

ХРОНОЛОГИЯ ОТКРЫТИЙ В ОБЛАСТИ РАДИОЛОГИИ И ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

**Л.А. Коннова, доктор медицинских наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации;
Н.В. Матвеев.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Статья посвящена истории развития и становления научно-практической дисциплины «Радиационная безопасность». Приведены ключевые события истории, связанные с открытием радиации и развитием атомной промышленности. Обоснована актуальность обучения населения и спасателей основам радиационной безопасности.

Ключевые слова: ионизирующее излучение, радиоактивность, радиационная безопасность, радиационная авария

CHRONOLOGY OF DISCOVERIES IN THE FIELD OF RADIOLOGY THE HISTORY OF FORMATION AND DEVELOPMENT OF THE COURSE «RADIATION SAFETY»

L.A. Konnova; N.V. Matveev. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The article describes the history of development and formation of the scientific-practical course «Radiation Safety». Presents the key events in the history associated with the discovery of the radiation and the development of the nuclear industry. We discuss the relevance of education of the population and rescue workers the basics of radiation safety.

Keywords: ionizing radiation, radioactivity, radiation safety, radiation accident

Радиационная безопасность является научно-практической дисциплиной, которая начала формироваться с момента создания атомной промышленности, хотя отдельные ее аспекты стали разрабатываться уже вскоре после открытия рентгеновских лучей.

Открытие рентгеновских лучей

Эпиграфом к этой статье могут быть слова Ж. Лагранжа: «на случай при великих открытиях наталкиваются только те, кто их заслуживает».

8 ноября 1895 г. в небольшом баварском городке в физической лаборатории известный физик Вильгельм Конрад Рентген (рис.1) заканчивал опыты по изучению катодных лучей, которые возникали, когда электрический ток высокого напряжения проходил через вакуумную стеклянную катодную трубку. Перед уходом из лаборатории Рентген заметил, что кристаллы платино-цианистого бария, находившиеся на столе рядом с трубкой, завернутой в черную бумагу, светятся в темноте. Катодные лучи полностью поглощаются стеклом трубки, а обычное свечение стекла не проходит через черную бумагу. Многие физики работали с катодными лучами и даже замечали странное свечение экрана, но только Рентген сделал заключение, что сама трубка является источником неизвестного излучения. В течение последующих двух недель Рентген не выходил из лаборатории, исследуя открытое излучение. 28 ноября 1895 г. он передал краткий доклад «Новый вид лучей», которые назвал X-лучами, научному обществу. 23 января 1896 г. он выступил с докладом и продемонстрировал, что открытые лучи позволяют видеть кости через мягкие ткани. Рентгеновский снимок кисти жены был продемонстрирован обществу (рис. 2) [1]. На этом же собрании новые лучи были названы его именем – рентгеновскими лучам.

За выдающийся вклад в науку Рентген получил в 1901 г. первую Нобелевскую премию по физике.



Рис. 1.

Вильгельм Конрад Рентген (1845–1923 гг.)



Рис. 2

Фотография кисти жены Рентгена [1]

Открытие Рентгена положило начало развитию новой науки – рентгенологии. Это единственный прецедент в истории, когда именем ученого названа целая наука.

Открытие радиоактивности

«Мир – рвался в опытах Кюри
Атомной, лопнувшей бомбой
На электронные струи.....», – сказал поэт (физик) А. Белый в 1921 г.

В природе существуют элементы, ядра которых неожиданно, без всякого воздействия извне спонтанно возбуждаются и распадаются, выбрасывая с огромной энергией свои части, и претерпевая при этом значительные превращения. Это явление называется *радиоактивностью*. Открыл радиоактивность французский физик Анри Беккерель (рис. 3) в 1896 г. при проведении опытов с солью урана. Он обнаружил, что уран произвольно, независимо от солнечного света, испускает «урановые лучи».



Рис. 3.

Ангуан Анри Беккерель (1833–1906 гг.)

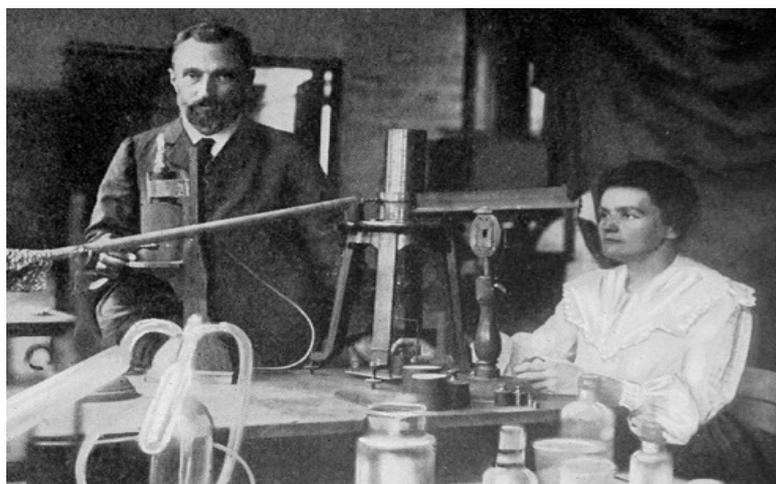


Рис. 4.

Мария Склодовская-Кюри (1867–1934 гг.)
и Пьер Кюри (1859–1906 гг.)

Явлению, которое открыл А. Беккерель, посвятили свою жизнь супруги Мария Склодовская-Кюри и Пьер Кюри (рис. 4). В оборудованной на собственные деньги примитивной лаборатории (почти сарай) супруги Кюри в течение двух лет упорно вели работу по изысканию и выделению радиоактивных примесей из урановой руды. В 1898 г. им удалось из восьми тонн урановой руды выделить около одного грамма нового химического элемента, радиоактивность которого была в миллион раз выше, чем урана. Они назвали этот элемент радием («лучистый»), М. Кюри ввела и термин «радиоактивность». Одновременно был открыт и другой радиоактивный элемент – полоний, названный так по имени родины М. Кюри – Польши. Эти открытия положили начало развитию радиологии – науки об излучении, а ученые стали первыми эпонимами в радиологии, то есть людьми, именами которых были названы радиологические единицы измерения. Начинаясь новый этап развития атомной физики и радиологии. В последующие годы были открыты другие элементы, которые обладали свойством самопроизвольно распадаться с испусканием невидимых лучей. Эти элементы названы *естественными радиоактивными изотопами*.



Рис. 5.

**Ирен (1897–1956 гг.),
и Фредерик Жолио-Кюри 1900–1958 гг.)**



Рис. 6. Памятник в Гамбурге «Жертвам радия и X-лучей» [2]

В дальнейшем в 1934 г. Ирен и Фредерик Кюри впервые в лаборатории получили искусственные радиоактивные изотопы. По международному соглашению с 1947 г. радиоактивные изотопы обозначены как *радионуклиды* (синонимами являются термины *радиоактивные атомы, радиоактивные элементы, радиоизотопы*).

Значение открытия радиоактивности было отмечено Нобелевскими премиями по физике: в 1903г Пьеру и Марии Кюри, в 1911г. Марии Кюри в области радиационной химии и в1935г. Ирен и Фредерику Жолио-Кюри. Мария Кюри, ее дочь Ирэн и зять Фредерик Жолио-Кюри умерли от лучевой болезни, возникшей в результате многолетней работы с радиоактивными веществами. Ранняя гибель Пьера Кюри (катастрофа на дороге) избавила его от такой судьбы.

«...Первооткрыватели радия не знали о действии излучения. Радиоактивная пыль носилась в их лаборатории. Сами экспериментаторы спокойно брали руками препараты, держали их в кармане, не ведая о смертельной опасности. К счетчику Гейгера поднесен листок из блокнота Пьера Кюри (через 55 лет после того, как в блокноте велись записи!), и ровный гул сменяется шумом, чуть ли не грохотом. Листок излучает, листок как бы дышит радиоактивностью...» (М.П. Шаскольская).

Открытия физиков практически сразу стали использовать в медицинской практике. Поскольку об опасных биологических эффектах X-лучей и радионуклидов и влиянии их на организм человека не было известно, опыт первого поколения исследователей – физиков, химиков, врачей, лаборантов был трагичным. Многие из них погибли от лучевых

поражений. В то же время первооткрыватели с самого начала замечали поражения кожи, вызванные радиоактивными веществами. Первым столкнулся с этим явлением Беккерель. Он получил ожог кожи под карманом жилета, в котором в течение 6 ч носил трубку с радием, и спустя 10 дней на этом месте на коже образовалась долго незаживающая язва. Уже в том же 1886 г. появились сообщения о повреждениях, которые возникали у врачей и физиков. Через год было описано 23 случая рентгеновских повреждений кожи. В 1936 г. в г. Гамбурге перед Госпиталем св. Георгия был установлен памятник «Жертвам радия и X-лучей» (рис. 6) [2]. Памятник ученым-физикам, врачам, лаборантам, химикам, биологам – всем первопроходцам, которые внесли неоценимый вклад в развитие радиологии (науки об ионизирующем излучении). На протяжении нескольких десятилетий исследователи не отдавали отчет, насколько опасно радиоактивное излучение. На монумент постоянно наносились новые имена, и очень скоро его пришлось окружить дополнительными плитами (Фото из архива Infonucléaire).

Было много трагикомических случаев, описанных в литературе. Сейчас с удивлением читаешь о том, что в течение всей первой половины XX в. в разных странах выпускались промышленные товары, содержащие радиоактивные вещества (рис. 7, 8). Знания накапливались постепенно, а радиация не слышна, не видна и не ощутима в отличие от других факторов среды. Но желание получить доход, часто не ведая что продаешь, существовало всегда. Примером служат опасные товары, которые по незнанию, необразованности и желанию обогатиться распространялись в разных странах в течение первой половины XX в. Примером является использование радия, соли и смеси солей которого с некоторыми веществами испускают хорошо различимый свет (это было замечено еще супругами Кюри). Это происходит из-за радиолюминесценции – свечения веществ под действием радиации (особенно под действием альфа частиц). Эту особенность соединений радия стали использовать для изготовления светящихся в темноте красок. Впервые радиевую краску начали применять в Швейцарии, а затем и по всему миру. Такими красками стали рисовать цифры на наручных часах и будильниках, чтобы можно было видеть их в темноте, а также размечать приборы в кабинах самолетов и кораблей. Всего было произведено в мире несколько миллионов часов, в которых стрелки и циферблаты содержали радий. Производство таких часов прекратилось только в 60-е годы прошлого века. Известны даже случаи, когда выпускались детские книжки, все рисунки в которых светились в темноте. Часы со светящимся циферблатом, светящиеся табло на военной технике (самолетах, кораблях, подводных лодках), были изъяты в середине XX в. В США, благодаря решению Сената в 1927 г. было запрещено продавать лечебные препараты, которые содержали радий.



Рис. 7. Часы «спортивные» – стрелки почернели, фон 400 мкр/ч [3].
Справа будильник со светящимися точками около цифр



Рис. 8. Товары с радиоактивными веществами (шоколад и зубная паста) и набор для школьника 1950-х гг. США [4].

В первой половине XX в. выпускали даже шоколад и зубную пасту с добавлением тория (в Германии до 1944 г).

В комплекте для школьников, представленном на рис. 8, присутствуют источники альфа- бета- и гамма- радиации, счетчик Гейгера, руководство «как обогатить уран» и другие для проведения «экспериментов», но ничего о возможных опасностях радиации и никаких средств защиты.

Знания об опасности для здоровья человека радиоактивных элементов накапливались постепенно. Благодаря расширению исследований биологических эффектов рентгеновских лучей стала развиваться новая наука – радиобиология. Но о необходимости системного подхода к радиационной безопасности окончательно стало понятно только после взрыва атомных бомб в г. Хиросиме и г. Нагасаки, когда мир узнал о неизвестном ранее поражении – лучевой болезни. Историю создания и применения атомной бомбы подробно представил в своей монографии R. Rhod [5].

Возникновение и становление радиационной безопасности

Первыми жертвами лучевых поражений были ученые-физики и врачи, которые практически сразу после открытия рентгеновских лучей и радия стали применять рентгеновское излучение и излучение радия для диагностики и лечения. В конце XIX и в начале XX в. появились первые публикации о радиационных поражениях. В 1906 г. в руководстве для врачей «Лечение лучами Рентгена» было указано на необходимость применения экранирования, уменьшения времени работы и увеличения расстояния до трубки как мерах защиты от рентгеновского излучения. В то время проблема касалась узкого круга специалистов. Но в 1928 г. была создана Международная комиссия по радиационной защите для разработки способов защиты от ионизирующих излучений и установления допустимых уровней облучения. В нашей стране в 1929 г. Коллегия комиссариата здравоохранения приняла специальное постановление о борьбе с рентгеновским травматизмом. Предельно допустимая доза была впервые принята в 1934 г.

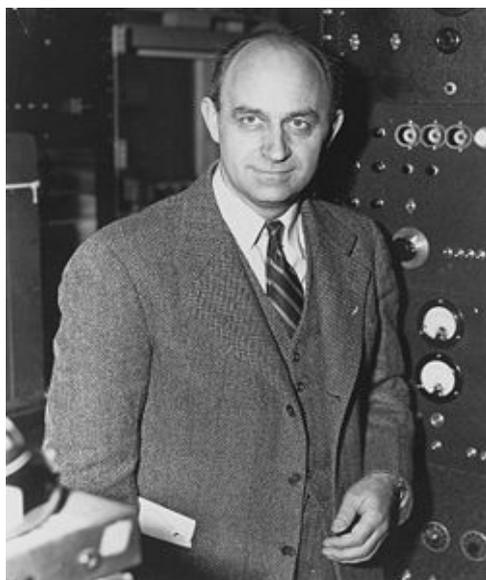


Рис. 8. Энрико Ферми (1901–1954 гг.)

С тех пор регламентация вопросов обеспечения радиационной безопасности в виде «Норм радиационной безопасности» и «Основных санитарных правил работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений» носит государственный законодательный характер и обязательна для выполнения всеми министерствами и ведомствами страны [6, 7]. О лучевой болезни до 1945 г. известно не было. В 1942 г. в США физик Энрико Ферми (рис. 8) осуществил пуск первого в мире ядерного реактора, а в июле 1945 г. в пустыне штата Нью-Мехико была испытана первая атомная бомба.

В августе 1945 г/ были взорваны атомные бомбы над Хиросимой и Нагасаки, вследствие чего сразу погибли 100 000 человек, через четыре месяца скончались еще 140 000, а радиационному облучению в разной степени подверглось 350 000 человек.

Впервые, кроме травматических повреждений и ожогов, характерных для всех войн, были выявлены новые, неизвестные ранее специфические поражения, вызванные ионизирующим излучением. Проблема радиационной безопасности стала актуальной для всего мира. Во многих странах, в том числе и в нашей стране, срочно были созданы группы ученых для изучения радиационных и комбинированных радиационных поражений,

создавались специализированные радиологические лаборатории, начались систематические исследования по изучению условий труда при производстве радия и плутония, поиски и разработки медицинской противорадиационной защиты. Сформировалось представление об острой лучевой болезни, вызванной внешним облучением, но оставалась неизвестной возможность внутреннего облучения при попадании радионуклидов внутрь организма. Дело в том, что ядерные взрывы в г. Хиросиме и г. Нагасаки имели небольшую мощность – 22 и 12 кт. Бомбы были подорваны в воздухе, погода способствовала тому, что радиоактивных осадков выпало мало. И только после американских испытаний термоядерного взрыва мощностью в 15 Мт, проведенного в 1954 г. на атолле Бикини, стало известно о возможности внутреннего облучения [8]. Взрыв произвели в воздухе, но вследствие высокой мощности и вовлечения большого количества грунта образовалось огромное радиоактивное облако, по следу которого выпали радиоактивные осадки, загрязнившие более 18 000 км² акватории. В результате подверглись облучению не только разные виды экспериментальных животных, специально размещенных на отдельном корабле, но и сами испытатели, находившиеся на американских военных кораблях, а также жители шести населенных пунктов, расположенных на Маршалльских островах Тихого океана, и 22 японских рыбака на рыболовецком судне «Счастливый Дракон». Судно находилось в 122 км от эпицентра взрыва, рыбаки в это время обедали на палубе. Радиоактивный пепел попал в организм рыбаков внутрь с пищей, они погибли от острой лучевой болезни в результате внутреннего облучения. В общей сложности от радиоактивных осадков пострадало около 300 человек. Об истории крупных радиационных аварий можно узнать из труда группы авторов [9].

Хронология трагических событий и связанных с ними открытий и опыта ликвидации последствий радиационных аварий

1945 г. – взрывы атомных бомб в г. Хиросиме и г. Нагасаки: мир впервые узнал об острой лучевой болезни в результате внешнего облучения.

1953 г. – испытание мощной мегатонной бомбы на Маршалльских островах (США) – открыто острое лучевое поражение человека от внутреннего облучения при попадании радиоактивных веществ внутрь организма. Радиоактивное загрязнение 18 тыс. км² акватории, и островов Тихого океана.

1957 г. – первые в мире радиационные аварии, не связанные со взрывом бомб – на заводах по изготовлению плутония (Урал, ПО «Маяк» г. Озерск; и Уиндскейл, Англия); формирование радиационно-загрязненных территорий (РЗТ); первый опыт ликвидации радиационных аварий.

1975 г. – первый пожар на АЭС (США) без радиационной аварии, пришло понимание двойной опасности при пожарах на АЭС – огня и радиации. Развитие нового направления – пожаробезопасность АЭС.

1979 г. – первая крупномасштабная радиационная авария на АЭС (США, Трех Мильный Остров). Загрязнение территорий вокруг станции.

1986 г. – Чернобыль. Крупнейшая радиационная авария и экологическая катастрофа с формированием обширных РЗТ во многих странах мира (19 областей в России оказались радиационно-загрязненными, Чернобыльский след).

2011 г. – Япония, АЭС «Фукусима-1» – впервые авария на четырех реакторах.

Современное понимание радиационной безопасности

Сегодня *радиационная безопасность* представляет комплексную структуру научно-обоснованных мероприятий, основанных на интеграции многих наук: ядерной физики, радиобиологии, радиохимии, радиационной медицины, радиационной гигиены, радиационной токсикологии и целого ряда технических наук. Свидетельством успешного

решения задач является значительно более высокий по сравнению с другими отраслями хозяйства уровень безопасности в атомной промышленности. При ООН создан целый ряд международных организаций, в которых известные специалисты и ученые разных стран разрабатывают рекомендации по обеспечению радиационной безопасности на основе анализа мировых научных достижений в области радиологии [10, 11].

В каждой стране, использующей источники ионизирующего излучения и АЭС, есть нормы радиационной безопасности и регламентации, составленные с учетом международных рекомендаций и национальных особенностей, географических и инфраструктурных. Согласно определению, данному в российских нормах радиационной безопасности [6], *радиационная безопасность – комплексная система научно-обоснованных мероприятий, направленных на обеспечение безопасного использования источников ионизирующего излучения (ИИ) в промышленности, медицине, в науке, сельском хозяйстве и других областях человеческой деятельности.*

Мероприятия по обеспечению безопасности имеют многофакторный характер, включают международное сотрудничество, административные, организационные, медико-санитарные, инженерно-технические, проектные и другие меры. Все они направлены на обеспечение безопасного использования источников ионизирующего излучения в жизнедеятельности человека и защиту населения в чрезвычайных ситуациях, связанных с риском облучения. Научной базой развития и совершенствования системы радиационной безопасности являются достижения в области разных отраслей радиологии, которые сформировались как самостоятельные науки (радиобиологии, радиационной гигиены, радиационной медицины, дозиметрии и т.д.).

Сегодня нет такой хозяйственной отрасли, где бы ни использовали источники радиации. Кроме предприятий ядерной энергетики, атомной промышленности и атомного флота, источники ионизирующих излучений, радионуклиды и ядерно-физические установки используются в научно-исследовательских институтах, медицинских учреждениях, в сельском хозяйстве и т.д. После трагических событий в г. Чернобыле и формированию обширных РЗТ подготовка населения по основам радиационной безопасности приобрела особую актуальность. Во многих странах по приказу правительства во всех учебных заведениях была введена дисциплина «Основы радиационной безопасности». Особую актуальность такая подготовка имеет для специалистов ГПС МЧС России, которые в случае чрезвычайной ситуации радиационного характера организуют и ведут аварийно-спасательные работы в самый сложный и опасный период работ по ликвидации последствий аварии [12]. Программы подготовки по радиационной безопасности должны быть многоплановыми, включающими теоретические и прикладные проблемы. Теоретическая часть курса направлена на формирование научно-обоснованной позиции в отношении биологических эффектов ИИ, реакций организма на различные условия облучения и способах влияния на них в нужном направлении. Практическая часть направлена на приобретение навыков дозиметрии и радиометрии ионизирующих излучений, использовании средств и методов коллективной и индивидуальной защиты личного состава и населения в обычных условиях эксплуатации источников ИИ и в чрезвычайных ситуациях, связанных с радиационными авариями.

Литература

1. Вильгельм Конрад Рентген. URL: <https://100grp.ru/novoe-vremya/vilgelm-konrad-ryontgen-otkryvshij-tajnu-iks-luchei/> (дата обращения: 07.10.2016).
2. Кому это памятник? URL: <https://otvet.mail.ru/question/47617529>, (дата обращения: 07.10.2016).
3. О радиации в старинных часах. URL: <http://german242.com/articles/radiation/radiation.htm> (дата обращения: 07.10.2016).
4. Радиоактивные товары – вещи и вещества. URL: http://igor-grek.com/publ/veshhi/radiation_goods/6-1-0-624 (дата обращения: 07.10.2016).

5. Richard Rhodes. The Making of the Atomic Bomb // Published by Simon & Schuster Ins. 1986. 886 s.
- 6 СанПин 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности (НРБ99.2009). М.: Изд -во «Феликс. Нормативная литература», 2011.
7. СанПиН 2.4.1.2660-10. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы: М.: Изд -во «Феликс. Нормативная литература», 2011.
8. Журавлев В.Ф. Токсикология радиоактивных веществ. М.: Энергоатомиздат, 1990. 334 с.
9. Крупные радиационные аварии: последствия и защитные меры / Р.М. Алексахин [и др.]; общ. ред. Л.А. Ильина, В.А. Губанова. М.: Изд-во «АТ», 2001. 752 с.
10. Международная комиссия по радиационной защите. Рекомендации МКРЗ 2007 // МКРЗ 103. М.: Алана, 2009.
11. Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности. Общие требования безопасности. Серия норм МАГАТЭ по безопасности № GSR. Ч. 3. Вена: МАГАТЭ, 2011.
12. Коннова Л.А., Акимов М.Н. Основы радиационной безопасности. СПб.: С.-Петерб. ун-т ГПС МЧС России, 2013. 178 с.