

УДК 303.732.4:664

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ И ЗАМЕНЫ ОБОРУДОВАНИЯ НА ЗАВОДЕ ПО ПРОИЗВОДСТВУ CO₂-ЭКСТРАКТОВ

¹Силинская С.М., ¹Нарыжная Н.Ю., ²Касьянов Г.И.¹Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Краснодарский филиал,
Краснодар, e-mail: silinskaya1@mail.ru;²Кубанский государственный технологический университет, Краснодар

Статья посвящена использованию средств системного анализа для управления процессом совершенствования технологических систем экстракционного предприятия. Рассмотрены вопросы получения экстрактов с помощью жидкого и сверхкритического, флюидного диоксида углерода. Авторами предложены технические решения по выявлению узких мест, позволяющие усовершенствовать имеющиеся на заводе по производству экстрактов производственное оборудование и дистанционно корректировать ход технологического процесса. Экспериментальной базой для апробации предлагаемой авторами системы оперативного управления производством выбран завод по производству CO₂-экстрактов из растительного сырья, принадлежащий ООО «Компания Караван». К результатам исследования относится достижение конкурентных преимуществ в производстве и реализации экстрактов из пряно-ароматического растительного сырья за счет оптимального управления производственными процессами с позиций системного анализа. Проблема совершенствования установленного на предприятии морально устаревшего технологического оборудования решается с помощью приобретения, освоения и внедрения объектов интеллектуальной собственности. Задачи переоснащения основных участков экстракционного оборудования потребовали повышения информационных требований ко всем звеньям управленческого аппарата. Информационная поддержка сотрудников всех уровней управления производством обеспечивается методами системного подхода и методологией получения оперативной достоверной информации о ходе всех этапов технологического процесса. Математическая модель системного анализа действующего экстракционного предприятия состоит из этапов создания проекта целевой концепции, перспектив развития предприятия и реализации готовой продукции в обособленной нише рынка. Эти фазы не проходят жестко, а рассматриваются как итерационный процесс с обратной связью и проверкой взаимодействий. Системный анализ инновационной деятельности завода базируется на четырех факторах: стратегии и дорожной карты, модели управления и компетенции сотрудников.

Ключевые слова: системный подход, производственные процессы, информационная база данных, экстракционные технологии

SYSTEM ANALYSIS OF MANAGEMENT OF PROCESS OF IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY AND REPLACEMENT OF EQUIPMENT AT THE MANUFACTURING PLANT CO₂-EXTRACTS

¹Silinskaya S.M., ¹Naryzhnaya N.Yu., ²Kasyanov G.I.¹Financial University under the Government of the Russian Federation, Krasnodar branch,
Krasnodar, e-mail: silinskaya1@mail.ru;²Kuban State Technological University, Krasnodar

The article is devoted to the use of system analysis tools to control the process of improving the technological systems of the extraction enterprise. The problems of obtaining extracts using liquid and supercritical, fluid carbon dioxide are considered. The authors propose technical solutions to identify bottlenecks, allowing to improve the production equipment available at the plant for the production of extracts and remotely adjust the course of the technological process. The plant for the production of CO₂ extracts from plant raw materials, owned by LLC «Company Karavan», was chosen as an experimental base for testing the proposed system of operational production management. The results of the study include the achievement of competitive advantages in the production and sale of extracts from spicy and aromatic plant raw materials through optimal management of production processes from the standpoint of system analysis. The problem of improvement of the morally outdated technological equipment installed at the enterprise is solved by means of acquisition, development and introduction of intellectual property objects. The tasks of re-equipment of the main sections of the extraction equipment required an increase in information requirements for all levels of the administrative apparatus. Information support of employees at all levels of production management is provided by the methods of a systematic approach and methodology for obtaining timely reliable information about the progress of all stages of the process. The mathematical model of the system analysis of the operating extraction enterprise consists of stages of creation of the project of the target concept, prospects of development of the enterprise and realization of finished goods in the separate niche of the market. These phases do not pass rigidly, but are considered as an iterative process with feedback and verification of interactions. The system analysis of innovative activity of the plant is based on four factors: strategy and road map, management model and competence of employees.

Keywords: system approach, production processes, information database, extraction technologies

Управление перерабатывающим предприятием заключается в принятии решений, связанных с производственными процессами, что в результате производится

пищевой продукт или пищевая добавка согласно спецификации, в востребованном количестве и при минимальных затратах. Управление производством включает также

принятие решений относительно качества, количества и затрат на производство.

Несмотря на общую схему управления производством, все различия имеют один и тот же универсальный мотив – освоить ключевые факторы успешного бизнеса (стоимость, качество, продолжительность, изобретательство). Действующие в стране экстракционные предприятия, использующие в качестве растворителя жидкий диоксид углерода, требуют масштабной реконструкции и технического перевооружения. Актуальность выполненного исследования подтверждается тем обстоятельством, что современное экстракционное производство должно работать в непрерывном трехсменном режиме и иметь для этого достаточный запас растворителя и растительного сырья.

К объектам исследования настоящей работы относятся использование механизма системного анализа для контроля и совершенствованию деятельности экстракционного предприятия. Предметом исследований является применение элементов системного анализа для управления процессом производства CO_2 -экстрактов и модернизации оборудования на экстракционном заводе.

Развитие инновационной деятельности поможет предприятию справиться с проблемами технико-технологического обновления и переходу на новый научно-технический уровень производства. Такая техническая политика позволяет использовать новые решения в области науки, техники и технологии.

В работах М.С. Агафоновой и соавторов даны предложения по совершенствованию и стабилизации экономической деятельности предприятия [1, 2]. Авторы предлагают применить для совершенствования производственных процессов механизмы экономического стимулирования. Как отмечают Л.С. Звягин, М.Н. Ивлиев и В.Н. Лиманская, исследование технических объектов предприятия должно основываться на методике экспертных систем [3, 4]. Эффективное моделирование процессов экстракционного предприятия и управление качеством экстрактов возможно с использованием теории системного анализа [5–7]. Ряд авторов рассматривают вопросы математического моделирования качества продукции в зависимости от скорости массопереноса в используемом оборудовании [8–10].

Специалисты Воронежского государственного университета инженерных технологий анализируют специфику российского менеджмента с позиций развития агропромышленного комплекса [11, 12]. Ав-

торы Daneshjo Naqib, Cristian Dan Stratyinski и Mohamed Ali M. из Словакии связывают вопросы управления производством с позиций эффективности бизнеса, при оптимальном использовании мощностей предприятия, оперативному принятию решений по качеству, количеству и затратам на выпуск продукции [13].

Таким образом, краткий обзор научнотехнической литературы по изучаемой проблеме показал сложность и многообразие задач системного анализа по управлению процессом совершенствования технологии и оборудования на предприятиях по переработке сельскохозяйственного сырья.

Цель исследования: использование возможностей системного анализа для управления процессом совершенствования технологии и замены оборудования на заводе по производству CO_2 -экстрактов.

Материалы и методы исследования

В организационную структуру экстракционного завода, кроме основного предприятия, входят подготовительные участки предприятия и отделение готовой продукции. Система управления может динамично изменяться и способна к адаптации изменяющихся условий внешней и внутренней среды.

Результаты исследования и их обсуждение

Исследуемой компанией является частный завод по производству CO_2 -экстрактов из растительного сырья, принадлежащий ООО «Компания Караван» и расположенный в поселке Белозерный г. Краснодара [5]. Предложенные нами ранее целевые и упрощенные бизнес-модели предприятия действуют в рамках системного анализа с помощью определенных методов моделирования [6]. Созданная модель считается частью информационной системы с представлением всей необходимой информации для организации и разработки систем приложений.

Для этого процесса в контексте экономической информатики имеются типы моделей, которые определяют конкретные соглашения по моделируемым специальным элементам и их взаимосвязи по моделированию определенных режимов обработки сырья и рецептур продуктов. Таким образом, с помощью отдельных модельных видов могут быть документированы события и их последствия, потоки управления или связи между видами деятельности. При моделировании сначала используются полужормальные методы описания с низким и средним уровнем детализации. Затем они преобразуются в формализованные модели, которые затем являются отправной точкой для технических концепций внедрения.



Рис. 1. Этапы системного анализа

Модель процедур анализа системы

В процессе системного анализа на основе бизнес-проблем на основе фактических моделей и другой информации об экстракционном заводе, регистрируется и анализируется фактическое состояние компании, и из него создается специализированная концепция в смысле предложения об интервенции и, при необходимости, указывается через (целевые) модели. Для такого процесса системного анализа мы использовали методическую модель системного анализа, с хронологическим и логическим порядком задач. Она содержит информацию о целях отдельных видов деятельности и применяемых методах. При этом системный анализ на предприятии организуется и проводится как проект.

Методическая модель системного анализа состоит из этапов создания проекта целевой концепции, развития предприятия и реализации готовых экстрактов. Эти фазы не проходят жестко, а рассматриваются как итерационный процесс с обратной связью и проверкой взаимодействий. Эвристический подход, в отличие от аналитических методов решения, предполагает плановые эксперименты, с целью нахождения более благоприятного решения рассматриваемой проблемы.

В системном анализе нужны модели для документирования текущего состояния и возможных изменений хода технологического процесса и анализа востребованности выпускаемой продукции.

Первый этап процедуры – создание проекта, включает в себя все действия по инициализации проекта. Основной задачей этого этапа является анализ цели, разграни-

чение изучаемой системы, планирование проекта относительно необходимых ресурсов, затрат и результатов, а также рассмотрение нормативных документов.

Второй этап системного анализа состоит из просмотра фактической документации и анализа потенциалов, который включает в себя количественный и качественный учет фактического состояния разграниченной системы с учетом цели исследования.

На рис. 1 показаны этапы системного анализа, разграниченные с учетом цели исследования.

Задачи исследования направлены на учет целей, структур, элементов, формальных и неформальных процессов, рабочих процессов, деятельности, потребностей в информации, тенденций в области развития и требований к системе в соответствии с целевым положением системного анализа. При этом, как правило, используется метод инвентаризации (изучение существующих документов), метод интервью, метод анкетирования или метод отчетности.

Развитие экстракционного предприятия, с позиций системного анализа методически относится к оперативной коррекции плана управления изменениями.

На таком наукоемком предприятии, как завод по производству CO₂-экстрактов, многое зависит от слаженной работы управляющего и обслуживающего персонала.

Основными обязанностями управленческого аппарата экстракционного предприятия является мобилизация сотрудников на выполнение плановых заданий. Фактическая документация в методической модели системного анализа основана на написании для фиксации и формализации собранного фактического состояния деятельности экс-

тракционного завода за прошедший период. Несмотря на то, что регистрация должна обеспечивать объективный взгляд на компанию, фактическая документация, тем не менее, оказывает влияние на нее, что в зависимости от выбранной цели исследования различные методы обследования лучше или хуже подходят для сбора необходимой информации. Нецелесообразно, на наш взгляд, выполнять запись в реальном времени, зафиксированную уязвимостью, так как в этом случае не происходит беспристрастной записи в систему.

В ходе анализа потенциала собранные факты критически анализируются с целью выявления и обоснования потенциалов. Они классифицируются в организационные, информационные, технические и другие потенциалы.

На следующем этапе определяется одна или несколько альтернативных концепций, которые должны улучшить выявленное реальное состояние и устранить выявленный потенциал. Основным направлением этого этапа является проектирование или планирование мероприятий, начатых в фазе реализации и в фазе внедрения на предприятии. Меры подразделяются на организационные, технические и мотивации действий. На этапе реализации сначала принимается решение между собственной разработкой или внедрением патентов на изобретения и стандартного программного обеспечения. Для разработки программного обеспечения используются специальные методы разработки программного обеспечения, в зависимости от объема, в том числе в рамках собственного проекта разработки программного обеспечения. После реализации изменений системный анализ будет завершен. По возможности, через некоторое время следует проверить, действительно ли введенные изменения были приняты на практике. Это также выгодно, если сотрудники могут дать дальнейшие предложения по улучшению из повседневной работы. Это может привести к дальнейшему постоянному совершенствованию или, при необходимости, к повторному анализу системы.

Проанализируем состояние технической базы Краснодарского завода по производству CO_2 -экстрактов. Основным видом оборудования на этом предприятии являются экстракционные установки, где в качестве растворителя используется диоксид углерода в докритическом состоянии ($t_{\text{крит.}} \leq 31,1^\circ\text{C}$ и давление $P_{\text{крит.}} \leq 7,3$ МПа).

На рис. 2 показана последовательность соединения устройств в схеме экстракционной установки.

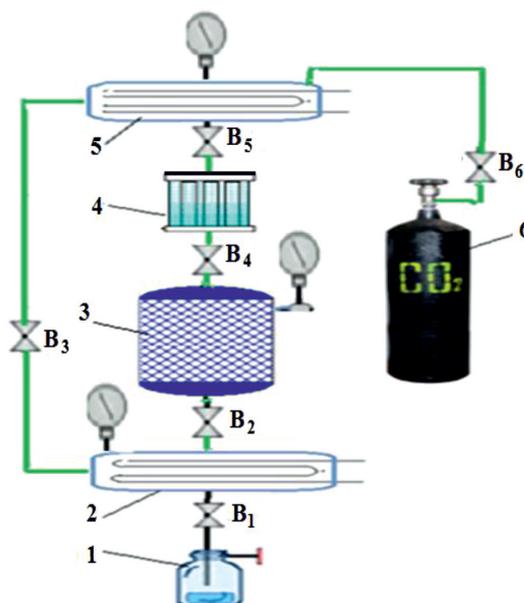


Рис. 2. Поточная схема CO_2 -экстракционной установки: 1 – приемная емкость для экстракта, 2 – теплообменник-испаритель, 3 – экстрактор, 4 – емкость для жидкого растворителя, 5 – теплообменник-конденсатор, 6 – баллон с CO_2 , B_1 – B_6 – вентили

Это наиболее технологичный вид оборудования для производства экстрактов при температуре 18 – 26°C и давлении до $6,4$... $6,7$ МПа.

Переход на освоение высоких технологий связан с извлечением ценных компонентов из растительного сырья в сверхкритическом режиме, при котором появляется возможность извлекать из сырья большее количество экстрактивных веществ. Для обучения персонала завода новым технологическим приемам авторы участвовали в программе их переподготовки. На рис. 3 приведена схема для сверхкритического экстрагирования компонентов из сырья.

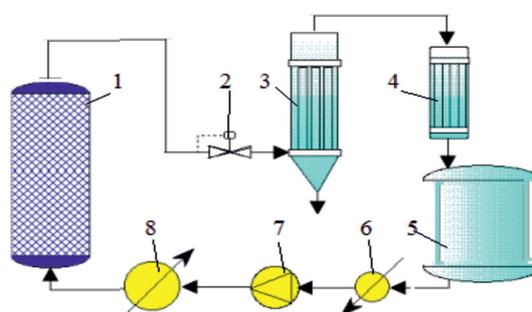


Рис. 3. Схема установки для сверхкритического экстрагирования: 1 – экстрактор, 2 – редуктор, 3 – сепаратор, 4 – конденсатор, 5 – сборник диоксида углерода, 6, 8 – теплообменники, 7 – насос высокого давления

Предложения по совершенствованию управления экстракционным производством с позиций системного анализа

Вид предложения	Конечный результат
Определить стратегическую цель предприятия	Модернизировать управление и технологическую базу предприятия
Сформулировать перечень стратегических задач	Стратегия дорожной карты предприятия. Совершенствование модели управления экстракционным производством. Повышение уровня компетентности управленческого и обслуживающего персонала
Перечислить этапы технического переоснащения экстракционного предприятия	– Анализ текущего состояния техники производства; – текущее состояние технологии производства; – управленческие решения по технологическому обновлению завода; – анализ эффективности выбранных решений; – коррекция этапов стратегии в зависимости от конъюнктуры рынка
Эффективность технического переоснащения экстракционного предприятия	Оптимизация оперативного управления производством с использованием дорожной картирования; Автоматизация производственных процессов; Повышение выхода готовой продукции в 1,7–2,0 раза

Из данных рис. 3 следует, что благодаря изменению коммуникационных схем, возможно осуществить переход на выпуск сверхкритических экстрактов, позволяющих повысить выпуск продукции в 1,7–2,0 раза.

Процессы совмещенной до- и сверхкритической экстракции могут использоваться для получения ценных компонентов из широкого круга сельскохозяйственного сырья.

Системные мероприятия по совершенствованию управления экстракционным производством приведены в таблице.

Главным преимуществом CO_2 -экстракции является возможность эффективно разделять жидкие гомогенные смеси. Полученные экстракты должны отвечать требованиям безопасности ТР ТС. Для гарантированного выпуска высококачественных экстрактов было необходимо усовершенствовать производственно-техническую базу экстракционного завода и повысить технический уровень производства.

В переданных на производство рекомендациях предусмотрено повышение производительности труда, снижение техногенной нагрузки на окружающую среду и повышение качества готовой продукции за счет разработки стандартов предприятия и модернизации экстракционного оборудования. Эффективность технологических систем предприятия, инженерно-административный менеджмент, качество и спрос экстрактов на рынке относятся к главным критериям эффективности производства.

Научная новизна предлагаемых авторами решений для реформирования экстракционного завода ООО «Компания Караван» заключается в переходе на комбинированный способ извлечения веществ из

сырья способами до- и сверхкритической экстракции. В результате выполнения теоретических и экспериментальных исследований установлено, что последовательное, препаративное извлечение из сырья сначала липофильных, а затем гидрофильных соединений позволяет существенно повысить эффективность переработки сырья и получать высококачественные в фармакологии и пищевой отрасли экстракты с повышенным содержанием каротиноидов и флавоноидов.

В конечном итоге технологию управления экстракционным предприятием можно охарактеризовать совокупностью процессов выбора, принятия и выполнения процессов, в которых присутствуют информационные, вычислительные, организационные и логические операции.

Выводы

К результатам исследования относится возможность достижения и поддержания конкурентных преимуществ в качественном составе CO_2 -экстрактов из пряно-ароматического сырья, полученных на модернизированной экстракционной установке завода ООО «Компания Караван». Внедрение комплекса инновационных предложений потребовало от обслуживающего персонала профессиональных знаний и навыков, а также разработки адекватной информационной системы, связанной с качественной поддержкой объектов интеллектуальной собственности. Конкурентоспособность экстракционного завода рассматривается в статье как отражение стратегий, принятых в качестве средства адаптации к отечественным и зарубежным стандартам, по

которым предприятие осуществляло свою деятельность. С участием авторов разработана конкурентоспособная стратегия и создана соответствующая внутренняя структура завода по производству CO₂-экстрактов, позволяющая получать продукцию высокого качества. Важным специфическим аспектом для управления качеством экстрактов является использование диоксида углерода в до или сверхкритическом состоянии в качестве растворителя. Системный подход к управлению экстракционным производством проходит через постоянный поиск новых инструментов и систем обучения персонала завода новым технологическим приемам, которые улучшают качество процессов и услуг. Успешная реализация инновационной деятельности завода базируется на четырех факторах: стратегии и дорожной карты, модели управления и компетенции сотрудников.

Список литературы

1. Агафонова М.С., Торба Е.К., Морозова В.В. Совершенствование производственного процесса на предприятии // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2017. Т. 2. С. 447–450. [Электронный ресурс]. URL: <http://e-koncept.ru/2017/570088.htm> (дата обращения: 20.02.2019).
2. Агафонова М.С., Турищева Е.С. Механизм устойчивого развития экономики предприятия и его стабилизация // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2016. Т. 2. С. 421–425. [Электронный ресурс]. URL: <http://e-koncept.ru/2016/46099> (дата обращения: 20.02.2019).
3. Звягин Л.С. Системный анализ как новое направление исследования процессов управления // Молодой ученый. 2014. № 3. С. 420–424. [Электронный ресурс]. URL <https://moluch.ru/archive/62/9628/> (дата обращения: 20.02.2019).
4. Ивлиев М.Н., Лиманская В.Н. Перспективы использования методов теории экспертных систем при анализе технических объектов // Системный анализ и моделирование процессов управления качеством в инновационном развитии агропромышленного комплекса: матер. Междунаучно-практ. конф. (г. Воронеж, 08–09 апреля 2015 г.). Воронеж, 2015. С. 45–46.
5. Касьянов Г.И., Мишкевич Э.Ю. Особенности экстракции ценных компонентов из эфиромасличного сырья сжиженным и сжатым диоксидом углерода // Научные труды КубГТУ. 2019. № 1. 8 с.
6. Силинская С.М., Нарыжная Н.Ю., Ткаченко В.В. Методы и средства оценки эффективности технического оснащения системы CO₂-экстракции растительного сырья // Электронный журнал КубГАУ. 2017. 11 с.
7. Farid Chemat, Maryline Abert Vian, Giancarlo Cravotto Green Extraction of Natural Products: Concept and Principles. Int. J. Mol. Sci. 2012. № 13 (7). P. 8615–8627. DOI: 10.3390/ijms13078615.
8. Куцова А.Е., Глотова И.А., Сергиенко И.С. Математическое моделирование в прогнозировании изменения качества биологически активных продуктов // Системный анализ и моделирование процессов управления качеством в инновационном развитии агропромышленного комплекса: матер. междунаучно-практ. конф. (г. Воронеж, 08–09 апреля 2015 г.). Воронеж, 2015. С. 114–118.
9. Соловьева М.Х. Методы эффективного управления процессом замены оборудования предприятия: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.01. Москва, 2008. 24 с.
10. Шавалеев Р.Р., Елизаров В.В., Елизаров Д.В. Математическое моделирование стационарного массопереноса в насадочных аппаратах // Вестник Казанского технологического университета. 2017. Т. 20. № 5. С. 109–111.
11. Юшкина А.В., Квашнин Б.Н. Реализация концепции постоянного улучшения // Системный анализ и моделирование процессов управления качеством в инновационном развитии агропромышленного комплекса: матер. междунаучно-практ. конф. (г. Воронеж, 08–09 апреля 2015 г.). Воронеж, 2015. С. 61–66.
12. Лихачева Т.Г., Агафонова М.С., Родионова Н.С. Специфика российского менеджмента // Международный студенческий научный вестник. 2015. № 4–2. С. 214–215.
13. Daneshjo Naqib Cristian Dan Stratyinski Mohamed Ali M. Eldojali: Business logistics. In: International journal of interdisciplinarity in theory and practice (itpb). 2013. № 2.