

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ ЗА СЧЕТ РЕАКТОРОВ РАЗЛИЧНОЙ МОЩНОСТИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ОБУЧАЮЩЕЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ «УПРАВЛЕНИЕ В АТОМНОЙ ОТРАСЛИ»

Пресняков И.В.¹, Боровицкий С.А.²

¹НИЯУ МИФИ, Москва, Россия (115409, г. Москва, Каширское ш., д. 31), e-mail: presniakov.ilya@yandex.ru

²ОАО «АКМЭ-инжиниринг», Москва, Россия (115035, г. Москва, ул. Пятницкая, д. 13, стр. 1), e-mail: arnast@mail.ru

В статье описывается опыт моделирования атомной энергетики при разработке обучающей автоматизированной системы «Управление в атомной энергетике». Обучающая образовательная система разрабатывалась в целях формирования в коллективах обучающихся навыков принятия решений при управлении развивающимися подотраслями атомной энергетики. В качестве таких подотраслей приняты генерация, инжиниринг, машиностроение, ядерный топливный цикл, наука и кадры. Создание обучающей автоматизированной системы накладывает определенные условия и ограничения на разработку моделей, что особенно проявляется при моделировании атомной энергетики ввиду технологической и организационной сложности последней и большого объема информации ограниченного распространения. Разработанная на основании сформированных автором моделей обучающая автоматизированная система нашла применение в соответствии с целями ее создания в образовательных учреждениях и предприятиях атомной отрасли.

Ключевые слова: обучающая автоматизированная система; атомная энергетика; организационно-деятельностная игра.

SIMULATION OF THE ATOMIC ENERGY WHEN IT'S INNOVATION DEVELOPING BY DIFFERENT SIZED REACTORS FOR CREATION OF THE TRAINING AUTOMATED SYSTEM "MANAGEMENT OF THE ATOMIC ENERGY"

Presnyakov I.V.¹, Borovitskiy S.A.²

¹MEPhI (31 Kashirskoye shosse, Moscow, 115409, Russian Federation), e-mail presniakov.ilya@yandex.ru

²JSC AKME-engineering (13/1 Pyatnitskaya Street, Moscow, 115035, Russian Federation), e-mail arnast@mail.ru

The paper describes the experience of modeling of the atomic energy for creation of the training automated system "Management of the atomic energy". The training automated system was created in order to form in teams of participants decision-making skills in management of developing nuclear energy sub-sectors. Like such sub-sectors have been taken electricity producing, construction engineering, mechanical engineering, nuclear fuel cycle, science and personnel. Creation of a training automated system constrains models designing, this shown especially during modeling the atomic energy in view of it's technological and organizational difficulty and large volume of information with limited distribution. The training automated system, created basing on author's models, has been applied according aims of it's creation in educational institutions and companies of nuclear industry.

Keywords: training automated system; atomic energy; organizational activity game.

Введение

Современное управление отраслью народного хозяйства предполагает постоянное совершенствование применяемых методов, использование лучшего опыта других компаний, и, самое главное, ориентацию на стратегические цели отрасли в их взаимосвязи с целями развития национальной экономики. Важнейшей отраслью народного хозяйства нашей страны является ядерный энергетический комплекс (ЯЭК). ЯЭК представляет собой единую систему и включает в себя производство электрической и тепловой энергии на атомных

электростанциях (АЭС), производство ядерного топлива, сооружение АЭС, изготовление и обслуживание оборудования АЭС, научное и кадровое обеспечение деятельности.

ЯЭК обладает существенной спецификой, которая вызвана, в первую очередь, техническими особенностями и заключается в тесной связи с оборонным комплексом, повышенных требованиях к безопасности производства, высокой наукоемкости и капиталоемкости. Взаимосвязи атомной промышленности с другими отраслями экономики и со сферами общественной жизни носят комплексный характер.

Формирование стратегических планов развития ЯЭК и их реализация обостряют вопрос кадрового обеспечения отрасли, в т.ч. формирования грамотной команды современных управленцев. На решение задачи развития управленческих навыков ответственных работников ЯЭК направлена обучающая автоматизированная система «Управление в атомной отрасли» (далее — ОАС).

1. Формат применения ОАС

ОАС ориентирована на использование в развивающих мероприятиях, проводимых в форме организационно-деятельностных игр (ОДИ). ОДИ – форма коллективной деятельности, направленная на решение комплексных междисциплинарных проблем [1], самоопределение и развитие участников. Разработка ОДИ велась в 1950-70-х гг. группой советских ученых во главе с Г.П. Шедровицким. Согласно ему, ОДИ — форма организации коммуникации, понимания, рефлексии и чистого мышления людей в условиях целенаправленного коллективного мышледействования.

2. Краткое описание ОАС

Перед участниками игры ставится стратегическая цель: выйти на определенный количественный показатель развития атомной энергетики через определенный период времени, например, достигнуть выработки электроэнергии на АЭС в размере 250 млн кВт·ч в 2025 г. Для достижения стратегической цели участники игры распределяются в несколько команд по направлениям атомной отрасли: генерация, инжиниринг, машиностроение, топливообеспечение, образование и наука. Каждая из команд должна путем действий в своем направлении обеспечить достижение общей стратегической цели. В рамках каждого направления имитируются стандартные производственные бизнес-процессы. Инструментом организации отношений каждого направления с другими направлениями и внешней для атомной отрасли средой является заключение контрактов. Поведение контрагентов, не входящих в отечественную атомную отрасль, имитируется ОАС.

Ключевым аспектом, необходимым для эффективного функционирования каждого направления, является планирование и управление ресурсами: финансовыми, трудовыми, материальными.

Результирующим направлением является Генерация, поскольку именно электрическая энергия является конечным продуктом атомной отрасли, а ее реализация — основным источником доходов [4]. В моделируемой системе предусмотрены и иные источники доходов: от реализации ядерного топлива за рубеж, от услуг по обогащению урана и по обращению с ядерным топливом, обучения специалистов по договорам с внешними контрагентами.

3. Разработка моделей в процессе создания ОАС

Объектом моделирования является атомная отрасль РФ как развивающаяся инновационная система. Требованиями к ОАС четко заданы направления деятельности, на которые атомная отрасль должна декомпозироваться. При моделировании должна быть описана структура атомной отрасли и каждого ее направления, материальные и финансовые потоки в отрасли, связи между направлениями.

Разрабатываемая модель носит динамический характер, т.е. ее показатели должны меняться от периода к периоду на основании внешних факторов и действий участников ОАС.

Структурно при моделировании для каждого направления выделяются следующие основные процессы:

- обеспечение текущей деятельности (производство товаров, работ, услуг для реализации другим направлениям или на внешние рынки);
- обеспечение ресурсами (обеспечение необходимыми ресурсами текущей деятельности);
- обеспечение развития (создание новых мощностей, модернизация существующих, использование инновационных технологий).

Участникам, ответственным за каждое из направлений, предоставляется информация о финансово-хозяйственном состоянии предприятий, структуре затрат. Инструментарий позволяет принимать основные решения: выбирать поставщиков ресурсов, планировать развитие производственных мощностей, управлять персоналом, обмениваться информацией с другими направлениями и т.д.

В процессе разработки ОАС необходимо учитывать ряд условий, влияющих на результат. Во-первых, информация об атомной отрасли России во многом является секретной или, в лучшем случае, носит гриф коммерческой тайны. В связи с этим при разработке особое внимание необходимо обращать на использование данных открытых источников, в т.ч. данных о зарубежных аналогах. С целью исключить использование секретной или конфиденциальной информации допускаются некоторые упрощения. Кроме того, атомная энергетика РФ слишком сложна, поскольку объединяет множество высокотехнологичных предприятий, занятых в сложных экономических отношениях, как между собой, так и с внешними контрагентами. Поэтому приходится принимать

значительное количество упрощений и абстракций, которые не должны влиять на решение поставленных задач, но позволят сделать ОАС доступной для целевой аудитории с учетом ограничений по ее компетентности и по времени.

На рисунке 1 представлена принципиальная схема обмена информацией между направлениями ОАС, которая легла в основу моделирования.

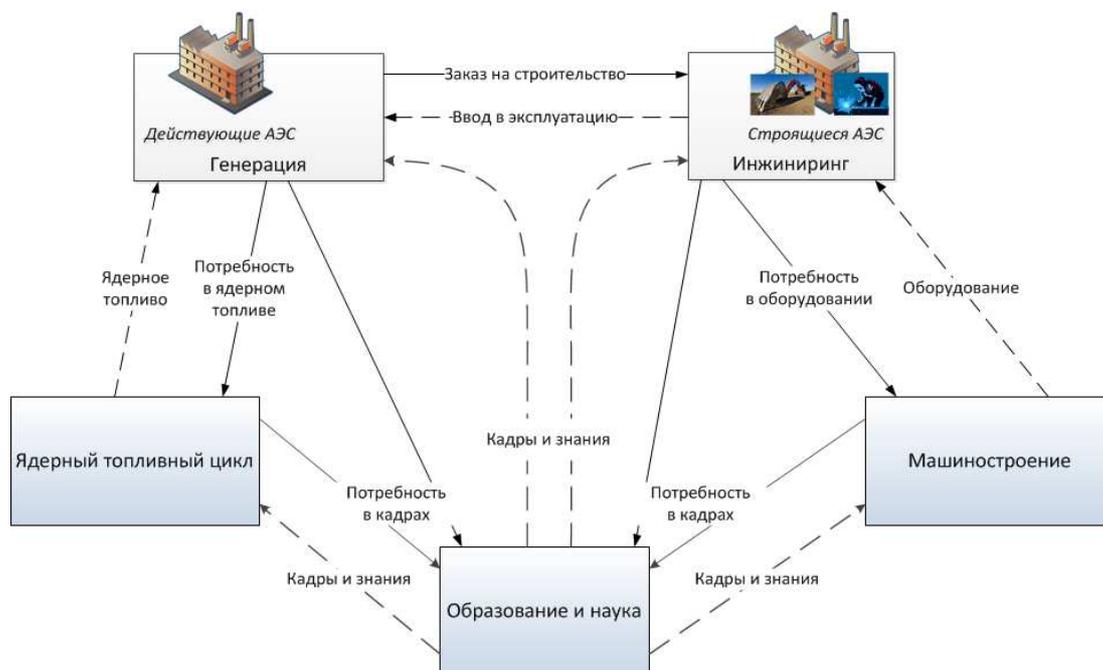


Рисунок 1 – Принципиальная схема обмена информацией между направлениями ОАС

4. Моделирование направления «Генерация»

Моделирование направления «Генерация» подразумевает моделирование производства электрической энергии на АЭС и выполнение мероприятий по увеличению этого производства, в первую очередь — за счет строительства новых энергоблоков. На основании этого формируется финансовая модель денежных потоков направления.

Производство электроэнергии обеспечивается функционированием энергоблоков АЭС. Традиционно энергоблоки характеризуются типами реакторов, которые на них установлены. Для энергоблоков каждого типа заданы технико-экономические параметры [3], такие как установленная мощность, расход электроэнергии на собственные нужды, КПД, глубина выгорания, кампания топлива и др. Влияние внешних факторов на производственную деятельность энергоблоков АЭС учитывает коэффициент использования установленной мощности — отношение среднеарифметической мощности у установленной мощности электроустановки [2], значение которого зависит от условий функционирования региональных энергосистем.

На основании технико-экономических параметров энергоблоков определяются выработка и отпуск электроэнергии, потребность в ядерном топливе.

Расходы на эксплуатацию АЭС рассчитываются на основании средних по АЭС концерна «Росэнергоатом» данных (базовых экономических показателей), сформированных (как и данные о стоимости ядерного топлива) по материалам открытых публикаций. Динамика расходов на эксплуатацию АЭС на каждый год определяется на основании базовых экономических показателей с учетом инфляции. Стоимость ядерного топлива определяется на основании заключенных и симитированных в ОАС контрактов с соответствующим направлением ОАС.

Важной функцией направления «Генерация» является сбыт электроэнергии. Для этого ОАС имитирует оптовый рынок электрической энергии и мощности. Участники имеют возможность выбирать между заключением долгосрочных договоров или продажей на рынке на сутки вперед или балансирующем рынке.

У направления «Генерация» должна иметься возможность закупки топлива за рубежом для ее реализации в случае монопольного давления со стороны топливного направления.

Блок-схема принятия ключевых решений в части развития направления «Генерация» представлена на рисунке 2.

5. Моделирование направления «Инжиниринг»

Направление «Инжиниринг» отвечает за сооружение энергоблоков АЭС в России и за рубежом.

Основой для деятельности Инжиниринга являются договоры с Заказчиком, определяющие мощность, тип и сроки строительства энергоблоков АЭС. При заказе энергоблоков с реакторами малой и средней мощности, Инжиниринг должен корректно определить их стоимость, чтобы Заказчик мог принять решение о целесообразности выбора мощности. Для этого должен моделироваться ряд внешних факторов, влияющих на стоимость строительства.

Сооружение энергоблоков АЭС в модели ОАС включает: планирование строительства энергоблоков, в т.ч. сроков, стоимости, потребности в ресурсах; общее руководство процессом строительства; осуществление взаимодействия с заказчиком; организацию предпроектных работ; выполнение проектных работ, включая разработку проектной и рабочей документации; заказ и контроль поставки основного оборудования АЭС; организацию и оперативное управление процессом строительства АЭС.

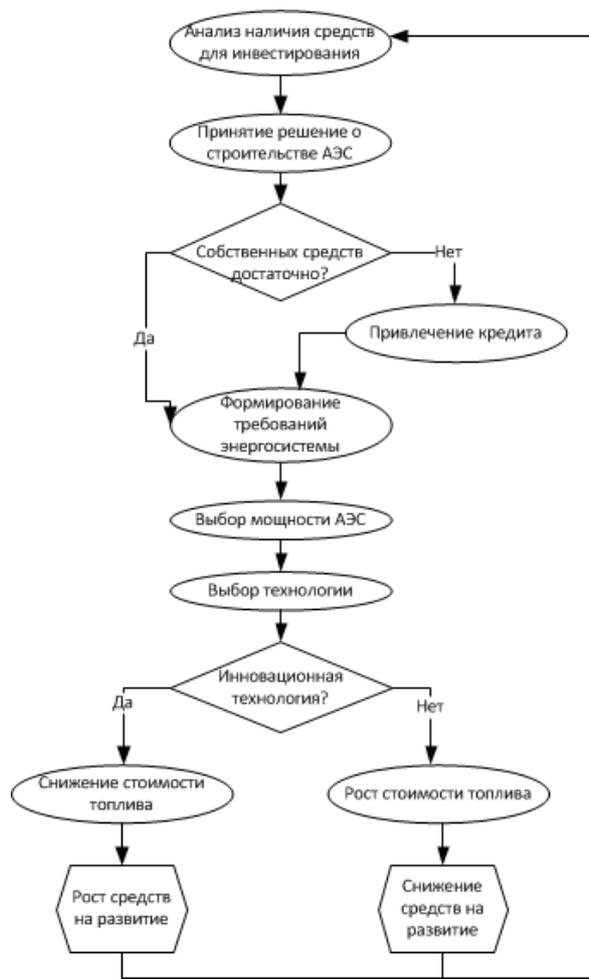


Рисунок 2 – Схема принятия решений при инициации сооружения АЭС

6. Моделирование направления «Машиностроение»

Производственные мощности атомного энергопромышленного комплекса включают в себя объекты изготовления монопольного оборудования длительного цикла изготовления, в т.ч. корпусов реакторов, парогенераторов, циркуляционных насосов теплоносителя первого контура, паротурбинной установки, электрогенератора и т.д. Для данного оборудования существует сложившаяся структура предприятий и производственных связей для обеспечения АЭС России. Моделированию подлежат организационная структура, стоимость оборудования, ее структура и порядок оплаты, сроки изготовления и прочие условия контрактования.

Моделирование отражает два пути заказа оборудования для строящихся АЭС: заказ оборудования у «традиционного» пула поставщиков, которым имеются основания доверять, либо заказ оборудования у иных поставщиков, предлагающих более низкие стоимость/сроки изготовления, но предполагающий риски невыполнения заказа, демпингования и т.п.

При моделировании атомного машиностроительного комплекса следует учитывать в т.ч. международную кооперацию.

7. Моделирование направления «Ядерный топливный цикл»

Ядерный топливный цикл представляет собой цепочку последовательно связанных промышленных объектов по производству ядерного топлива и обращению с выгруженным из реакторов атомных электростанций облученным топливом, а также радиоактивными отходами, образующимися на различных этапах технологического процесса [1].

Ядерный топливный цикл является наиболее сложным для моделирования направлением в целях создания ОАС: производство ядерного топлива и обращение с ним подразумевает ряд специфических химико-физических процессов, суть которых сложно понять без предварительной подготовки. Особые вопросы обычно вызывает такой используемый показатель, как работа деления — требуемая загрузка мощностей по изотопному обогащению урана. Измерять данную загрузку в других показателях не представляется возможным (т.к. на работу деления влияют удельные и массовые характеристики ядерного топлива), при этом сама работа деления не материального выражения.

При моделировании ядерного топливного цикла в данном случае следует абстрагироваться от организационной структуры, поскольку последняя динамично изменяется (тем не менее полная абстракция от организационных аспектов атомной энергетики нецелесообразна, развитие управленческих навыков подразумевает поиск решений в рамках конкретной структуры формальных отношений, не всегда оптимальных).

Обязательно следует учитывать вопросы поставки топлива за рубежом, в т.ч. для сооружаемых по отечественным проектам АЭС, поскольку экспорт товаров и работ ядерного топливного цикла является вторым (после производства электроэнергии) внешним источником доходов в атомной отрасли. Экспортируемыми товарами является ядерное топливо (тепло-выделяющие сборки); экспортируемыми работами — обогащение давальческого урана.

8. Моделирование направления «Образование и наука»

Атомная отрасль характеризуется высокой наукоемкостью и повышенными требованиями к безопасности. В результате возникает необходимость глубокой научной проработки технологий и технических решений, резко возрастают требования к квалификации персонала по сравнению с другими отраслями. В связи с этим поддержанию и развитию научных и образовательных учреждений в атомной отрасли всегда уделяется особое внимание. Наука и образование в атомной отрасли тесно связаны между собой.

Специфической особенностью сферы образования и науки, с точки зрения моделирования, является продукт их деятельности — знания. В отличие от вышеперечисленных направлений этот продукт не имеет физического выражения. К другой отличительной особенности направления следует отнести сравнительно невысокую значимость используемой материальной базы: например, экспериментальная база играет

важную, но отнюдь не решающую роль в процессе создания и трансляции знаний. Решающую роль в данном процессе играют человеческие, кадровые ресурсы.

Целями направления «Образование и наука» являются подготовка квалифицированных кадров для атомной энергетики и разработка новых технологий ее развития. К числу основных процессов деятельности участников, ответственных за данное направление, относится подготовка высококвалифицированного персонала, проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, привлечение научно-преподавательского персонала, поддержание и развитие материальной базы. Последние два процесса являются обеспечивающими. Моделируется их влияние на сроки и качество НИОКР, уровень квалификации выпускников.

Выводы

Выполненное моделирование атомной энергетики позволило сформировать ее описание, необходимое для создания ОАС, отражающее специфику предметной области, выработать баланс между глубиной проникновения и закладываемыми допущениями.

ОАС неоднократно использовалась для подготовки студентов НИЯУ «МИФИ» и Академии народного хозяйства при Правительстве РФ и для развития кадровых компетенций предприятий Госкорпорации «Росатом».

Список литературы

1. Гордеев Б.К. Введение в экономику ядерного топливного цикла атомной энергетики. – М. : ЦНИИАтоминформ, 2001. – С. 33.
2. ГОСТ 19431-84. Энергетика и электрификация. Термины и определения.
3. Отчет о НИР «Сценарное и вариантное обоснование устойчивого и конкурентоспособного развития атомной энергетики в условиях прогнозируемых изменений макроэкономических параметров экономики России на период до 2030 года». - М. : ФГУП ЦНИИАТОМИНФОРМ, 2007. – С. 146.
4. Финансово-экономические результаты : публичный годовой отчет Госкорпорации «Росатом». - 2012. - URL: <http://ar2012.rosatom.ru/#/ru/1535>
5. Щедровицкий П.Г. Организационно-деятельностная игра как новая форма организации коллективной мыследеятельности. - URL: <http://www.fondgp.ru/gp/biblio/rus/49>

Рецензенты:

Гусева А.И., д.т.н., профессор кафедры экономики и менеджмента в промышленности НИЯУ «МИФИ», г. Москва.

Путилов А.В., д.т.н., профессор, декан факультета управления и экономики высоких технологий НИЯУ «МИФИ», г. Москва.