

культур. На необрабатываемых землях практически все радионуклиды находятся в верхней части (до 10-15 см) гумусовых горизонтов, а на пахотных почвах радионуклиды распределены сравнительно равномерно по всей глубине обрабатываемого слоя. Поведение стронция-90 и цезия-137 в системе «почва-растение» имеет ряд отличительных особенностей. Поступление стронция-90 из почв в растения практически в 10 раз выше, чем цезия-137 при одинаковой плотности загрязнения земель.

Преимущественно защитные мероприятия в сельскохозяйственном производстве включают известкование кислых почв и применение удобрений. Планирование работ по известкованию кислых почв, загрязненных радионуклидами, осуществляется в соответствии с результатами агрохимического и радиационного обследования сельскохозяйственных земель в зависимости от типов почв, реакции почвенной среды, плотности загрязнения земель. Для реабилитации земель, уменьшения перехода радионуклидов через корневую систему в растения и далее в продукцию, включая животноводческую, все большее значение приобретает внесение калийных, фосфорных удобрений, их комплексов. Следует учитывать, что структура почвенного покрова, генетические свойства и плодородие почв, наряду с характером и степенью их радиоактивного загрязнения, играют важнейшую роль, связанную с поведением радионуклидов в агроэкосистемах, а также параметрами поступления их по пищевым цепочкам.

**Заключение.** Таким образом, существенное улучшение экологической ситуации на загрязненных радионуклидами землях, рациональное использование удобрений на них способствует получению чистой продукции растениеводства и животноводства и тем самым значительному снижению дозовой нагрузки на население.

#### *Литература.*

1. Бадьина В.М., *Сельскохозяйственная экология. Курс лекций.* – Мн.: БГЭУ, 2000. – 163 с. 2. Цыбулько Н.Н. *Комплексная оценка и почвенно-радиоэкологическое районирование территории радиоактивного загрязнения Беларуси // Земля Беларуси. 2018. № 4. С. 32-35.*

УДК 94(47).084.8

**СТЕМПКОВСКАЯ А.А.**, студентка 3 курса, ФВМ

Научный руководитель – **Ковалёнок Н.П.**, магистр образования,  
старший преподаватель

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

## **ОБЗОР РАДИАЦИОННЫХ АВАРИЙ**

**Введение.** Радиационная авария — потеря управления источником ионизирующего излучения, вызванная неисправностью оборудования, неправиль-

ными действиями персонала, стихийными бедствиями или иными причинами, которые могли привести или привели к облучению людей выше установленных норм или к радиоактивному загрязнению окружающей среды [1].

Основные причины радиационных аварий в большинстве случаев связаны с человеческим фактором – ошибки рабочих, пренебрежение инструкциями или отказ от работы оборудования. Нередко авария может случиться из-за природных происшествий – землетрясение, торнадо, цунами.

Вне зависимости от причин, авария сопровождается поражающими факторами: ионизирующим излучением и радиоактивным загрязнением местности.

**Материалы и методы исследования.** В данной работе проведен обзор о последствиях самых масштабных аварий в мире, отнесенных к 6-му и 7-му уровням последствий по классификации INES в атомной энергетике [1]. Методологию исследования составили эмпирические и теоретические общенаучные методы: контент-анализ, изучение, обобщение, синтез, сравнение.

**Результаты исследований.** 10 октября 1957 года, в Уиндскейле, Англия, на реакторе по производству плутония произошел пожар, который привел к радиоактивному выбросу, оцениваемому в 750 ТБк (20 000 Кюри). Авария произошла при выполнении программы планового отжига графитовой кладки. Во время нормальной эксплуатации реактора нейтроны, бомбардирующие графит, приводят к изменению его кристаллической структуры. Это вызывает аккумуляцию энергии в графите. Процесс контролируемого отжига использовался для восстановления структуры графита и высвобождения этой энергии. Для его инициации выключали газодувки охлаждающего контура, в результате чего реактор разогревался до температуры, при которой начинала выделяться аккумуляционная в графите энергия. Из-за конструктивных особенностей Уиндскейльского реактора при этом остаются зоны неотожженного графита, поэтому разогрев нужно производить повторно. Из-за отсутствия контрольно-измерительных приборов и ошибок персонала процесс вышел из-под контроля. В результате слишком большого энерговыделения металлическое урановое топливо в одном из топливных каналов вступило в реакцию с воздухом и загорелось. В ночь с 10 на 11 октября предпринимались безуспешные попытки охладить активную зону с помощью углекислого газа. 11 октября в 8:55 реактор затопили водой, осознавая при этом риск возможного взрыва. В результате 12 октября в 3:20 реактор был переведен в холодное состояние [3].

29 сентября 1957 года на химкомбинате «Маяк», из-за выхода из строя системы охлаждения произошел взрыв емкости, где хранилось около 80 м<sup>3</sup> высокорadioактивных ядерных отходов. При взрыве емкость была разрушена, бетонное перекрытие толщиной 1 метр весом 160 тонн отброшено в сторону, в атмосферу были выброшены радиоактивные вещества 0,74 ЭБк. При этом облако радиоактивных веществ было поднято взрывом на высоту 1-2 км. В течение 10-11 часов радиоактивные вещества выпали на протяжении 300-350 км в северо-восточном направлении от места взрыва. Более 23 тыс. квадратных километров оказались в загрязненной радионуклидами зоне [4]. На этой территории находилось 217 населенных пунктов с более 280 тысячами жителей. Терри-

тория, которая подверглась радиоактивному загрязнению, получила название «Восточно-Уральский радиоактивный след». Общая его длина составила примерно 300 км, ширина - 5-10 км.

30 ноября 1975 года в результате расплавления топливного канала на первом энергоблоке Ленинградской АЭС произошел выброс в атмосферу 1,5 млн кюри радиоактивных изотопов. Одной из причин аварии являются множественные проектные ошибки реактора РБМК: большой положительный пустотный коэффициент реактивности, положительный быстрый мощностной коэффициент реактивности, слишком медленная аварийная защита, недостатки систем контроля и регистрации параметров реактора, невозможность для персонала узнать текущий ОЗР в переходных режимах, а также локальный перегрев и последующая разгерметизация одного канала и повреждение соседних. В результате выброса радиоактивных веществ в атмосферу облучению подверглись жители города Сосновый Бор, находящегося вблизи станции.

28 марта 1979 года на АЭС Три-Майл-Айленд произошла крупнейшая авария в истории коммерческой атомной энергетики США. Она произошла на втором энергоблоке станции по причине своевременно не обнаруженной утечки теплоносителя первого контура реакторной установки и, соответственно, потери охлаждения ядерного топлива. В ходе аварии произошло расплавление около 50 % активной зоны реактора, после чего энергоблок так и не был восстановлен. Помещения АЭС подверглись значительному радиоактивному загрязнению, однако радиационные последствия для населения и окружающей среды оказались несущественными [3].

26 апреля 1986 года произошло разрушение реактора четвертого энергоблока Чернобыльской атомной электростанции, расположенной около города Припять (Украина). В результате взрыва реактор был полностью разрушен, а в окружающую среду выброшено большое количество радиоактивных веществ. Авария расценивается как крупнейшая в своем роде за всю историю атомной энергетики, как по предполагаемому количеству погибших и пострадавших от ее последствий людей, так и по экономическому ущербу.

Из-за нарушений в системе обеспечения безопасности и ошибок при эксплуатации реактор четвертого энергоблока перегрелся и был полностью разрушен взрывом. Моментально начался пожар, который не прекращался 10 суток. Из-за этого образовалось облако, которое разнесло различные радиоактивные материалы, прежде всего радионуклиды йода и цезия, по большей части Европы. Особенно пострадали близлежащие территории Беларуси, России и Украины. Из 30-километровой зоны отчуждения вокруг АЭС было эвакуировано всё население — более 115 тысяч человек. Суммарный выброс радиоактивных материалов в окружающую среду составил около 380 млн. кюри [2].

Для ликвидации последствий были мобилизованы значительные ресурсы, более 600 тысяч человек участвовали в ликвидации последствий аварии. Был разработан проект саркофага, «Укрытие». А позже над ним соорудили новое изоляционное сооружение – «Новый безопасный конфайнмент» (сдан в эксплуатацию в 2019).

В результате аварии от лучевой болезни разной степени пострадали более 100 тысяч человек, а 30-километровая зона уже 35 лет остается безлюдной. После аварии станция еще некоторое время производила электроэнергию, навсегда прекратив свою работу лишь 15 декабря 2000 года.

11 марта 2011 года в Японии произошло одно из сильнейших землетрясений. Это привело к отключению электроснабжения АЭС. Цунами, вызванное землетрясением, затопило подвальные помещения, где располагались распределительные устройства, резервные генераторы и батареи. Это привело к полному обесточиванию станции и отказу систем аварийного охлаждения. Произошли расплавление ядерного топлива в реакторах энергоблоков №1-3, накопление водорода в результате пароциркониевой реакции и взрывы гремучей смеси на энергоблоках № 1, № 3 и № 4. В окружающую среду попали в основном летучие радиоактивные элементы, такие как изотопы йода и цезия. Объем выброса составил до 20 % от выбросов при Чернобыльской аварии [3].

Причиной аварии, помимо землетрясения и цунами, являются недостатки в противоаварийных мероприятиях. Недостаточная высота защитных стен, расположение электрогенераторов в подвальных помещениях, неподготовленность персонала к самостоятельным решениям. С загрязненных территорий было эвакуировано около 164 тысяч человек. В декабре 2013 года АЭС была официально закрыта. На территории станции продолжают работы по ликвидации последствий аварии.

**Заключение.** Таким образом, причины радиационных аварий могут быть самыми разными. Это могут быть стихийные бедствия, нарушения со стороны оборудования, ошибки персонала, нарушение инструкций. Но какова бы ни была причина, их объединяет одно: последствием аварий является огромный вред окружающей среде.

#### *Литература.*

1. Абагян, А. А. Информация об аварии на Чернобыльской АЭС и ее последствиях, подготовленная для МАГАТЭ / А. А. Абагян, и др. // *Атомная энергия: журн.* — 1986. — Т. 61, вып. 5. — С. 301—320. 2. Арутюнян Р. В., Большой Л. А., Боровой А. А., Велихов Е. П. Системный анализ причин и последствий аварии на АЭС «Фукусима-1» / *Ин-т проблем безопасного развития атомной энергетики РАН.* — М: ИБРАЭ РАН, 2018. — 408с. 3. Мухамеджанова, Е.Р. Анализ крупнейших аварий на радиационных объектах и их влияние на темпы развития атомной энергетики в мире / Е.Р. Мухамеджанова, В.А. Акатьев // *Глобальная ядерная безопасность.* 2017. — №3(24). — С. 110-114.