

сопоставить разнообразные методы его производства. Перспективные технологические процессы химической промышленности и потенциальные масштабы использования в них высокотемпературных ядерных реакторов были приведены в докладе, представленном Е. А. Борисовым.

Во второй день работы семинара на пленарном заседании были заслушаны доклады о перспективах использования атомной энергии в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, о технологии и экономике получения водорода из угля и возможности внедрения ядерных реакторов в эти процессы, об исследованиях по прямому получению железа из руд с помощью водорода и восстановительных газов на его основе, о результатах исследований по термоэлектрохимическому щелочногалогенидному процессу разложения воды, а также высокотемпературному электролизу.

Затем работа семинара проходила по секциям: «Производство водорода в термохимических и комбинированных циклах. Электролиз воды. Технологические схемы»; «Методы получения водорода в автономных системах. Применение водорода»; «Реформинг угля и углеводородов, производство синтетического топлива».

На первой секции основное внимание было уделено термоэлектрохимическому серноокислотному процессу разложения воды, медногалогенидному процессу получения водорода из воды, требующему существенно более низкого температурного потенциала подводимого тепла. Выделение водорода из газовых смесей сложного состава прямо связано с имеющейся и разрабатываемой технологией производства водорода. В связи с этим особый интерес представляют работы по созданию мембранной технологии производства водорода, изложенной в докладе В. А. Гольцова.

На второй секции рассматривались системы получения и использования водорода, в том числе водородные топливные элементы, гидридное хранение, энергоаккумулирующие вещества для транспортировки и получения, радиолитные и фотоэлектрические методы производства из воды, атомные энергорadiационно-технологические установки. В одном из докладов сообщалось о концепции ядерно-химико-металлургического комплекса на базе месторождений Кольского п-ва по производству порошкового железа и суперфосфата. Интересные результаты о влиянии некоторых факторов технологии эмалирования и термомеханической обработки на водородопроницаемость защитных стеклокерамических эмалевых покрытий конструкционных материалов были приведены в докладе К. Г. Ткача.

Доклады третьей секции были посвящены реформингу угля, нефти и природного газа с помощью внешнего теплового источника. В первой группе докладов обсуждалась паровая газификация угля, плазмохимические системы его реформинга, низкотемпературный реформинг в селитровых и карбонатных циклах, термоядерный окислительный метод получения водорода из углей. Часть докладов касалась использования тепла высокотемпературных газоохлаждаемых реакторов (ВТГР) при получении этилена и сопутствующих продуктов пиролиза, при конверсии природного газа, в металлургии. В докладе Э. А. Рауда, в частности, отмечалось, что потребность одного комбината по переработке 2 млн. т нефти/год в тепловой энергии превышает 4 ГВт (тепл.), что делает использование тепла ВТГР в таких производствах весьма перспективным.

На заключительном пленарном заседании обсуждались плазмохимические процессы разложения углекислого газа в технологических системах производства и применения водорода, в частности в металлургии; автоматизированный поиск термохимических циклов на ЭВМ; термодинамика различных схем газификации угля с помощью энергии ВТГР.

В развернувшейся по докладом дискуссии были затронуты вопросы, требующие решения при реализации рассматриваемых технологических систем производства водорода. Так, обращалось внимание на необходимость разработки высокотемпературных жаростойких материалов для установок термолитического сернистого ангидрида и газификации угля, содержащего серу, отработки плазмотронов повышенной мощности и др.

Выступивший с заключительным словом В. А. Легасов отметил важность семинара в определении общих тенденций разработки ядерно-технологических процессов в различных отраслях народного хозяйства. Обмен мнениями был особенно полезен для поиска новых перспективных направлений исследований — термоэлектро- и плазмохимических методов разложения воды, реформинга углей и др.

На семинаре присутствовало свыше 600 представителей около 120 научно-исследовательских, конструкторских и проектных организаций. Участники семинара ознакомились с выставкой научно-технической литературы по атомно-водородной энергетике и технологии.

Доклады семинара будут опубликованы в сборнике «Вопросы атомной науки и техники», серия «Атомно-водородная энергетика», вып. 5.

СТОЛЯРЕВСКИЙ А. Я.

## XXVII сессия Научного Комитета ООН по действию атомной радиации

Сессия состоялась в апреле 1978 г. в Вене и была посвящена разработке программы деятельности НКДАР ООН на ближайшие 4—5 лет. Председательствовал на сессии представитель Чехословакии М. Климак. Как известно, в 1977 г. НКДАР ООН опубликовал сводный отчет об источниках и уровнях облучения человека в современном мире, который по существу является радиологическим энциклопедическим изданием, так как охватывает основные результаты исследований по наиболее актуальным проблемам радиобиологии, радиационной безопасности, радиационной гигиены, радиозоологии, радиационной медицины и генетики.

В настоящее время НКДАР ООН — одна из наиболее авторитетных международных организаций, где концентрируется и анализируется научная информация о биологических эффектах ионизирующих излучений, действия радиации на человека и радиологической ситуации в биосфере Земли.

На ближайший период НКДАР ООН запланировал продолжить сбор экспериментальных данных о дозовых воздействиях всех возможных источников облучения. При этом основное внимание будет обращено на оценку доз облучения (как профессиональных, так и на все население), обусловленных непрерывно расширяю-

щимся использованием атомной энергии в различных областях деятельности человека и в первую очередь в ядерной энергетике. Предполагается дать оценку радиационного воздействия всех этапов ядерного топливного цикла. Важное место при этом займут оценки радиэкологических последствий длительного захоронения радиоактивных отходов (включая высокоактивные, содержащие долгоживущие  $\alpha$ -излучатели). Предполагается сотрудничество в изучении этих вопросов с МАГАТЭ. В связи с ростом применения в сельском хозяйстве минеральных удобрений, содержащих повышенное количество естественных радионуклидов, увеличением использования радиоактивных веществ в бытовых товарах (часах, радиоприемниках и т. п.), возрастанием применения строительных материалов с высокой концентрацией радиоактивных веществ запланировано определение доз облучения от этого технологически повышенного фона естественной радиации.

НКДАР ООН считает целесообразным поддержать развиваемые в последние годы Международной комиссией по радиологической защите новые концепции радиационной безопасности, предполагающие определение коллективных доз облучения от различных источников. К настоящему времени такого рода расчеты выполнены для оценки воздействия естественного фона радиации, медицинского облучения, ядерно-энергетических установок и технологических процессов ядерного топливного цикла, облучения от глобальных радиоактивных выпадений. Предусмотрено развить идею расчета ожидаемых (коммитментных) доз для долгоживущих радионуклидов (таких как  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{129}\text{I}$ ,  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{14}\text{C}$  и др.) в целях уточнения оценки биологических (в первую очередь, генетических) последствий.

Основной вклад в дозу искусственного облучения человека в настоящее время вносит использование ионизирующих излучений и радиоизотопов в медицине с диагностическими и терапевтическими целями. В связи с этим определению вклада такого источника облучения и рассмотрению возможностей снижения дозовых нагрузок без существенного уменьшения количества и качества получаемой медицинской информации будет уделено особое внимание.

НКДАР ООН является инициатором разработки моделей переноса радионуклидов по биологическим и пищевым цепочкам в окружающей человека среде. Как отмечено в решении настоящей сессии, «настало время для обзора во всей полноте моделей для оценки доз облучения человека с критическим рассмотрением всех количественных факторов». В ближайшие годы общеизвестные модели круговорота радионуклидов в окружающей среде, состоящие из 5—6 блоков, будут дополнены цепочками миграции, где перенос не подчиняется экспоненциальным уравнениям и передвижение радионуклидов идет в нестационарных условиях (в отсутствие равновесных состояний).

На сессии был обсужден документ «Стронций-90», в котором описано поведение этого радионуклида в биосфере после ядерных испытаний, его выведение при производстве электроэнергии на ядерной основе, основные закономерности переноса во внешней среде и формирование дозовых нагрузок на человека. Документ является первым из серии подготавливаемых НКДАР ООН по поручению Организации «Программа окружающей среды ООН» (ЮНЕП) материалов о поведении

и действии важнейших радиологических токсикантов. В ближайшее время аналогичные сводки будут подготовлены для  $^3\text{H}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ , радиоизотопов иода и некоторых других радиологических важных нуклидов. Так как методология оценки поведения в биосфере отдельных радиоактивных веществ и их действия на живые организмы и человека заметно опередили аналогичные разработки для химически токсичных веществ нерадиоактивной природы, то концепции радиологии в этой области будут применены для нормирования содержания в окружающей среде химических токсикантов.

Среди радиобиологических проблем наибольшее внимание привлекли оценки дозовых зависимостей в области малых доз облучения, генетические эффекты ионизирующих излучений, синергизм в действии радиации и других факторов внешней среды и нестохастические эффекты облучения.

НКДАР ООН предполагает продолжить сбор и анализ экспериментальных данных о лучевых эффектах в области малых доз (до 3—10 бэр), считая, что концепция линейности и беспороговости в действии ионизирующей радиации, лежащая в основе современного нормирования облучения и радиационной безопасности, требует тщательной экспериментальной проверки.

Новой областью деятельности НКДАР ООН будет оценка комбинированного воздействия ионизирующей радиации и других факторов внешней среды с учетом возможности проявления синергического действия облучения (синергизм — явление, при котором итоговое влияние двух факторов больше, чем сумма воздействий этих факторов). Особый интерес представит изучение сочетанного действия облучения и различных химических агентов, что имеет важное практическое приложение. Предполагается оценить комбинированное действие ионизирующих излучений и других факторов внешней среды на разных уровнях — от молекулярного до биогеоценотического.

Принимая во внимание, что стохастические эффекты облучения — в первую очередь генетические изменения и раковые новообразования — довольно полно описаны в отчете НКДАР ООН 1977 г., в ближайший период значительное внимание предполагается уделить нестохастическим последствиям облучения. Практический интерес к этой проблеме предопределяется значением радиационной безопасности при аварийных ситуациях, а также возможной важной ролью наиболее радиочувствительных органов в суммарном поражении всего организма, когда решающую роль будут играть нестохастические явления. Исследование этих вопросов важно также в плане радиотерапии злокачественных новообразований.

Поставленные на повестку дня вопросы для будущей деятельности НКДАР ООН, как видно, имеют принципиальное значение для разработки нормирования радиационных воздействий, радиационной безопасности и радиологических основ ядерной энергетике в части охраны окружающей среды и здоровья населения.

Следующую сессию предложено созвать в 1979 г., председателем НКДАР ООН избран Ф. Штиве (ФРГ), его заместителем Дж. Морони (Австралия).

АЛЕКСАХИН Р. М.