

МЕТОД ОЦЕНКИ ЗАТРАТ НА ОБРАЩЕНИЕ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ ПРИ СНЯТИИ ЭНЕРГОБЛОКА АЭС С ЭКСПЛУАТАЦИИ

А. В. Носовский, Л. М. Салий

*Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины, Чернобыль
Славутицкий филиал Национального технического университета Украины
“Киевский политехнический институт”*

Определены подходы к оценке стоимости обращения с радиоактивными отходами, адаптированные к условиям снятия с эксплуатации энергоблоков АЭС и учитывающие регламентирующие требования действующего законодательства. Основная задача при построении предложенного метода оценки состояла в определении себестоимости обращения с единицей объема радиоактивных отходов.

Введение

При снятии с эксплуатации ядерных энергетических установок возникают специфические проблемы, которые характерны для объектов, использующих радиационные технологии. Одним из долгосрочных и опасных последствий ядерных программ является накопление больших объемов разнообразных по физическому составу и активности радиоактивных отходов (РАО). Конечной целью обращения с РАО является организация работ с ними таким образом, чтобы обеспечить защиту здоровья человека и окружающей среды, как в настоящем, так и в будущем, не создавая при этом трудностей для будущих поколений.

В настоящее время обращение с РАО, образующимися в процессе эксплуатации и при снятии с эксплуатации энергоблоков АЭС, регламентируется специальными правилами, изложенными в целом ряде нормативных документов. На эту тему проведено значительное количество технических исследований как украинскими, так и международными организациями, которые, на том или ином уровне детализации, определяют работы по снятию с эксплуатации энергоблоков АЭС и обращению с РАО. Данные документы освещают сугубо конкретную область деятельности в отрыве от задачи экономической оценки, что приводит к достаточно серьезным проблемам, связанным с координацией выполнения мероприятий, изложенных в данных документах.

Снятие ядерной установки с эксплуатации [1] осуществляется в соответствии с утвержденной программой снятия с эксплуатации либо проектной документацией, которая должна отображать финансовое обеспечение работ, включая детальные оценки стоимости обращения с РАО.

Таким образом, проблема оценки затрат на обращение с РАО является актуальной не только из соображений экономической целесообразности, но и обусловлена требованиями действующих нормативных документов. Кроме того, разработка методики оценки затрат по проекту снятия с эксплуатации в целом и процессов, которые непосредственно связаны с обращением с РАО, необходима для обеспечения достаточного и устойчивого финансирования всех этапов работ.

Цель данной статьи состоит в определении подходов по оценке стоимости обращения с РАО, адаптированных к условиям снятия с эксплуатации и учитывающих регламентирующие требования действующего законодательства. При этом основная задача, которая ставилась при построении метода оценки, состояла в определении себестоимости обращения с единицей объема РАО.

Описание процесса обращения с РАО при снятии с эксплуатации энергоблоков АЭС

РАО согласно [2] – это жидкие, твердые и газообразные вещества или предметы, материальные объекты и субстанции, образующиеся в результате деятельности учреждения, активность радионуклидов или радиоактивное загрязнение которых превышает пределы, ус-

тановленные действующими нормами, при условии, что дальнейшее использование этих объектов и субстанций не предусматривается.

Процесс снятия с эксплуатации и связанные с этим процессы обращения с РАО условно можно разделить на несколько этапов.

Подготовительный этап предназначен для подготовки энергоблока к безопасному выводу из эксплуатации. В случае планового снятия с эксплуатации энергоблока на этом этапе проводится сооружение на площадке АЭС, монтаж и пуск установок по переработке жидких и твердых РАО или готовятся дополнительные емкости для их временного хранения. Финансирование этих работ в этом случае осуществляется за счет эксплуатационных расходов действующего энергоблока. При внеплановом выводе, как в случае с ЧАЭС, требуются дополнительные капитальные вложения.

На *этапе прекращения эксплуатации* производится освобождение установки от накопленных при ее эксплуатации жидких РАО и частичное освобождение от твердых РАО. Этот этап включает в себя проведение комплексного инженерного и радиационного обследования (КИРО), при котором оцениваются объемы РАО и от результатов которого напрямую зависит стоимость работ по обращению с РАО, наработанных к моменту останова энергоблока.

На *основном этапе снятия с эксплуатации* проводится практически весь комплекс работ с РАО.

В процессе реализации этапов снятия с эксплуатации энергоблока предполагается образование жидких и твердых РАО. В соответствии с требованиями [3], а также в зависимости от целей классификации все РАО подразделяются на типы, группы, категории и виды. Это деление определяет требования, которые следует предъявлять к методам переработки, транспортировки и захоронения РАО различной категории, исходя из возможного радиационного воздействия на человека и объекты окружающей среды.

Жидкие РАО образуются при переработке всех загрязненных водных потоков для того, чтобы удалить радионуклиды, связанные как с растворенными, так и взвешенными частицами перед тем, как вода поступает для повторного использования или сбрасывается в окружающую среду. В соответствии с [8] источниками образования предполагаемых жидких РАО являются:

- воды опорожнения контуров и систем энергоблока;
- отработанные дезактивирующие растворы;
- воды санпропускников, саншлюзов, спецпрачечных и радиохимических лабораторий;
- ионообменные материалы, шламы, пульпы отработавших сорбентов.

Предполагаемыми источниками образования твердых РАО являются: отходы, образующиеся при демонтажных работах; спецодежда и средства индивидуальной защиты (СИЗ), загрязненные радиоактивными веществами; отработавшие фильтры спецвентиляции.

По различным оценкам объемы РАО, образующихся при эксплуатации и при снятии с эксплуатации, примерно равны и составляют для ядерной установки мощностью 1000 МВт:

при эксплуатации объем РАО – 90 000 м³, из которых среднеактивные – 65 000 м³ и низкоактивные – 25 000 м³;

при снятии с эксплуатации общий объем РАО – 100 000 м³; из них среднеактивные – 12 000 м³; низкоактивные – 88 000 м³.

Полная активность РАО после завершения эксплуатации ~ 10⁴ ТБк, а оценка общей активности РАО после завершения работ по снятию с эксплуатации составляет ~ 10⁶ ТБк. Около 95 % активности сконцентрировано в активной зоне реактора, части корпуса реактора и части биологической защиты. Это свидетельствует о том, что за исключением высокоактивных отходов активной зоны реактора активность РАО от снятия с эксплуатации примерно равна активности РАО при эксплуатации реактора (~ 10⁴ ТБк).

По радионуклидному составу существует значительное отличие РАО, образующихся при эксплуатации и при снятии с эксплуатации. Для работающих реакторов основной вклад в активность (более половины) дают продукты распада - ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr, остальную часть - про-

дукты активации и менее 0,5 % – актиноиды. Это соотношение, правда, зависит от степени дефектности твэлов и от времени. При снятии с эксплуатации основной вклад в активность дают продукты активации и менее 10 % – продукты распада, причем основной вклад дает сильный γ -излучатель ^{60}Co .

Переработка отходов производится как на штатных установках АЭС, так и на установках, введенных в строй на подготовительной стадии вывода энергоблока из эксплуатации.

Весь процесс обращения с РАО можно условно представить следующими этапами:
 сбор, классификация, сортировка по виду, уровню активности, категории;
 временное хранение в емкостях, бункерах;
 кондиционирование;
 временное хранение в наземных или приповерхностных сооружениях;
 перевозка: погрузка, транспортировка, разгрузка транспортных контейнеров;
 захоронение в геологических формациях или приповерхностных сооружениях.

Сбор и сортировка жидких РАО осуществляется в зависимости от удельной активности и радионуклидного состава, а также физико-химических свойств (органические масла, эмульсии масел в воде, растворы детергентов и неорганические солевые растворы).

Сбор и сортировка твердых РАО осуществляется в зависимости от удельной активности и радионуклидного состава и методов переработки: прессуемые, сжигаемые, переплавляемые, измельчаемые и неперерабатываемые.

Временное хранение некондиционированных отходов на АЭС обусловлено отсутствием установок по переработке или необходимостью снижения активности отходов за счет распада коротко- и среднеживущих нуклидов. Временное хранение РАО должно производиться в соответствующих емкостях.

Кондиционирование отходов – это перевод жидких и твердых отходов в форму, пригодную для хранения, перевозки и захоронения. Критериями выбора способа кондиционирования являются: химическая, тепловая и радиационная устойчивость, взрывобезопасность, механическая прочность получаемого продукта, отсутствие газовыделения, а также экономические показатели.

Для переработки твердых РАО чаще всего используют два метода кондиционирования отходов: компактирование и сжигание.

Компактирование заключается в прессовании под давлением. В этом процессе объем уменьшается в 3–7 раз для обычных видов РАО. После сжатия сплюснутые бочки укладывают в упаковочный контейнер для перевозки на предприятие по захоронению РАО. При этом учитывается индивидуальная масса каждой спрессованной бочки и производится их сортировка для максимального использования объема контейнера.

Сжигание является вторым методом, используемым для концентрирования твердых РАО. Применение этого метода обычно дает большее уменьшение объема, чем простое компактирование – в 10–15 раз. Но при этом процессе происходит выделение большого количества радиоактивных газов и аэрозолей в дополнение к остающейся золе. При сжигании, таким образом, необходима газоочистка и фильтрация. Оставшуюся радиоактивную золу цементируют или битумируют.

Кроме этого и с учетом того, что при снятии с эксплуатации образуется большое количество металлических РАО, с точки зрения минимизации общего количества РАО целесообразно их переплавлять с целью вторичного использования.

Основной метод первичной обработки жидких РАО – сочетание метода упаривания с доочисткой конденсата выпарных установок на ионообменных фильтрах. При этом основная масса радионуклидов локализуется в осадке. Кубовый остаток поступает в хранилище жидких отходов. Временно жидкие РАО хранят в специально оборудованных емкостях. С целью исключения или снижения опасности загрязнения грунтовых вод при окончательном захоронении жидких РАО применяют методы их отверждения. Отходы цементируют с образовани-

ем цементного камня, битумируют, остекловывают, включают остеклованные отходы в металлургическую матрицу.

Хранение РАО – размещение РАО на объекте, в котором обеспечивается изоляция их от окружающей природной среды, физическая защита и радиационный мониторинг с возможностью последующего извлечения, переработки, транспортировки и захоронения. Хранение РАО может осуществляться как по месту образования РАО, так и по месту переработки и захоронения РАО. На протяжении всего времени хранения РАО регулярно осуществляется контроль над их состоянием, радиационной обстановкой в хранилищах и окружающей природной среде.

Перевозка радиоактивных материалов всеми видами транспорта должна осуществляться в соответствии с рекомендациями МАГАТЭ “Правила безопасной перевозки радиоактивных материалов”. В Украине издан аналогичный документ “Правила ядерної та радіаційної безпеки при перевезенні радіоактивних матеріалів (ПБПРМ-2001)”, НП 306.4.06.050-2001, который регламентирует транспортирование радиоактивных материалов, в том числе и РАО, вне пределов учреждений, где осуществляется обращение с ними.

Захоронение РАО – размещение РАО на объекте, предназначенном для обращения с РАО без намерения их дальнейшего использования. В обычной практике низко- и среднеактивные короткоживущие РАО захораниваются в приповерхностных хранилищах, долгоживущие РАО необходимо захоранивать в глубоких геологических формациях.

Обобщенные схемы обращения с жидкими и твердыми РАО представлены на рис.1 и 2.

Таким образом, процесс обращения с РАО является многоплановым и сложным технологическим процессом, в котором существует достаточно большое количество переменных составляющих.

Методология оценки затрат на обращение с РАО

В настоящее время существует приблизительная оценка затрат на обращение с РАО [9]. Затраты на обращение с РАО на действующих АЭС включены в стоимость тарифа отпускаемой электроэнергии и не являются корректными и обоснованными. Предлагаемый метод оценки стоимости затрат на обращение с РАО будет применим не только для процесса снятия с эксплуатации, но и для оценки затрат на действующих АЭС.

Для разработки методики оценки величины затрат на обращение с РАО можно применить тот же принцип, что и для оценки затрат на снятие эксплуатации в целом [10]. А именно, необходимо представить все затраты на обращение с РАО в виде функции

$$Y = a + bx,$$

где Y – общие затраты; a – общие условно-постоянные затраты; b – условно-переменные затраты на единицу деятельности; x – значение фактора затрат.

Функция затрат по обращению с РАО имеет большое число влияющих на нее факторов. К таким факторам можно отнести техническую сложность, степень радиационной загрязненности, специфику и продолжительность эксплуатации блока. Однако решающим фактором является количество РАО различных категорий и выбранная технология их обработки.

Представим приведенную выше формулу функции затрат в виде

$$Y = \sum_{j=1}^n a_j + \sum_{i=1}^1 q_i s_i,$$

где Y – общие затраты на обращение с РАО; $\sum_{j=1}^n a_j$ – сумма постоянных затрат на обращение с РАО; q_i – количество РАО i -й группы; s_i – себестоимость обработки единицы РАО i -й группы.

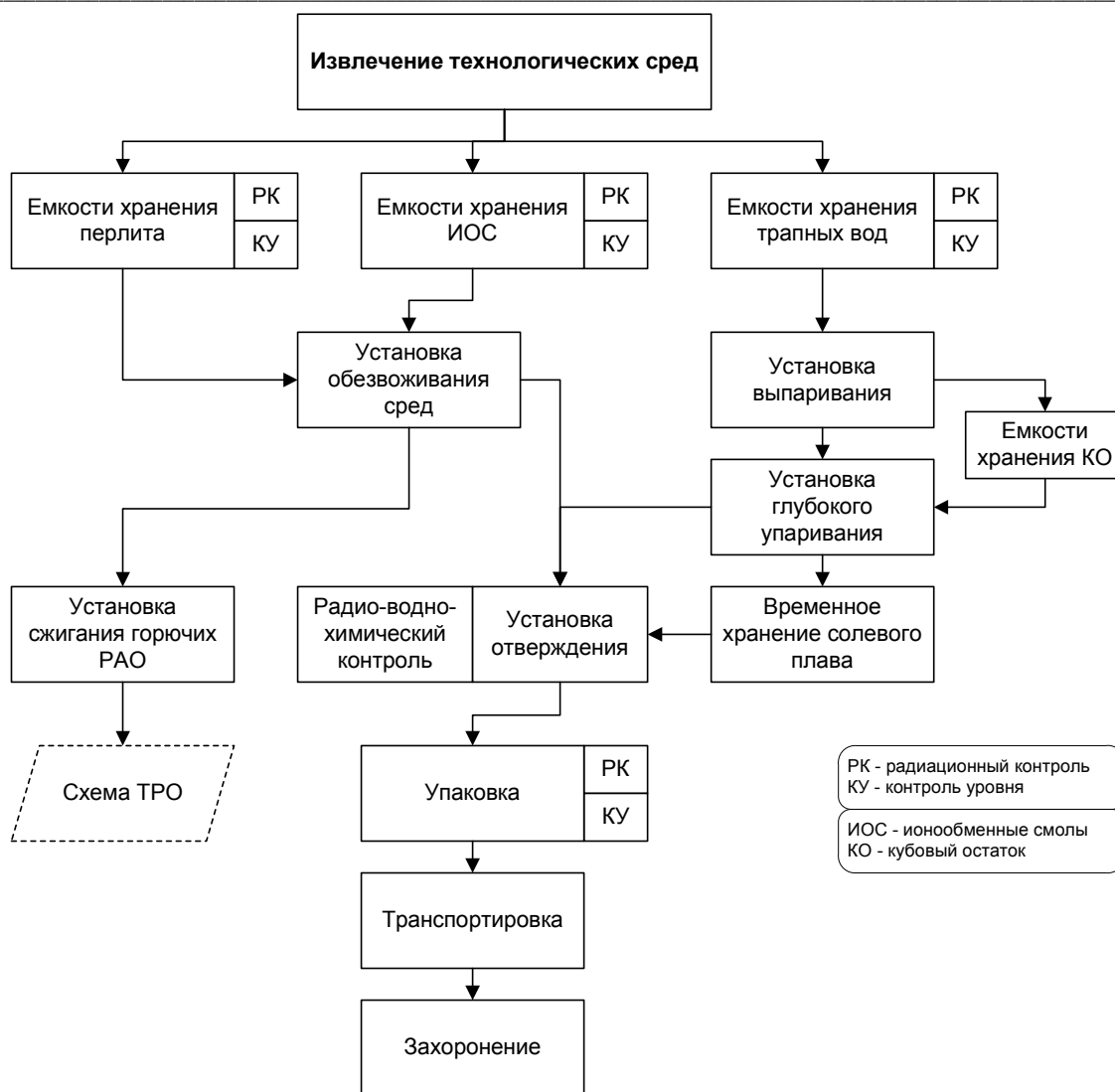


Рис. 1. Схема обращения с жидкими РАО.

Таким образом, задача построения функции затрат на обращение с РАО сводится к следующим подзадачам:

- определение структуры и оценка постоянных затрат на обращение с РАО;
- классификация РАО по типам, группам, и видам, предполагающим применение определенной технологии их обработки;
- определение объема РАО по каждой группе;
- определение себестоимости обработки единицы РАО по каждой группе;
- определение факторов, влияющих на функцию затрат, и представление их в виде суммы коэффициентов.

Для классификации РАО по группам и определения объема каждой группы используются данные проведенного КИРО. Будем исходить из предположения, что КИРО проведено на подготовительном этапе и стоимость его проведения не включается в затраты на обращение с РАО. Нужно также учитывать, что при таком предположении могут возникнуть общие неточности в расчетах стоимости. Например, фактическая активность в бетонных конструкциях или реальные количества загрязненного бетона, возникшие вследствие обычных протечек, т. е. фактическое количество отходов загрязненного бетона может быть определено только в результате отбора проб и анализа, проводимых после окончательного закрытия блоков. Другой вид неточностей может возникнуть из-за потенциального загрязнения вспомогательных систем. Реальное количество такого загрязнения может быть определено также только после окончательного закрытия.

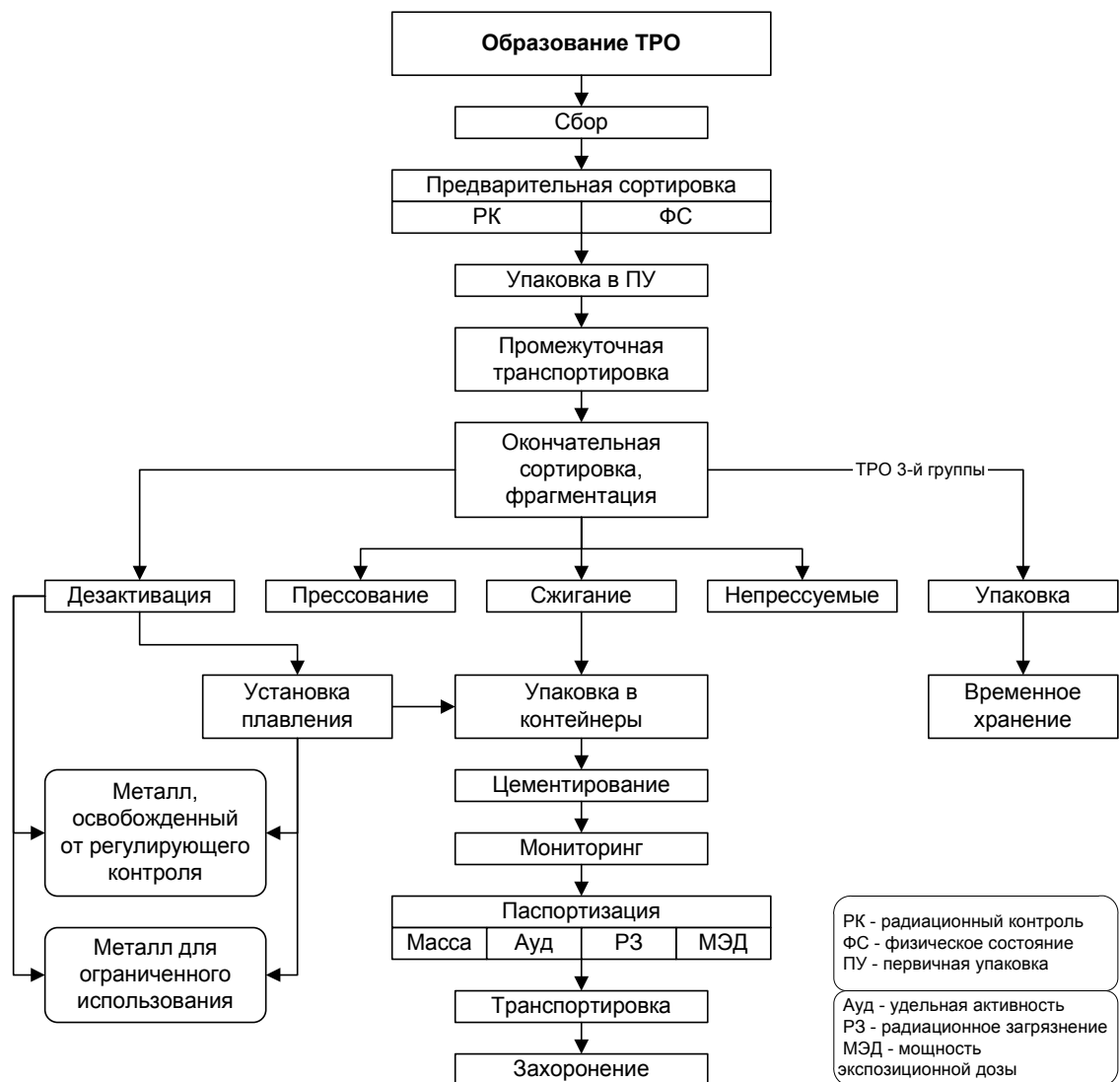


Рис. 2. Схема обращения с твердыми РАО (ТРО).

Построение функции затрат. Определение себестоимости

Сумма затрат на обработку единицы РАО, например 1 м³ РАО, называется себестоимостью обращения с РАО. Производственная себестоимость выполненных работ включает в себя: прямые материальные расходы, прямые расходы на оплату труда, прочие прямые расходы. В состав прямых материальных расходов включается стоимость сырья и основных материалов, которые создают основу выполняемых работ, покупных полуфабрикатов и комплектующих изделий, вспомогательных и прочих материалов, которые могут быть отнесены к конкретному объекту расходов. В состав прямых расходов на оплату труда включаются заработная плата и прочие выплаты работникам, занятым в выполнении работ, которые могут быть непосредственно отнесены к конкретному объекту расходов. Сюда также включается амортизация, расходы на содержание и текущий ремонт оборудования, непосредственно занятого в производстве того или иного вида работ по обращению с РАО.

Одной из наиболее сложных задач при определении себестоимости является вопрос определения трудоемкости на выполнение конкретного вида работ. Для определения трудоемкости и, на ее основе, трудозатрат необходима разработка соответствующих нормативов. Нормативы трудоемкости на выполнение работ определяются в зависимости от сочетания основных показателей, характеризующих объект нормирования. Влияние дополнительных факторов на величину трудоемкости учитывается поправочными коэффициентами к основ-

ному нормативу. Одним из определяющих факторов при нормировании работ по обращению с РАО являются дозовые нагрузки. Для определения трудоемкости представляется возможным применить метод анализа единичных операций. При использовании данного подхода, процесс обращения с РАО подразделяется на дискретные и измеримые виды деятельности (работы или операции). Подобное разделение обеспечивает, где это возможно, достаточный уровень детализации, поэтому результаты оценки являются представительными [10]. Для оценки расходов на оплату труда необходимо определить данные по трудоемкости каждой операции по обращению с РАО для 1 м³ отходов каждого вида и категории.

Для того чтобы оценить себестоимость обработки одной единицы отходов необходимо определить структуру затрат по обращению с РАО. В обобщенном виде такая структура может быть представлена в следующем виде:

- фонд оплаты труда;
- начисления на фонд оплаты труда;
- материалы и химреагенты;
- стоимость контейнеров для упаковки, хранения и транспортировки РАО;
- электроэнергия;
- транспортные затраты;
- амортизация основных средств;
- затраты на захоронение РАО.

При этом необходимо иметь в виду, что величина той или иной составляющей обобщенной структуры будет различной для каждого вида РАО, что обусловлено, в первую очередь, технологией их переработки.

Для определения фонда оплаты труда можно применить следующую формулу

$$З = \sum_{i=1}^{N_{\text{раб.}}} \frac{C_i}{b},$$

где $З$ – фонд оплаты труда по переработке 1 м³ РАО, грн.; $N_{\text{раб.}}$ – среднее количество персонала, занятого переработкой i -го вида РАО, чел.; C_i – среднесуточная зарплата i -го работника, грн.; b – проектная производительность переработки, м³/сут.

Поскольку действующим законодательством предусмотрены отчисления на социальное страхование, то общая сумма затрат на оплату труда предполагает включение этих сумм в установленных процентных отношениях к сумме основной заработной платы, то есть

$$H = З \cdot x,$$

где H – сумма начислений на фонд оплаты труда, грн.; $З$ – фонд оплаты труда по переработке 1 м³ РАО, грн.; x – предусмотренный законодательством процент отчислений на социальное страхование.

Для определения затрат на материалы и реагенты необходимо произвести расчет на переработку одного кубометра РАО по формуле

$$P = \sum_{j=1}^n k_j \cdot r_j,$$

где P – стоимость материалов (реагентов) для переработки 1 м³ РАО, грн.; k_j – количество j -го материала (реагента) для переработки 1 м³ РАО, кг; r_j – цена за 1 кг j -го материала (реагента), грн.; n – количество наименований используемых материалов.

После прохождения стадии отвержения жидкие РАО расфасовывают в бочки емкостью 200 л для упорядоченного хранения. Хранение ТРО и их транспортирование должно производиться в соответствующих контейнерах [11]. Общие затраты на упаковку РАО определяется с учетом рыночной стоимости соответствующих контейнеров. Для определения до-

ли затрат на упаковку в структуре себестоимости переработки одного кубометра РАО воспользуемся формулой

$$Y = \frac{D}{v},$$

где Y – стоимость упаковки 1 м³ РАО, грн.; D – рыночная цена емкости для упаковки, грн.; v – средний объем РАО, помещаемый в емкость, м³.

Стоимость электроэнергии определяется как

$$\mathcal{E} = \frac{E_{\text{пр.}} \cdot K_{\text{эл.}}}{d \cdot b} \cdot z,$$

где \mathcal{E} – стоимость электроэнергии для переработки 1 м³ РАО, грн.; $E_{\text{пр.}}$ – проектная мощность оборудования для переработки РАО, кВт; $K_{\text{эл.}}$ – коэффициент использования установленной электрической мощности электрооборудования в течение года; d – количество рабочих суток в году; z – стоимость одного киловаттчаса электроэнергии, грн.; b – проектная производительность переработки, м³/сут.

В соответствии с [6] амортизацией является систематическое распределение амортизируемой стоимости основных средств в течение срока их полезного использования (эксплуатации). При определении срока полезного использования следует учитывать: ожидаемое использование объекта с учетом его мощности или продуктивности; физический и моральный износ, который предусматривается; правовые или подобные ограничения относительно сроков использования объекта и другие факторы. Амортизация оборудования может начисляться с применением разных методов. С учетом специфики проекта, к оборудованию, используемому для переработки РАО, можно применить прямолинейный метод, по которому годовая сумма амортизации определяется делением амортизируемой стоимости на ожидаемый период времени использования основных средств.

$$A = \frac{\sum_{m=1}^l \frac{L_m}{G_m}}{W},$$

где A – сумма амортизации, распределенная на себестоимость переработки 1 м³ РАО, грн.; L_m – балансовая стоимость m -го объекта основных средств, грн.; G_m – срок полезного использования m -го объекта основных средств, лет; W – планируемый общий объем РАО, м³; l – количество лет использования оборудования.

Сумма затрат на транспортировку одного кубометра РАО T и захоронение одного кубометра РАО M в структуре себестоимости обращения с РАО будут определяться подрядчиками, которые выполняют работы по транспортировке и захоронению.

Таким образом, формула для определения себестоимости обращения с единицей объема РАО S , с учетом приведенных формул, будет иметь вид:

$$S = Z + H + P + \mathcal{E} + Y + A + T + M.$$

К постоянным расходам на обращение с РАО относятся расходы на обслуживание и управление производством, которые остаются неизменными (или почти неизменными) при изменении объема деятельности. В частности, к таким расходам можно отнести оплату труда и отчисления на социальное страхование аппарата управления структурных подразделений и т. п., расходы на содержание, эксплуатацию и ремонт, страхование, операционную аренду оборудования общепромышленного назначения, расходы на отопление, освещение, водоснабжение, водоотвод и прочее содержание производственных помещений. Кроме того, в состав постоянных расходов можно отнести расходы на осуществление технологического контроля над производственными процессами и качеством работ, расходы на охрану труда, радиационный контроль, физическую защиту, технику безопасности и охрану окружающей

среды и т. д. В целом для того чтобы определить сумму постоянных расходов, необходимо определить структуру постоянных затрат для каждого из участков по обращению и переработке РАО и оценить каждую из позиций этих структур с учетом фактора времени.

Заработная плата управленческого персонала определяется согласно действующей организационной структуре управления объекта, который снимается с эксплуатации, норматива численности и установленных окладов и тарифов. В соответствии с вышеперечисленным определяется основная заработная плата. Общие расходы на оплату труда включают, помимо основной, также и дополнительную заработную плату, в которую входят премии и поощрения, установленные компенсационные выплаты, оплата отпусков и другого неотработанного времени, а также сумму отчислений на социальное страхование.

Сумма эксплуатационных расходов, таких как отопление, освещение, водоснабжение и т. п. определяется, исходя из сумм договоров с предприятиями – поставщиками данного вида услуг.

Радиационный контроль при обращении с жидкими и твердыми РАО осуществляется штатными службами предприятия, например службой радиационной безопасности. Оперативный контроль проводится с применением штатной системы контроля:

мощность дозы и концентрация радионуклидов в воздухе рабочей зоны при обращении с РАО измеряются непрерывно стационарными установками;

загрязненность на рабочих местах при обращении с РАО измеряется переносным прибором;

газоаэрозольные выбросы из хранилищ отходов измеряются стационарной установкой и лабораторными методами.

Практически все виды непрерывного контроля дублируются переносной радиометрической и дозиметрической аппаратурой и периодическим лабораторным контролем с использованием спектрометрического и радиохимического анализов.

Таким образом, стоимость затрат на радиационный контроль будет включать в себя содержание штатной службы (зарплата, начисления, эксплуатационные расходы и т. п.), стоимость химреактивов и других материалов, содержание, амортизацию и ремонт соответствующих стационарных установок и приборов. При построении структуры постоянных затрат эти величины являются составляющими общих постоянных расходов по соответствующим статьям.

При обращении с РАО одним из основополагающих принципов безопасности является принцип глубоководной защиты. Для обеспечения безопасности обращения с РАО предусматривается организация санитарно-пропускного режима и физическая защита, а для систем – мультибарьерная защита и контроль целостности барьеров. Составными элементами организации санитарно-пропускного режима являются санпропускники, саншлюзы и пункты специальной обработки автотранспорта. Затраты на организацию такого режима также включаются в состав постоянных расходов по соответствующим статьям. Стоимость СИЗ определяется исходя из законодательно установленных норм выдачи на одного человека.

С учетом установленных нормативных требований в состав постоянных расходов включаются также расходы на паспортизацию РАО. Кроме того, понадобятся разовые затраты на приобретение (разработку) соответствующих технических средств.

Таким образом, для построения структуры постоянных затрат необходимо учитывать требования эффективности организации производства, объективной потребности обеспечения процесса производства, а также требований действующего законодательства.

Выводы

Для оценки стоимости обращения с РАО необходимо иметь четкую классификацию и объем РАО по каждой группе. Далее нужно определить себестоимость обращения с РАО с учетом особенностей конкретного технологического процесса их переработки. Общие затраты на обращение с РАО будут состоять из себестоимости их переработки и суммы постоянных

ных затрат, структура которых регулируется как требованиями эффективной организации производства, так и нормами действующего законодательства. После построения обобщенной структуры затрат на обращение с РАО необходимо иметь в виду, что величина той или иной составляющей обобщенной структуры будет различной для каждого вида РАО, что обусловлено, в первую очередь, технологией их переработки. Таким образом, основная задача предложенного метода состоит в определении себестоимости обращения единицы объема РАО каждого конкретного вида.

Поскольку оценка затрат на обращение с РАО является одной из самых сложных составляющих оценки всего процесса снятия с эксплуатации энергоблоков в целом, то формализация такой оценки путем разработки соответствующей методики позволит упростить этот процесс.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Общие положения обеспечения безопасности при снятии с эксплуатации атомных электрических станций и исследовательских ядерных реакторов.* – К., 1998.
2. *Закон Украины “Об обращении с радиоактивными отходами”* от 30.06.95, №255/95-ВР.
3. *Нормы радиационной безопасности Украины (НРБУ-97),* ГГН 6.6.1-6.5.001-98.
4. *Постановление КМУ “О государственной программе обращения с радиоактивными отходами”* от 29.04.96, № 480.
5. *Decommissioning of Nuclear Power Plants and Research Reactors. Safety guide.* International atomic energy agency. – Vienna, 1999.
6. *Organization and Management for Decommissioning of Large Nuclear Facilities.* International atomic energy agency. – Vienna, 2000.
7. *Положение (стандарт) бухгалтерского учета 7 “Основные средства”,* утвержденный приказом Министерства финансов Украины от 27.04.00, №92.
8. *Отчет о научно-исследовательской работе “Технико-экономическое исследование снятия с эксплуатации 1 и 2 блоков НВАЭС”.* – М.: ВНИИАЭС НПО “Энергия”, 1990.
9. *Decommissioning costs of WWER-440 nuclear power plants.* International atomic energy agency. – Vienna, 2002.
10. *Носовский А. В., Салий Л. М.* Основные методические рекомендации по определению технологических затрат при снятии энергоблока АЭС с эксплуатации // *Ядерная и радиационная безопасность.* – 2004. – № 1.
11. *Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений, ОСП-72/87.*
12. *Зинин А. В.* Технико-экономическая оценка возможности захоронения РАО АЭС России на архипелаге Новая Земля. – М.: Малая энергетика, 1997.

Поступила в редакцию 15.06.05

3 МЕТОД ОЦІНКИ ЗАТРАТ НА ПОВОДЖЕННЯ З РАДІОАКТИВНИМИ ВІДХОДАМИ ПРИ ЗНЯТТІ ЕНЕРГОБЛОКА АЕС З ЕКСПЛУАТАЦІЇ

А. В. Носовський, Л. М. Салій

Визначено підходи до оцінки вартості поводження з радіоактивними відходами, адаптовані до умов зняття з експлуатації енергоблоків АЕС, і такі, що враховують регламентуючі вимоги чинного законодавства. Основне завдання при побудові запропонованого методу оцінки полягало у визначенні собівартості поводження з одиницею об'єму радіоактивних відходів.

3 THE METHOD OF COSTS ESTIMATION FOR RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT DURING NUCLEAR POWER PLANT UNIT DECOMMISSIONING

A. V. Nosovskiyy, L. M. Saliy

There were determined approaches to estimation of radioactive waste management, adapted to conditions of Nuclear Power Plant Units decommissioning, which considered regulating requirements of legislation currently in force. The main task in construction of suggested method of estimation was in determination of cost price of management with radioactive waste volume unit.

Сведения об авторах:

1. Носовский Анатолий Владимирович, доктор технических наук, руководитель отделения Института проблем безопасности атомных электрических станций НАН Украины. Тел. (044) 452-27-00, факс: (044) 452-89-90, e-mail: nos@sstc.kiev.ua
2. Салий Лариса Михайловна, заместитель директора Славутичского филиала Национального технического университета Украины "Киевский политехнический институт" Тел./факс (04479) 2-78-38, e-mail: saliyy@slavutich.net