

## Ирен Жолио-Кюри, Фредерик Жолио-Кюри

**О.Б. Карякин**

Медицинский радиологический научный центр им. А.Ф. Цыба — филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Минздрава России; Россия, 249031 Обнинск, ул. Королева, 4

**Контакты:** Олег Борисович Карякин [karyakin@mrrc.obninsk.ru](mailto:karyakin@mrrc.obninsk.ru)

Ирен Жолио-Кюри – дочь дважды лауреата Нобелевской премии Марии Кюри. В 1925 г. за исследование альфа-частиц Ирен Кюри была присуждена докторская степень.

В 1926 г. Ирен вышла замуж за своего коллегу, ассистента Института радия Фредерика Жолио, совместно с которым они продолжали эксперименты по изучению различных химических элементов. В части из них супруги облучили образцы алюминия и бора альфа-частицами, превратив их в новые химические элементы. Эти новые элементы были радиоактивными: алюминий превратился в радиоактивный фосфор, а бор – в радиоактивный изотоп азота. В течение непродолжительного времени Жолио-Кюри получили много новых радиоактивных элементов. В 1935 г. Ирен и Фредерику Жолио-Кюри совместно была присуждена Нобелевская премия по химии «за выполненный синтез новых радиоактивных элементов».

В конце 1930-х годов Ирен Жолио-Кюри, работая с ураном, сделала несколько важных открытий и вплотную подошла к обнаружению того, что при бомбардировке нейтронами происходит распад (расщепление) атома урана.

Жан Фредерик Жолио родился в Париже в семье процветающего коммерсанта Анри Жолио и Эмили (Родерер) Жолио, которая происходила из зажиточной протестантской семьи из Эльзаса.

Фредерик в 1930 г. был удостоен докторского звания за исследование электрохимических свойств радиоактивного элемента полония.

Получив Нобелевскую премию в 1935 г. совместно с супругой, 35-летний Фредерик до сих пор остается самым молодым лауреатом в области химии.

Открытия и заслуги супругов Жолио-Кюри заложили основу для дальнейших исследований в ядерной физике, химии, ядерной медицине. Без их открытий невозможно представить себе существование современной науки и повседневной жизни.

**Ключевые слова:** Ирен Жолио-Кюри, Фредерик Жолио-Кюри, радиоактивные вещества, терапевтическая радиология, альфа-частицы, бериллий, бор

**Для цитирования:** Карякин О.Б. Ирен Жолио-Кюри, Фредерик Жолио-Кюри. Онкоурология 2021;17(3):165–8. DOI: 10.17650/1726-9776-2021-17-3-165-168.

### Irene Joliot-Curie, Frederic Joliot-Curie

**O.B. Karyakin**

A.F. Tsyb Medical Radiological Research Center – branch of the National Medical Research Radiological Center, Ministry of Health of Russia; 4 Koroleva St., Obninsk 249031, Russia

**Contacts:** Oleg Borisovich Karyakin [karyakin@mrrc.obninsk.ru](mailto:karyakin@mrrc.obninsk.ru)

Irene Joliot-Curie is the daughter of Marie Curie, a double Nobel Prize-winner. In 1925, Irene Curie became Doctor of Science.

In 1926, Irene married her colleague Frederic Joliot, an assistant at the Radium Institute. With him, she continued experiments with various chemical elements. In some of these experiments, Irene and Frederic performed bombardment of boron, and aluminium with alpha particles, thereby producing new chemical elements. These new elements were radioactive: aluminum became radioactive phosphorus, while boron became a radioactive isotope of nitrogen. Within a short time, Joliot-Curie created many new radioactive elements. In 1935, Irene and Frederic Joliot-Curie were jointly awarded the Nobel Prize for Chemistry for their artificial creation of new radioactive elements

Working with uranium in the late 1930s, Irene Joliot-Curie made several important discoveries and came close to the discovery of uranium decay, when bombarded with neutrons.

Jean Frederic Joliot was born in Paris, in the family of a prosperous merchant Henri Joliot and Emilia (Roederer) Joliot, who came from a wealthy Protestant family from Alsace.

Frederic obtained his Doctor of Science degree in 1930 for a thesis on the electrochemistry of radioactive polonium. Having received the Nobel Prize in 1935 together with his wife, 35-year-old Frederick still remains the youngest Nobel Laureate in Chemistry.

The discoveries and achievements of the Joliot-Curie family laid the foundation for further research in nuclear physics, chemistry, and nuclear medicine. Without their discoveries, it is impossible to imagine modern science and everyday life.

**Key words:** Irene Joliot-Curie, Frederic Joliot-Curie, radioactive substances, therapeutic radiology, alpha particles, beryllium, boron

**For citation:** Karyakin O.B. Irene Joliot-Curie, Frederic Joliot-Curie. Onkourologiya = Cancer Urology 2021;17(3):165–8. (In Russ.). DOI: 10.17650/1726-9776-2021-17-3-165-168.



*Ирен Жолио-Кюри (12.09.1897–17.03.1956)*  
*Irene Joliot-Curie (12.09.1897–17.03.1956)*

**Ирен Жолио-Кюри** — дочь дважды лауреата Нобелевской премии Марии Кюри.

В ранние годы Ирен воспитывал дед по линии отца — врач Эжен Кюри (1827–1910), Мария Склодовская-Кюри открыла радий, когда Ирен был 1 год, и не могла заниматься ее воспитанием из-за интенсивной научной работы.

Ирен продолжила свое образование в парижском университете (Сорбонне). Однако она на несколько месяцев прервала свою учебу, так как работала медицинской сестрой в военном госпитале, помогая матери делать рентгенограммы.

По окончании войны Ирен Кюри стала работать ассистентом-исследователем в Институте радия, который возглавляла ее мать, а с 1921 г. начала проводить самостоятельные исследования. Ее первые опыты были связаны с изучением радиоактивного полония — элемента, открытого ее родителями более чем 20 годами ранее. Поскольку явление радиации было связано с расщеплением атома, его изучение давало надежду пролить свет на структуру атома. Ирен Кюри изучала флуктуацию, наблюдаемую в ряде альфа-частиц, выбрасываемых, как правило, с чрезвычайно высокой скоростью во время распада атомов полония.



*Фредерик Жолио-Кюри (19.03.1900–14.08.1958)*  
*Frederic Joliot-Curie (19.03.1900–14.08.1958)*

На альфа-частицы, которые состоят из 2 протонов и 2 нейтронов и, следовательно, представляют собой ядра гелия, как на материал для изучения атомной структуры впервые указал английский физик Эрнест Резерфорд. В 1925 г. за исследование этих частиц Ирен Кюри была получена докторская степень.

Самое значительное из проведенных ею исследований началось несколькими годами позже, после того как в 1926 г. она вышла замуж за своего коллегу, ассистента Института радия Фредерика Жолио.

В 1930 г. немецкий физик Вальтер Боте обнаружил, что некоторые легкие элементы (среди них бериллий и бор) испускают мощную радиацию при бомбардировке их альфа-частицами. Заинтересовавшись проблемами, которые возникли в результате этого открытия, супруги Жолио-Кюри (так они себя называли) приготовили особенно мощный источник полония для получения альфа-частиц и применили сконструированную Фредериком чувствительную конденсационную камеру, чтобы фиксировать проникающую радиацию, которая возникала таким образом.

Они обнаружили, что когда между бериллием или бором и детектором помещается пластинка водородсодержащего вещества, то наблюдаемый уровень

радиации увеличивается почти вдвое. Супруги Жолио-Кюри объяснили возникновение этого эффекта тем, что проникающая радиация выбивает отдельные атомы водорода, придавая им огромную скорость. Несмотря на то что ни Ирен, ни Фредерик не поняли сути этого процесса, проведенные ими тщательные измерения проложили путь для открытия в 1932 г. Джеймсом Чедвиком нейтрона — электрически нейтральной составной части большинства атомных ядер.

Продолжая исследования, супруги Жолио-Кюри совершили свое самое значительное открытие. Подвергая бомбардировке альфа-частицами бор и алюминий, они изучали выход позитронов (положительно заряженных частиц, которые во всех остальных отношениях напоминают отрицательно заряженные электроны), впервые открытых в 1932 г. американским физиком Карлом Д. Андерсоном. Закрыв отверстие детектора тонким слоем алюминиевой фольги, они облучили образцы алюминия и бора альфа-частицами. К их удивлению, выход позитронов продолжался в течение нескольких минут после того, как был удален полониевый источник альфа-частиц. Позднее Жолио-Кюри пришли к убеждению, что часть алюминия и бора в подвергнутых анализу образцах превратилась в новые химические элементы. Более того, эти новые элементы были радиоактивными: поглощая 2 протона и 2 нейтрона альфа-частиц, алюминий превратился в радиоактивный фосфор, а бор — в радиоактивный изотоп азота. В течение непродолжительного времени Жолио-Кюри получили много новых радиоактивных элементов.

В 1935 г. Ирен и Фредерику Жолио-Кюри совместно была присуждена Нобелевская премия по химии «за выполненный синтез новых радиоактивных элементов». Во вступительной речи от имени Шведской королевской академии наук К. В. Пальмайер напомнил Жолио-Кюри о том, как 24 года назад она присутствовала на подобной церемонии, когда Нобелевскую премию по химии получала ее мать. «В сотрудничестве с вашим мужем, — сказал Пальмайер, — вы достойно продолжаете эту блестящую традицию».

Через год после получения Нобелевской премии Жолио-Кюри стала профессором Сорбонны, где читала лекции начиная с 1932 г. Она также сохранила за собой должность в Институте радия и продолжала заниматься исследованиями радиоактивности. В конце 1930-х годов Жолио-Кюри, работая с ураном, сделала несколько важных открытий и вплотную подошла к обнаружению того, что при бомбардировке нейтронами происходит распад (расщепление) атома урана.

Несмотря на немецкую оккупацию Франции в 1940 г., Ирен и ее муж остались в Париже, где Жолио участвовал в движении Сопротивления. В 1944 г. у гестапо появились подозрения в отношении его деятельности, и, когда он в том же году ушел в подполье, Ирен с двумя детьми бежала в Швейцарию, где они оставались до освобождения Франции.

Излучение радиоактивных веществ стало важным инструментом в исследовании атомов. Когда Ирен Жолио-Кюри и Фредерик Жолио в 1934 г. бомбардировали тонкий кусок алюминия альфа-частицами (ядрами атомов гелия), был выявлен новый вид излучения, оставляющий следы внутри аппарата, известного как облачная камера. Пара обнаружила, что излучение от алюминия продолжалось даже после того, как источник излучения был удален. Это произошло потому, что атомы алюминия превратились в радиоактивный изотоп фосфора. Это означало, что впервые в истории радиоактивный элемент был создан искусственно.

**Фредерик Жолио-Кюри** родился в Париже. Он был младшим из 6 детей в семье процветающего коммерсанта Анри Жолио и Эмили (Родерер) Жолио, которая происходила из зажиточной протестантской семьи из Эльзаса.

В 1910 г. мальчика отдали учиться в лицей Лаканаль, провинциальную школу-интернат, но 7 лет спустя после смерти отца он вернулся в Париж и стал студентом Le collège-lycée Lavoisier. Решив посвятить себя научной карьере, Жолио в 1920 г. поступил в Высшую школу физики и прикладной химии в Париже и через 3 года окончил ее лучше всех в группе.

Жолио в начале 1925 г. приступил к своим новым обязанностям в этом институте, где, работая препаратором, продолжал изучать химию и физику.

В следующем году (1926) он женился на Ирен Кюри, дочери Мари и Пьера Кюри, которая тоже работала в этом институте. С замужеством фамилия Ирен изменилась на Жолио-Кюри, однако Фредерик тоже использовал двойную фамилию. У супругов родились сын и дочь, и оба они стали учеными.

Фредерик, получив степень лиценциата (равнозначную степени магистра наук), продолжил свою работу и в 1930 г. был удостоен докторского звания за исследование электрохимических свойств радиоактивного элемента полония.

Попытки найти академическую должность не увенчались успехом, и молодой ученый уже совсем было решил вернуться к работе химика-практика на промышленном производстве, но Жан Перрен помог ему получить правительственную стипендию, позволившую Жолио-Кюри остаться в институте и продолжать исследования, связанные с воздействием радиации.

В 1935 г. Фредерику и Ирен Жолио-Кюри совместно была присуждена Нобелевская премия по химии. В речи от имени Шведской королевской академии наук К. В. Пальмайер сказал: «Благодаря вашим открытиям впервые стало возможным искусственное превращение одного элемента в другой, до тех пор неизвестный. Результаты проведенных вами исследований имеют важнейшее сугубо научное значение... Но, кроме того, — продолжал Пальмайер, — физиологи, врачи и все страдающее человечество надеются обрести благодаря вашим открытиям

бесценные лекарственные препараты». При этом 35-летний Фредерик до сих пор остается самым молодым лауреатом в данной номинации.

В своей Нобелевской лекции Фредерик Жолио-Кюри отметил, что применение искусственных радиоактивных элементов в качестве меченых атомов «упростит проблему нахождения и устранения различных элементов, существующих в живых организмах». «Из накопленных сведений, — сказал он, — можно сделать вывод, что не следует считать, будто несколько сотен атомов, образующих нашу планету, были созданы все одновременно и будут существовать вечно». Фредерик Жолио-Кюри предположил, что «ученым удастся осуществить превращения взрывного характера, настоящие химические цепные реакции», которые освободят огромное количество полезной энергии. «Однако, если разложение распространится на все элементы нашей планеты, — предупреждал ученый, — то последствия развязывания такого катаклизма могут только вызвать тревогу».

В 1939 г. вслед за открытием немецким химиком Отто Ганом возможности деления (расщепления) атома урана Жолио-Кюри нашел прямое физическое доказательство того, что такое деление носит взрывной характер. Признавая, что огромное количество энергии, высвобождаемой в процессе расщепления атома, может быть использовано в качестве источника энергии, он приобрел у Норвегии практически все имевшееся тогда количество тяжелой воды. Однако разразившаяся в это время Вторая мировая война и оккупация Франции немецкими войсками заставили его прервать исследования. Подвергая себя значительному риску, Жолио-Кюри сумел тайно переправить имевшуюся в его распоряжении тяжелую воду в Англию, где она была использована английскими учеными в ходе предпринимавшихся ими усилий по разработке атомного оружия.

Оставаясь в Париже в период оккупации, Жолио-Кюри, несмотря на свои антифашистские взгляды и членство во Французской социалистической партии (с 1934 г.), сохранил за собой посты в Институте радия, в Коллеж де Франс. Будучи активным членом движения Сопротивления, он возглавлял подпольную организацию «Национальный фронт» и использовал возможности своей лаборатории для изготовления взрывчатых веществ и радиоаппаратуры для борцов Сопротивления

вплоть до 1944 г., когда ему самому пришлось скрываться. Подобно своему учителю Ланжевону, в самый разгар войны (в 1942 г.) он становится членом Французской коммунистической партии (1956 г., незадолго до своей смерти, он будет избран членом ЦК ФКП).

После освобождения Парижа Фредерик Жолио-Кюри был назначен директором Национального центра научных исследований, на него была возложена ответственность за восстановление научного потенциала страны. В октябре 1945 г. он убедил президента Шарля де Голля создать Комиссариат по атомной энергии Франции. Три года спустя он руководил пуском первого во Франции ядерного реактора.

В 1949 г. выступал в качестве защитника СССР и советского строя на процессе Кравченко в Париже. Несмотря на то что авторитет Жолио-Кюри как ученого и администратора был чрезвычайно высок, его связь с Французской коммунистической партией вызывала недовольство, и в 1950 г. он был уволен с поста руководителя Комиссариата по атомной энергии.

После этого Фредерик Жолио-Кюри посвящал большую часть своего времени исследовательской работе в лаборатории и преподаванию. Оставаясь активным политическим деятелем, он был также президентом Всемирного Совета Мира. В 1950 г. составил обращение к человечеству, ООН и правительствам стран мира, вошедшее в историю под названием «Стокгольмское воззвание», призвавшее придать атомному оружию статус незаконного.

Смерть Ирен Жолио-Кюри в 1956 г. явилась для ее мужа тяжелым ударом. Став ее преемником на посту директора Института радия и заменив ее на преподавательской работе в Сорбонне, он взял на себя также контроль над строительством нового института в Орсе. Однако организм ученого был ослаблен из-за перенесенного 2 годами ранее вирусного гепатита, и 14 августа 1958 г. Фредерик Жолио-Кюри скончался в Париже после операции, связанной с внутренним кровоизлиянием.

Благодарное человечество хранит память об этих великих ученых, создавших новое направление в мировой науке, медицине. Пациенты благодарны за открытие новых радиоактивных препаратов, которые активно используются в терапевтической радиологии, продлевая жизнь и уменьшая страдания людей.

ORCID автора / ORCID of author

О.Б. Карякин / O.B. Karyakin: <https://orcid.org/0000-0002-6112-2840>

**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest.** The author declares no conflict of interest.

**Финансирование.** Работа выполнена без спонсорской поддержки.

**Financing.** The work was performed without external funding.

**Статья поступила:** 24.07.2021. **Принята к публикации:** 02.08.2021.

**Article submitted:** 24.07.2021. **Accepted for publication:** 02.08.2021.