



тых мер защиты. С целью проверки адекватности показаний средств оперативного дозиметрического контроля дозе ионизирующего излучения были изучены энергетические распределения нейтронов в пучке ИБР-30, на поверхности замедлителя и вблизи вывода пучка из ИБР-2. С той же целью изучено соотношение дозы гамма-излучения и дозы нейтронов в различных местах. Для принятия необходимых мер безопасности в аварийной ситуации с теплоносителем измеряли состав радионуклидов теплоносителя из натрия.

На основании данных о радиационной обстановке от действующих ядерно-физических установок ОИЯИ и оценке уровня риска от гипотетических аварий на реакторах установили, что возможный ущерб от этих источников ниже ущерба от курения и от природных источников радиации.

6.3. Исследования в области физики защиты

Проектные работы по созданию ускорителей нового поколения инициировали исследования переноса частиц высоких энергий и, в частности, нейтронов в различных защитных средах. Первые эксперименты были выполнены в защитной стене синхротрона, для чего в ней были высверлены несколько каналов длиной около двух метров. В результате измерений установлено почти экспоненциальное ослабление в защите потока нейтронов с энергиями более 20 МэВ с длиной ослабления $61 \pm 1,5$ см в обычном бетоне ($2,35$ г/см³). Зависимость флюенса нейтронов с более низкими энергиями от толщины защиты в начале резко отличается от экспоненциального, а затем приходит в равновесие с нейтронами высоких энергий после толщины около 50 см.

Большой цикл работ был выполнен с целью установления влияния состава бетона на длину ослабления и фактора накопления в отношении флюенса нейтронов. При этом определили оптимальное количество воды и бора в бетоне.

Интересные результаты получены для железобетонной защиты. В результате измерений впервые установили зависимости длины ослабления от максимальной энергии нейтронов в несколько сотен МэВ и от средневзвешенной атомной массы материала защиты. С целью обобщения результатов экспериментов, их более глубокого понимания и экстраполяции на условия, отличные от экспериментальных, решали уравнение переноса частиц высоких энергий в защите. При некоторых допущениях удалось получить решение уравнения в аналитической форме для энергетического распределения флюенса нейтронов в защите. В этих исследованиях впервые было обращено внимание на большое накопление нейтронов с энергией около 24 кэВ в защите из железа, что приводило к длине ослабления таких нейтронов значительно большей, чем для нейтронов высокой энергии. Это явление в 2001 году экспериментально подтверждено на сильноточном ускорителе ISIS.

Экспериментальное исследование переноса излучения от синхрофазотрона показало слабую зависимость длины ослабления нейтронов от их максимальной энергии в спектре. Результаты исследований были реализованы в проекте сильноточного ускорителя протонов и при проектировании защиты ускорительного комплекса в Протвино.

