

Затраты на строительство и эксплуатацию электростанций

© В.Ю. Конюхов, Т.А. Опарина

*Иркутский национальный исследовательский технический университет,
г. Иркутск, Российская Федерация*

Аннотация. В данной статье анализируются факторы, определяющие стоимость электроэнергии от новых электростанций. Все эти факторы, включая затраты на строительство, расходы на топливо, экологические нормативы и финансовые затраты, могут быть затронуты государственной энергетической, экологической и экономической политикой. Решения правительства о том, влиять или не влиять на эти факторы, могут во многом определять вид электростанций, которые будут построены в будущем. Например, государственная политика, направленная на снижение стоимости строительства электростанций, может принести особую пользу атомным станциям, строительство которых обходится дорого. Политика, направленная на снижение стоимости ископаемого топлива, могла бы принести пользу заводам по производству природного газа, которые строятся недорого, но зависят от дорогого топлива. В статье приводятся прогнозы потенциальных затрат на энергию для новых, построенных в 2015 году электростанций на ископаемом топливе, ядерных и возобновляемых источниках энергии. Кроме этого, демонстрируется, как различные предположения, такие как наличие федеральных стимулов, изменяют выбросы технологических затрат. Неопределённость в будущем не позволяет делать чёткие прогнозы. Таким образом, оценка технологии по стоимости также является приближенной, она не должна рассматриваться в качестве окончательной оценки относительной конкурентоспособности каждого варианта с точки зрения затрат.

Ключевые слова: смета, сметные нормативы, ценообразование, сметная документация, строительные материалы, тарифные ставки, тарифные коэффициенты

Power Plant Construction and Operating Costs

© Vladimir Yu. Konyukhov, Tatiana A. Oparina

*Irkutsk National Research Technical University,
Irkutsk, Russian Federation*

Abstract. The article analyzes the factors that determine the cost of electricity from new power plants. All of these factors, including construction costs, fuel costs, environmental regulations and financial costs, can be affected by government energy, environmental and economic policies. Government decisions on whether or not to influence these factors can largely determine the type of power plants that will be built in the future. For example, government policies aimed at reducing the cost of building power plants may be of particular benefit to nuclear power plants, which are expensive to build. Policies to reduce the cost of fossil fuels could benefit natural gas plants that are inexpensive to build but depend on expensive fuels. The article provides projections of potential energy costs for new 2015 fossil, nuclear and renewable power plants. The article also demonstrates how various assumptions, such as the existence of federal incentives, alter the emissions of technology costs. In the future, uncertainty does not allow making clear predictions. Thus, the cost estimate of the technology is also approximate, it should not be considered as a final assessment of the relative competitiveness of each option in terms of costs.

Keywords: estimate, estimate standards, pricing, estimate documentation, building materials, tariff rates, tariff coefficients

Для изучения вопроса, связанного с затратами на строительство и эксплуатацию электростанций, необходимо проанализировать прогнозы стоимости электроэнергии для новых электростанций на ископаемом топливе, атомной и возобновляемой энергии, а также рассмотреть существующие допущения и федеральные стимулы, которые изменяют оценку технологии.

Ни один из прогнозов не является «вероятным» [1]. Неопределённость в будущем

препятствует точным прогнозам. Поэтому при ранжировании технологий оценивается стоимость, которая не должна рассматриваться как окончательная оценка относительной конкурентоспособности каждого варианта стоимости. Ценность дебатов по этому вопросу заключается не в том, чтобы дать точную оценку будущих затрат на энергию, а в том, чтобы определить будущие результаты, в том числе те, на которые может повлиять Конгресс.

Основные наблюдения заключаются в следующем:

1) правительство может поощрять изменения в относительной стоимости технологий производства электроэнергии. Гарантии федерального займа, например, могут заменить дорогостоящую технологию атомной энергетики относительно дешёвой альтернативной технологией [2];

2) электростанции комбинированного цикла на природном газе являются наиболее распространённым типом строительства крупных электростанций на природном газе, конкурентоспособные технологии производства электроэнергии предполагают широкий выбор предложений цен на топливо, стоимости строительства, государственных стимулов и правил выбросов углекислого газа. Это увеличивает вероятность того, что разработчики электростанций будут продолжать использовать модель 1990-х годов и полагаться на электростанции на природном газе новой мощности для удовлетворения спроса [3];

3) создание современных технологий развития угольных электростанций с устройствами улавливания углерода подразумевает, что электроэнергия будет являться дорогостоящим источником. Другие источники энергии, такие как ветер, ядерная энергия, геотермальная энергия и газовый комбинированный цикл, без технологии улавливания в настоящее время кажутся более экономичными.

Рассмотрим факторы, определяющие стоимость ЭС.

Государственные стимулы для определения стоимости строительства и эксплуатации электростанций изучены в работе [4].

Многие правительства повлияли на стоимость производства электроэнергии. В некоторых случаях стимулы оказывают прямое и явное влияние на стоимость строительства или эксплуатации электростанций, например, налоговые льготы, инвестиции в возобновляемые источники энергии. Прямое влияние на другие приложения, такие как некоторые налоговые законы, которые воздействуют на стоимость производства ископаемого топлива, невелико и трудно поддаётся измерению.

Кроме этого, необходимо также обозначить налоговые льготы на производство атомной энергии.

Среди таких льгот можно отметить специальный кредит. Данный кредит – это будущее атомной электростанции номиналь-

ной стоимостью 134,92 руб. кв. м/ч. Этот кредит распространяется на завод в течение первых восьми лет. В отличие от налоговых кредитов, возобновляемых продуктов, ядерный кредит не имеет ничего общего с инфляцией, так что его фактическая стоимость со временем снижается. Кредит подлежит определённым ограничениям:

1) он предназначен для перспективных атомных электростанций, которые начали строительство до 1 января 2014 года и вступили в эксплуатацию до 1 января 2021 года;

2) годовой кредитный лимит для каждого проекта составляет более 125 миллионов гигавайт электроэнергии [5];

3) полная сумма кредита выдаётся только в том случае, если общая мощность объекта составляет менее 6000 мегаватт. При общей допустимой мощности свыше 6000 мегаватт на каждую станцию имеющиеся кредиты распределяются пропорционально.

В этом случае, если сумма кредита будет уменьшена на 101,19 руб. за киловатт-час, новые атомные мощности будут использоваться при всех правах эксплуатации электростанций.

Согласно окончательному правилу Департамента энергетики, кредитные гарантии могут покрывать 80 % стоимости проекта, а организации, которые берут кредитные гарантии, должны основываться на детальной оценке проекта. Каждый заявитель должен сообщить в Федеральное казначейство «стоимость субсидирования кредита», которая отражает предполагаемую стоимость предоставления государственной гарантии, включая взвешенную по вероятности стоимость дефолта. Поскольку долг поддерживается федеральным правительством, неизвестно, будет ли он иметь более высокий кредитный рейтинг и самые низкие процентные ставки. Данная гарантия не распространяется на коммунальные услуги, такие как использование коммунальных систем [6].

И девелоперы, и инвесторы говорят, что кредитные гарантии нужны были как минимум для новой АЭС в первой волне. Это связано с тем, что на ядерный проект тратятся миллиарды долларов, которые могут превысить рыночную стоимость компании, построившей завод.

Рассмотрим налоговые программы для многих других инновационных энергетических технологий, таких как солнечная и геотермальная энергия, используемая для производства [7]. Ветроэнергетические системы

не попадают в эту категорию. Кредитный лимит геотермальных систем и солнечных систем, установленных до 1 января 2017 года, составляет 10 и 30 % соответственно (последний затем восстанавливается на 10 %). Геотермальные проекты, которым выдаются инвестиционные налоговые кредиты, не получают налоговые кредиты на возобновляемые источники энергии. Амортизационная база налогового проекта снижает стоимость кредита на 50 %. Инвестиционные налоговые кредиты выдаются независимо от коммунальных компаний и коммунальных компаний-владельцев инвесторов, но не распространяются на государственные безналоговые коммунальные услуги.

В рамках исследуемой темы необходимо уделить внимание технологии чистого угля, а также обозначить особенности инвестиционного налогового кредита.

Этот налоговый кредит может быть использован коммунальной компанией, принадлежащей инвестору, или независимой коммунальной компанией (негосударственной, не облагаемой налогом коммунальной компанией). Например, налоговый кредит компании составляет 25,5 млрд иен, из которых 8,8 млрд иен используется на заводе IGCC (IGCC technology) для 5,5 млн человек. Также выделяются средства на применение передовых угольных технологий, не связанных с IGCC, для 1,1 млн человек. Всего насчитывается 2,5 млрд передовых угольных проектов. Третья категория налоговых льгот включает налоговые льготы в первых двух категориях до того, как программа не будет завершена или министр энергетики определит другие дни налоговых субъектов, обновление базы уменьшит кредит до стоимости 50 %.

Кроме всего прочего, существуют государственные и местные стимулы.

Если государство или местное самоуправление поддержат проект, то общая сумма отложенных налогов (с дополнительными стимулами, снижением налогов) каждого проекта может достигать сотен миллионов долларов. Например, проект Duke Energy Port Edwards IGCC в Индиане, вероятно, составит почти от 5 до 5,5 млн федеральных, государственных и местных налогов [8].

Традиционные тарифы, состояние комиссии по свету и теплу позволяют инвесторам использовать новую электростанцию. Тарифная система становится финансовым

стимулом для привлечения энергетических компаний. Энергетические компании не получают инвестиций в строительство. Однако, если проект очень дорогой, временной лаг между затратами на производство и инвестициями в допустимую норму может быть экономическим бременем для компании, если завод дорогой и добавляет норму прибыли в качестве основного места, это также может стать экономическим бременем для компании.

По этой причине коммунальные компании могут предложить другой метод расчёта сборов, называемый «налог на строительство» (CWIP). Можно также инвестировать в строительство завода, чтобы собирать коммунальные платежи. Ставки CWIP снижают финансовое давление на коммунальные услуги, связанное с дорогостоящими инвестициями, постепенно увеличивают ставки пользователей и откладывают проекты, одновременно снижают стоимость традиционных инвестиций.

Далее рассмотрим финансирование проекта электростанции.

Даже относительно небольшая электростанция может стоить миллионы долларов. Например, 2100 иен за киловатт, капитальные затраты на ветер мощностью 50 МВт составляют около 105 млн иен. Инвестиционные затраты обычно финансируются за счёт заёмных средств и капитала. Структура финансирования и капитальные затраты различаются по типу застройщика и по конкретной категории риска проекта.

В целом электростанциями разрабатываются три типа предприятий:

1) коммунальные услуги, принадлежащие инвесторам (долговые расписки). Долговые расписки принадлежат индивидуальным инвесторам и попадают под действие правительственных постановлений о плате и условиях использования. Существует зона гарантийного обслуживания, которая бывает ограниченной. Государственная деловая комиссия, созданная по счёту за электроэнергию, следит за финансовым состоянием коммунальной компании, комиссия также должна одобрить предложение компании о новой электростанции до тех пор, пока коммунальные действия будут осуществляться не в полном объёме;

2) коммунальные компании (ПМ). ПМ – это муниципальная, государственная или федеральная коммунальная компания. Долговые расписки имеют гарантированную область обслуживания, которая сталкивается с

ограниченной конкуренцией. Так, владеть и управлять электростанциями может, например, премьер-министр, такая ситуация является примером использования электроэнергии в качестве совладельцев проекта, где основными разработчиками долгового обязательства или независимыми энергетическими компаниями становятся Управление долины Теннесси и муниципальные коммунальные службы, обслуживающие города Лос-Анджелес и Сан-Антонио, где премьер имеет свои собственные тарифы. Он управляет электростанцией, принимает решение о строительстве [9];

3) независимые производители энергии (IPP). IPP являются коммерческими разработчиками и операторами электростанций, которые продают оптовую электроэнергию коммунальным предприятиям и промышленным потребителям. В определённом диапазоне они способны вырабатывать электроэнергию для продажи по любой цене, которую может позволить себе рынок. ИПП сталкиваются с большими финансовыми рисками, чем регулируемые коммунальные предприятия: у них нет гарантированной зоны обслуживания, а также крупных ИПП, которые продают электроэнергию по собственным решениям для строительства гидроэлектростанций.

Помимо вышесказанного, следует также отметить следующее:

- PMS может финансировать энергетические проекты со 100 % низкой стоимостью долга, чтобы появилась возможность строить электростанции, которые дешевле, чем долговые расписки и PMS. Однако PMS – это в большинстве своём небольшие и не имеющие финансовых или административных ресурсов компании. Крупные и сложные проекты запускаются самостоятельно, поэтому PMS не является лучшим вариантом;

- задолженность и собственный капитал низкой стоимости возникает из-за долгового обязательства. Финансирование затрат, как правило, ниже, чем IPPS-финансирование затрат;

- IPP имеет капитал самой высокой стоимости. Если POU или IOU не является совладельцем, то проект будет достаточно дорогим (например, уголь или атомные электростанции).

Перейдём к анализу затрат энергетического бизнеса.

В этой части работы анализируется стоимость электроэнергии для вышеуказанной

технологии производства. Приводятся результаты анализа основного случая. Результаты были представлены в четырёх других случаях, в ответе на которые обсуждалось значение таких важных переменных, как влияние федеральных и государственных стимулов, высокие цены на бензин, неопределённость в отношении капиталовложений, управление выбросами углекислого газа и затратами.

Следует отметить, что стоимость электроэнергии парогазовой электростанции используется в качестве эталона для определения стоимости электроэнергии других технологий производства электроэнергии. Газовые электростанции комбинированного цикла играют ведущую роль, они будут продолжать функционировать в качестве новых источников энергии для удовлетворения основной нагрузки и промежуточного спроса. Чем больше технология производства электроэнергии приближается к значению мощности комбинированного цикла или превышает его, тем больше у них возможностей конкурировать с новыми гидроэлектростанциями на рынке [10].

Базовый сценарий является источником для сравнения различных допущений, таких как затраты на топливо и строительство, и для изменения энергетической ценности будущих оценок. Поскольку будущее энергозатрат зависит от многих переменных и является неясным, не представляется возможным предсказать наиболее вероятный сценарий. В работе была предпринята попытка понять основные факторы, влияющие на стоимость обеспечения электростанции, включая Конгресс, который контролируется, например, планами стимулирования.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что рассмотренные оценки являются приблизительными и имеют высокую степень неопределённости. Поэтому оценка технологии тоже приблизительна, она не должна восприниматься как окончательная оценка относительной экономической конкурентоспособности каждого варианта. Кроме этого, следует отметить, что некоторые из факторов проекта влияют на фактические решения разработчика, включая расстояние от источников топлива электростанций на ископаемом топливе, местный климат (ветровой и солнечный), необходимость и ценность обновления программы, а также стоимость ветровой и солнечной энергии.

Библиографический список

1. Козлова О.А., Конюхов В.Ю. Проблемы малого бизнеса в России // Экономический альманах: сб. материалов I Междунар. науч.-практ. конф. (г. Иркутск, 23 марта 2018 г.). Иркутск: ИРНИТУ, 2018. С. 84–89.
2. Лончих П.А. Управление процессами: обеспечение качества технологических систем: монография. Иркутск: ИрГТУ, 2014. 344 с.
3. Архипкин О.В., Лескова Т.В. Обеспечение качества и конкурентоспособности предприятия. Иркутск: ИрГТУ, 2014. 163 с.
4. Конюхов В.Ю., Опарина Т.А. Инновационная активность в развитии российской энергетики // Молодежный вестник ИрГТУ. 2020. Т. 10. № 1. С. 131–134. [Электронный ресурс]. URL: <http://xn--b1agjigi1ai.xn--p1ai/journals/2020/01/articles/21> (29.04.2021).
5. Конюхов В.Ю., Опарина Т.А. Принципы «новой» энергетики (по материалам семинара «Энергетика, экономика, общество») // Техно-экономические проблемы развития регионов: материалы науч.-практ. конф. с международным участием (г. Иркутск, 20 декабря 2018 г.). Иркутск, 2019. С. 35–37.
6. Суслов К.В., Потапов В.В., Опарина Т.А. Энергоаудит. Задачи, методология, преимущества // Байкальская наука: идеи, инновации, инвестиции: сб. трудов конференции. Иркутск, 2020. С. 14–19.
7. Ланкина С.А., Флегонтов В.И. Классификация и проблемы оценки рисков промышленного предприятия // Вестник евразийской науки. 2015. Т. 7. № 3. С. 39–55.
8. Santoso S., McGranaghan M.F., Dugan R.C., Wayne Beaty H. Electrical Power Systems Quality. New York: McGraw-Hill Education, 2012. 577 p.
9. Конюхов В.Ю., Каймонова О.О. Экологический эффект от реализации инновационных проектов // Техно-экономические проблемы развития регионов: материалы науч.-практ. конф. с международным участием (г. Иркутск, 26–28 апреля 2017 г.). Иркутск: ИРНИТУ, 2017. С. 19–22.
10. Пигунова О.В., Аниськова О.Т. Стратегия коммерческой деятельности предприятия розничной торговли. М.: Маркетинг, 2002. 117 с.

Сведения об авторах / Information about the Authors

Конюхов Владимир Юрьевич,
кандидат технических наук,
профессор кафедры автоматизации и управления,
Институт высоких технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россий-
ская Федерация,
e-mail: c12@ex.istu.edu

Опарина Татьяна Александровна,
магистрант группы ЭУМ-20-1,
Институт экономики, управления и права,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россий-
ская Федерация,
e-mail: martusina2@yandex.ru

Vladimir Yu. Konyukhov,
Cand. Sci. (Technics),
Professor, Department of Automation and Control,
Institute of High Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov Str., Irkutsk, 664074, Russian Federa-
tion,
e-mail: c12@ex.istu.edu

Tatiana A. Oparina,
Postgraduate,
Institute of Economics, Management and Law,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov Str., Irkutsk, 664074, Russian Federa-
tion,
e-mail: martusina2@yandex.ru