

Рабочие контролируют погрузку контейнеров с отработанным топливом для железнодорожной транспортировки.  
(Предоставлено BNFL)

## Облучение рабочих Насколько велико оно в Великобритании?

### Исследование оценок радиологической опасности, проведенное НКРЗ

Кен Б. Шоу



*В Великобритании основная масса радиоактивных материалов перевозится по автомобильным дорогам и даже те материалы, которые перевозятся железнодорожным, воздушным или морским путем, в начале пути или в конце не минуют автомобильной дороги. В целом за год протяженность автомобильных перевозок составляет несколько миллионов миль в отличие от нескольких сотен тысяч миль перевозок по железным дорогам.*

*В транспортные операции вовлечены четыре категории рабочих: операторы, водители, дозиметрический персонал и контролирующий персонал. В 1984 г. Национальная Комиссия по Радиологической защите (НКРЗ) опубликовала результаты исследований, охватывающих все четыре указанные категории рабочих, все типы радиоактивных материалов и все виды транспорта, используемые в Великобритании.*

*Исследование охватывает профессиональное облучение, связанное с операциями нормальной транспортировки радиоактивных материалов, но оно не касается потенциальных последствий аварий\*.*

*Хотя исследование касалось, главным образом, облучения рабочих, оно включало также облучение населения при транспортировке облученного топлива магноксидных реакторов первого поколения атомных электростанций. Текущие оценки, основанные на измерениях, в отличие от ранее проведенных оценок, построенных на теоретических приближениях, показали, что население подвергается облучению гораздо меньшими дозами, чем максимальная расчетная величина, основанная на пессимистических предположениях.*

*В отношении же рабочих в исследовании сделан вывод, что годовая коллективная доза, связанная с перевозками всех радиоактивных материалов в Великобритании, составляет приблизительно 1 человеко-зиверт\*\*. Эта величина сравнима с годовой коллективной дозой от всех видов профессионального ионизирующего облучения в Великобритании, составляющей по оценкам 500 человеко-зивертов.*

*В настоящей статье представлен обзор основных результатов исследования по категориям работников.*

Г-н Шоу является сотрудником Национальной Комиссии по Радиологической защите (НКРЗ), Чилтон, Великобритания.

\* Исследование носит название „Радиоактивное облучение при нормальной транспортировке радиоактивных материалов в Великобритании“, авторы Р. Гелдер, Ж.С. Хьюэс, Ж.Х. Меирс и К.Б. Шоу.

\*\* Зиверт является единицей, используемой для измерения эквивалентной дозы данного облучения, учитывающей различные биологические эффекты различных видов радиации. Один зиверт (Sv) соответствует 100 бэр. Коллективная доза является сокращенным названием коллективной эффективной эквивалентной дозы и представляет собой сумму доз, полученных всеми рабочими.

### Транспортировка радиоизотопов

Перевозки радиоизотопов в пределах Великобритании составляют значительный объем. Ежедневно перевозится около 1000 упаковок изотопов в количествах, колеблющихся от единичных упаковок до нескольких сотен упаковок. Основная часть перевозится по автодорогам и около 1 % — по железной дороге.

Одной из важных операций является транспортировка генераторов технеция. Они содержат молибден-99, который подвергается радиоактивному распаду для производства короткоживущего изотопа технеций-99м. В клиниках его отделяют от молибдена, соединяют с различными химикатами и вводят в организм пациентов для диагностики рака кости, печени, мозга и т.д. Положительные результаты этого метода привели к использованию его в широких масштабах внутри страны и за границей, что требует регулярной поставки генераторов.

Генераторы технеция, предназначенные для больницы, создают один из наиболее высоких уровней радиоактивности на внешней поверхности упаковок в процессе транспортировки. Типичная мощность дозы на один метр такой упаковки равна от 0,02 до 0,05 миллизивертов в час. Мощность дозы других упаковок часто незначительна по сравнению с мощностью дозы, создаваемой такими генераторами. Количество перевозок генераторов и мощность дозы на поверхности упаковок таковы, что рабочие, имеющие с ними дело, получают наибольшие дозы радиации. Тем не менее, эти дозы остаются в границах предельно допустимых доз.

В медицине находят применение много других радиоизотопов, являющихся источниками  $\gamma$ -излучения с коротким периодом полураспада, что требует их регулярных перевозок между поставщиками и больницами. Радиоактивные материалы широко используются и в промышленности, что также ведет к необходимости их частых перевозок. Радиоактивное излучение от рентгеновских установок рассматривалось особо, так как для рабочих регулярная транспортировка источников рентгенографии является частью их работы.

Для годовых коллективных профессиональных доз имеются следующие оценки: 0,48 человеко-зивертов для генераторов технеция; 0,18 человеко-зивертов для медицинских изотопов; 0,2 человеко-зиверта для промышленных и исследовательских изотопов. Индивидуальные годовые профессиональные дозы доходят до 0,02 зивертов, хотя очень многие рабочие получают дозы, величины которых лежат в нижней части этого диапазона.

### Перевозка облученного топлива по железной дороге

Основные перевозки облученного ядерного топлива совершаются по железной дороге от коммерческих атомных электростанций до перерабатывающих заводов. Этим перевозкам было уделено зна-

### В перспективе: ограничения доз

Настоящие ограниченные данные по оценкам коллективных доз, полученных при транспортировке радиоактивных материалов, основанные на действительных измерениях, поступают из некоторых государств — членов МАГАТЭ. На основе имеющихся данных МАГАТЭ сделало предварительный вывод, что коллективные дозы малы. Однако Агентство будет продолжать работу по оптимизации защиты при транспортировке радиоактивных материалов, равно как и государства-члены, чтобы гарантировать развитие методик и данных.

В издаваемых МАГАТЭ в 1985 г. *Правилах по безопасной перевозке радиоактивных веществ и Серии изданий по безопасности № 6*, выделены эти факты, обобщены рекомендации по общим принципам радиационной защиты, содержащим международные оптимизационные требования, существующие в настоящее время\*. По существу, устанавливается, что „все виды облучения должны поддерживаться на таком низком уровне, который только возможно достигнуть, учитывая экономические и социальные факторы“.

Требуемые ограничения индивидуальных доз в издании 1985 г. записаны так:

- Нет необходимости в специальных рабочих моделях, детальной дозиметрии или оценке радиационных доз для рабочих, подвергающихся индивидуальному профессиональному облучению там, где определено, что получаемая доза не превышает предельного значения 5 миллизивертов (500 миллибэр) в год.
- Периодический (при необходимости) дозиметрический контроль окружающей среды и оценка уровней радиоактивного излучения в рабочих зонах (включая средства перевозки) должны проводиться для рабочих, подвергающихся индивидуальному профессиональному облучению, в том случае, когда определено, что полученная доза, вероятно, находится между 5 миллизивертами (500 миллибэр) и 15 миллизивертами (1500 миллибэр) в год.
- Необходимы индивидуальные программы дозиметрического контроля и специальные медицинские осмотры для рабочих, подвергающихся индивидуальному профессиональному облучению, в том случае, когда определено, что полученная доза, вероятно, находится между 15 миллизивертами (1500 миллибэр) и 50 миллизивертами (5000 миллибэр) в год.

В настоящее время, как установлено в сборнике МАГАТЭ „*Основные нормы безопасности по радиационной защите*“, Серия изданий по безопасности № 9 годовая эффективная эквивалентная доза для рабочих ограничена величиной 50 миллизивертов.

\* Они согласуются с нормами, определенными в *Основных нормах безопасности по радиационной защите*, Серия изданий по безопасности № 9, опубликованных в 1982 г. МАГАТЭ.

чительное внимание, и поэтому они были исследованы более глубоко.

Проводилось наблюдение за рабочими образцами и было выполнено дозиметрическое обследование радиоактивных грузов. Эффективность дозы регистрировалась вблизи доступных поверхностей контейнера и вокруг контейнера на расстоянии 1,5 метров. Также рассматривались уровни радиа-

## Перевозка радиоактивных веществ

### Краткое изложение результатов исследования НКРЗ — дозы транспортных рабочих

Транспортная деятельность	Годовые дозы	
	Коллективная (человеко-зиверт)	Максимальная индивидуальная (миллизиверт)
Радиоизотопы для медицинского использования		
Генераторы технеция	0,48	20
Другие медицинские изотопы	0,18	
Радиоизотопы для промышленности и исследований	0,20	
Облученное топливо на железной дороге	0,005	меньше 0,10
Радиоактивные отходы		
Железнодорожные рабочие	0,0012	меньше 0,5
Докеры	0,0096	1,2
Облученное топливо и радиоактивные отходы на автодорогах	0,091	незначительная
Необлученные материалы топливного цикла	0,036	незначительная
Транспортные рабочие атомных электростанций	0,020	1,2
Итого	1,02	



Обычный груз: генераторы технеция для больниц. (Предоставлено АЕСЛ)

ции в кабине машиниста и в вагонах охраны. Проводились испытания по устранению загрязнений с контейнеров, стенок вагонов и другого доступного оборудования.

Проведенные оценки показали, что годовая коллективная доза, полученная железнодорожным персоналом за период исполнения их обязанностей, мала и составляет около 0,005 человеко-зивертов. Большая часть дозы приходится на конечные станции, где персонал работает в непосредственной близости от контейнеров в период погрузки. Превышение годовой дозы в 0,1 миллизиверта для персонала, ведущего загрузку на наиболее напряженных конечных станциях, нежелательно. Мощности дозы, зафиксированные в зонах, обычно занятых поездной бригадой, не превышали фона.

### Транспортировка низкоактивных отходов

Низкоактивные отходы перевозятся по автомобильным и железным дорогам к местам захоронения и к докам для захоронения в глубинах Атлантического океана. В случае морского захоронения низкоактивные отходы перевозятся по железной дороге от различных технологических установок к порту для перегрузки на пароходы.

Проведенные оценки показали, что годовая коллективная доза, полученная железнодорожным персоналом в пунктах загрузки радиоактивных отходов для транспортировки в док, мала и составляет около 0,0012 человеко-зивертов. Нежелательно, чтобы максимальная годовая индивидуальная доза, полученная железнодорожными служащими, превышала 0,5 миллизивертов. Уровни радиации в кабинах водителей не фиксировались выше уровня фоновой дозы.

Докеры загружают радиоактивные отходы на пароходы в доках. Коллективная доза рабочих этой категории при морском захоронении отходов в 1982 г. была 0,0096 человеко-зивертов. Максимальная годовая индивидуальная доза составила 1,2 миллизиверта.

### Другие перемещения в ядерном топливном цикле

В основном руда перевозится по автомобильным, реже по железным дорогам. Новые топливные сборки обычно перевозятся по автодороге, и по имеющимся данным около 40 водителей вовлечены регулярно в транспортировку свежего реакторного топлива. Годовая коллективная доза, получаемая ими, составляет около 0,036 человеко-зивертов.

Большая часть остатков топлива и отходов перевозится по железной дороге от места расположения реактора до мест переработки или захоронения. Радиационная доза для водителей, вовлеченных в эти перевозки, мала, и годовая коллективная доза по оценкам составляет 0,097 человеко-зивертов.

Данные, официально предоставленные главным оператором коммерческих атомных станций по персоналу, занятому в транспортных работах, дают

следующую информацию. В эти работы были вовлечены 986 человек, общая коллективная доза, полученная ими за год, оценивается равной 0,02 человеко-зиверта. Средняя годовая доза составила 0,02 миллизиверта и максимальная 1,2 миллизиверта. В процессе исследования были приняты меры для разделения доз, обусловленных транспортными работами, от доз, полученных вследствие других видов деятельности.