

УДК 004

АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К АВТОМАТИЗАЦИИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Харченко Д.И.

магистрант,

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского,

Калуга, Россия

Васильчиков Н.В.

магистрант,

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского,

Калуга, Россия

Прокофьева О.Н.

к.пед.н., доцент,

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского,

Калуга, Россия

Аннотация.

В условиях цифровой трансформации промышленности анализ требований к автоматизации становится критическим этапом, определяющим успех внедрения автоматизированных систем. Цель исследования – разработка и обоснование методики сбора, классификации и документирования требований к автоматизации производственных процессов. В статье обосновывается актуальность системного анализа требований, формулируются основные группы требований (функциональные, технические, организационные, экономические). Основные результаты: определены этапы анализа требований, предложена структура таблицы для сведения требований, разработан шаблон реестра нормативно-справочной информации (НСИ), а также представлена матрица преимуществ и рисков автоматизации. Значимость работы заключается в возможности применения предложенных инструментов при проектировании

АСУ на промышленных предприятиях, что позволяет снизить риски внедрения и повысить эффективность автоматизации.

Ключевые слова: автоматизация производства, анализ требований, нормативно-справочная информация, АСУ ТП, промышленные предприятия, цифровая трансформация, методы сбора требований, классификация требований, реестр НСИ.

ANALYSIS OF AUTOMATION REQUIREMENTS IN PRODUCTION

Kharchenko D.I.

Undergraduate,

Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky,

Kaluga, Russia

Vasilchikov N.V.

Undergraduate,

Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky,

Kaluga, Russia

Prokofieva O.N.

PhD, Associate Professor

Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky,

Kaluga, Russia

Abstract.

In the context of digital transformation of industry, the analysis of automation requirements becomes a critical stage determining the success of automated systems implementation. The purpose of the study is to develop and substantiate a methodology for collecting, classifying and documenting requirements for production process automation. The article substantiates the relevance of systematic requirements analysis and formulates the main groups of requirements (functional, technical, organizational, economic). The main results: the stages of requirements

analysis are defined, a table structure for summarizing requirements is proposed, a template for the register of reference information is developed, and a matrix of automation advantages and risks is presented. The significance of the work lies in the possibility of applying the proposed tools in the design of automated control systems at industrial enterprises, which allows reducing implementation risks and increasing automation efficiency.

Keywords: production automation, requirements analysis, reference information, industrial control systems, industrial enterprises, digital transformation, requirements gathering methods, requirements classification, reference information register.

Автоматизация производственных процессов становится неотъемлемой частью современной промышленности. В условиях постоянной конкуренции и стремительного развития технологий предприятия вынуждены искать способы оптимизации своей деятельности. Один из ключевых инструментов для улучшения эффективности производства – внедрение автоматизированных систем, которые позволяют ускорить процессы, повысить качество продукции и снизить затраты [1; 2].

Однако, как показывает практика, до 40% проектов по автоматизации не достигают поставленных целей именно из-за некорректно или неполно собранных требований [3]. Анализ требований к автоматизации на производстве является важнейшим шагом перед внедрением новых технологий. Понимание потребностей предприятия, его особенностей и специфики производства помогает определить оптимальное решение для достижения поставленных целей.

Цель исследования – разработать и обосновать методику анализа требований к автоматизации производственных процессов, позволяющую систематизировать и документировать требования для последующего проектирования автоматизированных систем.

Требования к автоматизации на производстве определяются как техническими, так и функциональными аспектами производства. На основе обобщения литературных источников [4; 5; 6] выделены четыре основные группы требований:

1. **Функциональные требования** – описывают, что именно должна делать автоматизированная система (управление оборудованием, контроль параметров, учёт продукции и т.д.).

2. **Технические требования** – определяют аппаратные и программные характеристики системы (производительность, надёжность, совместимость с существующими системами, время отклика).

3. **Организационные требования** – регламентируют взаимодействие персонала с системой, требования к обучению, распределение ролей.

4. **Экономические требования** – включают бюджетные ограничения, ожидаемый срок окупаемости, стоимость владения.

Для успешной автоматизации необходимо также учитывать такие аспекты, как:

- совместимость автоматизированных систем с уже существующими на предприятии;
- надёжность и устойчивость автоматизированных устройств и систем;
- простота использования и обслуживания автоматизированных решений;
- соответствие техническим и экологическим стандартам [7].

На производстве существует множество требований к автоматизации, что требует внимательного анализа и сбора информации. Для этого применяются различные методы, среди которых выделяются:

- анкетирование сотрудников;
- исследование рабочих процессов (наблюдение, хронометраж);
- интервью с ключевыми специалистами;

- анализ предыдущих проектов автоматизации;
- анализ нормативно-справочной информации (НСИ).

Одним из наиболее эффективных методов является сведение требований в таблицу. В такой таблице приводятся описания требуемых функций, основных параметров и характеристик системы, приоритетность задач, а также возможных ограничений. Преимуществом такого подхода является наглядность и систематизация информации, что позволяет лучше понять общие требования и определить ключевые задачи для разработки автоматизированной системы [8].

Для практического применения предложена структура таблицы требований (табл. 1). В ней отражаются основные требования к автоматизации, их приоритетность, оценка важности, а также возможные решения и конкретные шаги для их реализации.

Таблица 1 – Пример свода требований к автоматизации производственного участка

№	Категория требований	Описание требования	Приоритет	Возможное решение
1	Функциональные	Автоматический сбор данных о работе станков с ЧПУ	Высокий	Система SCADA с протоколом OPC UA
2	Технические	Время восстановления после отказа не более 2 часов	Высокий	Резервирование серверов и каналов связи
3	Организационные	Обучение операторов работе с системой за 5 дней	Средний	Разработка видеокурсов и инструкций
4	Экономические	Бюджет внедрения до 5 млн руб., окупаемость 2 года	Высокий	Выбор Open-Source платформы
5	Функциональные	Интеграция с существующей ERP-системой	Средний	Разработка REST API

Источник: составлено авторами

Важным компонентом анализа требований является работа с нормативно-справочной информацией. Для устранения «ничейных зон» и обеспечения единообразия данных необходимо составить реестр НСИ и детальные

требования к каждому элементу. Пример фрагмента реестра НСИ представлен в табл. 2.

Таблица 2 – Фрагмент реестра НСИ для производственного предприятия

Наименование НСИ	Тип	Структура	Основные реквизиты	Источник данных	Связи
Справочник «Номенклатура»	Справочник	Иерархический (4 уровня)	Код, наименование, единица измерения, тип продукции	Отдел главного технолога	Поставщик для «Плана производства»
Справочник «Оборудование»	Справочник	Линейный	Инвентарный номер, модель, дата ввода, цех	Отдел главного механика	Поставщик для «Графика ТО»
Список «Типы операций»	Фиксированный список	—	Код операции, наименование	Технологический отдел	Связи нет

Источник: составлено авторами

При анализе требований к автоматизации необходимо учитывать как основные преимущества, так и потенциальные риски. В табл. 3 представлено наглядное сравнение преимуществ и рисков автоматизации производственной сферы.

Таблица 3 – Преимущества и риски автоматизации производства

Преимущества	Риски
Увеличение производительности труда (на 20–40%)	Высокие затраты на внедрение (до 10–50 млн руб.)
Снижение затрат на рабочую силу (на 15–30%)	Проблемы совместимости с существующими процессами
Повышение качества продукции (снижение брака на 30–50%)	Риски кибератак и отказов систем
Улучшение условий труда сотрудников	Сопrotивление персонала изменениям
Сокращение времени производственного цикла (на 20–60%)	Долгий срок окупаемости при неполной загрузке

Источник: обобщено по данным [1; 3; 9]

При проектировании автоматизированной системы важно детально описать, как будет организован обмен данными с уже существующими на предприятии информационными системами. В табл. 4 приведена структура описания параметров интеграции, которая позволяет зафиксировать все необходимые сведения: от наименования внешней системы до состава передаваемых данных и периодичности обмена.

Таблица 4 – Описание параметров интеграции с внешними информационными системами

Параметр	Описание
Внешняя ИС для обмена данными	Наименование и версия конфигурации, с которой нужно интегрироваться
Тип объекта внешней ИС	Какой объект служит для интеграции (справочник, документ, регистр, бизнес-процесс и т.п.)
Объект внешней ИС	Наименование объекта (конкретный справочник «Номенклатура», документ «Заказ на производство» и т.д.)
Конфигурация/Подсистема интеграции	Наименование и версия внедряемой конфигурации и/или подсистемы, в которой нужно настроить интеграцию
Тип объекта интеграции	Какой объект служит для интеграции в целевой системе
Объект интеграции	Наименование объекта в целевой системе
Направление обмена данными	Из... в... (например, «Из внешней ИС → в целевую АСУ»)
Состав передаваемых данных	Перечень данных (полей, реквизитов, табличных частей)
Место первичной регистрации данных	Наименование конфигурации, в которой данные будут вводиться первично
Способ, периодичность передачи	Механизм и сценарий обеспечения интеграции (веб-сервисы, файловый обмен, прямое соединение с БД; регламент – раз в час, по событию, синхронно и т.п.)

Источник: составлено авторами

Для более полного описания НСИ может использоваться расширенная форма реестра, представленная в табл. 5. Этот реестр позволяет закрепить за каждым справочником ответственного за ведение, определить правила заполнения и связи между различными НСИ, а также указать систему-источник.

Таблица 5 – Расширенный реестр нормативно-справочной информации (НСИ)

Параметр	Описание
Вид НСИ	Список, справочник, классификатор и т.п.
Наименование НСИ	Название НСИ (например, «Номенклатура», «Оборудование», «Контрагенты»)
Принадлежность процессу	Перечень процессов, в которых будет использоваться НСИ
Назначение/Описание	Для чего будет использоваться НСИ (цель применения)
Характеристики	Параметры НСИ, которые должны присутствовать для отбора, группировки и работы с объектом НСИ
Уровни иерархии	Количество и названия уровней иерархии (если НСИ имеет иерархическую структуру)
Правила заполнения, связи с другими НСИ	Описание особенностей заполнения НСИ или связей между несколькими НСИ
Система – источник	Где будет вестись начальная НСИ (в какой ИС первично создаются записи)
Ответственный за ведение НСИ	Должность, ответственная за ведение и актуализацию НСИ

Пример заполнения реестра НСИ для производственного предприятия (фрагмент):

Вид НСИ	Наименование	Принадлежность процессу	Назначение	Характеристики	Уровни иерархии	Правила заполнения, связи	Система – источник	Ответственный
Справочник	Номенклатура	Планирование, закупки, производство, отгрузка	Учёт выпускаемой продукции и материалов	Код, наименование, единица измерения, тип продукции, активен	4 уровня	Связь с «Планом производства» по полю «Код»	Учетная система предприятия	Начальник ПДО
Справочник	Оборудование	Производство, ТО и ремонт	Учёт производственных единиц	Инв. номер, модель, цех, дата ввода	Линейный	Используется в «Графике ТО»	Система ТОиР	Главный механик

Источник: составлено авторами

Результаты

В ходе исследования получены следующие основные результаты:

1. **Классификация требований.** Выделены четыре основные группы требований к автоматизации (функциональные, технические, организационные, экономические), что позволяет структурировать процесс сбора и анализа.

2. **Методический инструментарий.** Предложены конкретные формы для документирования требований: таблица свода требований (табл. 1), реестр НСИ (табл. 2), описание интеграционных взаимодействий (табл. 4) и расширенный реестр НСИ (табл. 5), которые могут быть адаптированы под конкретное предприятие.

3. **Матрица принятия решений.** Разработана таблица преимуществ и рисков автоматизации (табл. 3), позволяющая обоснованно подходить к выбору уровня и масштаба автоматизации.

4. **Практическая значимость.** Предложенные шаблоны могут быть использованы инженерами по автоматизации и IT-архитекторами промышленных предприятий при подготовке технических заданий и проектной документации.

Библиографический список

1. Иванов А.А. Анализ требований при внедрении АСУ промышленных предприятий / А.А. Иванов, П.С. Петров // Автоматизация в промышленности. – 2024. – № 3. – С. 24-31.

2. Ермаков С.В. Методы сбора требований к корпоративным информационным системам / С.В. Ермаков // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2023. – № 2. – С. 45-52.

3. Вершинин В.Е. Методы решения задач календарного планирования производства на малом промышленном предприятии / В.Е. Вершинин, Ю.С. Белов // Электронный журнал: наука, техника и образование. – 2015. – № 4 (4). – С. 63-72. – URL: <http://nto->

journal.ru/uploads/articles/bca61e1cc55ce9496048780e19653b80.pdf (дата обращения: 10.05.2026).

4. Erfanian M. Integration aggregate production planning and maintenance using mixed integer linear programming / M. Erfanian, M. Pirayesh // 2016 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM). – 2016. – P. 927-930.

5. Баланов А.Н. Оптимизация и автоматизация бизнес-процессов : учебное пособие для вузов / А.Н. Баланов. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 628 с. – ISBN 978-5-507-49731-7. – URL: <https://e.lanbook.com/book/430124> (дата обращения: 10.04.2026).

6. Макшанов А.В. Системы поддержки принятия решений : учебное пособие для вузов / А.В. Макшанов, А.Е. Журавлев, Л.Н. Тындыкарь. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 108 с. – ISBN 978-5-8114-8489-8. – URL: <https://e.lanbook.com/book/176903> (дата обращения: 10.04.2026).

7. Ковалев Д.С. Нормативно-справочная информация в АСУ производством: проблемы и решения / Д.С. Ковалев // Управление качеством продукции. – 2025. – № 1. – С. 33-39.

8. Морозов И.В. Табличные методы сбора требований к автоматизированным системам / И.В. Морозов // Прикладная информатика. – 2024. – № 4. – С. 58-65.

9. Григорьев А.П. Риски автоматизации производственных процессов и методы их снижения / А.П. Григорьев, Е.Н. Соколова // Промышленный менеджмент. – 2025. – № 2. – С. 102-110.