения коэффициентов загрузки каждого из них в течение времени выполнения заказа;
- коэффициент производственного процесса, рассчитанный как отношение суммы замеренных отрезков времени, затраченных на производство, подготовительно-заключительные работы, контроль для всех рабочих операций изготовления ДСЕ, ко времени выполнения заказа;
- коэффициент качества, определяемый как соотношение количества изготовленных агентов-деталей, соответствующих требованиям по качеству, к общему объёму изготовленных деталей (количество деталей, несоответствующих требованиям по качеству, моделируется из условной зависимости, используемой для иллюстрации влияния увеличения количества переналадок оборудования на снижение качества продукции [8]);

– диаграммы процентного распределения времени пребывания агента-детали/партии в заданных состояниях в течение производственного цикла: в работе (T_{np_q} , $T_{п.э_q}$, $T_{к_q}$), переналадка ($T_{н_q}$), транспортировка ($T_{тр_q}$), организационный простой ($T_{орг.пр_q}$), ожидает ($T_{ож_q}$, $T_{ос}$).

Логика работы производственной системы отражена на диаграмме процесса, представленной на рисунке 20, и устанавливает следующие действия над агентами модели:

1) поступление агентов-деталей на стеллаж для хранения заготовок и сбор в партии в соответствии с назначенными входными параметрами;

2) цикл выполнения технологических операций изготовления ДСЕ, в соответствии с установленной в условиях задачи последовательностью (изготовление всех видов деталей происходит параллельно друг другу):

а) транспортировка агента-партии рабочим к рабочему центру;

б) хранение агента-партии/детали в очереди на обработку перед рабочим центром (условием перехода агента-партии на следующий этап является минимальное значение приоритета относительно других агентов, хранящихся на данный момент в очереди);

в) задержка агента-детали, рабочего, рабочего центра на время, соответствующее нормам времени на переналадку в случае изменения обрабатываемого на рабочем центре вида детали;

г) задержка агента-детали, рабочего, рабочего центра на продолжительность организационного простоя, наступающего с вероятностью 85% (в соответствии с заданной в условиях задачи доступностью ресурсов);

д) задержка агента-детали, рабочего, рабочего центра на время, соответствующее нормам времени на проведение рабочим подготовительных работ;

е) задержка агента-детали, рабочего центра на время, соответствующее нормам времени на производство (обработку) детали на рабочем центре;

ж) задержка агента-детали, рабочего, рабочего центра на время, соответствующее нормам времени на проведение рабочим заключительных работ;

з) задержка агента-детали, рабочего на время, соответствующее нормам времени на контроль;

и) хранение агента-партии для передачи к следующему рабочему центру или к месту сборки;

3) транспортировка агентов-партий рабочим к месту сборки;

- 4) хранение агентов-деталей в ожидании готовности всех деталей, входящих в состав СЕ (при переходе на следующий этап агенты-детали распределяются в соответствии с составом СЕ в порядке назначенных для них приоритетов);
- 5) задержка агентов-СЕ и рабочего на время, соответствующее нормам времени на сборку;
- 6) транспортировка агентов-СЕ рабочим к месту контроля;
- 7) задержка агентов-СЕ и рабочего на время, соответствующее нормам времени на контроль;
- 8) транспортировка агентов-СЕ рабочим на стеллаж для хранения готовой продукции;
- 9) хранение агентов-СЕ до полного выполнения заказа.

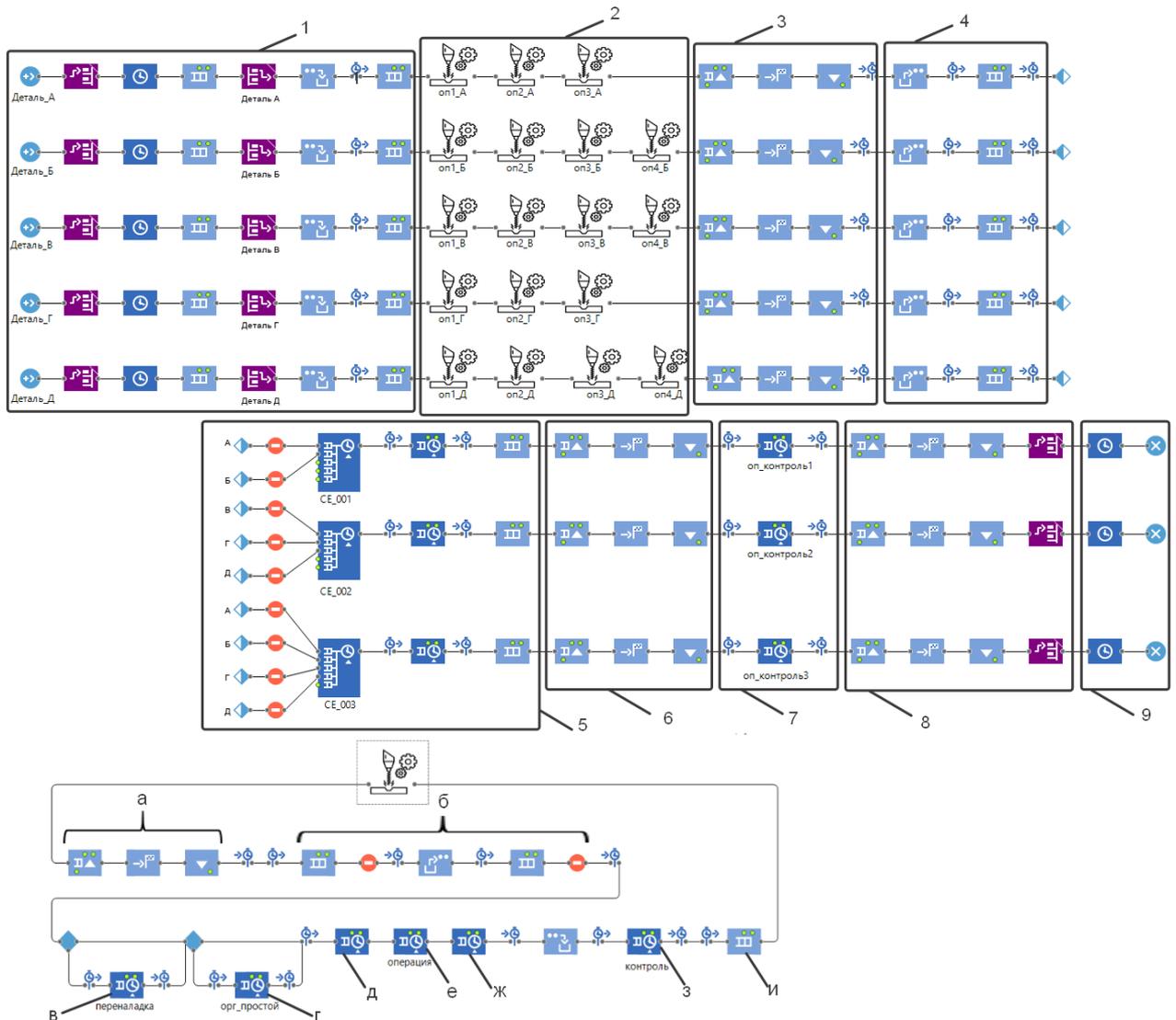


Рисунок 20 – Диаграмма процесса модели производственного участка: 1 - поступление деталей на стеллаж и сбор в партии; 2 - цикл выполнения технологических операций изготовления ДСЕ: а - транспортировка; б - ожидание обработки; в – переналадка; г - организационный простой; д - подготовительные работы; е - производство, ж -заключительные работы; з - контроль; и - хранение; 3 - транспортировка; 4 - хранение перед сборкой; 5 - сборка; 6 - транспортировка; 7 - контроль; 8 - транспортировка; 9 - хранение

Таким образом, при решении задачи при помощи разработанного тренажёра пользователь может проследить за спецификой функционирования производственного участка и проанализировать влияние назначенных им входных параметров на результаты работы. В ходе симуляции очевидным становятся ограничения системы – рабочие центры, перед которыми скапливается очередь деталей перед обработкой, что подтверждается данными по их загрузке. Также визуально можно определить перепроизводство по скоплению деталей перед операцией сборки, что подтверждается диаграммами распределения времени в течение производственного цикла деталей. Итак, пользователь может менять входные параметры и запускать моделирование снова и снова, пока не достигнет результатов эффективности работы производственного участка, которые его удовлетворят. Заключение о качественном решении задачи и факте развития компетенций, можно сделать при сокращении времени выполнения заказа на 30% относительно базовых настроек моделирования (рисунки 21, 22).

	Размеры партий	Приоритеты обработки	Периодичность запуска в производство	Расписание запуска в производство
Деталь А	размер_партии_А 30	приоритет_детали_А 1	периодичность_запуска_партии_А 0	первый_запуск_партии_А 0
Деталь Б	размер_партии_Б 20	приоритет_детали_Б 2	периодичность_запуска_партии_Б 0	первый_запуск_партии_Б 0
Деталь В	размер_партии_В 30	приоритет_детали_В 3	периодичность_запуска_партии_В 0	первый_запуск_партии_В 0
Деталь Г	размер_партии_Г 20	приоритет_детали_Г 4	периодичность_запуска_партии_Г 0	первый_запуск_партии_Г 0
Деталь Д	размер_партии_Д 20	приоритет_детали_Д 5	периодичность_запуска_партии_Д 0	первый_запуск_партии_Д 0

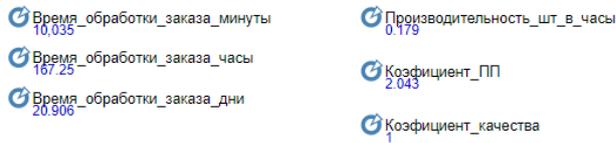
Приоритеты сборочных единиц

приоритет_CE_001 1
приоритет_CE_002 2
приоритет_CE_003 3

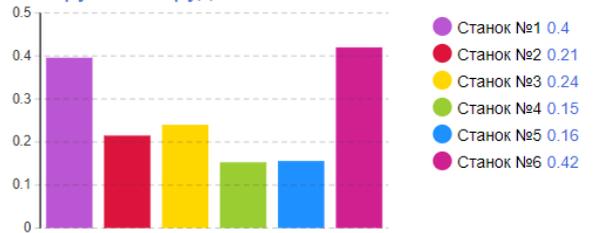
**Допущения в условиях работы участка:
 объем заказа жестко определен и не может изменяться;
 поставка заготовок и материалов происходит без задержек, точно ко времени необходимости в нем;
 оборудование полностью исправно на протяжении времени выполнения заказа;
 заготовки передаются непосредственно к следующему по технологическому процессу рабочему центру, без промежуточных складов;
 склады, тара и места ожидания деталей/партий в очереди – неограниченного объема;
 горизонт планирования – только текущий заказ;
 реализация продукции происходит непосредственно после изготовления всего объема заказа;
 доступность ресурсов – 85%;
 ожидаемая доля продукции, несоответствующей требованиям по качеству – 0...10%.*

Рисунок 21 – Базовые настройки входных параметров имитационной модели производственного участка

Целевая функция - сокращение времени обработки заказа



Загрузка оборудования



Распределение_времени_ПЦ_детали_А



Распределение_времени_ПЦ_детали_Г



Распределение_времени_ПЦ_детали_Б



Распределение_времени_ПЦ_детали_Д



Распределение_времени_ПЦ_детали_В

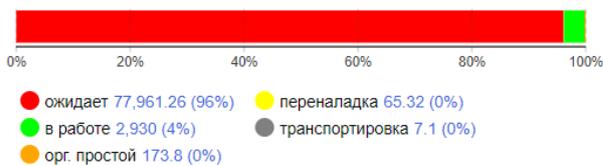


Рисунок 22 – Результаты моделирования работы производственного участка при базовых настройках входных параметров

4.2 Апробация инструментария развития компетенций

Перед апробацией разработанного инструментария развития компетенций на сотрудниках машиностроительных предприятий было проведено его тестирование в лабораторных условиях на студентах старших курсов бакалавриата специальности 24.03.05 «Двигатели летательных аппаратов» профиля «Организация и управление производства» Самарского университета. При работе с тренажёром обучающиеся могут управлять 23 исходными параметрами, такими как: размеры партий пяти видов деталей, приоритеты обработки пяти видов деталей и трёх видов сборочных единиц, периодичность запуска пяти видов деталей в производство и время запуска первой партии пяти видов деталей. По итогам проведения тестирования была собрана статистика по введённым обучающимися исходным параметрам и полученным результатам времени выполнения производственного заказа. Входной набор данных составил 685 уникальных

записей, в итоге 20 значений было признано выпадающими (по критерию превышения допустимого значения времени выполнения заказа в 200 ч) и в итоге оставлено 665 записей, приведённых в Приложении Ж (таблица Ж.1).

Для полученных значений времени обработки заказа построена гистограмма значений (рисунок 23) и рассчитаны следующие характеристики:

- минимальное значение составило 99,35 часа;
- максимальное значение составило 194,04 часа;
- среднее значение составило 127,32 часа;
- среднеквадратическое отклонение составило 18,92 часа;
- медианное значение составило 122,26 часа.

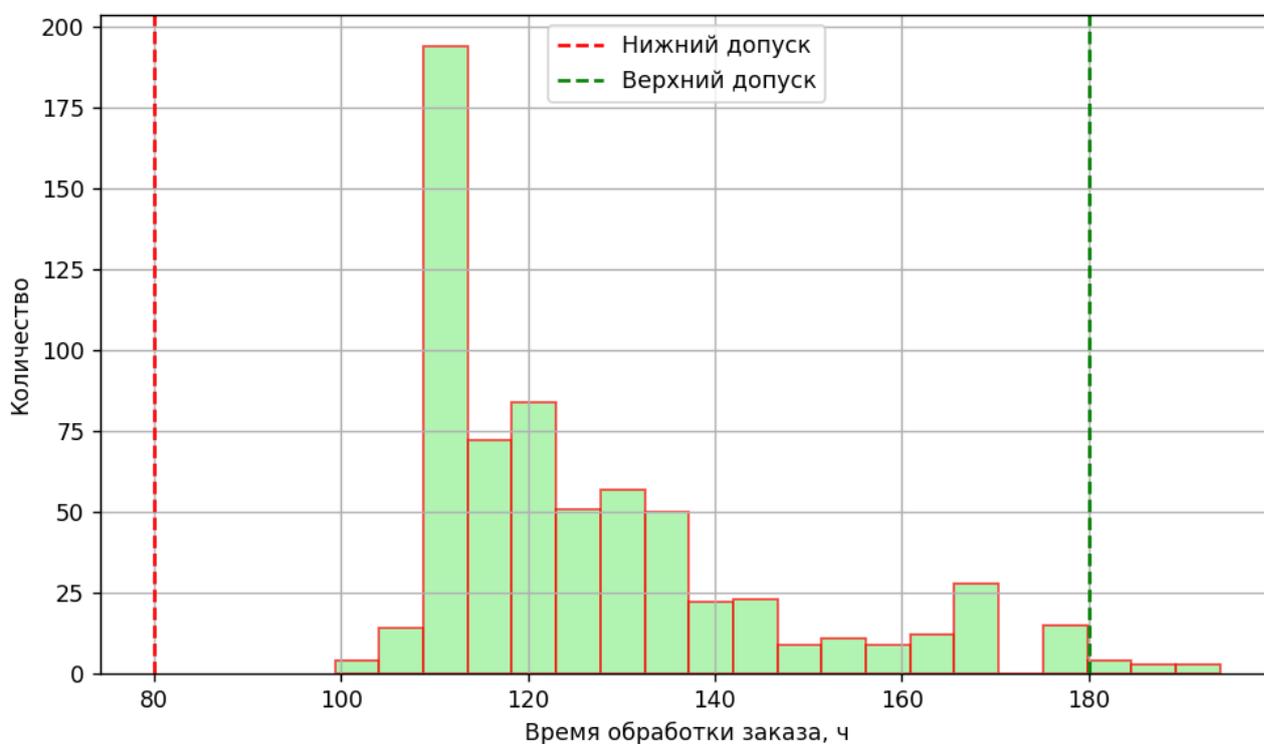


Рисунок 23 – Гистограмма полученных значений времени обработки заказа по результатам тестирования разработанного инструментария развития компетенций

Таким образом, лучшее решение задачи – 99,35 часа, что свидетельствует о сокращении времени выполнения заказа на 40,6 % относительно базовых настроек моделирования и 48,8 % от наихудшего решения, что свидетельствует о положительном результате развития компетенций у обучающихся.

По собранной статистике введённых обучающимися исходных параметров для них были рассчитаны коэффициенты корреляции Пирсона (см. п. 2.2.3) с результатом времени обработки заказа, представленные в таблице 11. Значения коэффициента корреляции от 0,1 до 0,3 указывает на слабую силу связи параметров по шкале Чеддока: от 0,3 до 0,5 – на умеренную, от 0,5 до 0,7 – на заметную, от 0,7 до 0,9 – на высокую, от 0,9 до 0,99 – на весьма высокую [11].

Таблица 11 – Коэффициенты корреляции исходных параметров задачи с полученным результатом времени обработки заказа

№	Параметр	Коэффициент корреляции	Сила связи
1	Приоритет А	0,16	слабая
2	Приоритет Б	-0,25	слабая
3	Приоритет В	0,09	очень слабая
4	Приоритет Г	-0,17	слабая
5	Приоритет Д	0,19	слабая
6	Приоритет СЕ 001	0,00	очень слабая
7	Приоритет СЕ 002	0,09	очень слабая
8	Приоритет СЕ 003	-0,01	очень слабая
9	Размер партии А	0,73	высокая
10	Размер партии Б	0,73	высокая
11	Размер партии В	0,75	высокая
12	Размер партии Г	0,74	высокая
13	Размер партии Д	0,73	высокая
14	Период запуска А	0,02	очень слабая
15	Период запуска Б	0,03	очень слабая
16	Период запуска В	0,06	очень слабая
17	Период запуска Г	0,04	очень слабая
18	Период запуска Д	0,13	слабая
19	Первый запуск А	0,02	очень слабая
20	Первый запуск Б	-0,14	слабая
21	Первый запуск В	0,00	очень слабая
22	Первый запуск Г	-0,16	слабая
23	Первый запуск Д	0,01	очень слабая

Анализируя таблицу 11, можно сделать вывод, что высокая корреляция наблюдается только для параметров группы «размер партии». Данный факт указывает на преобладающее влияние значений размеров партий всех пяти видов деталей на целевую функцию - сокращение времени выполнения заказа.

На рисунке 24 приведена матрица рассчитанных коэффициентов корреляции исходных параметров задачи между собой, где наблюдается весьма высокая взаимная корреляция между параметрами группы «размер партии», а также высокие и заметные корреляции внутри других

групп параметров. Между группами параметров просматриваются слабые корреляции. Из чего можно сделать вывод, что обучающиеся в эксперименте назначают однотипные исходные параметры для групп «размер партии» (9-13) и «период запуска» (14-18) для всех видов деталей.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1		0,01	-0,18	-0,37	-0,13	0,10	-0,27	-0,19	0,28	0,28	0,26	0,26	0,25	0,02	0,04	0,05	-0,01	0,00	0,12	0,01	-0,18	0,20	0,01
2	0,01		-0,19	-0,04	-0,58	0,11	-0,26	-0,06	-0,13	-0,19	-0,18	-0,23	-0,18	0,01	-0,07	0,04	0,08	-0,10	0,03	-0,35	0,01	0,09	-0,28
3	-0,18	-0,19		-0,60	-0,14	-0,03	0,18	-0,09	0,02	0,06	0,06	0,09	0,08	-0,06	-0,06	-0,13	-0,05	-0,06	0,02	0,26	0,24	0,02	0,03
4	-0,37	-0,04	-0,60		0,27	-0,14	0,05	0,18	-0,11	-0,12	-0,12	-0,13	-0,12	0,01	-0,01	0,04	0,05	0,06	-0,13	-0,16	-0,10	-0,14	0,00
5	-0,13	-0,58	-0,14	0,27		-0,07	0,24	0,21	0,16	0,17	0,18	0,20	0,20	0,08	0,09	0,09	0,14	0,16	-0,07	0,25	0,01	-0,16	0,22
6	-0,10	0,11	-0,03	-0,14	-0,07		0,46	0,57	-0,05	-0,16	-0,13	-0,14	-0,05	0,08	0,10	0,12	0,05	0,13	0,11	0,13	0,32	0,15	0,10
7	-0,27	-0,26	0,18	0,06	0,24	0,46		0,75	-0,08	-0,08	-0,07	-0,05	0,00	-0,11	-0,08	-0,02	0,04	0,08	-0,10	0,31	0,33	-0,23	0,15
8	-0,19	-0,06	-0,09	0,18	0,21	0,57	0,75		-0,07	-0,13	-0,10	-0,10	-0,01	0,00	0,05	0,11	0,07	0,15	0,00	0,09	0,23	-0,16	0,15
9	0,28	-0,13	0,02	-0,11	0,16	-0,09	-0,01	-0,07		0,94	0,94	0,94	0,93	0,02	0,04	0,02	0,03	0,05	-0,07	-0,19	-0,02	-0,13	-0,05
10	0,28	-0,19	0,06	-0,12	0,17	-0,16	-0,08	-0,13	0,94		0,97	0,95	0,94	0,01	0,02	-0,01	0,00	0,03	-0,08	-0,16	-0,05	-0,14	-0,07
11	0,26	-0,18	0,06	-0,12	0,18	-0,13	-0,07	-0,10	0,94	0,97		0,93	0,92	0,02	0,04	0,02	0,02	0,05	-0,07	-0,13	-0,04	-0,13	-0,05
12	0,26	-0,23	0,09	-0,13	0,20	-0,14	-0,05	-0,10	0,94	0,95	0,93		0,95	-0,01	0,01	-0,01	0,01	0,04	-0,08	-0,10	-0,04	-0,15	0,01
13	0,25	-0,18	0,08	-0,12	0,20	-0,05	0,00	-0,01	0,93	0,94	0,92	0,95		0,01	0,02	0,00	0,01	0,05	-0,08	-0,19	0,02	-0,15	-0,06
14	0,02	-0,01	-0,06	0,01	0,08	0,08	-0,11	-0,00	0,01	0,01	0,03	-0,01	0,01		0,90	0,63	0,64	0,72	0,05	-0,01	0,32	0,17	0,27
15	0,04	-0,07	-0,06	-0,01	0,09	0,10	-0,08	0,05	0,01	0,02	0,04	0,01	0,02	0,90		0,68	0,71	0,81	0,10	-0,05	0,32	0,17	0,32
16	0,05	-0,04	-0,13	0,04	0,09	0,12	-0,03	0,11	0,02	-0,01	0,02	-0,01	0,00	0,63	0,68		0,66	0,74	0,12	-0,03	0,29	0,04	0,35
17	-0,01	-0,03	-0,03	0,03	0,14	0,08	0,03	0,07	0,03	0,00	0,02	0,01	0,01	0,64	0,71	0,66		0,79	0,02	0,07	0,27	0,02	0,32
18	0,00	-0,10	-0,06	0,06	0,16	0,13	0,08	0,15	0,05	0,03	0,05	0,04	0,05	0,72	0,81	0,74	0,79		0,06	0,04	0,38	0,00	0,40
19	0,12	0,03	0,02	-0,13	-0,07	0,11	-0,10	0,00	-0,07	-0,08	-0,07	-0,08	-0,08	0,09	0,10	0,12	0,02	0,06		0,04	-0,04	0,10	0,11
20	0,01	-0,35	0,26	-0,16	0,25	0,13	0,31	0,09	-0,19	-0,16	-0,13	-0,14	-0,19	-0,06	-0,05	-0,03	0,01	0,04	0,04		0,12	0,03	0,33
21	-0,18	-0,01	0,24	-0,10	0,01	0,32	0,33	0,23	-0,02	-0,05	-0,04	-0,04	0,02	0,32	0,32	0,29	0,27	0,38	-0,04	0,12		-0,01	0,25
22	0,20	0,09	0,02	-0,14	-0,16	0,15	-0,23	-0,16	-0,13	-0,14	-0,13	-0,15	-0,15	0,17	0,17	0,04	-0,02	0,00	0,10	0,03	-0,01		-0,01
23	0,01	-0,28	0,03	0,00	0,22	0,10	0,15	0,15	-0,03	-0,07	-0,05	0,01	-0,06	0,27	0,32	0,35	0,33	0,40	0,11	0,33	0,25	-0,01	

Рисунок 24 – Матрица коэффициентов корреляции исходных параметров между собой

На рисунке 25 приведены графики связи времени обработки заказа с параметрами группы «размер партии». Из полученных результатов следует, что чем меньше размер партии, тем время обработки заказа чаще оказывается ближе к минимальному значению. При этом верно и обратное, чем размер партии больше, тем результат чаще оказывается ближе к максимальному значению. Важно заметить, что при одних и тех же размерах партий время обработки заказа сильно колеблется. Вариативность связана с тем, что помимо рассматриваемого фактора на производственный процесс влияют остальные параметры, назначенные для данной детали (приоритет обработки, периодичность запуска, время запуска первой партии), а также и другие детали из номенклатуры. Таким образом, можно заключить, что при назначении меньших размеров партий для всех видов деталей вероятность добиться наименьшего времени обработки заказа больше.

Анализируя выше приведённые данные, можно отметить неявный характер корреляционной связи параметров между собой и целевой функцией, что подчёркивает важность комплексного планирования производственного процесса, с учётом взаимозависимости факторов. Данный аспект акцентирует важность и актуальность применения имитационного моделирования при управлении и организации работы производственных систем, которое позволяет предиктивно анализировать эффективность деятельности и находить оптимальные режимы работы сложной технической системы при многофакторном взаимном влиянии её элементов.

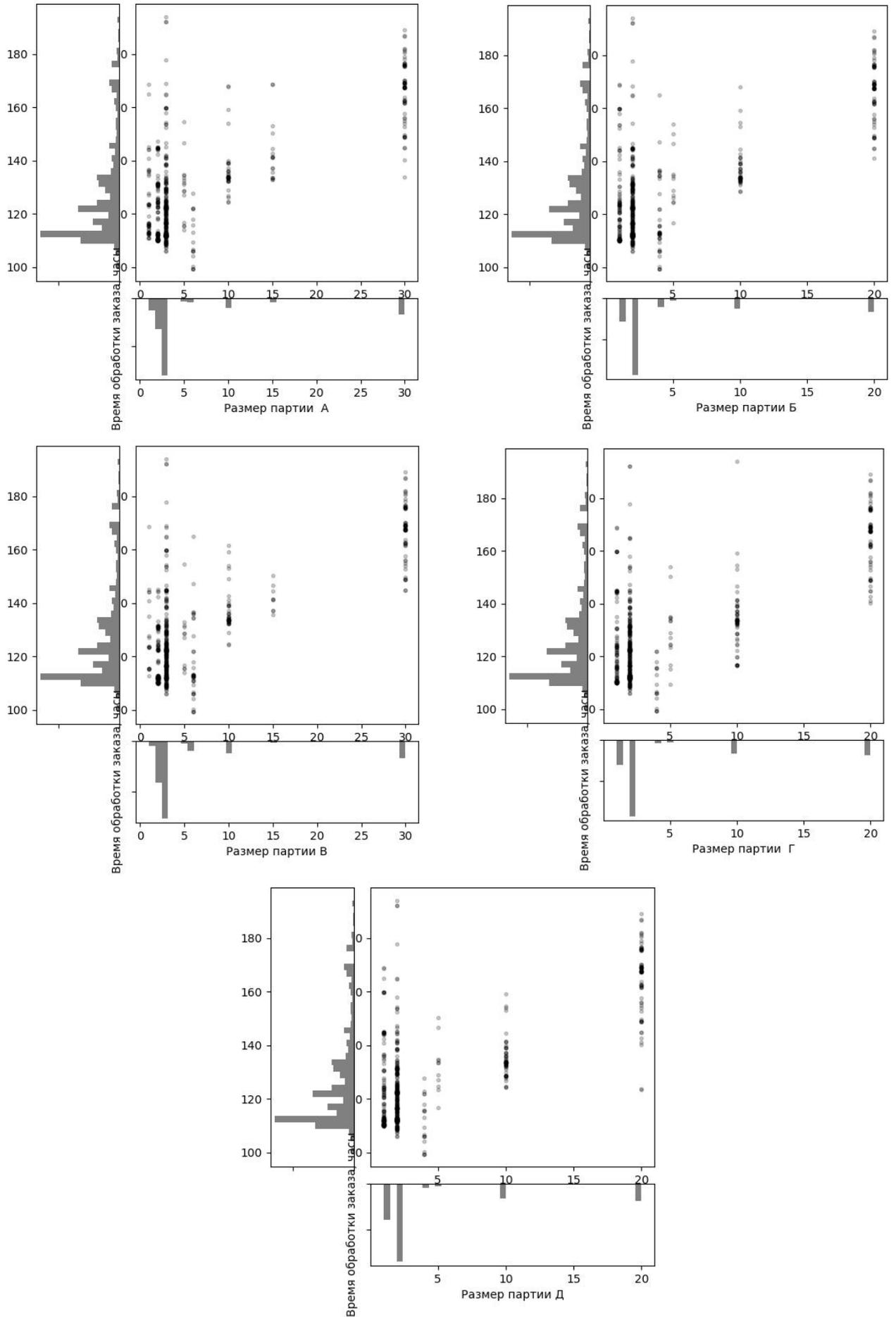


Рисунок 25 – Графики связи времени обработки заказа с параметрами группы «размер партии»

С целью исследования развития компетенций обучающимися по разработанным методике и инструментарию, до и после работы с тренажёром им был предложен тест с открытыми вопросами, предполагающий краткие письменные ответы, содержание которых позволяет оценить глубину понимания предмета анализа. Вопросы составлены на основании сформированного в п. 2.2.4.2 набора компетенций и представляют собой следующий перечень:

- 1) как обеспечить ритмичность производства?
- 2) что можно считать нарушением в ходе производства с точки зрения его организации?
- 3) что может являться причинами, сдерживающими ход производства?
- 4) на какие показатели производственного процесса влияет размер партии?
- 5) на какие данные стоит опираться при составлении расписания запуска деталей в производство?
- 6) на какие показатели производственного процесса влияет незавершённое производство?
- 7) какие могут быть причины, вызывающие простои оборудования?
- 8) как организация производственного процесса может влиять на качество изделий (работ, услуг)?
- 9) какие внутрипроизводственные резервы повышения производительности труда и качества продукции могут быть на предприятии?
- 10) «как можно управленческими решениями сократить цикл изготовления продукции?»

По результатам прохождения теста (Приложение Ж – таблица Ж.2) обучающимися выявлено, что общая полнота ответов (обширность предоставленной информации и учёт всех аспектов) на вопросы показала положительную динамику после обучения на тренажёре (рисунок 26). Наибольшее изменение глубины понимания наблюдается по вопросам № 2, 3, 4 и 10, направленных на анализ развития компетенций, ориентированных на планирование и контроль ритмичной работы участка/цеха, незавершённого производства, оптимальной загрузки оборудования, повышение производительности труда и качества изделий, сокращение цикла изготовления продукции. Выше указанное полностью поддерживает предпосылку создания методики и инструментария развития компетенций, сформированную по итогам составления карты развития в п. 3.3 настоящей работы. Что подтверждает валидность и эффективность разработанных методики и инструментария, а также свидетельствует о целесообразности их внедрения на машиностроительных предприятиях.

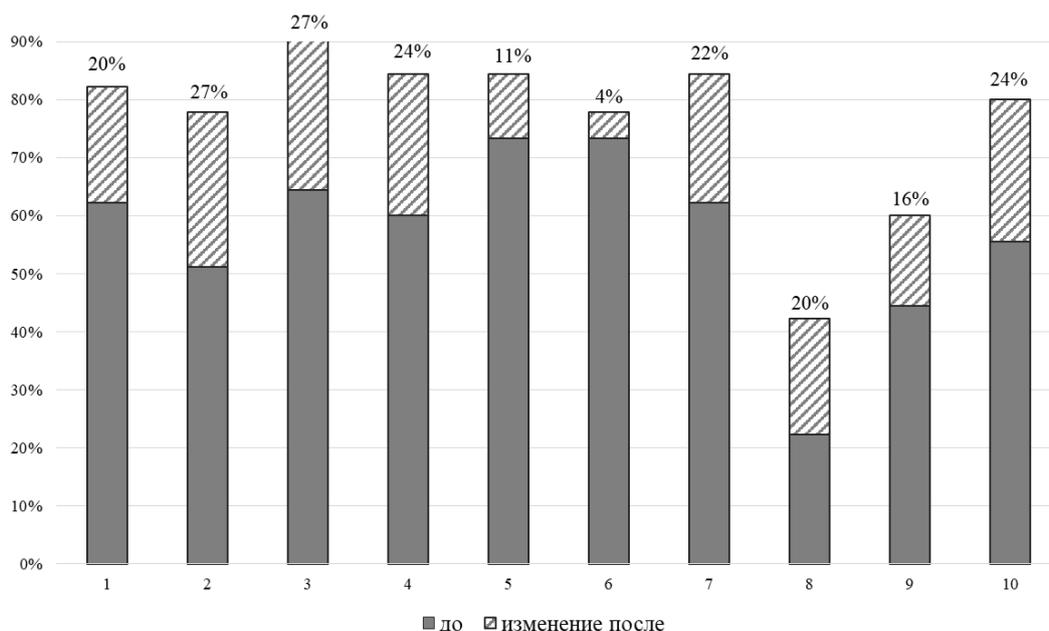


Рисунок 26 – Диаграмма полноты ответов на вопросы теста до и после работы обучающихся с тренажёром

Вследствие успешного прохождения тестирования в лабораторных условиях, проведена апробация разработанного инструментария развития компетенций с участием сотрудников машиностроительного предприятия ПАО «ОДК-Кузнецов» (г. Самара). По итогам которой собрана статистика по введённым шестью обучающимися исходным параметрам и полученным результатам времени выполнения производственного заказа (Приложении И– таблица И.1), представленная в таблице 12. Таким образом, у всех сотрудников показатели сокращения времени выполнения заказа превышают 30% относительно базовых настроек моделирования, что свидетельствует о положительном результате развития компетенций.

Таблица 12 – Результат обучения сотрудников ПАО «ОДК-Кузнецов»

Сотрудник/ обучающийся	Количество запусков моделирования	Лучшее решение, часов	Худшее решение, часов	Сокращения времени выполнения заказа относительно базовых настроек моделирования
№1	11	106,39	167,25	36,39 %
№2	10	111,72	167,25	33,20 %
№3	7	116,77	167,25	30,18 %
№4	11	108,47	170,23	34,36 %
№5	21	109,07	167,25	34,79 %
№6	15	107,05	167,25	36,00 %

С целью исследования развития компетенций сотрудников по разработанным методике и инструментарию, им был предложен вышеописанный тест. По результатам тестирования (Приложение И – таблица И.2, рисунок 27) выявлено, что в среднем полнота ответов на вопросы до работы с тренажёром составила 57%, а после – 72%, что свидетельствует о положительной динамике обучения сотрудников в 15%.

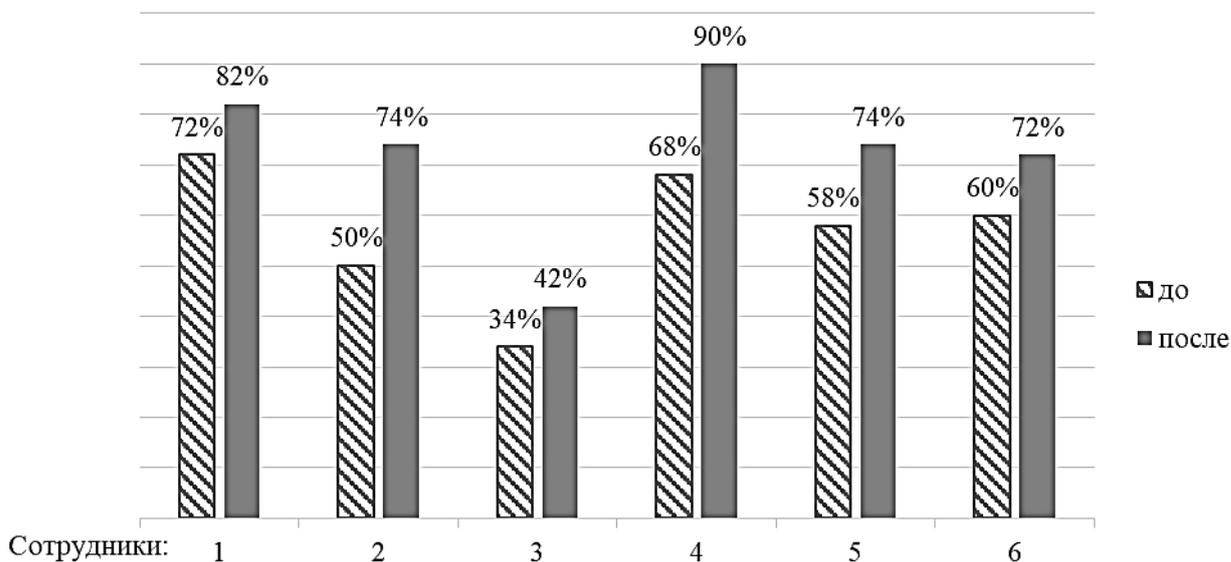


Рисунок 27 – Диаграмма результатов прохождения теста сотрудниками до и после работы с тренажёром

Таким образом, можно заключить, что разработанные методика и инструментарий развития компетенций позволили повысить знания, умения и навыки сотрудников машиностроительного предприятия ПАО «ОДК-Кузнецов» в части управления, организации и аналитики производственных процессов машиностроительных предприятия. Полученные результаты являются залогом успешного внедрения и эксплуатации современных инструментов и методов создания высокотехнологичной продукции, способствующих повышению производительности механообрабатывающего предприятия, совершенствованию систем мониторинга и прогнозирования качества продукции и процессов, а также повышению уровня конкурентоспособности организации в целом.

В соответствии с актом внедрения результатов (Приложение К) апробация разработанной методики управления компетентностью на ПАО «ОДК-Кузнецов» позволила достичь повышения производительности тестового производственного участка на 5% и выполнение оперативных планов графиков работы.

Разработанная методика управления компетентностью внедрена на предприятии АО «Металлист-Самара» (Приложение Л). Разработанный инструментарий развития компетенций внедрён в учебный процесс Самарского университета (Приложение М).

4.5 Выводы по главе 4

1. Разработан инструментарий развития компетенций кадрового ресурса производственных систем для реализации разработанной методики в п. 3.4 настоящей работы. Инструментарий представляет из себя тренажёр, созданный на основе дискретно-событийного подхода имитационного моделирования в отечественной программной среде AnyLogic. Таким образом, решение задачи производственного сценария представляет собой назначение входных параметров имитационной модели производственного участка и анализа её выходных данных относительно качества рабочего процесса.

Инструментарий позволяет спрогнозировать эффект управленческого воздействия на производственную систему и представляет собой реализацию средствами имитационного моделирования разработанной математической модели длительности производственного цикла производственной системы в зависимости от уровня компетенций ее кадровых ресурсов.

2. Разработанный инструментарий развития компетенций успешно протестирован в лабораторных условиях и апробирован с участием сотрудников машиностроительного предприятия ПАО «ОДК-Кузнецов» (г. Самара). Тестирование тренажёра определило неявный характер корреляционной связи параметров между собой и целевой функцией, что подчёркивает важность комплексного планирования производственного процесса, с учётом взаимозависимости факторов, а также актуальность применения имитационного моделирования при управлении и организации работы производственных систем. Разработан тест, результаты которого до и после работы обучающимися с тренажёром необходимо сравнить с целью исследования развития их компетенций.

Разработанные методика и инструментарий развития компетенций позволили повысить компетентность кадровых ресурсов в части управления, организации и аналитики производственных процессов машиностроительных предприятия, сформировать общую картину тактического достижения календарного плана у сотрудников. Апробация с участием сотрудников ПАО «ОДК-Кузнецов» показала, что у всех обучающихся на разработанном тренажёре показатели сокращения времени выполнения заказа превышают 30% относительно базовых настроек моделирования. По результатам проведённого тестирования выявлено развитие компетенций сотрудников ПАО «ОДК-Кузнецов» на 15%. Апробация разработанной методики управления компетентностью позволила достичь повышения производительности тестового производственного участка на ПАО «ОДК-Кузнецов» на 5% и выполнение оперативных планов графиков работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе представлено решение значимой научно-технической задачи повышения производительности производственных систем машиностроительного предприятия. Поставленные цель и задачи работы были полностью достигнуты.

В процессе выполнения работы были получены следующие результаты:

1. Разработана математическая модель длительности производственного цикла производственной системы в зависимости от уровня компетенций ее кадровых ресурсов, с использованием нечеткой связи между параметрами модели. Реализация данной модели позволила достичь повышения производительности тестового производственного участка на ПАО «ОДК-Кузнецов» на 5% и выполнение оперативных планов графиков работы.

2. Проведён теоретический анализ состояния вопроса повышения производительности производственной системы в рамках компетентного подхода, сделано заключение об отсутствии комплексного решения, предоставляющего возможность систематически рассмотреть компетенции сотрудников как фактор и инструмент производственного менеджмента.

3. Разработанная методика управления компетентностью в производственных системах позволила выявить связь механизма тактического достижения календарного плана машиностроительного предприятия с профилем компетенций сотрудников, комплексно реализовав цикл управления компетентностью и развития персонала «планирование – выполнение – проверка – действие». По составленной карте развития компетенций определён ключевой недостаток компетенций кадровых ресурсов и приоритет для развития – интеграция в рабочий процесс технических средств оперативного контроля производства, современных систем автоматизированного управления и подготовки производства. Выявлены недостатки существующего механизма тактического достижения календарного плана предприятия – необходимость непосредственного личного мониторинга выполнения производственной программы и координации работы сотрудников и отделов. Сформированы рекомендации для руководства предприятия. С момента реализации рекомендаций исследования производительность предприятия АО «Металлист-Самара» увеличилась на 6%.

4. Созданная методика построения «эталонного» профиля компетенций сотрудника позволила квалитетически оценить компетенции специалиста по интегрированному критерию их влияния на эффективность рабочего процесса с точки зрения руководителей среднего звена. Результаты экспертной оценки специалистов 4-х машиностроительных предприятий ПАО «ОДК-Кузнецов», АО «Металлист-Самара», ООО «ЗПП», ПАО «Агрегат» показали, что

наиболее влияющие на эффективность компетенции связаны с обеспечением ритмичной работы предприятия в соответствии с планом производства и его разработкой, наименее – относятся к контролю установленных регламентов работы. Рассчитанная согласованность мнений экспертов является достаточной: коэффициент конкордации – 0,063, критерий согласования Пирсона – 30,746. Статистическая значимость результатов анкетирования по медианному значению составила 0,47, что позволяет распространять их на основную массу отечественных предприятий. Построен «эталонный» профиль компетенций специалиста в области организации и управления производственными процессами, в соответствии с которым сделан вывод о существовании разрыва между стратегией развития и оперативной деятельностью, что может отрицательно сказаться на конкурентоспособности компании.

5. Сформированная методика построения «реального» профиля компетенций сотрудника позволяет квалитетически оценить компетенции специалиста по интегрированному критерию их востребованности в ходе рабочего процесса с точки зрения линейных сотрудников. Результаты экспертной оценки специалистов 4-х машиностроительных предприятий ПАО «ОДК-Кузнецов», АО «Металлист-Самара», ООО «ЗПП», ПАО «Агрегат» показали, что наиболее востребованные компетенции связаны с обеспечением ритмичной работы предприятия в соответствии с планом производства и его разработкой, наименее – направлены на автоматизацию процессов и освоение инноваций. Рассчитанная согласованность мнений экспертов является достаточной: коэффициент конкордации – 0,059, критерий согласования Пирсона – 32,124. Статистическая значимость результатов анкетирования по медианному значению составила 0,22, что позволяет распространять их на основную массу отечественных предприятий. Построен «реальный» профиль компетенций специалиста в области организации и управления производственными процессами и заключено, что существующий на предприятии механизм тактического достижения календарного плана ориентирован преимущественно на контроле его исполнения.

6. Разработанные методика и инструментарий развития компетенций позволили повысить компетентность кадровых ресурсов в части управления, организации и аналитики производственных процессов машиностроительных предприятия, сформировать общую картину тактического достижения календарного плана у сотрудников. Апробация с участием сотрудников ПАО «ОДК-Кузнецов» показала, что у всех обучающихся на разработанном тренажёре показатели сокращения времени выполнения заказа превышают 30% относительно базовых настроек моделирования. По результатам проведённого тестирования выявлено развитие компетенций сотрудников ПАО «ОДК-Кузнецов» на 15%.

Перспектива дальнейшего развития темы.

Периодический мониторинг компетентности в производственных системах с применением разработанного комплекса методик позволит составлять актуальные индивидуальные планы развития сотрудников, что способствует достижению долгосрочного успеха и повышению уровня конкурентоспособности предприятия. Мониторинг позволит выявить динамику развития механизма тактического достижения календарного плана предприятия и устанавливать стратегические цели предприятия.

Разработанные методики могут применяться в разных областях промышленности, что позволит развить компетентностный подход в сфере производственного менеджмента. Разработанный инструментарий развития компетенций может быть адаптирован под конкретную производственную систему, что даст возможность не только обучать сотрудников, но и предиктивно анализировать и оптимизировать текущий производственный процесс.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

Сокращения

KPIs —ключевые показатели эффективности (Key performance indicators);

СЕ – сборочная единица;

ДСЕ – детали, сборочные единицы;

Условные обозначения

OEE – коэффициент или индекс общей эффективности использования оборудования;

A_{xi} – абсолютная важность i -ой характеристики рабочего процесса в Доме качества адаптированной методики квалиметрической оценки компетенций;

i – номер строки матрицы взаимосвязи в Доме качества адаптированной методики квалиметрической оценки компетенций или порядковый номер характеристики рабочего процесса;

a_i – оценка важности i -ой характеристики рабочего процесса в Доме качества адаптированной методики квалиметрической оценки компетенций;

j – номер столбца матрицы взаимосвязи в Доме качества адаптированной методики квалиметрической оценки компетенций или порядковый номер компетенции;

n – количество анализируемых компетенций;

x_{ij} – элемент матрицы взаимосвязи в Доме качества адаптированной методики квалиметрической оценки компетенций, характеризующий вес связи i -ой характеристики рабочего процесса и j -ой компетенции;

O_{xi} – относительная важность i -ой характеристики рабочего процесса в Доме качества адаптированной методики квалиметрической оценки компетенций;

p – количество анализируемых характеристик рабочего процесса.

A_{kj} – абсолютная важность j -ой компетенции в Доме качества адаптированной методики квалиметрической оценки компетенций;

O_{kj} – относительная важность j -ой компетенции в Доме качества адаптированной методики квалиметрической оценки компетенций;

K_{en} – квалиметрическая оценка компетенции относительно влияния на эффективность процесса;

Rg – стандартизированный ранг компетенции;

$K_{\text{общ.вл}}$ – общая оценка влияния компетенции на эффективность процесса;

e – порядковый номер эксперта;

m – число экспертов;

W_k – коэффициент конкордации;

l – количество случаев присвоения одинаковых рангов компетенциям у e -го эксперта;

γ – порядковый номер случая присвоения одинаковых рангов компетенциям у e -го эксперта;

t_γ – количество компетенций с одинаковым рангом в γ -ом случае у e -го эксперта;

S – сумма квадратов отклонений суммы рангов от их средней арифметической;

Rg_{je} – ранг, присвоенный j -той компетенции e -тым экспертом;

χ_P^2 – расчётный критерий согласования Пирсона;

χ_T^2 – табличный критерий согласования Пирсона;

$ПЧВ_j$ – приоритетное число востребованности j -ой компетенции;

Z_j – оценка значимости влияния последствий неразвитости j -ой компетенции у сотрудника;

$Ч_j$ – оценка частоты применения j -ой компетенции в ходе работы;

T_j – оценка трудоёмкости формирования j -ой компетенции у сотрудника;

$ПЧВ_{j\text{уд.}}$ – удельный вес востребованности j -ой компетенции по в процессе работы;

$K_{\text{вст}}$ – квалиметрическая оценка компетенций относительно её востребованности;

$K_{\text{общ.вст}}$ – общая оценка востребованности компетенции;

C_j – компетенция сотрудников ($j=1\dots n$);

d – уровень развития компетенций сотрудников C_j ;

$C_d = \{c_j\}_d$ – вектор термов, описывающих d -ый уровень развития компетенций

сотрудников C_j ;

z – состояние производственной системы ($z=1\dots Z$);

Z – количество возможных состояний производственной системы;

t_z – время, в котором производственная система находится в z -ом состоянии;

$T_d = \{t_z\}_d$ – вектор термов времён t_z , описывающих z -ое состояние производственной

системы, соответствующей d -ому уровню развития компетенций сотрудников C_j ;

$\mu_r(t_z)_d$ – функция принадлежности вектора термов времён t_z , описывающих z -ое состояние производственной системы, соответствующей d -ому уровню развития компетенций сотрудников C_j ;

$\mu_c(c_j)_d$ – функция принадлежности вектора термов, описывающих d -ый уровень развития компетенций сотрудников C_j ;

$T_{\text{заказ}}$ – время выполнения заказа;

$T_{\text{ПЦ}}$ – продолжительность производственного цикла изготовления деталей, необходимых для сборки всех комплектов сборочных единиц;

T_{OC} – время ожидания готовности всех деталей, входящих в состав сборочной единицы, для начала операции сборки;

$T_{\text{Сб}}$ – время сборки всех комплектов сборочных единиц;

$T_{\text{ПЦ}_{\text{партии}}}$ – продолжительность производственного цикла изготовления партии деталей;

q – порядковый номер технологической операции в маршруте изготовления детали;

Q – количество технологических операций в маршруте изготовления детали;

b – размер партии или количество деталей в партии;

$T_{\text{тр}_q}$ – время транспортировки партии до q -той операции;

$T_{\text{ож}_q}$ – время ожидания партии в очереди на обработку перед q -той операцией;

$T_{\text{орг.пр}_q}$ – время организационного простоя партии в процессе q -той операции;

$T_{\text{н}_q}$ – время переналадки оборудования перед q -той операцией;

$T_{\text{н.з}_q}$ – время подготовительно-заключительных работ на деталь на q -той операции;

$T_{\text{пр}_q}$ – время производства детали на q -той операции;

$T_{\text{к}_q}$ – время контроля партии на q -той операции;

P – производительность ;

PQ – объем произведённой продукции;

$АОЕТ$ – фактическое время выполнения заказа;

K_3 – коэффициент загрузки;

$ЕРС$ – производственная мощность оборудования;

$KPI_{\text{н.р.}}$ – коэффициент производственного процесса;

$АРТ$ – фактическое время производства;

$\sum APT$ – сумма всех APT для всех рабочих операций и рабочих центров, связанных с данным производственным заказом;

K_k – коэффициент качества;

GQ – объем доброкачественной продукции;

H – критерий Краскела-Уоллиса;

N – общее количество экспертов со всех предприятий, участвующих в анкетировании;

ν – порядковый номер предприятия, участвующего в анкетировании;

V – количество предприятий, участвующих в анкетировании;

Rg_ν – сумма рангов ν -ого предприятия, участвующего в анкетировании;

N_ν – количество экспертов с ν -ого предприятия, участвующего в анкетировании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамова, А. А. Сущность компетентного подхода к управлению человеческими ресурсами / А. А. Абрамова // Управление человеческими ресурсами - основа развития инновационной экономики: материалы XII Международной научно-практической конференции. – 2023. – С. 211-216.
2. Авдеев, М. А. Применение метода развертывания функции качества на этапе планирования продукта на примере проекта медицинской электрической кровати / М. А. Авдеев, М. Р. Тихонов // Теоретические и прикладные вопросы экономики, управления и образования: Сборник статей IV Международной научно-практической конференции. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет. – 2023. – С. 13-17.
3. Аксакова, Н. В. Возможности и ограничения применения импакт-инвестиций / Н. В. Аксакова // Вестник университета. – 2024. – № 4. – С. 196-206.
4. Андреева, Ж. В. Определение показателя эффективности труда в условиях цифровой трансформации / Ж. В. Андреева // Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. – 2023. – Т. 20. – № 6(132). – С. 133-143.
5. Андрончев, И. К. Методика исследования метакомпетенций сотрудников при модернизации производства / И. К. Андрончев, А. Я. Дмитриев, А. М. Ковалева // Компетентность. – 2025. – № 4. – С. 38-42.
6. Андруник, А. П. Применение компетентного подхода в общей системе управления инновационными предприятиями / А. П. Андруник, А. А. Лапицкий // Журнал монетарной экономики и менеджмента. – 2023. – № 3. – С. 98-102.
7. Антипов, Д. В. Исследование влияния роботизации процессов предприятий на показатели производственной системы / Д. В. Антипов, И. С. Ткаченко // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 1. – С. 374-378.
8. Антонов, С. В. О проблеме брака в условиях мелкосерийного многономенклатурного производства / С. В. Антонов // Актуальные научные исследования: сборник статей XI Международной научно-практической конференции. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.). – 2023. – С. 80-83.
9. Архиреев, А. В. Генезис понятия эффективности. Структура, состояние, оценка / А. В. Архиреев // Контекст и рефлексия: философия о мире и человеке. – 2023. – Т. 12. – № 10-1. – С. 36-49.
10. Афанасьев, А. А. Индустрия 4.0: к вопросу о перспективах цифровой трансформации промышленности в России / А. А. Афанасьев // Вопросы инновационной экономики. – 2023. – Т. 13. – № 3. – С. 1427-1446.

11. Баврина, А. П. Современные правила применения корреляционного анализа / А. П. Баврина, И. Б. Борисов // Медицинский альманах. – 2021. – № 3(68). – С. 70-79.
12. Бахарев, Д. К. Операционная эффективность: генезис понятия и сущностная характеристика / Д. К. Бахарев // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Экономика и управление. – 2024. – Т. 10. – № 3. – С. 3-12.
13. Белановский, С. А. Репрезентативность качественных опросов / С. А. Белановский // Интеракция. Интервью. Интерпретация. – 2023. – Т. 15. – № 1. – С. 69-94.
14. Болдырева, Н. В. Ключевые компетенции в современных условиях / Н. В. Болдырева, Н. П. Болдырева // Вестник евразийской науки. – 2022. – Т. 14. – № 2. – 08ECVN222.
15. Брюхова, О. Ю. Обучение персонала в современной организации: ориентация на цифровизацию / О. Ю. Брюхова, Н. Н. Старцева // Экономика, предпринимательство и право. – 2023. – Т. 13. – № 2. – С. 551-566.
16. Валиуллин, Р. Разработка и применение тренажеров-имитаторов на примере нефтеперекачивающей станции / Р. Валиуллин // Международный научно-исследовательский журнал. – 2023. – № 12(138).
17. Васильченко, А. О. Анализ научных подходов к определению эффективности как экономической категории / А.О. Васильченко, Е.А. Гречишкина, Ю.О. Тихоновская // Потребительская кооперация: научно-практический журнал. – 2023. – № 2 (81). – С. 38-47.
18. Воскресенская, О. А. Модель профессиональных компетенций специалистов кадровых служб в системе государственной и муниципальной службы как основа для отбора и профессионального развития / О. А. Воскресенская // Лидерство и менеджмент. – 2024. – Т. 11. – № 3. – С. 981-1004.
19. Гарчук, И. М. Оценка эффективности системы управления предприятием / И. М. Гарчук // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2023. – № 2(131). – С. 142-145.
20. Генин, К. Ю. «Барабан-буфер-канат» в управлении полиграфическим производством / К. Ю. Генин // International Journal of Professional Science. – 2024. – № 8-2. – С. 24-32.
21. Герасименко, О. В. Компетентностный подход в оценке персонала как фактор повышения ее эффективности / О. В. Герасименко, М. К. Лайхо // Российский научный журнал "Телескоп: журнал социологических и маркетинговых исследований". – 2024. – № 2(14). – С. 44-50.
22. Герасименко, О. В. Формирование модели компетенций как фактор развития персонала компании / О. В. Герасименко // Телескоп: журнал социологических и маркетинговых исследований. – 2023. – № 1. – С. 32-37.
23. Глебова, Е. В. разработка методического подхода к количественной оценке организационных рисков / Е. В. Глебова // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. – 2024. – № 2(77). – С. 20-30.

24. ГОСТ Р 27.303-2021. Национальный стандарт Российской Федерации. Надежность в технике. Анализ видов и последствий отказов: (утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 сентября 2021 г. № 987-ст) – М.: Российский институт стандартизации, 2021. – 70 с.

25. ГОСТ Р 56548-1-2015. Национальный стандарт Российской Федерации. Устойчивое развитие административно-территориальных образований. Системы менеджмента. Общие принципы и требования: (утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 24 августа 2015 г. N 1187-ст) (переиздание - февраль 2020 г.) – М.: Стандартинформ, 2020. – 31 с.

26. ГОСТ Р ИСО 10015-2021. Национальный стандарт Российской Федерации. Менеджмент качества. Руководящие указания по менеджменту компетентности и развитию персонала: (утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 9 декабря 2021 г. N 1749-ст) – М.: Стандартинформ, 2022. – 12с.

27. ГОСТ Р ИСО 22400-1-2016. Национальный стандарт Российской Федерации. Системы промышленной автоматизации и интеграция. Ключевые технико-экономические показатели (KPIs) для управления производственными операциями. Часть 1. Общие положения, понятия и терминология: (утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 октября 2016 г. N 1333-ст) (ред. от 01.06.2017) – М.: Стандартинформ, 2019. – 20 с.

28. ГОСТ Р ИСО 22400-2-2019. Национальный стандарт Российской Федерации. Системы промышленной автоматизации и интеграция. Ключевые технико-экономические показатели (KPIs) для управления производственными операциями. Часть 2. Определения и описания: (утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 сентября 2019 г. № 716-ст) (ред. от 01.01.2020) – М.: Стандартинформ, 2019. – 73 с.

29. ГОСТ Р ИСО 9000-2015. Национальный стандарт Российской Федерации. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь: (утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 сентября 2015 г. N 1390-ст) (переиздание - август 2019 г.) – М.: Стандартинформ, 2019. – 54 с.

30. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Национальный стандарт Российской Федерации. Системы менеджмента качества. Требования: (утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 сентября 2015 г. N 1391-ст) (переиздание - февраль 2020 г.) – М.: Стандартинформ, 2020. – 32 с.

31. ГОСТ Р ИСО 9004-2018. Национальный стандарт Российской Федерации. Менеджмент качества. Качество организации. Руководство по достижению устойчивого успеха

организации: (утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 августа 2019 г. N 514-ст) (переиздание - март 2020 г.) – М.: Стандартинформ, 2020. – 62 с.

32. ГОСТ Р МЭК 62264-1-2014. Национальный стандарт Российской Федерации. Интеграция систем управления предприятием. Часть 1. Модели и терминология: (утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 ноября 2014 г. N 1874-ст) (переиздание - апрель 2020 г.) – М.: Стандартинформ, 2020. – 73 с.

33. Двоерядкина, Н. Н. Факторный анализ при исследовании структуры данных / Н. Н. Двоерядкина, Н. А. Чалкина // Вестник Амурского государственного университета. Серия: Естественные и экономические науки. – 2011. – № 53. – С. 11-15.

34. Девятков, Т. В. Применение имитационного моделирования при оперативном управлении сложными системами / Т. В. Девятков, В. В. Девятков, А. В. Габалин // Прикладная информатика. – 2023. – Т. 18. – № 2(104). – С. 60-72.

35. Демина, В. В. Формирование и развитие профессиональных компетенций в системе корпоративного обучения / В. В. Демина, Я. Юеин // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2023. – № 7-1. – С. 38-43.

36. Дерябина, В. Е. Особенности применения метода экспертных оценок в эконометрических исследованиях / В. Е. Дерябина, А. В. Крупейченко // Сборник студенческих научных работ. – 2023. – Вып. 28. – С. 146-150.

37. Детмер, У. Теория ограничений Голдратта: Системный подход к непрерывному совершенствованию / У. Детмер // пер. с англ. – М.: Альпина Паблишер. – 2019. – 6-е изд. – 443 с.

38. Джамай, Е. В. Имитационное моделирование как инструмент управления развитием промышленного предприятия / Е. В. Джамай, А. С. Зинченко, Л. В. Михайлова // Вестник Государственного университета просвещения. Серия: Экономика. – 2024. – № 3. – С. 61-68.

39. Долгова, О. И. Имитационное моделирование бизнес-процессов промышленных компаний в условиях Индустрии 4.0 / О. И. Долгова, А. Ю. Никитаева // *π-Economy*. – 2023. – Т. 16, № 4. – С. 26-40.

40. Еремеев, М. Е. Модель профессиональной компетенции для оценки профессиональных рисков / М. Е. Еремеев // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. Серия: Педагогика, психология. – 2022. – № 1(48). – С. 14-21.

41. Зверева, Е. В. К вопросу изучения методов оценки персонала предприятия / Е. В. Зверева, А. С. Богацкая // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 99-4. – С. 104-106.

42. Казаринова, Е. Б. Внедрение КРІ в управление персоналом в ходе цифровой трансформации организации до уровня Индустрии 4.0 / Е. Б. Казаринова, О.И. Казаринова // Постсоветский материк. – 2022. – №1 (33). – С. 107-122.

43. Калинина, О. В. Управление системой формирования человеческого капитала в цифровой промышленности / О. В. Калинина, Е. С. Федорова, Е. А. Макаренко, Д. А. Олейник // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2023. – Т. 3. – № 7(139). – С. 122-128.
44. Капустина, Л. М. Конкурентоспособность как фактор обеспечения экономической безопасности предприятия / Л. М. Капустина, М. С. Агабабаев, Н. М. Агабабаева // Естественно-гуманитарные исследования. – 2023. – № 3(47). – С. 117-119.
45. Квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих (утв. Постановлением Минтруда России от 21.08.1998 N 37) (ред. от 27.03.2018) – 2018. – 279с.
46. Келейникова, С. В. Компетентностный подход в управлении кадровым потенциалом / С. В. Келейникова, Е. В. Пруцкова // Управленческий учет. – 2023. – № 7. – С. 107-112.
47. Кельчевская, Н. Р. Интеграция цифровых технологий в стратегию устойчивого развития промышленного предприятия / Н. Р. Кельчевская, Р. Н. Жапаров // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. – 2024. – Т. 18. – № 3. – С. 79-90.
48. Кирилов, К. О. Проблемы и направления совершенствования цифровизации промышленного производства / К. О. Кирилов // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Экономика. Управление. Право. – 2023. – Т. 23. – № 3. – С. 293-298.
49. Кириченко, А. О. Моделирование как инструмент совершенствования систем управления / А. О. Кириченко, А. Л. Золкин, Е. А. Свердликова, С. В. Шамина // Финансовый менеджмент. – 2024. – № 3. – С. 106-114.
50. Кичигин, О. Э. Разработка модели компетенций на основе профессиональных стандартов / О. Э. Кичигин, Ю. Н. Акимова // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2021. – № 10-1. – С. 29-33.
51. Ключков, Ю. С. Развитие метода развертывания функций качества на этапе проектирования продукции / Ю. С. Ключков, Н. О. Коваль // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2024. – Т. 26. – № 4-3(120). – С. 428-436.
52. Ковалев, В. Е. Новая конкуренция vs технологический суверенитет: современные принципы развития промышленного производства / В. Е. Ковалев, Н. Ю. Ярошевич // Естественно-гуманитарные исследования. – 2024. – № 5(55). – С. 160-168.
53. Ковалева, А. М. Интеграция MDC-системы и системы имитационного моделирования для повышения эффективности работы цеха / А. М. Ковалева // Вестник Самарского муниципального института управления. – 2022. – № 4. – С. 38-46.
54. Ковалева, А. М. Разработка методики построения иерархии компетенций инженера-технолога на базе матрицы соответствия / А. М. Ковалева, А. И. Хаймович, Е. А.

Колеганова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2023. – Т. 25, № 2(112). – С. 72-78.

55. Ковалева, А. М. Разработка методики построения иерархии компетенций инженера-технолога на базе метода развертывания функций качества / А. М. Ковалева, А. И. Хаймович, Е. А. Колеганова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 2. – С. 566-570.

56. Ковалева, А.М. Разработка методики квалиметрической оценки востребованности компетенций специалистов в трудовой деятельности / А.М. Ковалева, А.И. Хаймович, Я.В. Кузнецова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2025. – Т. 27, № 4. – С. 46-51.

57. Коваленок, Д. Г. Разработка виртуального тренажера для обучения персонала по сборке тепловыделяющих элементов для атомной станции ВВЭР-1000 / Д. Г. Коваленок, А. О. Толоконский // Вестник Национального исследовательского ядерного университета "МИФИ". – 2022. – Т. 11. – № 6. – С. 413-424.

58. Коваль, И. О. Конкурентоспособность предприятия и пути ее повышения / И. О. Коваль // Формирование и развитие новой парадигмы науки в условиях постиндустриального общества: Сборник статей Международной научно-практической конференции. В 2-х частях. Уфа: ООО "Омега сайнс". – 2024. – С. 93-96.

59. Козлов, К. В. Применение FMEA при контроле качества на этапе закупок при реализации ЕРС-Проектов / К. В. Козлов, В. С. Фещенко // Наука и бизнес: пути развития. – 2024. – № 6(156). – С. 141-150.

60. Колеганова, Е. А. Управление рисками заказного мелкосерийного производства / Е. А. Колеганова, А. И. Хаймович, А. М. Ковалева // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2023. – Т. 25, № 4(114). – С. 29-35.

61. Колодезникова, Ю. Ю. Цифровизация обучения персонала: новые технологии и проблемы их внедрения / Ю. Ю. Колодезникова // Гуманитарный научный журнал. – 2023. – № 1-1. – С. 30-39.

62. Костромитина, А. Е. Отечественный и зарубежный опыт использования методов оценки эффективности деятельности персонала организации / А. Е. Костромитина // Актуальные исследования. – 2024. – № 6-3(188). – С. 14-17.

63. Крутова, О. В. Управление цепями поставок в условиях ограничений (на примере ООО «Бизнес Кар Каспий») / О. В. Крутова // Право и экономическое развитие: актуальные вопросы. – Чебоксары: ООО «Издательский дом «Среда». – 2024. – С. 82-102.

64. Кузьмина, Н. М. Возможности применения компетентностного подхода в управлении человеческими ресурсами организации / Н. М. Кузьмина, С. Н. Ревина // Экономические науки. – 2023. – № 221. – С. 300-307.
65. Лаврентьева, Е. А. Обобщение зарубежных методов оценки персонала / Е. А. Лаврентьева, А. В. Некрасов // Муниципалитет: экономика и управление. – 2024. – № 1(46). – С. 10-16.
66. Леонтьева, Е. Д. Виды и методы обучения персонала / Е. Д. Леонтьева // Материалы XXV всероссийской студенческой научно-практической конференции Нижневартковского государственного университета. – 2023. – Часть 6. – С. 127-131.
67. Логинов, А. Е. Современные концепции организации производства: принципы, условия / А. Е. Логинов // *π-Economy*. – 2023. – Т. 16. – № 2. – С. 87-98.
68. Мартынюк, А. В. FMEA-анализ как один из комплексных методов эффективного управления качеством / А. В. Мартынюк, А. В. Зарецкий, Т. И. Зимица, М. А. Макаров // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2012. – № 6. – С. 122-126.
69. Маслова, О. П. Формирование специальных и лидерских компетенций руководителя организации: подход образовательной среды / О. П. Маслова, О. Ю. Калмыкова // Вестник евразийской науки. – 2023. – Т. 15. – № 6. – 70ECVN623.
70. Матюшкина, И. А. Цифровая трансформация предприятий обрабатывающей промышленности / И. А. Матюшкина, М. Ю. Серегина // Экономика. Социология. Право. – 2023. – № 2(30). – С. 19-25.
71. Мельникова, К. А. Методы оценки компетентности персонала / К. А. Мельникова // Актуальные проблемы социально-гуманитарного и научно-технического знания. – 2024. – № 2(38). – С. 18-20.
72. Метёлкин, Р. В. Анализ процесса оперативно-технологического управления в системе менеджмента качества энергетической компании на основе методов риск-менеджмента / Р.В. Метёлкин, Е. Н. Савчик // Управленческий учет. – 2025. – № 1. – С. 152-160.
73. Мосичкина, А. В. Применение профессиональных стандартов при формировании компетенций современного специалиста-метролога / А. В. Мосичкина, М. В. Окрепилов // Эталоны. Стандартные образцы. – 2021. – Т. 17. – № 2. – С. 73- 81.
74. Налетова, А. Н. Теория ограничений систем: истоки и перспективы / А. Н. Налетова // Вестник науки. – 2023. – Т. 4. – № 6(63). – С. 110-115.
75. Наугольнова, И. А. Процессный подход к управлению: эволюция, современные вызовы, инновации / И. А. Наугольнова // Креативная экономика. – 2023. – Т. 17. – № 6. – С. 2143-2164.

76. Негашев, Л. В. Концептуальные подходы к управлению человеческими ресурсами / Л. В. Негашев // Исследования молодых ученых: материалы ХCV Международной научной конференции. – 2025. – С. 31-34.
77. Нестеренко, С. А. Эффективное управление персоналом как фактор повышения конкурентоспособности предприятий / С. А. Нестеренко, Н. А. Бочарова, Л. А. Дурнева // Вестник Академии знаний. – 2024. – № 2(61). – С. 682-686.
78. Останкова, М. В. Проблемы и способы повышения производительности труда в организации / М. В. Останкова, Т. Н. Тухканен // Молодой исследователь Дона. – 2025. – Т. 10, № 3(54). – С. 123-127.
79. Островская, Н. В. Кадровый потенциал металлургических предприятий как фактор конкурентоспособности / Н. В. Островская, А. Н. Алексеева // Лидерство и менеджмент. – 2024. – Т. 11. – № 3. – С. 1017-1026.
80. Панков, А. П. Перспективы использования FMEA-анализов для высокоответственных технических систем / А. П. Панков, Д. А. Панков, Ю. П. Похабов, И. А. Панков // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 3. – С. 26-31.
81. Попов, А. А. К вопросу о целесообразности применения технологии QFD при проектировании и производстве продукции / А. А. Попов, М. Р. Тихонов, О. С. Шикула // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2022. – № 5. – С. 113- 119.
82. Попов, А. А. Планирование технологических процессов с учётом развёртывания функции качества / А. А. Попов, М. Р. Тихонов, О. С. Шикула // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2023. – № 7-2. – С. 83- 90.
83. Попова, Е. В. Инновационные подходы к управлению производственной организацией / Е. В. Попова // Инновации и инвестиции. – 2023. – № 5. – С. 533-536.
84. Привалов, Н. С. Теоретические подходы к системе управления персоналом / Н. С. Привалов // Вестник науки. – 2024. – Т. 3. – № 11(80). – С. 228-235.
85. Приказ Минтруда России от 10.06.2021 N 397н "Об утверждении профессионального стандарта "Специалист по оперативному управлению механосборочным производством" (Зарегистрировано в Минюсте России 12.07.2021 N 64235) – 2021. – 40с.
86. Приказ Минтруда России от 14.09.2022 N 531н "Об утверждении профессионального стандарта "Руководитель производственных работ в судостроении" (Зарегистрировано в Минюсте России 18.10.2022 N 70592) – 2022. – 20с.
87. Приказ Минтруда России от 16.01.2023 N 13н "Об утверждении профессионального стандарта "Специалист по подготовке производства в судостроении" (Зарегистрировано в Минюсте России 16.02.2023 N 72394) – 2023. – 70с.

88. Приказ Минтруда России от 20.09.2021 N 649н "Об утверждении профессионального стандарта "Специалист по организации и оперативному управлению производством в ракетно-космической промышленности" (Зарегистрировано в Минюсте России 20.10.2021 N 65486) – 2021. – 30с.

89. Приказ Минтруда России от 31.01.2017 N 104н "Об утверждении профессионального стандарта "Специалист по оптимизации производственных процессов в тяжелом машиностроении" (Зарегистрировано в Минюсте России 15.02.2017 N 45664) – 2017. – 27с.

90. Приказ Минтруда России от 31.01.2017 N 105н "Об утверждении профессионального стандарта "Специалист по оптимизации производственных процессов в станкостроении" (Зарегистрировано в Минюсте России 14.02.2017 N 45637) – 2017. – 21с.

91. Р 50.1.033-2001. Рекомендации по стандартизации. Прикладная статистика. Правила проверки согласия опытного распределения с теоретическим. Часть I. Критерии типа хи-квадрат: (принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 14 декабря 2001 г. № 525-ст) – М.: Стандартинформ, 2006. – 91 с.

92. Ромашкина, Г. Ф. Коэффициент конкордации в анализе социологических данных / Г. Ф. Ромашкина, Г. Г. Татарова // Социология: Методология, методы, математические модели. – 2005. – № 20. – С. 131-158.

93. Сарченко, В. И. Формирование ключевых компетенций в сфере инжиниринговых услуг / В. И. Сарченко, С. А. Хиревич, Т. П. Категорская // Экономика и управление. – 2023. – Т. 29, № 9. – С. 1041-1050.

94. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021681697 Российская Федерация, Компьютерный тренажер "Lean производство" - инструменты бережливого производства: № 2021681280: заявл. 21.12.2021: опубл. 24.12.2021 / В. А. Левенцов, В. В. Глухов, Е. Е. Абушова [и др.]; заявитель федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого". // Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47783347> (дата обращения: 27.05.2025).

95. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021681968 Российская Федерация. Компьютерный тренажер "Lean производство" - основы бережливого производства: № 2021681070 : заявл. 20.12.2021: опубл. 28.12.2021 / В. А. Левенцов, В. В. Глухов, Е. Е. Абушова [и др.]; заявитель федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого". // Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47783740> (дата обращения: 27.05.2025).

96. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024688172 Российская Федерация. Программа обучающего компьютерного симулятора "Новый индустриальный вызов": № 2024687270: заявл. 14.11.2024: опубл. 26.11.2024 / С. В. Салкуцан, П. С. Козловский, Д. А. Гаврилов [и др.]; заявитель федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого". // Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=76398964> (дата обращения: 27.05.2025).
97. Сеидова, И. Влияние управления знаниями на инновации и конкурентоспособность предприятий / И. Сеидова, Х. Ху // Sciences of Europe. – 2023. – № 113. – С. 90-93.
98. Симарова, И. С. Цифровые компетенции: понятие, виды, оценка и развитие / И. С. Симарова, Ю. В. Алексеевичева, Д. В. Жигин // Вопросы инновационной экономики. – 2022. – Т. 12, № 2. – С. 935-948.
99. Сладкова, Н. М. Оценка HR-компетенций специалистов кадровых служб государственных органов / Н. М. Сладкова, О. А. Воскресенская // Социально-трудовые исследования. – 2023. – № 1(50). – С. 60-70.
100. Слесарчук, А. В. Применение метода разворачивания функций качества для оценки качества глюкометров / А. В. Слесарчук // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2023. – № 5. – С. 477- 480.
101. Смирнова, А. Р. Понятия «компетенция» и «компетентность» в ретроспективе и современности / А. Р. Смирнова, Е. Ю. Пряжникова // Человеческий капитал. – 2024. – № 3(183). – С. 206-219.
102. Совина, А. Р. Симуляторы технологических процессов как перспективное средство развития предприятий/ А.Р. Совина, А.Д. Державина// Компетентность. – 2024. – № 8. – С. 28-34.
103. Суховиенко, Е. А. Модель мониторинга формирования профессиональных компетенций будущего учителя математики на основе профессионального стандарта педагога / Е. А. Суховиенко, С. А. Севостьянова, Р. М. Нигматулин, Е. В. Мартынова // Современные наукоемкие технологии. – 2021. – № 9. – С. 235-239.
104. Тареева, Е. Д. Создание типовой имитационной модели серийного производства беспилотных летательных аппаратов / Е. Д. Тареева, Е. В. Пяткова, А. Д. Лузик, Д. В. Антипов // От качества инструментов к инструментам качества: Сборник докладов Всероссийской научно-технической конференции. Тула: Тульский государственный университет – 2023. – С. 448-454.
105. Уварова, А. Г. Применение принципов комплексного управления качеством / А. Г. Уварова // Качество в производственных и социально-экономических системах АПК: сборник научных статей Международной научно-технической конференции. – 2023. – С. 236-240.

106. Унгурияну, Т. Н. Сравнение трех и более независимых групп с использованием непараметрического критерия Краскела - Уоллиса в программе STATA / Т. Н. Унгурияну, А. М. Гржибовский // Экология человека. – 2014. – № 6. – С. 55-58.
107. Усамов, И. Р. Анализ новых методов повышения квалификации сотрудников в современных организациях / И. Р. Усамов // Вестник ГГНТУ. Гуманитарные и социально-экономические науки. – 2023. – Т. 19, № 4(34). – С. 81-89.
108. Флек, М. Б. Разработка модели цифровых компетенций работников в условиях цифровой трансформации предприятия / М. Б. Флек, Е. А. Угнич // Перспективы науки и образования. – 2023. – № 3(63). – С. 706-723.
109. Фокина, Д. А. Гибкие производственные системы как основа инновационного развития промышленных предприятий / Д. А. Фокина, Е. В. Джамай, А. С. Зинченко // Вестник Государственного университета просвещения. Серия: Экономика. – 2024. – № 2. – С. 113-121.
110. Хайрулина, Л. Р. Управление развитием компетенций менеджеров / Л. Р. Хайрулина // Лидерство и менеджмент. – 2023. – Т. 10. – № 2. – С. 471-486.
111. Харченко, Е. А. Алгоритм морфологического метода экспертных оценок для решения задачи прогнозирования / Е. А. Харченко // Компьютерные инструменты в образовании. – 2023. – № 2. – С. 5-20.
112. Чейз, Р.Б. Производственный и операционный менеджмент / Р. Б. Чейз, Р. Ф. Джейкобз, Н. Дж. Аквилано – СПб: Диалектика – 2019. – 1094 с.
113. Чуланова, О. Л. Методология исследования компетенций персонала организаций / О. Л. Чуланова. – Москва: Издательский Дом "Инфра-М", 2019. – 120 с.
114. Шарафуддинова, М.И. Роль переподготовки и повышения квалификации кадров в повышении экономической эффективности организации / М.И. Шарафуддинова // France international scientific-online conference: «scientific approach to the modern education system» – 2024. – Vol. 3 – No. 26 – С. 99-103.
115. Шаронов, В. С. Внедрение метода «360 градусов» в систему оценки персонала промышленного предприятия / В. С. Шаронов // Научный аспект. – 2023. – Т. 8 – № 12. – С. 983-988.
116. Шашина, Н. А. Критерии и методы оценки персонала / Н. А. Шашина, О. А. Полищук // Актуальные вопросы публичного управления, экономики, права в условиях цифровизации: сборник научных статей Международной научно-практической конференции. – Т. 2. – 2023. – С. 499-503.
117. Шестаков, К. В. Разработка электродиализного аппарата и виртуального тренажера на его основе для обучения работников промышленных предприятий / К. В. Шестаков // Сборник научных трудов XIII Национальной научно-технической конференции. – 2024. – С. 24-27.

118. Шинкевич, А. И. Проектирование продукции на платформе PLM: метод структурирования функции качества QFD / А. И. Шинкевич, Т. В. Малышева, Д. В. Харитонов // Компетентность. – 2023. – № 3. – С. 50-54.
119. Шинкевич, А. И. Теория ограничений в функционировании научно-производственных предприятий / А. И. Шинкевич, С. С. Кудрявцева, Д. В. Харитонов // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2023. – № 3(47). – С. 70-80.
120. Шипилова, Т. А. Формирование стратегии устойчивого развития промышленных предприятий / Т. А. Шипилова // Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. – 2024. – Т. 21. – № 1(133). – С. 203-212.
121. Юров, А. А. Определение уровня развития управленческих компетенций мастеров и старших мастеров методом 360 градусов / А. А. Юров // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Политические, социологические и экономические науки. – 2023. – Т. 8. – № 2(28). – С. 230-237.
122. Ярлова, В. В. Стратегическое управление предприятием в условиях ограничений и неопределенности / В. В. Ярлова // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2023. – № 4. – С. 281-285.
123. Яцухно, С. П. Методы совершенствования модели компетенций в организации (на примере машиностроительного предприятия) / С. П. Яцухно // Молодой ученый. – 2024. – № 12(511). – С. 114-118.
124. Abdul-Azeez, O. Transformational leadership in SMEs: Driving innovation, employee engagement, and business success / O. Abdul-Azeez, A. O. Ihechere, C. Idemudia // World Journal of Advanced Research and Reviews. – 2024. – Vol. 22. – No. 3. – P. 1894-1905.
125. Akao, Y. Quality Function Deployment on Total Quality Management and Future Subject. (QFD and TQM Series No. 1) / Akao, Yoji // (Japanese) Quality Control. – 1996. – Vol. 47. – No. 8. – P. 55-64.
126. Arribas-Aguila, D. A Systematic review of evidence-based general competency models: development of a general competencies taxonomy / D. Arribas-Aguila, G. Castaño, R. Martínez-Arias // Journal of Work and Organizational Psychology. – 2024. – Vol. 40. – No. 2. – P. 61-76.
127. Bhadani, K. Development and implementation of key performance indicators for aggregate production using dynamic simulation / K. Bhadani, G. Asbjörnsson, E. Hulthén, M. Evertsson // Minerals Engineering. – 2020. – Vol. 145. – 106065.
128. Blanka, C. The interplay of digital transformation and employee competency: A design science approach. Technological Forecasting and Social Change / C. Blanka, B. Krumay, D. Rückel // – 2022. – Vol. 178. – 121575.

129. Brint, A. Reducing data requirements when selecting key performance indicators for supply chain management: The case of a multinational automotive component manufacturer / A. Brint, A. Genovese, C. Piccolo, G. J. Taboada-Perez // *International Journal of Production Economics*. – 2021. – Vol. 233. – 107967.
130. Bumba, A. KPI tree - a hierarchical relationship structure of key performance indicators for value streams / A. Bumba, M. Gomes, C. Jesus, R. M. Lima // *Production Engineering Archives*. – 2023. – Vol. 29. – No. 2. – P. 175-185.
131. Chaudhari, C.V. Manifesting Competitiveness Through Theory of Constraints: A Case of Global Carpet Manufacturer./ C.V. Chaudhari, V. Dohale, V. Khanzode, R. Iqbal // *International Journal of Global Business and Competitiveness*. – 2023. – Vol. 18. – No. S1. – P. 66-76.
132. Contini, G. Sustainability and Industry 4.0: Definition of a set of key performance indicators for manufacturing companies / G. Contini, M. Peruzzini // *Sustainability*. 2022. – Vol. 14. – No. 17. – 11004.
133. El Hassani, I. Integrating large language models for improved failure mode and effects analysis (FMEA): a framework and case study/ I. El Hassani, T. Masrour, N. Kourouma, D. Motte, J. Tavčar, // *Proceedings of the Design Society. International Design Conference. Dubrovnik, Croatia. Cambridge University Press*. – 2024. – Vol. 4 – P. 2019 – 2028.
134. El Mazgualdi, Ch. Machine learning for KPIs prediction: a case study of the overall equipment effectiveness within the automotive industry / Ch. El Mazgualdi, T. Masrour, I. El Hassani, A. Khoudi // *Soft Computing - A Fusion of Foundations, Methodologies and Applications*. – 2021. – Vol. 25. – No. 4. – P. 2891-2909.
135. Epikhina, G. V. An analysis of the theoretical and methodological aspects of the competency-based approach in personnel management: Directions for modification / G. V. Epikhina, A. I. Epikhin, M. L. Somko // *SHS Web of Conferences*. – 2023. – Vol. 164. – P. 00052.
136. Fang, M. Enhancing User Experience through Optimization Design Method for Elderly Medication Reminder Mobile Applications: A QFD-Based Research Approach / M. Fang, W. Yang, H. Li, Y. Pan // *Electronics*. – 2023. – Vol. 12. – No. 13. – 2860.
137. Goldratt, E. M. Standing on the shoulders of giants: production concepts versus production applications. The Hitachi Tool Engineering example // *Gestão & Produção*. – № 16 (3) . – 2009. – P. 333–343.
138. Goldratt, E.M. *The Goal: A Process of Ongoing Improvement*/ E. M. Goldratt, J. Cox. // 3rd Rev edition. Routledge. – 2016. – 374 p.
139. Govoni, H. Analysis of production resources improvement strategies in make-to-stock environments managed by the simplified drum-buffer-rope system./ H. Govoni, F. B. Souza, R. F. Castro, J. S. Rodrigues, S. R. I. Pires // *Gestão & Produção*– 2021. – 28(4). – e55.

140. Kovaleva A., Khaimovich A. Development of methodology for competency hierarchy formation for an engineering technologist based on analytic hierarchy process/ A. Kovaleva, A. Khaimovich // AIP Conference Proceedings. — 2025. — Vol. 3268. Issue 1:050031-1–050031-7.
141. Litvinenko, V. Global guidelines and requirements for professional competencies of natural resource extraction engineers: Implications for ESG principles and sustainable development goals / V. Litvinenko, I. Naumov, I. Bowbrick, Z. Zaitseva // Journal of Cleaner Production. – 2022. – Vol. 338. – 130530.
142. Longo, F. Modeling & Simulation for assessing production policies: a real case study from a manufacturing company in Canada / F. Longo, A. Nervoso, L. Nicoletti, V. Solina, A. O. Solis // Procedia Computer Science– 2024. – Vol. 232. – P. 1192-1200.
143. Luozzo, S. Di. On the relationship between human factor and overall equipment effectiveness (OEE): An analysis through the adoption of analytic hierarchy process and ISO 22400 / S. Di. Luozzo, F. Starnoni, M. M. Schiraldi // International Journal of Engineering Business Management. – 2023. – Vol. 15. – 18479790231188548.
144. Luozzo, S. Di. The diffusion of international standards on managerial practices / S. Di Luozzo, M. Varisco, M. M. Schiraldi // International Journal of Engineering Business Management. – 2020. – Vol. 12. – 1847979020921611.
145. McClelland, D. C. Testing for competence rather than for “intelligence” / D.C. McClelland // American Psychologist. — 1973. — Vol. 28 – No. 1. — P. 1–14.
146. Menon, R. R. Using ANP and QFD methodologies to analyze eco-efficiency requirements in an electronic supply chain / R. R. Menon, V. Ravi // Cleaner Engineering and Technology. – 2021. – Vol. 5. – 100350.
147. Mohsin, A. Using the QFD Matrix as a Major Continuous Improvement Tool to Improve Organizational Quality / A. Mohsin, F. Padró, K. Trimmer // Research Anthology on Preparing School Administrators to Lead Quality Education Programs. – 2021. – P. 34.
148. Morella, P. Development of a New KPI for the Economic Quantification of Six Big Losses and Its Implementation in a Cyber Physical System / P. Morella, M. P. Lambán, J. Royo, J. Sánchez, J. Latapia// Applied Sciences (Switzerland). – 2020. – Vol. 10. – No. 24. – 9154.
149. Murodullayev, B. M. Improvement of mechanisms for formation, development and change of powers of industrial enterprises / B. M. Murodullayev // Spectrum Journal of Innovation, Reforms and Development/ – 2002. – 8. – P. 104–109.
150. Naranjo, J. E. Enhancing Institutional Sustainability Through Process Optimization: A Hybrid Approach Using FMEA and Machine Learning / J.E. Naranjo, J.S. Alban, M.S. Balseca, D.F. Bustamante Villagómez, M.G. Mancheno Falconi, M.V. Garcia, // Sustainability – 2025. – 17. – 1357.

151. Paape, N. Review of simulation software for cyber-physical production systems with intelligent distributed production control/ N. Paape, J. A. W. M. Van Eekelen, M. A. Reniers// *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*. – 2023. – Vol. 37 – No. 5 – P. 589–611.
152. Pacana, A. Method of Fuzzy Analysis of Qualitative-Environmental Threat in Improving Products and Processes (Fuzzy QE-FMEA)/ A. Pacana, D. Siwiec // *Materials*. – 2023. – Vol. 16. – No. 4. – 1651.
153. Paduloh, P. Analysis of productivity based on KPI case study automotive paint industry / P. Paduloh, H. Hardi Purba // *Journal of Engineering and Management in Industrial System*. – 2020. – Vol. 8. – No. 1. – P. 1-12.
154. Parashar, B. A Foundation Concepts for Industry 4.0 / B. Parashar, R. Sharma, G. Rana, R. D. Balaji // *New Horizons for Industry 4.0 in Modern Business. Contributions to Environmental Sciences & Innovative Business Technology*. – 2023. – P. 51–68.
155. Podobińska-Staniec, M. Review of key performance indicators for process monitoring in the mining industry / M. Podobinska-Staniec, E. Brzychczy, C. Kühnbach, T. Özver, P. Gackowiec// *Energies*. – 2020. – Vol. 13. – No. 19. – 5169.
156. Prawira, Y. A. Review of Literature on Lean Manufacturing Tools and Implementation Based on Case Studies / Y. Prawira, A. Ishak, A. Anizar // *Jurnal Sistem Teknik Industri*. – 2024. – Vol. 26. – No. 1. – P. 11-21.
157. Raja Santhi, A. Industry 5.0 or industry 4.0S? Introduction to industry 4.0 and a peek into the prospective industry 5.0 technologies / A. Raja Santhi, P. Muthuswamy // *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*. – 2023. – Vol. 17. – P. 947–979.
158. Rampal, A. Kano and QFD analyses for autonomous electric car: Design for enhancing customer contentment / A. Rampal, A. Mehra, R. Singh [et al.] // *Materials Today: Proceedings*. – 2022. – Vol. 62. – P. 1481-1488.
159. Rays Filho, I. Analysis of a support method for offering delivery promises in environments managed by S-DBR system / I. Rays Filho, F. B. Souza, L. M. Ikeziri // *Production* – 2023. – 33. – e20230023.
160. Ridwan, M. Product quality control analysis using integrated FMEA and TRIZ in metal stamping industry / M. Ridwan, S. Indrawati// *AIP Conf. Proc.* – 2024. – Vol. 2891 (1). – 070007.
161. Rodrigues, D. Key Performance Indicators Selection through an Analytic Network Process Model for Tooling and Die Industry / D. Rodrigues, R. Godina, P. E. Da Cruz // *Sustainability*. – 2021. – Vol. 13. – No. 24. – 13777.
162. Sadik Tatli, H. The Mediator Role of Task Performance in the Effect of Digital Literacy on Firm Performance / H. Sadik Tatli, M. Sefa Yavuz, G. Ongel // *Marketing and Management of Innovations*. – 2023. – Vol. 14. – No. 2. – P. 75-86.

163. Sekkizhar, J. Buffer Sizing, Resizing and Monitoring in TOC DBM Approach with Respect to Seasonal Products—A Simulation Study / J. Sekkizhar, N. Vivek // Natarajan, E., Vinodh, S., Rajkumar, V. (eds) *Materials, Design and Manufacturing for Sustainable Environment. Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Springer, Singapore – 2023. – P. 565-573.
164. Siedler, C. Modeling and assessing the effects of digital technologies on KPIs in manufacturing systems / C. Siedler, P. Langlotz, Ja. C. Aurich // *Procedia CIRP*. – 2020. – Vol. 93. – P. 682-687.
165. Stopka, O. Application of Specific Tools of the Theory of Constraints – a Case Study / O. Stopka, V. Zitrický, V. Ľupták, and M. Stopková // *Cognitive Sustainability*. – 2023. – Vol. 2. – No. 1– P. 18-29.
166. Sumasto, F. Application of Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) for Defect Reduction: A Case Study on Scratch Defects in Oil Separator Parts in Machining Line / F. Sumasto, J. Christiani, I. Wulansari [et al.] // *IJIEM - Indonesian Journal of Industrial Engineering and Management*. – 2023. – Vol. 4. – No. 3. – 632.
167. Taher, M. A. The impact of lean manufacturing concepts on industrial processes' efficiency and waste reduction / M. A. Taher, & M. A. Bashar // *International Journal of Progressive Research in Engineering Management and Science*. – 2024. – Vol. 4. – P. 338-349.
168. Tsung, F. Six Sigma / F. Tsung, K. Wang // *Springer Handbook of Engineering Statistics*. – 2023. – 2nd Edition – P. 239–259.
169. Wohlers, B. Monitoring and control of production processes based on key performance indicators for mechatronic systems / B. Wohlers, S. Dziwok, F. Pasic, A. Lipsmeier, M. Becker// *International Journal of Production Economics*. – 2020. – Vol. 220. – 107452.
170. Yakovlev, D. Modeling the Operation of a Digital Twin of a Conveyor Line/ D. Yakovlev, D. Petrov, A. Kosterev // *Cyber-Physical Systems. Studies in Systems, Decision and Control* – 2024. – Vol. 554– P. 105–115.
171. Zhang, C. Industry 4.0 and its Implementation: a Review / C. Zhang, Y. Chen, H. Chen, D. Chong // *Information Systems Frontiers*. – 2024. – Vol. 26. – P. 1773–1783.
172. Zizek, S. Key Performance Indicators and Industry 4.0 – A Socially Responsible Perspective/S. Zizek, Z. Nedelko, M. Mulej, Ž. Veingerl Čič// *Naše gospodarstvo/Our Economy*. – 2020. – Vol. 66. – No. 3. – P. 22-35.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Анкета

«Влияние компетенций специалистов на эффективность производственного процесса»

Фамилия И.О. (по желанию)	
Уровень образования	<input type="radio"/> Среднее профессиональное <input type="radio"/> Высшее <input type="radio"/> Другое:
Специальность/направление подготовки	
Занимаемая должность	
Трудовой стаж в занимаемой должности	
Общий трудовой стаж по специальности	

ИНСТРУКЦИЯ:

Просим Вас заполнить анкету оценки компетенций специалистов по степени влияния на эффективность производственного процесса. Необходимо оценить на сколько, по вашему мнению, сильна связь каждой компетенции с предложенными показателями. Также просим Вас оценить важность предложенных показателей эффективности производственного процесса.

Важность оценивается по 5-ти бальной шкале, где оценка 5 соответствует критически важному показателю, в наибольшей степени отражающему эффективность процесса, а оценка 1 – не важному показателю, не характеризующему эффективность.

	Важность от 1 до 5
Показатель эффективности производственного процесса	5 - критически важная, 4 - важная, 3 - нейтрально, 2 - не очень важная, 1 – совсем не важная.
Эффективность использования оборудования (степень загрузки)	
Объем незавершенного производства (относительно плана выпуска)	
Простой из-за недоступности необходимого ресурса (оборудования, оператора, инструмента, заготовок, задания, программы и т.д.)	
Производительность рабочего процесса (штучное время)	
Качество продукции (услуг)	

Связь компетенции с предложенными показателями эффективности производственного процесса оценивается по шкале: сильная связь, средняя связь, слабая связь. Нужную ячейку необходимо отметить ✓.

1) Обеспечение ритмичной работы предприятия и равномерного выпуска продукции в соответствии с планом производства и договорами поставок.

Показатель эффективности:	Слабая	Средняя	Сильная
Эффективность использования оборудования	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Объем незавершенного производства	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Простой из-за недоступности необходимого ресурса	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Производительность рабочего процесса	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Качество продукции (услуг)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2) Предупреждение и устранение отклонений в ходе производства, выявление и немедленная ликвидация «узких мест» (причин, сдерживающих ход производства).

Показатель эффективности:	Слабая	Средняя	Сильная
Эффективность использования оборудования	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Объем незавершенного производства	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Простой из-за недоступности необходимого ресурса	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Производительность рабочего процесса	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Качество продукции (услуг)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3) Контроль и учёт выполнения работ в соответствии с номенклатурным планом, производственными программами, договорными обязательствами, календарными графиками и сменно-суточными заданиями.

Показатель эффективности:	Слабая	Средняя	Сильная
Эффективность использования оборудования	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Объем незавершенного производства	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Простой из-за недоступности необходимого ресурса	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Производительность рабочего процесса	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Качество продукции (услуг)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4) Определение размеров партий и запуск деталей на производственных участках, участие в разработке производственных программ и календарных графиков выпуска продукции, сменно-суточных заданий и т.п.

Показатель эффективности:	Слабая	Средняя	Сильная
Эффективность использования оборудования	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Объем незавершенного производства	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Простой из-за недоступности необходимого ресурса	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Производительность рабочего процесса	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Качество продукции (услуг)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5) Организация и контроль обеспечения участка/цеха всем необходимым для выполнения производственной программы: сырьём, материалами, комплектующими изделиями, оборудованием, транспортом, технической документацией, инструментом и т.п.

Показатель эффективности:	Слабая	Средняя	Сильная
Эффективность использования оборудования	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Объем незавершенного производства	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Простой из-за недоступности необходимого ресурса	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Производительность рабочего процесса	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Качество продукции (услуг)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6) Организация максимального задействования производственных мощностей предприятия, рациональной загрузки оборудования и производственных площадей, а также раскрытия технического потенциала, рационального использования транспортных средств, повышения коэффициента сменности.

Показатель эффективности:	Слабая	Средняя	Сильная
Эффективность использования оборудования	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Объем незавершенного производства	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Простой из-за недоступности необходимого ресурса	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Производительность рабочего процесса	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Качество продукции (услуг)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7) Определение и контроль соблюдения установленных норм заделов на участках, цехах, складах и рабочих местах, учёт движения и контроль за состоянием и комплектностью незавершенного производства.

Показатель эффективности:	Слабая	Средняя	Сильная
Эффективность использования оборудования	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Объем незавершенного производства	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Простой из-за недоступности необходимого ресурса	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Производительность рабочего процесса	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Качество продукции (услуг)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8) Анализ результатов производственной деятельности за смену, выявление причин, вызывающих простои оборудования и снижение качества изделий (работ, услуг), участие в разработке и внедрении мероприятий по устранению выявленных недостатков, предупреждению брака и повышению качества продукции.

Показатель эффективности:	Слабая	Средняя	Сильная
Эффективность использования оборудования	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Объем незавершенного производства	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Простой из-за недоступности необходимого ресурса	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Производительность рабочего процесса	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Качество продукции (услуг)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

9) Выявление и освоение внутрипроизводственных резервов повышения производительности труда и качества продукции, возможности сокращения цикла изготовления продукции.

Показатель эффективности:	Слабая	Средняя	Сильная
Эффективность использования оборудования	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Объем незавершенного производства	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Простой из-за недоступности необходимого ресурса	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Производительность рабочего процесса	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Качество продукции (услуг)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10) Оперативной контроль за рациональным расходом сырья, материалов, энергии и т.д., реализация мероприятий по снижению издержек производства (трудовых, материальных).

Показатель эффективности:	Слабая	Средняя	Сильная
Эффективность использования оборудования	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Объем незавершенного производства	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Простой из-за недоступности необходимого ресурса	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Производительность рабочего процесса	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Качество продукции (услуг)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

11) Интеграция в рабочий процесс технических средств оперативного контроля производства, современных систем автоматизированного управления и подготовки производства.

Показатель эффективности:	Слабая	Средняя	Сильная
Эффективность использования оборудования	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Объем незавершенного производства	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Простой из-за недоступности необходимого ресурса	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Производительность рабочего процесса	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Качество продукции (услуг)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

12) Обеспечение соблюдения технологических процессов, оперативное выявление и устранение причин нарушений, оперативный контроль за технически правильной эксплуатацией оборудования и других основных средств.

Показатель эффективности:	Слабая	Средняя	Сильная
Эффективность использования оборудования	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Объем незавершенного производства	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Простой из-за недоступности необходимого ресурса	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Производительность рабочего процесса	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Качество продукции (услуг)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

13) Участие в разработке и реализации мероприятий по совершенствованию производственного планирования, диспетчирования, нормирования.

Показатель эффективности:	Слабая	Средняя	Сильная
Эффективность использования оборудования	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Объем незавершенного производства	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Простой из-за недоступности необходимого ресурса	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Производительность рабочего процесса	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Качество продукции (услуг)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

14) Изучение и внедрение передового отечественного и зарубежного опыта производства аналогичной продукции с целью совершенствования управления, организации и технологии производства и роста производительности труда.

Показатель эффективности:	Слабая	Средняя	Сильная
Эффективность использования оборудования	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Объем незавершенного производства	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Простой из-за недоступности необходимого ресурса	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Производительность рабочего процесса	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Качество продукции (услуг)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

15) Участие в разработке новых и совершенствовании действующих технологических процессов, режимов производства, производственных графиков, форм организации производства, механизации и автоматизации производственных процессов.

Показатель эффективности:	Слабая	Средняя	Сильная
Эффективность использования оборудования	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Объем незавершенного производства	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Простой из-за недоступности необходимого ресурса	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Производительность рабочего процесса	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Качество продукции (услуг)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Анкета «Востребованность компетенций специалистов в производственном процессе»

Фамилия И.О. (по желанию)	
Уровень образования	<input type="radio"/> Среднее профессиональное <input type="radio"/> Высшее <input type="radio"/> Другое:
Специальность/направление подготовки	
Занимаемая должность	
Трудовой стаж в занимаемой должности	
Общий трудовой стаж по специальности	

ИНСТРУКЦИЯ:

Просим Вас заполнить анкету оценки востребованности навыков специалистов в производственном процессе. Основываясь на вашем опыте, оцените по шкале от 1 до 5 навыки по следующим критериям:

<i>Как сильно влияют последствия отсутствия навыка у специалиста на работу производственного участка?</i>	
5	очень сильно влияет на работу, производительность и качество работы ухудшаются до критического уровня;
4	сильно влияет на работу, заметно ухудшаются её производительность и качество;
3	незначительно влияет на работу, при детальном анализе можно увидеть ухудшение показателей производительности и качества работы;
2	почти не влияет на производительность и качество работы;
1	совсем не влияет на рабочий процесс.
<i>Как часто вы используете данный навык в ходе работы?</i>	
5	очень часто использую (ежедневно);
4	часто использую (несколько раз в неделю);
3	иногда использую (несколько раз в месяц);
2	редко использую (несколько раз в квартал);
1	очень редко использую (практически не использую).
<i>Сложно ли сформировать данный навык у сотрудника?</i>	
5	очень тяжело формируется на основе собственного многолетнего опыта работы по данной специальности;
4	тяжело формируется в ходе продолжительного профессионального обучения;
3	довольно просто формируется на рабочем месте в ходе работы с наставником;
2	легко формируется на основе собственного профессионального опыта;
1	очень легко формируется на основе житейского опыта.

1) Обеспечение ритмичной работы предприятия и равномерного выпуска продукции в соответствии с планом производства и договорами поставок.

	1	2	3	4	5
Тяжесть последствий из-за отсутствия навыка:	<input type="checkbox"/>				
Частота использования навыка в ходе работы:	<input type="checkbox"/>				
Сложность формирования навыка:	<input type="checkbox"/>				

2) Предупреждение и устранение отклонений в ходе производства, выявление и немедленная ликвидация «узких мест» (причин, сдерживающих ход производства).

	1	2	3	4	5
Тяжесть последствий из-за отсутствия навыка:	<input type="checkbox"/>				
Частота использования навыка в ходе работы:	<input type="checkbox"/>				
Сложность формирования навыка:	<input type="checkbox"/>				

3) Контроль и учёт выполнения работ в соответствии с номенклатурным планом, производственными программами, договорными обязательствами, календарными графиками и сменно-суточными заданиями.

	1	2	3	4	5
Тяжесть последствий из-за отсутствия навыка:	<input type="checkbox"/>				
Частота использования навыка в ходе работы:	<input type="checkbox"/>				
Сложность формирования навыка:	<input type="checkbox"/>				

4) Определение размеров партий и запуск деталей на производственных участках, участие в разработке производственных программ и календарных графиков выпуска продукции, сменно-суточных заданий и т.п.

	1	2	3	4	5
Тяжесть последствий из-за отсутствия навыка:	<input type="checkbox"/>				
Частота использования навыка в ходе работы:	<input type="checkbox"/>				
Сложность формирования навыка:	<input type="checkbox"/>				

5) Организация и контроль обеспечения участка/цеха всем необходимым для выполнения производственной программы: сырьём, материалами, комплектующими изделиями, оборудованием, транспортом, технической документацией, инструментом и т.п.

	1	2	3	4	5
Тяжесть последствий из-за отсутствия навыка:	<input type="checkbox"/>				
Частота использования навыка в ходе работы:	<input type="checkbox"/>				
Сложность формирования навыка:	<input type="checkbox"/>				

6) Организация максимального задействования производственных мощностей предприятия, рациональной загрузки оборудования и производственных площадей, а также раскрытия технического потенциала, рационального использования транспортных средств, повышения коэффициента сменности.

	1	2	3	4	5
Тяжесть последствий из-за отсутствия навыка:	<input type="checkbox"/>				
Частота использования навыка в ходе работы:	<input type="checkbox"/>				
Сложность формирования навыка:	<input type="checkbox"/>				

7) Определение и контроль соблюдения установленных норм заделов на участках, цехах, складах и рабочих местах, учёт движения и контроль за состоянием и комплектностью незавершённого производства.

	1	2	3	4	5
Тяжесть последствий из-за отсутствия навыка:	<input type="checkbox"/>				
Частота использования навыка в ходе работы:	<input type="checkbox"/>				
Сложность формирования навыка:	<input type="checkbox"/>				

8) Анализ результатов производственной деятельности за смену, выявление причин, вызывающих простои оборудования и снижение качества изделий (работ, услуг), участие в разработке и внедрении мероприятий по устранению выявленных недостатков, предупреждению брака и повышению качества продукции.

	1	2	3	4	5
Тяжесть последствий из-за отсутствия навыка:	<input type="checkbox"/>				
Частота использования навыка в ходе работы:	<input type="checkbox"/>				
Сложность формирования навыка:	<input type="checkbox"/>				

9) Выявление и освоение внутрипроизводственных резервов повышения производительности труда и качества продукции, возможности сокращения цикла изготовления продукции.

	1	2	3	4	5
Тяжесть последствий из-за отсутствия навыка:	<input type="checkbox"/>				
Частота использования навыка в ходе работы:	<input type="checkbox"/>				
Сложность формирования навыка:	<input type="checkbox"/>				

10) Оперативной контроль за рациональным расходом сырья, топлива, материалов, энергии и т.д., реализация мероприятий по снижению издержек производства (трудовых, материальных).

	1	2	3	4	5
Тяжесть последствий из-за отсутствия навыка:	<input type="checkbox"/>				
Частота использования навыка в ходе работы:	<input type="checkbox"/>				
Сложность формирования навыка:	<input type="checkbox"/>				

11) Интеграция в рабочий процесс технических средств оперативного контроля производства, современных систем автоматизированного управления и подготовки производства.

	1	2	3	4	5
Тяжесть последствий из-за отсутствия навыка:	<input type="checkbox"/>				
Частота использования навыка в ходе работы:	<input type="checkbox"/>				
Сложность формирования навыка:	<input type="checkbox"/>				

12) Обеспечение соблюдения технологических процессов, оперативное выявление и устранение причин нарушений, оперативный контроль за технически правильной эксплуатацией оборудования и других основных средств.

	1	2	3	4	5
Тяжесть последствий из-за отсутствия навыка:	<input type="checkbox"/>				
Частота использования навыка в ходе работы:	<input type="checkbox"/>				
Сложность формирования навыка:	<input type="checkbox"/>				

13) Участие в разработке и реализации мероприятий по совершенствованию производственного планирования, диспетчирования, нормирования.

	1	2	3	4	5
Тяжесть последствий из-за отсутствия навыка:	<input type="checkbox"/>				
Частота использования навыка в ходе работы:	<input type="checkbox"/>				
Сложность формирования навыка:	<input type="checkbox"/>				

14) Изучение и внедрение передового отечественного и зарубежного опыта производства аналогичной продукции с целью совершенствования управления, организации и технологии производства и роста производительности труда.

	1	2	3	4	5
Тяжесть последствий из-за отсутствия навыка:	<input type="checkbox"/>				
Частота использования навыка в ходе работы:	<input type="checkbox"/>				
Сложность формирования навыка:	<input type="checkbox"/>				

15) Участие в разработке новых и совершенствовании действующих технологических процессов, режимов производства, производственных графиков, форм организации производства, механизации и автоматизации производственных процессов.

	1	2	3	4	5
Тяжесть последствий из-за отсутствия навыка:	<input type="checkbox"/>				
Частота использования навыка в ходе работы:	<input type="checkbox"/>				
Сложность формирования навыка:	<input type="checkbox"/>				

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Результаты анкетирования

«Влияние компетенций специалистов на эффективность производственного процесса»

Таблица В.1 – Экспертные оценки связи компетенций с эффективностью использования оборудования

Эксперты	Компетенции															
	№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3
2	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
3	3	9	9	3	9	9	3	9	9	9	9	3	3	9	3	9
4	3	1	9	3	9	9	9	3	3	3	1	9	3	3	3	9
5	3	9	9	9	9	9	3	9	9	9	9	3	9	9	9	9
6	9	9	9	9	9	9	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9
7	9	9	3	9	3	9	3	3	3	3	3	3	9	9	3	9
8	3	9	9	3	1	9	1	9	9	9	9	9	9	9	9	9
9	9	9	9	9	3	9	3	9	9	9	3	9	3	3	3	9
10	9	9	9	9	9	9	9	9	9	3	9	9	9	9	9	9
11	9	9	9	9	9	9	3	3	3	9	3	9	9	9	9	9
12	9	3	9	9	3	9	3	9	9	9	9	3	3	9	9	9
13	9	9	9	3	9	9	1	9	3	9	9	9	9	9	9	9
14	9	9	9	9	9	9	9	3	3	3	9	3	3	3	3	9
15	9	9	9	9	9	9	1	9	9	9	9	9	9	9	9	9
16	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
17	9	9	9	9	9	9	9	9	9	3	9	9	3	9	9	9
18	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
19	9	9	9	9	9	9	3	3	9	9	9	9	3	3	3	9
20	9	3	9	9	3	3	9	9	9	9	3	3	3	1	3	3
21	9	9	3	9	3	9	9	3	9	3	9	3	9	9	9	9
22	9	9	1	9	9	9	3	9	9	9	9	9	9	9	3	9
23	9	9	1	9	9	9	3	9	9	9	9	9	9	9	3	9
24	9	9	9	9	9	9	9	3	9	9	9	9	3	3	3	9
25	3	9	9	9	1	9	1	9	9	1	9	9	3	9	9	9
26	9	3	3	9	3	3	3	3	3	1	3	3	9	9	9	3
27	3	1	3	3	3	3	3	1	1	3	1	3	3	3	3	3
28	9	9	9	3	1	9	9	9	9	9	9	9	3	9	9	9
29	9	9	3	9	3	9	1	9	9	9	9	3	9	9	9	9
30	3	2	3	9	3	9	3	9	3	3	9	9	3	9	9	3
31	9	3	3	9	3	3	3	3	3	1	3	3	9	9	9	3
32	3	9	3	1	1	3	1	9	1	1	9	3	3	1	3	3
33	9	9	3	9	9	3	1	9	9	3	9	9	3	3	9	9
34	9	9	9	9	9	9	9	9	9	3	9	9	9	9	9	9
35	9	9	3	9	3	9	1	9	9	1	9	9	9	9	9	9

Таблица В.2 – Экспертные оценки связи компетенций с объёмом незавершённого производства

Эксперты	Компетенции														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3
2	3	3	3	3	3	9	9	3	3	3	3	3	3	9	3
3	3	1	3	1	3	1	1	3	3	3	1	1	3	1	3
4	1	3	9	1	9	9	9	3	3	3	1	9	3	3	3
5	3	3	3	9	3	3	9	9	9	3	1	1	3	1	3
6	9	1	1	9	3	9	9	9	3	9	9	1	9	9	9
7	9	3	9	9	3	3	9	3	9	3	3	3	3	3	3
8	9	1	1	9	1	3	9	1	1	9	1	1	1	1	1
9	3	3	3	9	9	3	9	3	3	9	9	3	9	3	9
10	9	9	9	9	9	9	9	9	3	3	3	3	9	9	3
11	3	9	3	9	3	3	3	3	3	9	3	3	3	3	3
12	9	3	9	9	9	9	9	3	3	3	1	1	9	3	1
13	3	1	1	1	1	3	9	1	1	1	1	1	9	1	1
14	3	3	3	3	1	3	3	1	1	1	3	3	9	1	9
15	3	1	9	9	1	1	9	3	9	9	3	1	9	9	1
16	3	1	9	9	9	9	9	1	3	9	9	9	9	3	3
17	3	9	9	9	9	9	9	3	9	9	1	3	9	9	9
18	3	3	9	9	9	9	9	1	1	9	1	3	9	3	9
19	9	3	9	3	1	1	9	1	1	9	1	1	9	1	9
20	9	3	3	3	3	3	3	3	3	9	3	3	3	3	3
21	9	9	3	9	3	9	9	3	9	9	3	3	9	3	9
22	3	3	3	9	3	3	9	1	3	9	9	9	9	3	1
23	3	3	3	3	3	3	9	1	3	9	9	9	9	3	1
24	9	3	3	9	9	3	3	3	3	9	3	3	3	3	9
25	3	3	9	9	1	1	9	1	1	9	1	1	1	1	1
26	3	1	9	3	3	3	3	9	1	9	1	9	3	3	9
27	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	1
28	9	3	3	1	1	3	9	3	3	9	9	1	9	3	9
29	1	1	9	9	1	1	9	1	1	3	3	1	9	1	1
30	3	9	9	3	3	3	3	3	3	3	9	3	9	3	9
31	3	3	9	3	3	3	3	9	1	9	1	9	3	3	9
32	3	1	1	1	1	1	9	1	1	9	1	1	3	1	1
33	9	9	3	3	9	3	3	1	1	1	3	3	1	3	3
34	9	9	3	9	9	9	9	3	1	3	9	3	3	9	9
35	3	3	9	9	1	3	9	9	9	3	9	1	3	9	1

Таблица В.3 – Экспертные оценки связи компетенций с простым из-за недоступности необходимого ресурса

Эксперты	Компетенции															
	№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3
2	9	3	9	9	9	9	9	9	3	9	9	9	9	9	9	9
3	1	3	3	1	3	1	1	3	3	3	3	1	1	1	1	1
4	1	3	9	1	9	1	9	1	3	1	1	1	1	9	1	1
5	9	9	1	9	9	9	3	9	3	9	3	1	9	3	3	3
6	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
7	3	9	3	9	3	9	9	9	3	3	9	3	9	3	3	3
8	3	9	3	3	9	3	1	9	9	3	3	1	9	9	3	3
9	9	9	9	3	9	9	3	9	9	9	3	3	3	3	3	3
10	9	9	9	9	9	9	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9
11	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3
12	3	9	3	3	3	9	3	9	3	9	3	1	3	9	9	9
13	1	3	9	3	9	9	3	3	1	9	3	3	3	3	1	1
14	9	3	9	9	3	9	3	3	3	1	1	1	1	3	1	9
15	9	9	3	1	9	9	1	9	9	9	9	1	3	9	9	9
16	9	9	9	9	1	9	3	3	9	9	9	9	9	1	9	3
17	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
18	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
19	9	9	9	9	9	9	1	9	9	3	9	3	9	1	3	3
20	3	9	9	9	9	3	9	9	9	3	3	9	9	9	3	3
21	9	9	9	9	3	9	3	9	9	9	9	3	9	9	9	9
22	9	9	1	3	9	9	3	9	9	9	9	9	9	9	3	9
23	9	9	3	9	9	9	3	9	9	9	9	9	9	9	3	9
24	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	3	9
25	9	9	9	9	9	9	3	9	9	9	9	1	3	9	1	1
26	3	3	3	3	9	9	9	3	3	3	9	3	9	3	3	3
27	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	1	1	3	3	3	3
28	9	9	9	1	9	9	3	9	9	3	9	9	9	9	3	9
29	9	9	3	9	9	9	9	9	9	9	9	3	3	9	9	3
30	9	3	3	9	9	9	9	9	9	3	9	3	9	9	9	3
31	3	3	3	3	9	9	9	3	3	3	9	3	9	3	3	3
32	9	9	9	1	9	3	1	9	3	1	9	3	1	1	1	1
33	9	9	3	3	9	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3
34	9	9	9	9	9	9	9	9	3	9	9	3	9	9	9	9
35	9	9	9	3	9	9	1	9	9	1	9	1	9	1	1	1

Таблица В.4 – Экспертные оценки связи компетенций с производительностью рабочего процесса

Эксперты	Компетенции															
	№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3
2	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
3	3	9	9	3	9	3	3	9	9	9	3	1	9	9	9	9
4	9	3	9	9	9	9	9	9	9	3	1	9	3	3	3	3
5	9	9	3	9	3	3	9	3	3	3	9	3	3	9	9	9
6	3	3	9	3	3	9	3	9	9	9	9	3	3	9	9	9
7	9	9	9	9	9	9	3	3	9	3	9	9	9	9	9	9
8	9	3	9	9	9	9	3	9	9	3	9	9	9	9	9	3
9	9	3	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
10	9	9	9	9	9	9	9	9	9	3	9	9	9	9	9	9
11	9	9	9	9	3	9	9	3	3	3	9	9	9	3	9	9
12	3	9	3	3	3	9	3	9	9	9	3	3	3	9	9	9
13	3	9	1	9	3	3	1	3	9	9	9	3	3	9	9	9
14	9	3	3	9	9	9	3	9	9	1	9	3	3	3	3	9
15	9	9	9	9	9	9	1	9	9	9	9	9	9	9	9	9
16	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	3	9	9	9
17	3	9	9	3	9	9	3	9	3	3	9	9	3	9	9	9
18	9	9	9	9	9	9	3	3	3	3	9	9	9	9	9	9
19	9	9	9	9	1	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
20	9	9	9	3	3	3	3	9	9	9	3	9	3	3	3	3
21	9	9	9	3	9	9	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9
22	9	9	1	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	3	9	9
23	9	9	1	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	3	9	9
24	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	3	9	9
25	9	3	9	9	9	9	1	3	9	1	9	9	9	9	9	9
26	9	3	1	9	3	3	3	3	3	3	9	3	3	9	3	3
27	3	3	3	3	3	3	3	3	9	3	3	1	3	3	3	3
28	9	9	9	3	9	3	9	9	9	3	9	9	9	9	9	9
29	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	3	9	9	9	9	9
30	3	3	3	9	9	9	3	3	9	9	9	9	3	3	9	9
31	9	3	3	9	3	3	3	3	3	3	9	3	3	9	3	3
32	3	3	3	3	3	1	3	1	9	1	3	3	3	3	3	9
33	9	9	3	3	9	3	1	3	9	9	3	9	3	9	9	9
34	9	9	9	3	9	9	9	3	3	9	9	3	9	9	9	9
35	9	9	9	3	3	9	1	9	3	3	9	3	9	9	9	9

Таблица В.5 – Экспертные оценки связи компетенций с качеством продукции (услуг)

Эксперты	Компетенции														
	№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	3	9	9	3	3
2	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	1	3	9	9	9
4	9	3	9	9	9	9	9	3	3	3	1	3	9	3	3
5	3	3	9	3	3	3	3	9	3	3	3	9	3	9	1
6	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
7	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
8	3	3	3	3	1	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3
9	9	9	9	9	9	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9
10	9	9	9	9	9	9	9	9	3	9	9	9	3	9	9
11	3	9	9	9	3	9	9	3	3	9	9	9	3	3	9
12	9	9	9	3	3	3	9	9	3	9	9	9	3	3	9
13	1	3	3	9	9	3	3	9	3	3	3	9	3	9	9
14	3	1	1	3	1	3	1	9	1	3	9	9	1	3	9
15	9	9	9	3	9	3	1	9	9	9	9	9	9	9	9
16	1	1	1	9	9	9	1	1	3	1	9	9	9	9	9
17	3	9	9	3	9	3	3	9	9	3	3	9	9	9	9
18	9	9	9	9	9	3	1	1	9	1	9	1	1	9	9
19	9	9	9	9	1	3	3	9	9	9	3	9	1	9	9
20	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
21	9	9	9	9	9	3	3	9	3	3	3	9	3	9	9
22	9	9	1	9	9	9	3	9	9	9	9	9	9	3	9
23	9	9	3	9	9	9	3	9	9	9	9	9	9	3	9
24	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
25	9	9	3	1	1	1	1	9	1	1	1	9	9	9	9
26	3	9	3	3	3	3	3	3	3	3	9	3	3	3	3
27	3	1	3	3	1	3	3	1	1	3	1	1	3	3	3
28	9	9	9	1	9	3	9	9	9	1	9	9	3	9	9
29	3	3	9	9	3	3	3	9	9	3	3	9	9	9	9
30	9	9	9	3	9	3	9	9	3	9	9	9	9	9	3
31	3	9	3	3	3	3	3	3	3	3	9	3	3	3	3
32	1	1	1	1	3	1	1	3	1	1	1	1	1	3	3
33	9	9	3	1	3	1	1	1	3	3	9	9	3	9	9
34	9	9	9	9	9	9	9	9	3	3	9	3	9	9	9
35	9	9	9	9	1	1	9	9	1	3	9	3	1	3	9

Таблица В.6 – Абсолютная важность компетенций, рассчитанная для каждого респондента на основе их экспертных оценок

Эксперты	Компетенции														
	№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	117	93	93	93	93	93	93	93	93	93	31	93	93	63	63
2	150	144	174	174	174	198	198	144	174	174	174	174	174	198	174
3	91	151	159	83	159	113	83	159	159	159	43	43	151	113	151
4	111	61	207	111	207	167	207	89	99	59	23	137	129	59	83
5	117	141	107	159	117	117	105	165	105	117	105	77	117	135	101
6	165	133	157	165	141	189	141	189	165	189	189	133	165	189	189
7	174	174	144	198	120	174	138	114	144	90	144	150	174	120	150
8	81	79	97	81	71	99	39	109	103	75	97	93	109	109	67
9	183	153	153	177	183	153	153	183	183	207	153	153	153	129	177
10	189	189	189	189	189	189	159	189	141	123	171	171	159	189	171
11	126	186	156	186	102	156	126	62	72	162	126	156	126	102	156
12	144	144	144	120	90	174	114	174	120	174	112	72	90	150	166
13	76	114	112	114	150	126	66	120	74	144	114	120	114	134	134
14	147	85	115	147	103	147	85	105	73	39	131	77	73	47	189
15	180	174	168	128	174	144	46	180	198	198	180	134	168	198	174
16	145	135	175	207	167	207	145	105	153	175	207	207	143	177	147
17	135	225	225	165	225	195	165	195	195	135	155	195	165	225	225
18	192	192	216	216	216	186	146	114	154	146	184	152	176	192	216
19	225	195	225	195	105	155	125	155	185	195	155	155	155	115	195
20	135	111	135	111	87	63	111	135	135	135	63	111	87	55	63
21	216	216	162	186	132	186	126	162	186	156	162	132	186	192	216
22	183	183	31	177	183	183	117	175	183	207	207	207	207	69	175
23	174	174	50	174	174	174	114	166	174	198	198	198	198	66	166
24	207	183	183	207	207	183	183	153	183	207	183	183	153	99	207
25	156	162	186	176	96	136	74	152	136	104	136	136	116	176	136
26	114	88	82	114	96	96	96	90	58	82	142	90	120	114	90
27	69	49	69	69	59	69	51	49	73	69	39	41	69	69	61
28	207	183	183	41	135	129	177	183	183	113	207	175	147	153	207
29	154	154	156	216	124	154	146	184	184	162	102	124	216	184	154
30	132	128	132	156	162	156	132	156	132	132	216	156	162	156	132
31	114	96	90	114	96	96	96	90	58	82	142	90	120	114	90
32	77	95	71	23	67	35	47	93	51	41	95	41	37	27	53
33	225	225	75	95	195	65	45	85	125	95	135	165	55	135	165
34	198	198	174	174	198	198	198	150	88	120	198	96	174	198	198
35	183	183	177	153	81	143	95	207	143	49	207	81	143	137	135

Таблица В.7 – Относительная важность компетенций, рассчитанная для каждого респондента на основе их экспертных оценок

Эксперты	Компетенции														
	№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0,09	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,02	0,07	0,07	0,05	0,05
2	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,07
3	0,05	0,08	0,09	0,05	0,09	0,06	0,05	0,09	0,09	0,09	0,02	0,02	0,08	0,06	0,08
4	0,06	0,03	0,12	0,06	0,12	0,10	0,12	0,05	0,06	0,03	0,01	0,08	0,07	0,03	0,05
5	0,07	0,08	0,06	0,09	0,07	0,07	0,06	0,09	0,06	0,07	0,06	0,04	0,07	0,08	0,06
6	0,07	0,05	0,06	0,07	0,06	0,08	0,06	0,08	0,07	0,08	0,08	0,05	0,07	0,08	0,08
7	0,08	0,08	0,07	0,09	0,05	0,08	0,06	0,05	0,07	0,04	0,07	0,07	0,08	0,05	0,07
8	0,06	0,06	0,07	0,06	0,05	0,08	0,03	0,08	0,08	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,05
9	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,06	0,06	0,06	0,05	0,07
10	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,07	0,05	0,05	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07
11	0,06	0,09	0,08	0,09	0,05	0,08	0,06	0,03	0,04	0,08	0,06	0,08	0,06	0,05	0,08
12	0,07	0,07	0,07	0,06	0,05	0,09	0,06	0,09	0,06	0,09	0,06	0,04	0,05	0,08	0,08
13	0,04	0,07	0,07	0,07	0,09	0,07	0,04	0,07	0,04	0,08	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08
14	0,09	0,05	0,07	0,09	0,07	0,09	0,05	0,07	0,05	0,02	0,08	0,05	0,05	0,03	0,12
15	0,07	0,07	0,07	0,05	0,07	0,06	0,02	0,07	0,08	0,08	0,07	0,05	0,07	0,08	0,07
16	0,06	0,05	0,07	0,08	0,07	0,08	0,06	0,04	0,06	0,07	0,08	0,08	0,06	0,07	0,06
17	0,05	0,08	0,08	0,06	0,08	0,07	0,06	0,07	0,07	0,05	0,05	0,07	0,06	0,08	0,08
18	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,07	0,05	0,04	0,06	0,05	0,07	0,06	0,07	0,07	0,08
19	0,09	0,08	0,09	0,08	0,04	0,06	0,05	0,06	0,07	0,08	0,06	0,06	0,06	0,05	0,08
20	0,09	0,07	0,09	0,07	0,06	0,04	0,07	0,09	0,09	0,09	0,04	0,07	0,06	0,04	0,04
21	0,08	0,08	0,06	0,07	0,05	0,07	0,05	0,06	0,07	0,06	0,06	0,05	0,07	0,07	0,08
22	0,07	0,07	0,01	0,07	0,07	0,07	0,05	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,03	0,07
23	0,07	0,07	0,02	0,07	0,07	0,07	0,05	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,03	0,07
24	0,08	0,07	0,07	0,08	0,08	0,07	0,07	0,06	0,07	0,08	0,07	0,07	0,06	0,04	0,08
25	0,08	0,08	0,09	0,08	0,05	0,07	0,04	0,07	0,07	0,05	0,07	0,07	0,06	0,08	0,07
26	0,08	0,06	0,06	0,08	0,07	0,07	0,07	0,06	0,04	0,06	0,10	0,06	0,08	0,08	0,06
27	0,08	0,05	0,08	0,08	0,07	0,08	0,06	0,05	0,08	0,08	0,04	0,05	0,08	0,08	0,07
28	0,09	0,08	0,08	0,02	0,06	0,05	0,07	0,08	0,08	0,05	0,09	0,07	0,06	0,06	0,09
29	0,06	0,06	0,06	0,09	0,05	0,06	0,06	0,08	0,08	0,07	0,04	0,05	0,09	0,08	0,06
30	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,06	0,07	0,06	0,06	0,10	0,07	0,07	0,07	0,06
31	0,08	0,06	0,06	0,08	0,06	0,06	0,06	0,06	0,04	0,06	0,10	0,06	0,08	0,08	0,06
32	0,09	0,11	0,08	0,03	0,08	0,04	0,06	0,11	0,06	0,05	0,11	0,05	0,04	0,03	0,06
33	0,12	0,12	0,04	0,05	0,10	0,03	0,02	0,05	0,07	0,05	0,07	0,09	0,03	0,07	0,09
34	0,08	0,08	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,06	0,03	0,05	0,08	0,04	0,07	0,08	0,08
35	0,09	0,09	0,08	0,07	0,04	0,07	0,04	0,10	0,07	0,02	0,10	0,04	0,07	0,06	0,06

Таблица В.8– Квалиметрические оценки компетенций относительно влияния на эффективность процесса, рассчитанные для каждого респондента на основе их экспертных оценок

Эксперты	Компетенции														
	№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1	7	7	7	7	7	7	7	7	7	15	7	7	14	14
2	13	14,5	8	8	8	2	2	14,5	8	8	8	8	8	2	8
3	11	7	3	12,5	3	9,5	12,5	3	3	3	14,5	14,5	7	9,5	7
4	7,5	12	2	7,5	2	4	2	10	9	13,5	15	5	6	14	11
5	7	3	10	2	7	7	12	1	12	7	12	15	7	4	14
6	8,5	14,5	11	8,5	12,5	3,5	12,5	3,5	8,5	3,5	3,5	14,5	8,5	3,5	3,5
7	3,5	3,5	9	1	12,5	3,5	11	14	9	15	9	6,5	3,5	13	6,5
8	9,5	11	6,5	9,5	13	5	15	2	4	12	6,5	8	2	2	14
9	3,5	11	11	6,5	3,5	11	11	3,5	3,5	1	11	11	11	15	6,5
10	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	12,5	4,5	14	15	10	10	12,5	4,5	10
11	9,5	1,5	5,5	1,5	12,5	5,5	9,5	15	14	3	9,5	5,5	9,5	13	5,5
12	7	7	7	9,5	13,5	2	11	2	9,5	2	12	15	13,5	5	4
13	13	9,5	12	9,5	1	5	15	6,5	14	2	9,5	6,5	9,5	3,5	3,5
14	3	9,5	6	3	8	3	9,5	7	12,5	15	5	11	12,5	14	1
15	5	8	10,5	14	8	12	15	5	2	2	5	13	10,5	2	8
16	11,5	14	6,5	2,5	8	2,5	11,5	15	9	6,5	2,5	2,5	13	5	10
17	14,5	3	3	11	3	7,5	11	7,5	7,5	14,5	13	7,5	11	3	3
18	6	6	2,5	2,5	2,5	8	13,5	15	11	13,5	9	12	10	6	2,5
19	1,5	4,5	1,5	4,5	15	10	13	10	7	4,5	10	10	10	14	4,5
20	3	7,5	3	7,5	10,5	13	7,5	3	3	3	13	7,5	10,5	15	13
21	2	2	10	6,5	13,5	6,5	15	10	6,5	12	10	13,5	6,5	4	2
22	7	7	15	10	7	7	13	11,5	7	2,5	2,5	2,5	2,5	14	12
23	7,5	7,5	15	7,5	7,5	7,5	13	11,5	7,5	2,5	2,5	2,5	2,5	14	12
24	3	9	9	3	3	9	9	13,5	9	3	9	9	13,5	15	3
25	5	4	1	2,5	14	9	15	6	9	13	9	9	12	2,5	9
26	4	12	13,5	4	7	7	7	10	15	13,5	1	10	2	4	10
27	5	12,5	5	5	10	5	11	12,5	1	5	15	14	5	5	9
28	2	5,5	5,5	15	12	13	8	5,5	5,5	14	2	9	11	10	2
29	9,5	9,5	7	1,5	13,5	9,5	12	4	4	6	15	13,5	1,5	4	9,5
30	11,5	15	11,5	6	2,5	6	11,5	6	11,5	11,5	1	6	2,5	6	12
31	4	7,5	11,5	4	7,5	7,5	7,5	11,5	15	14	1	11,5	2	4	12
32	4	1,5	5	15	6	13	9	3	8	10,5	1,5	10,5	12	14	7
33	1,5	1,5	12	9,5	3	13	15	11	8	9,5	6,5	4,5	14	6,5	4,5
34	4,5	4,5	10	10	4,5	4,5	4,5	12	15	13	4,5	14	10	4,5	4,5
35	3,5	3,5	5	6	13,5	8	12	1,5	8	15	1,5	13,5	8	10	11

Таблица В.9 – Экспертные оценки важности характеристик рабочего процесса, их абсолютная и относительная важность, рассчитанные для каждого респондента на основе их экспертных оценок

Эксперты	Экспертные оценки важности					Абсолютная важность					Относительная важность				
	№ п/п	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4
1	4	4	4	4	5	196	172	172	172	585	0,15	0,13	0,13	0,13	0,45
2	4	4	5	4	5	516	252	615	540	675	0,20	0,10	0,24	0,21	0,26
3	5	4	4	5	5	495	124	108	485	605	0,27	0,07	0,06	0,27	0,33
4	4	4	5	5	5	308	276	255	485	425	0,18	0,16	0,15	0,28	0,24
5	4	3	5	4	5	468	189	445	348	335	0,26	0,11	0,25	0,19	0,19
6	4	4	4	4	5	516	396	540	372	675	0,21	0,16	0,22	0,15	0,27
7	5	4	4	5	4	435	300	348	585	540	0,20	0,14	0,16	0,26	0,24
8	4	1	2	5	3	428	49	154	555	123	0,33	0,04	0,12	0,42	0,09
9	4	4	5	5	5	420	348	465	615	645	0,17	0,14	0,19	0,25	0,26
10	4	3	5	4	5	516	315	645	516	615	0,20	0,12	0,25	0,20	0,24
11	5	5	5	4	5	555	315	215	420	495	0,28	0,16	0,11	0,21	0,25
12	5	4	5	4	4	525	324	395	348	396	0,26	0,16	0,20	0,18	0,20
13	5	3	5	4	5	575	105	305	332	395	0,34	0,06	0,18	0,19	0,23
14	5	3	5	4	4	495	141	335	364	228	0,32	0,09	0,21	0,23	0,15
15	5	3	5	4	5	635	231	495	508	575	0,26	0,09	0,20	0,21	0,24
16	5	5	5	4	4	675	475	505	516	324	0,27	0,19	0,20	0,21	0,13
17	5	5	5	5	5	615	545	675	495	495	0,22	0,19	0,24	0,18	0,18
18	5	4	5	5	5	675	348	675	555	445	0,25	0,13	0,25	0,21	0,16
19	5	5	5	5	5	555	335	505	635	505	0,22	0,13	0,20	0,25	0,20
20	4	4	4	4	5	340	228	396	348	225	0,22	0,15	0,26	0,23	0,15
21	5	4	5	5	5	525	396	585	615	495	0,20	0,15	0,22	0,24	0,19
22	5	4	5	4	5	575	308	545	484	575	0,23	0,12	0,22	0,19	0,23
23	4	4	5	4	5	460	284	585	484	585	0,19	0,12	0,24	0,20	0,24
24	5	4	5	4	5	585	300	645	516	675	0,21	0,11	0,24	0,19	0,25
25	5	5	5	4	5	495	255	535	428	365	0,24	0,12	0,26	0,21	0,18
26	4	4	5	4	5	268	276	375	268	285	0,18	0,19	0,25	0,18	0,19
27	5	4	5	4	5	185	164	195	196	165	0,20	0,18	0,22	0,22	0,18
28	5	4	5	4	5	575	300	545	468	535	0,24	0,12	0,22	0,19	0,22
29	5	4	5	5	5	545	204	555	645	465	0,23	0,08	0,23	0,27	0,19
30	4	5	5	5	5	320	375	525	465	555	0,14	0,17	0,23	0,21	0,25
31	4	4	5	4	5	268	284	375	276	285	0,18	0,19	0,25	0,19	0,19
32	4	3	5	3	2	204	105	345	153	46	0,24	0,12	0,40	0,18	0,05
33	5	5	5	5	5	485	275	305	455	365	0,26	0,15	0,16	0,24	0,19
34	5	4	5	4	4	645	388	615	444	468	0,25	0,15	0,24	0,17	0,18
35	5	4	5	4	5	535	324	445	388	425	0,25	0,15	0,21	0,18	0,20

Таблица Г.3 – Экспертные оценки трудоёмкости формирования компетенций

Эксперты	Компетенции														
	№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	3	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	1	2	1	1
2	3	3	3	3	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3
3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3
4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3
5	5	4	5	4	4	4	5	5	5	5	4	3	4	4	5
6	3	4	4	2	3	2	3	2	2	2	1	1	4	4	4
7	2	3	3	3	3	3	2	3	3	4	4	2	3	3	3
8	3	3	3	3	3	3	2	3	4	2	2	3	2	3	2
9	3	3	3	3	3	3	3	2	4	3	3	3	3	3	3
10	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	4
11	4	4	3	3	2	4	4	4	5	4	5	5	4	4	5
12	4	5	3	3	3	4	4	4	5	4	5	4	4	4	5
13	3	2	3	4	3	3	4	4	2	3	2	3	4	4	4
14	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3
15	2	2	3	3	2	2	3	3	2	3	2	2	2	3	2
16	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
17	4	2	1	4	3	2	4	2	3	3	3	3	3	3	1
18	4	4	4	5	5	4	5	5	5	4	3	4	5	4	5
19	4	4	3	5	3	3	4	5	5	5	5	5	5	4	4
20	2	2	4	4	3	5	4	2	5	3	2	2	5	5	5
21	3	4	3	3	2	4	3	4	4	3	4	4	4	2	4
22	2	3	2	3	4	4	3	2	2	3	3	2	3	4	3
23	4	5	2	2	5	5	5	2	3	3	3	5	2	2	2
24	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	3
25	3	4	3	2	2	3	2	2	3	4	2	3	2	2	3
26	3	2	2	1	1	2	4	4	3	3	4	4	4	4	5
27	4	3	3	4	3	5	3	4	3	4	3	4	3	1	5
28	2	2	2	2	3	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2
29	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4	5	3	4	3	3
30	2	5	3	4	3	3	2	4	3	3	2	3	2	3	3
31	2	5	3	4	3	5	4	5	4	4	3	3	3	5	5
32	2	3	3	3	1	3	2	3	3	3	3	3	2	3	4
33	4	4	3	5	3	5	4	4	4	4	2	3	3	3	3
34	5	3	2	1	2	2	3	3	3	3	3	4	3	2	3
35	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3
36	3	3	3	3	3	4	4	5	4	3	3	3	3	4	4
37	3	4	2	2	4	1	1	4	5	4	1	5	5	5	4
38	4	4	4	5	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5
39	5	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1

Таблица Г.4 – Значения приоритетных чисел востребованности компетенций, рассчитанные для каждого респондента на основе их экспертных оценок

Эксперты	Компетенции														
	№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	27	27	8	8	12	27	8	8	8	8	12	1	8	1	1
2	75	48	48	60	80	48	64	64	36	64	64	36	64	64	48
3	27	27	36	27	27	18	18	18	8	27	18	18	18	18	18
4	27	27	36	27	27	27	18	18	8	27	18	18	18	18	18
5	100	80	100	64	80	80	100	100	100	125	100	48	80	48	80
6	24	16	32	4	18	8	27	8	8	8	1	1	64	64	64
7	24	27	18	36	18	36	16	18	18	36	48	12	24	18	18
8	36	27	36	27	27	27	12	18	24	18	8	27	8	27	12
9	48	24	30	30	9	24	18	18	36	27	18	24	24	12	12
10	60	60	75	48	45	60	36	60	27	75	8	75	45	12	24
11	100	64	60	75	40	100	80	64	45	80	45	125	36	24	80
12	100	80	60	75	60	80	64	64	30	64	45	100	36	24	60
13	60	40	75	100	60	36	48	80	24	36	24	48	80	64	80
14	36	36	48	36	24	18	18	18	36	24	16	36	36	48	48
15	30	30	30	60	40	40	60	60	30	48	30	40	16	6	20
16	60	36	36	36	27	27	36	36	27	27	18	36	27	18	18
17	60	30	10	60	30	12	40	30	24	30	30	24	45	60	10
18	100	100	100	125	125	80	125	125	80	80	36	64	125	100	100
19	100	100	60	125	75	45	64	100	100	100	100	100	100	36	64
20	50	50	100	100	75	125	100	50	125	60	50	50	125	125	125
21	48	80	45	30	40	64	48	100	48	36	24	100	48	8	16
22	24	75	18	48	100	100	75	24	24	48	48	12	48	100	60
23	64	20	40	40	125	100	100	30	60	60	60	100	40	30	30
24	80	80	80	80	80	80	80	80	80	36	64	45	60	36	18
25	36	64	27	8	8	27	8	8	36	36	8	18	8	8	27
26	15	4	4	25	25	50	100	100	36	12	48	100	100	36	125
27	80	45	60	100	60	125	36	80	36	64	45	100	27	5	100
28	30	30	30	24	60	30	45	30	45	30	30	30	24	24	30
29	80	32	36	36	24	27	48	36	80	80	60	24	48	27	36
30	18	10	27	80	60	75	24	100	75	60	18	27	24	60	75
31	18	10	27	80	60	75	64	125	64	64	27	27	27	125	125
32	12	36	18	6	4	27	12	36	36	27	27	27	12	48	80
33	8	12	9	25	9	25	20	20	20	12	18	18	24	30	48
34	80	27	8	1	8	8	27	27	27	18	27	64	27	8	27
35	45	60	75	75	60	60	60	45	60	75	36	75	45	2	36
36	60	60	45	60	60	80	100	125	100	60	27	60	60	80	80
37	60	80	50	50	60	20	10	20	25	48	1	75	20	60	8
38	100	64	64	125	27	64	64	64	64	64	64	64	125	125	125
39	25	5	5	5	1	5	4	16	4	4	4	4	4	4	4

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Сценарий выполнения заказа на производственном участке

На производственный участок предметно-замкнутого типа, планировка которого представлена на рисунке Д.1, поступает заказ на изготовление десяти комплектов трёх видов сборочных единиц (СЕ001, СЕ002, СЕ003), состоящих из пяти видов деталей (деталь А, Б, В, Г, Д). Последовательность выполнения и нормы времени технологических операций указаны в таблице Д.1. Сборочные единицы имеют следующий состав:

Наимен.	Кол-во	Наимен.	Кол-во	Наимен.	Кол-во
<u>СЕ001:</u>		<u>СЕ002:</u>		<u>СЕ003:</u>	
Деталь А.....	2	Деталь В.....	3	Деталь А.....	1
Деталь Б.....	1	Деталь Г.....	1	Деталь Б.....	1
		Деталь Д.....	1	Деталь Г.....	1
				Деталь Д.....	1

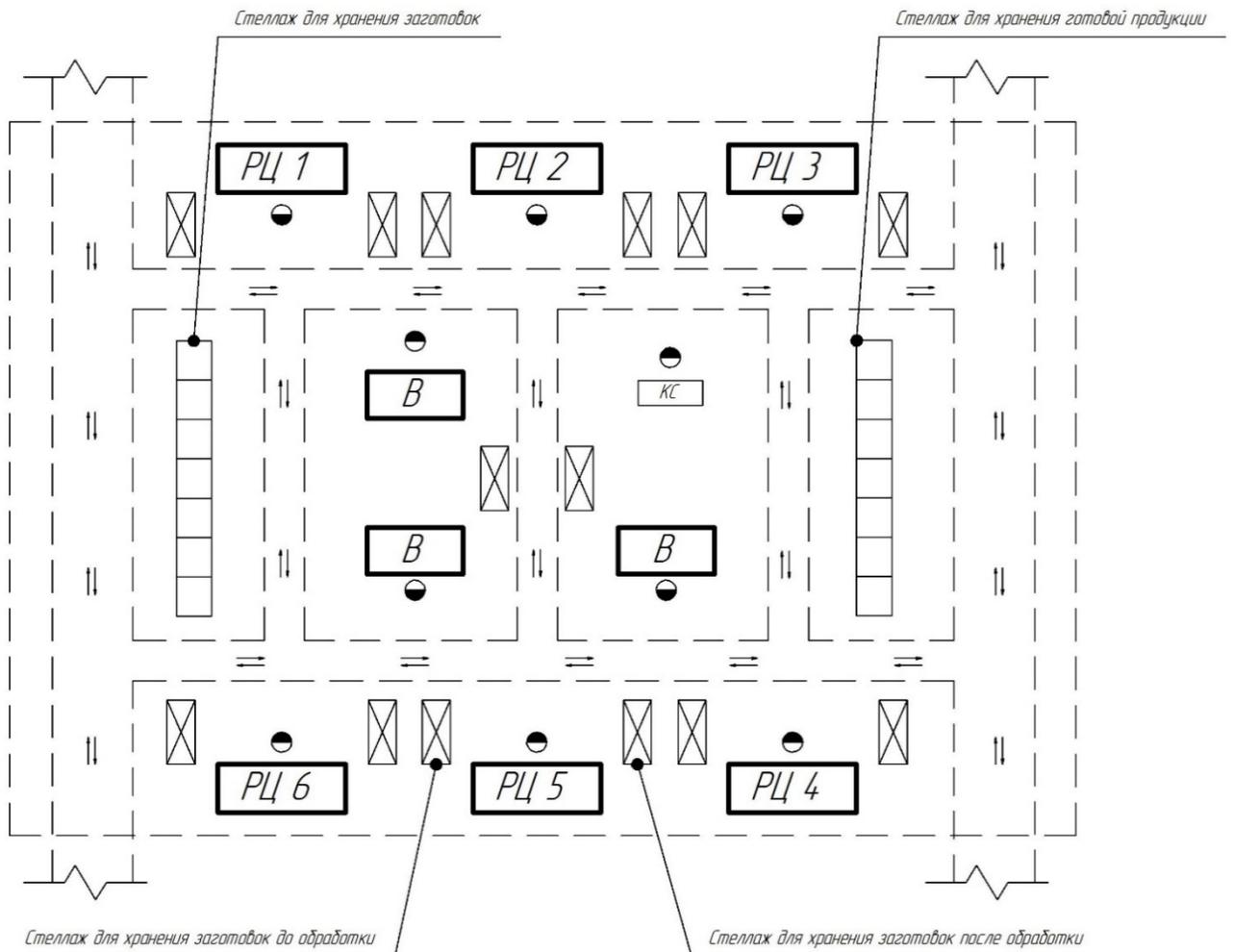


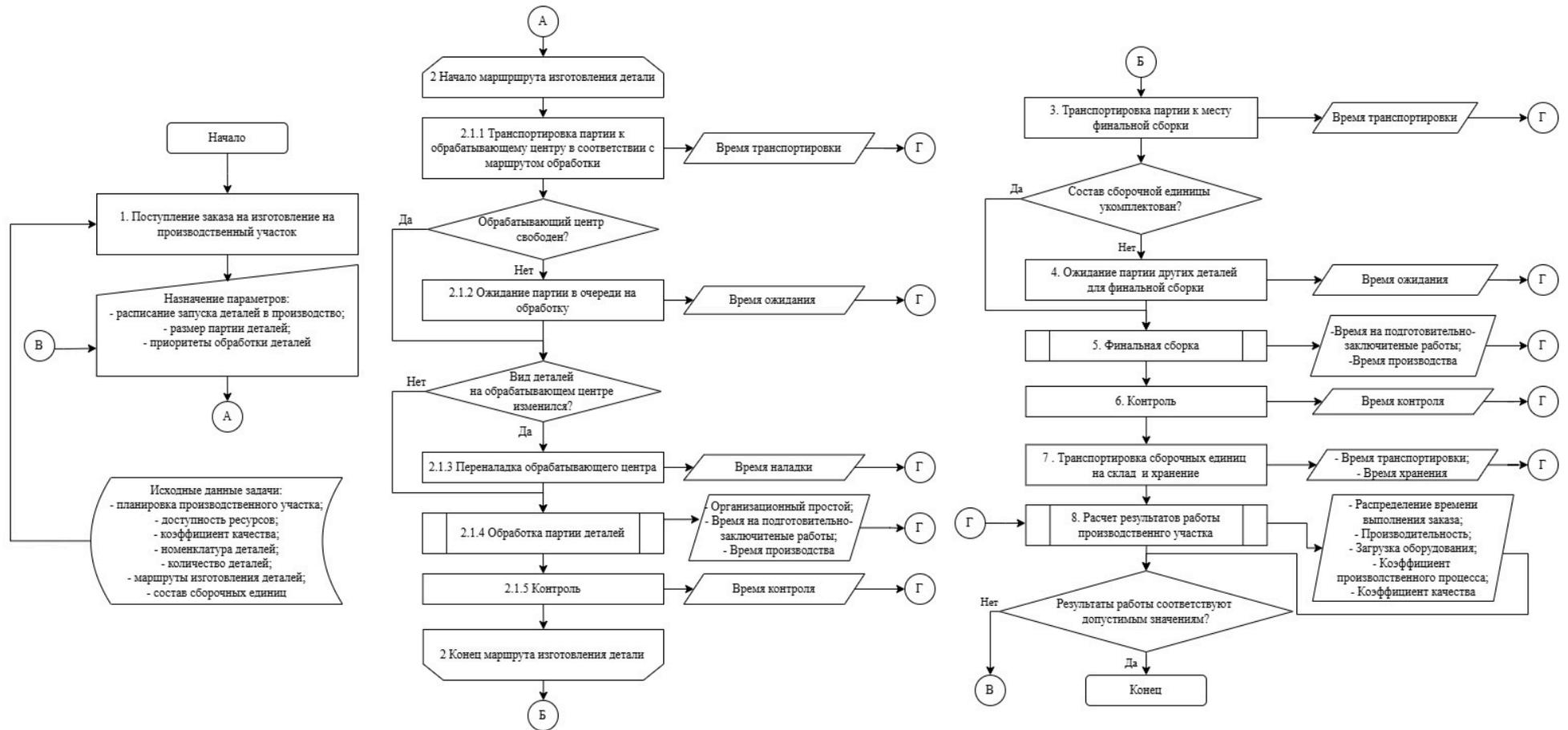
Рисунок Д.1 – Схема анализируемого производственного участка

Таблица Д.1 – Последовательность выполнения и нормы времени технологических операций изготовления ДСЕ

Обозначение СЕ			СЕ 001			
№ Оп.	Наименование операции	Рабочее место	Трудоёмкость, мин			
			Подготовительно-заключительные работы	Производство	Переналадка	Контроль
05	Сборка	В	10	120	-	10
Обозначение СЕ			СЕ 002			
№ Оп.	Наименование операции	Рабочее место	Трудоёмкость, мин			
			Подготовительно-заключительные работы	Производство	Переналадка	Контроль
05	Сборка	В	10	200	-	10
Обозначение СЕ			СЕ 003			
№ Оп.	Наименование операции	Рабочее место	Трудоёмкость, мин			
			Подготовительно-заключительные работы	Производство	Переналадка	Контроль
05	Сборка	В	10	165	-	10
Обозначение детали			Деталь А			
№ Оп.	Наименование операции	Оборудование/ Рабочее место	Трудоёмкость, мин			
			Подготовительно-заключительные работы	Производство	Переналадка	Контроль
05	Токарная	РЦ 1	10	70	45	5
10	Резьбонарезная	РЦ 2	12	18	15	5
15	Шлифовальная	РЦ 3	10	13	20	5
Обозначение детали			Деталь Б			
№ Оп.	Наименование операции	Оборудование/ Рабочее место	Трудоёмкость, мин			
			Подготовительно-заключительные работы	Производство	Переналадка	Контроль
05	Токарная	РЦ 1	10	23	30	5
10	Фрезерная	РЦ 6	10	36	20	5
15	Сверлильная	РЦ 5	12	9	14	5
20	Протяжная	РЦ 4	15	8	12	5
Обозначение детали			Деталь В			
№ Оп.	Наименование операции	Оборудование/ Рабочее место	Трудоёмкость, мин			
			Подготовительно-заключительные работы	Производство	Переналадка	Контроль
05	Токарная	РЦ 1	10	15	17	5
10	Сверлильная	РЦ 5	12	9	14	5
15	Резьбонарезная	РЦ 2	12	17	15	5
20	Шлифовальная	РЦ 3	10	20	20	5
Обозначение детали			Деталь Г			
№ Оп.	Наименование операции	Оборудование/ Рабочее место	трудоёмкость, мин			
			Подготовительно-заключительные работы	Производство	Переналадка	Контроль
05	Фрезерная	РЦ 6	10	75	35	5
10	Протяжная	РЦ 4	15	11	12	5
15	Шлифовальная	РЦ 3	10	12	20	5
Обозначение детали			Деталь Д			
№ Оп.	Наименование операции	Оборудование/ Рабочее место	трудоёмкость, мин			
			Подготовительно-заключительные работы	Производство	Переналадка	Контроль
05	Фрезерная	РЦ 6	10	62	30	5
10	Сверлильная	РЦ 5	12	8	14	5
15	Резьбонарезная	РЦ 2	12	12	15	5
20	Протяжная	РЦ 4	15	7	12	5

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Блок-схема алгоритма решения задач по анализу производственного сценария выполнения заказа на производственном участке



ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Тестирование разработанного инструментария развития компетенций

Таблица Ж.1 – Введённые обучающимися исходные параметры и полученные результаты времени выполнения производственного заказа

№	Исходные параметры																							Время обработки заказа, часы
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
1	2	1	5	3	5	1	3	2	3	2	3	10	2	0	0	0	1075	1070	0	1250	0	0	1250	194,05
2	2	3	1	5	4	3	1	2	3	2	3	2	2	1200	480	0	0	0	0	0	0	600	0	191,97
3	2	3	1	5	4	3	1	2	3	2	3	2	2	1200	60	0	0	0	0	0	60	60	0	191,96
4	2	3	5	4	1	3	1	2	30	20	30	20	20	5	0	0	0	0	10	0	0	0	0	189,10
5	4	3	5	2	1	3	1	2	30	20	30	20	20	130	71	55	125	107	0	0	0	0	0	186,98
6	2	3	5	4	1	3	1	2	30	20	30	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	186,63
7	4	3	1	2	5	3	1	2	30	20	30	20	20	0	0	0	0	0	6	4	0	2	8	181,98
8	1	3	2	4	5	1	3	2	30	20	30	20	20	0	0	0	0	0	6	4	0	2	8	181,65
9	4	3	1	2	5	3	1	2	30	20	30	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	181,20
10	3	1	2	4	5	3	1	2	30	20	30	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180,42
11	4	3	1	2	5	1	3	2	30	20	30	20	20	0	0	0	0	0	6	4	0	2	8	178,83
12	4	3	1	2	5	1	3	2	30	20	30	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	178,07
13	2	3	1	5	4	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	900	0	0	0	0	0	600	0	177,76
14	4	3	5	2	1	1	3	2	30	20	30	20	20	130	71	55	125	107	0	0	0	0	0	176,39
15	4	3	5	2	1	1	3	2	30	20	30	20	20	130	71	0	125	107	0	0	0	0	0	176,39
16	4	3	5	2	1	1	3	2	30	20	30	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	176,39
17	1	2	5	4	3	1	3	2	30	20	30	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	176,02
18	1	2	5	3	4	1	3	2	30	20	30	20	20	120	90	120	90	90	0	0	0	0	0	175,90
19	1	2	5	3	4	1	3	2	30	20	30	20	20	480	360	480	360	360	0	0	0	0	0	175,90
20	1	2	5	3	4	1	3	2	30	20	30	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	175,90
21	1	2	3	4	5	1	3	2	30	20	30	20	20	30	20	30	20	20	0	0	0	0	0	175,60
22	1	2	3	4	5	1	3	2	30	20	30	20	20	3	2	3	2	2	0	0	0	0	0	175,60
23	1	2	3	4	5	1	3	2	30	20	30	20	20	120	90	120	90	90	0	0	0	0	0	175,60
24	1	2	5	3	4	1	3	2	30	20	30	20	20	480	360	480	360	360	0	60	60	60	60	175,30

Продолжение таблицы Ж.1

№	Исходные параметры																							Время обработки заказа, часы
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
25	1	2	5	3	4	1	3	2	30	20	30	20	20	0	60	60	60	60	0	60	60	60	60	175,30
26	2	1	5	3	3	1	2	3	30	20	30	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	170,23
27	2	1	5	3	3	1	2	3	30	20	30	20	20	5	3	4	2	1	0	0	0	0	0	170,23
28	2	1	5	3	4	1	3	2	30	20	30	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	169,80
29	3	2	3	4	5	1	2	3	30	20	30	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	169,21
30	2	2	3	4	5	1	2	3	30	20	30	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	169,21
31	2	1	5	3	4	1	2	3	30	20	30	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	169,21
32	2	1	5	3	4	2	1	3	30	20	30	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	169,21
33	2	1	5	3	4	1	2	3	30	20	30	20	20	0	0	0	0	0	2	1	5	3	4	169,11
34	2	4	5	1	2	3	1	3	3	1	3	1	1	300	320	180	120	60	6000	210	60	0	90	168,92
35	4	5	1	2	3	3	1	2	30	20	30	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	168,87
36	2	5	1	3	4	3	1	2	30	20	30	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	168,87
37	2	3	1	4	5	3	1	2	30	20	30	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	168,87
38	1	2	5	3	4	1	2	3	15	20	30	20	20	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0	168,69
39	1	2	5	3	4	1	2	3	15	20	30	20	20	10	10	30	10	10	0	0	0	0	0	168,69
40	1	3	2	5	4	6	7	8	1	1	1	1	1	300	450	150	250	500	100	540	0	0	250	168,63
41	2	3	1	4	5	3	1	2	30	2	3	20	20	1	20	0	0	10	20	10	0	0	1	168,42
42	1	2	3	4	5	1	2	3	10	10	30	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	167,92
43	1	2	3	4	5	1	2	3	10	20	30	20	20	20	20	20	15	2	0	0	0	0	0	167,72
44	1	2	3	4	5	1	2	3	30	20	30	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	167,58
45	1	2	3	4	5	1	2	3	30	20	30	20	20	200	20	20	20	20	20	20	20	20	20	167,58
46	1	2	3	4	5	1	2	3	30	20	30	20	20	40	40	10	15	20	0	0	10	0	15	167,26
47	1	2	3	4	5	1	2	3	30	20	30	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	167,25
48	1	2	3	4	5	1	2	3	30	20	30	20	20	4020	2880	2580	2160	2400	0	0	600	0	900	167,25
49	1	2	3	4	5	1	2	3	30	20	30	20	20	20	20	20	15	2	0	0	0	0	0	167,25
50	1	2	3	4	5	1	2	3	30	20	30	20	20	0	130	68	0	0	0	0	0	0	0	167,25
51	1	2	3	4	5	1	2	3	30	20	30	20	20	80	20	20	15	2	0	0	0	0	0	167,25
52	1	2	3	4	5	1	2	3	30	20	30	20	20	2400	2400	600	900	1200	0	0	600	0	900	167,25

Продолжение таблицы Ж.1

№	Исходные параметры																							Время обработки заказа, часы
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
81	3	5	1	2	4	6	7	8	3	1	3	2	2	540	460	150	250	220	50	120	0	0	250	153,52
82	3	2	1	5	4	6	7	8	3	1	3	2	2	540	460	150	250	220	50	120	0	220	0	153,52
83	1	2	3	4	5	1	3	2	15	10	10	10	10	10	15	10	10	10	0	0	0	0	0	152,90
84	3	5	4	6	7	1	2	3	30	20	30	20	20	0	0	0	0	0	230	220	195	220	230	152,78
85	3	2	1	5	4	6	7	8	3	1	3	2	2	390	460	340	250	360	120	50	0	220	0	152,35
86	3	2	1	5	4	1	3	2	15	5	15	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150,28
87	3	5	4	6	7	1	2	3	30	20	30	20	20	0	0	0	0	0	230	220	0	0	0	149,78
88	5	4	2	1	3	2	1	3	30	20	10	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	149,17
89	5	4	3	1	2	1	2	3	30	20	30	20	20	0	0	0	0	0	2	1	5	3	4	149,08
90	5	4	3	1	2	1	2	3	30	20	30	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	148,78
91	5	4	2	1	3	2	1	3	30	20	30	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	148,78
92	5	4	3	1	2	2	1	3	30	20	30	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	148,78
93	1	3	2	2	1	1	3	2	2	4	6	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	147,30
94	1	2	5	4	3	1	3	2	3	2	3	20	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	146,71
95	1	2	3	4	5	1	2	3	5	5	15	10	5	240	180	60	60	240	420	120	120	60	420	146,68
96	1	2	3	4	5	1	2	3	1	1	1	1	1	180	120	30	30	120	60	120	50	40	60	145,23
97	1	5	2	4	3	1	3	2	2	2	2	2	2	76	54	48	72	58	0	20	20	20	20	145,06
98	2	3	1	4	2	1	3	2	3	2	3	2	2	0	0	120	0	0	300	120	0	300	600	144,95
99	4	3	2	5	1	1	2	3	30	20	30	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	144,88
100	5	4	3	1	2	1	2	3	30	20	30	20	20	0	0	0	0	0	5	4	3	2	1	144,80
101	1	3	2	2	1	1	3	2	2	2	3	1	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	144,75
102	1	3	2	2	1	1	3	2	2	2	3	1	1	0	0	0	300	0	0	0	0	0	0	144,74
103	1	2	1	2	2	1	3	2	2	2	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	144,68
104	1	3	2	2	1	1	3	2	2	2	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	144,67
105	1	3	2	2	1	1	3	2	2	2	3	1	1	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	144,65
106	1	3	2	2	1	1	3	2	2	2	3	1	1	30	0	0	0	0	0	0	0	30	0	144,65
107	3	5	1	2	4	1	3	2	2	2	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	144,63
108	1	2	3	4	5	1	2	3	15	10	15	10	10	4020	4020	1000	5000	2000	0	0	0	0	0	144,58

Продолжение таблицы Ж.1

№	Исходные параметры																							Время обработки заказа, часы
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
137	3	2	1	4	5	2	1	3	3	2	3	2	2	800	484	361	380	400	117	46	0	122	281	138,33
138	2	3	1	4	2	3	1	2	3	2	3	2	2	0	0	600	0	0	300	120	0	300	600	138,28
139	2	3	1	4	2	3	1	2	3	2	3	2	2	0	0	600	0	0	0	120	0	0	0	137,99
140	1	2	3	4	5	1	2	3	15	10	15	10	10	4020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	137,12
141	1	2	3	4	5	1	2	3	15	10	15	10	10	4020	2520	0	0	0	0	0	0	0	0	137,03
142	2	1	5	3	4	1	3	2	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	137,03
143	1	3	4	2	5	1	3	2	1	4	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136,42
144	1	3	4	2	5	1	3	2	1	4	6	2	1	0	0	0	0	0	0	228	0	0	0	136,42
145	1	2	3	4	5	1	2	3	10	10	10	10	10	240	180	60	60	240	420	120	120	60	420	136,11
146	1	2	4	3	5	1	3	2	1	4	6	2	1	0	0	0	0	0	0	1075	0	0	0	136,08
147	1	2	3	4	5	1	2	3	10	10	10	10	10	180	120	120	120	120	420	120	120	60	420	136,07
148	1	3	4	2	5	1	3	2	1	4	6	2	1	0	0	0	219	0	0	0	0	0	0	136,06
149	1	2	3	4	5	1	2	3	10	10	10	10	10	180	120	120	120	120	60	60	60	180	600	135,85
150	1	3	5	2	4	6	7	8	3	1	3	2	2	0	390	530	0	250	0	390	530	0	250	135,84
151	3	2	1	4	5	1	2	3	15	10	15	10	10	900	790	680	800	500	180	100	0	200	400	135,49
152	1	4	5	3	2	1	2	3	10	5	10	5	10	245	115	47	125	232	0	130	198	107	0	135,14
153	1	2	3	5	4	6	7	8	1	1	1	1	1	230	220	195	220	230	0	130	200	0	125	135,10
154	1	2	3	4	5	1	2	3	10	10	10	10	10	180	120	120	120	120	300	60	60	180	300	134,75
155	1	2	3	4	5	1	2	3	5	4	10	5	5	35	35	30	40	10	5	15	20	10	30	134,65
156	3	2	1	4	5	3	1	2	3	2	3	2	2	20	10	0	30	40	20	10	0	30	40	134,44
157	1	3	4	2	5	1	3	2	2	4	6	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	134,41
158	2	1	4	3	5	1	3	2	1	4	6	2	1	200	0	0	0	0	0	1075	0	0	0	134,37
159	1	2	3	4	5	1	2	3	5	5	10	5	5	130	68	47	0	0	0	0	0	0	0	134,35
160	1	2	3	4	5	1	2	3	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	3	20	20	20	20	134,08
161	1	2	3	4	5	1	2	3	10	10	10	10	10	130	68	47	0	0	0	0	0	0	0	134,00
162	1	2	3	4	5	1	2	3	10	10	10	10	10	20	20	20	20	20	0	0	0	0	0	133,92
163	1	2	3	4	5	1	2	3	10	10	10	10	10	80	33	25	85	72	0	0	0	0	0	133,88
164	2	3	1	4	5	3	1	2	30	2	3	2	2	1	2	0	0	10	20	10	0	0	1	133,83

Продолжение таблицы Ж.1

№	Исходные параметры																							Время обработки заказа, часы
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
165	1	2	3	4	5	1	2	3	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0	133,73
166	1	2	5	3	4	1	2	3	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0	133,72
167	1	3	5	2	4	1	2	3	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0	133,72
168	1	2	3	4	5	1	2	3	10	10	10	10	10	80	20	20	20	20	0	0	0	0	0	133,71
169	1	2	3	4	5	1	2	3	10	5	10	5	5	130	68	47	0	0	0	0	0	0	0	133,63
170	1	2	3	4	5	1	2	3	5	4	10	5	5	70	70	1	110	2	0	70	140	40	210	133,55
171	5	3	1	2	4	3	1	2	3	2	3	2	2	270	270	270	258	258	220	96	0	0	150	133,50
172	1	2	3	4	5	1	2	3	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0	20	20	20	20	133,48
173	1	2	5	3	4	1	2	3	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0	20	20	20	20	133,48
174	1	3	5	2	4	1	2	3	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0	20	20	20	20	133,48
175	3	2	1	4	5	3	1	2	3	2	3	2	2	20	10	0	0	10	20	10	0	0	1	133,48
176	3	4	5	2	1	3	2	1	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	133,45
177	3	4	5	2	1	3	2	1	10	10	10	10	10	0	130	0	107	0	0	0	0	0	0	133,45
178	1	2	3	4	5	1	2	3	15	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0	133,43
179	1	2	3	4	5	1	2	3	15	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0	10	20	0	10	133,43
180	1	2	3	4	5	1	2	3	15	10	10	10	10	10	15	10	10	10	0	0	0	0	0	133,43
181	4	3	1	2	5	3	2	1	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	133,38
182	1	3	5	4	2	1	2	3	2	1	2	1	1	228	228	80	230	230	0	130	250	0	107	133,33
183	1	2	4	3	5	6	7	8	3	2	3	2	10	390	70	50	125	110	0	260	400	0	250	133,07
184	1	4	5	3	2	3	2	1	10	10	5	10	10	245	115	47	125	232	0	130	198	107	0	133,00
185	1	2	3	4	5	1	2	3	15	10	10	10	10	20	20	20	20	20	0	0	0	0	0	132,83
186	1	2	3	4	5	1	2	3	15	10	10	10	10	10	20	20	20	20	0	0	0	0	0	132,83
187	4	3	5	2	1	3	2	1	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	132,76
188	2	3	1	5	4	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	0	0	0	0	0	0	600	600	132,75
189	1	4	5	3	2	3	2	1	5	10	10	10	10	245	115	47	125	232	0	130	198	107	0	132,72
190	2	3	1	5	4	3	1	2	3	2	3	2	2	60	60	0	600	600	0	0	0	60	60	132,48
191	3	4	5	2	1	3	2	1	10	10	10	10	10	245	115	47	0	0	0	130	198	107	0	132,33
192	3	4	5	2	1	3	2	1	10	10	10	10	10	245	115	47	0	232	0	130	198	107	0	132,33

Продолжение таблицы Ж.1

№	Исходные параметры																							Время обработки заказа, часы
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
193	3	4	5	2	1	3	2	1	10	10	10	10	10	245	115	47	125	232	0	130	198	107	0	132,33
194	1	4	5	3	2	3	2	1	10	10	10	10	10	245	115	47	125	232	0	130	198	107	0	132,33
195	1	2	5	4	3	1	3	2	3	2	3	2	2	0	0	0	0	0	0	10	50	40	30	132,24
196	1	2	5	3	4	1	3	2	3	2	3	2	2	0	0	0	600	600	0	0	0	0	0	131,85
197	1	2	5	3	4	1	3	2	3	2	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	131,83
198	1	2	5	3	4	1	3	2	3	2	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	131,83
199	1	2	3	4	5	1	3	2	2	2	2	2	2	76	54	48	72	58	0	60	120	180	240	131,70
200	5	2	1	4	3	1	3	2	5	10	5	10	10	228	219	191	215	229	0	0	0	0	0	131,65
201	5	3	1	2	4	3	1	2	3	2	3	2	2	547	547	547	516	516	220	96	0	0	150	131,50
202	1	2	3	4	5	1	3	2	2	2	2	2	2	78	68	40	29	13	0	60	120	180	240	131,43
203	1	2	3	4	5	1	3	2	2	2	2	2	2	78	68	40	29	0	0	60	120	180	240	131,38
204	1	2	5	3	4	1	3	2	2	2	2	2	2	78	68	40	0	0	0	0	0	0	0	131,35
205	1	2	5	3	4	1	3	2	2	2	2	2	2	130	69	40	0	0	0	0	0	0	0	131,35
206	1	2	5	3	4	1	3	2	2	2	2	2	2	130	69	40	25	10	0	0	0	0	0	131,35
207	1	2	3	4	5	1	3	2	2	2	2	2	2	76	54	48	72	58	0	0	0	0	0	131,32
208	1	2	5	3	4	1	3	2	3	2	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	600	0	0	131,30
209	1	2	5	3	4	1	3	2	3	2	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	300	0	0	131,30
210	1	2	5	3	4	1	3	2	3	2	3	2	2	0	0	600	0	0	0	0	0	0	0	131,28
211	1	2	5	3	4	1	3	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	131,23
212	5	2	1	4	3	1	3	2	5	10	5	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	131,15
213	1	2	5	3	4	1	3	2	2	2	2	2	2	78	68	0	40	0	0	0	0	0	0	130,98
214	1	2	3	4	5	1	2	3	2	2	2	2	2	228	68	40	0	0	0	0	0	0	0	130,95
215	1	2	3	4	5	1	3	2	2	2	2	2	2	78	68	0	40	20	0	0	0	0	0	130,91
216	1	2	5	3	4	1	3	2	2	2	2	2	2	78	68	0	40	20	0	0	0	0	0	130,90
217	1	3	4	5	2	1	3	2	2	2	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	130,89
218	1	2	5	4	3	1	3	2	2	2	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	130,85
219	1	2	5	3	4	1	3	2	2	2	2	2	2	10	30	60	30	30	0	0	0	0	0	130,80
220	1	2	5	3	4	1	2	3	2	1	2	1	1	228	228	80	230	230	0	130	250	0	107	130,59

Продолжение таблицы Ж.1

№	Исходные параметры																							Время обработки заказа, часы
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
221	1	2	5	3	4	1	3	2	2	2	2	2	2	120	360	240	240	240	0	0	0	0	0	130,48
222	1	4	5	3	2	3	2	1	2	1	2	1	1	245	115	47	125	232	0	130	198	107	0	130,48
223	1	2	5	3	4	1	3	2	2	2	2	2	2	0	360	240	240	240	0	0	0	0	0	130,47
224	1	2	5	4	3	1	3	2	2	2	2	2	2	76	54	48	72	58	0	20	20	20	20	129,98
225	1	2	5	3	4	1	3	2	3	2	3	2	2	0	0	0	600	0	0	0	0	0	0	129,78
226	1	2	4	3	5	6	7	8	3	2	3	2	10	260	70	50	125	110	0	260	400	0	250	129,72
227	1	2	5	4	3	1	3	2	3	2	3	2	2	0	10	50	40	30	0	10	50	40	30	129,65
228	1	2	5	4	3	1	3	2	3	2	3	2	2	0	20	60	50	40	0	10	50	40	30	129,63
229	3	4	5	1	2	3	1	2	3	2	3	2	2	600	800	2	0	0	10	2	0	15	0	129,53
230	1	4	2	5	3	3	1	2	2	2	2	2	2	76	60	40	10	2	0	20	20	20	20	129,37
231	1	2	5	3	4	1	3	2	3	2	3	2	2	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	129,23
232	1	2	5	3	4	1	3	2	3	2	3	2	2	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	129,15
233	1	2	5	3	4	1	3	2	3	2	3	2	2	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	129,15
234	1	2	5	3	4	1	3	2	3	2	3	2	2	210	0	0	0	0	0	0	0	0	0	129,15
235	1	2	5	3	4	1	3	2	3	2	3	2	2	0	0	120	0	0	0	120	0	0	600	129,03
236	1	4	5	3	2	3	2	1	10	5	10	5	5	245	115	47	125	232	0	130	198	107	0	128,96
237	1	2	5	3	4	6	7	8	3	2	3	2	10	130	71	55	125	107	0	390	530	0	250	128,68
238	1	2	4	3	5	6	7	8	3	2	3	2	10	50	70	50	125	110	0	260	400	0	250	128,63
239	1	2	4	3	5	6	7	8	3	2	3	2	10	50	40	40	45	40	0	260	400	0	250	128,63
240	2	1	5	4	3	1	3	2	5	10	5	10	10	228	219	191	215	229	0	0	0	0	0	128,54
241	1	1	5	2	4	1	2	3	2	1	3	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0	128,50
242	2	1	5	4	3	1	3	2	5	10	5	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128,48
243	1	2	4	3	5	6	7	8	3	2	3	2	10	50	40	40	45	40	0	390	530	0	250	128,41
244	1	2	5	3	4	6	7	8	3	2	3	2	10	50	40	40	45	40	0	390	530	0	250	128,41
245	1	5	4	2	3	3	2	1	3	2	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128,11
246	1	2	3	5	4	1	2	3	3	2	3	2	2	290	101	9	210	179	0	101	0	210	179	127,91
247	3	2	1	5	4	1	3	2	6	4	6	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	127,73
248	1	3	2	5	4	6	7	8	1	1	1	1	1	230	220	195	220	230	0	130	200	0	125	127,58

Продолжение таблицы Ж.1

№	Исходные параметры																							Время обработки заказа, часы
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
249	1	2	4	3	5	6	7	8	3	2	3	2	10	130	70	50	125	110	0	260	400	0	250	127,58
250	1	4	2	5	3	1	2	3	1	1	1	1	1	130	71	40	100	3	2	20	0	0	0	127,17
251	1	2	3	4	5	1	2	3	5	5	5	5	5	20	20	20	20	20	0	0	0	0	0	127,02
252	1	2	4	3	5	6	7	8	10	2	3	10	10	230	220	195	220	230	0	260	400	0	250	126,88
253	2	4	5	1	2	3	1	3	3	2	3	2	2	300	300	60	60	300	0	120	60	0	60	126,78
254	1	2	3	5	4	1	2	3	3	2	3	2	2	290	101	47	125	107	0	101	0	0	107	126,52
255	1	2	5	4	3	1	2	3	2	1	2	1	1	120	54	80	72	35	25	20	15	20	20	126,20
256	2	1	5	3	5	1	3	2	10	5	3	10	2	0	0	0	0	0	0	1075	0	0	1250	126,18
257	2	3	1	5	4	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	0	0	300	0	0	0	900	0	126,05
258	1	2	5	4	3	2	1	3	2	2	2	2	2	76	54	48	72	58	0	20	20	20	20	125,64
259	1	2	5	3	4	1	3	2	3	2	3	2	2	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125,48
260	1	1	5	2	4	1	2	3	2	1	3	2	2	10	10	10	10	10	0	0	0	200	200	125,47
261	1	4	2	5	3	3	2	1	2	2	2	2	2	76	60	40	10	2	0	20	20	20	20	125,43
262	1	2	5	3	4	1	3	2	3	2	3	2	2	290	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125,31
263	1	3	2	5	4	8	6	7	2	1	3	1	1	130	70	50	125	110	150	540	0	0	250	125,17
264	1	4	5	2	3	2	3	1	3	2	3	2	2	735	282	230	250	0	0	130	198	0	107	125,00
265	2	3	1	5	4	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	0	600	600	0	0	0	60	60	124,89
266	2	3	1	5	4	3	1	2	3	2	3	2	2	0	0	0	0	600	0	0	0	600	0	124,87
267	1	4	5	3	2	3	2	1	3	2	3	2	2	245	115	47	125	232	0	130	198	107	0	124,82
268	1	4	5	3	2	3	2	1	3	2	3	2	2	667	277	94	214	250	0	390	526	214	0	124,77
269	1	2	5	3	4	1	2	3	2	1	2	1	1	120	54	80	72	35	25	20	15	20	20	124,67
270	1	4	5	3	2	3	2	1	10	5	10	10	10	245	115	47	125	232	0	130	198	107	0	124,64
271	1	1	5	2	4	1	2	3	2	1	3	5	5	10	10	10	10	10	0	0	0	200	200	124,57
272	1	2	3	4	5	1	2	3	3	2	3	2	2	240	180	60	60	240	420	120	120	60	420	124,53
273	2	3	1	4	5	3	2	1	3	2	3	2	2	20	40	0	0	20	40	20	0	0	2	124,48
274	1	4	5	2	3	2	3	1	3	2	3	2	2	735	230	282	250	0	0	130	198	0	107	124,46
275	1	2	5	4	3	1	2	2	2	2	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	124,42
276	1	1	5	2	4	1	2	3	2	1	3	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	200	200	124,38

Продолжение таблицы Ж.1

№	Исходные параметры																							Время обработки заказа, часы
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
277	1	4	5	3	2	3	2	1	10	5	10	5	10	245	115	47	125	232	0	130	198	107	0	124,35
278	1	2	3	4	5	1	2	3	2	1	2	1	1	120	54	80	72	35	25	20	15	20	20	124,26
279	2	4	5	1	2	3	1	3	3	1	3	1	1	30	70	180	50	60	0	130	60	0	70	124,23
280	1	2	3	4	5	1	2	3	2	2	2	2	2	76	54	48	72	58	0	0	0	0	0	124,20
281	2	4	5	1	2	3	1	3	3	1	3	1	1	60	120	180	60	120	0	180	60	0	60	124,07
282	1	2	4	5	3	2	1	3	2	2	2	2	2	76	54	48	72	58	0	20	20	20	20	123,99
283	1	2	3	4	5	1	2	3	2	2	2	2	2	130	68	47	30	20	10	0	0	0	0	123,95
284	1	3	2	5	4	6	7	8	1	1	1	1	1	230	220	195	220	230	0	0	0	0	0	123,86
285	2	3	1	4	2	3	1	2	3	2	3	2	2	300	0	300	0	0	300	120	0	600	300	123,77
286	3	5	4	6	7	1	2	3	1	1	1	1	20	230	220	195	220	230	0	0	0	0	0	123,68
287	1	4	5	3	2	3	2	1	3	2	3	2	2	390	142	94	250	214	0	390	526	214	0	123,68
288	1	4	5	2	3	2	3	1	1	1	1	1	1	245	130	47	250	107	0	177	130	0	107	123,58
289	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	2	130	71	400	100	3	2	0	0	0	0	123,57
290	3	2	1	5	4	1	3	2	1	1	3	1	1	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	123,53
291	1	3	2	5	4	6	7	8	1	1	1	1	20	230	220	195	220	230	0	0	0	0	0	123,51
292	1	1	5	2	4	1	2	3	2	1	3	5	5	130	0	10	10	10	0	210	0	210	200	123,45
293	3	2	1	5	4	1	3	2	3	2	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	123,41
294	1	4	5	2	3	2	3	1	1	1	1	1	1	245	130	47	250	107	0	130	177	0	107	123,37
295	1	2	3	4	5	1	2	3	3	2	3	2	2	70	70	1	110	2	0	70	140	40	210	123,35
296	1	2	3	4	5	1	2	3	2	2	2	2	2	130	68	0	0	0	0	0	0	0	0	123,31
297	1	3	5	2	4	6	7	8	3	1	3	2	2	130	70	50	125	110	0	390	530	0	250	123,28
298	2	4	5	1	3	1	2	3	3	2	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3000	0	123,02
299	1	2	3	4	5	1	2	3	3	2	2	2	4	130	71	40	0	0	0	0	0	0	0	122,95
300	3	2	1	5	4	1	3	2	1	1	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122,95
301	2	4	5	1	2	3	1	3	3	2	3	2	2	5	5	1	1	5	0	120	60	0	60	122,91
302	2	4	5	1	3	1	2	3	3	2	3	2	2	0	0	0	0	0	0	70	140	0	50	122,90
303	2	4	5	1	3	1	2	3	3	2	3	2	2	5	5	15	10	5	0	20	10	0	10	122,88
304	2	4	5	1	2	3	1	3	3	2	3	2	2	5	5	15	10	5	0	20	10	0	10	122,88

Продолжение таблицы Ж.1

№	Исходные параметры																							Время обработки заказа, часы
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
305	2	4	5	1	3	1	2	3	3	2	3	2	2	15	70	140	15	50	0	70	140	0	50	122,85
306	2	4	5	1	2	3	1	3	3	2	3	2	2	60	120	60	120	60	0	120	60	0	60	122,83
307	2	4	5	1	2	3	1	3	3	2	3	2	2	5	5	1	1	5	0	2	1	0	1	122,80
308	2	4	5	1	3	1	2	3	3	2	3	2	2	30	5	15	10	5	0	70	2	0	50	122,78
309	2	4	5	1	2	3	1	3	3	2	3	2	2	60	120	180	60	120	0	180	60	0	60	122,77
310	2	3	1	5	4	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	0	0	0	0	0	0	600	300	122,73
311	2	3	1	5	4	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	0	0	0	0	0	0	900	300	122,73
312	3	4	5	2	1	1	2	3	3	2	2	2	2	130	71	40	10	3	2	0	0	0	0	122,71
313	1	2	4	6	5	3	7	8	3	2	3	2	2	230	220	195	220	230	0	260	400	0	250	122,65
314	1	2	3	5	4	6	7	8	3	2	3	2	2	230	220	195	220	230	0	130	200	0	125	122,65
315	1	4	5	2	3	3	2	1	3	2	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122,63
316	1	2	3	4	5	1	2	3	3	2	3	2	2	240	180	30	30	240	180	120	50	1	240	122,52
317	1	2	3	5	4	6	7	8	3	2	3	2	2	230	220	195	220	230	0	260	400	0	250	122,52
318	2	1	3	4	5	1	2	3	3	2	2	2	2	130	71	40	0	0	0	0	0	0	0	122,48
319	1	2	5	3	4	1	3	2	3	2	3	2	2	0	0	120	0	0	300	120	0	300	600	122,48
320	1	2	3	4	5	1	2	3	2	2	2	2	2	76	68	40	0	0	0	0	0	0	0	122,47
321	1	2	3	4	5	1	2	3	2	2	2	2	2	130	68	47	0	0	0	0	0	0	0	122,47
322	1	2	3	4	5	1	2	3	2	2	2	2	2	130	71	40	0	0	0	0	0	0	0	122,45
323	1	2	3	4	5	1	2	3	2	2	2	2	2	130	68	40	0	0	0	0	0	0	0	122,45
324	2	3	1	5	4	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	300	300	0	0	0	0	900	0	122,40
325	1	2	3	4	5	6	7	8	2	1	2	1	1	130	70	50	125	110	100	540	0	0	250	122,40
326	2	3	1	5	4	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	300	0	0	0	0	0	600	0	122,39
327	1	2	3	4	5	1	2	3	3	2	3	2	2	130	71	40	0	0	0	0	0	0	0	122,37
328	1	2	3	4	5	1	2	3	3	2	3	2	2	180	120	30	30	120	60	120	50	40	120	122,35
329	1	2	3	4	5	1	2	3	3	2	3	2	2	35	35	30	40	10	5	15	20	10	30	122,34
330	1	2	4	6	5	3	7	8	6	2	3	2	2	230	220	195	220	230	0	260	400	0	250	122,32
331	2	1	5	3	5	1	3	2	3	2	3	10	2	0	0	0	1075	0	0	1250	0	0	0	122,30
332	1	2	3	4	5	1	2	3	3	2	3	2	2	180	120	30	30	120	60	120	50	40	60	122,28

Продолжение таблицы Ж.1

№	Исходные параметры																							Время обработки заказа, часы
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
333	2	4	5	1	2	3	1	3	3	2	3	2	2	5	5	15	1	5	0	2	1	0	1	122,26
334	1	2	3	4	5	1	2	3	3	2	3	2	2	70	70	30	30	120	0	70	140	40	60	122,25
335	2	4	5	1	2	3	1	3	3	1	3	1	1	300	320	180	120	60	0	210	60	0	90	122,23
336	1	4	5	2	3	3	2	1	3	2	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	900	0	122,20
337	2	4	5	1	3	1	2	3	3	2	3	2	2	30	5	15	10	5	0	20	10	0	10	122,17
338	1	2	3	4	5	1	2	3	3	2	2	2	2	130	71	40	0	0	0	0	0	0	0	122,11
339	1	3	5	4	4	1	2	3	3	2	2	2	2	130	71	40	0	0	0	0	0	0	0	122,10
340	2	4	5	1	3	1	2	3	3	2	3	2	2	15	15	30	15	50	0	70	2	0	50	122,07
341	1	2	4	3	5	6	7	8	3	2	3	2	2	230	220	195	220	230	0	260	400	0	250	122,05
342	1	4	5	2	3	3	2	1	3	2	3	2	2	0	0	0	0	0	0	130	198	0	107	122,05
343	1	3	2	5	4	6	7	8	3	2	3	2	2	390	140	150	250	220	150	540	0	0	250	122,05
344	1	4	5	2	3	3	2	1	3	2	3	2	2	245	115	94	125	0	0	130	198	0	107	122,02
345	1	4	5	2	3	2	3	1	3	2	3	2	2	245	115	94	125	0	0	130	198	0	107	122,02
346	3	2	1	4	5	2	1	3	6	4	6	4	4	800	484	361	380	400	117	46	0	122	281	121,95
347	1	2	3	4	5	1	2	3	3	2	3	2	2	240	180	30	30	240	180	120	50	40	240	121,93
348	1	4	5	3	2	3	2	1	3	2	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	121,93
349	3	2	1	4	5	2	1	3	6	4	6	4	4	800	484	361	380	400	180	100	0	200	400	121,93
350	5	4	1	2	3	3	1	2	3	2	3	2	2	684	438	362	430	458	438	0	0	0	430	121,88
351	5	4	1	2	3	3	1	2	3	2	3	2	2	684	438	362	430	458	438	96	0	0	220	121,88
352	2	1	5	4	3	3	2	1	3	2	3	2	2	684	438	362	430	458	438	0	0	0	430	121,86
353	2	1	5	4	3	3	2	1	3	2	3	2	2	684	0	0	0	0	438	0	0	0	430	121,83
354	3	4	5	1	2	3	2	1	3	2	3	2	2	600	480	120	0	0	120	120	0	900	0	121,70
355	2	4	5	1	2	3	1	3	3	1	3	1	1	300	320	180	120	60	150	300	60	0	90	121,56
356	2	4	5	1	2	3	1	3	3	1	3	1	1	300	320	180	120	60	150	300	60	0	90	121,56
357	2	4	5	1	2	3	1	3	3	1	3	1	1	100	200	180	120	60	0	130	60	0	90	121,32
358	1	2	3	4	5	1	2	3	3	2	3	2	2	240	180	30	30	240	420	120	60	60	420	121,05
359	2	3	1	5	4	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	0	0	600	0	0	0	900	0	120,97
360	1	2	3	4	5	1	2	3	3	2	3	2	2	240	180	0	0	240	420	120	60	60	420	120,91

Продолжение таблицы Ж.1

№	Исходные параметры																							Время обработки заказа, часы
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
361	2	3	1	5	4	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	0	300	300	0	0	0	600	0	120,80
362	1	2	3	4	5	6	7	8	2	1	3	1	1	130	70	50	125	110	100	540	0	0	250	120,78
363	2	2	3	4	5	6	7	8	2	1	3	1	1	130	70	50	125	110	150	540	0	0	250	120,77
364	1	2	3	4	5	6	7	8	2	1	3	1	1	130	70	50	125	110	150	540	0	0	250	120,77
365	3	4	5	1	2	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	2	0	600	600	120	0	900	0	120,65
366	2	3	1	4	2	3	1	2	3	2	3	2	2	300	0	300	0	0	600	120	0	0	0	120,40
367	2	4	5	1	2	3	1	3	3	1	3	1	1	300	320	180	120	60	900	210	60	0	90	120,28
368	1	4	5	3	2	3	2	1	3	2	3	2	2	667	667	667	464	214	0	390	526	214	0	120,20
369	1	4	5	3	2	3	2	1	3	2	3	2	2	667	667	667	464	464	0	390	526	214	0	120,20
370	2	3	1	5	4	3	1	2	3	2	3	2	2	720	480	0	0	0	0	0	0	600	0	119,93
371	2	1	5	3	5	1	3	2	3	2	3	10	2	0	0	0	1075	0	0	1250	0	0	1250	119,91
372	2	1	5	3	5	1	3	2	3	2	3	10	2	0	0	0	1075	170	0	1250	0	0	1250	119,88
373	3	4	5	1	2	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	0	0	0	0	0	0	900	600	119,59
374	1	4	5	2	3	2	3	1	3	2	3	2	2	667	277	141	464	214	0	390	526	0	214	119,57
375	3	2	1	4	5	2	1	3	3	2	3	2	2	600	600	300	150	300	744	401	0	0	349	119,55
376	2	3	1	5	4	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	0	0	0	600	0	0	0	0	119,42
377	2	1	5	3	5	1	3	2	1	2	3	1	2	0	0	0	0	0	0	1800	0	0	0	119,08
378	1	4	5	3	2	3	2	1	3	2	3	2	2	490	230	94	250	464	0	130	198	107	0	118,93
379	1	3	2	5	4	6	7	8	3	2	3	2	2	300	450	150	250	500	150	540	0	0	250	118,70
380	1	3	2	5	4	6	7	8	2	2	2	2	2	300	450	100	250	500	100	540	0	0	250	118,55
381	2	3	1	4	2	3	1	2	3	2	3	2	2	300	0	300	0	0	300	120	0	0	0	118,47
382	2	4	5	1	2	3	1	3	3	1	3	1	1	100	250	180	120	60	0	180	60	0	90	118,19
383	1	4	2	5	3	1	2	3	2	1	2	1	1	228	54	80	72	35	25	20	15	20	20	118,15
384	2	3	1	4	2	3	1	2	3	2	3	2	2	0	0	300	0	0	0	120	0	0	0	118,10
385	2	3	1	4	2	3	1	2	3	2	3	2	2	300	0	300	0	0	0	120	0	0	0	118,10
386	1	2	5	3	4	6	7	8	3	1	3	2	2	230	220	195	215	230	0	390	530	0	250	117,93
387	1	3	5	2	4	6	7	8	3	1	3	2	2	230	220	195	215	230	0	390	530	0	250	117,91
388	3	2	1	4	5	2	1	3	6	4	6	4	4	800	484	500	540	400	180	100	0	200	400	117,90

Продолжение таблицы Ж.1

№	Исходные параметры																							Время обработки заказа, часы
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
417	3	4	5	1	2	3	1	2	3	2	3	2	2	600	600	0	0	0	0	0	0	0	0	116,30
418	4	5	1	2	3	3	1	2	3	2	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	116,28
419	4	5	1	2	3	3	1	2	3	2	3	2	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	116,28
420	2	3	1	5	4	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	0	0	0	300	0	0	600	0	116,21
421	2	3	1	5	4	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	0	0	0	300	0	0	900	0	116,21
422	2	4	5	1	2	3	1	3	3	1	3	1	1	100	320	180	120	60	0	210	60	0	90	116,05
423	2	1	5	3	5	1	3	2	1	2	3	1	2	0	0	0	0	0	0	1300	0	0	0	116,00
424	2	1	5	3	5	1	3	2	1	2	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	115,98
425	2	1	5	3	5	1	3	2	1	2	3	1	2	0	0	0	0	0	0	400	0	0	0	115,83
426	2	3	1	5	3	1	2	3	6	4	6	4	4	124	70	40	124	10	2	20	0	0	0	115,73
427	2	1	5	3	5	1	3	2	1	2	3	1	2	0	0	0	0	0	0	200	0	0	0	115,70
428	2	1	5	4	3	1	3	2	1	1	1	1	1	101	76	61	98	89	0	0	0	0	0	115,58
429	2	1	5	4	3	1	3	2	1	1	1	1	1	101	76	61	98	89	130	0	47	125	107	115,55
430	2	1	5	4	3	1	3	2	1	1	1	1	1	101	76	61	98	89	130	0	177	409	284	115,53
431	1	4	2	5	3	1	2	3	5	4	5	4	4	76	54	48	72	58	0	20	20	20	20	115,50
432	1	4	2	5	3	1	2	3	5	4	5	4	4	76	54	48	72	58	0	20	20	60	20	115,50
433	2	3	1	4	2	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	120	0	0	300	120	0	900	0	115,48
434	2	1	4	3	5	1	3	2	3	2	3	5	2	0	0	0	0	0	0	1075	0	0	0	115,35
435	2	3	1	4	2	3	1	2	3	2	3	2	2	0	0	120	0	0	300	120	0	300	600	115,25
436	2	1	5	4	3	1	3	2	1	1	1	1	1	101	76	61	98	89	198	0	477	430	305	115,25
437	4	3	2	1	5	1	2	3	3	2	3	2	2	35	35	30	40	10	5	15	20	10	30	115,20
438	2	3	1	4	2	3	1	2	3	2	3	2	2	0	60	120	0	0	300	120	0	300	600	115,20
439	2	1	5	4	3	1	3	2	1	1	1	1	1	101	76	61	98	89	68	0	430	305	198	115,15
440	1	3	2	5	4	6	7	8	3	2	3	2	2	300	450	150	250	500	100	540	0	0	250	115,13
441	1	4	5	2	3	2	3	1	3	2	3	2	2	667	277	141	464	214	0	390	526	214	0	114,80
442	2	3	1	5	4	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	0	0	0	0	0	300	600	0	114,76
443	2	3	1	5	4	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	0	0	0	0	0	300	900	0	114,76
444	3	2	1	4	5	1	2	3	3	2	3	2	2	20	40	0	0	20	40	20	0	0	2	114,65

Продолжение таблицы Ж.1

№	Исходные параметры																							Время обработки заказа, часы	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
445	2	1	5	3	5	1	3	2	1	1	3	1	1	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	114,43
446	2	1	5	3	5	1	3	2	1	1	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	114,41
447	2	3	1	5	4	3	1	2	3	2	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	300	600	0	114,32	
448	1	4	2	5	3	1	2	3	5	2	5	2	2	76	54	48	72	58	0	20	20	20	20	114,10	
449	2	1	4	3	5	1	3	2	3	2	3	2	2	0	0	0	0	0	0	1075	0	400	0	114,02	
450	2	3	1	5	4	3	1	2	3	2	3	2	2	600	60	0	0	0	0	0	60	60	0	113,83	
451	2	3	1	5	4	3	1	2	3	2	3	2	2	600	300	0	0	0	0	0	60	60	0	113,83	
452	3	2	1	4	5	2	1	3	3	2	3	2	2	600	600	300	150	300	400	200	0	0	150	113,81	
453	1	2	3	4	5	3	2	1	2	1	3	1	1	130	70	50	125	110	100	540	0	0	250	113,65	
454	1	3	2	5	4	6	7	8	3	2	3	2	2	150	450	150	250	500	150	540	0	0	250	113,43	
455	2	1	4	3	5	1	3	2	1	4	6	2	1	0	0	0	200	0	0	1075	0	0	0	113,40	
456	2	4	5	1	2	3	1	3	3	1	3	1	1	600	320	180	120	60	150	300	60	0	90	113,20	
457	2	3	1	5	4	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	0	0	0	0	0	60	60	0	113,10	
458	2	3	1	5	4	3	1	2	3	2	3	2	2	600	600	0	0	0	0	0	60	60	0	113,07	
459	2	1	4	3	5	1	3	2	1	4	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	113,06	
460	3	2	1	4	5	2	1	3	6	4	6	4	4	800	484	600	630	400	180	100	0	200	400	113,03	
461	2	3	1	4	2	3	1	2	3	2	3	2	2	0	0	0	0	0	0	120	0	0	0	113,01	
462	2	3	1	5	4	3	1	2	3	2	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	600	0	113,00	
463	2	3	1	5	4	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	0	0	0	0	0	0	0	0	112,95	
464	2	1	4	3	5	1	3	2	1	4	6	2	1	0	0	0	0	0	0	1075	200	0	0	112,93	
465	2	1	4	3	5	1	3	2	1	4	6	2	1	0	200	0	0	0	0	1075	0	0	0	112,92	
466	2	3	1	5	4	3	1	2	3	2	3	2	2	60	60	0	0	0	0	0	60	60	0	112,87	
467	2	1	4	3	5	1	3	2	1	4	6	2	1	0	0	0	0	0	0	1075	0	700	0	112,87	
468	1	4	2	5	3	2	1	3	2	2	2	2	2	76	60	40	10	2	0	20	20	20	20	112,83	
469	1	4	2	5	3	1	2	3	2	2	2	2	2	76	60	40	10	2	0	20	20	20	20	112,83	
470	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	1	130	71	40	124	95	2	20	0	0	0	112,82	
471	1	4	2	5	3	2	1	3	2	2	2	2	2	76	5	48	72	58	0	20	20	20	20	112,80	
472	3	2	1	5	4	1	2	3	1	1	1	1	1	130	68	47	125	107	130	68	0	0	107	112,80	

Продолжение таблицы Ж.1

№	Исходные параметры																							Время обработки заказа, часы	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
473	2	3	1	5	4	3	1	2	3	2	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	112,78
474	1	4	3	5	2	2	1	3	2	2	2	2	2	76	54	48	72	58	0	20	20	20	20	112,77	
475	1	4	2	5	3	1	2	3	2	2	2	2	2	76	54	48	72	58	0	20	0	20	20	112,77	
476	2	3	1	4	2	2	1	3	3	2	3	2	2	0	0	120	0	0	300	120	0	300	600	112,75	
477	2	1	4	3	5	1	3	2	1	4	6	2	1	0	0	200	0	0	0	1075	0	0	0	112,73	
478	2	3	1	5	4	3	1	2	3	2	3	2	2	0	300	0	0	0	0	600	0	600	0	112,71	
479	2	3	1	5	4	3	1	2	3	2	3	2	2	0	0	0	0	0	0	300	0	600	0	112,70	
480	2	1	4	3	5	1	3	2	1	4	6	2	1	0	0	0	0	0	0	1075	0	0	0	112,70	
481	2	1	4	3	5	1	3	2	1	4	6	2	1	0	0	0	0	0	0	1075	2	0	0	112,70	
482	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	2	130	71	40	10	2	3	1	0	0	1	112,68	
483	1	4	2	5	3	1	2	3	2	2	2	2	2	76	54	48	10	2	0	20	20	20	20	112,68	
484	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	2	130	71	40	10	2	2	1	0	0	1	112,68	
485	2	3	1	5	4	3	1	2	3	2	3	2	2	0	300	0	0	0	0	0	0	600	0	112,68	
486	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	2	130	71	40	10	107	2	0	0	0	0	112,62	
487	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	2	130	71	40	10	30	2	0	0	0	0	112,62	
488	2	3	1	5	4	3	1	2	3	2	3	2	2	0	0	0	0	0	0	600	0	600	0	112,59	
489	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	2	130	71	40	10	107	0	0	0	0	0	112,57	
490	1	4	2	5	3	1	2	3	2	2	2	2	2	76	54	48	72	58	0	60	20	60	20	112,48	
491	2	3	1	5	3	1	2	3	3	2	2	2	1	124	70	4	124	10	2	20	0	0	0	112,43	
492	2	1	4	3	5	1	3	2	1	4	6	2	1	0	0	0	0	0	0	1075	0	0	2000	112,42	
493	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	2	130	71	40	195	0	0	0	0	0	0	112,41	
494	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	2	130	71	40	22	0	0	0	0	0	0	112,41	
495	5	4	1	3	2	3	2	1	3	2	3	2	2	667	277	141	464	214	0	390	526	214	0	112,40	
496	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	2	130	71	40	10	2	0	0	1	1	1	112,38	
497	2	1	4	3	5	1	3	2	1	4	6	2	1	0	0	0	0	0	0	1075	0	300	0	112,38	
498	1	4	2	5	3	2	1	3	2	2	2	2	2	76	54	48	72	58	0	20	30	20	20	112,35	
499	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	2	130	71	40	125	0	0	0	0	0	0	112,33	
500	1	4	2	5	3	2	1	3	2	2	2	2	2	76	54	48	72	58	0	0	0	0	20	112,33	

Продолжение таблицы Ж.1

№	Исходные параметры																							Время обработки заказа, часы
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
501	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	1	130	71	40	100	3	2	20	20	20	20	112,33
502	1	4	2	5	3	2	1	3	2	2	2	2	2	76	60	40	72	58	0	20	20	20	20	112,32
503	1	4	2	5	3	1	2	3	2	2	2	2	2	76	54	48	72	58	0	20	20	60	20	112,32
504	1	4	2	5	3	1	2	3	2	2	2	2	2	76	54	48	72	58	0	20	20	30	20	112,32
505	2	1	4	3	5	1	3	2	1	4	6	2	1	0	0	0	0	200	0	1075	0	0	0	112,30
506	1	4	2	5	3	2	1	3	2	2	2	2	2	76	54	48	72	58	0	0	20	0	0	112,28
507	1	4	2	5	3	1	2	3	2	2	2	2	2	76	54	48	72	58	0	0	0	0	0	112,27
508	1	4	2	5	3	2	1	3	2	2	2	2	2	76	54	48	72	58	0	20	0	0	0	112,27
509	1	4	2	5	3	2	1	3	2	2	2	2	2	76	54	48	72	58	0	0	0	0	0	112,27
510	1	4	2	5	3	2	1	3	2	2	2	2	2	76	54	48	72	58	0	0	0	20	0	112,27
511	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	1	130	71	40	124	90	2	20	0	0	0	112,25
512	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	1	1	130	71	40	100	3	2	0	0	0	0	112,23
513	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	1	130	71	40	124	105	2	20	0	0	0	112,23
514	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	2	130	71	40	10	17	0	0	0	0	0	112,22
515	1	5	4	3	2	3	2	1	3	2	3	2	2	667	141	277	464	214	0	526	390	214	0	112,22
516	2	4	5	1	2	3	1	3	3	1	3	1	1	600	320	180	260	300	150	300	60	0	130	112,18
517	2	4	5	1	2	2	1	3	3	1	3	1	1	600	320	180	260	300	150	300	60	0	130	112,18
518	3	4	2	5	1	1	2	3	3	2	2	2	2	130	71	40	10	3	2	0	0	0	0	112,17
519	1	4	2	5	3	1	2	3	2	2	2	2	2	76	54	48	72	58	3	20	20	20	20	112,16
520	2	1	4	3	5	1	3	2	1	4	6	2	1	0	0	0	0	0	0	1075	0	1000	0	112,16
521	1	5	4	3	2	3	2	1	3	2	3	2	2	667	277	141	464	214	0	390	526	214	0	112,14
522	4	5	1	2	3	1	2	3	3	2	3	2	2	20	40	0	0	20	40	20	0	0	2	112,12
523	2	3	1	5	4	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	0	0	0	0	300	0	900	0	112,12
524	1	4	5	3	2	2	3	1	3	2	3	2	2	667	277	141	464	214	0	390	526	214	0	112,10
525	1	4	5	3	2	3	2	1	3	2	3	2	2	667	277	141	464	214	0	390	526	214	0	112,10
526	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	1	130	71	40	100	3	0	20	0	0	0	112,08
527	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	1	130	71	40	124	107	2	20	0	0	0	112,08
528	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	1	120	70	40	124	10	2	20	0	0	0	112,08

Продолжение таблицы Ж.1

№	Исходные параметры																							Время обработки заказа, часы
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
529	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	1	228	70	40	124	10	2	20	0	0	0	112,07
530	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	1	130	70	28	124	10	2	20	0	0	0	112,07
531	1	4	2	5	3	1	2	3	2	2	2	2	2	76	54	48	72	58	3	0	0	0	0	112,06
532	4	5	1	2	3	3	1	2	3	2	3	2	2	270	270	270	258	258	220	96	0	0	150	112,02
533	1	4	2	5	3	1	2	3	2	2	2	2	2	76	54	48	72	58	0	20	20	20	20	112,00
534	1	4	2	5	3	2	1	3	2	2	2	2	2	76	54	48	72	58	0	20	20	20	20	112,00
535	3	2	1	4	5	3	2	1	3	2	3	2	2	667	277	141	464	214	0	390	526	214	0	111,99
536	1	4	2	5	3	1	2	3	2	2	2	2	2	76	54	48	72	58	0	40	20	40	20	111,98
537	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	3	2	2	120	54	80	72	35	25	20	15	20	20	111,98
538	2	3	1	5	4	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	0	0	0	0	0	0	600	0	111,97
539	2	3	1	5	4	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	0	0	0	0	0	0	900	0	111,97
540	2	3	1	5	4	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	0	300	0	0	0	0	900	0	111,97
541	3	4	5	1	2	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	120	300	0	600	120	0	900	0	111,97
542	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	1	130	71	40	124	9	2	20	0	0	0	111,97
543	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	1	130	71	40	124	10	2	20	0	0	0	111,97
544	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	1	228	71	40	124	10	2	20	0	0	0	111,96
545	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	1	130	70	40	124	10	2	20	0	0	0	111,96
546	3	4	5	1	2	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	2	0	0	600	120	0	900	0	111,94
547	3	4	5	1	2	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	0	0	0	600	600	0	900	0	111,94
548	3	4	5	1	2	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	120	0	0	600	120	0	900	0	111,94
549	3	4	5	1	2	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	2	0	0	600	120	0	900	0	111,94
550	3	4	5	1	2	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	2	0	10	600	120	0	900	0	111,94
551	2	3	1	4	5	1	2	3	3	2	3	2	2	20	40	0	0	20	40	20	0	0	2	111,90
552	1	3	2	5	4	1	2	3	3	2	2	2	2	130	71	40	0	0	0	0	0	0	0	111,87
553	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	2	228	71	40	0	0	0	0	0	0	0	111,86
554	2	3	1	5	3	1	2	3	3	2	2	2	1	124	70	40	124	10	2	20	0	0	0	111,86
555	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	2	130	71	40	2	0	0	0	0	0	0	111,85
556	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	1	120	71	40	100	3	2	20	0	0	0	111,77

Продолжение таблицы Ж.1

№	Исходные параметры																							Время обработки заказа, часы
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
557	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	1	123	71	40	100	3	2	20	0	0	0	111,77
558	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	1	228	0	0	124	10	2	20	0	0	0	111,77
559	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	2	130	71	40	0	0	0	0	0	0	0	111,75
560	2	3	1	4	5	1	2	3	3	2	3	2	2	2	4	0	0	2	4	2	0	0	2	111,73
561	1	3	2	5	4	6	7	8	2	1	3	1	1	130	70	150	250	220	150	540	0	0	250	111,72
562	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	2	130	71	40	10	2	0	2	0	0	0	111,69
563	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	2	130	71	40	12	0	0	0	0	0	0	111,68
564	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	2	130	71	40	10	2	0	0	0	0	0	111,68
565	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	2	130	71	40	10	0	0	0	0	0	0	111,68
566	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	1	130	71	40	124	100	2	20	0	0	0	111,68
567	1	3	2	5	4	6	7	8	2	1	3	1	1	130	70	50	125	110	150	540	0	0	250	111,61
568	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	1	130	71	40	100	3	2	10	0	0	0	111,45
569	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	1	130	71	40	100	3	2	20	0	0	0	111,45
570	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	1	125	71	40	100	3	2	20	0	0	0	111,45
571	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	1	124	71	40	100	3	2	20	0	0	0	111,45
572	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	1	130	71	40	124	3	2	20	0	0	0	111,45
573	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	2	130	71	40	10	2	2	1	0	0	0	111,44
574	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	2	130	71	40	10	2	3	2	0	0	0	111,44
575	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	2	130	71	40	10	3	2	0	0	0	0	111,44
576	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	2	130	71	40	10	2	3	1	0	0	0	111,44
577	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	2	130	71	40	10	2	1	0	0	0	0	111,44
578	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	2	130	71	40	10	2	2	0	0	0	0	111,44
579	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	2	130	71	40	10	2	3	0	0	0	0	111,44
580	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	2	130	71	40	100	3	2	0	0	0	0	111,44
581	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	2	2	1	130	71	40	100	3	2	0	0	0	0	111,44
582	1	5	2	4	3	1	2	3	2	1	2	1	1	120	54	70	72	35	25	20	15	20	20	111,31
583	2	3	1	5	3	1	2	3	3	2	3	2	2	124	70	40	124	10	2	20	0	0	0	111,22
584	5	4	1	2	3	3	1	2	3	2	3	2	2	270	270	270	258	258	220	96	0	0	150	111,18

Продолжение таблицы Ж.1

№	Исходные параметры																							Время обработки заказа, часы
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
585	2	3	1	5	4	1	2	3	3	2	3	2	2	124	70	40	124	10	2	20	0	0	0	111,17
586	1	4	2	5	3	1	2	3	3	2	3	2	2	76	54	48	72	58	0	20	20	20	20	111,07
587	1	4	2	5	3	1	2	3	2	1	2	1	1	120	46	30	85	72	25	20	15	20	20	110,91
588	2	1	4	3	5	1	3	2	1	4	6	2	1	0	0	0	0	0	0	1075	0	200	0	110,83
589	2	1	4	3	5	1	3	2	1	4	6	2	1	0	0	0	0	0	0	1075	0	500	0	110,82
590	1	4	2	5	3	1	2	3	2	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	20	20	20	20	110,80
591	2	1	4	3	5	1	3	2	1	4	6	2	1	0	0	0	0	0	0	1075	0	400	0	110,80
592	1	4	2	5	3	1	2	3	2	1	2	1	1	80	46	30	85	72	25	20	15	20	20	110,78
593	1	4	2	5	3	1	2	3	2	1	2	1	1	120	54	80	72	35	0	20	20	20	0	110,75
594	1	4	2	5	3	1	2	3	2	1	2	1	1	0	54	0	72	0	0	20	20	20	20	110,65
595	1	4	2	5	3	1	2	3	2	1	2	1	1	0	54	0	72	58	0	20	20	20	20	110,64
596	1	4	2	5	3	1	2	3	2	1	2	1	1	120	54	80	72	80	0	20	20	20	20	110,55
597	1	5	2	4	3	1	2	3	2	1	2	1	1	120	54	100	72	35	25	20	15	20	20	110,53
598	1	5	2	4	3	1	2	3	2	1	2	1	1	120	54	90	72	35	25	20	15	20	20	110,53
599	1	4	2	5	3	1	2	3	2	1	2	1	1	120	54	80	72	40	25	20	15	20	20	110,52
600	1	4	2	5	3	1	2	3	2	1	2	1	1	0	0	0	72	0	0	20	20	20	20	110,50
601	1	5	2	4	3	1	2	3	2	1	2	1	1	120	54	80	72	35	25	20	20	20	20	110,48
602	3	2	1	5	4	1	2	3	3	2	3	2	2	390	136	141	250	214	390	136	0	0	214	110,43
603	1	4	2	5	3	1	2	3	2	1	2	1	1	120	54	80	72	80	25	20	15	20	20	110,43
604	1	4	2	5	3	1	2	3	2	1	2	1	1	0	54	48	72	58	0	20	20	20	20	110,38
605	1	4	2	5	3	1	2	3	2	1	2	1	1	120	54	80	72	35	0	20	20	20	40	110,38
606	1	4	2	5	3	1	2	3	2	1	2	1	1	120	54	80	72	35	0	20	20	20	60	110,38
607	1	4	2	5	3	1	2	3	2	1	2	1	1	50	20	20	40	40	25	20	15	20	20	110,33
608	1	4	2	5	3	1	2	3	2	1	2	1	1	20	20	20	40	40	25	20	15	20	20	110,33
609	1	4	2	5	3	1	2	3	2	1	2	1	1	80	54	80	72	35	0	20	15	20	20	110,30
610	1	4	2	5	3	1	2	3	3	1	3	1	1	76	54	48	72	58	0	20	20	20	20	110,28
611	1	4	2	5	3	1	2	3	2	1	2	1	1	76	54	48	72	58	0	20	20	20	20	110,28
612	1	4	2	5	3	1	2	3	2	1	2	1	1	130	54	48	72	58	0	20	20	20	20	110,28

Продолжение таблицы Ж.1

№	Исходные параметры																							Время обработки заказа, часы
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
613	1	4	2	5	3	1	2	3	2	1	2	1	1	120	54	48	72	58	0	20	20	20	20	110,27
614	1	4	2	5	3	1	2	3	2	1	2	1	1	40	20	20	40	40	25	20	15	20	20	110,27
615	1	4	2	5	3	1	2	3	2	1	2	1	1	120	54	120	72	58	0	20	20	20	20	110,23
616	1	4	2	5	3	1	2	3	2	1	2	1	1	120	54	58	72	58	0	20	20	20	20	110,23
617	1	4	2	5	3	1	2	3	2	1	2	1	1	120	54	80	72	58	0	20	20	20	20	110,22
618	1	4	2	5	3	1	2	3	2	1	2	1	1	120	54	80	72	35	0	20	20	20	20	110,08
619	1	4	2	5	3	1	2	3	2	1	2	1	1	120	54	80	72	40	0	20	20	20	20	110,08
620	1	4	2	5	3	1	2	3	2	1	2	1	1	120	54	80	40	35	0	20	20	20	20	110,08
621	1	4	2	5	3	1	2	3	2	1	2	1	1	120	54	80	120	35	0	20	20	20	20	110,08
622	1	4	2	5	3	1	2	3	2	1	2	1	1	120	90	80	72	35	0	20	20	20	20	110,08
623	1	5	2	4	3	1	2	3	2	1	2	1	1	120	54	80	72	35	0	20	15	20	20	110,08
624	1	5	2	4	3	1	2	3	2	1	2	1	1	120	54	60	72	35	25	20	15	20	20	110,04
625	1	5	2	4	3	1	2	3	2	1	2	1	1	120	54	120	72	35	25	20	15	20	20	110,04
626	1	5	2	4	3	1	2	3	2	1	2	1	1	120	54	130	72	35	25	20	15	20	20	110,04
627	1	5	2	4	3	1	2	3	2	1	2	1	1	120	54	140	72	35	25	20	15	20	20	110,04
628	1	5	2	4	3	1	2	3	2	1	2	1	1	120	54	150	72	35	25	20	15	20	20	110,04
629	1	4	3	5	2	1	2	3	2	1	2	1	1	120	54	80	72	35	25	20	15	20	20	110,04
630	1	4	2	5	3	1	2	3	2	1	2	1	1	120	54	80	72	35	25	20	15	20	20	110,03
631	1	5	2	4	3	1	2	3	2	1	2	1	1	120	54	80	72	35	25	20	15	20	20	110,03
632	4	3	2	5	1	1	2	3	3	2	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110,01
633	3	4	5	1	2	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	0	0	0	480	480	0	900	0	109,94
634	4	3	2	5	1	2	1	3	3	2	3	2	2	15	35	30	15	10	30	15	0	15	0	109,77
635	3	4	5	1	2	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	0	0	0	0	0	0	900	0	109,73
636	3	4	5	1	2	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	0	0	0	0	0	0	600	0	109,68
637	2	1	4	3	5	1	3	2	3	2	3	5	2	0	0	0	0	0	0	1075	0	400	0	109,55
638	2	3	1	5	4	1	2	3	6	4	6	4	4	900	790	680	800	500	180	100	0	200	400	109,55
639	3	4	5	1	2	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	300	0	0	120	120	0	900	0	109,40
640	3	4	5	1	2	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	120	60	60	120	120	0	900	0	109,30

Продолжение таблицы Ж.1

№	Исходные параметры																							Время обработки заказа, часы
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
641	3	4	5	1	2	1	2	3	3	2	3	2	2	600	480	120	0	0	120	120	0	0	0	109,25
642	3	4	5	1	2	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	120	0	0	300	60	0	900	0	109,23
643	3	4	5	1	2	1	2	3	3	2	3	2	2	600	480	120	0	0	120	120	0	900	0	109,20
644	3	4	5	1	2	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	120	0	0	300	240	0	900	0	109,12
645	3	4	5	1	2	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	180	0	0	120	120	0	900	0	109,04
646	3	4	5	1	2	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	120	0	0	300	120	0	900	0	108,93
647	3	4	5	1	2	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	2	0	0	300	120	0	900	0	108,90
648	3	4	5	1	2	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	120	0	0	120	120	60	900	0	108,57
649	3	4	5	1	2	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	0	0	0	120	120	0	900	0	108,55
650	3	4	5	1	2	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	0	0	0	300	300	0	900	0	108,53
651	3	4	5	1	2	3	1	2	3	2	3	2	2	600	480	120	0	0	120	120	0	900	0	108,45
652	2	1	5	4	3	3	2	1	3	2	3	2	2	0	0	0	0	0	438	0	0	0	430	108,13
653	2	1	5	4	3	3	2	1	3	2	3	2	2	300	0	0	0	0	438	0	0	0	430	107,52
654	3	2	1	5	4	1	2	3	3	2	3	2	2	130	68	47	125	107	130	68	0	0	107	107,40
655	3	2	1	4	5	3	2	1	6	4	6	4	4	667	277	141	464	214	0	390	526	214	0	106,72
656	4	3	2	5	1	2	1	3	3	2	3	2	2	35	35	30	40	10	5	15	20	10	30	106,10
657	4	3	2	5	1	1	2	3	3	2	3	2	2	35	35	30	40	10	5	15	20	10	30	106,10
658	3	2	1	4	5	2	1	3	6	4	6	4	4	800	700	600	630	400	180	100	0	200	400	106,08
659	3	2	1	4	5	2	1	3	6	4	6	4	4	800	730	600	720	400	180	100	0	200	400	106,07
660	3	2	1	4	5	2	1	3	6	4	6	4	4	800	700	600	660	400	180	100	0	200	400	106,05
661	3	2	1	4	5	2	1	3	6	4	6	4	4	800	730	600	760	400	180	100	0	200	400	104,15
662	3	2	1	4	5	2	1	3	6	4	6	4	4	960	830	710	830	550	180	100	0	200	400	100,18
663	3	2	1	4	5	2	1	3	6	4	6	4	4	900	800	680	790	500	180	100	0	200	400	99,48
664	3	2	1	4	5	2	1	3	6	4	6	4	4	900	790	680	800	500	180	100	0	200	400	99,35
665	3	2	1	4	5	1	2	3	6	4	6	4	4	900	790	680	800	500	180	100	0	200	400	99,35

Таблица Ж.2 – Результаты прохождения теста обучающимися до и после работы с тренажёром

Обучающийся	Оценка полноты ответов на вопросы теста																				
	до работы с тренажёром										после работы с тренажёром										
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	2	2	4	4	2	2	4	4	2	0	5	0	5	5	4	4	4	4	5	4	5
2	4	0	0	4	5	4	2	0	0	2	4	5	4	5	5	4	4	2	0	0	0
3	4	2	2	0	2	2	4	0	5	2	5	4	4	2	4	4	4	0	4	4	4
4	4	5	5	2	4	4	4	0	2	5	5	5	5	5	5	4	5	0	2	5	5
5	2	2	2	5	4	2	2	4	4	5	4	5	5	4	2	2	4	4	4	4	5
6	2	4	5	2	4	5	4	0	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5
7	4	2	5	4	5	5	2	0	2	2	5	5	5	4	4	5	4	2	2	5	5
8	4	4	4	4	5	5	4	2	0	0	5	4	4	4	5	5	4	2	2	2	2
9	2	2	2	2	2	4	2	0	0	4	0	2	4	4	4	2	4	0	4	4	5

ПРИЛОЖЕНИЕ И

Апробация разработанного инструментария развития компетенций

Таблица И.1 – Введённые обучающимися исходные параметры и полученные результаты времени выполнения производственного заказа

Обучающийся	Прогон	Исходные параметры																							Время обработки заказа, часы
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
1	1	1	2	3	4	5	1	2	3	30	20	30	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	167,25
	2	1	3	2	4	5	1	2	3	3	2	3	2	2	390	390	390	832	832	0	387	290	0	348	142,5
	3	1	3	2	4	5	1	2	3	3	2	3	2	2	390	390	390	800	800	0	387	290	0	348	138,05
	4	1	3	2	4	5	3	2	1	3	2	3	2	2	390	390	390	500	506	0	387	290	0	210	129,91
	5	1	3	2	4	5	1	2	3	3	2	3	2	2	390	390	390	506	506	0	387	290	0	210	119,82
	6	1	3	2	4	5	1	2	3	3	2	3	2	2	390	390	390	450	506	0	387	290	0	210	119,56
	7	1	3	2	4	5	1	2	3	3	2	3	2	2	390	390	390	500	506	0	387	290	0	210	118,90
	8	1	3	2	4	5	1	2	3	3	2	3	2	2	390	390	390	0	0	0	387	290	0	0	116,70
	9	1	3	2	4	5	1	2	3	3	2	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	111,50
	10	3	2	1	4	5	2	1	3	3	2	3	2	2	489	488	487	500	506	198	97	0	0	210	106,53
	11	3	2	1	4	5	2	1	3	3	2	3	2	2	487	487	487	500	506	198	97	0	0	210	106,39
2	1	1	2	3	4	5	1	2	3	30	20	30	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	167,25
	2	3	1	2	2	1	3	1	2	10	10	10	10	10	962	962	962	2130	2130	762	0	365	755	0	136,12
	3	3	1	2	2	1	1	2	3	5	10	10	5	10	1087	1087	1087	1705	1705	637	0	365	465	0	128,40
	4	3	1	2	2	1	3	2	1	15	10	15	10	10	2012	2012	2012	2130	2130	762	0	365	755	0	123,53
	5	3	1	2	2	1	1	2	3	15	10	15	10	10	2012	2012	2012	2130	2130	762	0	365	755	0	117,75
	6	3	1	2	2	1	1	2	3	10	10	10	10	10	1487	1487	1487	2130	2130	762	0	365	755	0	116,87
	7	3	1	2	2	1	1	2	3	10	10	10	10	10	962	962	962	2130	2130	762	0	365	755	0	116,68
	8	3	1	2	2	1	1	2	3	5	5	5	5	5	797	797	797	1115	1115	347	0	200	395	0	113,28
	9	3	1	2	2	1	1	2	3	5	5	5	5	5	797	797	797	1115	1115	347	0	200	720	0	112,95
	10	3	2	1	2	1	1	2	3	5	5	5	5	5	797	797	797	1115	1115	347	147	0	395	0	111,72

Продолжение таблицы И.1

Обучающийся	Прогон №	Исходные параметры																							Время обработки заказа, часы	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
5	8	3	2	1	4	5	2	1	3	1	1	1	1	1	245	245	145	0	232	115	47	0	0	125	126,05	
	9	3	2	1	4	5	2	1	3	1	1	2	1	1	245	245	145	145	303	115	47	0	0	125	126,05	
	10	3	2	1	4	5	2	1	3	1	1	1	1	1	245	245	145	145	303	115	47	0	0	125	126,03	
	11	3	2	1	4	5	2	1	3	1	1	1	1	1	245	245	145	145	232	115	47	0	0	125	126,03	
	12	1	2	3	4	5	1	2	3	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125,68
	13	3	2	1	4	5	2	1	3	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	410	191	0	638	853	125,00	
	14	3	2	1	4	5	2	1	3	5	2	5	2	2	245	245	145	145	303	115	47	0	0	125	117,03	
	15	3	2	1	4	5	2	1	3	5	2	5	2	2	0	0	611	0	0	0	0	0	0	0	116,68	
	16	3	2	1	4	5	2	1	3	5	2	5	2	2	0	0	200	0	0	0	0	0	0	0	116,56	
	17	3	2	1	4	5	1	2	3	5	2	5	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	114,88	
	18	3	2	1	4	5	2	1	3	5	2	5	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	114,88	
19	3	2	1	4	5	2	1	3	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	410	191	0	0	215	114,27		
20	3	2	1	4	5	2	1	3	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	113,85		
21	3	2	1	4	5	2	1	3	2	1	2	1	1	245	245	145	145	303	115	47	0	0	125	109,07		
6	1	1	2	3	4	5	1	2	3	30	20	30	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	167,25	
	2	5	1	2	4	3	2	1	3	30	20	30	20	20	135	0	68	107	125	135	0	68	107	125	161,48	
	3	3	5	1	2	4	2	1	3	3	2	3	2	2	554	554	554	912	912	97	264	0	0	380	155,36	
	4	3	5	1	2	4	2	1	3	6	4	6	4	4	554	554	554	912	912	97	264	0	0	380	124,10	
	5	3	5	1	2	4	2	1	3	6	4	6	4	4	264	387	0	0	3	97	264	68	0	380	116,70	
	6	3	5	1	2	4	2	1	3	6	4	6	4	4	264	387	0	0	3	97	264	0	0	380	116,15	
	7	3	5	1	2	4	2	3	1	3	2	3	2	2	488	488	488	650	650	97	387	0	0	210	114,40	
	8	3	5	1	2	4	2	1	3	3	2	3	2	2	488	488	488	650	650	97	387	0	0	210	113,23	
	9	5	1	2	4	3	2	1	3	3	2	3	2	2	135	0	68	107	125	135	0	68	107	125	111,78	
	10	3	5	1	2	4	2	1	3	6	4	6	4	4	135	0	68	0	125	135	0	68	0	125	111,18	

Продолжение таблицы И.1

Обучающийся	Прогон №	Исходные параметры																							Время обработки заказа, часы	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
6	11	5	1	2	4	3	2	1	3	3	2	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	111,13
	12	5	1	2	4	3	2	1	3	3	2	3	2	2	0	0	67	107	0	0	0	67	107	0	111,03	
	13	5	1	2	4	3	2	1	3	3	4	3	4	4	135	0	68	107	125	135	0	68	107	125	108,98	
	14	5	1	2	4	3	2	1	3	6	4	6	4	4	135	0	68	107	125	135	0	68	107	125	108,75	
	15	5	1	2	4	3	2	1	3	6	4	6	4	4	135	0	68	0	125	135	0	68	0	125	107,05	

Таблица И.2 – Результаты прохождения теста обучающимися до и после работы с тренажёром

Обучающийся	Оценка полноты ответов на вопросы теста																			
	до работы с тренажёром										после работы с тренажёром									
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4	2	4	4	3	5	4	4	3	3	5	4	4	4	4	5	4	4	3	4
2	4	2	4	5	3	3	2	2	0	0	6	3	4	6	4	4	3	3	2	2
3	3	1	3	3	1	3	2	1	0	0	4	1	3	3	2	3	2	1	1	1
4	4	1	5	3	4	4	4	4	2	3	5	3	7	5	5	6	5	4	2	3
5	4	3	3	3	4	3	3	2	2	2	5	5	4	4	4	4	4	3	2	2
6	3	2	3	3	4	3	4	4	2	2	3	3	4	4	5	3	4	4	3	3

ПРИЛОЖЕНИЕ К

Акт внедрения результатов диссертационной работы (ПАО «ОДК-Кузнецов»)

АКТ

Внедрения результатов диссертационной работы
«Совершенствование процессов управления
компетентностью в производственных системах»

Настоящий акт составлен о том, что результаты диссертационной работы Ковалевой А.М., направленные на решение важной научной задачи в области управления компетентностью в производственных системах, используются на предприятии ПАО «ОДК-Кузнецов» для анализа компетенций сотрудников и выявления приоритетных направлений их развития.

Наибольшую практическую значимость для предприятия предоставляет построенная по итогам анкетирования персонала карта развития специалиста в области организации и управления производственными процессами и сформированные по результатам анализа карты рекомендации, позволяющие определить ключевые недостатки компетенций сотрудников, отражающие недочеты в тактике достижения календарного плана с точки зрения компетентностного подхода.

Апробация методик и инструментария управления компетенциями с использованием разработанного в диссертации тренажера в рамках прохождения программы дополнительного профессионального образования сотрудниками предприятия (договор №03786/24 от 14.10.2024 «Организация и управление технологическими цепочками поставок») повысили их компетенции в части управления и организацией производственных процессов, что позволило достичь повышения производительности тестового производственного участка на 5% после обучения.

Генеральный конструктор
ПАО «ОДК-Кузнецов»



П.В. Чупин

25.09.2025 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Л

Акт внедрения результатов диссертационной работы (АО «Металлист-Самара»)



**Акционерное общество
«Металлист-Самара»
(АО «Металлист-Самара»)**

ул. Промышленности, д. 278
г.о. Самара, 443023
Тел. (846) 246-90-05 факс (846) 246-96-00
e-mail: metallist@metallist-s.ru
<http://www.metallist-s.ru/>
ОГРН 1026301520035 ИНН 6318105574
КПП 631801001

АКТ

Внедрения результатов диссертационной работы

«Совершенствование процессов управления
компетентностью в производственных системах»

Настоящий акт составлен о том, что результаты диссертационной работы Ковалевой А.М., направленные на решение важной научной задачи в области управления компетентностью в производственных системах, используются на предприятии АО «Металлист-Самара» для повышения производительности производственных процессов за счёт анализа и развития компетенций кадровых ресурсов.

Наибольшую практическую значимость для предприятия предоставляет построенная по итогам анкетирования сотрудников карта развития специалиста в области организации и управления производственными процессами. Реализация сформированных по итогам исследования рекомендаций для руководства предприятия позволила скорректировать механизм тактического достижения календарного плана относительно стратегических целей предприятия. С момента реализации рекомендаций исследования производительность предприятия увеличилась на 6%.

Первый заместитель исполнительного директора
Директор по производству



Д.С. Жуков

24.09.25 г.

