

Методика картирования проектных рисков в международной инжиниринговой деятельности на рынке атомной энергетики

© Т.Г. Садовская, Е.В. Баника

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005, Россия

Освещены актуальные вопросы современного риск-менеджмента в условиях активизации международной инжиниринговой деятельности на рынке атомной энергетики. Предложена методика построения карты проектных рисков на основе их классификации и ранжирования, оценки вероятности возникновения и возможного ущерба.

Ключевые слова: атомная энергетика, инжиниринг, проектные риски, оценка рисков, классификация рисков, карта рисков

Атомная энергетика является одной из ведущих инновационно-активных отраслей российской экономики и представляет собой важнейший элемент обеспечения военной и экономической безопасности страны. Отечественный ядерный оружейный комплекс осуществляет деятельность совместно с оборонно-промышленными предприятиями и создает основу для реализации политики ядерного сдерживания. Одновременно атомная энергетика позволяет нашей стране успешно осваивать международный рынок высоких технологий гражданского назначения.

На современном этапе научно-технического развития энергоресурсы составляют основу экономики всех индустриально развитых стран мира. Россия занимает прочные конкурентные позиции на мировом рынке мирной ядерной энергии, обладая значительными запасами урановых руд и технологией полного цикла их переработки. Государственной корпорации «Росатом» принадлежит 40 % мирового рынка услуг по обогащению урана и 17 % рынка по поставке ядерного топлива для АЭС. Доля отечественных инжиниринговых компаний на рынке комплексных услуг по строительству и эксплуатации энергоблоков АЭС в мире составила в последние годы около 16 % и имеет значительный потенциал роста. В 2011 г. российские атомщики осуществили энергетический пуск АЭС «Бушер» в Иране, экспериментального реактора на быстрых нейтронах СЕFR и газодетрифужного завода в Китае, завершили строительство АЭС «Куданкулам» в Индии [1].

Россия имеет крупные комплексные контракты в области атомной энергетики с Бангладеш, Вьетнамом, Индией, Ираном, Китаем, Турцией и с рядом стран Восточной Европы. Ведутся переговоры и прорабатываются контракты на проектирование и строительство

атомных энергоблоков и поставку топлива с Аргентиной, Белоруссией, Нигерией, Казахстаном, Украиной.

Новые перспективы развития международной инжиниринговой деятельности в атомной энергетике открывает соглашение между Россией и США, вступившее в силу в январе 2011 г. Этот документ позволит российским и американским научно-исследовательским институтам и инжиниринговым компаниям осуществлять совместную работу над инновационными типами топлива и передовыми проектами реакторов, которые уменьшают риск ядерного распространения. По оценкам экспертов, это поставит отношения в ядерной области между США и Россией на более прочную коммерческую основу, упрощая процесс создания совместных предприятий и разрешая продажу друг другу ядерных материалов и оборудования.

Конкурентоспособность российских инжиниринговых компаний обусловлена применением современных инновационных технологий, которые развиваются эволюционно и являются новыми поколениями хорошо зарекомендовавших себя базовых вариантов АЭС. Модернизация реакторных установок, турбин и генераторов обеспечивает их полное соответствие рекомендациям МАГАТЭ и современным требованиям безопасности, которые значительно ужесточились после аварии на японской станции «Фукусима».

АЭС представляет собой сложный инженерный объект, который должен соответствовать установленным требованиям к безопасности, качеству и конкурентоспособности. Иностранцам заказчиков уже не устраивает лишь приобретение нового оборудования, они заинтересованы в его грамотном подборе, качественном монтаже, внедрении в эксплуатацию, в организации информационной поддержки всех стадий жизненного цикла (ЖЦ) АЭС.

В результате атомная электроэнергия является самой дорогой. Ее цена, например, в России не равна величине издержек на ее производство. Так, в цену атомной энергии не включены следующие статьи затрат:

- на обращение с радиоактивными отходами в течение всего времени, пока они будут оставаться опасными;
- на демонтаж атомных реакторов, которые по окончании срока службы выводятся из эксплуатации.

Все эти расходы в любом случае приходится оплачивать налогоплательщику через разные статьи государственного бюджета, что не позволяет рассчитать реальную стоимость атомной электроэнергии.

Международная инжиниринговая деятельность на рынке атомной энергетике имеет отличительные особенности, связанные с привлечением зарубежного заемного капитала. При этом заказчик проекта АЭС определяет свои финансовые показатели, которые используются в качестве нормативов наравне с техническими условиями [2]. Диаграмма денежных потоков для всего жизненного цикла АЭС приведена на рис. 1 [3].

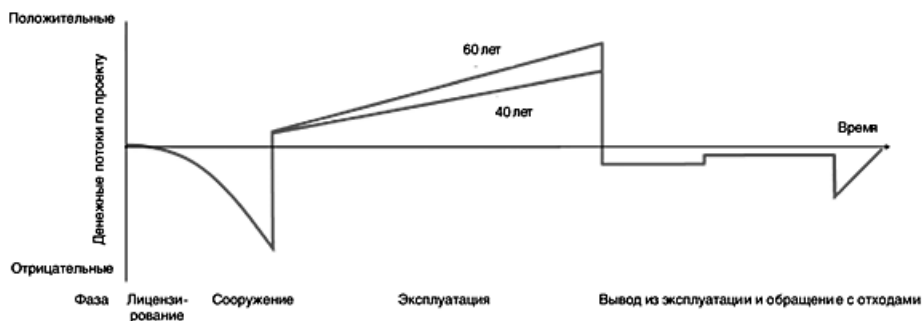


Рис. 1. Динамика денежных потоков для всего жизненного цикла АЭС

Как известно, стоимость электроэнергии содержит три основные составляющие: капитальную, топливную и эксплуатационную. Капитальная составляющая определяется всеми инвестициями в строительство станции, а это примерно 75 % всех затрат.

Ядерная энергетика выделяется среди других источников энергии именно тем, что требует существенных инвестиций на стадии строительства, которые компенсируются относительно низкими затратами на эксплуатацию и топливо на последующих стадиях жизненного цикла реактора (см. рис. 1). Бухгалтерский метод, известный «скидками издержек в течение истории», распространенный в индустрии электроснабжения, распределяет капитальные издержки на период существования станции, а инфляция уменьшает очевидную стоимость начальных капитальных затрат. При занижении таким образом капитальных затрат ядерное топливо выглядит дешевле по сравнению с углем.

Колоссальные капиталовложения в строительство — проблема номер один для развития атомной энергетике. Расчетная стоимость строительства 1 ГВт мощности атомной станции достигает 4 млрд долл., или 4,6 млрд долл. за энергоблок мощностью 1,15 ГВт. Вторая проблема реализации проектов новых АЭС — длительный срок строительства. Проектный и реальный сроки строительства редко совпадают. Как правило, проект реализуется на 3–4 года дольше, чем запланировано, что увеличивает стоимость строительства на 20 % [4].

В ходе сооружения АЭС инжиниринговая компания должна эффективно управлять всеми видами ресурсов — финансовыми, материальными, кадровыми, информационными и пр. Целевая задача — сдача готового инженерного объекта в установленный заказчиком срок, в рамках согласованного с ним бюджета, с соблюдением всех действующих правил, норм, регламентов и стандартов качества.

Если в предыдущие десятилетия инжиниринговые компании лишь предоставляли технические консультации, то теперь они должны обеспечивать весь комплекс услуг по созданию сложных технических систем. Инжиниринговые фирмы подписывают с заказчиками контракты на сооружение промышленных объектов АЭС, разрабаты-

вают проекты, заключают контракты с поставщиками оборудования и материалов, привлекают к выполнению работ строительные и монтажные субподрядные фирмы, полностью отвечая за выполнение обязательств перед заказчиком и сдавая готовый объект «под ключ». Услуги в области инжиниринга стали более разнообразными, сформировался международный рынок инжиниринговых услуг в атомной энергетике.

Конкурентоспособность отечественных инжиниринговых компаний в новых рыночных условиях определяется многими технологическими факторами, в том числе уровнем автоматизации. Чем выше этот уровень, тем меньше зависимость от человеческого фактора, что, в свою очередь, ведет к повышению надежности и безопасности создаваемых сложных инженерных систем. Самодиагностика оборудования, резервирование ответственных узлов, возможность быстрой перестройки оборудования под изменившиеся условия функционирования, уменьшение временных затрат на поиск неисправностей и ремонт — вот далеко не полный перечень задач, связанных с повышением уровня автоматизации, которые решают инжиниринговые фирмы. Поэтому важнейшими объектами управления инжиниринговой деятельности являются качество, ресурсы, стоимость и сроки.

Новые условия и требования обуславливают необходимость развития комплексного подхода к управлению инжиниринговой деятельностью, основанного на системном сочетании технологических и организационных инноваций. Научные исследования свидетельствуют, что эффективная реализация потенциала передовых технологий возможна лишь при наличии соответствующего им уровня организационного развития инжиниринговой компании.

Технологический уровень инжиниринговой деятельности определяется применением инструментов 3D-проектирования, которые позволяют конструировать сложные инженерные объекты в трехмерном пространстве. Машиностроительные и компоновочные 3D-системы позволяют создать компьютерную модель проектируемого объекта, осуществить его детализацию для последующего изготовления и непосредственную компоновку на строительной площадке.

Однако в настоящее время стало очевидным, что технологии автоматизированного проектирования промышленных объектов составляют лишь часть факторов эффективной деятельности инжиниринговой компании в атомной энергетике. Необходимо развитие организационно-технологических инноваций, охватывающих весь жизненный цикл АЭС в проектировании, строительстве и последующей эксплуатации и реализующихся в новых информационных технологиях для мониторинга и ресурсно-временной оптимизации процессов на любой стадии.

Перспективным научным направлением современного инжиниринга стала концепция *Multi-D*, где каждое измерение (*D* от англ. *dimension*) отражает определенный аспект жизненного цикла проекти-

руемого промышленного объекта. Новая концепция позволяет связать процесс проектирования с временной шкалой, а также с закупками материалов и строительством. При этом первые три измерения (3D) традиционно относятся к процессу проектирования и подготовки необходимой инженерной информации: создаются классификаторы и системы идентификации, разрабатываются технологические схемы процессов, схемы автоматизации и подключения к электроэнергии, осуществляется визуализация модели объекта в трехмерном пространстве и формируется массив данных для конструкторской документации, строительства и монтажа [5].

Новым измерением инжиниринговой деятельности становится ресурсно-временной мониторинг: управление финансовыми, материальными и кадровыми ресурсами, а также контроль за сроками исполнения всех процессов на основе создания единого информационного пространства, полного перехода на электронный документооборот и интеграции всех проектных данных.

Поэтому при проведении технико-экономического обоснования строительства и эксплуатации новых атомных станций необходимо рассмотреть все риски, сопряженные с этими видами деятельности.

Существует множество способов оценки рисков, однако инвестиционный проект в атомной энергетике может и должен быть оценен только группой экспертов, и должна быть дана интегральная оценка степени риска проекта в целом. Экспертам необходимо в первую очередь классифицировать риски проекта: производственные, строительные, налоговые, финансовые, правовые, рыночные, экологические, политические и др. [6].

В зависимости от временного промежутка действия риски необходимо разделять:

- на текущие, которые могут реализоваться в течение ближайшего года и негативно повлиять на бюджетные показатели;
- на стратегические, влияющие на достижение стратегических целей проекта.

На основе экспертных оценок можно построить карту рисков, чтобы получить наглядное представление обо всех рисках, которые могут негативно отразиться на проекте строительства новых атомных мощностей. Картирование представляет собой русский перевод английского термина *mapping* — составление карт и нанесение на них объектов. Этот термин пришел из географии, сейчас используется в медицине, биоинженерии, менеджменте [7].

Как известно, вокруг сложных методов и моделей всегда должна быть создана простая и интуитивно понятная «оболочка», которая позволит менеджменту беспрепятственно работать с информацией и «видеть» ситуацию в целом. Карты являются именно такой понятной всем визуальной системой.

Качественная оценка рисков традиционно проводится на основе пятибалльной оценочной шкалы. При этом устанавливается соответ-

стве между уровнями вероятности риска, текущего максимального ущерба от реализации риска и баллами. Наибольший ущерб соответствует баллу, равному 5. Наименьший ущерб соответствует баллу, равному 1 [8].

В процессе расчета следует оперировать оценками вероятности и ущерба в баллах, а не суммами потерь в денежном выражении и численными значениями вероятности риска. Значение оценки риска проекта R определяет его вес, а баллы вероятности и ущерба — координаты на карте рисков (рис. 2).



Рис. 2. Карта проектных рисков

Численное значение оценки риска R рассчитывается по формуле:

$$R = I_0 \times P_0,$$

где I_0 — оценка значения величины текущего максимального ущерба от реализации риска (изменяется от 1 до 5 баллов); P_0 — оценка значения величины вероятности риска (изменяется от 1 до 5 баллов).

В табл. 1 приведено соответствие между уровнем риска, текущим максимальным ущербом от реализации риска (в денежном выражении) и величиной оценки ущерба I_0 в баллах. В табл. 2 приведено со-

ответствие между уровнем вероятности риска, диапазоном вероятности и оценкой вероятности P_0 в баллах.

Величины текущего максимального ущерба от реализации риска и соответствующие им уровни риска приведены из статистических данных атомной промышленности [6].

Таблица 1

Соответствие между суммой потерь (в денежном выражении), описанием значимости риска и величиной оценки ущерба I_0

Уровень риска	Текущий максимальный ущерб от реализации риска, млн. руб.	I_0 , баллы
Критический	от 100 и выше	5
Существенный	25–100	4
Значительный	15–25	3
Заметный	5–15	2
Незначительный	0–5	1

Таблица 2

Соответствие между уровнем вероятности реализации риска, диапазоном численных значений вероятности риска P и оценкой вероятности P_0 в баллах

Уровень вероятности реализации риска	Вероятность риска, P	P_0 , баллы
Ожидаемый	0,8–0,99	5
Очень вероятный	0,6–0,8	4
Вероятный	0,3–0,6	3
Маловероятный	0,1–0,3	2
Слабовероятный	0,01–0,1	1

Риски, признанные существенными и критическими, требуют внимания в первую очередь. Каждый из существенных и критических рисков может потребовать специальной программы мер по его снижению.

На рис. 1 проведена граница терпимости к риску, которая отделяет оценки приемлемых рисков от рисков, требующих управления. Риски, расположенные ниже от границы терпимости к риску, не требуют разработки и реализации специальных мероприятий по их снижению.

В результате построения карты рисков для проекта новой АЭС, мы получаем комплексную картину рисков среды атомной энергетики в целом. Результаты исследования предназначены для построения экспертами интегральной оценки риска по проекту и формулирования рекомендаций по разработке и проведению мероприятий по снижению уровня риска и повышению эффективности взаимодей-

ствия участников межгосударственных проектов по созданию сложных инженерных энергетических объектов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Садовская Т.Г., Стрельцов А.С. Организационно-технологические инновации в международной инжиниринговой деятельности на рынке атомной энергетики. *Сб. докл. IX ежегодной межвузовской научно-практической конференции «Мировой рынок высоких технологий в условиях новых глобальных вызовов», 9 декабря 2011 г.* Москва, МГИМО, 2012.
- [2] Федосова Ю.В. Атом в кредит. *Агентство PРоAtom*, 2006, № 3.
URL: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=412>
- [3] De Rollat X., Andrew Newman A. Running the risk. *Deloitte*, 2006, № 1.
URL: <http://www.projectfinancemagazine.com>
- [4] Артемов Н.А., Харитонов В.В. Оценка конкурентоспособности проектов АЭС на мировом рынке. *Экономические стратегии*, 2010, № 7–8, с. 122–133.
- [5] Лимаренко В.И. О построении системы управления жизненным циклом сложных инженерных объектов на примере инжиниринговой компании. *CAD/CAM/CAE Observer*, 2011, № 6 (66), с. 1–6.
- [6] *Экономика и управление в современной электроэнергетике России: пособие для менеджеров электроэнергетических компаний.* А.Б. Чубайс, ред. Москва, НП КОНЦ ЕЭС, 2009, 615 с.
- [7] Стрельцов А.С. Развитие инструментов стратегического менеджмента машиностроительных компаний на основе бизнес-матриц. *Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Машиностроение*, 2011, № 3, с.170–181.
- [8] Зинкевич В.А. Черкашенко В.Н. Карта рисков — эффективный инструмент управления. *Консалтинговая компания «Франклин&Грант. Риск-консалтинг»*, 2004, № 2.
URL: <http://www.franklin-grant.ru/ru/reviews/review7.shtml>.

Статья поступила в редакцию 26.07.2013

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Т.Г. Садовская, Е.В. Баника. Методика картирования проектных рисков в международной инжиниринговой деятельности на рынке атомной энергетики. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2013, вып. 3. URL: <http://engjournal.ru/catalog/indust/hidden/648.html>

Садовская Татьяна Георгиевна — профессор кафедры предпринимательства и внешнеэкономической деятельности МГТУ им. Н.Э. Баумана, доктор технических наук, почетный работник высшего профессионального образования России. Автор свыше 120 научных работ, в том числе 12 монографий в области теории и методологии организационно-экономического проектирования корпораций, организационно-экономического анализа бизнеса, организации внешнеэкономической деятельности, процессно-ориентированного управления высокотехнологичными предприятиями. e-mail: tiss99@mail.ru

Баника Евгения Александровна — студентка шестого курса кафедры предпринимательства и внешнеэкономической деятельности МГТУ им. Н.Э. Баумана. e-mail: banica@mail.ru