

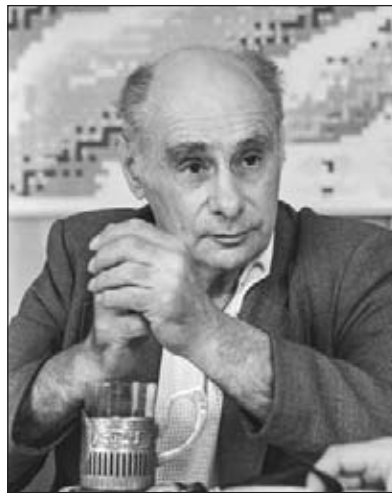
Физика Флерова = = трансурановые элементы + + тяжелые ионы

К 100-летию со дня рождения Г.Н.Флерова

В.А.Карнаухов,
доктор физико-математических наук
Объединенный институт ядерной физики
Дубна

С волнением пишу эти строки об ученом нобелевского уровня, «ядерном» физике, известном всему мировому сообществу. Георгий Николаевич Флеров (1913–1990) — один из пионеров физики тяжелых ионов. Он создатель уникальных циклотронов многозарядных ионов — мощного средства для синтеза новых трансурановых элементов, инициатор развития прикладной ядерной физики, глава научной школы, «отметившейся» не только первоклассными работами, но и целыми научными направлениями, которые живы и сейчас.

Георгий Николаевич родился в Ростове-на-Дону 2 марта 1913 г. в семье Николая Михайловича и Елизаветы Павловны Флеровых. Его родители познакомились на Печоре, куда были сосланы за участие в студенческих беспорядках в 1907 г. О жизни и научных достижениях Г.Н.Флерова можно подробно прочитать в книге воспоминаний [1]. Здесь напомним лишь, что его путь в науку оказался непростым. После окончания школы в 1929 г. он четыре года был рабочим, затем его рекомендовали для учебы в Ленинградский политехнический институт. Еще в студенческие годы Георгию Николаевичу повезло попасть в лабораторию Игоря Васильевича Курчатова, где он совместно со Львом Ильичом Русиновым начал эксперименты по физике деления урана нейтронами. В воздухе носилась идея цепной реакции. Экспериментальная оценка среднего числа нейтронов на акт деления, которую они получили, давала надежду на успех в реализации этой идеи. Впоследствии, когда уже началась война, лейтенант Флеров настолько



Георгий Николаевич говорит о физике за чаем. Середина 70-х годов.

утвердился в осуществимости цепной ядерной реакции, что взял на себя смелость настойчиво «бомбить» верхние эшелоны советской власти убедительными письмами о возможности и необходимости создания ядерного оружия. Надо сказать, что он был не одинок в этом. Известно, что профессор Московского государственного университета Вадим Семенович Шпинель делал то же самое. Георгия Николаевича отозвали из армии, и в конце 1942 г. он присоединился к атомному проекту, который возглавлял тогда еще профессор И.В.Курчатов.

Однако вернемся в предвоенные годы. Делимость природных изотопов урана нейтронами

Флеров изучал совместно с Константином Антоновичем Петржаком, который по характеру был очень уравновешенным человеком, в отличие от импульсивного Георгия Николаевича. Для регистрации осколков деления молодые ученые использовали ионизационную камеру. В те времена импульсная электроника была весьма примитивна: для регистрации импульсов использовался так называемый самописец, который реагировал на появление сигнала в камере резким подскоком пера по закопченной бумаге на расстоянии, пропорциональное величине импульса. Это позволяло отличать осколки деления (большие импульсы) от многочисленных альфа-частиц. Но было очень важно, что два младших научных сотрудника изобрели многослойную ионизационную камеру, которая имела рекордную чувствительность, поскольку в нее удавалось поместить урановые слои площадью до 6000 см².

Всем известно, что важнейший момент в любом эксперименте — определение уровня фона.

Он есть всегда: пробои, «микрофонный» эффект, электрические «наводки» из-за включения чайника в соседней комнате — да мало ли что. Надо знать величину фона и стараться ее уменьшить. Изучаете деление урана нейтронами — уберите нейтронный источник подальше и узнаете, каков фон. Так они и поступили. В отсутствие нейтронного источника скорость счета камеры значительно уменьшилась, но не до нуля: оставалось около шести импульсов в час. Что это? Снова серия контрольных экспериментов. Боялись влияния той компоненты космических лучей, которая могла вызывать деление. Поэтому провели измерения в тоннеле Московского метрополитена на станции Динамо. Пришли к выводу, что наблюдается самопроизвольное деление. Вспомнили, что Нильс Бор делал оценку вероятности спонтанного деления урана и получил столь низкое значение, что этот вид радиоактивности вряд ли возможно было наблюдать. Период полураспада урана в случае спонтанного деления оказался почти в миллион раз короче, чем оценивал Бор. Выходит, что великий датчанин был не прав! Сейчас мы знаем, насколько трудно рассчитать период полураспада ядра по каналу спонтанного деления.

Итак, молодые ленинградские физики открыли новый вид радиоактивного распада (в дополнение к альфа- и бета-распадам). Одного этого было бы достаточно, чтобы войти в историю ядерной физики!

Война позади. Флеров продолжает эксперименты по физике деления тяжелых ядер, изучает делящую компоненту космических лучей. Кроме того, он активно интересуется приложениями ядерных методов в смежных областях науки и техники. Он инициирует разработку методов нейтронного каротажа нефтяных месторождений и руководит этими работами в Московском нефтяном институте в начале 50-х годов. Но фундаментальная физика по-прежнему остается его главным интересом.

1953 год. Отдел оптических приборов Лаборатории измерительных приборов АН СССР (ныне это Научно-исследовательский центр «Курчатовский институт»). Георгий Николаевич возглавляет сектор №7, главная задача которого — синтез новых трансурановых элементов. Конечно, при этом должна быть получена и оригинальная информация о «родном» спонтанном делении.

В 1954 г. автор данной статьи становится сотрудником этого знаменитого сектора. Помог счастливый случай. После окончания физфака Московского университета я был распределен в НИФИ-2 — университетский институт (ныне — Научно-исследовательский институт ядерной физики им. Д. В. Скобельцына МГУ), где делал дипломную работу. Это меня не очень обрадовало. Но — удача! Есть возможность «переиграть» это распределение: от друзей узнаю, что профессору Флерову нужны сотрудники.

И вот в феврале 1954 г. я попадаю на «смотрины» к Георгию Николаевичу. Встреча была у него дома на Песчаной улице, что в 100 метрах за алтарем храма Всех Святых на Соколе. Для меня Флеров был легендарным человеком, выдающимся ученым, лауреатом Сталинской премии, Героем Социалистического Труда. Я сел на черный кожаный диванчик в его кабинете с твердым намерением понравиться, но с некоторым трепетом. Рассказал о дипломной работе, в которой была сделана одна из первых установок для изучения угловых корреляций гамма-квантов с определением их поляризации. Неожиданный вопрос: «А зачем вообще такие измерения, что это дает?»... Я не подал вида, что слегка растерялся, а, напротив, убежденно сказал, что это важно для проверки предсказаний оболочечной модели ядер. Уже потом, работая с Георгием Николаевичем, я много раз слышал, что надо «видеть лес за деревьями», т.е. четко формулировать физическую задачу, ради которой «вся эта суета». Это одна из «заповедей» флеровской школы, к которой мы еще вернемся.

Задачу свою я, по-видимому, выполнил и на следующий день был уже в кабинете Игоря Николаевича Головина — первого заместителя директора знаменитой Лаборатории измерительных приборов АН СССР (ЛИПАН) академика Курчатова. Игорь Николаевич был красивый, высокий мужчина с черными усами и громким басовитым голосом очень уверенного и властного человека. Георгий Николаевич убедительно рассказал ему, какой я подходящий для них сотрудник, поскольку уже имею опыт работы с фотоумножителями. «Так в чем же дело? Берите его себе в сектор!» — раскатисто сказал Игорь Николаевич. Георгий Николаевич пояснил, что, к сожалению, юноша уже зачислен приказом в Московский университет. Головин вызывает секретаршу и просит соединить его с товарищем В. А. Левшой (как я потом узнал, это был начальник управления по кадрам Министерства среднего машиностроения): «Владимир Алексеевич, вот тут у меня сидит молодой человек (фамилия), очень нужен товарищу Флерову для его работ... есть приказ о направлении молодого человека в МГУ... Пожалуйста, распорядитесь, чтобы приказ отменили». Таким образом, я получил дополнительный месяц отпуска, пока осуществлялись формальности моего перевода из МГУ в ЛИПАН.

ЛИПАН был создан в 1943 г. как «мозговой центр» советского атомного проекта. На промышленном уровне этот проект осуществлялся на так называемых базах, разбросанных по всей стране к востоку от Москвы. Название организации должно было, по замыслу, вестись в заблуждение шпионов, хотя любой мальчишка в Покровском-Стрешневе мог бы сказать вам, что располагается за высоким бетонным забором, окружавшем территорию размером не менее одного квадратного километра.

С первого марта 1954 г. я — старший лаборант с высшим образованием сектора №7, начальни-



Сектор №7 совместно с прикомандированными сотрудниками. Институт атомной энергии АН СССР. 1959 г. Георгий Николаевич стоит десятым справа. Слева рядом с ним — С.М.Поликанов.

ком которого был Флеров. Сектор входил в отдел оптических приборов, который к оптике не имел никакого отношения. Отдел занимался ядерной физикой.

Физики из сектора №7 были молоды. Научная программа была нацелена на синтез новых трансуранических элементов с помощью многозарядных ионов. Другие методы получения новых элементов уже исчерпали себя. Правой рукой у Георгия Николаевича был талантливый двадцатисемилетний физик Сергей Михайлович Поликанов (впоследствии — член-корреспондент Академии наук СССР). На регулярных обсуждениях в небольшом флеровском кабинете хозяин часто прерывал себя словами: «Что вы думаете об этом, Сережа?». Сережа слегка сиплым голосом говорил, что он об этом думает.

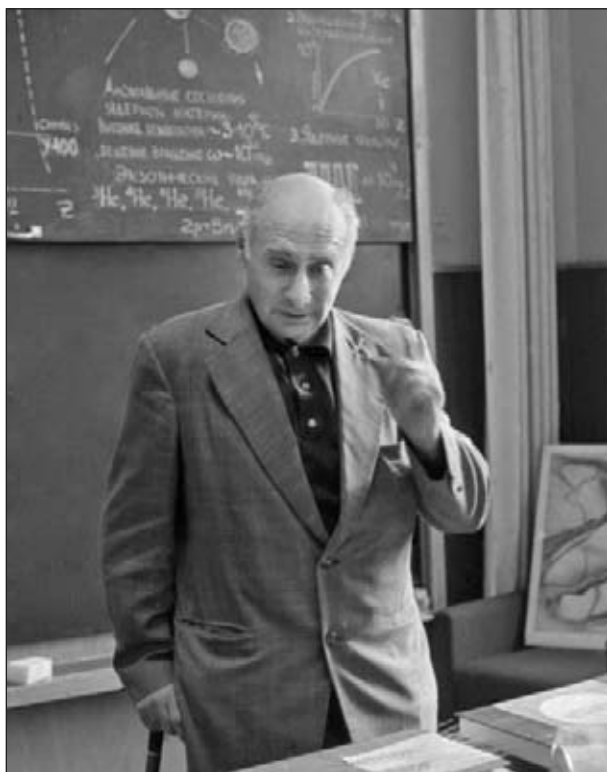
Эти обсуждения чаще всего были рабочими встречами, иногда семинарами, но всегда местом коллективной мыслительной работы. «Вот как делается настоящая наука!» — мое первое впечатление от этих сборов. Так, при обсуждении теоретической статьи К.А.Тер-Мартirosяна Георгий Николаевич высказал мысль, что тяжелые ионы — наиболее эффективный способ для изучения кулоновского возбуждения ядер, которое позволяет определить форму ядра. Эту идею по его предложению реализовали на циклотроне Ленинградского физико-технического института Д.Г.Алхазов, И.Х.Лемберг и Ю.П.Гангрский; работа вскоре была отмечена Государственной премией.

Георгий Николаевич — один из создателей физики тяжелых ионов (вначале они назывались многозарядными ионами). Эксперименты в этой области сектор Флерова начал осенью 1954 г. на полу-

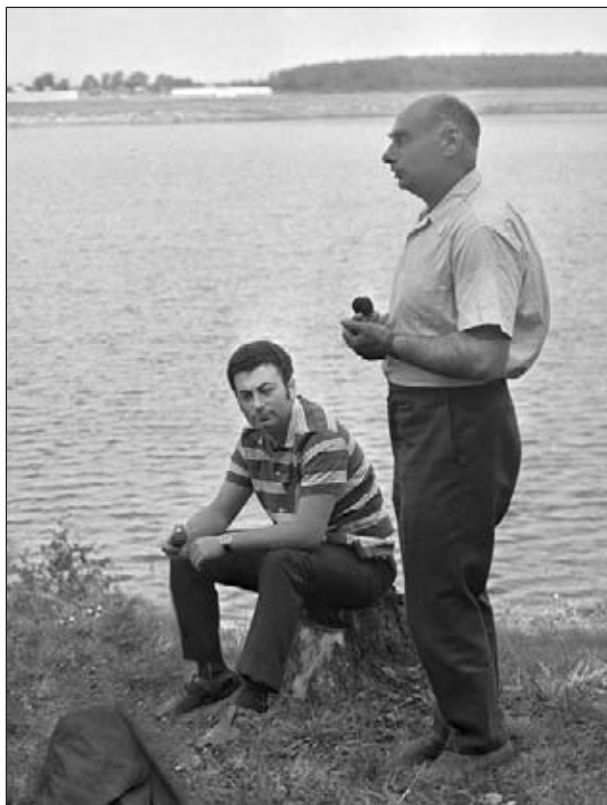
тораметровом циклотроне ЛИПАНа. По предсказанию Оге Бора, сына Нильса Бора и впоследствии тоже нобелевского лауреата, физике тяжелых ионов суждено было стать главным предметом ядерной науки во второй половине 20-го столетия. В нашем распоряжении еще не было специального ускорителя ядер. В первых опытах применили «трюк» Д.Фремлина из Университета Бирмингема (Великобритания), заключающийся в том, что многозарядные ионы получались «обдиркой» низкозарядных ионов на остаточном газе в ускорительной камере. Но энергетический спектр ионов оказался очень широким, и хорошие количественные исследования с таким пучком были невозможны. Георгий Николаевич воспользовался тем обстоятельством, что у института был широкий профиль, и стимулировал создание уникального источника многозарядных ионов Б.Н.Маковым в отделе академика Л.А.Арцимовича. В результате впервые в мире был получен циклотронный пучок тяжелых ионов с фиксированной энергией.

Круглосуточные эксперименты по синтезу 102-го элемента прерывались только из-за чрезвычайных обстоятельств, нарушение трудового законодательства с лихвой компенсировалось энтузиазмом участников. Нередко после ночной смены тебе говорили: «Ну, идите домой, поспите, а после обеда приезжайте обсуждать». Георгий Николаевич полностью нам доверял, однако каждую ночь звонил с вопросом: «Ну, как дела?». Если не случалось привычного ночного звонка, это было настоящее ЧП: не заболел ли?

Масштаб этих работ дает почувствовать фотография, сделанная в 1959 г. на территории инсти-



Обсуждение результатов эксперимента в кабинете Георгия Николаевича. Середина 80-х годов.



Минуты отдыха: с Ю.Ц.Оганесяном на Волге.

тута. Сотрудники сектора №7 перемешались здесь с многочисленными коллегами из других институтов, которые принимали участие в поисковых работах по новым «трансуранам».

Несмотря на увлеченность задачей новых элементов, Георгий Николаевич понимал, что исследование особенностей ядерных реакций на пучках тяжелых ионов, использование их для получения экзотических ядер означало проведение пионерских работ, которые обещали дать качественно новую научную информацию. Георгий Николаевич стимулировал дискуссии и работы «по физике». Обсуждения по «физике» проводились и в его кабинете, и в комнате напротив. Активным участником этих обсуждений был Вилен Митрофанович Струтинский — впоследствии автор известной ядерной модели. Вопросом номер один была судьба высокого углового момента возбужденных ядер, образующихся в соударениях тяжелых ионов, — бешено вращающихся ядер, неизвестных до тех пор науке. Струтинский убедительно показал, что испаряющиеся из возбужденного ядра нейтроны не могут унести всю энергию вращения. Так возникла идея «нейтронных изомеров», распадающихся с «фейерверком» гамма-квантов. Эта идея была вскоре подтверждена в наших «факультативных работах по физике» путем определения множественности гамма-квантов и вида функций возбуждения для реакций с вылетом нейтронов.

Были проведены первые эксперименты по физике деления под действием тяжелых ионов, по реакциям передачи нуклонов, ну и, конечно, эксперименты с фотоэмульсиями, которые давали наглядную картину взаимодействия. Мы были довольны, Георгий Николаевич — не всегда. В минуты особого раздражения нашими «огрехами» он, понизив голос, обзывал нас «детским садом». Когда Георгий Николаевич отмечал 60-летний юбилей, группа «ветеранов многозарядных ионов» подарила ему большое панно с изображением красивой грузинки. На обратной стороне было написано поздравление «от детского сада №7». Вот его списочный состав (по алфавиту): В.В.Волков, В.А.Друин, К.А.Гаврилов, В.А.Карнаухов, Ю.Ц.Оганесян, Д.М.Парфанович, А.С.Пасюк, С.М.Поликанов и Н.И.Тарантин. В качестве «приходящей нянечки» из Ленинграда был приглашен Аршавир Саркисович Карамян, который «вкалывал» вместе со всеми и отличался от молодых коллег только тем, что не гонял шайбу в обеденный перерыв. Аршавир Саркисович написал первую докторскую диссертацию по физике тяжелых ионов, которую ему, к сожалению, не довелось защитить.

Синтез новых трансурановых элементов был основной задачей сектора Флерова. Эта работа нашла успешное продолжение, когда в 1957 г. Георгий Николаевич организовал в Дубне и возглавил Лабораторию ядерных реакций (ныне она но-

сит имя Г.Н.Флерова). Созданные здесь мощные изохронные циклотроны и изощренные экспериментальные методики обеспечили существенный прогресс в этой области (физическими методами занимается Ю.Ц.Оганесян с сотрудниками, химическими — И.И.Звара и С.Н.Дмитриев с сотрудниками; работы лаборатории не раз освещались в «Природе», последние публикации — [2—4]). Полное число открытых в Дубне трансформированных изотопов ($Z > 100$) составляет около пятидесяти. К моменту написания данной статьи самым тяжелым синтезированным ядром (пока безымянного элемента) является изотоп с зарядом 118 и массовым числом 294. Международное признание этих работ выразилось в том, что элемент с атомным номером 105 назван дубнием (символ Db), а 114-й элемент — флеровием (символ Fl) [4].

В советское время существовал Государственный реестр открытий и изобретений. В нем зарегистрированы девять открытий, сделанных Флеровым и его учениками:

- «Спонтанное деление урана» (диплом №33);
- «Явление образования изотопа 102-го элемента» (диплом №34);
- «Протонный распад радиоактивных ядер» (диплом №35);
- «Спонтанное деление атомных ядер из возбужденного состояния» (диплом №52);
- «Элемент 105-й Периодической системы Д.И.Менделеева» (диплом №114);
- «Явление образования изотопа 103-го элемента Периодической системы Д.И.Менделеева» (диплом №132);
- «Явление запаздывающего деления атомных ядер» (диплом №160);
- «Явление образования радиоактивного изотопа элемента с атомным номером 106» (диплом №194);
- «Явление глубоко-неупругой передачи нуклонов в ядерных реакциях» (диплом №224).

- *Ценность работника надо определять методом вычета. Если без этого работника дело замирает, значит — он полезный.*
- *Если я скажу «да», ты перестанешь меня уважать. Если скажу «нет», ты не будешь меня любить. Поэтому — «не исключено».*
- *Объяснять важному начальству научную проблему нужно не так, как правильно, а так, как ему будет понятно. Это ложь во благо.*
- *Это не статистика, а садистика.*
- *Напишите начальству письмо, возвышенное... до глупости.*
- *Теоретики захватили журналы и... на птичьем языке излагают тривиальные вещи.*
- *В молодости меня называли упрямым, а сейчас — настойчивым.*
- *Вы должны писать и говорить так, чтобы даже академикам было понятно.*

Литература

1. Георгий Флеров — ученый, творец, первопроходец. Книга воспоминаний / Под ред. Ю.Ц.Оганесяна и С.Н.Дмитриева. М., 2008.
2. Щеголев В.А. Ритмы материи и Периодический закон Менделеева // Природа. 2009. №1. С.32—43.
3. Пенионжкевич Ю.Э. Экзотические ядра // Природа. 2010. №11. С.3—13.
4. Щеголев В.А. Новые имена на карте элементов // Природа. 2012. №8. С.3—9.



С супругой Анной Викторовной во время визита в Краков. Середина 80-х годов.

В Дубне на улице Флерова установлен скромный бюст академика, Героя Социалистического Труда, лауреата четырех Государственных премий. Но истинным памятником Георгию Николаевичу служит Лаборатория ядерных реакций — мировой центр физики тяжелых ионов, где сейчас работает более 350 человек. На стене коридора второго этажа размещена коллекция «постулатов» школы Флерова, которые состоят из афористических высказываний Георгия Николаевича по научным и околонаучным темам. Закончим статью некоторыми примерами из этой коллекции.