

В. М. Навалихин, А. В. Носовский,  
О. В. Половинкин<sup>1</sup>, Л. М. Салий<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Государственный научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности

<sup>2</sup>Славутицкий филиал Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт»

## Выбор стратегии снятия с эксплуатации энергоблоков Ровенской АЭС

*На основании анализа международного и национального опыта рассматриваются вопросы выбора стратегии снятия с эксплуатации энергоблоков АЭС Украины. Выполнена предварительная оценка стоимости снятия с эксплуатации и предложены варианты стратегии снятия с эксплуатации энергоблоков Ровенской АЭС.*

В. М. Наваліхін, А. В. Носовський,  
О. В. Половинкін, Л. М. Салій

### Вибір стратегії зняття з експлуатації енергоблоків Рівненської АЕС

*На підставі аналізу міжнародного й національного досвіду розглядаються питання вибору стратегії зняття з експлуатації енергоблоків АЕС України. Виконано попередню оцінку вартості зняття з експлуатації й запропоновано варіанти стратегії зняття з експлуатації енергоблоків Рівненської АЕС.*

**Т**енденции в развитии мирового сообщества говорят о дальнейшем росте генерирующих мощностей ядерной энергетики, а следовательно, о росте количества проблем, связанных со снятием с эксплуатации ядерных установок и обращением с большими объемами радиоактивных отходов [1]. Анализ опыта, полученного в процессе снятия с эксплуатации ядерных установок (ЯУ), показывает, что чем больше внимание уделяется вопросам планирования и подготовки к снятию с эксплуатации, тем более эффективно выполняется этот этап жизненного цикла. Признано, что надо начинать подготовку к снятию с эксплуатации (СЭ) еще на этапе проектирования установки и выполнять мероприятия, направленные на подготовку к СЭ, в течение всего периода эксплуатации объекта [2]. Опыт показывает, что сравнительно малое количество ядерных установок удалось снять с эксплуатации не выходя за рамки запланированных средств и временного периода. В основном это было вызвано такими причинами, как отсутствие государственной политики в вопросах СЭ и необходимых нормативных документов на ранних этапах развития ядерной энергетики, неадекватное планирование СЭ, недостаточность финансирования, слабость инфраструктуры СЭ, отсутствие опыта СЭ и подготовленного персонала.

### Международный опыт снятия с эксплуатации

За последнее время у мирового сообщества появился определенный опыт снятия с эксплуатации ядерных энергетических установок, определились основные подходы к планированию СЭ, к выбору способа реализации СЭ и т. д. Отправной точкой планирования СЭ является выбор стратегии снятия с эксплуатации. Под стратегией снятия установки с эксплуатации понимается выбранный в соответствии с действующим законодательством порядок снятия установки с эксплуатации, определяющий очередность, длительность, основное содержание этапов снятия с эксплуатации и состояние установки по окончании каждого из этапов. На настоящий момент в мире существуют три основных стратегии снятия с эксплуатации: немедленный демонтаж, отложенный демонтаж и захоронение (на месте) — могильник.

*Немедленный демонтаж* начинается сразу после завершения этапа прекращения эксплуатации. В мировой практике этот этап включает понятия «окончательный останов» (final shutdown) и «переходный период» (transitional period), необходимые для подготовки к реализации стратегии СЭ. Снятие с эксплуатации может быть реализовано в рамках одного проекта, если при этом будет достигнуто конечное состояние, включающее освобождение площадки от регулирующего контроля.

*Отложенный демонтаж* — это стратегия, при которой после завершения этапа прекращения эксплуатации установка переводится в безопасное состояние на несколько десятков лет, после чего в рамках последующих этапов начинается подготовка к демонтажу и демонтаж. В период отложенного демонтажа выполняются программы по надзору и обслуживанию, которые обеспечивают требуемый уровень безопасности. В процессе прекращения эксплуатации выполняются операции по удалению топлива, радиоактивных сред и эксплуатационных РАО с целью подготовки установки (площадки) к выдержке и отложенному демонтажу.

*Захоронение* (на месте) — это стратегия, при которой остающиеся радиоактивные материалы заключаются в барьеры, препятствующие их распространению за пределы установки (площадки).

Перечисленные варианты могут осуществляться как в «чистом» виде, так и в виде всевозможных комбинаций одного с другим. Варианты стратегии немедленного и отложенного демонтажа в настоящее время получили наибольшее распространение. Захоронение на месте (могильник) как стратегия СЭ распространено значительно меньше, а в некоторых странах, например в Украине, для ядерных энергетических установок не рассматривается вообще [3], [4].

Тип стратегии снятия с эксплуатации в общем случае определяется этапами СЭ, которые она содержит. Стратегия, в которой наряду с другими присутствуют этапы консервации и выдержки, является стратегией отложенного демонтажа, а стратегия, не содержащая эти этапы, является стратегией немедленного демонтажа.

### **Особенности выбора стратегии снятия с эксплуатации АЭС Украины**

Основные этапы стратегии СЭ в Украине выбираются в соответствии с «Общими положениями обеспечения безопасности при снятии с эксплуатации атомных электростанций и исследовательских ядерных реакторов» [4]. Продолжительность каждого из перечисленных ниже этапов определяется на основании отраслевого нормативного документа «Концепция снятия с эксплуатации действующих АЭС Украины» [5].

В общем случае подготовка к снятию с эксплуатации и снятие с эксплуатации содержат следующие этапы:

прекращение эксплуатации, продолжительность 4 года (этап «прекращение эксплуатации» хоть и не является этапом СЭ, тем не менее включен в рассмотрение как важный этап периода перехода от эксплуатации к снятию с эксплуатации);

окончательное закрытие, продолжительность 5 лет;

консервация, продолжительность 4 года;

выдержка, продолжительность 30 лет;

демонтаж, продолжительность 9 лет для стратегии отложенного демонтажа и 13 лет для стратегии немедленного демонтажа.

Продолжительность каждого из этапов уточняется на стадии проектирования.

Нормативный документ «Общие положения обеспечения безопасности при снятии с эксплуатации атомных электростанций и исследовательских ядерных реакторов» [4] не требует включения всех этапов в стратегию СЭ. Возможность исключения части этапов определяется конкретными условиями, в которых происходит снятие с эксплуатации.

Основным критерием достижения цели на любом из этапов СЭ является снижение регулирующих ограничений как в целом по объекту, так и на его отдельных участках. Вспомогательные критерии достижения целей для энергоблока, снимаемого с эксплуатации, обосновываются и согласуются в процессе разработки проекта СЭ для каждого этапа в отдельности.

В Украине в настоящее время на четырех АЭС эксплуатируется два энергоблока с реакторами типа ВВЭР-440 (Ровенская АЭС) и тринадцать энергоблоков с реакторами ВВЭР-1000 (Запорожская, Южно-Украинская, Хмельницкая и Ровенская АЭС). Большинство энергоблоков были

введены в эксплуатацию при Советском Союзе и три энергоблока — за время независимости Украины.

На текущий момент в Украине только один объект снимается с эксплуатации — Чернобыльская АЭС. Тип выбранной стратегии СЭ для ЧАЭС — отложенный демонтаж. Энергоблоки ЧАЭС в настоящее время находятся на этапе прекращения эксплуатации. Следует отметить, что случай снятия с эксплуатации Чернобыльской АЭС типичным не является, поэтому о нем нужно говорить отдельно [6].

В рамках государственной программы на всех АЭС Украины проводятся работы по переназначению ресурса эксплуатирующихся энергоблоков. Тем не менее, проектный ресурс восьми энергоблоков заканчивается в период 2010–2016 гг. и это обстоятельство требует начала серьезной подготовительной работы к снятию с эксплуатации.

Подготовительная работа к снятию с эксплуатации энергоблоков АЭС Украины начиналась с определения государственных приоритетов, разработки законодательных актов и нормативных документов по вопросам СЭ. Приоритеты формировались на основании международных соглашений и обязательств Украины, внутренних нормативных правовых актов, регулирующих использование ядерной энергии, а также программ развития энергетической отрасли на длительный период времени.

Основными приоритетами государственной политики в вопросах СЭ на текущий момент являются:

соблюдение международных соглашений, ратифицированных Украиной;

защита персонала, населения и окружающей среды на весь период снятия с эксплуатации ядерной установки;

исключение неоправданной нагрузки на грядущие поколения;

обеспечение эффективности затрат на всех этапах СЭ; использование площадок действующих АЭС для строительства замещающих мощностей.

Регламентируют вопросы подготовки и планирования СЭ АЭС Украины следующие нормативно-правовые акты и нормативно-технические документы:

Закон Украины «Про использование ядерной энергии и ядерную безопасность»;

Закон Украины «Об обращении с радиоактивными отходами»;

Закон Украины «Про ратификацию Объединенной конвенции о безопасности обращения с отработанным топливом и про безопасность обращения с радиоактивными отходами» от 20.04.2000 г. № 1688-III;

Закон Украины «Об упорядочивании вопросов, связанных с обеспечением ядерной безопасности» от 24.06.2004 г. № 868-IV;

НП 306.2.02/1.004-98 «Общие положения обеспечения безопасности при снятии с эксплуатации атомных электростанций и исследовательских ядерных реакторов»;

Постановление Кабинета Министров Украины от 27.04.2006 г. № 594 «Вопросы создания, накопления и использования финансового резерва для снятия с эксплуатации ядерных установок»;

«Концепция снятия с эксплуатации действующих АЭС Украины», утвержденная приказом Министерства топлива и энергетики Украины от 12.05.2004 г. № 249;

«Энергетическая стратегия Украины до 2030 года», утвержденная Кабинетом Министров Украины в марте 2006 г.;

СТП 0.08.031-2005 «Требования к содержанию концепции снятия с эксплуатации АЭС Украины»;

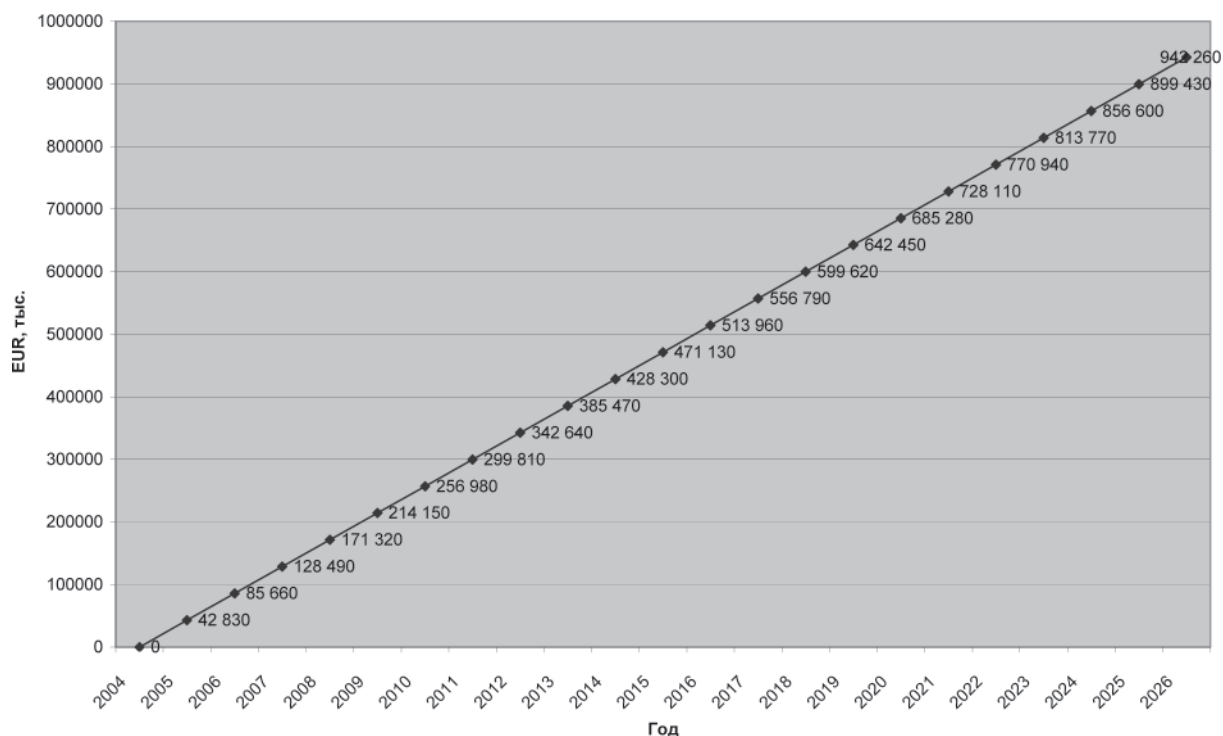


Рис. 1. Накопление финансового резерва СЭ

приказ Минтопэнерго Украины от 21.12.2007 г. № 611 «Проект снятия с эксплуатации энергоблока АЭС. Требования к составу и содержанию»;

НП 306.2.141-2008 «Общие положения безопасности атомных станций».

На текущий момент в стране законодательно определены принципы финансирования деятельности по СЭ и обращению с радиоактивными отходами (РАО), закреплены положения, регламентирующие обеспечение безопасности при снятии с эксплуатации ядерных энергетических установок, даны общие критерии безопасности, применимые на различных этапах деятельности по СЭ, определен порядок освобождения РАО от регулирующего контроля и т. п.

На отраслевом уровне разработаны показатели для ключевых моментов деятельности по планированию СЭ. Определен порядок применения рекомендательных материалов таких международных организаций, как МАГАТЭ, МКРЗ, в случаях, когда эти материалы не противоречат требованиям украинских норм и правил. Допускается самостоятельная разработка Лицензиатом критериев достижения цели и подходов к оценке результатов деятельности в случаях, когда соответствующие критерии и оценки отсутствуют в нормативных документах.

Система законодательных и нормативных актов Украины, а также совокупность приоритетов в политике государства в вопросах СЭ сформированы и позволяют осуществлять планирование деятельности на этапе подготовки к снятию с эксплуатации энергоблоков АЭС Украины.

Готовность к снятию с эксплуатации объектов атомной энергетики определяется состоянием экономики страны, наличием финансового резерва СЭ, а также наличием и готовностью инфраструктур обращения с РАО и ОЯТ как в целом по стране, так и на площадке конкретной АЭС. Наличие источников финансирования является основополагающим условием успешного выполнения СЭ. Вопросы обеспечения финансирования СЭ регулируются законами Украины и постановлениями Кабинета Министров.

В соответствии с Законом Украины «Об упорядочивании вопросов, связанных с обеспечением ядерной безопасности» и документом «Вопросы создания, накопления и использования финансового резерва для снятия с эксплуатации ядерных установок» на специальный счет финансового резерва ежегодно перечисляются средства для обеспечения снятия с эксплуатации действующих энергоблоков АЭС Украины. Под финансовым резервом понимаются средства целевого финансирования и целевых поступлений, которые формируются эксплуатирующей организацией (оператором) за время эксплуатации ядерной установки на счете со специальным режимом использования с целью финансирования разработки проекта снятия с эксплуатации соответствующей ядерной установки, а также выполнения мероприятий, предусмотренным данным проектом. Динамика поступления средств показана на рис. 1.

Система обращения с РАО на АЭС Украины описывается «Комплексной программой обращения с радиоактивными отходами» [9]. В рамках деятельности по обращению с радиоактивными отходами в Украине осуществляется учет образования РАО на всех объектах ядерного энергетического комплекса, определены площадки для переработки, хранения и захоронения низко- и среднеактивных РАО, разработаны регулирующие требования по безопасности при перевозке, хранении и захоронении РАО. В системе законодательных и нормативных актов по обращению РАО не урегулированными остаются вопросы:

обращения с долгосуществующими РАО и ВАО вплоть до их захоронения в глубоких геологических формациях; определение критериев приемки РАО на захоронение.

В целом по стране инфраструктура обращения с РАО на текущий момент не готова к переработке и захоронению больших объемов радиоактивных отходов, образовавшихся как в процессе эксплуатации энергоблоков, так и при снятии их с эксплуатации [10]. Данное обстоятельство осложняет реализацию стратегии немедленного демонтажа тех

энергоблоков, снятие с эксплуатации которых планируется на ближайшее время и, таким образом, накладывает ограничение на выбор стратегии СЭ.

Государственная политика в вопросах обращения с ОЯТ АЭС Украины основывается на следующих технологических решениях:

хранение ОЯТ в бассейнах выдержки и хранилище сухого типа (Запорожская АЭС);

хранение ОЯТ в бассейнах выдержки с последующей отправкой на переработку в Российскую Федерацию (Южно-Украинская АЭС, Хмельницкая АЭС, Ровенская АЭС);

хранение ОЯТ Южно-Украинской АЭС, Хмельницкой АЭС, Ровенской АЭС в Центральном хранилище ОЯТ (ЦХОЯТ).

Работы по сооружению ЦХОЯТ находятся на предпроектной стадии. В настоящее время в соответствии с требованиями законодательства Украины идет подготовка необходимой документации для принятия Верховной Радой Украины закона о строительстве объекта. Заявленные сроки ввода в эксплуатацию ЦХОЯТ — 2011 г.

Принимая во внимание оптимистичность прогноза о вводе ЦХОЯТ в эксплуатацию в 2011 г., а также отсутствие инфраструктуры и процедур, обеспечивающих передачу ОЯТ с установки на хранение, и иные обстоятельства, можно предположить, что в ближайшие 5—10 лет в Украине будет отсутствовать возможность удаления ОЯТ из бассейнов выдержки энергоблоков всех АЭС Украины за исключением Запорожской АЭС, что осложняет реализацию стратегии немедленного демонтажа для тех энергоблоков, снятие с эксплуатации которых планируется на ближайшее время.

### Выбор стратегии снятия с эксплуатации энергоблоков Ровенской АЭС

По состоянию на текущий момент в Украине существует лишь одна утвержденная концепция снятия с эксплуатации энергоблоков АЭС. Этот документ разработан для Южно-Украинской АЭС. Соответствующие документы для других АЭС находятся на разных стадиях готовности и согласования.

Для СЭ энергоблоков Южно-Украинской АЭС выбрана стратегия отложенного демонтажа с периодом выдержки, равным 31 году. Насколько можно судить по имеющейся предварительной информации, для Запорожской и Хмельницкой АЭС также предлагается вариант стратегии отложенного демонтажа.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что вариант стратегии отложенного демонтажа является преобладающим для разрабатываемых концепций большинства АЭС Украины. Такой подход формально полностью соответствует подходу к выбору варианта стратегии, предложенному в документе «Концепция снятия с эксплуатации действующих АЭС Украины».

Выбор стратегии СЭ для энергоблоков Ровенской АЭС проводился в рамках разработки «Концепции снятия с эксплуатации энергоблоков 1—4 Ровенской АЭС» [20]. Работа выполнялась в несколько этапов.

На первом этапе анализировалась принципиальная возможность реализации той или иной стратегии для каждого из энергоблоков Ровенской АЭС в конкретные периоды времени в соответствии с рекомендациями документа [11].

Далее выполнялся анализ стратегий на соответствие требованиям документа «Общие положения обеспечения без-

опасности при снятии с эксплуатации атомных электростанций и исследовательских ядерных реакторов» НП 306.2.02/1.004-98 с использованием элементов многофакторного анализа, примененного в «Концепции снятия с эксплуатации действующих АЭС Украины».

Возможность реализации различных стратегий СЭ на площадке Ровенской АЭС была рассмотрена для двух случаев прекращения эксплуатации энергоблоков: 1) в проектные сроки и 2) после завершения периода переназначения ресурса. В целях исключения неопределенности для энергоблоков №№ 1—4 РАЭС был рассмотрен максимальный период переназначения ресурса, равный 15 годам [21].

**Случай 1. Прекращение эксплуатации в проектные сроки.** Проектные сроки прекращения эксплуатации энергоблоков №№ 1, 2, 3 РАЭС наступают в 2010, 2011 и 2016 годах соответственно. Для данного периода времени произведена оценка состояния финансового резерва, инфраструктуры обращения с РАО и ОЯТ как в целом по стране, так и на площадке РАЭС.

Предварительная оценка стоимости СЭ энергоблоков РАЭС, проведенная на основании методических подходов [12] — [17] в рамках разработки концепции СЭ, дала результаты, которые в достаточной мере согласуются с имеющимися данными по стране и за рубежом для ядерных установок данного типа. Результаты оценки затрат по состоянию на 01.06.2007 г. на СЭ для стратегий отложенного и немедленного демонтажа представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1. Затраты на снятие с эксплуатации энергоблоков РАЭС при отложенном демонтаже

Энергоблок	Затраты	
	тыс. грн	тыс. евро
№ 1	940 821	140 421
№ 2	846 739	126 379
№№ 3, 4	1 270 108	189 568

Таблица 2. Затраты на снятие с эксплуатации энергоблоков РАЭС при немедленном демонтаже

Энергоблок	Затраты	
	тыс. грн	тыс. евро
№ 1	693 236	103 468
№ 2	623 912	93 121
№№ 3, 4	935 868	139 682

Анализируя график накопления финансового резерва СЭ (рис. 1), можно предположить, что к моменту проектного прекращения эксплуатации энергоблоков №№ 1, 2 РАЭС (2010—2011 гг.) будет накоплено достаточно средств для снятия их с эксплуатации в рамках любой стратегии СЭ. Но это предположение справедливо лишь в том случае, если сниматься с эксплуатации будут только два блока РАЭС, в то время как, на самом деле, в указанный период истекают проектные сроки эксплуатации еще шести энергоблоков на различных АЭС Украины.

В случае реализации такого сценария в стране возникают крайне неблагоприятные условия с точки зрения финансирования СЭ, что может быть расценено как отсутствие возможности применения стратегии немедленного демонтажа, поскольку названная стратегия хотя и менее затратна, но, тем не менее, требует более интенсивных финансовых затрат в значительно меньший промежуток времени.

Для решения вопросов обращения с РАО в отсутствие централизованного хранилища РАО всех категорий при подготовке к СЭ энергоблоков РАЭС на площадке станции необходимо предусмотреть строительство объекта для промежуточного хранения переработанных эксплуатационных РАО и РАО СЭ. Строительство такого объекта может занять от пяти до десяти лет с момента принятия решения и при наличии финансирования. Решение о типе объекта и его размещении в пределах промплощадки РАЭС должно приниматься с учетом запаса времени, необходимого для его ввода в эксплуатацию. В свою очередь, кондиционированные РАО должны поступать на промежуточное хранение после их переработки на соответствующих установках, которые в настоящее время на РАЭС отсутствуют. Сроки строительства упомянутых установок также оцениваются пятью — десятью годами. Из сказанного следует, что система обращения с РАО на РАЭС в период 2010—2016 гг. не будет готова к переработке больших объемов РАО и не сможет обеспечить реализацию стратегии немедленного демонтажа, если таковая будет выбрана.

На площадке РАЭС также отсутствуют объекты для хранения отработавшего ядерного топлива, кроме бассейнов выдержки ОЯТ, находящихся на установке. В планах РАЭС по состоянию на обозримый период времени отсутствует намерение строить такой объект самостоятельно. Таким образом, удаление ОЯТ с установки потребует дополнительного времени, что также может затруднить применение стратегии немедленного демонтажа в случае попытки её реализации в период 2010—2016 гг.

На основании результатов предварительного анализа сделан вывод, что в период 2010—2016 гг. на площадке РАЭС будут отсутствовать условия для реализации стратегии немедленного демонтажа, поэтому единственно возможной остается стратегия отложенного демонтажа в случае, если эксплуатация энергоблоков №№ 1, 2 и 3 завершится в проектные сроки.

**Случай 2. Прекращение эксплуатации энергоблоков после завершения периода переназначения ресурса.** Если произойдет переназначение ресурса энергоблоков №№ 1, 2 и 3 и снятие с эксплуатации энергоблоков будет производиться с 2025 г., предполагается следующее:

- наполнение финансового резерва СЭ, достаточного для проведения работ в рамках любой выбранной стратегии;
- адекватность систем обращения с РАО и ОЯТ задачам СЭ;
- строительство замещающих мощностей на существующих площадках АЭС взамен энергоблоков, снимаемых с эксплуатации, в качестве государственного приоритета;

- наличие на площадке РАЭС материальной базы и технологий, обеспечивающих выполнение задач СЭ при любой выбранной стратегии.

На основании сказанного сделан вывод о возможности применения любой из двух стратегий в случае прекращения эксплуатации энергоблоков РАЭС после 2025 г. Анализ обеих стратегий на соответствие условиям, налагаемым документом «Общие положения обеспечения безопасности при снятии с эксплуатации атомных электростанций и исследовательских ядерных реакторов» показывает их соответствие требованиям указанного документа в той мере, в какой это возможно оценить на этапе начального планирования.

Таким образом, в случае прекращения эксплуатации энергоблоков №№ 1, 2 в 2025—2026 гг., № 3 — в 2031 г., № 4 — в 2034—2049 гг., применимы стратегии как немедленного, так и отложенного демонтажа, но экономические оценки и результаты многофакторного анализа (метод суммы баллов), а также международный опыт снятия с эксп-

луатации ядерных установок говорят в пользу немедленно-го демонтажа при прочих равных условиях.

Еще одним серьезным аргументом в пользу выбора стратегии немедленного демонтажа является принцип исключения неоправданной нагрузки на грядущие поколения, задекларированный мировым сообществом в «Объединенной конвенции о безопасном обращении с отработавшим ядерным топливом и безопасном обращении с радиоактивными отходами» [7], получивший свое дальнейшее развитие в рекомендациях МАГАТЭ.

Оценка стратегий на основе метода многофакторного анализа проводилась в рамках документа [5] и в соответствии с материалами, изложенными в [18], [19]. Из документа [5] в качестве нормированных значений были взяты перечень критериев, их весовые факторы и взвешенные оценки.

В качестве собственных данных, примененных при оценке стратегий методом многофакторного анализа, выбраны численные значения величин затрат на СЭ и продолжительность снятия с эксплуатации для отдельного энергоблока — как для варианта стратегии немедленного демонтажа, так и для стратегии отложенного демонтажа.

Результаты оценок стратегий СЭ для приведенных выше условий показали незначительное преимущество стратегии немедленного демонтажа перед стратегией отложенного демонтажа.

Требуется, тем не менее, отметить, что метод многофакторного анализа чувствителен как к подбору критериев оценки, так и к определению весовых факторов, а также к составу группы экспертов, обеспечению условий для свободного выражения экспертного мнения и корректной обработке результатов. Поэтому, по мнению авторов статьи, работа по оценке стратегий СЭ методом многофакторного анализа должна выполняться только в рамках общей методики оценки для всех АЭС Украины, разработанной на отраслевом уровне. Разработка методики должна быть осуществлена с привлечением специалистов различных организаций (ведомств) и с участием органа регулирования ядерной и радиационной безопасности.

## Выводы

Стратегия немедленного демонтажа является наиболее приемлемой для задач снятия с эксплуатации энергоблоков АЭС Украины в долгосрочной перспективе.

При выборе стратегии снятия с эксплуатации на ближайшее будущее и отдаленную перспективу необходимо учитывать факторы, определяющие возможность реализации СЭ, присущие конкретному временному периоду.

До начала работ над выбором стратегии СЭ должны быть приняты основные решения по срокам прекращения эксплуатации энергоблока и по дальнейшему использованию площадки после завершения снятия с эксплуатации.

Метод многофакторного анализа является эффективным инструментом поддержки решения о выборе стратегии СЭ. В целях выработки общего, в рамках отрасли, подхода в вопросах выбора стратегии СЭ необходимо разработать единую систему критериев оценки и базовые весовые значения факторов, в том числе и рекомендации по применению самого метода на различных этапах оценки.

Существует необходимость внесения изменений в основные нормативные документы СЭ с целью использования имеющегося отечественного и зарубежного опыта в вопросах выбора стратегии снятия с эксплуатации ЯУ и опыта планирования СЭ АЭС.

## Литература

1. Носовский А. В. Досвід зняття з експлуатації енергоблоків атомних електричних станцій // *Наук. вісті НТУУ "КПІ"*. — 2003. — № 5 (31). — С. 27–35.
2. Носовский А. В., Васильченко В. Н., Ключников А. А., Яценко Я. В. Снятие с эксплуатации ядерных энергетических установок / Под ред. А. В. Носовского. — К.: Техніка, 2005. — 288 с. — (Сер. «Безопасность атомных станций»).
3. Кондратьев С. М., Носовський А. В., Смышляева С. П., Єсипенко Ю. М. Вдосконалення нормативної бази щодо безпечного зняття з експлуатації енергоблоків атомних електричних станцій // *Ядерная и радиационная безопасность*. — 2006. — Т. 9, вып. 1. — С. 50–53.
4. Общие положения обеспечения безопасности при снятии с эксплуатации атомных электростанций и исследовательских ядерных реакторов. НП 306.2.02/1.004-98.
5. Концепция снятия с эксплуатации действующих АЭС Украины, утвержденная приказом Министерства топлива и энергетики Украины от 12 мая 2004 г. № 249.
6. Носовский А. В. Актуальные вопросы снятия с эксплуатации энергоблоков Чернобыльской АЭС // *Ядерная и радиационная безопасность*. — 2006. — Т. 9, вып. 1. — С. 39–49.
7. Закон України «Про ратифікацію Об'єднаної конвенції про безпеку поводження з відпрацьованим паливом та про безпеку поводження з радіоактивними відходами» від 20.04.2000 р. № 1688-III.
8. Закон України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» від 08.02.1995 р. № 39/95-ВР.
9. Комплексная программа обращения с радиоактивными отходами: Постановления КМУ Украины №№ 542, 2015 от 05.04.1999, 25.12.2002.
10. Носовський А. В., Васильченко В. М., Павленко А. О. та ін. Поводження з радіоактивними відходами: [Монографія] / За ред. А. В. Носовського. — К.: Техніка, 2007. — 368 с.
11. Selection of Decommissioning Strategies: Issues and Factors. IAEA, Vienna, 2005.
12. Носовский А. В., Салий Л. М. Основные методические рекомендации по определению технологических затрат при снятии энергоблока АЭС с эксплуатации // *Ядерная и радиационная безопасность*. — 2004. — Т. 7, вып. 1. — С. 31–40.
13. Носовский А. В., Салий Л. М. Метод оценки затрат на обращение с радиоактивными отходами при снятии энергоблока АЭС с эксплуатации // *Проблемы безопасности атомных электростанций та Чернобиля*. — 2006. — Вып. 4. — С. 94–103.
14. Носовський А. В., Салій Л. М. Метод оцінки основних технологічних витрат при знятті з експлуатації АЕС із реакторами РБМК // *Наук. вісті НТУУ КПІ*. — 2006. — № 5 (49). — С. 5–14.
15. Салій Л. М. Метод оценки сопутствующих затрат в проектах снятия с эксплуатации энергоблоков атомных станций // *Ядерная та радіаційна безпека*. — 2008. — Т. 11, вып. 3. — С. 51–56.
16. IAEA-TECDOC-1476 Financial Aspects of Decommissioning. Vienna, 2005.
17. AEN/NEA Decommissioning Nuclear Power Plants: Policies, Strategies, Costs. OECD 2003.
18. Lough W. T., Johnson W. R., White K. P. A Multi-Criteria Decision Aid for Evaluating Nuclear Power Plant Decommissioning, Proc. of an Int. Decommissioning Symposium, Pittsburgh (1987) 314–323.
19. Rahman A. Multi-attribute Utility Analysis — a Major Decision Aid Technique, Nuclear Energy, 42, No 2, April, 87–3 (2003).
20. Концепция снятия с эксплуатации энергоблоков 1-4 Ровенской АЭС. Проект.
21. Енергетична стратегія України до 2030 року: Постанова Кабінету Міністрів України від 15.03.2006 № 145-р.

Надійшла до редакції 16.12.2008.