

СИСТЕМНО-ДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ

Е.В. Волкоморова

Б.И. Мызникова

*Пермский государственный национальный
исследовательский университет, г. Пермь*

Энергетический комплекс имеет важное значение в деятельности региона и страны в целом. Системный подход позволяет учесть все аспекты деятельности предприятия, функционирующего в энергетической отрасли, эффективно корректировать управленческие решения. Использование теории системной динамики позволяет рассматривать деятельность энергетического предприятия не в статическом разрезе, а именно в динамике, что гораздо эффективнее в условиях реального производства. В данной статье рассмотрено предприятие топливно-энергетического комплекса с точки зрения системного подхода и использованием теории системной динамики.

В быстро изменяющихся условиях современного мира для предприятия производящей отрасли необходимо умение быстро и гибко реагировать на внешние изменения, при этом увеличивая эффективность своей деятельности. Любая деятельность обладает системностью, и работу в каждой сфере стараются осознанно систематизировать. Чем выше степень системности, тем эффективнее решение практических задач. Система – это совокупность элементов и отношений, закономерно связанных в единое целое, которое обладает свойствами, отсутствующими у элементов и отношений его образующих[1]. Путем решения проблемы повышения эффективности деятельности предприятия может стать рассмотрение предприятия с точки зрения системного подхода, а также поддержка управленческих решений с использованием методов системной динамики. Системная динамика – направление в прикладной экономике, предназначенное для моделирования деятельности сложных производственных систем, характеризуемых наличием обратных связей и лаговых соотношений между переменными[2]. На основе теории системной динамики деятельность предприятия описывается в виде математической модели, в которой все задачи и процессы представляются как система взаимосвязанных исчисляемых показателей [3].

В данной работе рассмотрено предприятие нефтегазовой отрасли. Одной из основных характеристик деятельности нефтяных компаний является высокая сложность управленческих решений, например, управление сырьевыми активами, ценовая политика на внутреннем рынке нефтепродуктов [1]. Примерами управленческих решений могут быть принятие решений о консервации скважин на месторождениях, управление сырьевыми активами, проведение геологотехнических мероприятий, определение сетки бурения. Одной из главных проблем, стоящих перед нефтегазовым предприятием является выбор среди множества альтернатив с учетом существующих ограничений и рисков.

Основной вид деятельности предприятия – добыча, переработка и сбыт нефти и газа. Предприятие нефтегазовой отрасли можно рассматривать как систему, так как оно удовлетворяет определению системы и обладает следующими свойствами системы:

- Эмерджентность. Различные отделы предприятия не могут по отдельности выполнять те же функции, что всё предприятие в целом. У предприятия как системы появляются новые свойства, которые отсутствуют у отдельных элементов системы.
- Синергизм. Деятельность предприятия более эффективна, если его отделы работают в тесной взаимосвязи друг с другом. Как пример - превращение идеи маркетолога в пакет конструкторской документации, опытный образец, готовое изделие.
- Гомеостаз. В некоторых случаях предприятие может продолжать свою деятельность и при изменении своего состава. Например, при увольнении некоторых сотрудников предприятие может функционировать с прежней результативностью до тех пор, пока не будут наняты новые.
- Мультифинальность. Деятельность предприятия может привести к разным результатам в зависимости от решений управляющего звена, производительности работников, ситуации на рынке и других факторов.
- Иерархичность. На предприятии существует иерархия, представленная уровнями управления.
- Структурированность. У любого предприятия наличествует определенная организационная структура, без которой его функционирование невозможно.
- Наличие цели. Например, цели развития или стабилизации.

Согласно существующей классификации предприятие является системой открытой, так как взаимодействует с внешней средой: поставщиками, рынками сбыта, конкурентами, государством,

финансовыми рынками. Предприятие – это большая система, так как оно содержит большое число элементов (отделы, цеха) и связей и требует много информации для описания, а также сложная система, так как предприятие можно рассматривать с точки зрения разных аспектов. Например, с точки зрения кадров, производственных технологий, маркетинговых стратегий и других. Также предприятие – система самостабилизирующаяся, самоорганизующаяся, экономическая, кибернетическая и активная. Для того чтобы построить системно-динамическую модель предприятия, необходимо уделить внимание математическим моделям. Математическая модель может быть записана с помощью алгоритмической формы, то есть записи соотношений модели и выбранного численного метода решения в форме алгоритма. Среди моделей, записанных в алгоритмической форме, важен класс имитационных моделей, которые предназначены для имитации разнообразных процессов при различных внешних воздействиях [4]. Имитационные модели позволяют учитывать наличие дискретных и непрерывных элементов, нелинейные характеристики элементов системы, случайные воздействия и другое. Имитационное моделирование состоит из следующих основных этапов [5]:

- Структурный анализ процессов. На этом этапе проводится формализация структуры сложного реального процесса путем разложения его на подпроцессы, которые выполняют определенные функции и имеют взаимные функциональные связи согласно легенде, разработанной экспертной группой. Результатом первого этапа является формализованное изображение имитационной модели в графическом виде.
- Формализованное описание модели. На втором этапе графическое изображение модели, функции, выполняемые каждым подпроцессом, условия взаимодействия, особенности поведения моделируемого процесса, такие как временная, пространственная и финансовая динамика, должны быть описаны на специальном языке для последующей трансляции.
- Построение модели. Здесь осуществляется трансляция и редактирование связей (сборка модели), верификация параметров.
- Проведение экстремального имитационного эксперимента, что необходимо для оптимизации определенных параметров моделируемого процесса

Выполним первый этап для рассматриваемого предприятия. Наиболее простой моделью системы является модель «черного ящика». В

этом случае не детализируется внутреннее строение системы. Известно, что «черный ящик» обладает целостностью и обособленностью от среды. Для предприятия, функционирующего в нефтегазовой отрасли, модель «черного ящика» может выглядеть, как показано на рисунке 1. Входы модели описывают ресурсы и ограничения системы. В данном случае в качестве входов выделены сырье, информация и капитал. Выходы модели описывают результаты деятельности системы. Выходом является готовая продукция или соответствующие услуги.

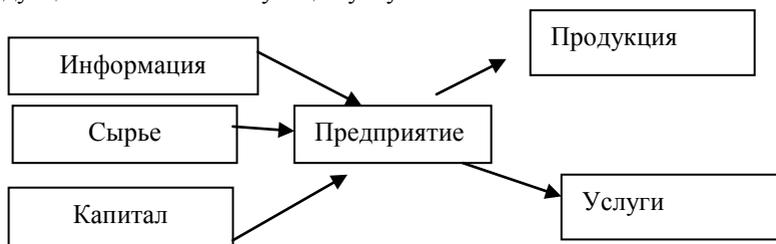


Рис. 1. Модель «черного ящика» для предприятия нефтяной отрасли

Так как модель «черного ящика» не рассматривает внутреннее строение системы, то для детализации и развития моделирования требуется усложнение модели, а именно создание моделей состава и структуры системы. Модель состава описывает основные составные части системы; иллюстрирует иерархию ее составных частей. Предприятие осуществляет различные виды деятельности: производственную, социальную, финансовую, природоохранную. К основному производству относятся добыча нефти и газа, нефтепереработка, производство масел, нефтехимия, поставки нефти и газа. К вспомогательному – транспортировка, маркетинг, материально-техническое снабжение. Модель состава по видам деятельности представлена на рисунке 2.

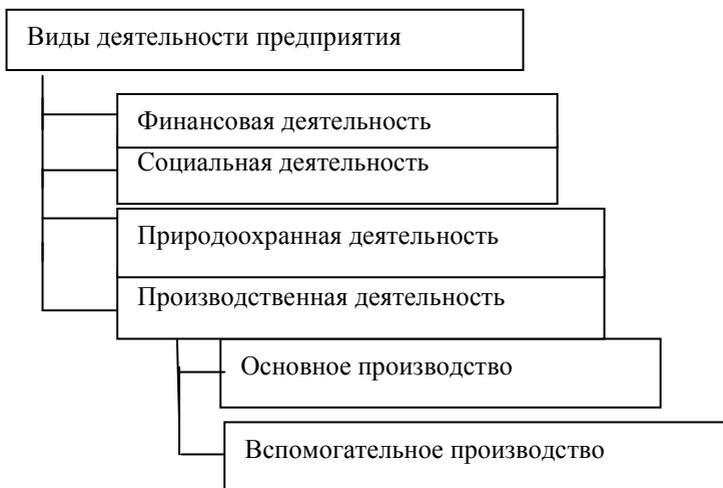


Рис. 2. Модель состава предприятия по основным видам деятельности.

Так как для достижения практических целей требуется установить связи и отношения между элементами системы, то необходима модель структуры, представленная на рисунке 3.

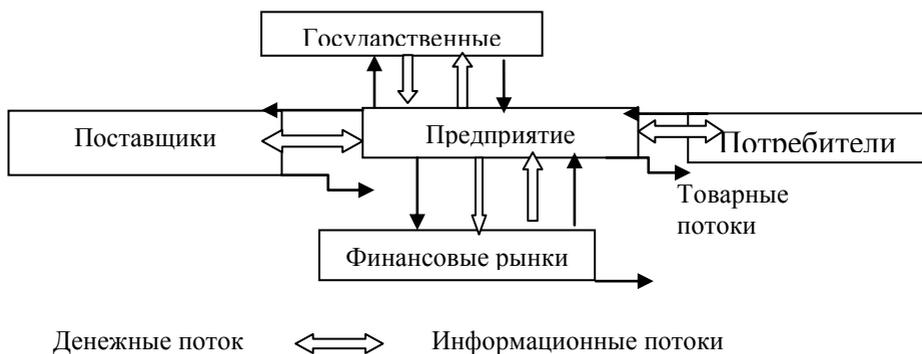


Рис. 3. Модель структуры предприятия нефтяной отрасли

Предприятие взаимодействует с потребителями, поставщиками, государственными органами и финансовыми рынками. Для

производственной деятельности необходимо привлечение капитала. Оно может быть в форме акций или заемного капитала. Ликвидные средства позволяют предприятию задействовать производственные факторы, то есть сырье, материалы, оборудование, которые в процессе производства преобразуются в готовые изделия. Сбыт продукции предприятиям или личным хозяйствам дает предприятию финансовые поступления, которые необходимы для погашения задолженности на рынке закупок, оплаты труда и так далее. Проценты на заемный капитал и образующиеся излишки выплачиваются инвесторам, кроме того, государству выплачиваются налоги и сборы. С другой стороны, государство может предоставлять предприятию дотации.

Имитационное моделирование в значительной степени базируется на компьютерных технологиях. Рассмотрим кратко некоторые из них. Пакет Pilgrim обладает широким спектром возможностей имитации временной, пространственной и финансовой динамики моделируемых объектов. Позволяет создавать дискретно-непрерывные модели, причем в описание модели можно вставлять любые блоки с помощью стандартного языка C++. Модели в системе Pilgrim являются быстродействующими. Также в данной системе существует возможность графического конструирования модели [5]. Одним из средств имитационного моделирования является программа AnyLogic [6]. С ее помощью можно учесть любой аспект моделируемой системы с различным уровнем детализации, быстро создавать модели для широкого спектра задач от моделирования производства, логистики, бизнес-процессов до стратегических моделей развития компании и рынков. Для моделирования системно-динамических объектов возможно использование программы Simulink [7]. При моделировании с использованием Simulink пользователь на экране из библиотеки стандартных блоков создает модель объекта и осуществляет расчеты. При этом пользователю не нужно досконально изучать язык программирования и численные методы математики, а достаточно общих знаний, требующихся при работе на компьютере и знаний той предметной области, в которой он работает. Имитационное моделирование системно-динамических моделей также может выполняться при помощи пакета Berkeley Madonna [8]. Это программа, которая численно решает обыкновенные дифференциальные уравнения и разностные уравнения. В настоящее время Berkeley Madonna – быстрый и простой в использовании инструмент моделирования. Berkeley Madonna может использоваться под управлением операционных систем MS Windows и Mac OS

Системная динамика является надежной основой для реализации имитационных моделей на ЭВМ. Так как стоимость управленческих

решений в рассматриваемой отрасли велика, то возможность исследования последствий планируемых решений до внедрения их в практическую деятельность предприятия представляется особенно ценной. Поддержка потоковых процессов составляет основное достоинство системной динамики в приложении к задачам нефтегазового предприятия.

В данной работе рассмотрено предприятие, функционирующее в газонефтяной отрасли; оно рассмотрено с точки зрения системного подхода. Показана правомерность такого рассмотрения. Выполнен первый этап имитационного моделирования: построено формализованное изображение имитационной модели в графическом виде, а именно возможные модель «черного ящика», модель состава и модель структуры. Сделан краткий обзор существующих пакетов прикладных программ, используемых для имитационного моделирования.

Модели реальных предприятий, как правило, гораздо сложнее. Они включают сотни или тысячи переменных, в них используются различные ограничения, иерархические связи и прочее. В работе представлены некоторые общие вопросы системной динамики в области анализа и управления предприятием ТЭК.

Список литературы

1. *Заграновская А.В.* «Системное исследование организации». СПб. : Изд-во СПбГУЭФ, 2012. – 123с.
2. *Лычкина Н.Н.* «Ретроспектива и перспектива системной динамики. Анализ динамики развития»// Бизнес-информатика, 2009, №3, с.55-67
3. Системно-динамическое моделирование в среде PowerSim Studio 2005.//[Электронный ресурс]
<http://it.metalinfo.ru/2006/prezent/ibs/tech/5.pdf> (дата обращения 22.03.2014)
4. *Родионов И. Б.* «Теория систем и системный анализ».[Электронный реурс]
<http://victor-safronov.narod.ru/systems-analysis/lectures/rodiонов/03.html> (дата обращения 4.04.2014)
5. *Емельянов А.А., Власова Е.А., Дума Р.В.* «Имитационное моделирование экономических процессов». М.: Финансы и статистика, 2002.- 368с.
6. <http://www.anylogic.ru/> (дата обращения 4.04.2014)
7. *Черных И.В.* «Simulink: Инструмент моделирования динамических систем».[Электронный ресурс]
<http://matlab.exponenta.ru/simulink/book1/1.php> (дата обращения 4.04.2014)

8. *Robert Macey, George Oster, Tim Zahnley*. «Berkeley Madonna User's Guide».[[Электронный ресурс]
<http://mcb.berkeley.edu/courses/mcb137/exercises/madonnamanual.pdf>
(дата обращения 5.04.2014)