

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОДХОДОВ К ПОЛУЧЕНИЮ ПРОЕКТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРУДО- И ДОЗОЗАТРАТ НА ОСНОВЕ ПРАКТИЧЕСКОГО ОПЫТА ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ НА ОБЪЕКТЕ «УКРЫТИЕ» ЧАЭС

О. В. Балан, Д. В. Городецкий, Л. И. Павловский, В. М. Рудько, В. Н. Щербин

*Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины, Чернобыль*

Проведен сравнительный анализ проектных и фактических показателей дозозатрат персонала, полученных в период реализации стабилизационных мероприятий на объекте «Укрытие» в 2005 - 2008 гг. Установлены причины несовпадения проектных и фактических показателей. Приведены рекомендации по совершенствованию подходов к получению проектных показателей для использования их при планировании работ на ЧАЭС и других объектах с радиационно-ядерными технологиями.

### Введение

В период с января 2005 по август 2008 г. на объекте «Укрытие» выполнялись строительно-монтажные работы по стабилизации его строительных конструкций. Цель этих работ заключалась в снижении вероятности потенциальных аварий, связанных с разрушением строительных конструкций, выполняющих ограждающие функции.

Рабочий проект, разработанный украинскими специалистами, предусматривал выполнение стабилизационных мероприятий для следующих конструкций и узлов:

западного фрагмента объекта «Укрытие» (мероприятие 2);

верхнего яруса каркаса и аварийных плит перекрытия деаэрационной этажерки (мероприятия 3в и 3с);

западной и восточной опоры балки «Мамонт» (мероприятия 14 и 14а);

узлов соединения южных щитов и южных «щитов-ключек» (мероприятие 8);

северной контрфорсной стены и узлов ее соединения с северными «щитами-ключками» (мероприятия 5 и 11);

ремонт «легкой» кровли над объектом «Укрытие» (мероприятие б/н).

На рис. 1 представлен вид объекта «Укрытие» до стабилизации (а) и вид объекта «Укрытие» после выполнения работ по стабилизации строительных конструкций (б).



а



б

Рис.1. Объект «Укрытие» до реализации проекта по стабилизации строительных конструкций (а) и после реализации проекта (б).

Сотрудниками Института проблем безопасности АЭС НАН Украины, в составе консорциума КСК, осуществлялся авторский надзор за реализацией рабочего проекта по стабилизационным мероприятиям. В рамках этой деятельности, кроме контроля за выполнением принятых проектных решений в части обеспечения радиационной безопасности, выполнялся мониторинг показателей фактических дозозатрат персонала и трудоемкости при выполнении технологических операций (далее - мониторинг). В задачу мониторинга входило своевременное выявление несоответствий в показателях фактических и проектных значений трудо- и дозозатрат как при выполнении отдельных операций, так и по стабилизационным мероприятиям в целом.

По результатам проводимого в рамках авторского надзора мониторинга, подрядчиком (организация, выполняющая строительно-монтажные работы) и заказчиком (ГСП ЧАЭС) принимались соответствующие решения, направленные на повышение эффективности защитных мероприятий и снижение дозозатрат персонала. Такой подход к организации надзора за выполнением радиационно-опасных работ в условиях объекта «Укрытие» применялся впервые.

Целью настоящей работы являлась выработка рекомендаций по совершенствованию подходов получения проектных показателей для использования их при планировании работ на объекте «Укрытие», а так же на других объектах с радиационно-ядерными технологиями.

### Методологический подход

Проведение мониторинга предполагало выполнение следующей деятельности: систематизации и анализа данных рабочего проекта и данных проектно-технологической документации подрядчика;

сбора фактических данных по трудо- и дозозатратам на выполнение каждой конкретной операции и по стабилизационным мероприятиям в целом;

сравнительного анализа проектных показателей и фактических данных;

выявления основных причин отклонения контролируемых параметров от проектных показателей;

корректировки проектных решений и внедрения дополнительных мероприятий по радиационной безопасности.

Исходные данные для проведения сравнительного анализа проектных и фактических трудо- и дозозатрат были получены из следующих документов:

рабочий проект по стабилизационным мероприятиям, включая итоговый проект организации строительства (ПОС);

проекты производства работ (ППР), разработанные подрядчиком на различные виды деятельности по стабилизации конструкций объекта «Укрытие»;

журналы учета оперативных доз персонала и регистрации единых нарядов-допусков (ЕНД), предоставленные заказчиком;

ЕНД на выполнение строительно-монтажных работ (СМР), предоставленные заказчиком.

В результате анализа данных рабочего проекта и проектно-технологической документации подрядчика были выявлены различия в общих подходах к получению проектных показателей. Причина этого - различия в требованиях нормативной документации к составу и содержанию этих документов. Так, в ПОС оценка объемов работ выполняется по укрупненным показателям, что достаточно для определения сроков строительства и разработки сметного расчета, однако при этом и трудозатраты на работы также определяются укрупненно. В ППР разрабатывается технология выполнения отдельных операций, что, соответственно, дает возможность оценить объемы работ и трудозатраты с большей степенью точности. Таким образом, в зависимости от сложности рассматриваемых работ трудо- и дозозатраты в ПОС и ППР, как правило, не совпадают.

**Коллективная эффективная доза (КЭД).** Существующая в ГСП ЧАЭС система дозиметрического контроля персонала предполагает использование оперативных дозиметров и дозиметров системы HARSHAW.

Для проведения мониторинга использовались показания только оперативных дозиметров. Это обстоятельство объяснялось тем, что с помощью оперативных дозиметров определялась индивидуальная доза работающего при выполнении им конкретной технологической операции за один выход на рабочее место, а данные системы HARSHAW позволяли определить значение только суммарной, индивидуальной дозы на протяжении определенного периода (например, за одну вахту).

Величина фактической КЭД определялась путем прямого суммирования текущих дозозатрат персонала, зарегистрированных в журнале учета оперативных доз при выполнении работ по ЕНД. При этом величина КЭД персонала подрядчика, выполняющего контрольные обходы зон производства работ (ЗПР), была представлена только в целом по проекту (без распределения дозозатрат по отдельным мероприятиям).

**Трудоемкость.** Фактические показатели трудоемкости, по каждой конкретной технологической операции и по мероприятию в целом определялись по данным ЕНД. Оценки трудоемкости работ проводилась по следующим параметрам:

времени, затраченном персоналом на проход через санпропускник и в пути от санпропускника к дознарядной и обратно, а также на выполнение процедур допуска к работе (переодевание/получение дополнительных средств индивидуальной защиты и защиты органов дыхания; оформление и сдача ЕНД);

времени на выполнение технологических операций непосредственно на рабочем месте, включая время на путь от дознарядной к рабочему месту и обратно;

числу человеко-выходов на рабочие места и на контрольные обходы.

Затраты времени на выполнение процедур допуска персонала к работе, в соответствии с данными нормативной документации заказчика, соответствовали двум часам.

Трудозатраты на выполнение операции на рабочем месте определялись как произведение количества человек в бригаде на величину продолжительности смены. Численность бригады принималась по соответствующим записям в ЕНД и/или в журнале регистрации оперативных доз. Длительность смены определялась как разница между временем начала и временем окончания работы, которые указаны в ЕНД и/или в журнале регистрации оперативных доз. При этом было принято, что рассчитанная таким образом длительность смены включала в себе затраты времени не только на выполнение работы непосредственно на рабочем месте, но и на путь от дознарядной к рабочему месту и обратно.

Количество человеко-выходов определялось прямым суммированием данных о численности бригады, которые были приведены в журнале учета оперативных доз и/или в ЕНД.

Количество человеко-выходов, затраченных на выполнение контрольных обходов, было зафиксировано только в целом по проекту, так как в журналах учета оперативных доз дозозатраты персонала, задействованного в контрольных обходах, были приведены без ссылки на конкретную работу или стабилизационное мероприятие. Время, затраченное на осуществление контроля хода выполнения работ, по данным мониторинга, было оценено как 3,87 % от общих трудозатрат на выполненные работ (среднее значение трудозатрат с ноября 2005 по июнь 2007 г. и январь - июль 2008 г.).

## Результаты сравнительного анализа

**Проектные и фактические показатели дозозатрат и трудоемкости.** Проектные и фактические показатели дозозатрат и трудоемкости при реализации проекта по стабилизации конструкций объекта «Укрытие» приведены в таблице, а их графическое изображение - на рис. 2.

**Проектные и фактические показатели дозозатрат и трудоемкости при реализации проекта по стабилизации конструкций объекта «Укрытие»**

Название/номер стабилизационного мероприятия	Показатели	Проектные		Фактические
		ПОС	ППР	
Общеплощадочные подготовительные работы	Трудозатраты, чел.-ч	13555	17489	80086
	КЭД, чел.·мЗв	2935	2094	2025
2	Трудозатраты, чел.-ч	83092	81157	266738
	КЭД, чел.·мЗв	27308	37711	9524
3с	Трудозатраты, чел.-ч	3884	8351	10563
	КЭД, чел.·мЗв	275	1254	425
3в	Трудозатраты, чел.-ч	5170	10451	17347
	КЭД, чел.·мЗв	1590	2514	680
5 и 11	Трудозатраты, чел.-ч	2012	4127	4670
	КЭД, чел.·мЗв	3080	2216	307
8	Трудозатраты, чел.-ч	2366	3693	6461
	КЭД, чел.·мЗв	2329	4021	167
14	Трудозатраты, чел.-ч	372	2886	3173
	КЭД, чел.·мЗв	940	916	184
14а	Трудозатраты, чел.-ч	3303	1734	2933
	КЭД, чел.·мЗв	2640	491	199
Демобилизация	Трудозатраты, чел.-ч	0	10248	8120
	КЭД, чел.·мЗв	0	2195	142
б/н	Трудозатраты, чел.-ч	1524	3706	3718
	КЭД, чел.·мЗв	10853	3356	523
Суммарные значения по проекту	Трудозатраты, чел.-ч	115278	143842	403809
	КЭД, чел.·мЗв	51950	56768	14176

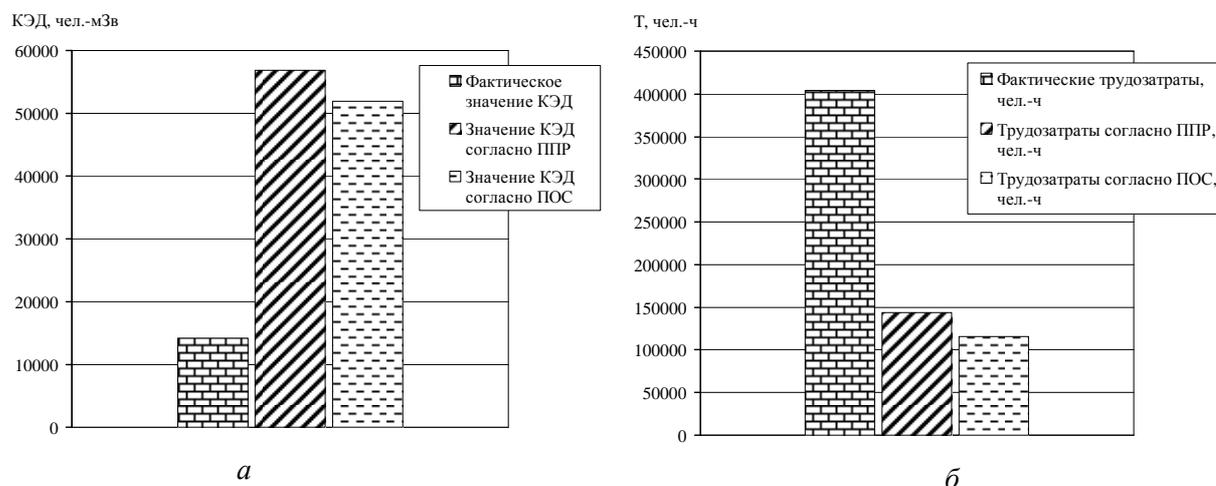


Рис. 2. Проектные и фактические показатели по проекту стабилизации конструкций объекта «Укрытие»: а - коллективная эффективная доза; б – трудозатраты. .

**Анализ полученных данных.** Из таблицы видно, что по данным ППР и ПОС суммарные значения КЭД, по всем стабилизационным мероприятиям, существенно не отличаются. Фактические же значения КЭД почти в четыре раза меньше значений, оцененных в проекте. При этом уменьшение КЭД в сравнении с проектными значениями наблюдается для всех стабилизационных мероприятий, кроме общеплощадочных работ.

Отличия проектных показателей КЭД в ПОС, по отношению к показателям ППР, связаны, в первую очередь, с меньшей степенью детализации технологии предполагаемых работ и подсчета объемов работ по укрупненным показателям. В отличие от ПОС, согласно требованиям нормативной документации, в ППР осуществлялась детальная разработка технологии производства работ, в том числе технологических карт на отдельные работы и технологические процессы. Кроме того, на этапе разработки ППР, как правило, подрядчик проводил дополнительное обследование зон производства работ с целью рекогносцировки, что позволяло производить расчеты трудозатрат и, соответственно, КЭД с большей точностью.

Часто подрядчиком на этапе разработки ППР производилась корректировка технологических схем и порядка производства работ, связанная, в частности, с изменением характеристик грузоподъемного крана и применения новых подходов к производству работ, как, например, в мероприятии 8 (соединение южных щитов с южными «щитами-ключками»). Отличия проектных показателей КЭД, рассчитанных в ПОС, по отношению к данным ППР, объясняются и тем фактором, что в ПОС учитывались дозы, полученные персоналом только на рабочих местах и на маршрутах доступа к ним, в отличие от ППР, где были учтены дополнительно 5 % КЭД, полученной при выполнении контрольных обходов, и 10 % КЭД, полученной при непредвиденных работах.

Уменьшение фактических значений КЭД по отношению к проектным значениям можно объяснить, прежде всего, тем, что расчет дозозатрат при проектировании согласно ОСПУ производился с коэффициентом запаса на проектирование, равным 2. Кроме того, фактические дозозатраты на выполнение контроля хода выполнения работ оказались меньше проектных показателей. Также необходимо учитывать, что трудозатраты на выполнение определенных операций, используемые для расчета КЭД, и в ПОС, и в ППР оценивались по сборникам ЕНиР (Единые нормы и расценки. - М., 1987). При этом из-за отсутствия других источников, позволяющих оценить трудозатраты, не принималось во внимание то, что в норму времени на проведение отдельной операции по ЕНиР входят затраты времени на следующие операции:

- подготовительно-заключительные операции,
- подготовку рабочего места и приведение его в порядок после конца смены;
- получение материалов из складов, расположенных возле объекта;
- получение и подноску к месту работы инструментов, мелких приспособлений и сдачу их после завершения работ;
- переходы в пределах одного объекта, связанные с переменной рабочих мест;
- заправку и заточку инструментов в процессе работы;
- содержание в порядке приспособлений и машин;
- получение заданий и сдачу выполненных работ производителю работ.

Безусловно, значительная часть перечисленных вспомогательных операций, в силу специфики организации СМР в радиационно-опасных условиях объекта «Укрытие», не выполняется на рабочем месте и не приводит к облучению персонала.

Таким образом, использование данных ЕНиР приводит к существенному завышению проектных трудозатрат на выполнение основных работ, что в свою очередь обуславливает завышенную оценку КЭД.

Кроме того трудозатраты, оцениваемые по ЕНиР, не учитывают, что в настоящее время в строительной практике используются более совершенные (по сравнению с теми, которые применялись в период разработки ЕНиР) технологии производства работ, а также

новые более эффективные материалы и конструкции. Нормы времени на производство работ, заложенные в ЕниР, рассчитаны с учетом применения производительности устаревших строительных машин, оборудования и инструментов, которые уступают возможностям оснащения подрядчика, выполнявшего строительные-монтажные работы при реализации стабилизационных мероприятий (грузоподъемный кран POTAIN, автобетононасос WARTINGTON, буровые станки HILTI, режущие машинки BOSCH и др.).

Дополнительными факторами уменьшения фактической КЭД, по сравнению с проектными значениями, являются следующие:

наличие у подрядчика высококвалифицированного обученного персонала, имеющего опыт работ на объекте «Укрытие»;

повышение производительности труда персонала за счет специальной подготовки и тренинга на макетах;

другие организационные мероприятия, связанные с использованием опыта работ на объекте «Укрытие».

Влияние этих факторов было особенно заметно при выполнении сложных технологических операций при реализации мероприятий (2, 3с, 3в, 5/11, 8, 14а), а при выполнении общеплощадочных работ их влияние было незначительным.

Особо следует отметить, что проведенный мониторинг выявил определенное противоречие между показателями проектных и фактических трудозатрат и величиной КЭД. Взятые по сборникам ЕНиР единичные показатели трудозатрат, потенциально завышают проектные значения трудозатрат на работу в целом. Фактические данные по трудозатратам из ЕНД выше проектных в четыре и более раза, и тем не менее зафиксированные значения КЭД ниже оцененных в ПОС и ППР.

Это объясняется тем, что увеличение фактических трудозатрат персонала в ЗПР, по сравнению с проектными значениями, обусловлено, главным образом, недостатками общей организации работ, в том числе:

происшествиями на строительной площадке, связанными с нарушениями персоналом правил радиационной, пожарной безопасности и техники безопасности, требующими временной приостановки работ и вывода персонала из ЗПР;

организационно-технологическими факторами, связанными с отказами строительной техники и оборудования, а также с нарушением сроков подготовки конструкций к монтажу, сбоями в доставке материалов и конструкций, обнаружения неучтенных, опасных факторов, связанных с производственной деятельностью (изменение МЭД после вскрытия существующей поверхности), что имело существенное влияние на общую продолжительность выполнения работ;

потерями времени при оформлении допуска персонала к работам, вызванные возникающими недостатками в организации работы инфраструктуры заказчика (задержки в саншлюзе при получении средств индивидуальной защиты, дефицит персонала, обеспечивающего работу счетчика излучения человека (СИЧ), удаленность санпропускника от дознарядной, а дознарядной от ЗПР и др.).

В связи с указанными выше обстоятельствами на протяжении рабочей смены производился вывод персонала из ЗПР в «чистую» зону, что в результате значительно уменьшило суммарную величину КЭД по проекту. При этом в ЕНД, в соответствии с требованиями инструкций заказчика, отмечалось время полной рабочей смены, в то время как период фактического «облучения» персонала за смену был гораздо меньшим. В случае задержек при оформлении допуска к работе происходила аналогичная ситуация - персонал находился в «чистой» зоне (например, в саншлюзе), а при этом (согласно данным ЕНД) также учитывалась полная рабочая смена. Таким образом, на практике получилось, что фактические суммарные значения трудозатрат, определенные по ЕНД, невозможно в полной мере считать именно трудозатратами. Приводимые в ЕНД трудозатраты скорее отражают время, на протяжении которого персонал находился на объекте «Укрытие», но при этом, в

силу различных причин мог не выполнять работы. Поэтому проводить сравнение проектных показателей трудозатрат с этими данными не имеет смысла. Тем более что значительное увеличение фактических трудозатрат по ЕНД не сочетается с фактическими данными по КЭД.

### Выводы и рекомендации

1. Сравнительный анализ данных мониторинга, выполняемого в ходе реализации стабилизационных мероприятий, позволил своевременно выявлять несоответствия трудо- и дозозатрат от проектных показателей, что обусловило необходимость более тщательного подхода заказчика к контролю индивидуальных доз работающих. Принимаемые в таких случаях дополнительные организационно-технические меры позволили значительно повысить безопасность работ и, как следствие, снизить КЭД персонала.

2. Требования, предъявляемые в документе ДБН А.3.1-5-96 «Организация строительного производства» к разделам ПОС для работ, выполняемых на объектах со сложными радиационно-опасными условиями, к которым относится объект «Укрытие», недостаточны. В соответствии с указанным документом материалы ПОС, как правило, разрабатываются на отдельный объект или комплекс, имеющий стройную схему подготовительных работ (строительство объектов временной инфраструктуры) и основных работ (земляные работы и возведение всего сооружения) с учетом типовой схемы механизации.

Документ ПОС относится к утверждаемой части проекта и разрабатывается, в первую очередь, для решения вопросов экономического характера (стоимость и продолжительность СМР, потребность в рабочих кадрах и ИТР, потребность в основных строительных машинах и механизмах), поэтому требования к материалам ПОС для работ в радиационно-опасных условиях должны быть изменены.

3. Для реального планирования дозозатрат персонала, выполняющего работы в радиационно-опасных условиях, при разработке материалов ПОС необходимо исключить практику расчета требуемых значений по укрупненным показателям. При этом проектирование организации строительства должно дополнительно включать детальную разработку технологии производства основных дозозатратных работ (как элемента ППР) с оценкой предполагаемых объемов работ, трудо- и дозозатрат, а также компьютерное моделирование и вариантную проработку организации и технологии работ.

Выбранный в ПОС наиболее предпочтительный вариант организации и технологии производства работ, который будет реализован в ППР, позволит:

с достаточной степенью точности подсчитать объемы подготовительных и основных работ, а также оценить сроки их выполнения;

более точно обозначить границы ЗПР и уточнить расположение рабочих мест;

выбрать наиболее эффективные основные строительные машины механизмы и грузо-подъемные краны;

определить основные источники и характеристики опасных факторов и выработать необходимые меры безопасности;

правильно оценить мощность дозы на рабочих местах и, как следствие, более точно рассчитать дозозатраты персонала.

Оцененные таким образом проектные показатели позволят заказчику реально контролировать, а подрядной организации с большей степенью достоверности учитывать объемы работ и общие затраты на реализацию проекта.

4. Из-за отсутствия других нормирующих документов данные ЕНиР закладывались в проектные расчеты без учета того, что в настоящее время используется более совершенная (по отношению к времени разработки ЕНиР) организация или технология производства работ, применяются новые более эффективные материалы и конструкции, более производительные машины, механизмы и оборудование. Кроме того, нормы времени по ЕНиР учитывали время, затрачиваемое работником не только на выполнение основной операции,

но и ряда сопутствующих работ, выполняемых вне ЗПР, что существенно искажало результаты оценки коллективной дозы персонала.

5. Для получения проектных показателей, отражающих реальные затраты на производство работ в радиационно-опасных условиях, требуется разработка принципиально новых нормативных документов, регламентирующих затраты времени на работы выполняемые как в условиях объекта «Укрытие», так и на других объектах с радиационно-ядерными технологиями. Такие нормы времени должны формироваться за счет проведения хронометража основных технологических операций, выполняемых с применением высокопроизводительных механизмов, оборудования, инструмента и современной экипировки персонала, используемой для работ в радиационно-опасных условиях. При этом необходимым условием является совершенствование (ужесточение) контроля дозозатрат персонала со стороны подрядчика и заказчика.

6. Для контроля показателей фактических трудозатрат персонала при выполнении конкретной работы за одну смену рекомендуется внести изменения в инструкцию, регламентирующую оформление ЕНД. Внесенные изменения должны привести к необходимости фиксации трудозатрат персонала непосредственно на рабочем месте (включая время в пути), отделяя тем самым непроизводительное время, когда персонал работ не выполняет.

7. Разработка новых нормативных документов, регламентирующих затраты времени на работы, выполняемые на объектах с радиационно-ядерными технологиями, позволит повысить качественный уровень проектно-технологической документации, что в итоге снизит затраты заказчика на непосредственную реализацию конкретных работ.

Поступила в редакцию 29.01.09

