

МНОГОУРОВНЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИМ ПРОИЗВОДСТВОМ. ТРЕБОВАНИЯ К ЗАДАЧАМ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проблема автоматизации систем управления предприятием особенно актуальна для крупных нефтеперерабатывающих производств. Однако построение системы оптимального управления нефтеперерабатывающим заводом на базе его интегральной модели оказывается практически невозможным из-за огромной размерности последней и необходимости учета возмущений, характеризующихся высокой степенью неопределенности и частотой изменения. Поэтому одним из важных принципов, которым в настоящее время руководствуются при построении интегрированных автоматизированных систем управления предприятием, является принцип иерархичности. В данной статье определены требования к задачам исследования для реализации теоретических разработок в виде математического обеспечения многоуровневых интегрированных систем управления нефтеперерабатывающим производством.

Ключевые слова: нефтеперерабатывающее производство, многоуровневая интегрированная система управления, автоматизированные системы управления предприятием, оптимизация процессов производства.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Омской области в рамках научного проекта № 18-41-550003.

Введение. В последние двадцать лет в России проводятся исследования, в которых рассматриваются вопросы совершенствования методов планирования и управления в вертикально интегрированных нефтяных компаниях [1–4].

Но не менее актуальным и востребованным на практике является вопрос построения единого информационного пространства предприятия, начиная от уровня планирования и управления предприятием в целом, до уровня управления технологическим процессом. Для решения данной проблемы необходимо создание интегрированной автоматизированной системы управления предприятием [5–7].

В публикациях приводятся различные варианты решений интеграции автоматизированных систем на различных уровнях управления [8–11]. При этом функции управления, охватывающие различные виды деятельности управляемого объекта, должны обеспечить согласованное поведение всех элементов системы, исходя из ее глобальной цели функционирования.

Согласно принципу иерархичности, система автоматизации процессов управления на нефтеперерабатывающем заводе (НПЗ) должна строиться как многоуровневая система, по уровням которой разделены процессы управления:

- организационно-экономическое управление;
- оперативно-календарное управление;
- диспетчерское управление;
- управление технологическим процессом.

Задающие воздействия организационно-экономического управления связаны с выработкой стратегических и тактических целей производства и обычно представляются в форме обобщенных технико-экономических показателей и объемов внешних для предприятия входных и выходных потоков. Таким образом, организационно-экономическое управление задает фазовую траекторию объекта и в этой связи, являясь директивной по отношению к задачам технологического управления, не определяет управляющих воздействий, которые будут поддерживать объект на заданной траектории или, при необходимости, корректировать ее в условиях действия на объект возмущающих воздействий. Оперативное управление основным производством выполняет функции поддержания объекта на фазовой траектории и представляет собой совокупность информационных процессов по выработке управляющих воздействий, обеспечивающих эффективное достижение заданных плановых показателей в установленные сроки. Так как каждая подсистема оптимизирует свою функцию цели, то их деятельность в совокупности не обязательно будет

направлена на достижение глобальной цели функционирования системы. Для достижения необходимого согласованного поведения подсистем, исходя из глобальной цели системы, действия локальных систем управления необходимо координировать. Применительно к интегрированным системам управления предприятием наибольшее развитие получил принцип двухуровневой координации, аналитические методы реализации которого позволяют распространить двухуровневую иерархию управления на любое число уровней.

Таким образом, многоуровневая иерархическая структура интегрированных систем управления предприятиями, в основе которой лежит, прежде всего, декомпозиция системы управления по организационному признаку с выделением подсистем управления отдельными агрегатами, установками, производствами, выделяет в качестве основной задачи оперативного управления предприятием задачу оптимальной координации работы основных производственных элементов.

Чтобы обеспечить практическую значимость дальнейших исследований принципа двухуровневой координации для повышения эффективности нефтеперерабатывающего производства в многоуровневых системах, акцент в нашей работе сделан на следующем:

— моделирование и оптимизация процессов на уровне диспетчерского управления производством, включая функции интеграции с вышестоящим уровнем (оперативно-календарное управление) и с нижестоящим уровнем (управление технологическим процессом);

— разработка программного обеспечения системы управления в качестве прототипа автоматизированной системы диспетчерского управления, внедренной на реальном объекте — Омском НПЗ.

Выбранный подход требует реализации полного цикла разработки программного продукта для внедрения и апробации результатов исследования:

а) обследование объекта — технологического процесса нефтепереработки — для построения модели производства;

б) обследование объекта — процесса оперативного управления нефтепереработкой — с целью наиболее точного исполнения бизнес-требований (анализ бизнес-процессов);

в) решение задач научного исследования в части разработки математических моделей для оптимизации диспетчерского управления.

г) разработка архитектуры программного обеспечения (ПО):

- определение концепции будущего ПО;
- изучение аналогичных решений, существующих на рынке;
- проектирование и прототипирование;
- разработка, внедрение и сопровождение (на период опытной эксплуатации).

В данной статье определим нижеследующие требования к задачам исследования.

Требования к постановке задачи моделирования производства. Разработка и внедрение оптимизационных задач управления на реальном производстве вообще и в нефтяной отрасли в частности, ставит перед разработчиком следующие три основных взаимосвязанных принципа:

— определение степени агрегирования модели управления и ее основных структурных блоков. Требуемая точность принятия решений на за-

данном горизонте управления определяет степень агрегирования модели (задача по определению значимого технологического оборудования и ограничений);

— определение способа актуализации модели и представления оптимального решения. Способ актуализации модели для достижения требуемой точности определяет состав информационных подсистем. При этом возможности информационной поддержки модели определяются существующей на предприятии технической базой для сбора, обработки и представления информации;

— выбор стратегии реализации серии прототипов моделей и информационной поддержки моделей в процессе их внедрения на предприятии. Стратегия реализации поставленной задачи — это поиск эффективного соотношения между требуемой точностью, степенью агрегирования модели и объемом информационной поддержки. То есть процесс внедрения требует разработки серии прототипов, а сам процесс становится итерационным (итерационный подход по гибкой модели разработки Agile).

Степень агрегирования модели должна наиболее полно отражать особенности поведения производства, принципиальные для целей принятия решений на требуемый горизонт. Способ актуализации модели, должен позволить за допустимый интервал времени собрать необходимые исходные данные с учетом их достоверности, скорректировать модель для проведения последующих вариантов расчета. Уровень квалификации специалистов предприятия, эксплуатирующих систему и модель, должен обеспечивать их способность интерпретировать результаты расчета плана и отклонения от факта для принятия правильных управленческих решений.

Важным фактором, необходимым для успешного решения поставленных задач, является возможность интеграции систем управления в информационное окружение предприятия.

Требования к постановке задачи бизнес-анализа диспетчерского управления. Как было показано выше, сбор и анализ требований с последующим проектированием системы должен выполняться в рамках итерационного подхода, описанных в PMBOK (PMI) [12], Software Requirements Book (Microsoft) [13]. Однако для разработки прототипа на основе решения теоретических задач и практической реализации на реальном объекте — Омском НПЗ — этот подход должен быть более узким и с конкретным набором методик, инструментов и средств. Исходя из этого были определены следующие ключевые элементы бизнес-анализа многоуровневого процесса управления производством:

- предметная область — производственный процесс НПЗ;
- объектная модель;
- модель данных;
- математическая модель;
- варианты использования;
- прототипы экранных форм.

Бизнес-анализ будет обеспечиваться постоянной работой по трем направлениям:

- организация процесса бизнес-анализа;
- применение отраслевых методик бизнес-анализа;
- анализ, выбор и применение различных инструментов и средств бизнес-анализа.

Перечень выбранных методик, инструментов и средств решения задачи по бизнес-анализу представлен в табл. 1.

Перечень выбранных методик, инструментов и средств бизнес-анализа

Организация разработки	Методики реализации	Инструменты и средства
— применение отраслевых практик (Scrum)	— метод проектирования, управляемый атрибутами качества (ADD); — анализ бизнес-правил; — диаграммы потоков данных; — моделирование данных; — анализ принятия решений; — метрики и ключевые показатели производительности; — моделирование процессов; — сценарии использования	— инструменты описания бизнес-процесса: draw.io, UML.me; — нотация описания бизнес-процесса: EPC

Таблица 2

Перечень выбранных методик, инструментов и средств разработки ПО

Организация разработки	Методики реализации	Инструменты и средства
— применение отраслевых практик (Task Board, Daily PPP, Code review, Pull Requests, Scrum); — использование и сопровождение рабочей среды (Microsoft Team Foundation Server, DVCS, CI, CD)	— применение объектно-ориентированного и функционального языков программирования; — использование реляционных и графовых баз данных; — использование шаблонов проектирования (DI, MVVM, SOLID); — реализация юнит-тестов; — применение компонентной многослойной архитектуры (DAL, SL, PL)	— Microsoft Stack & Tools (.NET Framework, EF Core, WPF, WCF, ASP.NET Core, Windows Server); — Microsoft P&P Enterprise Library (+ Unity IoC Container, Prism MVVM Framework); — СУБД: MS SQL; — IDE: Visual Studio; — языки программирования: C#, SQL

Требования к методам математического моделирования для оптимизации диспетчерского управления.

К математическим моделям (ММ) предъявляются требования универсальности, адекватности, точности и экономичности:

— степень универсальности ММ характеризует полноту отображения в модели свойств реального объекта;

— точность ММ оценивается степенью совпадения значений параметров реального объекта и значений тех же параметров, рассчитанных с помощью оцениваемой ММ;

— адекватность ММ — способность отображать заданные свойства объекта с погрешностью не выше заданной;

— экономичность ММ характеризуется затратами вычислительных ресурсов (затратами машинного времени T_m и памяти P_m) на ее реализацию (чем меньше T_m и P_m , тем модель экономичнее).

Требования обеспечения точности, степени универсальности, широкой области адекватности, с одной стороны, и высокой экономичности, с другой стороны, противоречивы. Наилучшее компромиссное удовлетворение этих противоречивых требований зависит от особенностей решаемых задач, иерархического уровня и аспекта проектирования.

Это обстоятельство обуславливает применение широкого спектра математических моделей и выбор численных методов решения модели. А сам процесс разработки математического обеспечения прототипа также становится итерационным (итерационный подход по гибкой модели разработки Agile).

Требования к разработке программной архитектуры прототипа автоматизированной системы. Архитектура программного обеспечения представляет собой совокупность важнейших решений об организации программного продукта системы и включает в себя:

— структурные элементы и их интерфейсы;
— соединения элементов во всё более крупные системы;

— архитектурный стиль, который определяет способ организации элементов и их соединений.

С учетом поставленных в данной работе концептуальных требований к программному обеспечению прототипа системы из всего комплекса работ по разработке программной архитектуры мы выделили следующие работы:

— разработка функциональной структуры системы;

— разработка объектной модели и потоков данных;

— разработка структуры программного обеспечения;

— разработка жизненного цикла компонентов системы;

— разработка структуры компонентов и интерфейсов взаимодействия между ними и внешними системами;

— разработка аспекта развертывания системы по физическим серверам, используемым в разработке, тестировании и эксплуатации;

— выбор технологий, инструментов и языков для реализации компонентов систем;

— разработка модели данных, решений хранения, аудита данных и обеспечения информационной безопасности.

Исходя из этого были определены следующие ключевые элементы программного обеспечения прототипа системы:

- объектная модель;
- доменные сервисы;
- сетевые сервисы;
- пользовательский интерфейс.

Разработка ПО будет обеспечиваться постоянной работой по трем направлениям:

- организация процесса разработки программного продукта;
- применение отраслевых методик реализации ПО;
- анализ, выбор и применение различных инструментов и средств создания ПО.

Перечень выбранных методик, инструментов и средств решения задачи по разработке ПО приведены в табл. 2.

Заключение. Для объекта исследования — многоуровневой системы управления нефтеперерабатывающим производством — определены следующие группы задач и требования к ним:

а) разработка модели товарного производства НПЗ требуемой степени агрегации, которая определяется в совокупности тройки показателей: степень агрегирования; текущее информационное обеспечение; требуемая точность. Это потребует разработки серии прототипов модели производства;

б) разработка организационной модели диспетчерского управления с интеграционными связями с вышестоящим уровнем (оперативно-календарное управление) и с нижестоящим уровнем (управление технологическим процессом);

в) разработка математической модели оптимального диспетчерского управления, к которой предъявлены требования универсальности, адекватности, точности и экономичности;

г) разработка программного обеспечения прототипа автоматизированной системы диспетчерского управления в объеме комплекса работ по программной архитектуре, необходимого для опытной эксплуатации полученных решений на Омском НПЗ.

Библиографический список

1. Соркин Л. Р., Карибский А. В., Шестаков Н. В. Современные методы управления в вертикально интегрированных нефтяных компаниях // Нефть России. 1999. № 3. С. 29–34.
2. Андреев А. Ф., Зубарева В. Д. Имитационное моделирование воспроизводственных процессов в нефтегазовой промышленности // Нефть, газ и бизнес. 2000. № 2. С. 52–55.
3. Артемьев С. Б., Соркин Л. Р., Хохлов А. С. Декомпозиция задачи текущего планирования в вертикально интегрированных нефтяных компаниях // Проблемы прогнозирования. 2001. № 2. С. 142–146.
4. Саркисов А. С. Технология стратегического управления на предприятиях нефтегазовой промышленности // Нефть, газ и бизнес. 2002. № 2. С. 40–45.
5. Яковис Л. М. Многоуровневое управление производством (состояние, проблемы, перспективы) // Автоматизация в промышленности. 2009. № 9. С. 15–22.
6. Яковис Л. М. От единого информационного пространства к единому пространству управления производством // Автоматизация в промышленности. 2013. № 1. С. 20–26.
7. Яковис Л. М. Повышение интеллектуального уровня систем управления производством — проблемы и перспективы //

XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014, Москва, 16–19 июля 2014 г.: сб. тр. М.: Ин-т проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, 2014. С. 4380–4391. ISBN 978-5-91450-151-5.

8. Ефитов Г. Л., Соркин Л. Р., Хоботов Е. Н. [и др.]. Опыт оптимизации текущего и оперативного планирования на российских нефтеперерабатывающих заводах с использованием программных продуктов корпорации Хоневелл // Автоматизация в промышленности. 2004. № 11. С. 6–15.

9. Мусаев А. А., Шерстюк Ю. М. Автоматизация диспетчеризации производственных процессов промышленных предприятий // Автоматизация в промышленности. 2003. № 9. С. 36–43.

10. Мусаев А. А., Шерстюк Ю. М. Интеграция автоматизированных систем управления крупных промышленных предприятий: принципы, проблемы, решения // Автоматизация в промышленности. 2003. № 10. С. 40–45.

11. Кизина И. Д. Программы и решения ОАО «Нефтеавтоматика» для построения автоматизированной системы управления производством // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. 2012. № 4. С. 7–18.

12. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство РМВОК). Project Management Institute Inc., 2013. 586 p. ISBN 978-1-62825-008-4.

13. Withall St. Software Requirement Patterns. Redmond, Washington: Microsoft Press, 2014. 367 p.

ЗЫКИНА Анна Владимировна, доктор физико-математических наук, профессор (Россия), заведующая кафедрой «Прикладная математика и фундаментальная информатика» Омского государственного технического университета (ОмГТУ). SPIN-код: 3748-4137

AuthorID (РИНЦ): 607193

ORCID: 0000-0001-9697-8342

AuthorID (SCOPUS): 6507354406

ResearcherID: H-8030-2013

Адрес для переписки: avzykina@mail.ru

САВЕЛЬЕВ Михаил Юрьевич, кандидат технических наук, доцент (Россия), доцент кафедры «Прикладная математика и фундаментальная информатика» ОмГТУ; руководитель направления «Управление систем операционной деятельности» ООО «Автоматика-сервис», г. Омск.

ORCID: 0000-0002-5266-3290

Адрес для переписки: savelev.myu@gazprom-neft.ru

ФИНК Татьяна Юрьевна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Прикладная математика и фундаментальная информатика» ОмГТУ. SPIN-код: 5946-3651

AuthorID (РИНЦ): 131900

ORCID: 0000-0002-9736-9626

Адрес для переписки: tatyanafink@yandex.ru

Для цитирования

Зыкина А. В., Савельев М. Ю., Финк Т. Ю. Многоуровневое управление нефтеперерабатывающим производством. Требования к задачам исследования // Омский научный вестник. 2018. № 6 (162). С. 271–274. DOI: 10.25206/1813-8225-2018-162-271-274.

Статья поступила в редакцию 31.10.2018 г.

© А. В. Зыкина, М. Ю. Савельев, Т. Ю. Финк