

**Ковалева Анастасия Михайловна**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ  
КОМПЕТЕНТНОСТЬЮ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМАХ**

2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация.  
Организация производства

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание учёной степени  
кандидата технических наук

Работа выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» на кафедре технологий производства двигателей.

**Научный руководитель:**

**Хаймович Александр Исаакович**, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», кафедра технологий производства двигателей, заведующий кафедрой.

**Официальные оппоненты:**

**Айдаров Дмитрий Васильевич**, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет», кафедра «Техносферная безопасность и управление качеством», профессор;

**Ларин Сергей Николаевич**, кандидат технических наук, доцент, общество с ограниченной ответственностью «Региональный инжиниринговый центр», директор.

**Ведущая организация:**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тульский государственный университет», г. Тула.

Защита состоится 23 декабря 2025 года в 10:00 часов на заседании диссертационного совета 24.2.379.05, созданного на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» по адресу: 443086, Самара, ул. Московское шоссе, д. 34.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» и на сайте: [https://ssau.ru/resources/dis\\_protection/kovaleva](https://ssau.ru/resources/dis_protection/kovaleva) .

Автореферат разослан \_\_\_\_\_ 2025 г.

Учёный секретарь  
диссертационного совета 24.2.379.05  
доктор технических наук, доцент

Ерисов  
Ярослав Александрович

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### **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 квалитетического 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 квалитетически 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 квалитетически 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 РосСННО, 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.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обоснована актуальность темы исследования, приведена краткая характеристика работы, сформулированы цель, задачи и изложена научная новизна исследований. Представлены основные положения, выносимые на защиту, и сведения об апробации результатов работы.

**В первой главе** представлен обзор современных методов управления и организации производства и проведён теоретический анализ проблемы управления компетентностью в производственных системах, заключающейся в отсутствии комплексного решения, предоставляющего возможность систематически рассмотреть компетенции сотрудников как фактор и инструмент производственного менеджмента для повышения производительности машиностроительного предприятия.

На основании анализа стандартов системы менеджмента качества и обзора научной литературы установлено, что кадровые ресурсы играют важнейшую роль в конкурентоспособности компании, являясь ключевым ресурсом производственной системы, определяющим её результативность, качество продукции и процессов. Ключевое направление управления кадровым ресурсом – повышение эффективности его использования. Данный аспект предложено рассматривать в рамках влияния компетенций сотрудников на механизм тактического достижения календарного плана предприятия. В связи с этим, выдвинута гипотеза, что развитие компетенций кадровых ресурсов, в частности, в области управления и организации производственных процессов, позволяет повысить производительность производственной системы машиностроительного предприятия.

Процесс управления компетентностью и развития персонала включает цикл «планирование-выполнение-проверка-действие», для эффективной реализации которого необходимо установить приоритетные действия по устранению несоответствий между имеющейся и требуемой компетентностями. В связи с этим поставлена задача разработки методики управления компетентностью, позволяющая выявить ключевой недостаток компетенций, а также парадигму работы производственной системы. Это требует разработки методик количественной оценки компетенций. Ключевые показатели эффективности (KPIs), определённые ГОСТ Р ИСО 22400, рассмотрены и выбраны в качестве критерия эффективности управления производственной системой, в том числе её кадровым ресурсом. Анализ существующих исследований определил задачу разработки методики и инструментария развития компетенций в виде тренажёра по управлению и организации производственных процессов.

**Во второй главе** разработана методика управления компетентностью в производственных системах, заключающаяся в построении карты развития сотрудников путём формирования и сопоставления их «эталонного» и «реального» профилей компетенций. «Эталон» является целью развития специалиста, а «реальный» профиль характеризует исходную точку, по которой определяют приоритетные направления роста. Этапы разработанной методики приведены на рисунке 1.

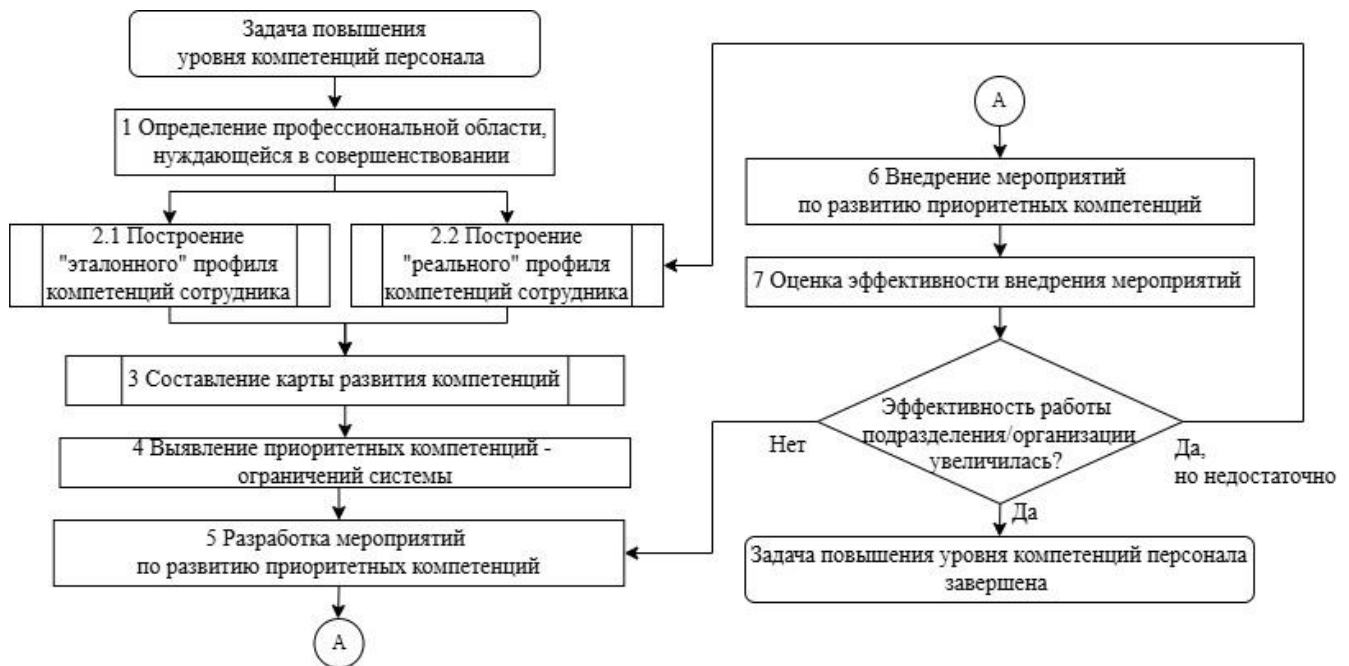


Рисунок 1 – Блок-схема методики управления компетентностью

Первоначально определяется профессиональная область исследования. На втором этапе строятся «эталонный» и «реальный» профили компетенций сотрудника. Далее они со-

поставляются на карте развития. На четвёртом этапе определяются приоритетные компетенции – наибольшие отклонения «реального» профиля от «эталона». На последующих этапах разрабатываются и внедряются мероприятия по развитию приоритетных компетенций и оценивается эффект от их проведения, критерием оценки которого является мнение руководства относительно *KPIs* работы подразделения или организации.

Наибольший научный интерес представляет разработка методик построения «эталонного» и «реального» профилей компетенций, этому посвящена основная часть второй главы.

«Эталонный» профиль демонстрирует влияние компетенций на эффективность работы. Он строится по квалиметрическим оценкам, полученным путём адаптации структурированной методики ранжирования, характерной для метода развёртывания функций качества, на основе перевода экспертного мнения в количественные показатели. Развёртывание функции качества представляет собой инструмент управления качеством для определения клиентских требований к продукции и их интеграции в её технические параметры и производственные планы.

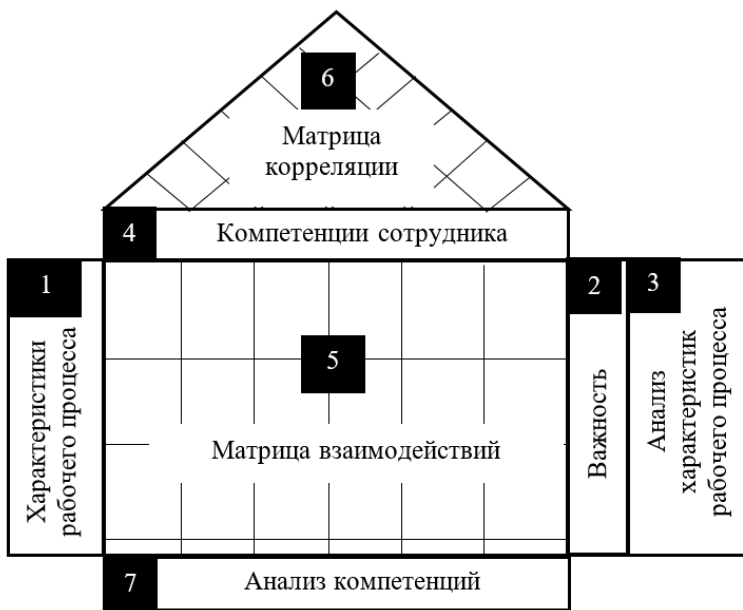


Рисунок 2 – Матричная диаграмма для количественной оценки компетенций

В разработанной методике, по аналогии с требованиями потребителя к продукции и её техническими характеристиками в оригинальном методе, анализируются характеристики рабочего процесса и компетенции сотрудника на основе экспертных оценок их взаимосвязи и важности при помощи матричной диаграммы – рисунок 2. В рамках анализа характеристик рабочего процесса рассчитываются их абсолютная и относительная важность:

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

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

где  $A_{Xi}$  – абсолютная важность  $i$ -ой характеристики рабочего процесса  $X_i$ ;  $i$  – номер строки матрицы или порядковый номер характеристики;  $a_i$  – оценка важности  $X_i$ ;  $j$  – номер столбца матрицы или порядковый номер компетенции;  $n$  – количество анализируемых компетенций;  $x_{ij}$  – вес связи  $X_i$  и  $j$ -ой компетенции  $K_j$ ;  $O_{Xi}$  – относительная важность  $X_i$ ;  $p$  – количество анализируемых характеристик рабочего процесса.

Для анализа компетенций сотрудника рассчитывается их абсолютная и относительная важность:

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

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

где  $A_{Kj}$  – абсолютная важность  $j$ -ой компетенции  $K_j$ ;  $O_{Kj}$  – относительная важность  $K_j$ .

Квалиметрические оценки компетенций рассчитываются путём ранжирования значений их абсолютной важности:

$$K_{вл} = Rg, \quad (5)$$

где  $K_{\text{вл}}$  – квалиметрическая оценка компетенции, характеризующая степень её влияния на эффективность процесса (1 – максимальное влияние,  $n$  – минимальное);  $Rg$  – стандартизированный ранг компетенции.

Методика построения «эталонного» профиля компетенций представлена в виде блок-схемы на рисунке 3. На первом этапе методики формируется пул компетенций, характеризующий основные трудовые функции исследуемого специалиста, а также определяется набор параметров, характеризующий рабочий процесс. Далее создаётся анкета для сбора экспертного мнения и формируется репрезентативная выборка, состоящая из 20–40 целевых респондентов, осведомлённых в исследуемом вопросе. Четвертым и пятым этапами являются проведение анкетирования и обработка его результатов.

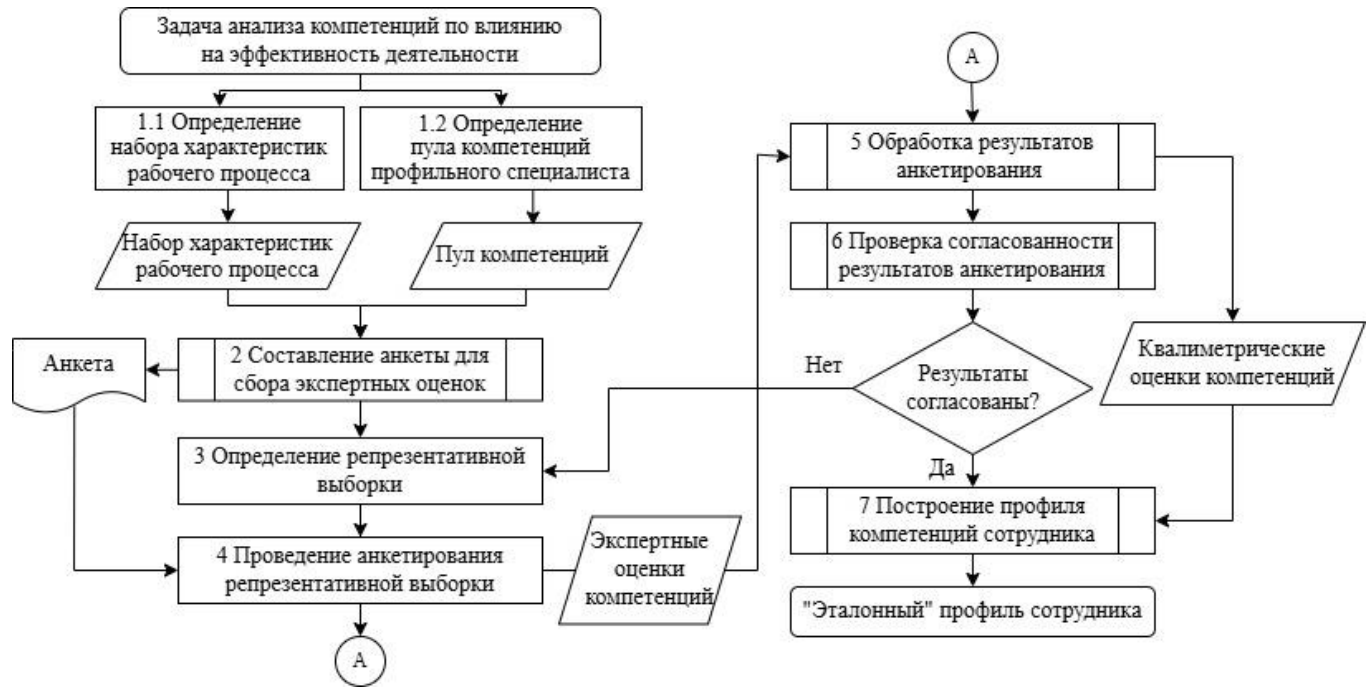


Рисунок 3 – Блок-схема методики построения «эталонного» профиля компетенций

Ввиду того, что в разработанной методике используется метод экспертных оценок, то для объективной интерпретации результатов анкетирования на шестом этапе проверяется согласованность мнений экспертов через коэффициент конкордации  $W_k$ :

$$W_k = \frac{12 \cdot \sum_{j=1}^n \left( \sum_{e=1}^m Rg_{je} - \overline{\sum_{e=1}^m Rg_{je}} \right)^2}{m^2 (n^3 - n) - m \cdot \sum_{e=1}^m \left( \sum_{\gamma=1}^l (t_{\gamma}^3 - t_{\gamma}) \right)}, \quad (6)$$

где  $e$  – порядковый номер эксперта;  $m$  – число экспертов;  $l$  – количество случаев присвоения одинаковых рангов компетенциям у  $e$ -го эксперта;  $\gamma$  – порядковый номер случая присвоения одинаковых рангов компетенциям у  $e$ -го эксперта;  $t_{\gamma}$  – количество компетенций с одинаковым рангом в  $\gamma$ -ом случае у  $e$ -го эксперта;  $Rg_{je}$  – ранг, присвоенный  $j$ -той компетенции  $e$ -тым экспертом.

Для оценки статистической значимости значения коэффициента конкордации рассчитывается критерий согласования Пирсона:

$$\chi_p^2 = m \cdot (n-1) \cdot W_k > \chi_T^2, \quad (7)$$

где  $\chi_p^2$  – расчётный критерий согласования Пирсона;  $\chi_t^2$  – табличный критерий согласования Пирсона.

Если расчётное значение критерия больше табличного, приведённого в рекомендациях по стандартизации, то можно считать ранжировки согласованными.

На седьмом этапе методики строится профиль компетенций сотрудника в виде радарной диаграммы на основе общих оценок компетенций, рассчитанных как средние арифметические квалитметрических оценок, полученных по результатам анкетирования каждого эксперта:

$$K_{\text{общ.вл}} = \frac{1}{m} \cdot \sum_{e=1}^m K_{\text{вл}_e}, \quad (8)$$

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

«Реальный» профиль характеризует востребованность компетенций в ходе рабочего процесса, недостаток развитости которых является риском в производственном менеджменте. Он строится по квалитметрическим оценкам, полученным путём адаптации методики ранжирования, характерной для известного и хорошо апробированного метода количественной оценки рисков – метода анализа видов и последствий отказов, на основе перевода экспертного мнения в количественные показатели. Данный метод применяется для идентификации потенциальных несоответствий и устранения причин их появления на всех стадиях жизненного цикла продукции.

В разработанной методике компетенции специалиста анализируются как виды, последствия и причины потенциальных несоответствий. По аналогии со значимостью влияния возможных последствий несоответствия, вероятностью возникновения его причин и возможностью своевременного их обнаружения в оригинальном методе в адаптированной методике рассматриваются: 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 в ходе диссертационной работы шкалам – от 1 до 5. На основе оценок экспертов рассчитываются приоритетное число востребованности и его удельный вес:

$$\text{ПЧВ}_j = 3_j \cdot \text{Ч}_j \cdot T_j, \quad (9)$$

$$\text{ПЧВ}_{j\text{уд}} = \frac{\text{ПЧВ}_j}{\sum_{j=1}^n \text{ПЧВ}_j}, \quad (10)$$

где  $\text{ПЧВ}_j$  – приоритетное число востребованности  $j$ -ой компетенции;  $3_j$  – оценка значимости влияния последствий неразвитости  $j$ -ой компетенции у сотрудника;  $\text{Ч}_j$  – оценка частоты применения  $j$ -ой компетенции в ходе работы;  $T_j$  – оценка трудоёмкости формирования  $j$ -ой компетенции у сотрудника;  $\text{ПЧВ}_{j\text{уд}}$  – удельный вес востребованности  $j$ -ой компетенции в процессе работы.

Для расчёта квалитметрических оценок компетенций значения их приоритетных чисел востребованности ранжируются:

$$K_{\text{вст}} = Rg, \quad (11)$$

где  $K_{\text{вст}}$  – квалитметрическая оценка компетенций относительно её востребованности.

Методика построения «реального» профиля компетенций аналогична методике построения «эталонного» профиля (рисунок 3) и отличается только тем, что в блок-схеме отсутствует этап 1.1 и на седьмом этапе методики строится профиль компетенций сотрудника на основе общих оценок компетенций:

$$K_{\text{общ.вст}} = \frac{1}{m} \cdot \sum_{e=1}^m K_{\text{вст}_e}, \quad (12)$$

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

Таким образом, по разработанным методикам построения «эталонного» и «реального» профилей можно количественно оценить компетенции по влиянию на эффективность процесса и по степени востребованности в ходе работы.

Для апробации методик созданы анкеты для сбора экспертного мнения. Сформирован качественный состав репрезентативной выборки для «эталонного» профиля: главный диспетчер, начальник производственного отдела, начальник смены, начальник цеха и их заместители. Для «реального» – мастер участка, диспетчер, инженер по подготовке производства.

Пул компетенций кадровых ресурсов производственных систем сформирован на основе агрегации трудовых функций и должностных обязанностей специалистов в области организации и управления производственными процессами (профессиональные стандарты 40.033, 25.061, 28.006, 28.007, 30.032, 30.033). Набор характеристик рабочего процесса производственной системы сформирован на основе агрегации ключевых показателей эффективности в качественные критерии анализа: эффективность использования оборудования, объем незавершенного производства, простой из-за недоступности необходимого ресурса, производительность, качество продукции (услуг).

В третьей главе представлены результаты апробации разработанной методики управления компетентностью в производственных системах. Для квалиметрической оценки компетенций было проведено анкетирование специалистов машиностроительных предприятий: ПАО «ОДК-Кузнецов», АО «Металлист-Самара», ООО «ЗПП», ПАО «Агрегат», в котором приняли участие 46 и 59 сотрудников для построения «эталонного» и «реального» профилей соответственно.

Для анализа согласованности мнений экспертов были рассчитаны значения коэффициента конкордации (6) и критерия согласования Пирсона (7):

– по «эталонному» профилю:  $W_k = 0,063$ ,  $\chi_p^2 = 30,746 > \chi_T^2 = 29,141$ ;

– по «реальному» профилю:  $W_k = 0,059$ ,  $\chi_p^2 = 32,124 > \chi_T^2 = 29,141$ .

Как следствие, ранжировки, полученные по итогам анкетирования, можно считать согласованными и достаточными для объективной интерпретации результатов. Общие оценки влияния компетенции на эффективность процесса и их востребованности в ходе работы, рассчитанные по результатам анкетирования, приведены в таблице 1.

С целью исследования различий результатов анкетирования в зависимости от предприятий, на которых оно проводилось, рассчитаны значения критериев Краскела-Уоллиса по формуле (13). Анализ по Краскелу-Уоллису по каждой компетенции выявил, что в большинстве случаев статистически группы близки, из чего следует вывод, что можно распространять полученные результаты на основную массу отечественных предприятий машиностроительной отрасли.

$$H = \frac{12}{N \cdot (N+1)} \cdot \sum_{v=1}^V \frac{Rg_v^2}{N_v} - 3 \cdot (N+1), \quad (13)$$

где  $H$  – критерий Краскела-Уоллиса;  $N$  – общее количество экспертов со всех предприятий;  $v$  – порядковый номер предприятия;  $V$  – количество предприятий;  $Rg_v$  – сумма рангов с  $v$ -ого предприятия;  $N_v$  – количество экспертов с  $v$ -ого предприятия.

Таблица 1–Общие оценки компетенций, рассчитанные по результатам анкетирования

| №<br>п/п | Компетенция<br><br>агрегация трудовых функций и должностных обязанностей специалистов в области организации и управления производственными процессами<br>(профессиональные стандарты 40.033, 25.061, 28.006, 28.007, 30.032, 30.033)                                                  | «Эталонный»<br>профиль | «Реальный»<br>профиль |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------|
| 1        | Обеспечение ритмичной работы предприятия и равномерного выпуска продукции в соответствии с планом производства и договорами поставок                                                                                                                                                  | 6,20                   | 6,17                  |
| 2        | Предупреждение и устранение отклонений в ходе производства, выявление и немедленная ликвидация «узких мест»                                                                                                                                                                           | 7,46                   | 7,65                  |
| 3        | Контроль и учёт выполнения работ в соответствии с номенклатурным планом, производственными программами, договорными обязательствами, календарными графиками и сменно-суточными заданиями                                                                                              | 7,59                   | 7,96                  |
| 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                   | 6,65                  |
| 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                   | 8,49                  |
| 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                   | 7,12                  |
| 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                  | 7,77                  |
| 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 | 7,96                   | 7,18                  |
| 9        | Выявление и освоение внутрипроизводственных резервов повышения производительности труда и качества продукции, возможности сокращения цикла изготовления продукции                                                                                                                     | 8,50                   | 8,37                  |
| 10       | Оперативный контроль за рациональным расходом сырья, топлива, материалов, энергии и т.д., реализация мероприятий по снижению издержек производства (трудовых, материальных)                                                                                                           | 8,46                   | 7,60                  |
| 11       | Интеграция в рабочий процесс технических средств оперативного контроля производства, современных систем автоматизированного управления и подготовки производства                                                                                                                      | 7,86                   | 10,32                 |
| 12       | Обеспечение соблюдения технологических процессов, оперативное выявление и устранение причин нарушений, оперативный контроль за технически правильной эксплуатацией оборудования и других основных средств                                                                             | 9,51                   | 8,35                  |
| 13       | Участие в разработке и реализации мероприятий по совершенствованию производственного планирования, диспетчирования, нормирования                                                                                                                                                      | 8,21                   | 8,67                  |
| 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                   | 9,33                  |
| 15       | Участие в разработке новых и совершенствовании действующих технологических процессов, режимов производства, производственных графиков, форм организации производства, механизации и автоматизации производственных процессов                                                          | 7,61                   | 8,37                  |

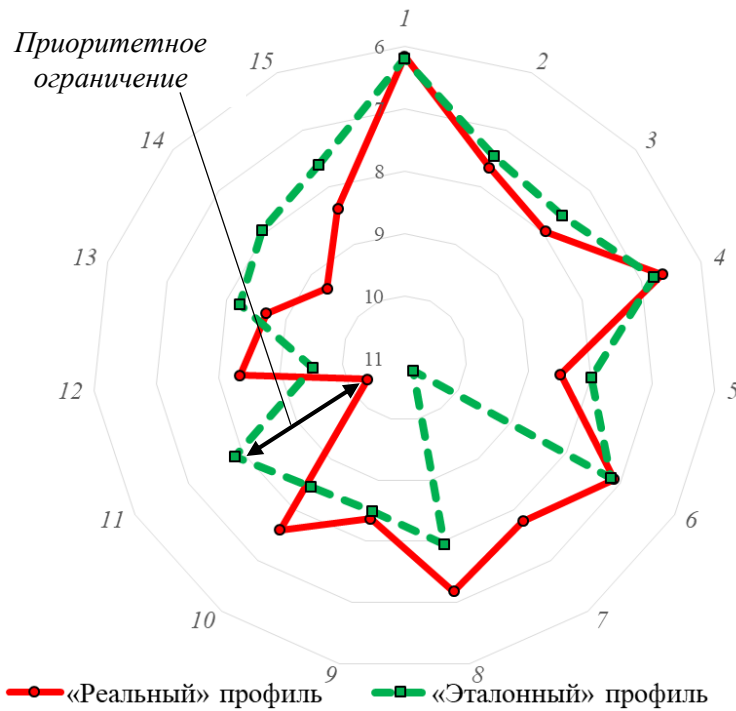


Рисунок 4 – Карта развития компетенций специалиста в области организации и управления производственными процессами

недостатки существующего механизма тактического достижения календарного плана предприятия – необходимость личного мониторинга выполнения производственной программы и координации работы сотрудников и отделов.

Рекомендации для руководства предприятия на основе карты развития: подключить рабочие места к системам автоматизированного управления и подготовки производства и/или ужесточить инструкции для производственного персонала по работе с ними. Важно учесть, что для надлежащей работы данных систем необходимо обучить сотрудников взаимодействию с ними, а также расширить их профессиональный кругозор с уровня непосредственной рабочей деятельности до комплексного видения процессов производственной системы.

На основе нечёткой логики установлена связь компетентности сотрудников и механизма тактического достижения календарного плана предприятия, характеризующимся временем производственного цикла.

Пусть  $C_d = \{c_j\}_d$  – вектор термов, описывающих  $d$ -ый уровень развития компетенций сотрудников  $c_j$ . Условие повышения уровня компетенций описывается следующими соотношениями:

$$C_{d+1} > C_d, \text{ если выполняется: } c_j = \{\forall d \mid \exists j, (c_j)_{d+1} > (c_j)_d\}, \quad (14)$$

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:

$$T_d = \{\{\text{время транспортировки партии}\}, \dots, \{\text{время подготовительно-заключительных работ}\}, \dots, \{\text{время контроля партии}\}\}_d. \quad (15)$$

Для выявления целей развития компетентности персонала и причин существующих проблем функционирования производственной системы по построенным профилям компетенций составлена карта развития, представленная на рисунке 4. Анализ «эталонного» профиля компетенций выявил разрыв между стратегией развития и оперативной деятельностью, что может отрицательно сказаться на конкурентоспособности компании. Соответственно, руководству предприятия рекомендуется включить сотрудников среднего звена в процессы стратегического планирования. Анализ «реального» профиля показал, что существующий механизм тактического достижения календарного плана ориентирован преимущественно на контроле его исполнения. По карте развития определено ключевое ограничение – компетенция № 11, выявлены

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:

$$(f_{jz})_d \approx \{\forall d | (t_z)_{d+1} \leq (t_z)_d, \exists (c_j)_{d+1} > (c_j)_d, j=1...n, z=1...Z\} \quad (16)$$

где  $z$  – состояние производственной системы ( $z=1...Z$ , где  $Z$  – 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), компетенции сотрудников  $C_{d+1} > C_d$  повышаются и производительность производственной системы увеличивается.

С этой целью 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 сотрудников. Алгоритм методики представлен на рисунке 5.



Рисунок 5 – Блок-схема алгоритма решения задач по анализу производственного сценария

Методика базируется на практике анализа 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 требуется подобрать оптимальные значения размеров партий деталей, периодичности запуска деталей в производство и приоритетов обработки деталей.

В четвертой главе разработанная методика развития компетенций реализована в виде тренажёра с использованием средств имитационного моделирования в отечественной программной среде *AnyLogic*. Логика работы смоделированной производственной системы отражена на диаграмме процесса – рисунок 6.

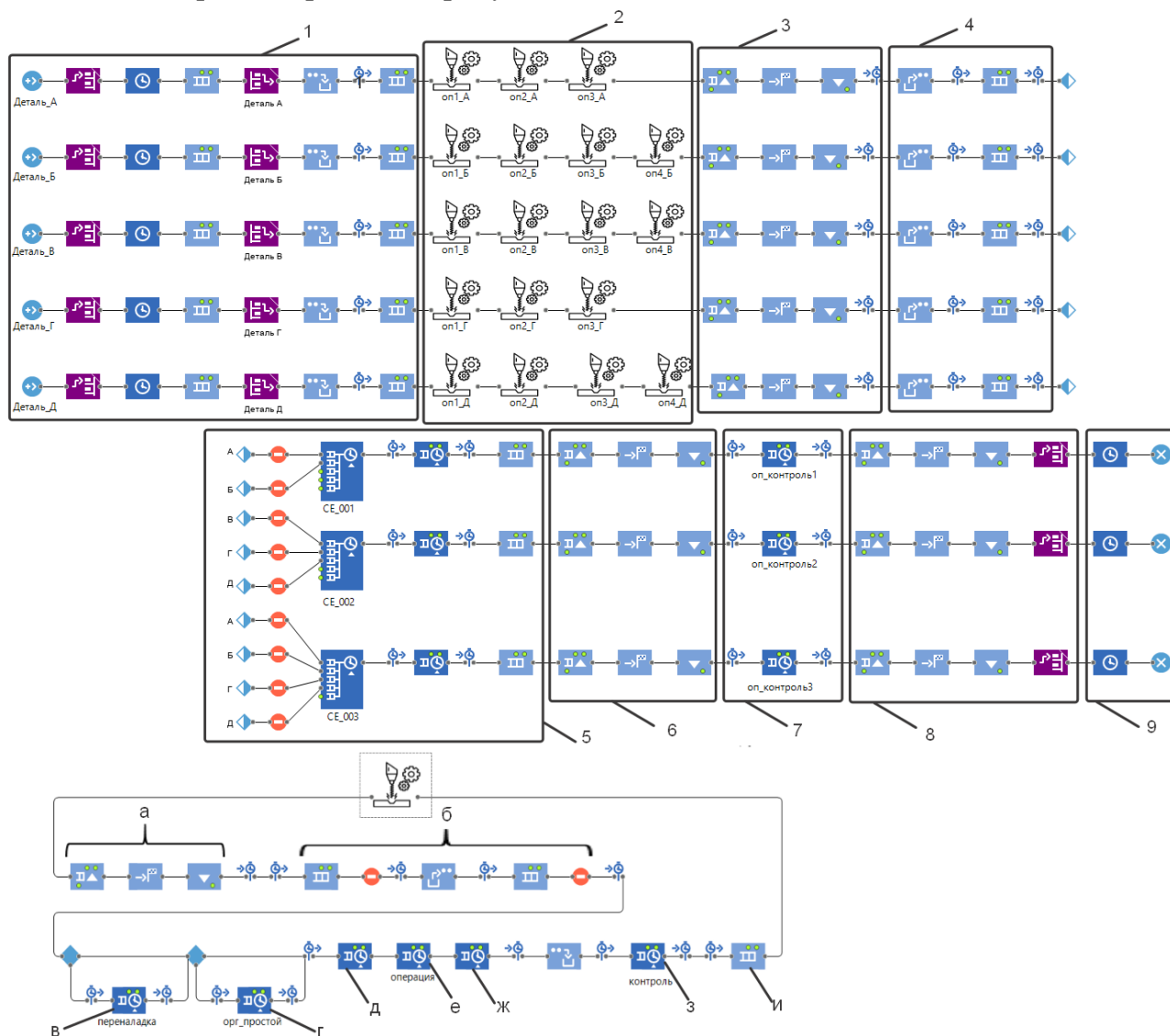


Рисунок 6 – Диаграмма процесса модели производственного участка:

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; 3 - контроль; и - хранение; 3, 6, 8 - транспортировка; 4, 9 - хранение; 5 - сборка; 7 – контроль

Решение задачи представляет собой назначение входных параметров тренажёра и анализа его выходных данных относительно качества производственного процесса (время обработки заказа, загрузка оборудования, распределение времени производственного цикла изготовления деталей, *KPIs*).

Разработанный тренажёр успешно протестирован в лабораторных условиях и апробирован с участием сотрудников ПАО «ОДК-Кузнецов». Успех апробации подтверждается статистикой работы сотрудников с тренажёром (таблица 2), из которой видно, что у всех

обучающихся показатели сокращения времени выполнения заказа превышают 30% относительно базовых настроек моделирования. Проведено тестирование сотрудников, по результатам которого заключено, что в среднем полнота ответов на вопросы разработанного теста до работы с тренажёром составила 57%, а после – 72%, что свидетельствует о развитии компетенций сотрудников на 15%. Выявлено, что разработанные методика и инструментарий позволили повысить компетенции работников в части управления, организации и аналитики производственных процессов, что повысило производительность тестового производственного участка на ПАО «ОДК-Кузнецов» на 5% и выполнение оперативных планов графиков работы.

Таблица 2 – Результат обучения сотрудников ПАО «ОДК-Кузнецов»

| Сотрудник | Лучшее решение на тренажёре, часов | Сокращение времени выполнения заказа на тренажёре | Результат теста до тренажёра | Результат теста после тренажёра |
|-----------|------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| №1        | 106,39                             | 36,39 %                                           | 72 %                         | 82 %                            |
| №2        | 111,72                             | 33,20 %                                           | 50 %                         | 74 %                            |
| №3        | 116,77                             | 30,18 %                                           | 34 %                         | 42 %                            |
| №4        | 108,47                             | 34,36 %                                           | 68 %                         | 90 %                            |
| №5        | 109,07                             | 34,79 %                                           | 58 %                         | 74 %                            |
| №6        | 107,05                             | 36,00 %                                           | 60 %                         | 72 %                            |

## 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 ОСНОВНЫХ НАУЧНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ РАБОТЫ

### **Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России:**

1. 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.

2. 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.

3. 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.

4. 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.

### **Статьи в изданиях, индексируемом базой данных Scopus**

5. Kovaleva, 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.

### **Публикации в других изданиях**

6. Ковалева, А.М. Методика развития компетенций персонала в области организации производства / А.М. Ковалева // Перспективы развития двигателестроения: материалы международной научно-технической конференции имени Н.Д. Кузнецова. – 2025. – С. 319-321.

7. 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.

### **Патенты**

8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025684864 Российская Федерация. Программа тренажера «Эффективность выполнения производственного заказа»: № 2025683567: заявлено 09.09.2025; опубликовано 18.09.2025 / А. М. Ковалева, А. И. Хаймович; заявитель федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева».