

**УЧЕТ ВОЗМОЖНЫХ РИСКОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ  
И ЭКСПЛУАТАЦИИ АЭС  
ACCOUNTING POSSIBLE RISKS IN CONSTRUCTION  
AND OPERATION OF NPP**

ЧИЖ ЕКАТЕРИНА ПАВЛОВНА  
CHIZH EKATERINA PAVLOVNA  
Магистрант БНТУ  
kotyal@yandex.ru

Научный руководитель – зав. каф. «Экономика и организация энергетики», канд. экон. наук, доцент Т. Ф. Манцерова

*Аннотация*

*В данной статье рассматриваются основные подходы к учету возможных рисков в энергетике при строительстве и эксплуатации АЭС. При строительстве АЭС следует учитывать такие риски как: организационные, экономические и внешние. Рассмотрены укрупненные статьи себестоимости производства энергии на АЭС.*

*Abstract*

*In this article, the main approaches to the calculation of possible risks in the energy sector during the construction and operation of nuclear power plants are considered. When building an NPP, it is necessary to take into account such risks as: organizational, economic and external. The enlarged articles of the cost price of energy production at nuclear power plants.*

*Ключевые слова*

*Риск, энергетика, АЭС, электропотребление, себестоимость энергии.*

*Key words*

*Risk, energy, nuclear power plants, power consumption, cost of energy.*

**Введение**

Прогноз мирового электропроизводства на АЭС на долгосрочный период 2015-2050 гг. является составной частью прогноза общего

мирового электропроизводства на всех типах энергоустановок. В свою очередь, прогноз общего мирового электропроизводства определяется прогнозами мирового электропотребления и электрическими потерями.

Прогноз мирового электропотребления является производной от прогноза развития мировой экономики, т.е. прогнозов темпов роста мирового ВВП и его структуры. По мнению Ю. В. Мелешко, «как свидетельствует зарубежный опыт, увеличение доли сферы услуг в ВВП и в структуре занятости населения автоматически не обеспечивает стабильное социально-экономическое развитие и не является само по себе фактором экономического роста» [6, с. 118]. В свою очередь темпы роста мирового ВВП определяются темпами роста численности населения Земли, ростом его благосостояния, развитием технологий, эффективностью производства и многим другим.

В недавно опубликованной работе: Мир и Китай. Энергетический прогноз 2050 (WorldandChina. EnergyOutlook 2050), (CNPC ETRI 2016) подготовленным Economics&Technology Research Institute при китайской нефтегазовой корпорации CNPC, приводятся прогнозы роста мирового ВВП и крупнейших стран мира до 2050 года (рис. 1).

Было получено, что в 2050 г. мировой ВВП должен увеличиться до \$ 157 трлн. со среднегодовым темпом роста 2%. При этом ВВП США, по сравнению с 2014 г., увеличится в 2 раза, со среднегодовым темпом роста 1,9%; ВВП Китая возрастет в 5,4 раза, со среднегодовым темпом роста 4,8%; ВВП Индии увеличится в 9,1 раз, по сравнению с 2014 г., со среднегодовым темпом роста 6,3%. Доля ВВП Китая в общемировом ВВП вырастет с 18% (2014 г.) до 35,6% в 2050 году.

Индийская экономика становится наиболее быстрорастущей среди основных развивающихся стран и, по прогнозу, в 2050 г. ВВП Индии будет составлять 55% от ВВП США и 34% от ВВП Китая, по сравнению с 12% и 20% в 2014 г. соответственно.

В Китае в 2050 году ВВП на душу населения будет равен около \$ 40,000 или в 2.4 раза выше среднемирового уровня, но только 46% от уровня в США. При этом в Индии ВВП на душу населения будет равняться 13,7% от уровня США.

Следует обратить внимание, что, по данному прогнозу, Россия в 2050 г. по объему ВВП будет находиться уже на 11 месте, после Китая, США, Индии, Японии, Германии, Великобритании, Франции, Бразилии, Южной Кореи и Италии [1].

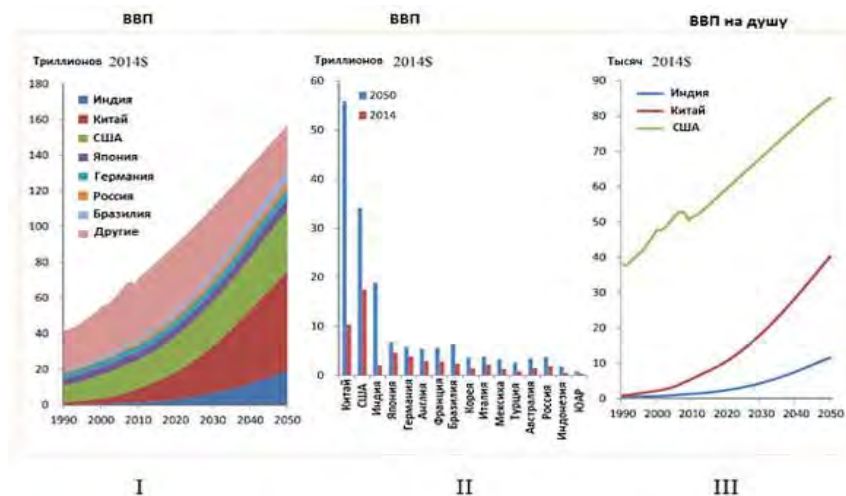


Рис. 1. Прогноз роста мирового ВВП и крупнейших стран мира до 2050 г.: (I) Динамика мирового ВВП и крупнейших стран мира в период 1990-2014 гг. (факт) и прогноз на период 2015-2050 гг. (в \$ трлн. 2014 г.); (II) Сопоставление ВВП крупнейших стран мира в 2014 (факт.) и в 2050 гг. (прогноз) (в \$ трлн. 2014 г.). (III) Динамика подушевого ВВП США, Китая и Индии в период 1990-2014гг. (факт.) и прогноз на период 2015-2050 гг. (в \$ тыс. 2014).

### Результаты и их обсуждение

Атомная энергетика на данный момент является одной из самых развивающихся отраслей в мире. Доля атомной генерации в мировой энергетике составляет порядка 13-15%, на данный момент в мире функционируют 449 ядерных реактора с суммарной установленной мощностью 339,2 ГВт и 60 ядерных реактора строятся.

Анализируя столь быстро развивающуюся отрасль необходимо учитывать риски, которые могут возникнуть при строительстве и эксплуатации АЭС.

Понятие «**риск**» подразумевает возможность возникновения неблагоприятной ситуации или неудачного исхода производственно-хозяйственной или какой-либо другой деятельности. В настоящее время существует значительное количество классификаций рисков, которые выполнены как отечественными, так и зарубежными уче-

ными. Однако большинство классификаций выделяют следующие группы рисков.

#### 1. Виды рисков по источникам возникновения:

Внешний (систематический или рыночный) риск — это риск, не зависящий от деятельности предприятия. Этот риск возникает при смене отдельных стадий экономического цикла, изменении конъюнктуры финансового рынка и в ряде других случаев, на которые предприятие в своей деятельности повлиять не может. К этой группе рисков могут быть отнесены инфляционный риск, процентный риск, валютный риск, налоговый риск.

Внутренний (несистематический или специфический) риск — это риск, зависящий от деятельности конкретного предприятия. Он может быть связан с неквалифицированным финансовым менеджментом, неэффективной структурой активов и капитала, чрезмерной приверженностью к рискованным (агрессивным) операциям с высокой нормой прибыли, недооценкой хозяйственных партнеров и другими факторами, отрицательные последствия которых в значительной мере можно предотвратить за счет эффективного управления рисками.

#### 2. Виды рисков по роду опасности:

Техногенные риски — это риски, связанные с хозяйственной деятельностью человека (например, загрязнение окружающей среды).

Природные риски — это риски, не зависящие от деятельности человека (например, землетрясение).

Смешанные риски — это риски, представляющие собой события природного характера, но связанные с хозяйственной деятельностью человека (например, оползень, связанный со строительными работами).

#### 3. Виды рисков по частоте реализации:

Высокие риски — это риски, для которых характерна высокая частота наступления ущерба.

Средние риски — это риски, для которых характерна средняя частота нанесения ущерба.

Малые риски — это риски, для которых характерна малая вероятность наступления ущерба.

#### 4. Виды рисков по размеру возможного ущерба:

Допустимый риск — это риск, потери по которому не превышают расчетной суммы прибыли по осуществляемой операции.

Критический риск — это риск, потери по которому не превышают расчетной суммы валового дохода по осуществляемой операции.

Катастрофический риск — это риск, потери по которому определяются частичной или полной утратой собственного капитала (может сопровождаться утратой заемного капитала).

#### 5. Виды рисков по сферам проявления:

Политические риски — это риски прямых убытков и потерь или недополучения прибыли из-за неблагоприятных изменений политической ситуации в государстве или действий местной власти.

Социальные риски — это риски, связанные с социальными кризисами.

Экологические риски — это риски, связанные с вероятностью наступления гражданской ответственности за нанесение ущерба окружающей среде, а также жизни и здоровью третьих лиц.

Коммерческие риски — это риски экономических потерь, возникающие в любой коммерческой, производственно- хозяйственной деятельности. В состав коммерческих рисков включают финансовые риски (связанные с осуществлением финансовых операций) и производственные риски (связанные с производством продукции (работ, услуг), осуществлением любых видов производственной деятельности).

Профессиональные риски — это риски, связанные с выполнением профессиональных обязанностей (например, риски, связанные с профессиональной деятельностью врачей, нотариусов и т.д.).

Для энергетики особенно актуальными являются техногенные, экологические, коммерческие и иные риски. Некоторые из них могут проявляться уже на стадии предпроектных работ, иные на стадиях строительства и эксплуатации. Следует учитывать так же и возможные не учтенные риски.

На стадии опытно-конструкторских работ АЭС и проектировании риски подразделяются на:

- стратегическо-технические риски (учет эксплуатации и учет вывода из эксплуатации);
- организационные риски (включают в себя планирование, источники финансирования, подготовка кадров);
- внешние риски (выбор площадки АЭС), (включает в себя природно-геологические риски и политические риски).

На стадии строительства АЭС следует выделить следующие риски (рис. 2).



Рис. 2. Классификация рисков на стадии строительства АЭС

Влияние рисков, возникающих в процессе сооружения и ввода в эксплуатацию энергоблока, возможно в достаточной мере определить, предусмотреть и оценить. Данные риски в существенной степени являются управляемыми, для них возможно планирование. Риски, не выявленные на этапах разработки, проектирования и сооружения энергоблока, являются скрытыми и проявляются только в период испытаний – это вероятностные риски. Поскольку эти риски

не идентифицируются на данном этапе реализации проекта, они не могут быть спрогнозированы. Возможность управления этими рисками существенно ограничена их скрытым характером.

Вопрос о строительстве в Беларуси АЭС прорабатывался еще в начале 1990-х годов. Национальной Академией Наук было определено более 70 потенциальных площадок для размещения станции. В дальнейшем многие площадки отсеялись по различным причинам. В результате, когда в 2006 году к вопросу о строительстве АЭС вернулись, было определено 4 возможных варианта размещения станции:

- Краснополянская площадка
- Кукшиновская площадка
- Верховинская площадка (в качестве резервной).
- Островецкая площадка (также вначале рассматривалась в качестве резервной)

При выборе площадки проводились оценки сейсмотектонических условий, геологических и гидрогеологических условий, гидрологических условий водоснабжения площадок, метеорологических условий, также оценивалось техногенное влияние, влияние внеплощадочных чрезвычайных ситуаций, рассматривались демографические характеристики. В декабре 2008 года в качестве места строительства определена Островецкая площадка.

Экономические риски могут быть представлены как самостоятельная группа рисков, так и в выделенной подгруппе внешних рисков. Соответственно экономические риски могут быть как внешне-экономическими, так и внутренне-экономическими.

Себестоимость электроэнергии является одной из основных экономических характеристик эффективности работы объекта электрогенерации. Себестоимость электроэнергии АЭС включает в себя:

- на топливо;
- амортизационные отчисления;
- на заработную плату;
- на ремонты;
- прочие расходы;
- на обращение с радиоактивными отходами для атомной электростанции.

Суммарные расходы на производство электроэнергии представляют собой:

$$I_3 = I_T + I_{ам} + I_{зп} + I_{рем} + I_{пр} + I_{рао}.$$

Тогда себестоимость отпущенной энергии в центах США/кВт·ч представляет отношение суммарных затрат за год к объему отпуска электроэнергии за тот же период времени:

$$C_3 = \frac{I_3 \cdot 100}{\mathcal{E}_T \cdot (1 - \alpha_{с.н.})},$$

где  $\mathcal{E}_T$  – годовая выработка электроэнергии, \$ млн кВт·ч;

$\alpha_{с.н.}$  – доля расхода электроэнергии на собственные нужды [2].

### **Заключение**

При расчете себестоимости электроэнергии, отпускаемой атомной электростанцией, необходимо учесть затраты, связанные с обращением с радиоактивными отходами (РАО) в процессе изготовления ядерного топлива, эксплуатационными РАО, образовавшимися в ходе работы станции, и затраты по обращению с отработавшим ядерным топливом (ОЯТ).

Анализ состояния белорусской энергосистемы показывает, что дополнительные затраты при строительстве АЭС по выбранному проекту, в основном должны пойти на создание и содержание дополнительных необходимых мощностей резерва. Считается, что с вводом АЭС в республике пропорционально уменьшится число энергоблоков, топливом для которых служит газ или мазут и значительно повысится энергетическая безопасность республики.

### **Список литературы**

1. Прогноз мирового электропроизводства на АЭС на период до 2050 г. – 2017 [Электронный ресурс]. – URL: <http://proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=7390> – Дата доступа: 28.03.2017.
2. Попов, Б.И. Сравнительная оценка себестоимости электроэнергии БелАЭС/ Б.И. Попов// энергетическая стратегия. – 2016. – № 5 (53). – С.17-21.
3. Попов, Б.И. Цена ядерного топлива как фактор конкурентоспособности Белорусской АЭС / Б.И. Попов// Энергетическая стратегия. – 2015. – №5 (47). – С. 50-53.



4. Об утверждении Концепции энергетической безопасности Республики Беларусь: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 23.12.2015, № 1084 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2015. – № 48. – 5/41477.

5. Екатеринославский, Ю.Ю., Диагностика, позиционирование и риски предприятий / Ю.Ю. Екатеринославский, А.М. Медведева. М.: АП Наука и образование, 2008.

6. Мелешко, Ю. В. Понятие и экономический механизм оказания услуг промышленного характера / Ю. В. Мелешко // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. Социально-экономические и общественные науки / Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины; редкол.: С. А. Хахомов (гл. ред.) [и др.]. – Гомель: Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины, 2016. – №5 (98). – С.118-123.