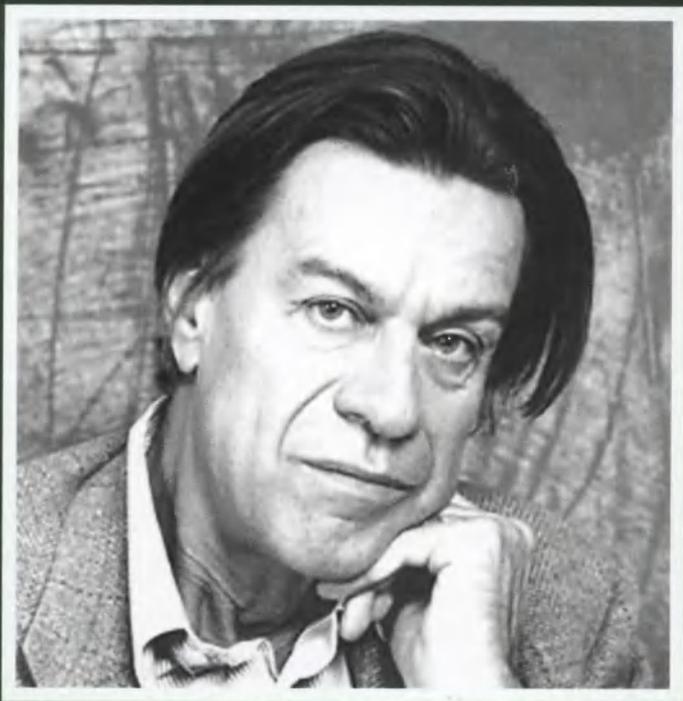




А. А. Сонин Пьер-Жиль де ЖЕН

НАУЧНО-БИОГРАФИЧЕСКАЯ  
ЛИТЕРАТУРА



*А. А. Сонин*

**Пьер-Жиль  
де ЖЕН**

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК



СЕРИЯ «НАУЧНО-БИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА»

Основана в 1959 году

РЕДКОЛЛЕГИЯ СЕРИИ  
И ИСТОРИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ  
ИНСТИТУТА ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ  
им. С. И. ВАВИЛОВА РАН ПО РАЗРАБОТКЕ  
НАУЧНЫХ БИОГРАФИЙ ДЕЯТЕЛЕЙ  
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ:

академик РАН Н. П. Лаверов (председатель редколлегии),  
академик РАН *Б. Ф. Мясоедов* (зам. председателя редколлегии),  
канд. ист. наук *А. А. Жидкова* (ученый секретарь комиссии),  
докт. техн. наук *В. П. Борисов*, докт. физ.-мат. наук *В. П. Визгин*,  
канд. техн. наук *В. Л. Гвоздецкий*, докт. физ.-мат. наук *С. С. Демидов*,  
академик РАН *А. А. Дынкин*, академик РАН *Ю. А. Золотов*,  
докт. ист. наук *С. С. Илизаров*, докт. филос. наук *Э. И. Колчинский*,  
академик РАН *М. Я. Маров*, докт. техн. наук *А. В. Постников*,  
докт. геол.-минерал. наук *Ю. Я. Соловьёв*

*А. А. Сонин*

**Пьер-Жиль  
де ЖЕН  
1932–2007**

Ответственный редактор  
член-корреспондент РАН  
В. Г. КУЛИЧИХИН



---

МОСКВА  
НАУКА  
2019

УДК 53  
ББК 22.3  
С62

Рецензенты:

доктор физико-математических наук *Е.И. Кац*  
доктор физико-математических наук *А.Ф. Смык*

**Сонин А.А.**

**Пьер-Жиль де Жен: 1932–2007** / А.А. Сонин ; отв. ред. В.Г. Куличихин. – М. : Наука, 2019. – 211 с. : ил. – (Научно-биографическая литература). – ISBN 978-5-02-039994-5.

Книга посвящена научной, педагогической и общественной деятельности одной из самых заметных личностей в физике XX в. французскому физику-теоретику, нобелевскому лауреату Пьеру-Жилу де Жену, наиболее широко известному своими работами в области физики конденсированного состояния. Де Жен был не только одаренным ученым, он проявил незаурядные способности и в организации науки, был прекрасным лектором, многие его научные труды стали классическими и переведены на другие языки мира. Ученый ездил по стране с лекциями для школьников, интересовался изобразительным искусством, хорошо рисовал, а в последние годы жизни осваивал живопись. Личные воспоминания автора и ближайших коллег де Жена, а также богатый иллюстративный материал придают книге особый колорит.

Для широкого круга читателей, интересующихся историей науки.

ISBN 978-5-02-039994-5

© Российская академия наук и издательство «Наука», серия «Научно-биографическая литература» (разработка, оформление), 1959 (год основания), 2018  
© Сонин А.А., 2018  
© ФГУП Издательство «Наука», редакционно-издательское оформление, 2019

## Предисловие

---

В книге рассказывается о жизни и научном творчестве выдающегося французского физика-теоретика Пьера-Жиля де Жена. Своими работами он внес важный вклад практически во все разделы физики конденсированного состояния, или «мягкой материи», являясь одним из пионеров этой новой области современной физики – «мягких веществ», как он их называл [см., например, 1]<sup>1</sup>. Это – магнетики, сверхпроводники, жидкие кристаллы, полимеры, явления перколяции, смачивания, адгезии и трения, гранулированные вещества, биофизика...

Де Жен был не только авторитетным ученым, но и крупным организатором науки. Например, он создал знаменитую группу по исследованию жидких кристаллов в Университете Орсе, долгие годы успешно работал на посту директора парижской Высшей школы инженерной физики и химии.

Его лекции воспринимались слушателями с неизменным интересом. Большая аудитория в Коллеже де Франс, в которой де Жен обычно выступал в бытность профессором этого заведения, всегда была полна студентами и коллегами, жаждущими услышать его.

Де Жен прекрасно писал. Многие из его научных трудов, в которых он доступно рассуждал о нетривиальных вещах, стали хрестоматийными и переведены на иностранные языки. Немало сил отдавал он и популяризации науки: публиковал научно-популярные книги, проводил занятия с учащимися школ страны.

Ученый всегда занимал активную жизненную позицию и никогда не боялся публично высказывать свою точку зрения по самым разным вопросам: организация науки, система образования, политика...

Многогранность личности де Жена доказывает и прошедший через всю его жизнь интерес к изобразительному искусству. Он

---

<sup>1</sup> Здесь и далее в квадратных скобках указан номер, под которым в разделе «Библиография» значится цитируемая книга.

хорошо рисовал и оставил после себя многочисленные графические работы, а в последние годы жизни пробовал свои силы в живописи.

Несмотря на все свои титулы и регалии, де Жен был чрезвычайно прост в общении и доступен для молодежи. Ученый очень любил своих детей (их у него — семеро) и многочисленных внуков.

Я признателен представительнице семьи де Жен М.-К. Пикар де Жен (дочери П.-Ж. де Жена), Ф. Брошар-Вьяр и Л. Плевер за их любезную помощь в подборе иллюстраций.

Я благодарю А.С. Сони́на за полезные советы, послужившие улучшению качества книги; Д. Бечхофера, Д. Ланжевен и Ж. Проста — за проявленные интерес и внимание к моей работе; Е.А. Каца, А.Г. Петрова, Д. Пресса и Э. Эррота — за личные воспоминания об их контактах с П.-Ж. де Женом.

Я также признателен ответственному редактору книги В.Г. Куличихину и рецензентам Е.И. Кацу и А.Ф. Смык за конструктивную критику и ценные замечания.

### Семья. Детские и юношеские годы

История фамилии де Жен прослеживается вплоть до X в. В это время предки ученого — семья из графства Анжу — владела замком, носящим название «де Жен». Он был расположен на берегах Луары, между городами Анжером и Сомюром. Де Жены принадлежали к так называемым «дворянам мантии», т.е. людям, получившим дворянство за примерную гражданскую службу. Предки П.-Ж. де Жена занимали различные административные посты в области Пуату. Например, они заседали в местных парламенте и суде.

Ученый вспоминал [76, с. 351]<sup>1</sup>, что в XIX в. его родственники безуспешно пытались доказать, что род де Женов происходит от Оливье де Жена, упоминавшегося в «Песне о Роланде»<sup>2</sup>. По-видимому, этот Оливье был выходцем из швейцарского города Женевы и не имел никакого отношения к семье П.-Ж. де Жена.

Ученому удалось собрать обширную информацию, касающуюся своего генеалогического дерева. Де Жен проследил за развитием его ветвей в Пуату, Бретани и Анжу начиная с XV в. и обнаружил немало интересных фактов. Например, в эпоху Возрождения были написаны поэмы, посвященные юным господам де Жен. Или — во времена правления Людовика XIV некие де Жены занимали ответственные должности при королевском дворе.

Наиболее знаменитым предком П.-Ж. де Жена был адмирал Жан-Батист де Жен. Предпринятая им морская экспедиция описана в книге «Рассказ о путешествии, совершенном в 1695, 1696 и 1697 гг. к берегам Африки, по Магелланову проливу, к Бразилии, Кайенне и Антильским островам, осуществленным эскадрой королевских судов под командованием господина де Жена». Труд этот был составлен одним из членов экипажа, неким Франсуа Форже.

---

<sup>1</sup> Здесь и далее нумерация страниц в книге [76] дается по ее французскому изданию.

<sup>2</sup> Песнь о Роланде («La Chanson de Roland») — средневековая эпическая поэма, написанная в XII в. на старофранцузском языке.

В то время Франция боролась с Англией и Голландией за морское господство, дававшее преимущество в развитии колоний. Магелланов пролив был стратегическим путем к золотым и серебряным копям Перу. Поэтому намерение Ж.-Б. де Жена создать французскую колонию по берегам пролива было вполне объяснимо.

Во главе эскадры из шести кораблей адмирал покинул Ла-Рошель 3 июня 1695 г. и направился сначала к берегам Африки, где захватил принадлежавший англичанам форт Джеймс в Гамбии. Затем он пересек Атлантический океан и достиг берегов современных Бразилии и Аргентины. Адмирал вошел в Магелланов пролив в феврале 1696 г. (теперь в его честь названа одна из рек в районе пролива).

Однако неблагоприятные погодные условия и недостаток продовольствия заставили Ж.-Б. де Жена повернуть обратно. Возвращаясь, он укрепил французское присутствие в одной из колоний – нынешней Французской Гвиане. В результате 12 июля 1698 г. королевским декретом Ж.-Б. де Жена был дарован титул графа, и он был назначен губернатором Гвианы.

Адмирал поселился в Гвиане, на берегу р. Ойак. Однако в 1700 г. его рабы восстали и разграбили имение своего хозяина... Ж.-Б. де Жен был также губернатором одного из Антильских островов – Сен-Кристоф, но остров у него отобрали англичане в 1704 г. Адмирал был обвинен в государственной измене и трусости, проявленной перед лицом врага. Его отправили во Францию, для того чтобы там казнить, но во время путешествия ему удалось бежать в Англию, где он вскоре умер. Впоследствии король реабилитировал Ж.-Б. де Жена посмертно.

Естественно, что во время французской революции предки П.-Ж. де Жена были на стороне шуанов<sup>3</sup>. Один из них участвовал в высадке иммигрантов-роялистов, организованной при помощи англичан, на полуострове Киброн на южном побережье Бретани в 1795 г. Вследствие этого семья де Женов лишилась всего накопленного состояния, и предки ученого владели жалкое существование в течение почти всего XIX в.

Благосостояние семье де Женов вернул дед ученого, Поль, который стал известным врачом и был одним из основателей парижской больницы Бусико (hôpital Boucicaud)<sup>4</sup>. Он женился на бразильянке Женни Барбозе Тиноко. Их дети: старший, Робер,

<sup>3</sup> Шуаны (La chouannerie) – так назывались крестьяне, участвовавшие в движении в поддержку роялистов в эпоху Французской революции. Движение возглавлял благодетельствованный Людовиком XVI Жан Коттро, по прозвищу Шуан (Chouan).

<sup>4</sup> С 2000 г. это медицинское учреждение входит в состав Европейской больницы Жоржа Помпиду (Hôpital européen Georges-Pompidou).

и младший, Люсьен, также получили медицинское образование. Став врачом, Робер, отец П.-Ж. де Жена, отправился в 1911 г. на военную службу (которая в то время длилась три года). Из-за начавшейся Первой мировой войны он оставался военным врачом целых семь лет. Медицинская карьера Люсьена, дяди ученого, развивалась в более благоприятных условиях. Он приобрел репутацию тонкого диагноста и стал очень известным эндокринологом.

Де Жены придерживались католической веры, тогда как семья матери ученого, Ивонны Морен-Пон, была протестантской. Ивонна изучала историю своего рода, и ей удалось проследить за своими предками начиная с XVII в.

Самые древние представители ее семейства происходили из французского департамента Дром. Оставив все нажитое добро во Франции, они были вынуждены иммигрировать в швейцарскую Женеву после отмены Нантского эдикта<sup>5</sup>.

Вначале члены семьи Морен-Пон были в Швейцарии цирюльниками. Однако в 1805 г. молодой человек по фамилии Пон убедил женеvских банкиров помочь ему создать в экономически бурно развивающемся Лионе ссудную кассу. Это событие положило начало целой династии банкиров, которые основали известный лионский банк «Вдова Морен-Пон» («*Veure Morin-Pons*»), названный так в честь одной из представительниц рода. В конце XIX в. ей удалось спасти банк, когда его кассир сбежал со всеми деньгами. Банк «Вдова Морен-Пон» просуществовал вплоть до 1996 г., когда был приобретен банком Санпаоло.

Среди примечательных предков Ивонны был, например, Жак Бернар (1795–1890), происходивший из протестантской семьи из горного массива Севенн. Он разводил шелковичных червей, преуспел в торговле шелком и стал заметной фигурой в Лионе и мэром городского квартала Бротто (*Les Brotteaux*), в котором осушил болота во времена правления Луи-Филиппа. Ж. Бернар любил живопись и собрал неплохую коллекцию картин, экспонирующуюся теперь в музее Лиона.

Прадед ученого Анри Морен-Пон выполнял обязанности банкира только по долгу службы. Его увлечениями были нумизматика и опера. Он составил хрестоматийный труд «Нумизматика феодального периода области Дофине» и написал несколько романтических опер, либретто которых сохранились у П.-Ж. де Жена.

---

<sup>5</sup> Закон, даровавший французским протестантам-гугенотам вероисповедные права. Издание эдикта завершило тридцатилетний период Религиозных войн во Франции и положило начало столетию относительного мира, известного как «великий век». Эдикт был составлен по приказу Генриха IV и утвержден в Нанте в 1598 г., а отменен Людовиком XIV в Фонтенбло в 1685 г.

Сын Анри, дед ученого, Поль Морен-Пон<sup>6</sup>, пошел еще дальше в развитии этой логики. Он никогда не ходил на службу в банк, жил за счет ренты, а затем занимал пост консула Австро-Венгрии в Лионе. Его первой женой была красивая англичанка Мери Лиф. В этом браке и родилась Ивонна, мать П.-Ж. де Жена. Однако сразу после ее появления на свет родители расстались и практически не занимались воспитанием девочки. Ее мать снова вышла замуж за статного офицера кавалерии, с которым переезжала из гарнизона в гарнизон. А ее отец часто уезжал за границу. В 1900-х годах он путешествовал на лошади по Балканам. Затем вместе со своей второй женой, молодой итальянкой Антуанеттой, которую все звали Ньетта, каждое лето проводил либо в Венгрии, на берегах оз. Балатон, либо в Венеции. У П.-Ж. де Жена сохранились их старые кожаные чемоданы, с наклейками отелей, в которых они останавливались. По словам ученого, «они вели жизнь, которую трудно представить себе сегодня» [76, с. 12]. Будучи ребенком, а потом подростком, П.-Ж. де Жен неоднократно гостил в этой семье, которая, по его выражению, «ни в чем не нуждалась».

Ученый вспоминал: «У моей тети Мадлен (сводная сестра матери Пьера-Жиля. — А.С.) был великолепный дом с большим парком недалеко от Лиона. Она была отчаянной бонапартистской, и все комнаты ее жилища были украшены сувенирами, относящимися к императору. В детстве я сильно интересовался военными компаниями времен Империи, поэтому хорошо ладил с тетей» [76, с. 12].

В детские годы де Жен посещал Швейцарию. «Мы также ездили в Швейцарию, — пишет он, — где нас принимали в роскошных домах. Я мог бы составить обширный список моих кузенов и кузин, живших на берегах Женевского озера. Дом, в котором проходили переговоры между правительством де Голля и участниками алжирского сопротивления, кстати, раньше тоже принадлежал нашей семье» [76, с. 12].

Маленького де Жена также иногда приглашали принять участие в охоте, устраиваемой по выходным в регионе Солонь его дядями: «Они мчались на старом черном автомобиле с казавшейся мне головокружительной скоростью. Мне очень нравились эти выезды на охоту, когда мы брели с собаками по берегам ручьев» [76, с. 12–13].

Юный де Жен вынес из семейного окружения умение держать ся и скромную элегантность молодых людей из дворянско-буржу-

---

<sup>6</sup> Интересно, что по своему деду по материнской линии Пьер-Жиль де Жен являлся прямым потомком знаменитого швейцарского математика Иоганна Бернулли (1667–1748). Потомком Бернулли был и другой выдающийся французский физик — Пьер Кюри (см., например, [77]).

азной среды. С этими качествами он не расставался на протяжении всей своей жизни (ведь от отца он унаследовал титул графа!) Однако, став взрослым, он отдалился от светского общества и появлялся в нем лишь по редким поводам.

Маленькая Ивонна, будущая мать де Жена, провела свое детство в большой семье Морен-Пон, где была окружена заботой, но чувствовала себя несчастной без общения с родителями, покинувшими ее. В мае 1913 г. она в первый раз вышла замуж, но ее брак быстро распался, и это нанесло ей душевную рану.

Когда началась Первая мировая война, Ивонна решила стать военной медсестрой и после шестимесячного обучения была отправлена на фронт. Ухаживая за ранеными, она никогда не опускала руки и проявляла завидную силу духа и преданность своему делу, чем заслужила уважение коллег-врачей. Ей пришлось увидеть самые страшные сражения войны: битву при Вердене<sup>7</sup>, наступление Нивеля<sup>8</sup>.

В 1917 г. в одном из прифронтовых сельских госпиталей она встретила Робера де Жена, молодого военного врача, мобилизованного сразу же по окончании учебы в университете. Робер обладал представительной внешностью. От отца он унаследовал благородную осанку и манеру держаться, а от матери — смуглую кожу и темные глаза. Ивонна поддалась чарам Робера, и все свободное время молодые люди проводили вместе, строя проекты своей жизни в послевоенное время. Но война, казалось, не кончится никогда. Каждый день они видели смерть вокруг себя.

После того когда, наконец, в ноябре 1918 г. было подписано перемирие, они смогли поселиться в престижном XVI<sup>9</sup> округе Парижа в красивых апартаментах на авеню Камоэнс (avenue Camoëns), рядом с современным дворцом Шайо (Palais de Chaillot). В этой квартире Робер открыл свой медицинский кабинет, пользовавшийся большим успехом у англичан и американцев. Этому способствовало то, что Ивонна, выполнявшая там роль секретарши, свободно владела английским (родным языком ее матери).

---

<sup>7</sup> Боевые действия немецких и французских войск, проводившиеся на Западном фронте практически в течение всего 1916 г. Одна из самых крупных, кровопролитных и бессмысленных военных операций этого периода вошла в историю под именем «Верденская мясорубка».

<sup>8</sup> Крупнейшее сражение, проходившее в апреле — мае 1917 г. Названо по имени главнокомандующего французской армии генерала Робера Нивеля. Закончилось безрезультатно для союзных войск. Наступление Нивеля стало символом бессмысленных человеческих жертв.

<sup>9</sup> Париж разделен на 20 административных округов.

Родители П.-Ж. де Жена поженились 18 декабря 1919 г. Первые десять лет их супружеской жизни были счастливыми, но затем (примерно с 1930 г.) отношения стали постепенно разлаживаться, в основном из-за тяжелого характера Ивонны. Нередко она была жесткой и неудержимо своевольной, и с ней было трудно находиться под одной крышей. Порой она осыпала своего собеседника потоком слов, в котором он просто захлебывался и тонул.

Покладистому и терпеливому по натуре Роберу все труднее было с ней ужиться. Он все более отдалялся от жены, предаваясь разным случайным увлечениям. Постепенно жизнь с Ивонной стала для него абсолютно невыносимой, Робер уже не мог терпеть ее бесконечных упреков и думал о том, чтобы положить конец их браку.

Именно в это трудное для семьи де Женов время и появился на свет Пьер-Жиль. Это случилось 24 октября 1932 г. в Париже.

Однако рождение малыша уже не смогло спасти отношения его родителей. Когда мальчику было всего лишь несколько месяцев, Ивонна, понимая, что ее брак потерпел фиаско, с неожиданной решимостью покинула сына и мужа и отправилась в странствия по Европе, в ходе которых добралась аж до Турции! Это путешествие помогло ей преодолеть боль, вызванную неудачным замужеством. Впоследствии она говорила в свое оправдание: «У меня не было никакого желания заниматься с ребенком, который не умел еще говорить» [76, с. 14].

Пока мать отсутствовала, маленький Пьер-Жиль жил с отцом и гувернанткой Марией, ставшей его кормилицей. Ивонна вернулась лишь через три года и сразу же забрала маленького Пьера-Жиля от отца. Отныне она больше не расставалась с сыном. Сначала они жили в Версале, а затем переехали в Париж, на улицу Фантен-Латур (rue Fantin-Latour), опять же в XVI округе, поблизости от берега Сены. Теперь Пьер-Жиль видел отца только по выходным и во время каникул.

Впоследствии, как писал ученый, он не страдал от того, что его родители жили отдельно друг от друга, так как, по-видимому, привык к этому с самого раннего детства. Тем более, что между Ивонной и Робером сохранились уважительные отношения, даже несмотря на то что отец снова (и опять неудачно) женился в 1936 г. на красивой, но скандальной американке Элис Конвей. Маленький де Жен с легкостью и радостью перемещался из жилища матери к отцу и обратно. Обладавший спокойным и уравновешенным характером, Робер никогда не повышал на сына голос и очень баловал его. Ивонна, не смотря на свою эмоциональность, старалась быть с мальчиком построже и редко выказывала внешние прояв-

ления любви к нему. С очевидностью давало знать о себе ее протестантское воспитание.

Начавшаяся Вторая мировая война резко изменила жизнь Пьера-Жиля. 3 сентября 1939 г., после вторжения Гитлера в Польшу, Франция объявила Германии войну. Уже весной 1940 г. немецкие войска вторглись во Францию, и появилась угроза оккупации Парижа.

В дополнение ко всем бедствиям военного времени в 1939 г. у семилетнего Пьера-Жиля обнаружилось проблемы с легкими. Мальчик постоянно кашлял, задыхался и испытывал боли в груди. Робер диагностировал плеврит и опасался дальнейшего развития у сына туберкулеза. Он настоял на том, чтобы Пьер-Жиль вместе с мамой уехал из столицы в горную местность, где свежий воздух был бы целительным для ребенка.

В начале 1940 г. Пьер-Жиль и Ивонна провели некоторое время в Аркашоне, на атлантическом побережье Франции. Но город был вскоре оккупирован немцами, и они были вынуждены вернуться в Париж. Но и там смогли оставаться недолго. Враг приближался<sup>10</sup>, город уже покинули три четверти его жителей.

В последний раз Пьер-Жиль видел отца на перроне Лионского вокзала, когда Робер провожал их с матерью в Гренобль, откуда они затем должны были отправиться в Альпы, в городок Виллар-де-Ланс.

Потом Пьер-Жиль регулярно получал от отца почтовые открытки. Робер чувствовал себя одиноко. С началом войны его супруга Алис предусмотрительно уехала в Америку, и он целиком посвящал себя работе в военном госпитале, куда был мобилизован с самых первых дней боевых действий. Как вспоминал потом де Жен, тон этих открыток был деланно бодрым — отец описывал свою жизнь в радужных тонах. Например, он рассказывал, как приютил большую бездомную собаку, и как гувернантка Мария ругала его, потому что ей нечем было ее кормить. Он убеждал сына в том, что их вынужденное расставание необходимо, для того чтобы подлечить его легкие. В конце каждого послания он крепко обнимал своего «малыша» [76, с. 18].

Робер де Жен внезапно умер в 1941 г. в возрасте 51 года от сердечного приступа — точно так же как и его отец, Поль де Жен, в 1918 г. Ивонна не взяла Пьера-Жиля с собой на похороны, на парижское кладбище Монруж, не решившись въезжать вместе с сыном в оккупированную немцами часть страны.

Де Жен впоследствии вспоминал, что смерть отца, несомненно, была для него ударом. Однако его переживания смягчала

<sup>10</sup> Немецкие войска вошли в Париж 14 июня 1940 г.

привычка к разлуке с отцом, которого он не видел более полутора лет [76, с. 18].

Несмотря на это, общение с ним значило для мальчика очень многое. Он был сильно привязан к папе и подсознательно чувствовал, что тот был несчастлив в последние годы. Отец представлялся Пьеру-Жилью «вызывающим робость господином с воспитанием прошлого (XIX. — А.С.) века» [76, с. 18]. Робер был человеком с благородными манерами истинного дворянина, убежденным роялистом и вывешивал французский флаг в день памяти Жанны д'Арк<sup>11</sup>. Однажды, увидев, что Пьер-Жиль что-то насвистывает, отец сделал ему замечание, сказав, что свистят только мужланы. По воспоминаниям де Жена «это был спокойный и мягкий человек. Он никогда не выходил из себя. Он обладал своего рода бразильским хладнокровием, которое и я, возможно, унаследовал от него. Меня трудно втянуть в какие-либо дискуссии, за исключением тех случаев, когда дело идет о науке» [76, с. 15].

Де Жен был очарован горами — сначала в окрестностях Виллар-де-Ланса, а затем вблизи города Барселоннеты, недалеко от итальянской границы, куда они впоследствии переселились вместе с матерью и где Пьер-Жиль провел все военные годы. Эту любовь к снегу, лежащему на вершинах, к горному воздуху особой чистоты и глубокому звездному небу на высоте он пронес через всю жизнь...

Ивонна, прошедшая Первую мировую войну, и во время Второй вела себя очень мужественно. Так, в захваченной немцами Барселоннете она много помогала преследуемым евреям.

Она неоднократно ездила в Париж по семейным делам и была даже однажды арестована немецким патрулем при нелегальном въезде в оккупированную зону страны. Во время своих регулярных отъездов она оставляла сына либо в пансионе для детей, либо на попечении знакомых, а иногда он оставался дома и один.

В одном из интервью де Жен вспоминал, что во время войны Барселоннета была сначала оккупирована итальянцами, а потом, после их капитуляции, пришли немцы. Когда войска союзников высадились в Нормандии, город был на короткое время освобожден силами французского сопротивления, а затем снова оккупирован немцами, которые начали беспощадные репрессии среди мирных жителей — каждый день расстреливали по пять человек, выбранных наугад.

В то время Пьеру-Жилью было двенадцать лет; его мама уехала по делам на некоторое время, и он остался дома совершенно один. «Я спал дома, а по утрам и вечерам ходил в занятую немцами

---

<sup>11</sup> 30 мая. В этот день в 1431 г. Жанна д'Арк была сожжена на костре в г. Руане.

школу, чтобы там поест. Однажды я был схвачен четырьмя немецкими часовыми, охранявшими вход в школу. Они прижали меня к стене, направив на меня дула винтовок. Я подумал, что настал мой последний час. Но немцы, оказывается, только хотели помешать мальчишке, которым я тогда был, увидеть, как за стеной расстреливают арестованных» [78].

Ивонна была сторонницей домашнего обучения. Вдобавок опасалась за слабое здоровье сына и в результате не отдавала его в школу вплоть до одиннадцати лет. Пьер-Жиль впервые пошел только в пятый класс, а до этого учился дома. Мальчик появился на свет, когда его родителям было уже за сорок. Их друзья имели детей, которые были значительно старше него. Поэтому в детстве он мало общался со сверстниками. Де Жен впоследствии плохо переносил одиночество и всегда испытывал необходимость быть окруженным людьми.

Ивонна была убеждена, что ее сын обладает исключительными способностями и не уставала повторять ему, что он – лучший. Действительно, Пьер-Жиль очень рано научился читать и уже в детстве был чрезвычайно любопытным и легко все запоминал. Неудивительно, что Ивонна хотела, чтобы ее сын получил блестящее образование.

Домашним образованием ребенка целиком занималась мама. В частности, она обучала Пьера-Жиля английскому языку (которому выучилась от своей матери англичанки), читая ему книги англоязычных авторов, например, «Трое в лодке, не считая собаки» Джерома Клапки Джерома. Еще она учила его рисованию, к которому у мальчика рано проявились способности. А нанятый репетитор преподавал Пьеру-Жилю математику, в которой Ивонна ничего не понимала.

Ивонна также читала сыну мемуары наполеоновских генералов. А юный де Жен, впечатленный услышанным, рисовал цветными мелками на паркетном полу их маленькой двухкомнатной квартиры планы наполеоновских батальев.

В августе 1944 г. Барселоннета была освобождена американцами. А уже в сентябре де Жен с матерью покинули этот городок и отправились в столицу, дорога в которую, идущая через Лион, была только что расчищена от немцев.

В Париже де Жен учился в лицее Клода Бернара (lycée Claude Bernard) в XVI округе, где вначале в равной степени проявлял интерес и к гуманитарным, и к точным наукам. Тяга к последним стала со временем преобладать, в частности, благодаря многократным посещениям парижского Дворца открытий (Palais de la découverte), – музея науки, открытий и изобретений – и встречам

со знакомым Ивонны, известным французским физиком Эдмоном Боэром. Боэр был академиком и профессором Коллежа де Франс (Collège de France)<sup>12</sup>, учеником Жана Перрена и Поля Ланжевена и одним из первых физиков во Франции, понявшим квантовую механику. Де Жен не знал, каким образом его мать познакомилась с Боэром, но тот вскоре стал другом их семьи и первым наставником юного Пьера-Жиля на его пути постижения науки.

Сам де Жен вспоминал, что «впервые встретился с прекрасной наукой» в возрасте пятнадцати лет именно с помощью Боэра. Благодаря ему произошло также знакомство мальчика со знаменитым итальянским физиком-ядерщиком Джузеппе Оккиалини, одним из открывателей  $\pi$ -мезона. Это случилось в Англии, в Бристоле, куда мама отправила Пьера-Жиля во время каникул совершенствоваться в английском языке. Де Жен рассказывал: «Знакомый моей мамы (Э. Боэр. — А.С.) рекомендовал меня одному профессору. Я помню, как поднялся в верхнее помещение большой башни ложно-готического стиля. Там я обнаружил человека, который в полумраке рассматривал фотографии, длиной примерно метров в десять. Это был итальянский физик Оккиалини. Он объяснил мне, что на фото представлены траектории элементарных частиц. Я снова встретился с ним через много лет. Он полностью забыл мальчугана, для которого когда-то открыл физику высоких энергий» [79, с. 7].

Несмотря на то что уже в лицейские годы Пьер-Жиль много занимался, ему были не чужды и обыкновенные увлечения юности. Он научился кататься на коньках и часто ходил на каток, ездил по Парижу на роликах, играл в теннис... Но главным его хобби в это время был джаз. С друзьями он любил посещать знаменитый парижский джазовый клуб Сен-Жермен (Club Saint-Germain). Пьер-Жиль самостоятельно неплохо научился играть на гитаре и даже создал в 1949 г. вместе с двумя своими товарищами джазовую группу. Де Жен также полюбил и начал понимать классическую музыку. В это же время зарождается развившаяся затем его любовь к изобразительному искусству и рисованию.

На каникулы мать всегда отправляла его в горы к своим знакомым в разные протестантские семьи. Там де Жен научился кататься на горных и равнинных лыжах. Общаясь с членами этих семей, он заинтересовался протестантской верой и постепенно принял ее.

---

<sup>12</sup> Одно из самых известных учебно-исследовательских учреждений Парижа. Звание профессора Коллежа де Франс считается очень престижным (см. главу VII).

В 1948 г. Ивонна купила старую ферму с домом в Альпах, около г. Орсьера. Вначале там было трудно жить из-за отсутствия элементарных удобств, но со временем дом был приведен в порядок и стал комфортабельным. Эта ферма в течение многих лет служила пристанищем семейства де Жен. Пьер-Жиль любил отдыхать там с детьми и друзьями.

В том же году де Жен перешел в лицей Сен-Луи (lycée Saint-Louis) в VI округе Парижа, известный высоким уровнем преподавания и многочисленными окончившими его знаменитостями. Получив степень бакалавра по окончании лицея, Пьер-Жиль решил готовиться к конкурсным экзаменам в Высшую нормальную школу (École normale supérieure — ENS). Он посещал исчезнувший сегодня подготовительный класс. Там по усиленным программам в течение двух лет юный де Жен изучал математику, физику и биологию.

### Высшая нормальная школа

Высшая нормальная школа расположена в V округе Парижа, в так называемом Латинском квартале (Quartier latin)<sup>1</sup>. Она была основана во времена Французской революции, в 1794 г., и является самым престижным высшим учебным заведением Франции, воспитывающим будущую элиту страны.

В 1951 г. де Жен с блеском сдал вступительные экзамены в Нормальную школу. По этому случаю дядя Люсьен купил ему в подарок небольшой мотоцикл, на котором счастливый Пьер-Жиль летом пересек всю Францию от Парижа до средиземноморского побережья, а потом до Альп, останавливаясь на ночлег в молодежных хосписах.

Ивонна была очень довольна успехом сына, но считала его закономерным. Своим знакомым она сообщала, несколько преувеличивая, что он сдал экзамены в Нормальную школу «с самым лучшим результатом за всю ее историю...» [76, с. 53]. На самом деле де Жен был самым лучшим только из всех выпускников подготовительного класса...

Для всех французских высших школ был характерен обряд посвящения новичков в студенты. В Нормальной школе он состоял из трех частей. Сначала новички, выстроившиеся в ряд, должны были по очереди поклониться «Мéге» — массивному скелету мегатерия, ископаемого млекопитающего, вымершего 10 тыс. лет назад. Этот скелет хранился в библиотеке школы, а во время обряда «Мега» обозначался парой носков.

Затем каждому новичку давалось какое-нибудь задание. Так, Пьеру-Жилю было поручено переодеться в форму бойскаута и вместе с другим новичком (будущим историком), одетым в костюм кюре, пойти в таком виде попить чаю в одной из самых шикарных парижских кондитерских на улице Риволи. В качестве доказательства выполненной миссии товарищи принесли сделанные в кондитерской фото друг друга.

---

<sup>1</sup> Традиционный студенческий квартал в V и VI округах Парижа на левом берегу Сены вокруг университета Сорбонна (La Sorbonne).

И, наконец, вечером того же дня все новички должны были пробежать вокруг Пантеона с головами, закрытыми одеялами, заывая, словно призраки. Обряд посвящения в студенты закончился ужином всеобщего примирения.

Впоследствии де Жен выступал против обычно довольно жестоких обрядов посвящения в студенты высших школ. Однако при этом отмечал, что такой обряд в Нормальной школе «был одним из самых симпатичных, и ни у кого не осталось о нем травмирующих воспоминаний» [76, с. 57].

Став студентом Нормальной школы, Пьер-Жиль с удовольствием переселился в общежитие, так как это позволило ему избавиться от постоянной воспитательской опеки матери, которая уже начала тяготить его.

Все студенты школы много времени проводили вместе: и на занятиях, и в общежитии, а также устраивали совместные развлечения. Де Жен старался не отрываться от коллектива, однако нередко уезжал куда-нибудь один на своем мотоцикле. Его сокурсники видели иногда разных женщин, выходящих из комнаты Пьера-Жиля в общежитии, и это давало им повод приписывать ему многочисленные любовные приключения. Естественно, что представительницы слабого пола занимали воображение юного де Жена, но он старался не распространяться о своих похождениях в кругу товарищей.

Основное время будущий ученый все же посвящал занятиям. Студенты Нормальной школы были более или менее свободны в выборе курсов лекций для посещения. Следуя этому правилу, Пьер-Жиль не особенно жаловал занятия по математике, считая, что будущему физику скорее нужно получить навыки практического применения этой науки, чем изучать теорию. Он также исключил из своей учебной программы все занятия, начинавшиеся рано утром (в восемь часов), однако не пропускал ни одной лекции по физике, читаемой в стенах Нормальной школы.

В 50-е годы прошлого века во Франции наметилось некоторое отставание в физической науке от передового международного уровня (главным образом американского), что было в основном последствием двух мировых войн. Поэтому лекции по физике, читаемые в это время в различных французских университетах, не всегда соответствовали самым последним достижениям естествознания. Например, по мнению де Жена, курсы физики, преподаваемые в Сорбонне в 1950-е годы, отражали эту науку такой, какой она была в XIX в. (во времена формулировки уравнений Максвелла), а статистическая физика и квантовая механика вообще не освещались [76, с. 59]. Нормальная школа, собравшая многих лучших

французских физиков, закономерно была счастливым исключением — эта наука там преподавалась на достойном уровне.

В Нормальной школе де Жен слушал курс физики Альфреда Каствера, ведущего специалиста в области оптики и спектроскопии, нобелевского лауреата 1966 г. Посещал он и лекции Ива Рокара, директора лаборатории физики Нормальной школы, участника французского Сопротивления, исследователя, интересующегося в равной степени астрофизикой, механикой и физикой атмосферы<sup>2</sup>.

Однако Пьеру-Жилью не очень нравились лекции по квантовой механике. Их в Нормальной школе читал уже немолодой знаменитый ученый Луи де Бройль по конспектам и очень тихим голосом, так что ему практически не удавалось удерживать внимание студентов.

Де Жен слушал и некоторые лекционные курсы по физике, преподаваемые вне стен Нормальной школы. Так, например, он ходил на лекции научного наставника своей юности, Эдмона Бозера, который читал в Институте Кюри (Institut Curie)<sup>3</sup> небольшой вводный курс по статистической и квантовой физике.

В Нормальной школе Пьер-Жиль научился самостоятельно работать с книгами. Например, он восполнил недостаток знания по квантовой механике, глубоко изучив ее по уже имевшимся тогда нескольким хорошим книгам. Так, монографию знаменитого английского физика Поля Дирака он прочел в своей комнате за одну ночь наедине с бутылкой коньяка и пачкой сигарет [76, с. 62]. Примеру де Жена последовали и некоторые из его товарищей.

Будучи студентом (в 1953 г.), Пьер-Жиль начал читать и первые научные статьи. Среди них были работы по жидкому гелию американца Ричарда Фейнмана, нобелевского лауреата 1965 г., которые существенно повлияли на формирующийся научный стиль де Жена. Эти статьи заставили его отказаться от повсеместного применения математического формализма при решении физических задач, а искать в исследуемой проблеме прежде всего физический смысл.

В эти же годы проявились и политические взгляды де Жена. Он был ярким антикоммунистом, и, в частности, это была одна из причин, по которой он мало общался со студентами гуманитарных специальностей школы — многие из них слишком увлекались марксизмом.

---

<sup>2</sup> Ив Рокар был отцом Мишеля Рокара, — одного из премьер-министров Франции.

<sup>3</sup> Один из лидирующих парижских научных институтов в области биофизики, молекулярной биологии и онкологии; основан Марией Склодовской-Кюри и Клодьюзом Рёго в 1909 г.

В Нормальной школе Пьер-Жиль приобщился не только к физике, но и к другим естественным наукам, например, к биологии и геологии. В июле 1952 г. де Жен вместе со своими однокашниками-натуралистами – Максимом Гинбо, Пьером Фаваром, Жаком Синьоре и Жаном-Полем Блохом (первые трое из них впоследствии преуспели в науке) – предпринял физически очень трудную экспедицию в Исландию для изучения флоры и полезных ископаемых острова. Результатом этого путешествия стал снятый ими любительский фильм.

В 1953 г. Пьер Эгрэн, сотрудник лаборатории физики Нормальной школы, отобрал Пьера-Жиля (из большого числа студентов) для участия в летней школе по теоретической физике в местечке Лез-Уш во французских Альпах. Среди других троих избранных был и однокашник де Жена, друг и в какой-то степени соперник, Филипп Нозьер, впоследствии известный физик-теоретик.

Эта школа для начинающих исследователей и студентов была организована молодой исследовательницей Сесиль Моретт-де Витт, которая была замужем за американцем Брайсом де Виттом, работала в США и понимала отставание французской физической науки от американской. Целью школы и было способствовать уменьшению этого разрыва.

По просьбе Сесиль известный архитектор Альбер Лапрад предоставил для участников школы несколько шале с чудесным видом на массив Монблана. Она также смогла организовать финансирование мероприятия, продолжавшегося целых два месяца, и пригласила в школу в качестве лекторов многих известных физиков. Среди них были один из изобретателей транзистора Уильям Шокли, известный специалист в области квантовой теории твердого тела Рудольф Пайерлс, а также один из пионеров квантовой физики Вольфганг Паули. Школа позволила молодежи не только многое почерпнуть из лекций известных физиков, но и пообщаться с ними в неформальной обстановке.

Мероприятие произвело на Пьера-Жиля и его друга глубокое впечатление. Де Жен вспоминал: «С этой летней школы я вернулся преображенным: именно там родилось мое призвание к физике» [76, с. 71].

В конце работы школы по предложению Пайерлса студенты должны были написать небольшой доклад на одну из заданных тем. На эту работу отводилось всего 24 часа. Де Жен подготовил доклад на тему «Адиабатичность в термодинамике и квантовой механике», очень понравившийся Пайерлсу.

В течение всего третьего года обучения в Нормальной школе студентам полагалось пройти стажировку в одной из научных

лабораторий. До поездки в Лез-Уш Пьер-Жиль решил стажироваться в лаборатории Э. Боэра в Институте Кюри, но после школы в Лез-Уше он счел тематику, которой занимался в то время Боэр (определение состава газов спектроскопическими методами), несколько устаревшей. Тактично отказавшись от стажировки в Институте Кюри, он вместе с Ф. Нозьером провел год в группе по исследованию полупроводников, возглавляемой уже упоминавшимся П. Эгреном, в Нормальной школе. Именно здесь де Жен впервые начал заниматься наукой.

Пьеру-Жилю повезло с научным наставником. П. Эгрен впоследствии стал одним из главных представителей французской школы полупроводников, а также выдающимся администратором, занимая в 1978–1981 гг. пост министра науки Франции.

В начале 1950-х годов молодой, энергичный и полный идей доцент, а затем профессор Эгрен создал в Нормальной школе по поручению директора лаборатории физики И. Рокара группу по исследованию полупроводников. Эгрен только что вернулся во Францию из Соединенных Штатов, где в послевоенные годы занимался исследованиями в области электроники в Питтсбургском Университете Карнеги-Меллон и в 1948 г. получил там степень доктора философии (PhD).

Сначала Эгрен (будучи сам теоретиком) предполагал использовать Пьера-Жиля в качестве экспериментатора. Однако первые шаги юного де Жена на этом поприще были неудачными. Например, он без успеха пытался изготовить тонкие пленки германия с помощью предложенного Эгреном электрохимического метода. Не получалось у Пьера-Жиля и синтезировать необходимые ему для исследования кристаллы окиси магния, используя методику Вернейля<sup>4</sup>. Не преуспел на ниве эксперимента и его друг Ф. Нозьер.

Затем, увидев в молодом де Жене способности к теоретической деятельности, Эгрен поручил ему разобраться в только что опубликованной теории возникновения динамической ядерной поляризации в парамагнетиках, приводящей к резкому усилению спектров ядерного магнитного резонанса (ЯМР), так называемом эффекте Оверхаузера<sup>5</sup>, и сделать доклад на эту тему на лабораторном семинаре.

<sup>4</sup> Вернейль Огюст (1856–1913) – французский химик, открывший в 1902 г. метод выращивания монокристаллов из пудры в пламени. Эта методика затем успешно применялась для получения искусственных драгоценных камней, а также рубиновых стержней первых лазеров.

<sup>5</sup> Оверхаузер Альберт (1925–2011) – американский физик-теоретик, описавший этот эффект в 1953 г.

Пьер-Жиль успешно справился с заданием. На семинаре присутствовало много ученых и студентов из парижского региона, включая известного физика русского происхождения, специалиста в области физики твердого тела и, в частности, ЯМР Анатоля Абрагама, задававшего докладчику немало «каверзных» вопросов. Де Жен уверенно держался перед большой аудиторией и грамотно отвечал на все вопросы. После семинара Абрагам сказал Эгрону про Пьера-Жиля: «Этот увалень далеко пойдет» [76, с. 75].

Сам де Жен впоследствии признавал, что стажировка в группе Эгрена немало дала ему и его однокурсникам, а про Эгрена говорил: «Мы очень многим ему обязаны» [76, с. 76]. Эгрэн был по-настоящему увлеченным наукой человеком, очень скромным и простым в общении. Он относился к своим студентам как к коллегам и щедро делился с ними многочисленными идеями, далеко не всегда утруждая себя публиковать их. Например, как вспоминал Ф. Нозьер [76, с. 75], Эгрэн первым изобрел полупроводниковый лазер, но не запатентовал его. Он давал возможность своим студентам участвовать в конференциях (что было редкостью в то время). Так, благодаря своему шефу Пьер-Жиль поехал на первый в своей жизни международный конгресс по полупроводникам в Амстердаме. Эгрэн не был только абстрактным теоретиком, но и активно сотрудничал с промышленными фирмами, чему научился у него и де Жен.

Именно работа в группе Эгрена позволила Пьеру-Жилю сделать окончательный выбор для своей дальнейшей деятельности между физикой элементарных частиц (которой увлекались тогда многие молодые теоретики) и физикой твердого тела в пользу последней.

В отличие от Ф. Нозьера, практически все время проводившего в лаборатории, молодой де Жен дозировал свою рабочую нагрузку. Дело в том, что как раз в это время он встретил свою будущую жену Анн-Мари Руэ, или просто Анни.

Однажды товарищи по Нормальной школе пригласили Пьера-Жиля на вечеринку. Он согласился и добавил: «Я приду вместе с Анни» [76, с. 76–77]. Его друзья сразу поняли, что это серьезно, так как до этого у де Жена было немало подруг, но он никому их не показывал.

Знакомство Пьера-Жиля и Анни произошло случайно. Однажды он с двумя своими товарищами по Нормальной школе, уже упомянутыми выше биологами Фаваром и Гинбо, катался на лодке на озере в Булонском лесу. Неожиданно с берега Пьера Фавара окликнула девушка. Она узнала Пьера, так как тот дружил с ее братом. Это и была Анни, которая прогуливалась у озера с двумя подругами. Молодые люди подгребли к берегу и посадили девушек в свою лодку, продолжив дальнейшую прогулку уже вместе.

Между Пьером-Жилем и Анни сразу возникла симпатия, и они стали встречаться. Анни происходила из мелкобуржуазной католической семьи, ее отец был судьей. Она жила вместе с родителями в парижском пригороде Нейи.

Вначале родители Анни были настроены против встреч дочери, которой в ту пору было лишь семнадцать лет, с Пьером-Жилем. Подлило масло в огонь и то, что Фавар предупредил старшего брата Анни: «Не оставляй твою сестру с большим Женом (так друзья называли Пьера-Жиля из-за высокого роста — 1 м 93 см [76, с. 194]. — А.С.), он — несерьезный» [76, с. 77]. Против их контактов была и мама де Жена, которая считала, что ее сын достоин гораздо лучшей партии, чем дочь «какого-то» судьи. Поэтому вначале влюбленные встречались тайно. Однако Пьеру-Жилю удалось со временем расположить к себе родителей Анни. Постепенно улучшилось и взаимопонимание между Анни и Ивонной.

Во время пасхальных каникул Пьер-Жиль и Анни были официально помолвлены. На приеме, устроенном по этому случаю теткой де Жена (Ивонна в то время еще плохо относилась к идее женитьбы своего сына), присутствовали многие однокашники де Жена. Он неожиданно стал первым женихом среди своих товарищей!

Церемония бракосочетания Пьера-Жиля и Анни прошла в узком кругу семьи и нескольких близких друзей 2 июня 1954 г. в церкви Нейи. Анни с неохотой, но согласилась венчаться в церкви, чтобы угодить своей будущей теще. После венчания был обед дома у родителей Анни. Медовый месяц молодые провели на юге Франции, в Провансе.

Вернувшись в Париж, они поселились в комнате бонны над квартирой родителей Анни в Нейи.

Анни была беременна и из-за угрозы преждевременных родов оставалась дома на постельном режиме. Пьер-Жиль почти все время проводил с ней, работая над дипломной работой по результатам научной стажировки у Эгрена. Успешно защитив диплом, он решил поехать на каникулы в Югославию вместе с уже упомянутыми Ж. Синьоре и Р. Омне (впоследствии известным физиком-теоретиком, президентом Парижского университета XI). Анни, привыкшая с детства к доверительным и уважительным отношениям между своими родителями, не обиделась на него. И в дальнейшем она всегда предоставляла своему мужу полную свободу.

Друзья отправились в путешествие на Ситроене 2CV<sup>6</sup>, который Ж. Синьоре одолжил у своей тетки. Выезжая из Цюриха, они

---

<sup>6</sup> Популярный в то время во Франции автомобиль с мощностью двигателя 2 л.с. (2CV означает сокращение от фр. «2 chevaux» — 2 лошади).

сбились с пути и вместо Австрии проехали через север Италии и Словении, а затем через Хорватию, Боснию и Герцеговину.

Тогдашняя Югославия, управляемая Тито, мало посещалась туристами, и асфальтированные дороги встречались там не часто. Когда их автомобиль ехал по одной из покрытых мелкими камнями дорог, кусок булыжника пробил бензобак. Дыру не удавалось заделать. И тогда де Жен проявил смекалку. Он взял бидон с машинным маслом, вылил оттуда содержимое, а затем наполнил эту емкость бензином и прикрепил ее к заднему амортизатору, соединив со шлангом подачи топлива. Так им удалось доехать до автомастерской, в которой их авто привели в порядок.

В один из дней, когда друзья катались на лодке по реке, Пьер-Жиль поймал шуку. Она плавала на поверхности воды и не могла передвигаться потому что, свернувшись в кольцо, ухватила зубами свой хвост. Биолог Синьоре объяснил, что подобное поведение может наблюдаться в период спаривания. Увиденное необычное явление напомнило друзьям о древней мифической змее уроборос, пожирающей свой хвост, которая, в частности, упоминалась во многих алхимических трактатах. Они вспомнили, что образ уробороса вдохновил Кекуле<sup>7</sup> на создание структурной формулы бензола.

Вернувшись с каникул, Пьер-Жиль со свежими силами погрузился в занятия. Наступил последний год его обучения в Нормальной школе — время подготовки к выпускным экзаменам.

В декабре 1954 г. в семействе де Женов появился первенец — Кристьян. Молодые супруги срочно переехали в новую, более просторную квартиру на улице Май (rue du Mail) около площади Побед (place des Victoires). Анни взяла на себя почти все хлопоты по хозяйству и уходу за ребенком и даже оборудовала для мужа уютный кабинет, где он мог спокойно заниматься.

Готовясь к экзаменам, де Жен проштудировал многие «базовые» книги по физике. Среди них был знаменитый многотомный курс теоретической физики Ландау и Лифшица, ставший настольной книгой Пьера-Жиля. В течение всей своей жизни он возвращался к разным разделам этого курса для того, чтобы «прояснить мысли», и всегда рекомендовал своим ученикам делать то же самое.

Вообще стиль работы Л.Д. Ландау, его манера упрощать сложные физические проблемы являлись образцом для де Жена. Другим его кумиром был уже упомянутый Р. Фейнман. Впоследствии Пьер-Жиль часто сожалел о том, что ему не удалось лично встретиться с этими двумя великими физиками. Сам де Жен ощущал

---

<sup>7</sup> Кекуле Фридрих (1829—1896) — немецкий химик-органик.

в своем характере больше сходства с Фейнманом — фантазером и оригиналом.

На выпускных экзаменах в 1955 г. Пьер-Жиль занял третье место среди всех сдающих, набрав 402 очка из пятисот возможных. Ф. Нозьер опередил товарища на одно очко, заняв второе место (четвертое место досталось студенту с 350 очками). Оба они отстали, однако, от своего очень талантливого товарища Жана-Пьера Барра, набравшего 450 очков и впоследствии также ставшего крупным физиком.

Впрочем, это распределение очков на выпускных экзаменах носило скорее формальный характер и не играло слишком большой роли для будущей карьеры выпускников Нормальной школы. Практически всем им предоставлялись большие возможности для дальнейшего продолжения карьеры. Ф. Нозьер вспоминал: «Будущее было широко открыто для нас. Нам предлагали работу повсюду...» [76, с. 83].

### Центр ядерных исследований в Сакле. Работы по магнетизму и перколяции

П. Эгрэн рекомендовал де Жену и Нозьеру делать диссертацию в США. Последовав этому совету, Нозьер с энтузиазмом отправился в лабораторию Давида Пайнса в Принстонском университете для работы над теорией электронного газа при низких температурах. Де Жен получил приглашение от известного американского специалиста в области физики полупроводников (будущего нобелевского лауреата (1998 г.)) Вальтера Кона для занятия в его группе зонной теорией, однако отказался, решив пока остаться во Франции. Некоторые из знакомых Пьера-Жиля думали, что причиной его отказа послужило то, что он был уже женат и имел ребенка, что, естественно, затрудняло переселение за океан. Но последующие события (постдокторская стажировка де Жена в Калифорнии, см. главу IV) показали, что это было не так. В действительности Пьер-Жиль посчитал научную тематику Кона недостаточно перспективной.

Де Жен ответственно подошел к выбору места для начала своей научной карьеры. Он посетил немало французских лабораторий, находящихся на переднем крае исследований в области физики твердого тела. Самым важным критерием выбора для него была интересная и перспективная тема для будущих научных изысканий. В то же время он стремился найти такую работу, которая бы позволила нормально содержать семью.

В конце своих поисков Пьер-Жиль колебался в выборе между тремя темами для диссертации: электронная структура металлов (у Жака Фриделя), ЯМР (у Анатоля Абрагама), изучение структуры магнетиков методом рассеяния нейтронов (у Андре Эрпена). В то время Фридель работал в парижской школе горных инженеров (École de mines), Абрагам и Эрпен – в Центре ядерных исследований (Centre d'études nucléaires – CEN) при Комиссариате атомной энергетики (Commissariat à l'énergie atomique – CEA).

Научно-исследовательский центр CEN был открыт в 1952 г. в парижском пригороде Сакле, в районе Шеврезской долины. Эта сельская местность с прекрасными пейзажами была выбрана пра-

вительством генерала де Голля для создания в ней французского технополиса (его иногда называют «Французской силиконовой долиной»), который конструировался так, чтобы по возможности сохранить сельский ландшафт, вписав в него научные институты и комфортабельные дома для их сотрудников. По соседству с СЕН расположились: Южный парижский университет XI (Université Paris-Sud XI), Высшая школа электричества (École Supérieure d'Électricité – Supélec), Политехническая школа (École polytechnique), Высшая школа оптики (École supérieure d'optique), Университетский институт технологии (Institut universitaire de technologie – IUT), исследовательский центр компании «Alcatel» и другие научные и учебные заведения.

Перед Центром Сакле была поставлена задача изучения различных возможностей применения атомной энергии, как мирных, так и военных. В 1950-е годы он бурно развивался. Там имелась прекрасная аппаратура, в частности, второй запущенный во Франции и существенно усовершенствованный ядерный реактор EL2. Он был в 100 раз мощнее первого французского реактора Zoé, запущенного в 1948 г. [80, с. 34], работал на плутонии и давал мощные пучки нейтронов, использовавшиеся в структурных исследованиях вещества.

В Центре Сакле работали недавно вернувшиеся из США (и приобщившиеся там к «новой физике») молодые талантливые исследователи, такие, как уже упомянутые Абрагам и Эрпен, а также Жюль Горовиц, Альбер Мессиа, Клод Блох и др.

Как писал де Жен о Центре Сакле, ему казалось, что «будущее науки закладывается именно там», и надеялся, что научное сотрудничество с его перечисленными выше незаурядными сотрудниками могло бы быть действительно плодотворным. Он вспоминал: «Я позвонил Жаку Ивону (директор отдела теоретической физики Центра Сакле, ставший в 1970 г. верховным комиссаром СЕА. – А.С.) и сказал ему, что хотел бы посмотреть Центр Сакле, но колеблюсь. Он ответил: “Я посылаю за Вами машину с шофером”. Я был ошеломлен» [76, с. 84].

На Пьера-Жиля произвело большое впечатление посещение лабораторий Центра, реактора и ускорителя. В результате он решил работать над диссертацией именно в Сакле. «Я принял решение под воздействием поверхностного впечатления, но это оказалось хорошим выбором» [76, с. 84].

В октябре 1955 г. де Жена зачислили в Центр Сакле в качестве аспиранта. Руководителями его диссертации стали Ж. Ивон и А. Эрпен, в группе которого и начал трудиться молодой исследователь.

Так стартовала научная карьера Пьера-Жиля. Он был доволен своим местом работы. С одной стороны, де Жен прекрасно ладил с Эрпеном — открытым и забавным человеком, занимавшимся в то время теорией магнитных веществ и впоследствии написавшим книгу на эту тему [81]. С другой стороны, у него установились тесные контакты с Абрагамом и Фриделем — физиками, с которыми он предполагал работать вначале.

Де Жен вспоминал, что общение с Абрагамом было для него «источником необычайного вдохновения» [76, с. 93]. Как и на первом выступлении Пьера-Жиля на семинаре в Нормальной школе (см. главу II), Абрагам и в Центре Сакле не оставлял начинающего исследователя в покое. Он часто заходил в офис к молодому ученому и озадачивал его разными вопросами — иногда, чтобы проверить его научную эрудицию, а иногда просто для забавы. Де Жен вспоминал: «Однажды он пришел и задал мне вопрос, касающийся ядерной релаксации в присутствии парамагнитной примеси. В руках у него была статья одного грузинского физика на эту тему, и он попросил меня воспроизвести приведенные в ней выкладки» [76, с. 93–94]. Молодой теоретик никак не мог вникнуть в суть принесенной статьи, но был убежден, что Абрагам в очередной раз испытывает его, поэтому упорствовал. Раздумья над этим сюжетом заставили Пьера-Жиля вспомнить о работе знаменитого Энрико Ферми, в которой тот рассматривал более общую ситуацию. С помощью статьи Ферми де Жену за несколько недель удалось глубоко вникнуть в суть статьи грузинского физика и решить анализируемую в ней задачу упрощенным способом. При этом он рассмотрел более общий случай присутствия в образце нескольких примесей. Так Пьер-Жиль окончательно завоевал уважение требовательного Абрагама и был удостоен особой чести проверять рукопись книги «Принципы ядерного магнетизма», над которой тот тогда работал [82].

Вообще Абрагам был требователен не только к де Жену. Матитый ученый наводил ужас на всех без исключения молодых исследователей. Такой уж был у него характер! «Когда он приходил на семинар и не находил его интересным, то удалялся из зала не позднее, чем через десять минут. Он делал это без злобы, но его уход выводил из строя многих докладчиков», — вспоминал Пьер-Жиль [76, с. 93].

С Ж. Фриделем де Жен впоследствии общался и плодотворно сотрудничал в течение всей своей жизни. Фридель вырос в семье ученых. Его дед Жорж был знаменитым кристаллографом, а отец Эдмон — известным специалистом в области рентгеноструктурного анализа (см. главу VI).

Вот как Ж. Фридель вспоминал о своем знакомстве с Пьером-Жилем: «Я впервые встретил де Жена, когда беседовал с Абрагамом на территории кампуса Сакле. Это было, скорее всего, в 1955 г., когда я начал работать консультантом у Гризона в отделе металлургии Центра Сакле. Де Жен недавно закончил парижскую Высшую нормальную школу и прошел небольшую стажировку в тогда быстро растущей лаборатории полупроводников Эгрена. Я познакомился с Абрагамом в Оксфорде... и тогда мы только что вернулись из наших стажировок за границей, получив британские PhD. Де Жен отвесил мне глубокий поклон и похвалил мою статью 1952 г., посвященную примесям в металлах. По его тону чувствовалось, что ему не терпится тоже что-нибудь опубликовать и достичь нашего, как ему казалось, высокого положения в жизни. На самом деле как раз в этот момент Абрагам жаловался мне на то, насколько трудно было ему организовать экспериментальную лабораторию в Сакле. А у меня тогда вообще был лишь маленький кабинет в парижской Школе горных инженеров, и я только начинал преподавать, не имея вообще в перспективе возможности обзавестись лабораторной комнатой. Казалось, что выражение “родился слишком поздно в слишком старом мире” было тогда хорошо применимо к каждому из нас троих, хотя на самом деле у нас были хорошие карты для продолжения игры» [83, т. 1, с. 1].

Большое влияние на становление Пьера-Жиля как ученого оказало и его общение с вышеупомянутым К. Блохом — теоретиком, специалистом в области ядерной физики. Вот как отзывался о нем де Жен: «Это был сильный физик с развитым воображением. К несчастью, он умер слишком молодым (в 48 лет. — А.С.), не оставив после себя тех работ, которых бы следовало ожидать от него» [76, с. 93].

Все сотрудники группы теоретика Эрпена были экспериментаторами. Эрпен не вмешивался в работу своего аспиранта и предоставлял ему полную свободу заниматься теорией. Лишь один раз он попытался предложить Пьеру-Жилю попробовать сделать экспериментальную работу, что закончилось полным фиаско.

В тот день Эрпен (как он это иногда делал) обедал со своими коллегами Бернаром Жакро, Даниэлем Крибье и де Женом в одном из их любимых небольших ресторанчиков, располагавшихся в окрестностях Сакле. Это был день, когда подавали паштет, который Пьер-Жиль обожал. Он вспоминал: «В то время Шеврёзская долина еще не была застроена. В ресторане нам приносили огромное блюдо домашнего паштета, которого мы съедали столько, сколько душе было угодно. Тогда я всегда был голоден, как волк, и ел за четверых. Однажды, к несчастью, нам подали небольшие

порции паштета, разложенные по тарелкам, что нас сильно разочаровало» [76, с. 97].

На обеды часто приглашали иностранных гостей. В описываемый день вместе с французами в ресторане был Роман Смолуховский, металлург из Принстонского университета. Он жаловался, что у него нет ни одного экспериментатора, который мог бы заняться изучением разрушений, вызываемых  $\alpha$ -облучением в вольфрамовой проволоке. Тогда Эрпен и предложил де Жену взяться за эту проблему.

Задание оказалось не из легких. Вначале Пьеру-Жилю потребовалось собрать все необходимые для эксперимента материалы, которые ему пришлось заимствовать в нескольких соседних лабораториях. Когда, наконец, он смог поместить вольфрамовую проволоку в ускоритель Ван де Граафа, случилось несчастье. Пьер-Жиль случайно подставил свой глаз под пучок  $\alpha$ -частиц. В результате он получил сильный ожог, после которого даже рисковал лишиться глаза, однако ему повезло, и все в конце концов обошлось благополучно.

Подлечившись, де Жен снова, уже с гораздо большей осторожностью возобновил свои опыты, но опять без особого успеха. Он впоследствии говорил: «Из всего этого следовал вывод, что мне лучше было бы вообще не заниматься экспериментом» [76, с. 98].

После этого случая Пьер-Жиль окончательно понял, что его призвание — теория и уже больше никогда не пытался экспериментировать. Тем не менее небольшой опыт работы в области экспериментальной физики, несомненно, был для него полезен. Он показал молодому ученому всю сложность экспериментальной деятельности и позволил ему в дальнейшем (как он сам признавал) с пониманием общаться с коллегами-экспериментаторами. Более того, со временем постоянное тесное сотрудничество с экспериментаторами стало одной из главных особенностей научного стиля де Жена.

На ядерном реакторе Центра Сакле велись многочисленные исследования структуры вещества с помощью пучков нейтронов. Однако общие принципы теории рассеяния этих частиц казались де Жену уже достаточно хорошо разработанными. Его привлекли нейтронные эксперименты, проводимые на магнитных веществах (например, железе и никеле). Ими в группе Эрпена (впервые во Франции) занимались уже упомянутый тридцатилетний Бернар Жакро (в свое время закончивший престижную Политехническую школу) и его помощница Магда Эриксон (в девичестве — Галула).

Имеющие нулевой электрический заряд нейтроны обла- дают, тем не менее, магнитными моментами, которые могут

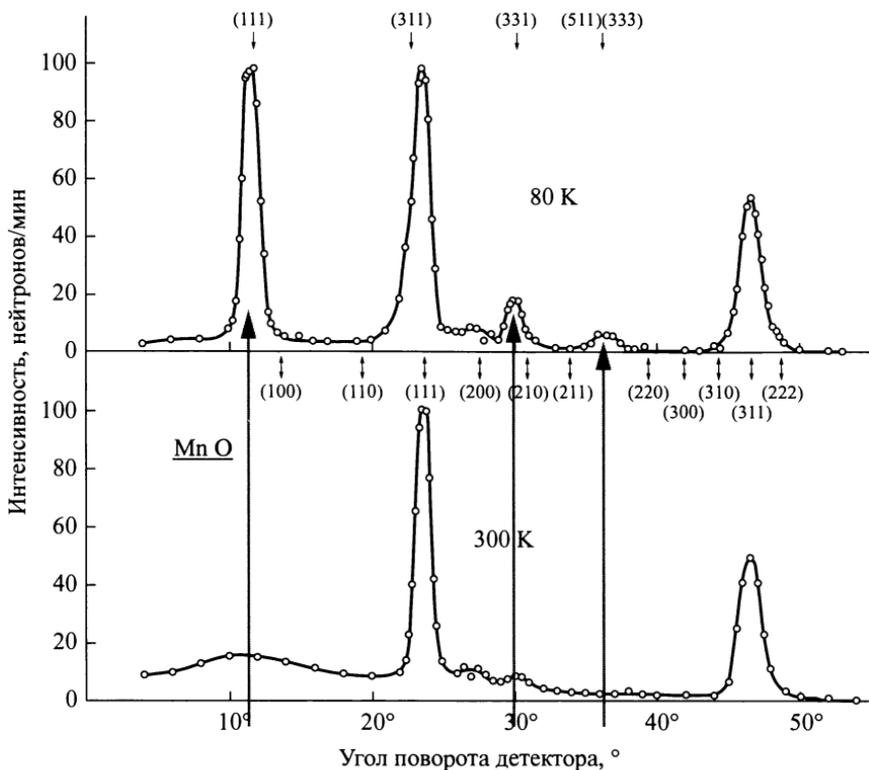


Рис. 1

взаимодействовать с магнитными моментами атомов вещества (связанными с круговыми токами движения электронов по орбиталам и их спинами). Таким образом, рассеяние нейтронов в магнетиках может дать информацию не только о расположении атомов в веществе, но и об ориентации в нем магнитных моментов. Так, именно с помощью рассеяния нейтронов в 1949 г. [84] было продемонстрировано существование теоретически предсказанной в начале 1930-х годов Неелем<sup>1</sup> и независимо от него Л.Д. Ландау и Е.М. Лифшицем антиферромагнитной фазы (с антипараллельным упорядочением магнитных моментов) [см., например: 85; 86, с. 237–242].

Нейтронограммы, полученные для одного и того же магнетика (оксида марганца, MnO) в антиферромагнитной (при  $T = 80$  К) и парамагнитной (при  $T = 300$  К) фазах [84], изображены на рис. 1.

<sup>1</sup> Неель Луи (1904–2000) – французский физик, специалист в области магнетизма, лауреат Нобелевской премии (1970 г.).

В первом случае наблюдались дополнительные пики (указаны стрелками), характерные для антипараллельного упорядочения магнитных моментов.

Во время работы над своей диссертацией де Жен довольно редко посещал ядерный реактор, однако молодой теоретик не ограничивался только сидением в кабинете. Он регулярно обсуждал свои научные результаты с Б. Жакро, который вспоминал: «Наши офисы располагались по соседству. Мы очень часто разговаривали друг с другом. Можно было сказать, что мы образовывали настоящий бином теоретика и экспериментатора» [76, с. 87].

Итак, Пьер-Жиль стал думать над теорией рассеяния нейтронов в магнитных материалах. Все лето 1955 г., находясь на семейной ферме в Орсьере, вместо того чтобы по своему обыкновению бродить по горным тропам или охотиться на сурков, он изучал работы известного бельгийского физика-теоретика Леона ван Хова. В только что вышедшей и ставшей впоследствии классической статье по рассеянию нейтронов в магнитных материалах ван Хов показал, что поведение ферромагнетика вблизи температуры Кюри аналогично поведению жидкости вблизи критической температуры (при которой исчезает разница между жидкостью и ее паром) [87].

Это обстоятельство было подтверждено и де Женом. В своей диссертации он указывал на следующие аналогии между магнетиком и жидкостью вблизи критической точки: плотность намагниченности соответствует плотности вещества; магнитное поле — давлению; магнитная восприимчивость — сжимаемости; корреляция спинов — позиционной корреляции [2].

Итак, уже в этой ранней квалификационной работе проявилось еще одно свойство, характерное для его будущего научного стиля, — стремление к доказательству универсальности, казалось бы, совершенно разнородных физических явлений, к поиску аналогий между ними.

Опираясь на подход ван Хова, Пьер-Жиль развил теорию рассеяния нейтронов в ферромагнитной и парамагнитной фазах [см., например: 3, 4], а также теории Нееля и ван Флека<sup>2</sup> [см., например: 85, 88], описывающие поведение ферромагнетиков и антиферромагнетиков вблизи температуры перехода в парамагнитное состояние [см., например: 5, 6].

Подход де Жена хорошо предсказывал температурное поведение флуктуаций магнитного момента в ферромагнитной и антиферромагнитной фазе (при  $T < T_C$  ( $T_N$ ), где  $T_C$  и  $T_N$  — соответственно,

---

<sup>2</sup> Ван Флек Джон (1899–1980) — американский физик-теоретик, работавший в области магнетизма, лауреат Нобелевской премии (1977 г.).

температуры Кюри и Нееля), а также для парамагнитной фазы (при  $T > T_C (T_N)$ ), однако не давала точных результатов в непосредственной близости к критической точке. Этот пробел был впоследствии ликвидирован американцем Кеннетом Вильсоном с помощью развитого им подхода ренормализационной группы (см. также главу IX).

В своих расчетах Пьер-Жиль принимал во внимание не только взаимодействие соседних магнитных моментов, но и корреляции между пространственно удаленными моментами. Для него было удивительно то, что, например, такой маститый ученый, как ван Флек, не учитывал этого «дальнегодействия».

Пьер-Жиль решил проверить на практике правомерность учета корреляции магнитных моментов на больших расстояниях. Он рассуждал так. Если суммарное намагничивание магнетика определяется только взаимодействием магнитных моментов ближайших соседей, то тогда картина рассеяния нейтронов не должна зависеть от ориентации и модуля волнового вектора падающего пучка. Проведенные Д. Крибье эксперименты показали, что так оно и есть, т.е., что прав ван Флек. Однако де Жен снова и снова проверял свои расчеты и продолжал настаивать на своей правоте. В конце концов в итоге большой работы Крибье удалось обнаружить в своих экспериментах артефакт: используемые для измерений образцы сильно-го ферромагнетика (фторида марганца —  $MnF_2$ ) содержали протоны, которые и вносили ошибку в результаты опытов. Оказалось, что картина рассеяния нейтронов все-таки зависела от волнового вектора и что прав был Пьер-Жиль.

Де Жен впервые встретился с ван Флеком в 1958 г. Впоследствии он вспоминал: «Это был пожилой господин — доброжелательный и колоритный. У него обнаружили неожиданные увлечения. Например, он помнил наизусть расписания многих поездов. Он знал, что для того чтобы добраться из Лондона до Бирмингема, надо сесть на поезд, отправляющийся в 18.57. Он также обожал американский футбол. Когда мы снова, через несколько лет, увиделись в Гарварде, он притащил меня на матч — там была даже команда девушек чирлидинга — и объяснил мне правила игры. Тогда ему уже было за семьдесят, но он болел с таким азартом! Я всегда испытывал привязанность к нему. Близкие называли его “ван”...» [76, 89–90].

Полученные де Женом теоретические результаты по рассеянию нейтронов в парамагнитной фазе хорошо согласовывались с экспериментальными данными М. Эриксона [7], что позволило им защитить диссертации практически одновременно.

Диссертационная работа Пьера-Жиля называлась «Вклад в исследование магнитного рассеяния нейтронов». Он выполнил ее

всего за два года и защитил в декабре 1957 г. на факультете науки Сорбонны. Жюри, перед которым де Жен представлял свою диссертацию, состояло из одних маститых ученых. Это были Франсис Перрен (сын Жака Перрена, см. главу I), профессор Коллежа де Франс и верховный комиссар СЕА, и уже упоминавшиеся И. Рокар, Ж. Фридель и Л. Неель.

Защита была чистой формальностью. Предварительно ознакомившиеся с рукописью де Жена члены жюри единодушно высоко оценили ее. Однако сам автор считал, что лишь следовал дорогой, проложенной ван Ховом, и только развил ряд его расчетов (осуществив работу, которую, по его мнению, мог бы сделать любой теоретик).

Диссертация де Жена состояла из пяти глав и приложений. В первой главе давался литературный обзор наиболее значимых теоретических работ по рассеянию нейтронов в магнитных материалах. Во второй — развивалась теория рассеяния нейтронов в парамагнитной фазе. В третьей главе рассматривалось поведение флуктуаций магнитных моментов вблизи температуры Кюри в ферро- и антиферромагнетиках (с использованием уже упоминавшейся аналогии с поведением жидкости вблизи критической точки). В четвертой — анализировалась динамика флуктуаций. В пятой главе описывалось коллективное возбуждение магнитных моментов в ферромагнетиках — так называемые спиновые волны, предсказанные Ф. Блохом<sup>3</sup> и Д. Слейтером<sup>4</sup> [89, 90]. В приложениях рассматривался ряд специальных вопросов, таких как: неупругое рассеяние нейтронов в магнетиках, магнитная восприимчивость в постоянном неоднородном поле, анализ корреляции флуктуаций магнитных моментов на больших расстояниях.

Диссертацию Пьер-Жиль закончил с присущей ему иронией, — на последней странице работы посередине огромными буквами было напечатано одно слово: «FIN» («КОНЕЦ»).

После защиты де Жен продолжил работать в Центре Сакле уже в должности инженера-исследователя. В 1958–1959 гг. он с успехом развил теорию рассеяния нейтронов в жидкостях [8]. Де Жен также занимался проблемой аномального поведения электрического сопротивления в редкоземельных металлах — первых спинтрониках<sup>5</sup>. Эксперименты показывали, что в редкоземельных магнетиках,

<sup>3</sup> Блох Феликс (1905–1983) — швейцарский физик, работавший главным образом в США (Нобелевская премия по физике за 1952 г.).

<sup>4</sup> Слейтер Джон Кларк (1900–1976) — американский физик и химик-теоретик.

<sup>5</sup> Спинтроника — твердотельные материалы для квантовой электроники, обладающие свойством спинового токопереноса (спин-поляризованного транспорта). В частности, такой перенос реализуется в гетероструктурах ферромагнетик-парамагнетик или ферромагнетик-сверхпроводник.

например, таких как Gd, Dy, Er, AuMn, Au<sub>3</sub>Mn и др., наблюдается аномальное (резкое) падение удельного сопротивления  $\rho$  с уменьшением температуры при  $T < T_C$  ( $T_N$ ) (т.е. в ферро- или антиферромагнитных фазах). Необходимо было дать теоретическую интерпретацию этому явлению.

Интерес к этой задаче в молодом исследователе пробудил Ж. Фридель. В конце 1950-х годов Фридель практически еженедельно бывал в Центре Сакле, где у него установились прочные научные контакты с группой Эрпена. Во время таких визитов Фридель (по уже упомянутому заведенному обычаю) нередко обедал вместе с членами группы в одном из простых деревенских ресторанов в округе.

Де Жен, как правило, держался несколько отстраненно, не вступая в ведущиеся его молодыми коллегами дискуссии о физике и политике. Однако Фридель каждый раз находил возможность пообщаться с начинающим теоретиком, замечая его широкий кругозор и живой интерес к физике твердого тела. Как-то он рассказал Пьеру-Жилию о своих тогдашних работах по редкоземельным металлам. Фридель вспоминал: «Де Жен был немногословен. Однако через десять дней я встретил его у входа в Люксембургский сад на бульваре Сен-Мишель (в Париже. — А.С.). Он как раз нес ко мне в находящуюся неподалеку школу горных инженеров свою статью на эту тему (работа называлась «Аномалии сопротивления в некоторых магнитных металлах». — А.С.)... Он настоял, чтобы я также был его соавтором» [83, т. I, с. 4].

В этой чрезвычайно быстро написанной статье де Жен снова воспользовался аналогией (на которую ему указал Ж. Фридель) между рассеянием нейтронов на магнитных моментах вещества и взаимодействием электронов проводимости с магнитными моментами атомов в редкоземельных металлах [9]. Он предложил простую физическую модель, объясняющую резкое падение сопротивления в ферро- и антиферромагнитных редкоземельных веществах. Действительно, при высоких температурах, когда такое вещество находится в парамагнитной фазе, атомарные магнитные моменты в нем разупорядочены. При этом движение электронов проводимости в кристалле затруднено из-за взаимодействия с магнитными моментами, и сопротивление образца высокое. С понижением температуры и переходом вещества в ферро- или антиферромагнитное состояние наблюдается упорядочение атомарных магнитных моментов: параллельное в ферромагнетиках или антипараллельное в антиферромагнетиках. В результате магнитные моменты теперь практически не рассеивают электроны проводимости и последние перемещаются в кристалле свободно. При этом сопротивление образца резко уменьшается.

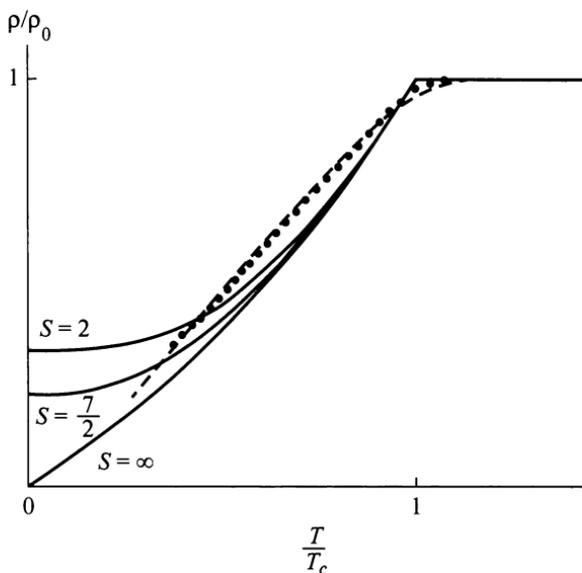


Рис. 2

Подобное поведение удельного сопротивления хорошо согласовывалось с экспериментом. На рис. 2 приведены температурные зависимости относительного удельного сопротивления  $\rho/\rho_0$  [см.: 9]. На нем сплошные линии — теоретические кривые, рассчитанные для различных значений  $S$ -суммарного магнитного момента кристаллической решетки. Прерывистая кривая (— — —) — экспериментальные данные для Gd, точечная (...) — для AuMn,  $T_c$  — температуры Кюри (для Gd) и Нееля (для AuMn),  $\rho_0$  — удельное сопротивление при  $T > T_c$ .

В это же время Пьер-Жиль впервые в жизни стал «микрошефом». А. Эрпен доверил молодому теоретику научное руководство студентом — Жаком Вилленом<sup>6</sup>.

Де Жен поручил Виллену расчеты рассеяния нейтронов вблизи критической точки на более сложных, чем те, что изучались в его диссертации, антиферромагнитных системах (некоторых магнитных сплавах). Виллен с энтузиазмом взялся за эту работу и быстро пришел к мысли, что магнитные моменты в таких веществах могут образовывать спиральные структуры<sup>7</sup>. Сам де Жен не додумался до

<sup>6</sup> Виллен Жак (род. в 1934 г.) впоследствии станет известным физиком-теоретиком, академиком.

<sup>7</sup> Спиральные структуры в антиферромагнетиках были предсказаны независимо и одновременно (в 1959 г.) Ж. Вилленом и двумя другими физиками-теоретиками — японцем Акио Ёшимори и американцем Томасом Капланом.

этого, но мысль его подопечного показалась ему интересной. Он целиком отдал пальмы первенства своему студенту, отказавшись быть соавтором его публикации на эту тему [91].

Практически сразу же теория Виллена была с успехом применена для объяснения структуры сплавов марганца и золота, изучаемых экспериментаторами группы Эрпена.

Так, в первый раз в своей карьере Пьер-Жиль прошел мимо весомого открытия.

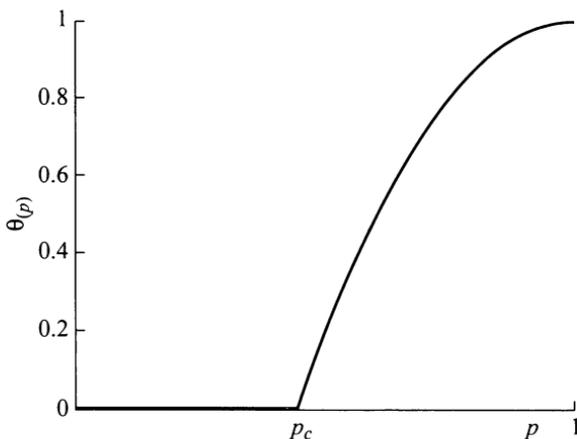
Уже в молодые годы де Жен старался разнообразить темы своих исследований, чтобы не топтаться на одном месте. Такой стиль работы будет свойственен ему на протяжении всей жизни. Так, в 1958 г. он увлекся теоретическим описанием тогда еще практически не изученного явления — перколяции. В физике — это распространение одной фазы в другой (например, прохождение газа или жидкости через пористую твердую среду). В то время Пьер-Жиль еще не знал об оригинальных работах Джона Хаммерсли и Саймона Бродбента и фактически независимо от них заново открыл и объяснил это явление, не используя, однако, сам термин «перколяция».

Проблема, сходная с перколяцией, описывалась известным американским инженером де Вольсоном Вудом еще в 1894 г. Он поставил следующую задачу: «Равное число белых и черных шаров одинакового размера брошено в прямоугольный ящик. Какова вероятность того, что образуется непрерывная цепочка из белых шаров от одного конца ящика до другого? Для определенности предположим, что на длине ящика помещается 30 шаров, на ширине — 10, а на высоте — 5 (или 10) их слоев» [93]. Фактически здесь рассматривалась модель электрического пробоя среды.

Однако первая теория перколяции была создана в 1957 г. только что упомянутыми английскими математиками Д. Хаммерсли и С. Бродбентом [см., например: 94, 95]. Им же принадлежит и сам термин «перколяция», что в переводе с латыни значит «просачивание».

В то время Бродбент был сотрудником Британской ассоциации использования угля (British Coal Utilization Association). Он занимался разработкой противогазов и респираторов для шахтеров, моделируя процессы прохождения газа или жидкости через пористые угольные фильтры. В частности, его интересовало решение проблемы закупорки фильтров противогазов воздухом, содержащим угольную пыль.

Расчеты Бродбента показали Хаммерсли интересными и подтолкнули его к дальнейшему развитию теории перколяции. В их работах рассматривалась среда (фильтр) с многочисленными, случайным образом расположенными и соединенными друг с другом



**Рис. 3**

каналами (порами) [94, 95]. Часть из них (относительная доля  $p$ ) была «открыта» (т.е. эти поры были достаточно широкими для прохождения по ним газа или жидкости), а часть (относительная доля  $1 - p$ ) – «закрыта» (эти поры были слишком узкими и задерживали газ или жидкость). Хаммерсли и Бродбент рассчитали функцию  $\theta(p)$  – вероятность того, что газ (жидкость) пройдут через всю среду и образуют в ней газовый (жидкий) кластер макроскопических размеров (наступит так называемый «пробой» среды). Они показали, что при  $p < p_c$  в среде возможно появление только отдельных микроскопических кластеров, а при  $p > p_c$  возникает макроскопический кластер, пронизывающий всю среду. Здесь  $p_c$  – порог перколяции, – некоторая критическая доля открытых пор. Для  $p > p_c$  происходит фазовый переход второго рода (плавная зависимость  $\theta(p)$ ) (рис. 3) [96].

Идея работы, сходная по методологии с задачей о перколяции, пришла к де Жену после одной из бесед с Ж. Фриделем, где тот задавался таким вопросом. Допустим, имеется сплав двух металлов – магнитного (атомы которого имеют тенденцию к ферромагнитному упорядочению своих магнитных моментов) и немагнитного. Если доля атомов магнитного металла в сплаве увеличивается, то при какой их концентрации сплав станет ферромагнитным, т.е. у него появится температура Кюри?

В своей статье, опубликованной в 1959 г., Пьер-Жиль проанализировал две задачи [10]. Первую – о плавном переходе кристалла из состояния диэлектрика в проводник электрического тока, а вторую – об аналогичном переходе кристалла из немагнитной фазы в магнитную.

Подход к решению этих двух проблем был идентичен. Де Жен рассматривал кристаллическую решетку, в узлах которой случайным образом располагались атомы двух сортов —  $A$  (атомы проводника или магнетика) или  $B$  (атомы диэлектрика или немагнитные атомы) с относительными долями  $p$  и  $1 - p$ , соответственно. Он рассчитал вероятность  $\theta(p)$  того, что атомы сорта  $A$  образуют в решетке макроскопический (неограниченных размеров) кластер (при этом материал станет либо проводником, либо магнетиком), т.е., как Хаммерсли и Бродбент, решил задачу о перколяции.

Молодой теоретик был доволен своей работой: «Впервые мне казалось, что я открыл что-то значительное и важное» [76, с. 96].

Пьер-Жиль послал свою статью Филипу Андерсону<sup>8</sup>. В ответ тот прислал де Жену отписки своих работ по сходной проблеме — системам со случайными блужданиями, в одной из которых Пьер-Жиль и обнаружил ссылку на статьи Хаммерсли и Бродбента. Прочитав их, де Жен был разочарован: «Я понял, что был не первым во всей этой истории...» [76, с. 96].

Тем не менее Пьер-Жиль решил опубликовать свою статью. Ценность этой ранней работы молодого теоретика заключалась в том, что в ней преобладал физический подход к рассмотрению явления перколяции — де Жен учитывал конкретные электрические и магнитные свойства среды. Работы же Хаммерсли и Бродбента были более формализованными и математизированными. Ж. Фридель следующим образом оценивал первые опыты де Жена в исследовании перколяции: «Это были первые работы по перколяции, которые выражали не только субъективное мнение» [76, с. 97].

Впоследствии статья де Жена о перколяции была на время забыта, но в конце 1970-х годов вновь привлекла внимание научного сообщества и была по достоинству оценена. В это время перколяция стала широко применяться в физике, а также в гуманитарных науках для объяснения многих разнородных явлений (образование гелей, прохождение газа или жидкости сквозь пористую среду, распространение лесных пожаров и т.д.).

В дальнейшем (примерно через 20 лет после выхода своей первой статьи по перколяции) де Жен снова вернулся к этому вопросу. Он использовал универсальный характер перколяции для описания ряда физических процессов (например, приливов и отливов, вулканизации каучука), а также для моделирования широкого

---

<sup>8</sup> Андерсон Филип (род. 1923 г.) — известный американский физик-теоретик, лауреат Нобелевской премии за 1977 г. (вместе с Н. Моттом и Д. ван Флеком).

круга других явлений (например, распространения информации и эпидемий, см. главу X).

Работа в Центре Сакле дала молодому де Жёну возможность участвовать в многочисленных национальных и международных научных конференциях. Самым первым из этих мероприятий для Пьера-Жиля был национальный симпозиум по магнетизму, посвященный П.-Э. Вейсу<sup>9</sup>. Он проходил в Страсбурге в июле 1957 г. и собрал не только французских, но и иностранных ученых. Туда де Жен отправился на машине вместе с Ж. Фриделем. Дорога прошла незаметно в дискуссиях о сверхпроводимости — как раз в это время Пьер-Жиль начал интересоваться этой очень модной тогда темой.

Доклад де Жёна был посвящен магнетизму редкоземельных металлов. Он с легкостью выступал и отвечал на вопросы на английском языке (что в то время было нетипично для французских исследователей). Тем не менее его сообщение не произвело большого эффекта на публику. Например, известный голландский физик Корнелис Гортер посчитал, что доклад Пьера-Жиля не представляет никакого интереса и даже спросил его коллег из Центра Сакле: «Почему вы привезли этого типа на конференцию с участием иностранцев?» [76, с. 100].

На своей первой международной конференции по использованию медленных нейтронов для исследования твердого тела, проходившей в Стокгольме в октябре 1957 г., де Жен смог показать насколько глубоко он разобрался в физике магнетиков. Он обнаружил ошибку в расчетах двух маститых английских теоретиков — Роджера Эллиотта и Уолтера Маршалла. Поначалу английские физики не придали большого значения критике их работы молодым французским исследователем, однако позднее признали правоту Пьера-Жиля.

Об атмосфере стокгольмской конференции де Жен вспоминал так: «Это было небольшое совещание, которое собрало не более пятидесяти участников. Оно проходило как раз в ту неделю, когда русские запустили спутник<sup>10</sup>, и среди американцев чувствовалась определенная паника по поводу того, что русские вышли в космические лидеры» [76, с. 101].

<sup>9</sup> Вейс Пьер-Эрнест (1865—1940) — французский физик, автор макроскопической теории среднего поля для магнетиков. Закон Кюри—Вейса описывает температурное поведение магнитной восприимчивости ферромагнетиков при  $T > T_C$ , т.е. в парамагнитной фазе.

<sup>10</sup> Первый искусственный спутник Земли был запущен на орбиту в СССР 4 октября 1957 г.

На Международном конгрессе по магнетизму, проходившем в Гренобле в июле 1958 г., Л. Неель предложил де Жену занять должность доцента в возглавляемом им местном Центре ядерных исследований Гренобля (Centre d'études nucléaires de Grenoble). Для молодого ученого предложение маститого Нееля было лестным, поэтому он ответил на него предварительным согласием.

Однако через некоторое время Пьер-Жиль написал Неелю письмо, в котором в вежливой форме отказался от работы в Гренобле. Дело в том, что его коллеги и в особенности А. Абрагам не рекомендовали де Жену переезжать в Гренобль, справедливо считая, что там не будет такого богатого научного сообщества, как в столице. Абрагам привел немало примеров талантливых молодых исследователей, которые канули в забвение в провинции.

Для отказа у Пьера-Жиля была и еще одна причина — это характер взаимоотношений Нееля со своими подчиненными. Вот что вспоминал об этом де Жен: «...исследователи из Гренобля стояли перед ним почти на коленях и то и дело цитировали его: это было на грани культа личности» [76, с. 103].

Из-за отказа де Жена Неель на долгие годы сохранил на него обиду и даже пытался ставить молодому исследователю «палки в колеса». Так, будучи президентом национальной Комиссии университетов, Неель однажды задержал назначение Пьера-Жиля на более высокий пост, а в 1961 г. блокировал кредиты, выделяемые де Жену на создание лаборатории.

Физики помирились только по прошествии доброго десятка лет. Так, 7 декабря 1978 г. де Жен писал Неелю: «Уважаемый господин Неель, Вы одновременно оказываете мне большую честь и доставляете огромное удовольствие, посылая мне этот “итог” (серию статей. — А.С.)... Мысленно возвращаясь к прошедшим двадцати годам, я немного сожалею о том, что не мог или не умел находить возможность консультироваться с Вами» [76, с. 103–104].

В октябре 1960 г. де Жен принял участие в международном симпозиуме по неупругому рассеянию нейтронов в твердых телах и жидкостях, проходившем в Вене. Мероприятие было организовано Международным агентством по атомной энергии. Доклад Пьера-Жиля о рассеянии нейтронов в жидкостях подвергся критике со стороны американского физика Марка Нелкина, занимающегося этой же проблемой. Дело в том, что Пьер-Жиль не учел в своих расчетах квантовые эффекты, считая их пренебрежимо малыми (за исключением гелия и водорода).

Уже в этой ранней работе проявилось характерное впоследствии для его научного стиля стремление к упрощению и отсечению лишних деталей при рассмотрении сложных физических

явлений. В дальнейшем (с 1970-х годов), когда де Жен занялся проблемами масштабной инвариантности (см. главу IX), фраза «Почему делать больше, когда можно сделать меньше» станет его научным девизом [76, с. 101].

Экспериментальные результаты, появившиеся позднее, подтвердили правоту де Жена. Предсказанное им в этой работе характерное уменьшение пика в спектре рассеяния нейтронов при длине волны нейтронов в пучке, порядка межмолекулярного расстояния в жидкости [8], получило в научной литературе название «сужение де Жена» («de Gennes narrowing»).

Послевоенная Вена произвела на Пьера-Жиля довольно мрачное впечатление: «Русские только не так давно покинули Австрию. На улицах еще можно было видеть следы их присутствия, а также были еще заметны и следы войны» [76, с. 100].

Занятия наукой оставляли Пьеру-Жилу не слишком много времени для семьи. Он обычно возвращался с работы поздно вечером в их с Анни квартиру на улице Май. Несмотря на заполненные домашними заботами дни, Анни встречала мужа с неизменной улыбкой.

Вслед за первенцем Кристьяном у них с Анни родились две дочери: Доминик (в мае 1956 г.) и Мари-Кристин (в январе 1958 г.). Детьми занималась исключительно Анни. Вот как она (смеясь) вспоминала о том времени: «Пьер-Жиль никогда не дал ребенку соску, никогда не сменил пеленку. Это его не интересовало: впрочем, у него было немало других занятий. Все было просто: в повседневной жизни он никогда палец о палец не ударил» [76, с. 98]. Анни была хорошей хозяйкой и мамой и воспринимала такое положение вещей как должное. Более того, она полностью освободила де Жена от домашних дел, сама решая абсолютно все бытовые вопросы — от организации починки автомобиля до покупки одежды мужу. Она говорила (имея в виду занятия Пьером-Жилем наукой): «Нельзя было выйти на тот уровень, которого он достиг, делая вещи наполовину» [76, с. 98].

Анни обожала готовить, и это неплохо у нее получалось. Иногда по вечерам она с удовольствием принимала и угощала своими кулинарными изысками друзей, чаще всего товарищей Пьера-Жиля по Нормальной школе. Ф. Нозьер так вспоминал об этих встречах однокашников: «Мы продолжали поддерживать близкие отношения и с удовольствием проводили веселые вечера у Пьера-Жиля. У него была необычная квартира, запутанная и кривая, с такой интересной планировкой, что с какого бы места в ней не запускали маленькую детскую машинку, она всегда возвращалась обратно» [76, с. 99].

Это были приятные вечера, наполненные воспоминаниями и живыми дискуссиями о науке и политике. Например, во время одной из таких встреч, друзья живо обсуждали дуэль маркиза де Куэваса с Сержем Лифарём<sup>11</sup>, бывшую тогда в центре общественного внимания. На этом поединке дядя Пьера-Жиля, Люсьен, присутствовал в качестве врача и прервал дуэль после появления первой крови.

Де Жен так вспоминал о своем дяде: «Мы не принадлежали к одной и той же социальной среде и нечасто с ним виделись, так как он был очень занят, да и не особенно любил мою мать, находя ее слишком болтливой» [76, с. 99].

В описываемый период счастье и гармония царили в семействе де Женов. Впрочем, идиллия иногда немного омрачалась мамой Пьера-Жиля, Ивонной, которая беспрестанно вмешивалась в их хозяйственные дела и воспитание детей, чем нервировала Анни. Пьер-Жиль всегда старался сгладить углы в отношениях между этими двумя женщинами.

Каждое воскресенье молодые де Жены обедали в Нейи у родителей Анни в неизменно характерной для этого дома приятной и спокойной обстановке. Однако одержимый работой Пьер-Жиль не мог позволить себе проводить слишком много времени в гостях. Поев, он обычно оставлял жену с родителями и сразу же спешил домой, где занимался в своем кабинете до самого вечера.

---

<sup>11</sup> Дуэль на шпагах между богатым меценатом, спонсором труппы русского балета в Монте-Карло, маркизом Жоржем де Куэвасом и хореографом (в прошлом танцовщиком) Сержем Лифарём состоялась 30 марта 1958 г. и была прервана после ранения Лифаря в руку. Причиной поединка стал оживленный спор де Куэваса и Лифаря по поводу постановки балета «Черное и белое» в парижской опере Гарнье, во время которого де Куэвас ударил Лифаря по щеке. 54-летний хореограф вызвал 73-летнего маркиза на дуэль до первой крови, предоставив ему право выбора оружия. После поединка расчувствовавшийся маркиз заключил раненого младшего товарища в объятия. Интересно, что одним из секундантов де Куэваса был в будущем известный политик Жан-Мари Ле Пен. Дуэль была снята на киноплёнку.

## Постдокторская стажировка в Калифорнии. Служба в армии

В 1958 г. Пьер-Жиль участвовал в школе по физике твердого тела, проходившей в Париже под эгидой НАТО. На этом мероприятии, в перерыве между лекциями, Жак Фридель обратился к известному американскому специалисту в области магнетизма Чарльзу Киттелю со словами: «Почему бы Вам не взять на постдокторскую стажировку де Жена? В его арфе много струн: магнетизм, редкие земли, перколяция. Он также узнал кое-что о магнитном резонансе от Анатоля Абрагама» [76, с. 104]. Фриделю легко удалось убедить Киттеля, и тот, по возвращении в Калифорнию, предложил Пьеру-Жилю приехать.

Это приглашение сильно обрадовало молодого исследователя. Университет Беркли, где работал Киттель, уже в то время был одним из ведущих мировых исследовательских центров. Де Жена также привлекала возможность пожить некоторое время в Калифорнии, которую он представлял по великолепным пейзажным фотографиям, виденным им в подростковом возрасте в журнале «National Geographic».

Пьер-Жиль не хотел брать с собой детей в дальнюю поездку. Ему было нелегко сообщить о своем решении жене, но он, тем не менее, сделал это без обвиняков: «Я уезжаю в Беркли. Ты либо едешь со мной, либо остаешься с детьми» [76, с. 104]. После нескольких дней раздумья Анни решила отправиться в Америку вместе с мужем. Сына она оставила у Ивонны де Жен, а дочерей — у своих родителей. Впоследствии она так говорила об ультиматуме, предъявленном ей мужем: «Подобная манера типична для него: перед лицом дилеммы или затруднительного решения он режет по живому» [76, с. 104].

Де Жен отправил Ч. Киттелю письмо с указанием точной даты своего приезда. В это же время известный специалист в области физики полупроводников из лабораторий компании «Bell», Маттиас Бернс, сказал Киттелю: «Во Франции есть молодой парень, которого тебе следует пригласить сюда. Его зовут де Жен». На что Киттель ответил: «Я предусмотрел это. Он приезжает ко мне через месяц» [76, с. 104].

Супруги де Жен прибыли в Беркли 1 января 1959 г.

Пьеру-Жилью сразу же пришлось по душе его новое место работы. Залитый солнцем кампус университета утопал в зелени, и студенты прогуливались по его дорожкам на велосипедах. Повсюду здесь царил безмятежная атмосфера каникул. С холмов, на которых располагался университет, открывался панорамный вид на залив, мост Золотые Ворота (Golden Gate Bridge) и Сан-Франциско.

Кабинет де Жена располагался в шестизэтажном белом здании Бирдж Холла (Birge Hall), рядом с ЛеКонт Холлом (LeConte Hall) — физическим факультетом университета, в котором в разное время работали шесть нобелевских лауреатов.

Ученый вспоминал: «Я вел беспечную жизнь: часто пополудни отправлялся на пикник на берег бассейна каньона Стробери и рано (около 17 часов) заканчивал работать» [76, с. 105].

После работы Пьер-Жиль возвращался к Анни в их маленькую квартиру, в двух шагах от университета, и они отправлялись либо в кино, либо в ресторан, либо встречались с новыми американскими друзьями. Среди них был Фил Пинкус — аспирант лаборатории Киттеля и большой шутник, каламбуры которого, по словам де Жена, были «не всегда слишком тонкими» [76, с. 106]. Впоследствии Пинкус стал блестящим физиком-теоретиком. Они дружили и сотрудничали с Пьером-Жилем вплоть до смерти последнего. По словам Анни, «вместе они были как два вора на ярмарке» [76, с. 106].

По выходным супруги де Жен путешествовали по Калифорнии на кабриолете. Это были приятные поездки — они как бы возвращали их на пять лет назад, в медовый месяц (вернее, неделю) в Провансе. Анни говорила: «Признаюсь, что я замечательно провела время в Беркли. Я очень скучала по детям и писала им каждый день. Но с Пьером-Жилем мы чувствовали себя как юные влюбленные. Нам было по 25 лет, и у нас не было никаких забот! Этот период по-настоящему укрепил наши отношения» [76, с. 106].

Может возникнуть впечатление, что де Жен бездельничал в Калифорнии. Но это не так. На самом деле его постдокторская стажировка была весьма плодотворной.

В лаборатории Киттеля царил деловая, рабочая обстановка. Сам шеф обладал железным характером и был непоколебимым авторитетом для своих учеников. От них он получил прозвище «Бог». Пьер-Жиль вспоминал, что однажды Киттель попросил одного из своих студентов сделать доклад на лабораторном семинаре. Через двадцать минут он прервал выступающего каменным голосом: «Вы не разобрались в порученной Вам теме. Вы будете докладывать снова на следующей неделе» [76, с. 106].

Тем не менее де Жен сохранил самые теплые воспоминания об этой «мускулистой» атмосфере. Дело в том, что «Бог» был с самого начала весьма благосклонен к французскому постдоку. Киттель учитывал не только уже сложившуюся репутацию Пьера-Жиля как молодого теоретика с большим будущим, но практически сразу сам почувствовал его незаурядные способности. В результате он предоставил де Жену полную творческую свободу.

Пьер-Жиль полностью оправдал возлагаемые на него ожидания. Например, первым же своим докладом на лабораторном семинаре он завоевал уважение всех коллег, познакомив их с явлением перколяции.

Первая работа де Жена, выполненная в лаборатории Киттеля, была навеяна общением с А. Абрагамом [11]. Она была посвящена релаксации ферромагнитного резонанса в гранатах итрия – интересные магнитные свойства этих веществ были тогда только что открыты. За этой статьей последовала целая серия публикаций по ядерному магнитному резонансу [например: 12–14]. Этой темой Пьер-Жиль продолжил заниматься после своего возвращения во Францию вместе со своей первой аспиранткой Франсуазой Хартманн-Бутрон (см. главу V).

В Калифорнии де Жен также написал без соавторов и опубликовал в престижном американском журнале «Physical Review» статью [15]. В ней он развил теорию К. Зенера<sup>1</sup> двойного обмена электронами в слабопроводящих магнетиках (содержащих ионы  $Mn^{+3}$ ,  $Mn^{+4}$  и  $O^{-2}$ ), так называемых манганитах (оксидах марганца с переменной валентностью) [97].

Киттель был доволен деятельностью своего французского постдока. Однажды, будучи вынужденным уехать на две недели, он поручил Пьеру-Жилю читать вместо себя курс статистической физики. Случалось, он советовался с молодым теоретиком по поводу своих собственных работ. Де Жен вспоминал: «Это может показаться нескромным, но я помогал ему в решении проблемы парамагнитного резонанса в особом случае редких земель. Я изложил ему свое видение проблемы. Поначалу он был настроен скептически, но в конце концов опубликовал статью, базирующуюся на моей интерпретации этого явления» [76, с. 107].

Де Жен окончательно закрепил свой авторитет среди американских коллег во время семинара, на котором постдок лаборатории Киттеля Кеи Ешида рассказывал о только что появившейся теории сверхпроводимости (теории БКШ)<sup>2</sup>. Присутствовавший на

<sup>1</sup> Зенер Кларенс (1905–1993) – известный американский физик-теоретик.

<sup>2</sup> Теория сверхпроводимости (1957 г.), названная так по именам ее авторов, американских физиков Д. Бардина, Л. Купера и Д. Шриффера.

семинаре и сидевший в первом ряду корифей квантовой механики В. Паули, с которым де Жен был знаком по школе теоретической физики в Лез-Уше (1953 г., см. главу II), неожиданно задал докладчику трудный вопрос. Последний не мог дать приемлемого для Паули ответа; и в зале, заполненном не менее чем 200 слушателями, воцарилось тягостное молчание. На помощь своему молодому коллеге пришел Пьер-Жиль, и его комментарии с очевидностью удовлетворили мэтра. Всем стало ясно, что де Жен глубоко разобрался в новой теории, что в то время еще было редкостью. Ф. Пинкус так вспоминал об этом эпизоде [76, с. 107]: «Как и три четверти аудитории, я не понял ни вопроса, ни ответа. В этот день я по-настоящему почувствовал, до какой степени он (де Жен. — А. С.) был силен».

После девяти месяцев пребывания в Беркли де Жен должен был срочно возвращаться во Францию, так как заканчивалась предоставленная ему (до 27 лет) отсрочка от армии и его призывали на военную службу. Киттель хотел оставить Пьера-Жиля у себя и (за три месяца до окончания срока его стажировки) предложил молодому теоретику престижный пожизненный пост в Университете, который позволил бы де Жену быстро получить американское гражданство и, следовательно, не служить во французской армии. С точки зрения продолжения научной карьеры, это предложение выглядело очень заманчивым, однако Пьер-Жиль понимал, что ни он, ни Анни уже никогда не станут настоящими американцами. Их же дети, напротив, без труда вольются в новую страну. Такая ситуация не очень нравилось им с женой, и они, подумав, все же решили вернуться на родину.

В конце сентября 1959 г. Анни и Пьер-Жиль покинули Калифорнию и отправились домой через Восточное побережье США. Во время этой поездки де Жен выступил с докладами на семинарах во многих исследовательских центрах, например, в лабораториях компании «General Electric». Там у него завязались товарищеские отношения с молодым и так же, как и Пьер-Жиль, полным энтузиазма ученым Чарли Бином<sup>3</sup>.

В «General Electric» де Жен познакомился и с молодым исследователем из Норвегии — А. Джайевером<sup>4</sup>, который как раз в это время только что экспериментально обнаружил протекание туннельного тока через тонкую пленку диэлектрика, находящуюся

<sup>3</sup> Бин Чарльз (1923–1996) — известный американский физик-теоретик, специалист в области магнетизма и сверхпроводимости.

<sup>4</sup> Джайевер Айвор (род. в 1929 г.) — норвежско-американский физик, лауреат Нобелевской премии по физике за 1973 г. (совместно с Л. Эсаки и Б. Джоузефсоном) за исследование туннельного эффекта в твердых телах (особенно в сверхпроводниках).

между двумя сверхпроводящими слоями. Джайевер рассказал Пьеру-Жилю о своих работах, что вызвало гнев директора его лаборатории, который справедливо считал, что это важное открытие должно держаться в секрете. Де Жен обещал никому не говорить об услышанном, что, впрочем, было для него нетрудно, так как сразу же по приезде в Париж он окунулся в другую, армейскую жизнь.

Итак, пребывание Пьера-Жиля в Калифорнии оказалось очень коротким. Действительно, он впоследствии говорил, что с удовольствием продлил бы свою стажировку в Беркли на несколько месяцев, но это было невозможно из-за армии [76, с. 108].

Тем не менее за это небольшое время Киттель оказал существенное влияние на дальнейший стиль работы молодого француза. Киттель был, если можно так выразиться, «конкретным» теоретиком. Он не терпел никаких объяснений физических явлений, представляемых в форме математических выкладок. «Надо сделать расчеты, а затем забыть о них для того, чтобы держать в голове только физику явления», — учил он своих студентов [76, с. 108].

Умение видеть физическую суть проблемы и упрощать ее до предела (объяснять «на пальцах») стало в дальнейшем основной чертой научного стиля де Жена.

Месяцы, проведенные в Калифорнии, и заключительная поездка по Восточному побережью сделали имя де Жена известным во многих американских учебных и исследовательских центрах, а это уже означало первый шаг к мировому признанию. И, наконец, что немаловажно, Пьер-Жиль приобрел авторитет среди многих своих американских коллег, а с некоторыми из них у него завязались тесные личные контакты. Среди последних особо следует отметить Ф. Пинкуса (см. выше).

Во время пребывания де Жена в США во Франции ему была присуждена первая в его жизни научная награда — премия Луи Анселя<sup>5</sup> от Французского физического общества. Его мать с гордостью получила ее за Пьера-Жиля на торжественной церемонии.

По дороге домой де Жены посетили и старую гувернантку отца Пьера-Жиля Марию (см. главу I). Теперь она жила в 60 км от Нью-Йорка, в небольшом городке Гловерсвилле — традиционном центре производства кожаных перчаток<sup>6</sup>. После смерти

---

<sup>5</sup> Премия и медаль, ежегодно вручаемые за лучшие работы в области физики твердого тела. Инженер парижской Центральной школы искусств и мануфактур (École centrale des arts et manufactures) Луи Ансель в своем завещании 1908 г. передал Французскому физическому обществу сумму в 10 тыс. франков, ежегодная рента от которой и составляет премию, носящую его имя.

<sup>6</sup> Англ. Gloversville — город перчаточников.

отца Пьера-Жиля (Робера де Жена) его квартира была продана производителем перчаток из этого городка, на службу к которым Мария и перешла, переехав в Гловервилл. В конце концов она оказалась в услужении у двух старых дам — «богатых и несносных», живших в том же городке, в буржуазном доме внушительных размеров [76, с. 163].

Первые три месяца армейской службы де Жена проходили на большом линкоре «Ришелье», времен Второй мировой войны, ставшем учебной базой и стоявшем на рейде у берегов г. Бреста в Бретани.

Пьер-Жиль входил в группу научных работников, призванных на флот с целью подготовки из них офицеров запаса. Привилегией этой группы было то, что она не планировалась к отправке на идущую в то время алжирскую войну. Тем не менее условия, в которых очутился де Жен, были совсем некомфортными. Его жизнь теперь резко изменилась. Он вспоминал о первых трудных месяцах своей флотской службы в ранге матроса второго класса: «Мы спали в гамаках, подвешенных на двух уровнях, в тесноте, как анчоусы. Когда кто-нибудь двигался, вся линия качалась... Нам приходилось периодически выносить огромные корабельные помойки... Мне доводилось скоблить палубу “Ришелье” наждачной бумагой на холоде и в сырости... Но у меня не осталось плохих воспоминаний об этих трех месяцах учебы» [76, с. 110].

Молодой физик быстро привык вставать рано утром под звуки горна, складывать свой гамак, быстро одеваться, делать гимнастику и по очереди с товарищами ходить в наряды. Он с интересом изучал флотские дисциплины: навигацию (и даже немного научился командовать военными судами), движение атомных подводных лодок, классификацию морских узлов, и т.д. Одной из немногих проблем де Жена, как, впрочем, и большинства его товарищей по службе, было полное отсутствие способностей к строевой подготовке, что не позволило его учебной группе участвовать в торжественной церемонии 11 ноября<sup>7</sup>.

Существенным фактором, облегчавшим службу Пьера-Жиля, были сложившиеся у него добрые отношения с другими курсантами, некоторые из которых впоследствии стали известными учеными, например: физики Жан Гаворе, Робер Гутт, Жак Жоффрен, Жульен Бок и математик Пьер Картье.

Де Жен посвящал то небольшое остававшееся у него свободное время для изучения русского языка, чем сыскал себе репутацию

---

<sup>7</sup> 11 ноября 1918 г. во Франции было подписано Компьенское перемирие, положившее конец Первой мировой войне.

оригинала среди товарищей. Он всегда носил учебник русского с собой и открывал его при первой же возможности. Вскоре и ближайшие товарищи Пьера-Жиля присоединились к этому занятию. Ученый с иронией вспоминал: «Для того чтобы попрактиковаться, мы говорили друг с другом по-русски на палубе “Ришелье”, что провоцировало некоторую панику среди наших офицеров, начавших думать, что русские шпионы проникли на борт» [76, с. 111]. За две недели де Жен расправился со своим учебником и был уже способен достаточно бегло вести диалоги на языке и петь без ошибок русскую народную песню «Эй, ухнем!». Однако все это не было главной целью его занятий. Пьер-Жиль хотел читать в оригинале советские публикации по «модной» в то время теме сверхпроводимости!

По выходным курсантам разрешалось уходить в увольнительную. Так как Париж был далеко, то де Жен с друзьями (будущими профессорами Жаком Жоффреном и Жульеном Боком) в таких случаях оставался в Бресте, снимая номера в небольшой гостинице на улице Сиам (rue de Siam).

Это могло показаться странным, но Пьер-Жиль посвящал свое свободное время занятиям. Он уже довольно глубоко разобрался в теории БКШ и теперь углубился в чтение оригинальных русских статей по сверхпроводимости. Иногда он все же отрывался от штудирования науки, чтобы вечером поесть блинов (сгêpes) в городе или посетить церковь.

В понедельник рано утром друзья прибывали на корабль и изо всех сил мчались по палубе, чтобы, не дай бог, не опоздать к утренней поверке.

Три месяца учебы пролетели быстро. И ставший офицером запаса де Жен был направлен к месту своей постоянной службы — в Отдел испытаний при Дирекции военных применений СЕА в Париже. Это секретное подразделение, созданное в ноябре 1957 г., возглавлялось бывшим морским офицером Кауфманом. Оно подготавливало испытания первой французской ядерной бомбы. Без всякого сомнения, молодого де Жена на эту работу порекомендовали Ж. Ивон и И. Рокар, которые сами были вовлечены во французскую военную ядерную программу [76, с. 112]. Перед тем как быть принятым в Отдел, Пьер-Жиль подвергся тщательной проверке. В частности, выяснялось, не подписывал ли он Стокгольмское воззвание<sup>8</sup>.

---

<sup>8</sup> Документ, принятый на сессии Постоянного комитета Всемирного конгресса сторонников мира, проходившего в Стокгольме с 15 по 19 марта 1950 г. по инициативе Фредерика Жолио-Кюри — автора текста воззвания, который первым подписался под ним.

Работа в Отделе испытаний, официально начавшаяся для де Жена в январе 1960 г., позволяла ему жить дома. Пьеру-Жилью было также разрешено продолжать и свои исследования в гражданском отделении СЕА — Центре Сакле, где он по-прежнему числился на должности инженера-исследователя.

Начав свою службу в Отделе, де Жен сразу же погрузился в царящую там лихорадочную атмосферу кипучей деятельности. Дело в том, что испытание первой французской ядерной бомбы должно было состояться уже через месяц.

В феврале 1960 г. Пьер-Жиль полетел на борту военного самолета в Центр военных испытаний, находящийся вблизи оазиса Регган в алжирской Сахаре. Именно здесь планировалось осуществить ядерный взрыв.

В то время в Алжире полным ходом шла война. Заметим, что де Жена повезло — как главу семейства с тремя детьми его не призвали в действующую армию (в отличие от многих его коллег-исследователей).

Центр военных испытаний у оазиса Регган находился далеко от зоны военных действий. Тем не менее он хорошо охранялся: там был размещен воинский контингент в количестве более 5 тыс. человек, которым командовал генерал Ш. Айре<sup>9</sup>.

В пустыне стояла страшная жара — 55 °С, тем не менее в этих сложных погодных условиях там был построен целый город, в котором были трехэтажные дома из алюминия. В этих зданиях размещались научные лаборатории и жилые помещения. Имелся также и аэропорт, позволяющий доставлять из Парижа и обратно людей и грузы.

Пьер-Жиль часто работал в просторных лабораториях, вырубленных в скале. Там было прохладно. Ему нередко приходилось заниматься подготовкой к предстоящим измерениям параметров будущего атомного взрыва, настраивая на страшной жаре измерительное оборудование, установленное в 30 км от предполагаемого места взрыва. Для страдающего от перегрева де Жена облегчением был бассейн. Он вспоминал: «Для офицеров на оазисе устроили бассейн: настоящим счастьем было освежиться там время от времени» [76, с. 113].

Приблизился так называемый день «J» — день взрыва атомной бомбы (13 февраля 1960 г.). Она была извлечена из подземного

---

<sup>9</sup> Айре Шарль (1907–1968) — французский генерал, участник Второй мировой и алжирской войн. 9 марта 1968 г., возвращаясь с военной инспекции в Индийском океане, он погиб в авиакатастрофе вместе со своими женой и дочерью и другими 16 пассажирами самолета вблизи аэропорта г. Сен-Дени на о. Реюньон. Во время взлета из-за плохой видимости самолет врезался в гору.

укрытия и отвезена со всеми предосторожностями в точку «ноль», находящуюся в 60 км от базы. Там бомба была помещена на вершину стометровой башни, а вокруг, на разных расстояниях, были расставлены манекены людей и образцы различной военной техники – потенциальные жертвы взрыва. Нужно было оценить ущерб, который будет нанесен им бомбой.

Находясь в своем убежище среди измерительных приборов в 30 км от точки «ноль», де Жен вспомнил, как в августе 1945 г. он прочитал в газете о взрыве американцами «анатомической»<sup>10</sup> бомбы в Хиросиме и спросил у матери, что это такое? Она объяснила ему, что это была атомная бомба. Тогда он никак не мог представить себе, что через 15 лет будет участвовать в испытаниях такой бомбы, но уже французской.

Взрыв бомбы, названной «Голубой тушканчик» («Gerboise bleue») оказался успешным. Это был самый мощный воздушный атомный взрыв в Сахаре – его мощность в 3–4 раза превосходила мощность бомбы, сброшенной на Хиросиму. Пьер-Жиль наблюдал завораживающую и одновременно страшную картину взрыва из своего убежища и ощутил на себе его мощную ударную волну. По-видимому, он не был облучен. Однако этого нельзя было сказать о многих военных, принимавших участие в испытаниях. Не случайно в марте 2009 г. французским правительством было принято решение о выплате компенсаций ряду пострадавших во время ядерных испытаний в 1960–1966 гг.

Де Жен был снова командирован в район оазиса Регган как раз во время путча генералов (*putsch des généraux*)<sup>11</sup>, в апреле 1961 г. Там проходила подготовка уже четвертого испытания французской атомной бомбы.

Обстановка в Алжире была напряженной – с проведением взрыва приходилось спешить, так как были опасения, что бомба может попасть в руки мятежников. Стояла страшная жара, и дул сильный песчаный ветер, что мешало правильной работе электронных и оптических измерительных приборов. Испытания были неудачными: взрыв оказался гораздо меньшей силы, чем планировалось. В дальнейшем начиная с ноября 1961 г. Франция проводила только подземные ядерные взрывы.

<sup>10</sup> По-французски слова «анатомический» («anatomique») и «атомный» («atomique») пишутся и произносятся похоже.

<sup>11</sup> Вооруженный мятеж против политики президента де Голля, направленной на предоставление Алжиру независимости. Путчисты, возглавляемые генералами М. Шаллем, Э. Жуо, А. Зеллером и Р. Саланом, пытались организовать военные действия одновременно в Алжире и во Франции, но не смогли правильно их скоординировать. В результате путч был разгромлен, а его руководители арестованы.

Вернувшись в Отдел испытаний, который теперь был переведен в местечко Брюер-ле-Шатель в 32 км к югу-западу от Парижа, Пьер-Жиль занялся расчетами параметров ядерных взрывов, в особенности влиянием воздушного взрыва на земную поверхность. Он пытался моделировать указанную ситуацию с помощью одного из самых мощных компьютеров того времени — TERA-10. В расчетах ему помогал уже упомянутый Ж. Гаворе — один из его друзей по службе на «Ришелье». Однако компьютерное моделирование давало идеализированные, далекие от реальности результаты. Этот не совсем удачный опыт компьютерных расчетов на всю жизнь сформировал скептическое отношение де Жена к компьютерному моделированию.

Как уже отмечалось, параллельно с работами военной направленности Пьер-Жиль продолжал и свои исследования в гражданском центре СЕА в Сакле. Во время военной службы ему даже удалось пару раз съездить за границу.

Первой была двухнедельная поездка в США, в апреле 1960 г., где де Жен посетил целый ряд университетов и исследовательских центров и завел новые научные контакты.

Затем Пьер-Жиль отправился в Японию. Ученый вспоминал: «В сентябре 1961 г. мне также неожиданно разрешили поехать на Международный конгресс по теоретической физике в Японию. Я прибыл в Киото, город, который тут же меня очаровал и который я обожаю до сих пор. Конгресс проходил в Институте Юкавы. Было забавно, что это заведение носило имя живого человека Хидеки Юкавы, лауреата Нобелевской премии по физике за 1949 г. Он собственной персоной встретил меня у входа в Институт. Во Франции не принято так увековечивать имена живых людей» [76, с. 116].

Во время этой поездки у де Жена установились тесные контакты с Р. Кубо<sup>12</sup>, которого Пьер-Жиль уже встречал на школе по теоретической физике в Лез-Уше. В дальнейшем Кубо регулярно приглашал де Жена в Японию выступать на семинарах. Их научное сотрудничество стало особенно плодотворным в тот период, когда Пьер-Жиль начал заниматься физикой полимеров.

Во время военной службы де Жен начал руководить своей первой аспиранткой Франсуазой Хартманн-Бутрон в Центре Сакле. Вначале Пьер-Жиль несколько недооценивал ее, но потом понял, что это — весьма способная и упорная девушка. Он поручил ей заниматься распространением спиновых волн в ферроиттриевых гранатах.

---

<sup>12</sup> Кубо Рёго (1920–1995) — японский физик-теоретик, получил известность своими работами в области статистической физики и неравновесной статистической механики.

Здесь, второй раз за свою карьеру, молодой теоретик прошел мимо важного открытия (см. главу III). Раздумывая над тем, как спиновые волны преодолевают стенки Блоха<sup>13</sup> (границы между доменами Вейса), де Жен и его аспирантка не пришли к идее о возникновении солитонных волн<sup>14</sup>. Теория таких волн в магнетиках была развита четырьмя годами позднее, в 1965 г.<sup>15</sup>

Время военной службы не прошло для Пьера-Жиля даром. Ученый так вспоминал об этом периоде: «Мне было действительно трудно содержать жену и трех детей на зарплату матроса второго класса, а затем – курсанта. Но я не жаловался, потому что в свободное время мог размышлять над различными темами для исследования. В конце концов эти двадцать семь месяцев не оказались бесплодными» [78]. Он занимался не только оборонной тематикой, но и подготовил немало новых статей по магнетизму, а также много думал над вопросами, связанными со сверхпроводимостью.

Над этой тематикой де Жен размышлял уже несколько лет (начиная с 1956 г.), и она стала его новым научным увлечением. Вечерами в своем маленьком кабинете (в квартире на улице Май) он читал статьи по теории БКШ и работы советских физиков (на русском), также описывающие это явление. В результате он глубоко освоил оба подхода, что существенно помогло в дальнейшей работе, и у него возникло немало идей, которые ему хотелось реализовать.

Пьер-Жиль мечтал организовать группу экспериментаторов и теоретиков по изучению сверхпроводимости, но не был уверен, что ему удастся это сделать в Центре Сакле...

В 1961 г. ему была предложена должность доцента (*maître de conférences*) на факультете науки парижского Университета, располагавшегося в столичном пригороде Орсе. Эту новость сообщил де Жену Пьер Эгрэн, как-то случайно столкнувшийся с ним у входа в Сорбонну. Молодой теоретик (ему не было еще и тридцати) был рад новому назначению. Работа в университетской среде открывала перед ним большие возможности.

---

<sup>13</sup> Названы так в честь швейцарского физика Феликса Блоха (1905–1983), работавшего главным образом в США, нобелевского лауреата по физике за 1952 г.

<sup>14</sup> Солитонные (одиночные) волны впервые наблюдались шотландским ученым и инженером Джоном Расселом (1808–1882) в августе 1834 г. на канале Юнион вблизи Эдинбурга. В физике твердого тела идея солитонов была использована для описания дислокаций в 1940 г. Рудольфом Пайерлсом.

<sup>15</sup> Авторы теории – американские физики Норман Забуски (род. в 1929 г.) и Мартин Крускал (1925–2006).

### Университет Орсе. Исследования сверхпроводимости

Итак, в 1961 г. демобилизованный Пьер-Жиль был назначен доцентом, а позднее профессором недавно созданного факультета науки парижского Университета в Орсе, впоследствии ставшего частью уже упоминавшегося Южного парижского университета XI<sup>1</sup> (см. главу III). Его соперником в конкурсе на этот пост был старый друг Филипп Нозьер, только что вернувшийся из США, где он с блеском защитил диссертацию. Жюри предпочло де Жена. Это обстоятельство на некоторое время внесло напряженность в отношения друзей и еще более усилило их соперничество.

Пьер-Жиль был доволен своим новым местом работы. Преподавательская нагрузка поначалу была умеренной — он избежал курсов общей физики, проводимых в больших, переполненных студентами-младшекурсниками аудиториях. Де Жен читал только один курс квантовой механики для студентов, специализировавшихся по физике твердого тела, и теперь у него было достаточно времени для размышления над проблемой сверхпроводимости.

Кабинет Пьера-Жиля находился на втором этаже корпуса № 210, в котором помещалась лаборатория физики твердого тела, только что организованная усилиями Ж. Фриделя, ставшего ее директором. Фридель вспоминал: «Лаборатория была создана в 1959 г. благодаря поддержке Ива Рокара (тогдашнего директора парижской Высшей нормальной школы. — А.С.), который выделил нам немного места в помещениях, которые он строил вокруг линейного ускорителя Нормальной школы в Орсе» [76, с. 119]. Появление этой лаборатории имело большое значение, так как помогло

---

<sup>1</sup> В настоящее время — самый большой и один из лучших университетов Франции. Его история началась в 1942 г., когда Ирен и Фредерик Жолио-Кюри предложили перенести часть факультета науки парижской Сорбонны за город. Эти планы были реализованы несколько позднее. В 1956 г. вблизи г. Орсе был открыт построенный по их инициативе Институт ядерной физики. Его первым директором стал Ф. Жолио-Кюри. В 1958 г. часть факультета науки Сорбонны была также перенесена в Орсе. Официальный статус университета был присвоен кампусу Орсе 17 декабря 1970 г.

постепенно ликвидировать двадцатилетнее отставание Франции в исследованиях твердого тела в послевоенные годы по отношению к США и Великобритании<sup>2</sup>.

Кроме молодого де Жена Ж. Фридель пригласил в свою лабораторию и двух уже умудренных опытом ученых – пятидесятилетнего Андре Гинье и его ученика Раймона Кастена. Оба были специалистами по рентгеновским исследованиям.

В первые несколько месяцев своего пребывания в Университете Орсе де Жен продолжал заниматься магнетиками. Однако быстро переключился на изучение сверхпроводимости. Своим главным достижением за первые годы работы в Орсе он считал создание совместного коллектива экспериментаторов и теоретиков, ведущих исследования в этой области, который вскоре стал известен как «Группа сверхпроводимости Орсе».

Первоначально группа включала в себя самого Пьера-Жиля и трех молодых теоретиков – Кристьяна Кароли, Даниэля Сен-Жама и Жана Матрикона. Затем в нее вошли еще четыре экспериментатора – Этьен Гийон, Алексис Мартине, Жан-Поль Бюрже и Ги Дёчер, которых де Жен стал называть своими «мушкетерами» [76, с. 126].

В начале работы с Пьером-Жилем К. Кароли и Ж. Матрикон были молодыми аспирантами. Д. Сен-Жам был постарше, уже защитил диссертацию и имел опыт работы в области магнетизма. Де Жен знал его по совместной деятельности в группе Эрпена в Центре Сакле.

Когда Пьер-Жиль набирал экспериментаторов в свою группу, он не придавал большого значения их первоначальному образованию: двое из них (Гийон и Дёчер) закончили Высшие школы, а двое (Мартине и Бюрже) – университеты. Для де Жена это означало «одно и то же» [83, т. I, с. 17]. Важным являлся лишь предыдущий опыт работы (хотя бы и небольшой), показывающий, на что способен человек. В руководимом им коллективе Пьер-Жиль умышленно смешивал различных исследователей (например, из университетов, CNRS<sup>3</sup> и промышленных фирм), а также

---

<sup>2</sup> Действительно, на момент создания лаборатории физики твердого тела в Орсе во Франции данной тематикой занимались только два коллектива исследователей: магнетизмом – группа Л. Нееля в Центре ядерных исследований в Гренобле и полупроводниками – группа П. Эрпена в парижской Высшей нормальной школе.

<sup>3</sup> Национальный центр научных исследований (Centre national de la recherche scientifique) – крупнейшее общественное научно-исследовательское учреждение Франции. Центр объединяет государственные организации страны, специализирующиеся в области фундаментальных и прикладных исследований, и координирует их деятельность на национальном уровне.

теоретиков и экспериментаторов. Такой подход будет характерен для него и в дальнейшем.

Экспериментаторы группы сверхпроводимости в течение пяти лет трудились в небольшой комнате, которая со временем становилась все более и более тесной из-за размещаемого в ней оборудования и прибывавших в команду новых людей. Начиная с 1965 г. число членов группы сверхпроводимости составляло уже не менее десяти сотрудников и аспирантов.

То, что де Жен решил изучать сверхпроводимость, было ревниво воспринято физиками из Гренобля (в частности, Л. Неелем), которые уже достаточно долго занимались этой тематикой и накопили здесь немалый опыт (см. также главу III). Так как они имели достаточный вес в различных комиссиях CNRS, то поначалу у Пьера-Жиля возникали трудности с финансированием исследований и техническим оснащением экспериментов. К счастью, де Жену вскоре удалось получить материальную поддержку: грант от военно-воздушных сил США, а также заключить несколько контрактов с французскими промышленными компаниями (например, «Compagnie des Machines Bull» и «Compagnie Générale d'Electricité»).

Пьер-Жиль основательно изучил работы русской и американской школ по сверхпроводимости (см. также главу IV). В то время труды советских физиков по этой тематике были практически неизвестны на Западе. Поэтому их детальное знание давало молодому ученому существенные преимущества.

Напомним, что к описываемому нами времени американскими учеными Д. Бардиным, Л.Н. Купером и Д.Р. Шриффером уже была разработана теория сверхпроводимости — так называемая теория БКШ (1957 г., см. также главу IV). Их подход предполагал образование электронных (куперовских) пар внутри кристаллической решетки при низких температурах. Советскими физиками Л.Д. Ландау и В.Л. Гинзбургом еще в 1950 г. было предложено описание сверхпроводимости, основанное на разложении свободной энергии твердого тела в ряд по параметру порядка. Их теория была в дальнейшем развита А.А. Абрикосовым для случая наличия магнитного поля и доработана Л.П. Горьковым с учетом результатов модели БКШ.

Де Жен сделал попытку (одновременно с Л.П. Горьковым) объединить подход к проблеме сверхпроводимости американцев (теорию БКШ) с моделью Ландау–Гинзбурга–Абрикосова, а также Боголюбова.

Пьер-Жиль рассматривал образование пар электроно-подобных и дырочно-подобных возбуждений (в дальнейшем,  $e^-$  и  $p$ ) в сверхпроводнике — куперовских пар. По отдельности системы

этих возбуждений описываются обыкновенными уравнениями Шрёдингера. Учет взаимодействия между  $e^-$  и  $p$  (в виде некоторого парного потенциала  $\Delta$ ) приводил к более сложным выражениям (теперь их принято называть уравнениями Боголюбова–де Жена).

В простейшем случае, когда потенциал  $\Delta$  постоянен в пространстве (не зависит от радиуса-вектора  $\mathbf{r}$ ) и имеет вид  $\Delta = |\Delta|e^{i\mathbf{x}}$ , а также когда внешнее магнитное поле  $H = 0$ , эти уравнения можно записать как [см., например: 16, 98]:

$$\left( -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 - \mu \right) u(\mathbf{r}) + \Delta v(\mathbf{r}) = \epsilon u(\mathbf{r}), \quad (1)$$

$$\left( \frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 + \mu \right) u(\mathbf{r}) + \Delta v(\mathbf{r}) = \epsilon v(\mathbf{r}). \quad (2)$$

Здесь (1) описывает поведение  $e^-$ , а (2) —  $p$ ,  $u$  и  $v$  — соответственно, волновые функции для  $e^-$  и  $p$ ,  $\epsilon$  — волновое число (их энергия),  $m$  — масса частиц,  $\mu$  — их химический потенциал,  $\nabla^2$  — лапласиан.

Данный подход позволил де Жене и его коллегам рассмотреть ряд поверхностных эффектов в сверхпроводниках. Например, вместе с Э. Гийоном он развил теорию так называемого эффекта «близости» [16]. Это явление заключается во взаимном влиянии сверхпроводника ( $s$ ) и обыкновенного (нормального) металла ( $n$ ), приведенных в контакт. Оказалось, что в приграничной области в  $s$  электрическое сопротивление несколько возрастает, а в  $n$ , наоборот, падает, что можно объяснить диффузией куперовских пар из  $s$  в  $n$ . Эффект близости был детально изучен экспериментаторами группы де Жена.

Совместно с Д. Сен-Жамом де Жен показал возникновение так называемых «связанных» энергетических состояний в слое  $n$ , контактирующем с полубесконечным  $s$ -образцом [17; 83, т. I, с. 16–31; 99]. При этом де Жен и Сен-Жам близко подошли к рассмотрению явления отражения электрона, падающего из нормального металла, от поверхности сверхпроводника, при котором электрон превращается в дырку, а появившаяся при этом новая куперовская пара участвует в процессе проводимости в сверхпроводнике. Этот эффект был в это же время детально описан А.Ф. Андреевым и носит название «Андреевского отражения» [100].

Как известно, существуют сверхпроводники двух видов [см., например: 98]. У сверхпроводников первого рода (например, Hg) поверхностное натяжение на границе с нормальным металлом  $\sigma_{ns} > 0$ . При приложении к такому материалу внешнего магнитного поля  $H$  оно выталкивается из образца (эффект Мейсснера). При достижении  $H$  некоторого критического значения  $H_C$  сверхпроводимость исчезает, и происходит фазовый переход первого рода из  $s$  в  $n$ .

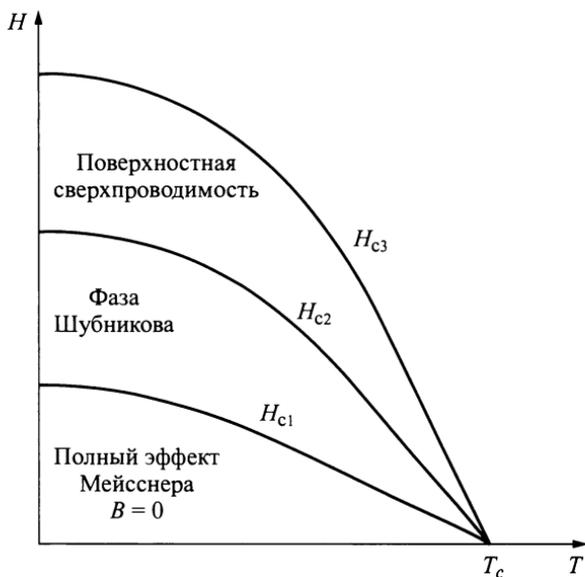


Рис. 4

У сверхпроводников второго рода (некоторые сплавы)  $\sigma_{ns} < 0$ . При приложении к такому материалу внешнего магнитного поля  $H$  оно также выталкивается из образца. В интервале полей  $H_{c1} < H < H_{c2}$  магнитное поле проникает в образец в виде вихрей (вихри Абрикосова), при этом образуется так называемая шубниковская фаза. Для  $H > H_{c2}$  сверхпроводимость в объеме образца полностью исчезает.

Де Жен и Сен-Жам теоретически установили существование критического магнитного поля (так называемого  $H_{c3}$ ), при котором уже отсутствующая в объеме образца сверхпроводимость исчезала и в тонком слое на его поверхности [17] (см. типичную фазовую диаграмму  $H(T)$  для сверхпроводника второго рода, приведенную на рис. 4 [18]). Они показали, что для наблюдения данного приграничного эффекта поле  $H$  должно быть параллельно поверхностному слою материала, толщина которого имела порядок  $1000 \text{ \AA}$ . Численные оценки дали следующее соотношение:  $H_{c3} = 1,69H_{c2}$ .

Эксперименты, доказывающие существование  $H_{c3}$ , были проведены в группе де Жена А. Мартине [см., например: 80, с. 45–47; 101]. Он изготовил стеклянный цилиндр, на поверхность которого была напылена пленка (толщиной в несколько тысяч  $\text{ \AA}$ ) сверхпроводящего сплава второго рода. К пленке припаивались две пары электродов (для измерения тока и напряжения, соответственно). Образец помещался во внешнее магнитное поле, силовые линии которого показаны на рис. 5 [см.: 80, с. 46]. В том месте, где

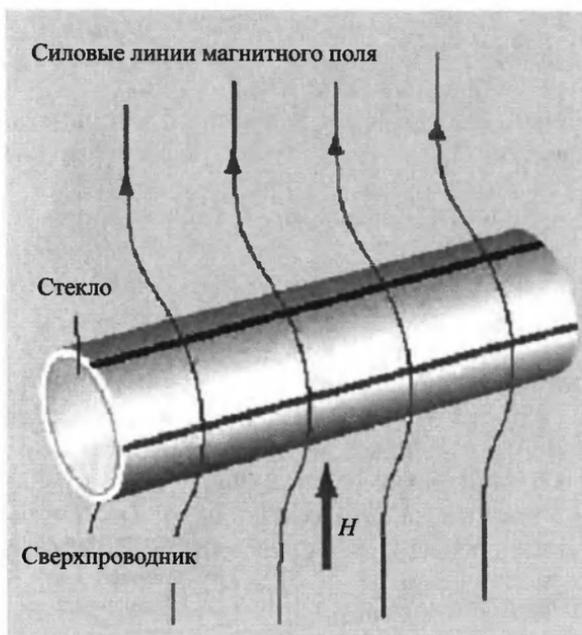


Рис. 5

$H$  было параллельно поверхности цилиндра (на жирной серой линии), наблюдалось исчезновение сверхпроводимости при  $H = H_{c3}$ . В других местах поверхности цилиндра (например, на жирной черной линии) сверхпроводимость пропадала при  $H = H_{c2}$ .

Описанный выше эксперимент убедительно доказал существование поля  $H_{c3}$  и с большой точностью подтвердил его соотношение с полем  $H_{c2}$ .

В период работы над проблемой сверхпроводимости Пьер-Жиль принимал участие во многих международных конференциях, а также выступал на семинарах и читал лекции в университетах и научных центрах по всему миру. Например, он много раз ездил в США, в 1965 г. провел некоторое время в Японии и Камбодже, а в 1966 г. — в Венесуэле. Заметим, что де Жен отказывался приехать в СССР по политическим соображениям (так как был убежденным антикоммунистом). Сюда вместо себя он посылал своих коллег. Он также никогда не посещал франкистскую Испанию.

Во время XI международного конгресса Ампера в Эйндрховене (Голландия) доклад де Жена привлек внимание знаменитого физика Хендрика Казимира — научного директора компании «Philips». Это обстоятельство способствовало укреплению научной репутации Пьера-Жиля в Европе.

В США у де Жена уже имелись достаточно прочные научные связи (см. главу IV). Главным пропагандистом его достижений в этой стране был преданный друг Фил Пинкус.

Так, довольно быстро Пьер-Жиль приобрел широкую международную известность, а результаты его научных исследований — всеобщее признание. Вот как Ж. Фридель оценивал период работы де Жена над проблемами сверхпроводимости: «Можно сказать, что его настоящий взлет начался с результатов по сверхпроводимости. До его исследований сверхпроводимости он был студентом, о котором все говорили. Затем он стал молодым маэстро. В 1960-х годах он обладал уже весомым именем в физике» [76, с. 134].

Де Жен популяризировал не только свои достижения, но и всячески старался подчеркнуть роль коллег по группе сверхпроводимости Орсе. В своих докладах он всегда упоминал их имена и указывал на их научный вклад. Он установил такой порядок, что если работа выполнялась несколькими членами его группы, то в статье указывались не имена авторов, а просто писалось: «Группа сверхпроводимости Орсе».

Такое внимательное отношение Пьера-Жиля к товарищам по работе послужило и поводом для их иронии. Коллеги де Жена — Даниэль Сен-Жам и Гобалакичена Сарма — создали шуточное общество под названием «Клуб щетки для наведения глянца». Пьер-Жиль был назначен почетным президентом клуба. А его члены, среди которых были все четыре мушкетера, многочисленные сотрудники Центра Сакле и еще целый ряд молодых исследователей, в каждом из своих научных докладов были обязаны цитировать других членов клуба, даже если те не внесли никакого вклада в представляемую работу [76, с. 134–135]!

Группа сверхпроводимости Орсе также стала очень известной. Исследователи с разных концов света теперь стремились посетить ее. Де Жен старался отвечать на все приходящие в группу письма и приглашал интересовавшихся его работой ученых приезжать в Орсе. В результате в его группе побывали многочисленные зарубежные гости, в большинстве своем американцы.

В 1960-е годы Пьер-Жиль много преподавал. В Университете Орсе он читал лекции студентам-магистрантам и молодым исследователям. В Высшей нормальной школе и в Высшей школе промышленной физики и химии г. Парижа (École supérieure de physique et chimie industrielle de la ville de Paris — ESPCI ParisTech) де Жен также вел курс атомной физики для магистрантов.

Для подготовки к лекциям Пьер-Жиль пользовался в основном оригинальными научными статьями — книг по затрагиваемым им вопросам существовало немного. Его курсы были неизменно попу-

лярны среди студентов. Лекции начинались рано утром. Он, широко шагая, быстро входил в аудиторию, кидал свой потертый портфель на стол и сразу же с курительной трубкой во рту начинал писать мелом на доске название и план лекции, делая сквозь зубы короткие комментарии. Затем он откладывал трубку в сторону и начинал лекцию. Сразу же в аудитории воцарялась тишина. Студенты знали, что де Жен всегда излагал самое существенное в начале занятия, поэтому старались слушать внимательно и не опаздывать. Пьер-Жиль обычно приводил только основные результаты и гипотезы и не вдавался в детали и промежуточные вычисления. Нередко он рассматривал одно и то же явление как в рамках классической физики, так и с позиций квантовой механики.

Де Жен обычно заканчивал лекцию немного раньше установленного времени, брал свой портфель и беззвучно удалялся. После занятия студентам казалось, что все, о чем он говорил, было очень просто и что они все поняли. Однако по прошествии нескольких дней выяснялось, что они уже не могут разобраться в своих конспектах. Одна из его студенток, Лириан Леже, впоследствии ставшая профессором Университета Орсе, вспоминала: «Тогда мы собирались большой компанией, чтобы скрупулезно проштудировать конспекты и восстановить его лекцию». Она добавляла: «У нас была мотивация, так как все, о чем он нам рассказывал, казалось новым по сравнению со всем тем, чему мы научились до этого. Это были результаты, полученные, наверное, лет десять тому назад. Нас наполняло чувство участия в приключении, вхождения в развивающуюся науку. Пьер-Жиль де Жен был немножко нашим идолом» [76, с. 136].

Студенты очень боялись устных экзаменов, которые Пьер-Жиль устраивал им в конце года. На них кроме тем из лекционного курса он мог легко спросить что-нибудь совсем неожиданное, например: «Микрофон помещен в герметичную комнату, из которой постепенно откачивают воздух. Начиная с какого момента больше не будет слышен звук?» [76, с. 136]. Даже самые лучшие студенты, среди которых были самоуверенные выпускники Политехнической школы, не чувствовали себя в безопасности.

Де Жен вспоминал: «У меня имелась тетрадка, в которой я записывал имена всех учеников и комментарии по поводу их ответов. Там были плюсы, минусы, восклицательные знаки (когда ответ был действительно нулевым) и окончательные оценки. Забавно, что многие из этих учеников сами впоследствии стали университетскими профессорами» [76, с. 136].

Студенческие выступления мая 1968 г. несколько нарушили ритм жизни Университета Орсе, и де Жен даже был вынужден на

некоторое время прекратить преподавание. Однако он всегда симпатизировал студентам и хотел, чтобы они считали его союзником, хотя и понимал, что это в полной мере недостижимо ввиду его профессорского положения. Пьер-Жиль даже совершил (как он выражался) «революционный акт» — вместе с Д. Сен-Жамом уволился с поста преподавателя-совместителя в ESPCI. Свой поступок он объяснял так: «Я находил, что школа управлялась подобно бакалейной лавке, что финансирование там получали исследователи, бывшие в милости у начальства, и т.д. Также ничего не работало там и в сфере образования» [76, с. 146]. Они вывесили свои заявления об увольнении на стенах школы. При этом администрация упрекнула их в том, что они предали огласке «частные» письма.

Прошедшие революционные события оставили свой след в Университете Орсе. Атмосфера в лаборатории физики твердого тела, например, ухудшилась. Ее сотрудники разделились на «консерваторов» и «левых». Ядро последних состояло из молодых теоретиков лаборатории. По словам Ж. Фриделя, «это сделало для Пьера-Жиля де Жена некоторые контакты сложнее, чем раньше» [76, с. 147].

В 1969 г. Пьеру-Жилю представилась возможность внести свою лепту в сглаживание остававшейся порой конфликтной атмосферы в его лаборатории. Он вместе с Ж. Фриделем и А. Гинье стал лауреатом главной премии французской Академии наук в области физики. В демократическом постреволюционном духе ученые пожертвовали все полученные ими немалые деньги на строительство кафетерия для студентов и преподавателей на крыше здания № 510, куда только что переехала их лаборатория (об этом кафетерии см. также в Приложении).

Несмотря на то что де Жен много работал и путешествовал, он старался уделять как можно больше времени своей семье. Сразу же после назначения в Университет Орсе он купил большой и красивый буржуазный дом в четверти часа ходьбы от места своей работы (см. главу VII).

Как и раньше, во всем, что касалось ведения домашнего хозяйства, Пьер-Жиль полностью полагался на жену. Он часто возвращался с работы поздно, но всегда старался поспеть к ужину в кругу семьи. За столом он обычно рассказывал детям сюжеты фильмов, которые они раз в неделю смотрели в кино вместе с Анни. Иногда он делился с ними и некоторыми новыми экспериментами своей лаборатории.

Де Жен не имел дома телевизора и был категорически против того, чтобы его дети смотрели мультфильмы. Он предпочитал рассказывать им разные истории или читать книги. Из своих

зарубежных поездок Пьер-Жиль привозил детям в основном технические игрушки, например, пружины, которые сами спускаются с лестниц, или шары, меняющие свой цвет, когда их берут в руку.

Анни устроила мужу (на втором этаже их дома) рабочий кабинет – его стены были обиты специальным звукоизолирующим материалом. В будние дни вечерами де Жен никогда не работал: читал, слушая музыку или передачи по радио и обычно около десяти часов вечера подкреплялся приготовленными для него женой сэндвичами. Напротив, по выходным он очень часто уединялся в своем кабинете и творил.

Детям разрешалось играть и шуметь практически повсюду в доме, кроме непосредственной близости от кабинета отца. Иногда, правда, (когда в доме бывали сверстники-друзья) дети нарушали запрет и тихонько приоткрывали дверь кабинета Пьера-Жиля, чтобы показать своим товарищам «папу, который работает» [76, с. 137].

Де Жен всегда проводил каникулы в кругу семьи. Они часто отправлялись к бабушке Ивонне на семейную ферму в Орсьере. Были и многочисленные выезды в горы, пикники у озера, прогулки на байдарках. Этот вид спорта сильно увлекал Пьера-Жиля в то время.

Однажды он даже чуть не утонул, когда в Бургундии плыл на байдарке по поднявшейся от дождей быстрой реке. На воде было две байдарки. В первой из них находился сам де Жен, а во второй – молодая девушка, знакомая их семьи. Осторожная Анни осталась с детьми на берегу. Внезапно дорогу преградил завал из стволов деревьев, перемешанных с ветками, длиной примерно метров в тридцать. Байдарку с девушкой затянуло под этот завал. Подобравшись поближе, Пьер-Жиль помог девушке выбраться из ловушки, но тут же сам очутился на глубине, в быстрой и мутной воде под стволами. Спасло его только то, что он был отличным пловцом и не поддавался панике [76, с. 139].

Обычно летом де Жен брал свою семью на различные конференции и научные школы. Так они посетили США, Канаду, Мексику, Югославию.

Начиная с 1965 г. интерес Пьера-Жиля к проблемам сверхпроводимости стал постепенно угасать. Он начал задумываться над новыми темами для исследования.

Де Жен поставил в известность Ж. Фриделя о том, что прекращает заниматься сверхпроводимостью. Своим же коллегам (как теоретикам, так и экспериментаторам) он предоставил полную свободу выбора дальнейшей научной тематики. В результате только Ж.-П. Бюрже и Э. Гийон еще некоторое время продолжали

экспериментировать со сверхпроводниками, но и это продлилось недолго. Фридель сожалел о том, что под влиянием решения Пьера-Жиля работы по сверхпроводимости в его лаборатории были свернуты. Однако был вынужден признать, что, когда капитан покидает корабль, на мачте опускают флаг.

Ученый подытожил свои работы о сверхпроводимости в ставшей классической монографии [18]. В дальнейшем де Жен будет снова возвращаться к размышлениям над теорией сверхпроводимости, только уже высокотемпературной (см. главы VIII и XIII).

В 1966–1968 гг. Пьер-Жиль находился на перепутье – искал новую большую тему для исследований. В эти годы он сделал несколько работ по сверхтекучести, а также занимался динамикой полимерных цепей в растворах (включая и ДНК).

### Группа жидких кристаллов Орсе

К концу 1968 г. де Жен принял решение изучать жидкие кристаллы [см. также: 102, 103]. В знак уважения к первым ученым-жидкокристаллыкам он как-то назвал историю исследования этих веществ, начавшуюся еще в конце XIX в. и продолжающуюся (вместе с развитием дисплейных технологий) по сей день, «одиссеей» [76, с. 149]. Его собственная жидкокристаллическая одиссея была достаточно короткой (примерно с 1968 по 1972 г.), но очень плодотворной.

Ученый пришел к мысли заняться жидкими кристаллами почти случайно. Однажды он столкнулся во дворе Высшей нормальной школы (где читал лекции) с одним из своих бывших профессоров, Жаном Бросселем. Тот рассказал де Жену, что его ученик Жорж Дюран только что вернулся из Гарвардского университета, где в течение года занимался экспериментальными исследованиями оптических свойств жидких кристаллов под руководством Н. Бломбергера<sup>1</sup>. Броссель хвалил Дюрана и просил Пьера-Жиля найти для него место в лаборатории Орсе.

Этот разговор подтолкнул де Жена к размышлениям о жидких кристаллах и чтению литературы об этих тогда еще неизвестных широко веществах. Изучив, в частности, обзорную статью талантливого советского физика, одного из пионеров исследования этих веществ, И.Г. Чистякова<sup>2</sup> в «Успехах физических наук» (1966 г.) [104], де Жен увидел, «насколько жидкие кристаллы были еще мало поняты» [76, с. 150].

Жидкие кристаллы (или мезофазы, т.е. промежуточные фазы, как их еще называют), действительно, представляют собой некоторые пограничные состояния между жидкостью и твердым телом

---

<sup>1</sup> Бломберген Николас (1920–2017) – американский физик норвежского происхождения, специалист в области нелинейной оптики (Нобелевская премия за 1981 г.).

<sup>2</sup> Мне посчастливилось быть последним дипломником (а затем начинающим научным сотрудником) профессора И.Г. Чистякова в возглавляемой им лаборатории жидких кристаллов в Институте кристаллографии АН СССР (г. Москва) в 1981–1982 гг.

(кристаллом). Они могут течь, подобно жидкости, но в то же время обладают ориентационным и даже, в отдельных случаях, позиционным порядком, присущим твердым кристаллам.

Различают две большие группы жидких кристаллов: термотропные, которые претерпевают фазовые переходы при изменении температуры, и лиотропные, испытывающие фазовые превращения при варьировании концентрации раствора.

Термотропные жидкие кристаллы состоят из удлинённых органических молекул, которые стремятся расположиться параллельно друг другу. Существует большое количество фаз таких кристаллов: например, нематики, в которых молекулы ориентируются в одном направлении; холестерики, где они параллельны в плоскостях, но вся структура закручена по спирали; смектики, где молекулы сгруппированы во взаимно параллельные плоскости.

Лиотропные жидкие кристаллы построены из так называемых амфифильных молекул, полярная головка которых в водных растворах ориентируется к воде (т.е. она гидрофильна), а длинный углеводородный хвост уходит от воды (т.е. он гидрофобен). Такие молекулы могут формировать различные фазы в растворах: например, слоистые или мицеллярные (состоящие из круглых или цилиндрических образований – мицелл). Типичными лиотропными жидкими кристаллами являются концентрированные растворы мыла.

К описываемому нами времени жидкие кристаллы были открыты уже достаточно давно.

Термотропные мезофазы были впервые обнаружены и исследованы в соединениях холестерина австрийским ботаником Фридрихом Рейнитцером и немецким физиком Отто Леманом в 1888 г. [см., например: 105–108].

Первые наблюдения лиотропных жидких кристаллов, по-видимому, были сделаны еще в XVIII в. французским естествоиспытателем Жоржем-Луи Леклерком, графом де Бюффоном, который изучал так называемые миелиновые формы в водных растворах лецитина. Он сравнивал полученные текстуры с переплетенными угрями. Миелин, являющийся сложной, варьируемой по составу комбинацией биоорганических соединений, широко распространен в живых организмах, в частности он служит изоляционным материалом нервных волокон. Он был впервые описан немецким биологом Рудольфом Вирховым в 1854 г. (ему же принадлежит и термин «миелин»), который наблюдал текстуры водных растворов этого вещества. Однако, структура миелина тогда еще не была расшифрована [см., например: 105].

Открытие лиотропных жидких кристаллов приписывается шведскому химику Хакону Сандквисту. В 1916 г. он (с помощью

О. Лемана) установил, что концентрированный водный раствор 10-бромфенатрен-6-сульфоокислоты обладает всеми свойствами жидкого кристалла [см.: 107, 108].

Лиотропным мезофазам сначала не было придано должного значения, и большинство исследований проводилось на термотропных жидких кристаллах. Они активно изучались в годы, прошедшие между Первой и Второй мировыми войнами, однако затем были на время забыты, и интерес к ним стал снова возобновляться лишь в 1960-е годы.

Начало французской школе изучения жидких кристаллов положил визит О. Лемана в Париж в 1909 г., где он встретился со многими физиками, интересовавшимися этими необычными веществами. Среди них были известный кристаллограф Жорж Фридель, дед Жака Фриделя, директор Высшей национальной школы горных инженеров г. Сен-Этьена (*École nationale supérieure de mines de Saint-Étienne*), и тогда еще молодой ученый из парижской Высшей нормальной школы Шарль Моген. Они-то и стали первыми французскими исследователями жидких кристаллов.

Пожалуй, именно Ж. Фридель внес самый крупный вклад в изучение мезофаз в период становления науки об этих веществах во Франции. В 1920-е годы он предложил первую классификацию термотропных жидких кристаллов, разделив их на три группы: нематические, холестерические и смектические [109]. Значительная роль, сыгранная дедом старшего товарища в науке о мезоморфном состоянии вещества, была достаточно символическая для де Жена.

Среди других французских пионеров изучения жидких кристаллов следует также отметить ученика Ж. Фриделя Франсуа Гранжана, сына Ж. Фриделя Эдмона и ученика Ш. Могена Пьера Шателена, работавшего в Университете Монпелье. Последний в 1941 г. придумал широко использующийся на практике метод ориентации нематиков. Он показал, что стекло, натертое в одном направлении каким-либо мягким материалом (тканью, бумагой), дает однородную («монокристаллическую») ориентацию молекул контактирующей с ним нематической мезофазы [110].

Увлечшись жидкими кристаллами, де Жен уже не мог отпустить от себя молодого Дюрана, имевшего опыт экспериментальных измерений в этой области. Пьер-Жиль предложил ему работу в лаборатории физики твердого тела в Орсе, предварительно предупредив: «У нас мало места и мало средств» [76, с. 151]. Однако Дюран был очень рад возможности продолжить свои американские исследования и без колебаний согласился.

Начиная с сентября 1968 г. он стал собирать вокруг себя экспериментальную группу по изучению жидких кристаллов. В нее

вошли: вначале — молодая исследовательница из Гренобля, Мадлен Весе, а немного позднее два аспиранта — Лилиан Леже и Франсис Ронделез.

В это время сам де Жен думал над еще не совсем решенной тогда проблемой: почему нематические жидкие кристаллы выглядят мутными? Существовало два взгляда на структуру этих мезофаз. Одна группа ученых (например, голландский физик Леонард Орнштейн) считала, что нематики состоят из так называемых «роев» (областей с параллельной ориентацией молекул) и поэтому не являются непрерывной средой. Другие исследователи (среди них выделялся немецкий физик Ганс Цохер) были сторонниками континуальной теории, согласно которой нематик — это непрерывная среда (континуум), в которой средняя ориентация молекул плавно варьируется от точки к точке.

Де Жен теоретически окончательно показал, что вторая гипотеза является верной и что нематики выглядят мутными из-за сильного рассеяния света на тепловых флуктуациях ориентации их молекул [19–23]. В рамках макроскопической континуальной теории (рассматривая нематик как непрерывную среду) он решил задачу о рассеянии света на флуктуациях ориентационных. В частности, он показал, что отношение дифференциальных сечений рассеяния в нематике ( $\sigma_N$ ) и в изотропной жидкости ( $\sigma_1$ ) имеет вид

$$\sigma_N / \sigma_1 \sim 1 / (qa)^2, \quad (3)$$

где  $q = 2\pi/\lambda$  — волновое число для рассеянного света,  $a$  — диаметр молекулы нематика.

Так как  $q \sim 10^7 \text{ м}^{-1}$  (для видимого света) и  $a \sim 10^{-10} \text{ м}$ , следовательно,  $\sigma_N / \sigma_1 \sim 10^6$ , т.е. рассеяние света в нематике на 6 порядков больше, чем в обычной изотропной жидкости.

По просьбе де Жена Дюран осуществил некоторые расчеты в этой первой работе по жидким кристаллам, хотя и не был теоретиком. Пьер-Жиль предложил ему доложить полученные результаты на конференции в США, так как сам он туда ехать не хотел в знак протеста (из-за войны во Вьетнаме). Дюран рассказывал: «Итак, я отправился туда и представил эту работу перед самыми известными людьми в жидкокристаллическом сообществе: “Пьер-Жиль де Жен посчитал это, пришел к такому заключению и т.д.” В конце они сказали мне: “Вы знаете, Ваш студент забыл здесь перекрестный член!”» [76, с. 152]. Действительно, в то время в среде жидкокристалликов имя де Жена было (пока) никому не известно.

Вернувшись во Францию, Дюран сообщил Пьеру-Жилью о допущенной неточности, и тот моментально все понял и исправил

ошибку. Дюран отказывался быть соавтором публикаций по теории флуктуаций в нематиках, так как считал свой вклад в расчеты незначительным. В результате (как это уже делалось для ряда работ по сверхпроводимости, см. главу V), некоторые статьи по жидким кристаллам были подписаны не именами авторов, а названием их научного коллектива: «Группа исследований жидких кристаллов (Орсе)» [см., например: 22].

Затем пришло время экспериментального подтверждения теоретических предсказаний де Жена. М. Весе вспоминала: «Итак, мы приступили к экспериментам для того, чтобы проверить эту модель с помощью тогда еще неизвестного во Франции метода светорассеяния. Потребовались большие усилия, чтобы осуществить эти измерения» [76, с. 153]. Но труд был не напрасен, так как полученные опытные результаты полностью согласовывались с теорией Пьера-Жиля.

Узнав об успехах только что созданной команды по изучению жидких кристаллов, некоторые другие сотрудники Университета Орсе присоединились к группе де Жена. Это были, например, Морис Клеман, специалист по дефектам, и уже упоминавшийся выше Этьен Гийон, который оставил из-за жидких кристаллов свои работы по сверхпроводимости, а также многие другие: специалисты по оптике, кристаллографии и т.д.

У Пьера-Жиля хватало идей, чтобы обеспечить работой всех этих исследователей. Его радовало, что такое количество людей объединилось для достижения одной цели. По его мнению, это делало научные изыскания очень эффективными.

Однако вначале в группе были проблемы с химическим синтезом необходимых для экспериментов жидких кристаллов и с разработкой новых мезофаз. Так, первые измерения были проведены на образцах, привезенных Дюраном из США, затем использовались жидкие кристаллы, синтезированные химиками из Коллежа де Франс и фирмы «Thomson». Для решения проблемы с веществами де Жен пригласил в свою группу трех химиков – Лежека Стржеleckого, Лионеля Льебера и, позднее, Патрика Келлера.

Для работы в группе Пьер-Жиль привлек и целый ряд молодых теоретиков – Элизабет Дюбуа-Виолетт, Оливье Пароди, Мориса Папулара и др., а также аспирантов: Франсуазу Брошар-Вьяр и Альбера Рапини. Де Жен старался культивировать среди своих молодых коллег дух здоровой конкуренции и предоставлять им полную самостоятельность в работе, для того чтобы, помогая друг другу и одновременно соревнуясь между собой, они развивались бы в самостоятельных учениках.

Свои идеи и некоторые формулы, дававшие толчок к дальнейшей работе своих учеников, Пьер-Жиль обычно записывал в ходе дискуссий с ними мелом на доске. Затем его младшие коллеги

старались как можно дольше не стирать написанное, давая себе время на его осмысление.

В конечном счете многие работы, выходявшие из группы жидких кристаллов Орсе, подписывались именами учеников де Жена, а ему выражалась благодарность в конце статей «за идею работы и многочисленные полезные обсуждения».

Внутри группы не обходилось и без конфликтов. Так, например, возникали споры из-за лидерства среди экспериментаторов между Дюраном и Гийоном. Однако де Жен всегда старался стоять выше этих дразг. Как-то один из учеников пожаловался Пьеру-Жилью на то, что коллега украл у него идею. На это ученый ответил: «Я не желаю ничего знать. Для меня — самое важное, чтобы наука двигалась вперед» [76, с. 154].

Тем временем де Жена удалось предсказать в рамках континуальной теории явление раскрутки холестерической спирали во внешних магнитных и электрических полях [19, 20, 24]<sup>3</sup>.

Схема, показывающая этапы раскрутки спиральной структуры в магнитном поле для холестерика с диамагнитной анизотропией  $\chi_a > 0$ , приведена на рис. 6а [112]. Планарная текстура холестерика в увеличивающемся магнитном поле  $H$ , параллельном опорным плоскостям жидкокристаллической ячейки, трансформируется в планарную текстуру нематика. При этом происходит рост шага холестерической спирали  $P$  по сравнению с его равновесным значением  $P_0$  (при  $H = 0$ ) и полная раскрутка спирали ( $P \rightarrow \infty$ ) при  $H = H_c$  ( $H_c$  — критическое поле) (см. рис. 6б) [24]. Раскрутка сопровождается деформацией спирали и формированием так называемых 180-градусных стенок, разделяющих области спирали, где молекулы уже развернулись по направлению поля. Эти стенки исчезают при  $H = H_c$ , и образуется обычный нематик (рис. 6а).

Де Жен нашел следующее выражение для  $H_c$ :

$$H_c = \frac{\pi^2}{\rho_0} \left( \frac{K_{22}}{\chi_a} \right)^{1/2}. \quad (4)$$

Здесь  $K_{22}$  — упругая постоянная кручения холестерика.

Пьер-Жиль отмечал [19, 20], что формула (4) была независимо выведена и Робертом Мейером [113] (см. также ниже в этой главе).

<sup>3</sup>Заметим, что впервые подобная раскрутка спиральных структур внешним магнитным полем была описана для магнетиков в 1964 г. советским физиком школы Ландау — И.Е. Дзялошинским [см., например: 111]. В этой физической аналогии в очередной раз проявляется неоднократно подчеркиваемая де Женом универсальность различных физических явлений (см. главу III).

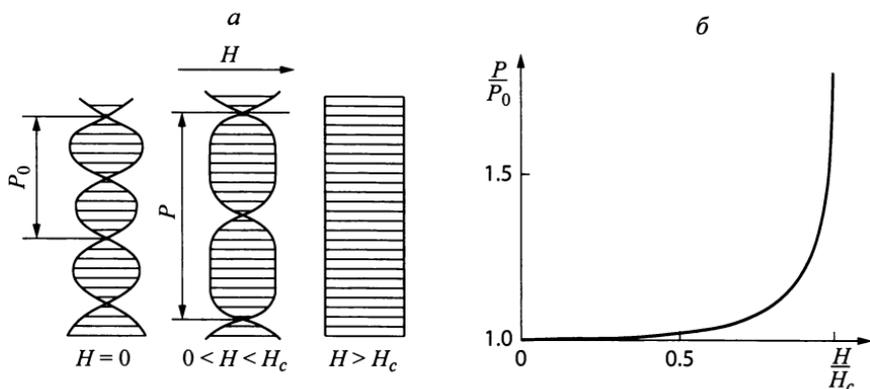


Рис. 6

Де Жен рассчитал также зависимость  $\frac{P}{P_0}$  от  $\frac{H}{H_c}$  (рис. 6б), которая хорошо совпадала с экспериментальными данными, полученными группой Орсе [19, 20].

Он послал результаты своих вычислений в Университет Монпелье, отдавая дань уважения недавно вышедшему на пенсию П. Шателену, и предложил его группе провести соответствующие эксперименты. Не получив ответа, Пьер-Жиль был разочарован и впоследствии больше никогда не сотрудничал с группой Монпелье.

Де Жен изложил свои новые результаты по холестерикам на одной из лекций спецкурса по жидким кристаллам, который читал в Университете Орсе. Присутствующие в зале Ж. Дюран и М. Весе показали демонстрационный эксперимент, подтверждающий его теорию.

Затем Пьер-Жиль теоретически описал гидродинамику мезофаз и различные виды электрогидродинамических (ЭГД) неустойчивостей в жидких кристаллах [83, т. I, с. 131–184; 19, 20, 22, 23, 25, 26]. В частности, он внес существенный вклад в развитие макроскопической теории динамики нематиков, охарактеризовав с помощью уравнений нематодинамики длинноволновые динамические флуктуации в этих мезофазах. Это было сделано с целью интерпретации экспериментов по неупругому светорассеянию, проводимых в группе Орсе. Данные работы позволили найти соотношения между коэффициентами вязкости Лесли.

Пьер-Жиль развил модель Карра–Хельфриха для описания ЭГД неустойчивостей в нематиках (доменов Капустина–Вильямса, шевронов) – пороговых эффектов, возникающих в постоянных и переменных электрических полях [см. например: 114, 115]. В своей модели де Жен учел динамические процессы релаксации ориентации молекул.

Последнее позволило понять механизмы, лежащие в основе функционирования первого поколения жидкокристаллических

дисплеев, работавших на ЭГД эффекте. Экспериментальные наблюдения ЭГД неустойчивостей в зависимости от величины приложенного переменного напряжения и его частоты были осуществлены в группе Орсе Ф. Ронделезом совместно с Ж. Дюраном и М. Весе.

В продолжение работы по ЭГД неустойчивостям Пьеру-Жилью пришла мысль разобраться в нестабильностях, возникающих в результате тепловой конвекции в жидких кристаллах. Он сформулировал задачу и поручил теоретическую часть работы Э. Дюбуа-Виолетт, а эксперименты – Э. Гийону и его аспиранту Павлу Пьеранскому, ныне известному жидкокристаллику. Результатом явилась целая серия статей, в которых де Жен не поставил своего имени, отдав пальмы первенства непосредственным исполнителям.

Затем Пьер-Жиль пытался разобраться с различными структурными нарушениями (дефектами), наблюдаемыми в жидких кристаллах, обратив внимание на то, что они очень похожи на дефекты в сверхпроводниках. Однако ему не удалось построить их строгого теоретического описания. Делу мог бы помочь случай.

Однажды в воскресенье де Жен и его гость Барри Мазур, известный математик из Гарвардского университета, прогуливались с супругами по Шеврёзской долине, недалеко от Орсе, и собирали ежевику. Де Жен рассказал Мазуру о своих размышлениях над дефектами, на что собеседник ответил: «Ты знаешь, существует необыкновенный инструмент, который мог бы тебе помочь. Это – гомотопические группы» [76, с. 158]. И математик объяснил Пьеру-Жилью буквально на пальцах, как эти группы позволяют описывать свойства среды вблизи сингулярностей (дефектов).

Де Жен почитал соответствующую литературу и стал думать о применении гомотопических групп для классификации дефектов в мезофазах, однако через некоторое время отказался от решения этой задачи. Он вспоминал: «Я окончательно забросил эту проблему... Тем не менее Барри Мазур навел меня на верный след... Через несколько лет Жерар Тулуз и Морис Клеман сделали работу, которую можно назвать исторической. Они построили общую топологическую теорию дефектов, используя тот же самый инструмент – гомотопические группы. Это показывает, что я мог запросто прогляупить интересные вещи...» [76, с. 158–159].

Показательно, что название типичного для нематиков дефекта – «дисклинации» принадлежит де Жену и Жаку Фриделю. Они заменили этим термином первоначально предложенное английским физиком-теоретиком Чарльзом Фрэнком название – «дисинклинация» [80, с. 51].

Важными научными достижениями де Жена явилось развитие макроскопической континуальной теории упругости мезофаз

и теории фазовых переходов Ландау [см., например: 116] для анализа фазовых превращений в жидких кристаллах.

Для описания упорядочения одноосных нематических мезофаз в рамках континуальной теории Пьер-Жиль ввел тензорный параметр порядка  $Q_{ij}$  [19, 20, 27–29]. Он первоначально связал его с компонентами тензора магнитной восприимчивости. Заметим, однако, что в качестве  $Q_{ij}$  можно использовать любую физическую характеристику жидкого кристалла, описываемую полярным симметричным тензором второго ранга. Часто бывает удобно выражать  $Q_{ij}$  через компоненты директора  $\mathbf{n}$  — единичного вектора, указывающего направление средней ориентации молекул в данном объеме:

$$Q_{ij} = Q(n_i n_j - \frac{1}{3} \delta_{ij}). \quad (5)$$

Здесь  $Q = \frac{1}{2} \langle (3\cos^2\theta - 1) \rangle$  — так называемый скалярный параметр порядка, впервые введенный В.Н. Цветковым<sup>4</sup> [117], угловые скобки означают усреднение,  $\theta$  — угол между выделенной осью  $z$  и ориентацией директора,  $n_i$  и  $n_j$  (где  $i, j = 1, 2, 3$ ) — компоненты вектора  $\mathbf{n}$ ,  $\delta_{ij}$  — символ Кронекера.

Параметр  $Q$  в формуле (5) дает долю молекул, которые ориентированы своими длинными осями в заданном направлении (ось  $z$ ).  $Q = 0$  при хаотическом расположении молекул и увеличивается с ростом степени их упорядочения, достигая своего максимального значения,  $Q = 1$ , в полностью упорядоченной фазе.

Записывая деформации, возникающие в жидком кристалле как частные производные тензорного параметра порядка по координатам ( $\frac{\partial Q_{ij}}{\partial x_k}$ , где  $k = 1, 2, 3$ ), де Жен существенно упростил континуальную теорию (теорию упругости) жидких кристаллов.

Используя феноменологический подход Ландау, основанный на разложении плотности свободной энергии  $F$  в ряд по степеням малого параметра порядка вблизи точки фазового перехода, де Жен описал фазовое превращение нематик — изотропная жидкость [19, 20, 27, 28].

В этом случае разложение  $F$  по степеням тензора  $Q_{ij}$  имеет вид

$$F = F_0 + \frac{1}{2} A Q_{ij} Q_{ji} + \frac{1}{3} B Q_{ij} Q_{ji} Q_{ki} + \frac{1}{4} C Q_{ij} Q_{jk} Q_{km} Q_{mi} + \dots \quad (6)$$

Здесь  $F_0$  — плотность свободной энергии изотропной фазы;  $A = \alpha(T - T^*)$ , где  $T^*$  — некоторая температура, немного меньшая

<sup>4</sup>Цветков Виктор Николаевич (1910–1999) — известный российский физик, член-корреспондент РАН, специалист в области жидких кристаллов и полимеров.

температуры фазового перехода  $T_{NI}$ ,  $\alpha = \text{const}$ ; коэффициенты  $A$ ,  $B$  и  $C$  являются плавными функциями температуры и давления. Суммирование в (6) ведется по повторяющимся индексам.

Используя (5), выражение (6) можно записать через скалярный параметр порядка  $Q$ .

Формула (6) позволяет рассчитать зависимости  $F$  от  $Q$  для различных температур. При  $T > T_{NI}$  абсолютный минимум  $F$  соответствует  $Q = 0$  (изотропной фазе). При  $T < T_{NI}$  минимум наблюдается для  $Q \neq 0$  (нематическая фаза). При  $T = T_{NI}$  могут сосуществовать изотропная и нематическая фазы с конечным параметром порядка  $Q = Q_c$ , т.е. переходом в точке  $T_{NI}$  является фазовым переход первого рода. Более низкая температура  $T^*$  в выражении (6) соответствует обращению в ноль члена, содержащего  $Q^2$ . Ниже  $T^*$  изотропная фаза полностью неустойчива относительно нематического упорядочения.

Отталкиваясь от предварительных экспериментальных результатов Ж. Дюрана по светорассеянию на смектиках А, де Жен (опять же в рамках феноменологического подхода Ландау) развил макроскопическую теорию фазового перехода смектик А – нематик [83, т. I, с. 98–126; 19, 20, 30].

В нематической фазе плотность  $\rho$  является величиной постоянной (рис. 7а). В смектике А  $\rho$  модулируется – становится периодической функцией координаты  $z$ , нормальной смектическим слоям (рис. 7б) [112].

$$\rho(z) = \rho(z + l). \quad (7)$$

Здесь  $l$  – расстояние между смектическими слоями.

Функцию (7) можно разложить в ряд Фурье по косинусам, ограничившись двумя первыми членами ряда [см., например: 19, 20, 112]:

$$\rho(z) = \rho_0 + |\psi| \cos(qz + \varphi). \quad (8)$$

Здесь  $\rho_0$  – постоянная плотность нематической фазы,  $|\psi|$  – амплитуда волны плотности в смектике А,  $q = 2\pi/l$  – волновое число,  $\varphi$  – произвольная фаза.

В смектике А  $|\psi| \neq 0$ , тогда как в нематической фазе  $|\psi| = 0$ , поэтому де Жен использовал  $|\psi|$  в качестве параметра порядка для описания фазового перехода смектик А – нематик.

Де Жен и известный американский физик Уильям МакМиллан независимо друг от друга отмечали, что такой параметр порядка (если его представить в комплексном виде) аналогичен периодической функции распределения в жидком гелии (при Бозе конденсации) [30, 118].

Далее де Жен показал, что фазовое превращение смектик А – нематик описывается так же, как и переход сверхпроводник ( $s$ ) – обыч-

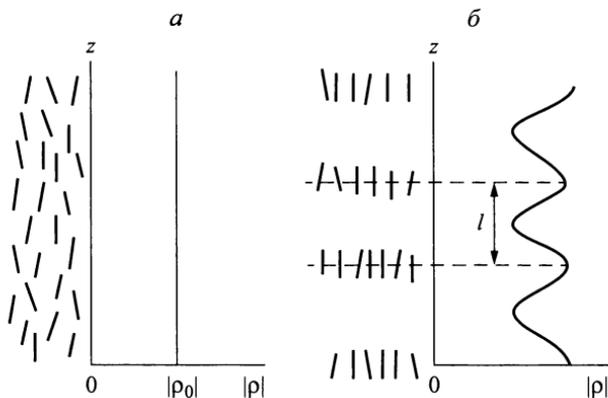


Рис. 7

новенный металл ( $n$ ) (см. также главу V), рассмотренный Л.Д. Ландау и В.Л. Гинзбургом [120], — выражения для свободной энергии в обоих этих случаях аналогичны. Отсюда он сделал вывод, что переход смектик А — нематик подобен  $s$ — $n$  [30; 83, т. I, с. 98—126].

Установления факта, что такие, казалось бы, непохожие друг на друга объекты, как смектические жидкие кристаллы и сверхпроводники, подчиняются одинаковым физическим законам, явилось одним из самых главных научных достижений де Жена рассматриваемого периода. Это открытие стало возможным благодаря тому, что Пьер-Жиль имел большой опыт анализа фазовых переходов в магнетиках и сверхпроводниках, и для него стало быстро очевидным, что для описания жидких кристаллов можно применять сходные методы. Работы де Жена по фазовым переходам в жидких кристаллах дали толчок к его дальнейшим поискам «суперзаконов» природы, универсально описывающих самые различные явления. Вот как говорил об этом Ж. Фридель: «В самом деле, оказывается, что для решения целого ряда задач в жидких кристаллах можно использовать такие же теоретические методы, как и для сверхпроводников. Например, это — описание с помощью параметра порядка. Таким образом, Пьер-Жиль де Жен мог непосредственно применить к жидким кристаллам тот новый подход, который он разработал для сверхпроводников. В этом и состояла его большая оригинальность. Но мне также кажется, что он не смог бы взять новый барьер, если бы уже предварительно не задумывался о полимерах» [76, с. 151].

Если считать, что параметр нематического порядка имеет фиксированное значение  $Q_0$ , то разложение плотности свободной энергии смектика А по малому вблизи температуры перехода в нематическую фазу  $|\psi|$  имеет вид [112]

$$F_A = \alpha_0 |\psi|^2 + \beta_0 |\psi|^4 + \dots \quad (9)$$

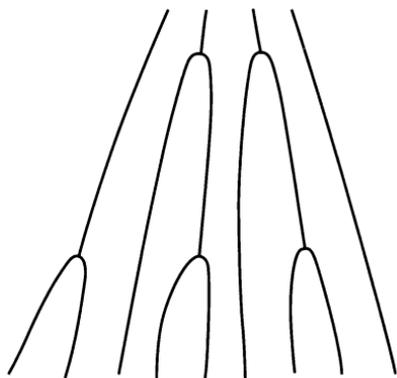


Рис. 8

Здесь  $\alpha_0 = \alpha(T - T_{AN})$  и  $\beta_0 \neq f(T) > 0$  – коэффициенты разложения,  $T_{AN}$  – температура фазового перехода.

Очевидно, что в рамках данного упрощенного рассмотрения при  $T = T_{AN}$  будет иметь место фазовое превращение второго рода. Однако при переходе из нематической в смектическую  $A$  фазу ориентационный параметр порядка в каждом из смектических слоев изменяется (либо убывает, либо возрастает)

на некоторую величину  $\delta Q$ , т.е. имеет место взаимодействие между смектическим и нематическим параметрами порядка. Де Жен показал, что учет такого взаимодействия может приводить к фазовым переходам смектик  $A$  – нематик как первого, так и второго рода [подробнее см.: [19, 20].

Пьер-Жиль также обнаружил аналогию в структуре смектиков  $A$  и сверхпроводников. Рассмотрим конкретную ситуацию, изображенную на рис. 8 [19, 20]. Здесь представлена смектическая  $A$  фаза, подверженная продольному изгибу. Так как смектик стремится сохранять расстояния между слоями, то в нем возникают краевые дислокации. В случае же деформации кручения появляются винтовые дислокации. Такие дефектные жидкокристаллические фазы аналогичны шубниковской фазе в сверхпроводниках второго рода. В последнем случае магнитное поле частично проникает в сверхпроводящий материал в виде квантовых вихрей (вихрей Абрикосова) (см. главу V).

Итак, подобно тому как сверхпроводники первого или второго рода стремятся вытолкнуть наружу магнитное поле (эффект Мейснера или возникновение вихрей Абрикосова и шубниковской фазы), так и смектики стремятся вытеснить из себя деформацию.

Описанная аналогия позволила впоследствии понять структуру одной из так называемых голубых фаз холестерика – закрученной зернограницной фазы (twist grain boundary – TGB phase), представляющей собой упорядоченный массив стенок винтовых дислокаций.

Де Жен также внес вклад в физику поверхности мезофаз – научное направление, чрезвычайно важное для конструирования жидкокристаллических дисплеев. Так, он и Е. Дюбуа-Виолетт теоретически описали взаимодействие нематических жидких

кристаллов с анизотропными (твердокристаллическими) подложками. Они предсказали интересный поверхностный эффект – так называемый локальный переход Фредерикса [31, 32]. Явление было названо по аналогии с переходом Фредерикса<sup>5</sup> – переориентацией директора в объеме нематического жидкого кристалла во внешнем магнитном или электрическом поле [см., например: 19, 20, 112].

Заметим, что одними из первых, кто наблюдал ориентацию жидких кристаллов на твердокристаллических сколах, были уже упомянутые Ш. Моген [121] и Ф. Гранжан [122].

Де Жен и Дюбуа-Виолетт рассмотрели следующую конкретную задачу. Полубесконечный слой нематика находится в контакте с тонкой аморфной пленкой, которая ориентирует директор короткодействующими силами сцепления планарно (параллельно поверхности, угол между нормалью к поверхности и директором:  $\theta = \pi/2$ ). Эта пленка покрывает (экранирует) анизотропную (кристаллическую) подложку, ориентирующую нематический директор далекодействующими ван-дер-ваальсовыми (дисперсионными) силами гомеотропно (перпендикулярно поверхности,  $\theta = 0$ ) (рис. 9а) [31].

Свободные энергии для планарной,  $F_{\pi/2}$ , и гомеотропной –  $F_0$  ориентаций директора становятся равными между собой при следующем критическом значении  $W_c$  энергии сцепления (анизотропии поверхностного натяжения) нематика с аморфной пленкой:

$$W_c = \int_{\delta}^{\infty} U(z) dz. \quad (10)$$

Здесь  $\delta$  – толщина аморфной пленки,  $U(z) = \frac{A}{z^3}$  – ван-дер-ваальсов потенциал анизотропной подложки,  $A$  – константа Гамакера,  $z$  – координата, нормальная к подложке.

При выполнении условия (10) реализуется резкий (первородный) переход между планарной и гомеотропной текстурами нематического директора. Если же условие (10) не выполняется, то (в зависимости от толщины экранирующей пленки) возможны плавные (второродные) переходы между планарной и наклонной и между гомеотропной и наклонной ориентациями.

По-видимому, первые экспериментальные наблюдения локального перехода Фредерикса были осуществлены во Франции в 1976 г. [123]. Здесь слой нематика экранировался от стеклянной подложки тонкой углеродной пленкой. Энергия сцепления между нематиком и пленкой варьировалась при изменении температуры.

<sup>5</sup> Этот эффект был открыт известным советским физиком Всеволодом Константиновичем Фредериксом (1885–1944).

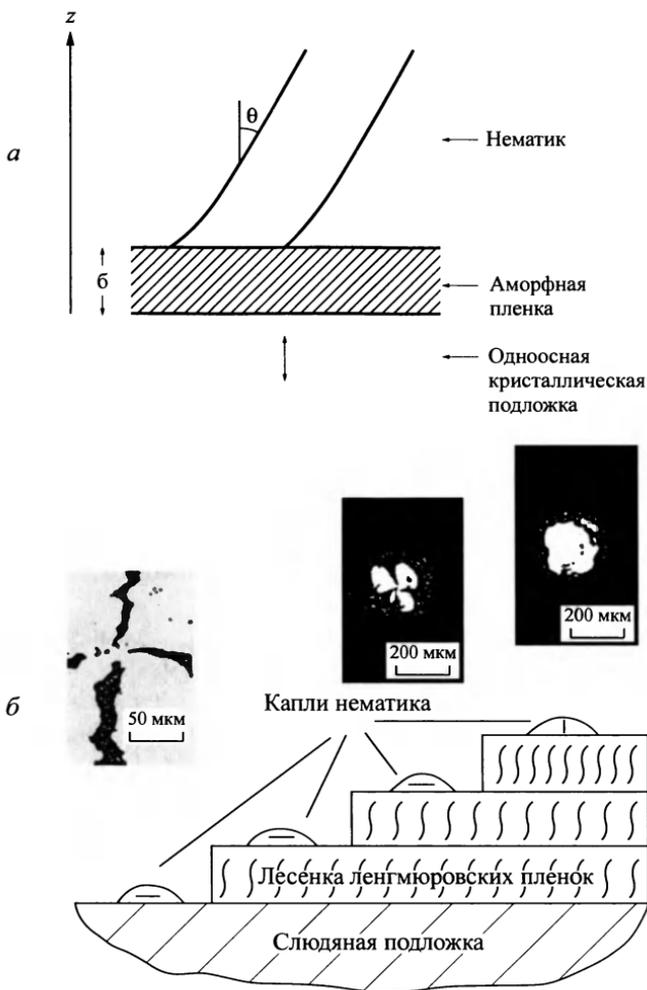


Рис. 9

При низких температурах наблюдалась планарная ориентации директора, которая при нагреве образца переходила в наклонную, а затем – в гомеотропную.

Исследование этого эффекта было проведено более детально [124; см. также: 125]. Здесь изменялась не энергия сцепления нематика с экранирующим слоем, а толщина самого слоя. На свежий скол слюды наносилась лесенка ленгмюровских пленок (моно- или бислоев амфифильных молекул), на каждую ступеньку которой помещалась маленькая капля нематика (рис. 9б) [124]. Высота ступеньки такой лесенки составляла примерно  $25 \text{ \AA}$  для монослойных

и 50 Å для бислойных пленок. Слюда ориентировала нематик (ван-дер-ваальсовыми силами) планарно, а лентгюровские пленки (короткодействующими силами сцепления) — гомеотропно. В результате для критической толщины экранирующей пленки  $\delta_c$  порядка нескольких сотен Å в нематических каплях происходили ориентационные переходы из первоначальной планарной текстуры в наклонную или гомеотропную. Величина  $\delta_c$  соответствовала эффективному радиусу действия дисперсионных сил.

Уже после первых трех лет занятия жидкими кристаллами де Жен стал «звездой» в этой области.

В описываемый период ученый принимал участие в работе многих международных конгрессов. Его доклады встречались с неизменным интересом. И сам он всегда выделялся из толпы других исследователей — высокий, обычно сопровождаемый двумя молодыми, очаровательными дамами — Е. Дюбуа-Виолетт и Ф. Брошар-Вьяр. Это особенно поражало американцев, так как тогда в США женщин в науке практически не было.

Одна из конференций по жидким кристаллам (III Международная) проходила в Западном Берлине в августе 1970 г. Пьер-Жиль воспользовался случаем и выделил целый день для посещения Восточного Берлина. Длительный и придирчивый пограничный контроль и сам город произвели на него мрачное, удручающее впечатление.

Вечером, по возвращении на конференцию, он присутствовал на банкете, устроенном на берегу озера. Погода стояла теплая, поэтому де Жен и еще несколько его коллег решили искупаться. Они заплыли достаточно далеко, как вдруг услышали выстрел в воздух. Пловцы испугались, поняв, что приблизились к невидимой границе с Восточной Германией, и быстро вернулись обратно.

Эти события еще более закрепили в сознании ученого неприязнь к коммунизму. Кстати, отрицательное отношение к коммунистической идеологии было причиной того, что де Жен, несмотря на неоднократные приглашения, никогда не был в СССР, и только один раз (в 2002 г.) посетил посткоммунистическую Россию (см. главу X).

Де Жен немало времени проводил и в промышленных исследовательских центрах. Например, он часто бывал в лаборатории ИВМ в Цюрихе, где тогда работал научным консультантом. В те времена эта лаборатория была еще мало известна. Но впоследствии ее сотрудникам присудили сразу две Нобелевские премии подряд (в 1986 и в 1987 гг.): за сканирующую туннельную микроскопию и за открытие высокотемпературной сверхпроводимости. Когда-то де Жен помог своему старому товарищу из этой лаборатории (будущему Нобелевскому лауреату) Карлу Мюллеру произвести

некоторые модельные расчеты для его экспериментов по магнитному резонансу.

В Цюрихе Пьер-Жиль обычно останавливался у своего товарища Питера Фрэнка, который занимался сбором информации о научной деятельности в Европе для американской компании «General Electric». Этот старый холостяк всегда сопровождался роскошными женщинами, что вызывало у де Жена восхищение, смешанное с легкой завистью.

В период изучения жидких кристаллов де Жен практически ежегодно посещал и лаборатории «General Electric» на севере Нью-Йорка – старейший промышленный исследовательский центр в США, основанный еще в 1900 г. Во время этих визитов он всегда приезжал в Главерсвилль к старой гувернантке своего отца, Марии (см. также главу IV).

Марию радовали визиты Пьера-Жиля. Она всегда с охотой рассказывала ему о жизни отца, показывая старые фотографии. Однажды, приехав в очередной раз в Главерсвилль, де Жен постучался в массивную дверь знакомого дома и спросил Марию. Хозяйки дома, две пожилые дамы, у которых Мария была в услужении, ответили ему, что она умерла. Пьер-Жиль возмущился, что они не сообщили ему об этом, и попросил хотя бы отдать вещи своей старой кормилицы. Но они уже выбросили все на помойку.

Работы де Жена во многом стимулировали интерес других ученых к изучению мезофаз, которое стало модным направлением физики конденсированного состояния. Теперь сотни исследователей по всему миру стремились, подобно Пьеру-Жилю, приложить свои усилия в этой области. Например, де Жен лично подвигнул заняться жидкими кристаллами двух канадских физиков из основанного в 1965 г. в пригороде Ванкувера – Барнаби Университета Саймона Фрайзера (Simon Fraser University – SFU) – Энтони Эррота и Мюррея Пресса. Это случилось во время пребывания Пьера-Жиля в этом Университете летом 1970 г.

По моей инициативе известный жидкокристаллик, профессор SFU Джон Бечхофер попросил Э. Эррота и М. Пресса вспомнить что-нибудь о визите де Жена в их Университет. Привожу (в своем переводе с английского) несколько отредактированных отрывков их ответных писем Дж. Бечхоферу.

Из письма Э. Эррота:

«П.-Ж. де Жен провел в Университете Саймона Фрайзера один месяц. В это время он работал над своей книгой о жидких кристаллах. Он завершал главу 4, которая заканчивалась описанием капель мезофаз. Он зажег во мне интерес к исследованию таких капель

(см., например: [126]. — А.С.). Об этом я рассказал подробнее в своем докладе на 55-й МММ конференции<sup>6</sup>. Я прилагаю слайды этого доклада, который сейчас уже доступен и в виде препринта. Посылаю тебе также части препринта, касающиеся де Жена.

В это время интерес де Жена уже переключался на полимеры. Он потратил целый час, рассказывая мне о том, чем он тогда занимался. Однако спустя 40 лет я уже не могу воспроизвести в деталях ход его мыслей.

Де Жен сделал несколько отличных докладов в Университете. Один из них был о хиральности ДНК и о происхождении жизни. Он рассуждал о том, что свет с круговой поляризацией мог инициировать определенный тип хиральности молекул. Когда он объяснял расположение четырех строительных блоков ДНК, то использовал собственное тело в качестве модели, утверждая, что основание находится у него в ногах, а кислота в голове, сахар расположился в правой половине тела, а радикал — в левой. Он подчеркивал важность направления хиральности. Чтобы все это понять в таком изложении, нужно было знать всего лишь разницу между правым и левым.

Работа по особенностям температурного поведения физических свойств МББА<sup>7</sup> вблизи фазового перехода была выполнена Прессом и мной под сильным влиянием де Жена (см. [127]. — А.С.).

В отрывке из препринта упоминается ланч с де Женем в Стокгольме. После ланча он снял с себя обязанности ведущего секции на жидкокристаллической конференции, предложив председателю конференции вместо себя мою кандидатуру. Этот случай лег в основу его выступления перед Королевой на Нобелевской церемонии. Тогда он сказал, что я сделал хорошую работу (см. главу IX. — А.С.)».

Из письма М. Пресса:

«Я пришел в SFU в сентябре 1969 г. для работы с Тони Эрротом по магнетизму. Однако Тони сказал мне, что ему бы хотелось заняться жидкими кристаллами — в преддверии визита де Жена в Университет следующим летом.

Я прочитал новаторский текст Пьера-Жиля по жидким кристаллам и был очарован этой новой областью, о которой раньше слышал совсем немного.

---

<sup>6</sup> 55-я ежегодная конференция по магнетизму и магнитным материалам (г. Атланта, Джорджия, США, ноябрь 2010 г.).

<sup>7</sup> 4-метоксифенилиден-4'-бутиланилин — часто используемое в экспериментах жидкокристаллическое соединение, имеющее нематическую фазу при комнатной температуре.

Честно говоря, у меня не сохранилось много сильных впечатлений от самого де Жена. Я присутствовал на серии лекций, которые он прочитал в физическом отделе SFU, а также вместе с ним работал над формулировкой потенциальных исследовательских проектов.

Я также был на конференции по жидким кристаллам, где он являлся одним из главных докладчиков, и имел несколько коротких бесед с ним по поводу тем моей тогдашней работы.

В моих воспоминаниях (сорокалетней давности) де Жен рисуется серьезным, очень сосредоточенным и умным человеком, преданным своим исследовательским интересам. Однако я не помню, чтобы у него была харизма Фейнмана или Гелл-Мана.

Извини, что не могу сообщить достаточно деталей. Тони (Энтони Эррот. — А.С.) провел с ним гораздо больше времени, поэтому я уверен, что у него сохранилось намного больше ярких воспоминаний».

Коллеги всегда отмечали доступность Пьера-Жиля для научных обсуждений. Вот что вспоминал в письме ко мне известный жидкокристаллический академик Болгарской академии наук А.Г. Петров:

«С де Женом я встречался всего два раза: в 1976 г. в его офисе в Коллеже де Франс (см. главу VII. — А.С.) и в 2000 г. в Гранаде на конференции.

Первая встреча была довольно знаменательной для меня: он, можно сказать, устроил мне экзамен по флексоэлектричеству в присутствии моей первой жены. Для меня, уже кандидата наук, это было довольно необычно, но экзамен я выдержал. Когда я рассказывал о своих работах по флексо, он слушал меня в течение 15–20 минут, не подавая никаких признаков оценки, прежде чем, наконец, начать соглашаться, задавать вопросы и советовать. Разговор кончился вполне нормально, но вначале было туго. Концепция флексоэлектричества в это время была новой, и пришлось пробивать дорогу.

Когда де Жен начал выражать согласие с моими заключениями, он использовал французское выражение «d'accord» («согласен». — А.С.), хотя разговор был по-английски. Что такое «d'accord» я в то время не знал, и долго не мог понять — он согласен со мной или нет. Это обстоятельство дополнительно увеличивало мое смущение.

Вот такие пироги.

Второй раз, в Испании, я ему показал свою свежую монографию. Он заинтересовался, равно как и Франсуаза Брошар-Вьяр. Вот и все».

Пьер-Жиль не только ездил по различным университетам и исследовательским центрам, но и сам регулярно принимал

у себя в лаборатории немало иностранных гостей. Во время этих визитов завязывались тесные научные контакты и даже дружеские отношения. Так друзьями де Жена стали Пол Мартин, физик из Гарвардского университета, некоторое время работавший у него, а также Роберт Мейер, который во время своей постдокторской стажировки в группе де Жена в 1974 г. теоретически предсказал существование сегнетоэлектрических смектиков С\*. Впервые такое вещество — ДОБАМБЦ<sup>8</sup> — было чуть позже (в этом же году) с успехом синтезировано тремя названными выше химиками из группы Орсе.

Дружеские отношения установились у Пьера-Жиля и с уже упомянутым талантливым американским физиком У. МакМилланом, посетившим лабораторию Орсе в начале 1970-х годов. Де Жен также увлек его жидкими кристаллами. К сожалению, МакМиллан не успел полностью реализовать свой потенциал. В августе 1984 г., катаясь на велосипеде по пустынной сельской дороге, он был насмерть сбит автомобилем, управляемым неопытным молодым водителем [см.: 119]. МакМиллану было 48 лет.

Особо стоит сказать несколько слов об отношениях де Жена и известного немецкого физика-экспериментатора Вольфганга Хельфриха. С ним Пьер-Жиль был знаком сначала только по конференциям. Затем Хельфрих провел несколько месяцев в лаборатории Орсе. Однако это было уже в 1977 г., т.е. после ухода оттуда де Жена.

Именно Хельфриху Пьер-Жиль всегда отдавал пальму первенства в исследовании жидких кристаллов, считая его «вожак», а себе отводил лишь скромную роль «разъясняющего» [см.: 76, с. 160]. Вот как де Жен вспоминал о Хельфрихе: «Он — настоящий изобретатель системы индикации на жидких кристаллах. Он был большим чудаком. Вначале он опасался меня, как в целом опасался и всех других теоретиков. Прошли годы, и только когда он понял, что я не собираюсь наступать ему на пятки, у нас установились доверительные отношения [76, с. 161]. Он обладал удивительными убеждениями: например, верил в мага, который якобы мог гнуть ложки на расстоянии. Это не мешало ему быть, несомненно, самым изобретательным умом в области жидких кристаллов в послевоенное время».

В начале 1970-х годов лаборатория физики твердого тела в Орсе заметно разрослась. В ней насчитывалось уже более 150 исследователей, и управлялась она довольно инертным административным советом. Работа среди такого количества коллег начала постепенно тяготить Пьера-Жиля, и он стал подумывать о том, чтобы покинуть Университет Орсе и закончить заниматься жидкими кристаллами.

---

<sup>8</sup> 4-децилоксибензилиден-4'-амино-(2-метилбутил) циннамат.

Этому во многом способствовало его назначение в 1971 г. профессором Коллежа де Франс, давшее ему возможность создать собственную лабораторию (см. главу VII).

Прекратив активно работать в области изучения мезофаз, де Жен, тем не менее, продолжал участвовать в конференциях по жидким кристаллам и опубликовал немало статей по этой тематике, особенно в 1970-е годы и далее, вплоть до 1990 г.

За исключением отдельных работ по лиотропным мезофазам [см. например: 33], де Жен (как мы уже видели) в основном занимался изучением термотропных жидких кристаллов. Им он посвятил около 60 статей.

Ученый подытожил свои исследования жидких кристаллов в ставшей классической, непревзойденной книге [19]. Ее второе (существенно дополненное) издание [20] было написано де Женом совместно с Жаком Простом (см. главу VIII).

После ухода Пьера-Жиля из лаборатории физики твердого тела Университета Орсе исследования жидких кристаллов там продолжались усилиями Ж. Дюрана, П. Пьеранского и их коллег. Они активно ведутся там и в настоящее время.

В 1990-е годы на глазах де Жена происходило бурное развитие применения жидких кристаллов в плоских телевизионных экранах. В это время многие упрекали его в том, что, несмотря на большие успехи, достигнутые французской наукой в фундаментальных исследованиях мезофаз, практически отсутствовали оригинальные французские патенты. Де Жен и его ученики (Ж. Дюран, Е. Дюбуа-Виолетт) соглашались с критикой, частично возлагая ответственность за это на себя. В то же время они отмечали, что в сложившейся ситуации есть и доля вины промышленных компаний, например, таких как «Thomson», которые вовремя не поняли важности финансирования прикладных исследований в области жидких кристаллов.

Когда Пьер-Жиль покинул Орсе, некоторые из его коллег критиковали его и называли ученого Маршалом Империи, который, собрав армию, быстро выиграл с ее помощью битву, а потом, походя, пожертвовал своими солдатами для того, чтобы броситься в новый бой уже во главе другого войска. Мало кто из коллег де Жена успевал последовать за ним в новые области науки. Он шел вперед слишком быстро [см: 76, с. 165].

### Профессор Коллежа де Франс

Начало 1970-х годов было переломным для Пьера-Жиля как в профессиональном плане, так и в личной жизни. Его карьера претерпела существенные изменения — он покинул Университет Орсе и начал работать в Коллеже де Франс. Именно в этот период накопленные до того профессиональные успехи позволили ему встать вровень с самыми известными физиками современности. Но де Жен был совсем не рад этому обстоятельству и не собирался вкушать плодов славы. Напротив, его беспокоило ощущение приближения собственного конца. Поэтому он старался работать с максимальной интенсивностью, чтобы успеть сделать в науке как можно больше.

Ежегодно Пьер-Жиль обычно уезжал на несколько дней в Альпы. Он вспоминал, как в феврале 1972 г. катался на горных лыжах вместе с одним из своих друзей-физиков. Де Жен покинул трассу около 16 часов и вернулся в гостиницу для того, чтобы в одиночестве почитать научные статьи. Вечером его друг спросил: «Ты что, никогда не прекращаешь работать?» На это замечание Пьер-Жиль грустно улыбнулся: «Знаешь, я, по-видимому, не доживу до старости. Поэтому я не могу терять времени». Видя недоумение товарища, он добавил: «Мой отец умер молодым от сердечного приступа, так же, как перед этим и его отец. Возможно, это — наследственное» [76, с. 167].

Это не было шуткой. В свои сорок лет де Жен чувствовал себя совсем неважно. Он всегда страдал сенной лихорадкой, которую унаследовал от своей бабушки. В 1967 г. к аллергическому насморку добавилась астма, которая быстро осложнилась настолько, что Пьер-Жиль теперь никогда не выходил из дома без медикаментов. Эти лекарства были противопоказаны в случае проблем с сердцем, что обостряло страхи де Жена.

Его часто мучила одышка, и он постепенно перестал плавать на байдарках. Из-за аллергических реакций Пьеру-Жилю приходилось держаться подальше от собак, которых он, как и его родители, очень любил.

Немного позднее его стали одолевать сильные боли в спине, и он в конце концов вынужден был согласиться на тяжелую

хирургическую операцию, после которой почувствовал себя еще более деморализованным. В течение двух недель, которые де Жен находился в больнице, его друг, Фил Пинкус, практически ежедневно навещал его, и они вместе работали, так как Пьер-Жиль не мог переносить бездеятельности в лежачем состоянии.

Пугало де Жена и то, что некоторые его ровесники один за другим стали, словно сговорившись, уходить из жизни. В конце июля 1968 г. Пьер-Жиль, будучи на каникулах в департаменте Вар на юге Франции, пытался соблазнить своего американского друга Питера Фрэнка поплавать с ним на байдарке. Но тот категорически отказывался. Пьер-Жиль был поражен, узнав несколькими неделями позднее, что Питер внезапно скончался во время кардиотеста под нагрузкой в кабинете кардиолога. Де Жену также стало известно о гибели Бориса Беспалова, его лицейского товарища, в автокатастрофе в 1970 г. и (несколько раньше) о смерти Максима Гинбо, его друга в годы учебы в Нормальной школе.

Анни замечала, что настроение мужа нередко ухудшалось, но не придавала этому особого значения, шуточно обвиняя в том его мать, которая его слишком захваливала. Анни всегда обнадеживало то, что Пьер-Жиль по-прежнему со страстью отдавался науке.

В 1972 г. де Жен получил от Х. Казимира, собиравшегося уходить на пенсию, предложение заменить его на посту директора исследовательских лабораторий компании «Philips» в Эйндховене. Круто изменить свою жизнь, отправившись за границу для работы в солидной компании, выглядело заманчивым, и Пьер-Жиль попросил несколько дней для раздумья. В конце концов он понял, что не обладает достаточной компетенцией, чтобы возглавить крупные промышленные исследования, и что существование в провинциальном Эйндховене вряд ли будет интересным для него. Де Жен отказался. Но, тем не менее, его жизнь в этом году все равно изменилась благодаря завязавшимся отношениям с Франсуазой Брошар-Вьяр.

Первоначально он был знаком со своей юной аспиранткой весьма поверхностно. Знал лишь, что Франсуаза была племянницей знаменитого французского кристаллографа, профессора Сорбонны, академика Жана Вьяра. Тот однажды спросил Пьера-Жиля об ее успехах в работе над диссертацией. Де Жен осторожно ответил: «У нее неглупый вид. Время покажет» [76, с. 171].

Пьер-Жиль впервые обратил внимание на Франсуазу во время летней школы по физике жидкостей в Хайфе в августе 1971 г.

Вместе с другими молодыми людьми она прибыла на это мероприятие, сопровождаемая своей младшей сестрой Доминик. Эти две очаровательные блондинки в мини-юбках (по тогдашней моде)

вызывали к себе интерес. Де Жен вспоминал, что из-за этой экстравагантной одежды двум девушкам не разрешили войти в один из монастырей. «Когда старый монах открыл дверь, он вытаращил глаза и закричал: “Подите прочь, дьяволы!”<sup>1</sup> После чего со мной случился припадок смеха» [76, с. 170].

Во время этой школы Пьеру-Жилью удалось расслабиться, и он часто зачарованно заглядывался на свою молоденькую аспирантку.

Не секрет, что женщины притягивали де Жена, и у него бывали любовные приключения. Причем обо всех своих изменах он всегда сообщал жене. Она свыклась с таким поведением мужа, тем более, что до сих пор это были всего лишь мелкие любовные интрижки, не представлявшие опасности для их семьи. Она говорила, что «в жизни, как и в исследованиях, он стремился к новизне» [76, с. 170].

Вернувшись во Францию, Пьер-Жиль с новой энергией погрузился в работу. В следующем, 1972 г., он много путешествовал. Сначала провел зимние лыжные каникулы вместе с Анни в Швейцарских Альпах. А в марте отправился в деловую поездку в США, где встретился со многими своими товарищами и коллегами, в частности с Леоном Купером, одним из уже упомянутых авторов теории сверхпроводимости.

Однако, пребывая в лаборатории Орсе, де Жен не мог избавиться от мыслей о своей аспирантке, чье рабочее место находилось в соседнем офисе. Он также не был в состоянии оставаться равнодушным к восхищению, которое выказывала по отношению к нему Франсуаза.

Наконец, Пьер-Жиль пригласил ее в ресторан, потом — еще раз, и еще... Он вспоминал: «У нас появилась привычка вместе обедать, и все это закончилось тем, что мы попали в объятия друг друга» [76, с. 171].

В течение следующих месяцев де Жен изобретал всяческие поводы для того, чтобы провести время вдвоем с Франсуазой. Так, они вместе ездили на конференции. В результате вскоре об этой связи стало известно всему их окружению.

Анни догадалась о новом увлечении супруга довольно быстро, еще до того, как он сам ей во всем признался. На этот раз она почувствовала, что у мужа возникла серьезная привязанность и предложила ему расстаться. Однако де Жен отказался. Затем он порвал с Франсуазой и через некоторое время снова возобновил отношения с ней.

Следующие четыре года были мучительной цепью разрывов и примирений между Пьером-Жилем и Анни. Де Жен находился между двумя женщинами, которых любил, и не мог принять окончательного решения.

---

<sup>1</sup> «Vade retro, satanas!» (лат.).

Для того чтобы отвлечься от мыслей о сложившейся ситуации, Анни собралась заняться каким-нибудь делом. Немного поразмыслив, она решила открыть в их с Пьером-Жилем доме в Орсе ресторан! Для нее это был естественный выбор. Дело в том, что Анни давно нравилось готовить. Еще в Беркли она соревновалась с одной из подруг в том, кто лучше сделает то или иное блюдо. Постепенно она стала действительно искусной поварихой.

Но, конечно, одного умения готовить, для того чтобы начать собственный кулинарный бизнес и преуспеть в этом, было недостаточно. Поэтому закономерно, что родные вначале не поддержали ее. Мама Анни говорила, что она сошла с ума, а Ивонна заявляла, что став кухаркой, ее невестка «втопчет в грязь имя де Жена» [76, с. 171].

Тем не менее Анни была полна решимости добиться успеха в своих начинаниях и даже отправилась в Японию для того, чтобы закупить там посуду на свой вкус, связывая дизайн каждой тарелки с определенным блюдом. Ей также пришлось сильно изменить интерьер дома и выкинуть много мебели.

Наконец, в 1976 г. ресторан «Неприрученная кровавая колбаса» («*Le boudin sauvage*») был открыт. Название предложил сам де Жен по ассоциации с книгой К. Леви-Стросса<sup>2</sup> «Неприрученная мысль» («*La Pensée sauvage*»).

Вначале ресторан занимал только одну комнату на первом этаже. Но со временем заведение Анни стало пользоваться все большим успехом у посетителей и постепенно заняло практически весь дом. В конце концов ресторанные столики разместили даже в кабинете Пьера-Жиля.

Знаменитый ресторанный справочник «Го и Мийо» (Gault & Millau) присудил «Неприрученной кровавой колбасе» 17 баллов из возможных 20<sup>3</sup>. Это был настоящий успех, и в ресторане стало появляться немало иностранных гостей. Адрес заведения: г. Орсе, ул. Версаля, 6 (6, rue de Versailles, Orsay), можно было найти во многих гастрономических и туристических справочниках<sup>4</sup>.

Успех явился результатом тяжелого труда: приходилось рано вставать (в 3–4 часа утра), чтобы успеть отобрать на рынке в Ранжис (Rungis)<sup>5</sup> самые лучшие и свежие продукты; необходимо было постоянно разнообразить и усовершенствовать меню.

<sup>2</sup> Леви-Стросс Клод (1908–2009) – известный французский этнограф и антрополог.

<sup>3</sup> Основанный в 1970-е годы двумя ресторанными критиками Анри Го и Кристьяном Мийо справочник не присвоил рейтинг «20» ни одному из кулинарных заведений, считая, что «совершенства достичь невозможно!».

<sup>4</sup> К сожалению, после закрытия ресторана дом де Женов в 2013 г. был продан и впоследствии перестраивался.

<sup>5</sup> Рынок свежих пищевых продуктов, расположенный в этом южном парижском пригороде, считается самым большим в Европе.

Теперь дело Анни получило признание и ее матери, и Ивонны. Последняя часто бывала в ресторане и с удовольствием общалась с иностранцами по-английски. Пьер-Жиль вспоминал: «Ее увлекала оживленная обстановка, царящая дома. Она также стала намного ближе к своим внукам и внучкам, несмотря на то что они жили в ином мире, чем она. Последняя часть ее жизни была приятной: она не скучала, у нее был красивый сад, ее баловали, и она могла позволить себе угощаться лучшими блюдами в ресторане и т.д.». «В конце концов все выглядело так, будто она осознала, что прошла в своей жизни мимо многих вещей: своих внуков и внучек, семейной жизни, романтических чувств и т.д. — добавляла Анни. — Несомненно, она страдала из-за того, что Пьер-Жиль был уже не столь сердечен с ней. Он действительно не был слишком внимательным сыном. Было бы преуменьшением сказать, что она его нежно любила... После ее смерти в 1983 г. мы, например, нашли письма, которые посылали ей из Беркли, — она сохранила только те их части, которые были написаны ее сыном!» [76, с. 172].

Поглощенной успешным бизнесом Анни теперь некогда было думать о семейных проблемах. Тем более, что как раз в 1976 г. ситуация на личном фронте прояснилась, хотя и не в лучшую для нее сторону.

В июне 1976 г. де Жен вместе с Франсуазой отдыхал после прочитанного им цикла лекций в маленьком норвежском городке Тромсо на севере от полярного круга. Там в это время года шел снег, и солнце не садилось за горизонт. Тогда-то Франсуаза и сообщила ему, что ждет ребенка. Пьер-Жиль вначале был обеспокоен этой новостью.

В феврале 1977 г., когда он находился на конференции в Перу, телеграмма известила, что у него родилась дочка Клер<sup>6</sup>.

Теперь де Жен стал оставаться ночевать в доме Франсуазы в парижском пригороде Сен-Клу — сначала один раз в неделю, потом два и, наконец, три раза, когда в мае 1978 г. появился на свет их с Франсуазой сын Матье.

В то же время он проводил много времени и в своем доме в Орсе. Их с Анни дети уже выросли — тогда им было 20, 22 и 24 года. Тем не менее вся семья часто собиралась за обеденным столом, который в хорошую погоду всегда выносился в сад. Семейные обеды в Орсе стали отныне свято соблюдаемой традицией. Де Жен также старался планировать свои отпуска так, чтобы часть времени проводить с Анни и старшими детьми.

Позднее у Пьера-Жиля и Франсуазы родилось еще два сына: Оливье, в августе 1984 г. и Марк, в январе 1991 г.

---

<sup>6</sup> У Франсуазы уже было двое детей от первого мужа Доминика Брошара: дочь Паскаль (род. в 1968 г.) и сын Виржиль (род. в 1971 г.).

Ради своих младших детей де Жен даже отказался от дальнейшего исполнения обязанностей почетного профессора Корнелльского университета и предложенной ему в 1988 г. кафедры Эберли в Университете Пенсильвании. Он сделал это без малейшего сожаления, так как понимал, что в молодости много посвящал себя науке, а теперь ему уже не было необходимости доказывать кому-либо свою профессиональную состоятельность.

Он хотел больше времени оставаться с детьми во Франции, многие вечера проводил теперь с малышами, играя с ними, читая им книги, помогая делать уроки. Пьер-Жиль сожалел, что недостаточно занимался с «большими детьми» (так он называл своих с Анни отпрысков), и теперь старался наверстать упущенное с младшими. Де Жен вспоминал: «Мне нравилось читать детям книги вслух, так, как читала их мне моя мать. Но я, к сожалению, делал это более всего со второй группой моих ребятишек. Для первых я был слишком занят работой, и Анни одна очень эффективно с ними справлялась. Таким образом, они недостаточно ощущали мое присутствие. Со вторыми же я понял, что жизнь проходит, и у этих детей даже нет такой же семейной атмосферы, какая была у моих первенцев: они еще более обделены моим вниманием. Таким образом, я старался заниматься ими по максимуму» [76, с. 175].

Итак, к началу 1980-х жизнь Пьера-Жиля на две семьи более-менее установилась. Часть дней на неделе он проводил с Анни в их доме в Орсе. Традиционными стали также обеды по выходным с Анни и его старшими детьми. Часть времени на неделе он проводил в Сен-Клу с Франсуазой и младшими детьми.

Де Жен не скрывал свою жизнь на две семьи. Он нередко появлялся с Франсуазой на различных официальных мероприятиях. Однако на них Франсуаза обычно не имела статуса супруги ученого. Так было, например, на пышном обеде в посольстве Франции в Лиссабоне в 1979 г. Тогда Пьера-Жиля посадили на почетное место, напротив посла, а Франсуазе досталось лишь скромное место в конце стола, напротив атташе посольства по науке.

Несмотря на сложную личную жизнь (а скорее благодаря ей!), страхи скорой смерти, съедавшие де Жена, постепенно отступили. Ему удалось сохранить прочный тыл в Орсе, тогда как маленькие дети в Сен-Клу давали ему ощущение новой молодости. Он снова начал рисовать, в частности, делал наброски со своих любимых статуй в Лувре; опять занялся спортом, например увлекся виндсерфингом и нередко плавал по оз. Анси (lac d'Annecy).

В 1970 г. Пьер-Жиль решил попробовать получить должность профессора Коллежа де Франс — одного из старейших научных и учебных заведений Парижа, основанного еще в 1530 г. при

Франциске I как институт королевских профессоров (см. также главу I). С XVII в. он известен как Королевский коллеж, а современное свое название носит с 1870 г.

Коллеж де Франс предлагает бездипломные курсы высшего образования по научным, литературным и художественным дисциплинам; обучение здесь бесплатное и доступно всем без предварительной записи, отчего он имеет особое значение для интеллектуальной жизни французского общества. Звание профессора Коллеж де Франс считается одним из самых высоких отличий в области французского высшего образования.

Де Жен подал конкурсные документы на должность профессора по предложению А. Абрагама, который сам уже являлся профессором Коллежа. По правилам перед собранием, на котором штатные профессора избирали его общим голосованием, соискателю нужно было попытаться встретиться и поговорить с возможно большим числом профессоров Коллежа (на тот момент их насчитывалось 52). Естественно, это была нелегкая задача. Однако Пьеру-Жилю удалось встретиться и пообщаться со многими из них — египтологами, биологами и другими специалистами, что расширило горизонты его познаний. Особенно сильное впечатление оставили контакты с Раймоном Ароном — философом и историком.

В сентябре 1971 г. де Жен был легко избран на должность профессора Коллежа де Франс. Он занял освободившееся место ушедшего в отставку физика-теоретика Жана Лавалья.

Для новой кафедры, которую согласно правилам Коллежа предстояло организовать де Жену, как и любому другому вновь избранному профессору, было предложено название «Кафедра физики конденсированной материи». Организация кафедры была не пустой формальностью. Все профессора Коллежа каждый год должны были подготавливать и читать студентам курсы лекций по новым, малоисследованным направлениям науки. Вести научные изыскания было также их непреложной обязанностью. Научная деятельность, однако, не должна была непременно осуществляться на кафедре. Это позволяло Пьеру-Жилю поддерживать тесные научные контакты с лабораторией Орсе.

Его мечтой было создание собственной экспериментальной лаборатории на базе Коллежа, в которой бы бок о бок сотрудничали специалисты разных направлений: физики, химики и биологи. Для того времени это был новаторский подход, но в мультидисциплинарном Коллеже де Франс это казалось вполне возможным. Тем более, что де Жен уже организовал успешное сотрудничество между физиками и химиками группы жидких кристаллов Орсе.

Пьер-Жилью были предоставлены помещения на втором и шестом этажах, в которых до этого размещалась кафедра его предшественника. Эти комнаты находились в состоянии, требующем ремонта, и были сильно захламлены. Вдобавок в них до сих пор размещались примерно три десятка сотрудников Лаваля. Администрация Коллежа хотела, чтобы де Жен уволил этих людей, что сильно озадачивало и расстраивало вновь избранного профессора. После беседы с каждым членом бывшей лаборатории Лаваля Пьер-Жиль испытал огромное облегчение, узнав, что большинство из них уже нашло себе работу в других местах. Нескольким сотрудникам и аспирантам своего предшественника, которые были еще не устроены, де Жен предложил работу у себя на кафедре, поставив перед ними конкретные научные задачи.

В отличие от некоторых профессоров Коллежа, которые иногда не очень серьезно относились к своей обязанности ежегодно составлять и читать курс лекций по новаторским направлениям науки, у де Жена на каждый год был готов новый курс лекций. Пьер-Жиль со всей ответственностью отнесся к этой своей новой обязанности. Поначалу работа по подготовке новаторских лекционных курсов давалась ему нелегко, поэтому он бросил преподавание в Университете Орсе. Поскольку студенческая аудитория в Коллеже была очень требовательной, и порой некоторые студенты превосходили самого де Жена (например, в математике), Пьер-Жиль подходил к подготовке и подаче нового материала с большой тщательностью. Теперь почти все летние каникулы он проводил за чтением литературы по тематике очередного лекционного курса, обложившись научными журналами, копиями статей и книгами.

Изучение новых веяний в науке расширяло кругозор де Жена, и в процессе чтения у него нередко возникали оригинальные идеи, которыми он делился со своими учениками. Он также задумывался над вопросами, которые ставились в разбираемой литературе. Ему нередко удавалось их решить и параллельно написать об этом статью. Вот что говорил по этому поводу Ж. Фридель: «Я убежден, что обязанность читать новые циклы лекций сильно повлияла на формирование его мировоззрения и позволила ему взглянуть со стороны на различные области науки» [76, с. 180].

Лекции Пьера-Жиля, проводимые в амфитеатре Коллежа, пользовались неизменной популярностью среди студентов. На них также приходило немало исследователей, аспирантов и студентов из других научных и учебных заведений. На первый взгляд его лекции были достаточно просты, но это — только поверхностное впечатление. На самом деле они предназначались для серьезных исследователей и могли дать материал для работы как теоретикам, так и экспериментаторам.

Не случайно переполненная сверх всех пределов в начале семестра аудитория к его концу несколько разряжалась — профаны отсеивались! Лекции Пьера-Жиля были всегда зрелищны, на них невозможно было скучать. Его сравнивали то с актером на сцене театра, то с заклинателем змей.

Постепенно де Жен приобрел непоколебимый авторитет среди многочисленных исследователей, в то или иное время посещавших его лекции в Коллеже де Франс. Как вспоминал один из коллег ученого, «его лекции были немного похожи на торжественную церковную мессу, где ученики с надеждой ждали, что их работы будут процитированы “учителем”. Это было подобно ожиданию благословения папы. Его слово для них обладало абсолютной святостью!» [76, с. 181]. Именно в это время коллеги с почтением стали называть Пьера-Жиля де Жена «ПЖЖ» («PGG»).

В плане науки Пьер-Жиль продолжал свои исследования в Университете Орсе и параллельно начал создавать на базе кафедры в Коллеже экспериментальную мультидисциплинарную лабораторию. Де Жен был доволен тем, что ему удалось привлечь для работы в новой лаборатории двух сильных физиков-экспериментаторов — Мадлен Весе, из группы жидких кристаллов Орсе, и Кристьяну Топен, бывшую аспирантку А. Гинье. Именно им он доверил нелегкую задачу очистки помещений для будущей лаборатории и закупку экспериментального оборудования.

В процессе разборки комнат от хлама иногда попадались и ценные находки. Так был обнаружен пылившийся в отдаленном углу письменный стол на колесиках, принадлежавший Леону Бриллюэну. Этот известный физик был профессором Коллежа де Франс с 1932 по 1948 г.

По указанию Пьера-Жиля было выделено место и для химической лаборатории, в которую вскоре перешла работать Майя Дволецки, сотрудница лаборатории химии Коллежа, возглавляемой Жаном Жаком. Вскоре к ней присоединилась химик со сложным именем Мари-Алис Гедо-Будвиль, которую все звали просто «Бубу».

В самой большой из комнат был устроен кабинет самого де Жена, который он постепенно обставил по своему вкусу: два удобных кресла (в стиле английской клубной мебели), полки, заполненные научными книгами, среди которых были, например, оригинальные работы Лапласа. На полках также расположились портрет Жана Перрена, фото детей Пьера-Жиля, разные сувениры.

Защитив тем временем свои диссертации, из Орсе в лабораторию Коллежа пришли работать бывшие аспиранты де Жена — Л. Леже и Ф. Ронделез. Постепенно число людей в новой лаборатории достигло тридцати.

В самом начале существования лаборатории у Пьера-Жиля были только довольно смутные представления о том, чем будут заниматься ее сотрудники. Он предложил им на выбор два сюжета: двумерные системы или гидродинамика. Они выбрали первый. Таким образом, началось изучение монослоев и мембран, состоящих из амфифильных молекул. Постепенно круг исследований расширился и охватывал теперь различные суспензии, эмульсии и явления адгезии и смачивания (подробнее обо всех этих работах см. главу X).

Избрание де Жена на пост профессора Коллежа де Франс и его успехи в области физики конденсированного состояния послужили толчком для его дальнейшего карьерного роста: на него посыпался целый ряд почестей и наград. Так, в 1979 г. Пьера-Жиля избрали членом французской Академии наук. Де Жен относился к этой почетной должности довольно скептически, считая, что академики проводят много времени в бесполезных дискуссиях, например, о том, следует ли публиковать в «Докладах Академии наук» («Comptes rendus de l'Académie des sciences») статьи на английском языке. Для де Жена преимущество использования английского было очевидным, так как это позволило бы иностранным ученым писать в журнал Академии. После получаса горячих дискуссий по этому поводу академики приняли сторону де Жена. Но тут же возникло новое обсуждение о том, кого нужно считать иностранным ученым [76, с. 185].

В конце концов, разочаровавшись в ее деятельности, де Жен вообще перестал посещать заседания Академии наук. В целом Пьер-Жиль был противником организации (без необходимости) различных научных академий и обществ. Так, например, он отказался быть членом возникших в конце 1980-х годов ряда новых европейских и международных академий наук. В 1981 г. он также высказался против создания общества биофизики.

Сопротивлялся он и возникновению большого количества новых научных журналов. Например, в разное время де Жен возражал против создания журнала по фазовым переходам и журнала по молекулярной инженерии. Напротив, он поддержал организацию европейского журнала «Мягкая материя» («Soft matter»), который с 2005 г. издается Английским Королевским химическим обществом. Для первого номера этого журнала Пьер-Жиль даже написал вводную статью, озаглавленную «Мягкая материя: больше чем слова» [34]. Сегодня этот журнал стал одним из ведущих в своей области физики.

Де Жен также специально не искал возможностей публиковаться в самых престижных научных журналах. Так, например, в 1983 г. он отказался написать статью о полимерах для «Nature». По-види-

тому, здесь сыграла роль обида — некоторое время назад редакция этого журнала заказала ему статью на ту же тему, но не напечатала ее. Напротив, он всегда защищал французский «Comptes rendus...» и опубликовал там более 170 статей (многие из которых были написаны на французском языке), установив мировой рекорд среди физиков по числу публикаций в этом периодическом издании. Он также убеждал известных американских и британских физиков, таких, например, как Филип Пинкус или Майкл Фишер, писать с ним в соавторстве статьи для этого журнала. Однако Пьер-Жиль отдавал себе отчет в том, что «Comptes rendus...» мало читают за пределами Франции и статья, вышедшая в нем, может остаться незамеченной международным научным сообществом.

В 1980 г. де Жену вручили золотую медаль CNRS (см. главу V) — самую престижную научную награду во Франции. На церемонию награждения Пьер-Жиль пришел с мамой, очень гордой за своего сына. Ей было в то время 90 лет. Присутствовавшая на церемонии министр национального образования и науки Алис Сонье-Сете была очень добра с ней.

Еще задолго до получения этой награды де Жен несколько раз заседал в различных комиссиях CNRS — оценивал работу лабораторий, отдельных ученых и качество предлагаемых научных проектов. Теперь же попытки привлечь его к деятельности этой организации активизировались. Однако сейчас он всегда отказывался принимать участие в работе CNRS и нередко выступал против принимаемых там решений. Пьер-Жиль в целом весьма критически относился к деятельности этой административной организации, в то же время не идеализируя и американскую систему управления наукой. Его часто упрекали в том, что, как и в случае с Академией наук, он много критиковал CNRS, не пытаясь в то же время провести какие-либо реформы. На что де Жен отвечал: «Я, несомненно, мог бы сделать больше, но это потребовало бы много времени» [76, с. 190].

Он выражал свое негативное отношение к CNRS только внутри этой административной организации. Напротив, он всегда защищал ее перед журналистами и представителями промышленности. Так случилось, например, когда в ходе делового ланча, когда Филипп Жаффре (в то время патрон «Elf-Atochem») бесстрастно спросил Пьера-Жиля: «Месье де Жен, объясните нам, нужен ли в действительности Франции CNRS?» [76, с. 191]. Тогда ученый нашел подходящие слова в защиту этой организации.

В начале 1980-х годов индекс цитирования работ де Жена достиг самого высокого значения среди французских физиков. Он обогнал по этому показателю многолетнего лидера и своего старшего коллегу А. Абрагама.

В 1989 г. де Жену присудили титул кавалера ордена Почетного легиона. Известие было сообщено по телефону в его доме в Орсе. Трубку взяла старшая дочь ученого Доминик: «Папа? Кавалер Почетного легиона? Да он никогда не примет этого» [76, с. 192]. Ее ответ заставил Пьера-Жиля рассмеяться. Действительно, он долго отказывался участвовать в официальной церемонии награждения, и орден был все-таки наконец вручен ему в 1990 г. тогдашним министром национального образования Лионелем Жоспеном. К новому 1992 г. де Жен (вместе с Ф. Нозьером) был произведен в следующий ранг — офицера ордена Почетного легиона. Пьер-Жиль в течение целых 11 (!) лет не являлся на официальную церемонию, и награда в конце концов была вручена ему в неофициальной обстановке в его кабинете в Коллеже де Франс в 2003 г.

Признание пришло к де Жену и на международном уровне. В 1977 г. ему было присуждено звание почетного профессора престижного Корнелльского университета (г. Итака, штат Нью-Йорк, США). Ученый особенно любил приезжать в этот университет весной, когда стояла оптимальная погода и в окрестностях было очень красиво. Он ездил туда каждый год до 1983 г., когда был вынужден отказаться от этой престижной должности из-за детей (см. выше в этой главе). В Корнелльском университете его привлекали высококлассное научное сообщество и дружеская атмосфера. В кампусе университета он общался с такими знаменитыми физиками и химиками, как Бенджамин Уидом, Кеннет Вильсон, Дэвид Мермин, Роалд Хоффман, и др. Он также сотрудничал там с уже упомянутым выше Майклом Фишером, специалистом в области фазовых переходов.

Каждый раз по возвращении из США Пьер-Жиль долго находился под впечатлением царящей в этой стране научной активности. Он говорил своим коллегам: «Становится страшно, когда сравниваешь оживленную атмосферу Корнелла или Беркли с парижской» [76, с. 194].

Он стал получать и европейские почести. В 1978 г. де Жену присудили почетное звание Лоренцовского профессора в Лейденском университете — самом старом в Голландии. По установившейся традиции, перед тем как начать читать первую лекцию, Пьер-Жиль должен был оставить свой автограф на стене старого конференц-зала, где до него расписывались другие Лоренцовские профессора, например, Феликс Блох, Ларс Онзагер, Рудольф Пайерлс, Джон ван Флек. Де Жен вспоминал, что он «был смущен» [76, с. 195].

Теперь Пьер-Жиль каждую неделю ездил в Голландию поездом для того, чтобы читать там лекции. Путь был долгим, и он работал

в дороге. Де Жену предоставили роскошную служебную квартиру недалеко от моря, которой он практически не пользовался. Лишь изредка он оставался в Нидерландах на ужин в компании своих коллег-физиков Петера Мазура и Сибрена де Гроота. Он любил слушать рассказы жены де Гроота, Силвии, которая занималась историей Суринама (бывшей Нидерландской Гвианы). В один из таких вечеров Пьер-Жиль спросил ее о своем предке Жане-Батисте де Жене, адмирале Людовика XIV, который отправился в 1695 г. в плавание в Южную Америку и стал там губернатором Французской Гвианы (см. главу I). Ее мнение было достаточно негативным. «По-видимому, мой предок не был хорошим управляющим колонией. Он пытался создать оригинальную промышленность, отжимая сахарный тростник с помощью водяных мельниц. Однако эти механизмы были разрушены первым же паводком» [76, с. 221].

В ноябре 1984 г. Пьера-Жиля избрали членом Лондонского королевского общества (The Royal Society). В ходе торжественной церемонии, по заведенному обычаю, он расписался в книге членов общества, содержащей автографы многих великих физиков, среди которых был сэр Исаак Ньютон. Затем был обед в Кембриджском университете, организованный в честь де Жена знаменитым английским физиком Сэмюэлом Эдвардсом.

Потом последовали премии и награды научных сообществ Италии, Нидерландов, Израиля (например, престижная премия Вольфа в 1990 г.). В 1991 г. он получил также звание почетного доктора Кембриджского университета (по рекомендации того же С. Эдвардса).

У де Жена начали складываться деловые контакты с различными индустриальными компаниями, которые предлагали ему сотрудничество. Так, в 1980-е годы он стал научным консультантом американской фирмы «Еххон», в исследовательском центре в г. Аннандейле (штат Нью-Джерси), в котором числилось немало известных физиков (например, его друг Фил Пинкус и один из авторов теории БКШ Джон Шриффер). Пьер-Жиль проводил теперь одну неделю в году в Аннандейле. Он был поражен масштабом и амбициозностью научных проектов этого исследовательского центра.

Однако его сотрудничество с «Еххон» досадным образом оборвалось в 1988 г. В один из его очередных приездов в Аннандейл де Жен был принят администратором центра, который сухо сказал: «Что вы здесь делаете? Вы прибыли в неустановленное время, поэтому были вычеркнуты из списка наших консультантов. Более того, дирекция требует, чтобы вы возместили те суммы, которые уже были вам выплачены» [76, с. 196]. Обескураженный таким приемом, Пьер-Жиль, тем не менее, полностью выполнил научную программу своего недельного пребывания на фирме и уехал

без скандала. Больше он никогда не появлялся на «Еххон». Руководители компании поняли свою ошибку, когда три года спустя Пьер-Жиль стал нобелевским лауреатом, и снова пытались привлечь его в свои ряды, но, естественно, получили отказ.

В 1987 г. де Жену было предложено занять пост научного директора французской компании «Rhône-Poulenc» (сегодня — «Sanofi-Avensis»). Вначале Пьер-Жиль отказался, сославшись на то, что не может уделять этой работе более одного дня в месяц. Он предлагал вместо себя кандидатуры других ученых. Однако дирекция компании настаивала, и де Жен в конце концов согласился сначала стать ее научным консультантом, а затем членом «тройки» дирекции исследований, вместе с нобелевским лауреатом по химии Жаном-Мари Леном и биологом, членом Академии наук, Клодом Эленом.

Пьеру-Жилью пришлось непосредственно работать с одним из руководителей «Rhône-Poulenc» — Жаном-Клодом Даниэлем. Теперь раз в месяц они встречались в 7 часов утра на Лионском вокзале в Париже. Во время поездки в Лион на скоростном поезде TGV ученые обсуждали проблемы, возникшие в научных подразделениях фирмы. Уже на месте де Жен наносил визиты в лаборатории, участвовал в дискуссиях и семинарах. За год он посещал до 40 исследовательских групп фирмы и предлагал им поставить различные эксперименты. Он получал удовольствие от этой деятельности и считал ее полезной в плане сближения фундаментальной и прикладной наук. Так, ему удалось создать две совместные научные лаборатории с участием «Rhône-Poulenc», CNRS и Принстонского университета, а также «Rhône-Poulenc» и Центра Сакле, куда брали на работу в основном молодых, только что защитивших диссертации ученых. Вместе с Франсуазой де Жен организовал постоянные занятия по повышению квалификации для инженеров фирмы. В 1998 г. он создал в рамках очередной школы в Лез-Уше секцию по индустриальной тематике.

Также в 1989 г. он участвовал в создании небольшой биохимической фирмы «Flamel Technologies» (названной так в честь Николая Фламель<sup>7</sup>) и стал ее консультантом. Она была организована в окрестностях Лиона его хорошим знакомым Жераром Сулой, и де Жен следил за ее успешной работой и расширением вплоть до того момента, когда в 2004 г. один из ее главных акционеров, считая, что она не приносит достаточной прибыли, уволил Сулу с поста главы фирмы и заменил его ее финансовым директором. Суле

---

<sup>7</sup> Фламель Николая (1330–1418) — французский алхимик, которому приписывают получение философского камня и эликсира жизни.

был предложен пост научного директора «Flamel Technologies», но он отказался и ушел, хлопнув дверью.

Постепенно количество предложений по сотрудничеству с промышленными компаниями увеличивалось, и Пьер-Жиль вынужден был проявлять к ним селективный подход. Например, он отказался стать членом «комитета старейшин» Европейского космического агентства (European Space Agency) в 1985 г., от должности научного консультанта британской фирмы «Unilever».

Иногда де Жена включали в различные сообщества, даже не спрашивая его согласия. Так, он был очень раздражен, узнав в 1990 г., что является членом Высшего научного комитета парижской обсерватории.

С момента назначения де Жена директором ESPCI его нагрузка (учитывая работу с промышленными компаниями) заметно возросла (см. главу VIII). Поэтому у Пьера-Жиля уже не было времени постоянно присутствовать в Коллеже де Франс. Теперь он поручил руководство лабораторией в Коллеже Мадлен Велье, а помогала ей в решении различных административных вопросов Кристьяна Топен. Эти две женщины освободили де Жена от всей бумажной волокиты, так что свое присутствие в лаборатории он мог посвящать исключительно научной деятельности.

Интересно, что сотрудники лаборатории Коллежа были в основном женщинами. Например, группы по различным научным направлениям исследований возглавлялись Лилиан Леже, Клодин Вильямс, Анн-Мари Казаба. Злые языки называли их «лейтенантами» Пьера-Жиля и «его поклонницами», утверждая, что все они были в него влюблены.

То, что де Жен окружил себя женщинами, легко объяснимо. Во-первых, он не делал никакого различия между полами в науке, поэтому реже встречающиеся там женщины были более заметны. И, во-вторых, возможно, что сильная личность Пьера-Жиля с трудом ладила с другими амбициозными учеными-мужчинами.

Когда де Жен находился в лаборатории, дверь его кабинета была открыта, и запах сигарилло, которые он курил, разносился по всей лаборатории. О его приходе сотрудников на других этажах должна была оповещать Бубу́, чей кабинет находился рядом с кабинетом шефа. Она звонила по телефону своим коллегам и говорила в трубку два магических слова: «Он здесь», и все понимали, в чем дело.

Пьер-Жиль был всегда доступен для дискуссий. Любой сотрудник его лаборатории мог свободно зайти к нему в кабинет для обсуждения научного вопроса. Если де Жен был в этот момент занят, то они договаривались о встрече на ближайшее время.

Он особенно любил беседовать с начинающими исследователями и всячески старался их подбодрить, чтобы они не чувствовали себя неловко и свободно к нему обращались. Однако некоторые молодые диссертанты и постдоки порой все же стеснялись беспокоить шефа своими вопросами. Но один раз сделав это, они понимали, насколько полезны для них научные дискуссии с Пьером-Жилем.

Нередко де Жен сам назначал обсуждение какого-либо научного вопроса с кем-либо из своих коллег, приглашая его на обед в ресторан. При этом он говорил, заглядывая к нему в кабинет, что-то вроде: «Надо это обсудить. Ты свободен в среду в полдень?» [76, с. 199].

Во время своего присутствия в лаборатории Коллежа Пьер-Жиль всегда участвовал в семинарах и собраниях. Более того, они проходили в его кабинете – самом большом помещении лаборатории. В течение докладов он обычно открывал конверты с присланной ему корреспонденцией, сидя за своим письменным столом, не упуская при этом сути излагаемого докладчиками. Главы исследовательских групп сидели в креслах, все остальные сотрудники лаборатории – на стульях, а те, кто опоздал, располагались на полу. Де Жен был способен мгновенно вникать в суть докладов и определять верность формул по их внешнему виду. Нередко он уже на следующий день после семинара предлагал теоретическую модель явления, о котором рассказывал докладчик, и посылал ему свои записи, сопровождая их вежливым вопросом: «Что ты об этом думаешь?» [76, с. 199]. Он полностью определял исследовательскую политику лаборатории и нередко, во время обсуждений на таких семинарах, ставил новые научные задачи.

Присутствие Пьера-Жиля в лаборатории стимулировало его подчиненных, и даже когда его не было, каждый из них старался получить интересные результаты, т.е. быть на высоте.

Иногда его сотрудники жаловались на нехватку места для установок и письменных столов. Действительно, в некоторых комнатах находилось по пять человек, и порой разбирались старые установки, чтобы создать новые. Считая, что лаборатория имеет оптимальные размеры, он всегда отказывался просить у дирекции Коллежа новые помещения, утверждая, что «размер лаборатории измеряется не количеством исследователей и квадратных метров» [76, с. 200–201]. Несмотря на тесноту, в группе де Жена всегда царил теплая (почти семейная) и в то же время очень деловая атмосфера. Центральным местом лаборатории был кафетерий, организованный напротив кабинета шефа. В нем за чашкой кофе часто завязывались жаркие

научные дискуссии. Двери всех кабинетов были всегда открыты, и люди, не смущаясь, могли заходить друг к другу.

Для поддержания дружеской атмосферы каждую весну де Жен с сотрудниками обычно устраивали пикник на природе, а в Рождество – банкет в коридоре лаборатории. В качестве стола служила большая дверь, которую снимали с петель, клали на импровизированные подставки и накрывали бумажной скатертью. Каждый приносил какое-нибудь блюдо или пирог домашнего приготовления, Майя Дволецки – бургундское вино, а Пьер-Жиль – шампанское. Трапеза заканчивалась танцами.

Менее всего де Жен хотел превратить свою экспериментальную лабораторию в Коллеже де Франс в группу теоретиков. Поэтому у него обычно одновременно был всего лишь один аспирант-теоретик. Из самых известных это – Жан-Франсуа Жоани начиная с 1977 г., затем – Эли Рафаэль с 1987 г.

Его ученики-теоретики часто перенимали от Пьера-Жиля стиль работы – сотрудничество с экспериментаторами, умение обобщать и упрощать сложные явления – «видеть простоту в сложности» [76, с. 203]. Так Ж.-Ф. Жоани, обладающий неистощимым любопытством, глубокой интуицией и умением виртуозно упрощать и выделять главное, считается своего рода «духовным сыном» своего учителя [76, с. 203].

Как правило, де Жен давал новому аспиранту задание на каникулы – прочитать большую стопку книг по самым разным направлениям физики конденсированного состояния (например, по сверхпроводникам, жидким кристаллам, полимерам и т.д.). По возвращении, обычно в непринужденной обстановке – в ресторане, за ланчем, он назначал аспиранту совсем другую тему для диссертации, поясняя ее содержание отрывочными записями, сделанными простой шариковой ручкой<sup>8</sup> на бумажной салфетке.

Лаборатория де Жена в Коллеже де Франс прекрасно функционировала во многих областях физики конденсированного состояния: коллоиды, поверхности, адгезия, смачивания, полимеры. Однако Пьеру-Жилю так и не удалось сделать ее, как он хотел вначале, истинно мультидисциплинарной – функционирующей на стыке физики, химии и биологии.

Сотрудничество между физиками и химиками лаборатории шло достаточно успешно. Например, в этой связи стоит упомянуть теоретические и экспериментальные работы, сделанные в тесном контакте с химиками и имеющие выход даже на

---

<sup>8</sup> Де Жен с презрением относился к внешним проявлениям люкса, например, к таким вещам, как красивая ручка или дорогие часы.

биологию — по исследованию механизма слияния крупных липидных везикул — простых моделей клеток (подробнее см. главу X). Эти работы, однако, не вызвали большого интереса у биологических лабораторий Коллежа, и наладить контакты с биологами так и не удалось.

Тем не менее во время профессорствования в Коллеже у Пьера-Жюльена родилась плодотворная концепция так называемой «мягкой материи» (см. главу X).

### **Директор Высшей школы промышленной физики и химии города Парижа**

В 1976 г. де Жен был назначен директором уже упоминавшейся Высшей школы ESPCI (см. главу V). ESPCI была основана в 1882 г. и является престижным высшим учебным и научным заведением, которое готовит научные и инженерные кадры. В стенах школы работали такие известные ученые, как Пьер и Мария Кюри, Фредерик и Ирен Жолио-Кюри, Поль Ланжевен.

Пьер-Жиль нарушил почти вековую традицию школы, в которой директорами всегда становились ее выпускники. Администрация ESPCI была вынуждена пренебречь этим правилом, так как внутренний кандидат на пост директора школы обладал достаточно сложным характером и по этой причине не устраивал ряд ее профессоров. В результате было решено предложить этот пост человеку извне. Выбор, достаточно естественно, пал на Пьера-Жиля де Жена, как на человека с серьезной научной репутацией и большими связями в промышленности.

Вначале де Жен колебался принять руководство ESPCI, опасаясь, что дополнительная нагрузка будет отнимать слишком много времени от занятий наукой. Однако он знал и любил эту «маленькую» школу (там училось примерно 250 студентов) и с 1965 по 1968 г. сам преподавал в ней. Правда, тогдашняя его работа в ESPCI, как мы помним, закончилась конфликтом (см. главу V). Он с шумом уволился, протестуя против консерватизма дирекции, и даже вывесил на доске объявлений факультета Орсе свое заявление об уходе из школы, что было совсем не в его характере. Впрочем, эта конфликтная ситуация давно уже была исчерпана.

В конце концов он согласился, поставив условие, что будет работать в ESPCI только два дня в неделю. Основную нагрузку по организации функционирования школы он возложил на «трио», состоящее из Люсьена Моннри, директора по процессу обучения, Жака Бадоза, директора по науке, и Жана Леони, генерального секретаря, ответственного за административную деятельность.

Пьеру-Жилю удавалось успешно руководить ESPCI, параллельно много занимаясь наукой. В этом ему помогал строгий распорядок

времени. Он приходил в ESPCI рано – в 8.30. Де Жен проводил утро в своем большом директорском кабинете, который, как и в Коллеже де Франс, оформил по своему вкусу, в частности, украсил его работами своей дочери Мари-Кристин, которая была художницей. Пьер-Жиль обычно покидал ESPCI незадолго до полудня и направлялся в Коллеж де Франс, находившийся совсем рядом – в десяти минутах ходьбы, затем, около 17 часов, возвращался в ESPCI.

Служебную квартиру ему предоставили в здании школы, прямо над кабинетом, в которую он поднимался поздним вечером. Анни присоединялась к нему совсем к ночи, когда закрывала свой ресторан, оставляя фургончик с надписью «Неприрученная кровавая колбаса» во дворе школы.

Находясь у руля ESPCI, де Жен несколько реформировал процесс обучения, в частности, ввел, как это делалось в Кембриджском, Оксфордском, Лондонском и других ведущих британских университетах, посты наставников (тьюторов). В их обязанности входило изучать с прикрепленными к ним небольшими группами студентов специальные дисциплины и разбирать различные примеры, тогда как общие предметы излагались на лекциях. Такая система была направлена на то, чтобы привить студентам привычку заниматься самостоятельно и придать большую гибкость процессу обучения.

Отдельные профессора школы вначале сопротивлялись введению системы наставничества, и она появилась в ESPCI с задержкой – в 1980 г. В первые годы после своего введения процесс наставничества вызывал большой энтузиазм среди студентов. Немало было и добровольцев-преподавателей, желавших заниматься этой деятельностью.

Однако со временем энтузиазм в осуществлении этого начинания несколько поулег, и само наставничество потеряло свою сущность, превратившись в обыкновенное репетиторство. При этом к нему снова возникло враждебное отношение ряда профессоров школы.

Разочаровавшись в своей реформе образовательного процесса в ESPCI, Пьер-Жиль решил взяться за подъем науки в этом заведении. Сразу же после своего прихода к руководству школой он так оценил исследовательскую работу в ней: «Наука здесь слишком погрузилась в воспоминания своего славного прошлого времен Пьера и Марии Кюри» [76, с. 239]. Чтобы стимулировать конкуренцию в научной сфере, он создал специальный комитет, который оценивал предложенные лабораториями исследовательские проекты и определял уровень их финансирования. Нарушая уже сложившиеся традиции, он также стал стиму-

лизовать прием на работу молодых исследователей со стороны (не выпускников школы).

Многие старые профессора ESPCI – «бароны», как называл их де Жен, сопротивлялись нововведениям, и реформы шли с трудом.

Подчиненные часто критиковали Пьера-Жиля за внешнюю недоступность и холодность. Действительно, он обычно быстро проходил по коридорам школы большими шагами, избегал обращенных к нему взглядов и ни с кем не здоровался. Он замечал: «Если я начну говорить “здравствуйте”, то это – на целый день» [76, с. 242]. Отдельные работники школы жаловались, что с ним было невозможно поговорить, а когда он назначал встречу, то выделял собеседнику ровно 15 минут. Таким образом, де Жен постепенно приобрел репутацию деспота среди некоторых своих коллег по школе, которые между собой называли шефа «Его Величество» [76, с. 243].

Люди, хорошо знавшие Пьера-Жиля, объясняли такое его поведение не только очевидным нежеланием тратить драгоценное время, но и присущей ему (но обычно незаметной для окружающих) застенчивостью.

Постепенно де Жену все же удалось существенно оживить научную деятельность школы. В 1977 г. он полностью реорганизовал лабораторию механики (после ухода на пенсию ее прежнего заведующего), преобразовав в лабораторию гидродинамики, и пригласил на должность ее директора Э. Гийона. В 1987 г. Пьер-Жиль решил создать лабораторию теоретической физикохимии и доверил ее организацию и дальнейшее руководство Жаку Просту – перспективному теоретику из Бордо. Де Жен преобразовал кафедру математики в специальную кафедру Жолио-Кюри, предназначенную для работы иностранных исследователей, прибывающих в школу на несколько месяцев. Также появились новые лаборатории: «Волны и акустика», «Коллоиды и наноструктуры», «Мягкая материя и химия» и «Микротекучесть, мембраны и наноструктуры».

В результате Пьер-Жиль мог поздравить себя с тем, что новые лаборатории росли «не в размерах, а в качестве и тематике» [76, с. 242].

Однако не все созданные де Женом научные подразделения функционировали успешно. Например, он организовал специальную «директорскую» экспериментальную лабораторию, которой, как руководитель ESPCI, мог распоряжаться по собственному желанию. Ее сотрудники должны были заниматься суспензиями, а на должность заведующего был приглашен П. Пьеранский. Но тот плохо ладил с «баронами», и через два года был вынужден вернуться в Университет Орсе.

Всегда жесткий и требовательный в том, что касается работы, «Его Величество» проявлял куда больше терпимости в вопросах повседневной жизни школы. Он не любил конфликты, возникающие между людьми, однако как директор ESPCI был вынужден выступать в таких ситуациях в роли арбитра. Ему даже приходилось помогать разнимать физические стычки между своими коллегами по школе: нападение одного из сотрудников с ножом на другого, драка двух сотрудников... Подобные инциденты тоже иногда случались. Тем не менее Пьер-Жиль всегда старался по возможности быть снисходительным и как можно быстрее отдаляться от конфликтных ситуаций [76, с. 243–244].

В сентябре 1986 г., находясь в своем кабинете в ESPCI, де Жен прочитал в немецком издании «Физический журнал» («Zeitschrift für Physik») об экспериментальном обнаружении Георгом Беднорцем и Карлом Мюллером<sup>1</sup> так называемой высокотемпературной сверхпроводимости [130]. Поначалу ученый отнесся к описываемому открытию с недоверием. Г. Беднорц и К. Мюллер (с которым Пьер-Жиль неоднократно общался начиная с 1960-х годов в лабораториях IBM в Цюрихе, где Мюллер работал, а де Жен состоял в должности научного консультанта) сообщали о том, что обнаружили сверхпроводимость в металлокерамиках на основе оксидов меди (купратах) при 38 К (–235 °С). Сам де Жен не верил, что это явление можно наблюдать при температурах, превосходящих 25 К. И это действительно было приблизительно показано, исходя из теории БКШ, многими теоретиками.

Оставалось предположить, что был обнаружен какой-то особый, до сих пор неизвестный вид сверхпроводимости, не описываемый стандартной теорией БКШ. У Пьера-Жиля возникла идея. Оксиды меди напомнили ему об манганитах (оксидах марганца с переменной валентностью), которыми он интересовался в Беркли в 1960-е годы (см. главу IV). Оба этих класса веществ имели сходную структуру. Он достал свою старую статью по оксидам марганца с переменной валентностью и попытался объяснить высокотемпературную сверхпроводимость с помощью рассмотренных в ней механизмов [15]. Эти вещества содержали ионы  $Mn^{+3}$ ,  $Mn^{+4}$ ,  $O^{-2}$ , и электрон с внешней орбиты O мог легко переходить к  $Mn^{+4}$  и тут же замещаться другим электроном от  $Mn^{+3}$ . При этом согласно принципу Паули спины обоих электронов, участвующих в этом так называемом двойном обмене, не изменялись (рис. 10) [130].

В ходе работы над своей моделью де Жен обнаружил отдельные противоречия с экспериментальными результатами, что заставило его сомневаться в целесообразности публикации статьи. Пьер-Жиль

---

<sup>1</sup> Оба получили Нобелевскую премию по физике в 1987 г.

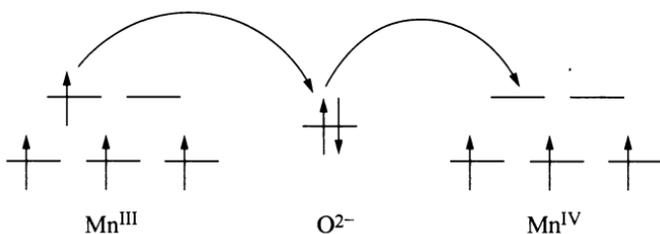


Рис. 10

поделился сомнениями со специалистом по физике твердого тела из Нормальной школы, своим старым товарищем по военной службе на корабле «Ришелье», Жульеном Бокон. «Тем не менее публикуй. Твой подход интересен», — заключил Бок [76, с. 245]. Де Жен последовал его совету и без особой убежденности в своей правоте в 1987 г. опубликовал статью в «Comptes rendues» [35]. В своей работе Пьер-Жиль пытался объяснить проводимость купратов на основе модели двойного обмена электронами, причем предположил, что этот механизм мог привести к существенному росту проводимости за счет образования куперовских пар.

Тем временем были открыты новые купраты с температурами достижения сверхпроводящего состояния  $T_c$ , превосходящими температуру жидкого азота — сначала с  $T_c = 93$  К, а потом с  $T_c = 110$  К. Сотни, тысячи исследователей по всему миру включились в своеобразное соревнование. Одни старались экспериментально достичь все более высоких значений  $T_c$ , другие — создать адекватную теорию этого явления. Число публикаций по высокотемпературной сверхпроводимости было огромным.

В 1987 г. Пьер-Жиль прекращает исследования высокотемпературной сверхпроводимости, «будучи испуганным количеством исследователей, работающих над этой темой и не видя чего-либо существенного, чтобы я мог привнести с моей стороны» [76, с. 245].

Параллельно выяснилось, что одна группа в г. Кане (Нормандия) уже синтезировала купраты, но никто не задумался тогда измерить температурную зависимость проводимости этих веществ. Некоторые ученые утверждали, что если бы де Жен не отказался в тот период от изучения высокотемпературной сверхпроводимости, то механизм этого явления был бы объяснен именно во Франции.

Но, пожалуй, такое утверждение не совсем справедливо. Дело в том, что одновременно с Пьером-Жилем от исследования проблем высокотемпературной сверхпроводимости отошли многие крупные теоретики по всему миру. Очевидно, что для создания адекватной модели этого явления тогда еще не наступило время.

В 2007 г. де Жен в одной из своих последних статей снова вернется к этой тематике (см. главу XIII).

Несмотря на свой отход от темы сверхпроводимости Пьер-Жиль организовал в стенах ESPCI экспериментальную лабораторию физики твердого тела, поставив во главу ее Ж. Бока. Спектр исследований нового научного подразделения был чрезвычайно широк. И одним из важных направлений здесь было изучение высокотемпературной сверхпроводимости.

За годы руководства ESPCI де Жену удалось оживить научную работу в ней. Но главной его мечтой с первого дня пребывания в этой школе было изменить ее название с ESPCI на ESPCBI, добавив к словам «Physique et Chimie» («Физики и Химии») слово «Biologie» («Биологии»), т.е. ввести под крышу школы также и исследования по биологии. Он был убежден, что главные открытия в XXI в. будут сделаны именно в биологии.

Однако (так же, как и в лаборатории в Коллеже де Франс) Пьеру-Жиллю не удалось осуществить задуманное (см. главу VII).

Поначалу дела в школе, руководимой де Женом, шли неплохо. Дирекция Управления образования города делала все возможное, чтобы идти навстречу требованиям ESPCI.

Из полного названия школы ESPCI следует, что она принадлежит городу Парижу. Но в 1977 г. статус Парижа изменился. Управление перешло из рук префекта города к мэру, который избирался членами Совета Парижа. Вскоре результат этих административных изменений сказался и на школе. Действительно, ESPCI стоила денег, но не приносила никаких голосов во время выборов мэра. Суммы, потраченные на школу, были каплей воды в муниципальном бюджете, но, тем не менее, мэрия отказывалась финансировать новые научные проекты ESPCI и какие-либо строительные или ремонтные работы, необходимые для школы.

«Актуальная финансовая ситуация заставляет все службы города изыскивать экономию», — декларировала директриса Управления образования на открытии административного совета ESPCI в январе 1985 г. Затем, в мае 1986 г., в ответ на протесты преподавателей-исследователей школы, касающиеся сокращения поста лабораторного техника, она также заявила: «Политика ослабления налогового давления в Париже приводит к уменьшению выделяемых в распоряжение служб финансовых средств, и сокращение постов является одним из следствий этого» [76, с. 247].

В мае 1987 г., в общей безрадостной ситуации для ESPCI, выражающейся в дальнейшем сокращении финансирования и постов, Пьер-Жиль лично отправился в парижскую мэрию. По этому

случаю он даже надел непривычный для себя аксессуар — галстук. В мэрии он попытался объяснить необходимость развития в руководимой им школе биологии и поддержки таких крупных биологов, как, например, Франсуа Жакоба. Пьер-Жиль попросил выделить для ESPCI три дополнительных поста (1 — профессора и 2 — старших преподавателя), а также построить новые помещения.

Директриса Управления образования нервно отреагировала на эту просьбу: «Но вы хотите, чтобы мы засунули пальцы в прокатный стан!» [76, с. 247].

Де Жен больше не произнес ни слова. Тогда как пришедший с ним Л. Монри тщетно пытался представить свою аргументацию.

«В ту эпоху, — по словам Ж. Леони, — ESPCI имела тот же статус, что и городские детские сады, и не обладала никакой автономией. Для того чтобы осуществить даже самую мелкую покупку, необходимо было всегда заполнять формуляр, который в дальнейшем посылался на инспекцию в Управление образования, затем — в финансовое управление и т.д. Было почти также трудно купить коробочку кнопок в магазине на углу, как и микроскоп, который стоил миллионы, потому что никто не принимал заказы на поставку коробки кнопок. Все это выглядело как карикатура: можно было купить тонну ручек, но не одну ручку. Так жить было невозможно!» [76, с. 248].

Привыкшая больше иметь дело с бюджетами детских садов, чем с финансовыми затратами высших школ, директриса Управления образования удивлялась масштабам последних и даже однажды высказала свое подозрение: «Вы пользуетесь кредитами города для того, чтобы проводить исследования за нашей спиной» [76, с. 248].

Столкнувшись с подобным невежеством, де Жен решил попытаться встретиться с самими мэром Парижа — Жаком Шираком. В этом ему обещал помочь Ален Деваке, профессор химии Университета Жюссье<sup>2</sup> и одновременно мэр XI округа Парижа.

Время шло, но обещанная Деваке встреча с Шираком никак не организовывалась, а положение школы все ухудшалось. У мэрии появилось намерение отобрать у ESPCI ее нынешнее здание (чтобы затем перепродать его), а саму школу переместить на окраину города, сделав из нее вместо образовательного учреждения своего рода «совместное предприятие» с участием крупных промышленных компаний.

---

<sup>2</sup>Так коротко называют Университет Пьера и Марии Кюри — Париж VI (Université Pierre et Marie Curie (UPMC) — Paris VI). Он расположен в кампусе Жюссье (Jussieu), около станции метро Жюссье.

В отчаянии Пьер-Жиль со своими заместителями пытались передать ESPCI под опеку государства, придав ей таким образом статус государственного образовательного учреждения. Им удалось организовать письмо мэра Ширака министру науки и техники Жану-Пьеру Шевенману, посвященное этому вопросу. Шевенман согласился присвоить школе статус публичного учреждения и финансировать ее развитие. Однако затем последовали безумные проекты слияния ESPCI сначала с Высшей государственной школой химии Парижа (École nationale supérieure de chimie de Paris), а затем с Высшей нормальной школой. По этим поводам собирались многочисленные совещания в Министерстве национального образования.

Сама ESPCI тем временем погружалась в настоящий маразм, и неопределенность давила на всех ее сотрудников.

Проблемы школы стали решаться только после присуждения де Жену Нобелевской премии (см. главу XII).



Пьер-Жиль в возрасте одного года  
в семейной квартире на авеню  
Камюэнс в Париже



Пьер-Жиль с отцом, октябрь 1939 г.

Пьер-Жиль с матерью, июль 1938 г.



Современная фотография площади, носящей имя Пьера-Жюль де Жена, г. Барселоннета



Парижский дворец открытий

Эдмон Бозр (1880–1963)



Джузеппе Оккиалини  
(1907–1993)





Во дворе Высшей нормальной школы — Париж, ул. Ульм (rue d'Ulm), 45

Студенческий билет де Жена (Высшая нормальная школа)

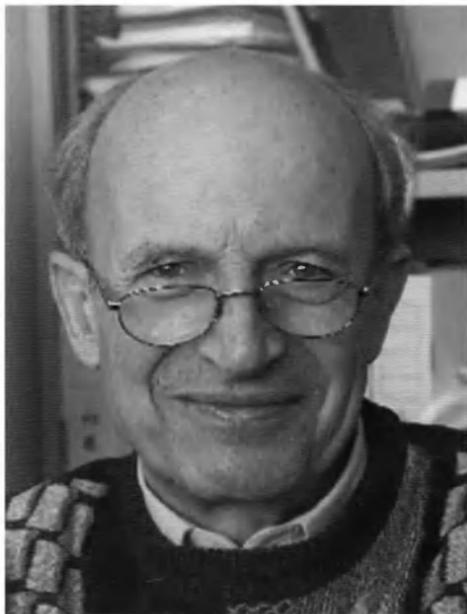


Де Жен в день посвящения в студенты Высшей нормальной школы в форме бойскаута пьет чай в парижской кондитерской, сентябрь 1951 г.



Молодой де Жен катается на горных лыжах в Альпах (долина Керас), 1950 г.

Филипп Нозьер (род. в 1932 г.)



Пьер Эгрэн (1924—2002)



Де Жен на летней школе по теоретической физике в Лез-Уше беседует с организатором школы Сесиль Моретт-де Витт и ее мужем Брайсом де Виттом, 1953 г.



Анатоль Абрагам (1914–2011)



Венчание Пьера-Жюля и Анни в церкви Нейи, июнь 1954 г.



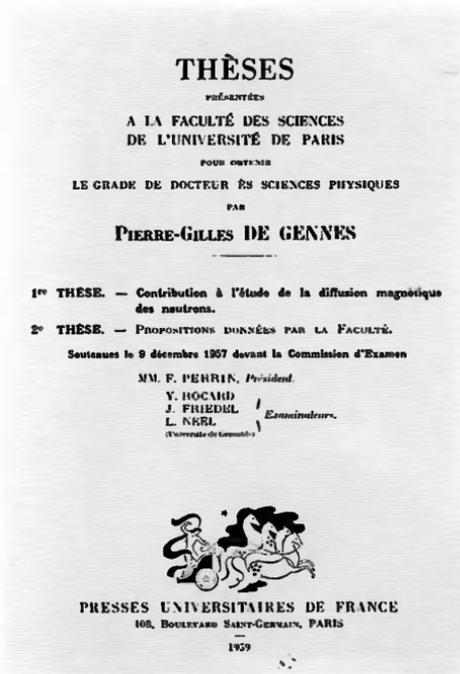
Изображение мифической змеи уробороса из алхимического трактата Феодора Пелеканоса (1478 г.)

Жак Фридель (1921–2014)



Андре Эрпен (1920–1998)

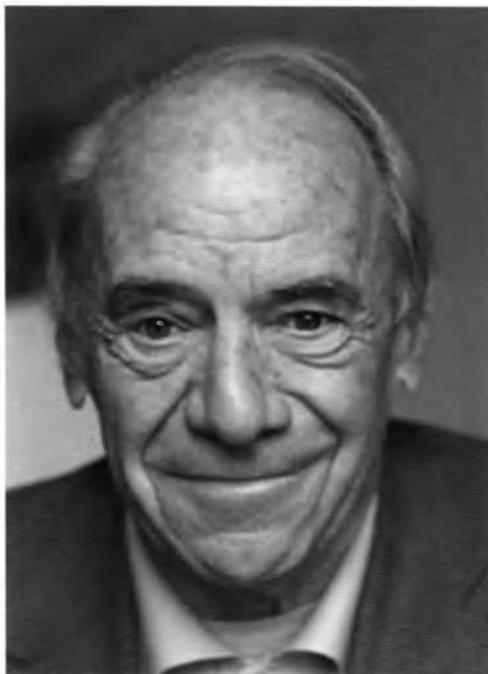
Обложка диссертации  
де Жена, защищенной в 1957 г.



Центр ядерных исследований  
в Сакле



Этьен Гийон (род. в 1935 г.)



Луи Неель (1904–2000)

Чарльз Киттель (род. в 1916 г.)



Панорамный вид на мост Голден Гейт, залив и г. Сан-Франциско с кампуса Университета Беркли. На переднем плане университетская колокольня (кампанила) – копия аналогичного сооружения на площади Сан-Марко в Венеции

Дом де Женов в г. Орсе



Пьер-Жиль вместе с гувернанткой его отца Марией и Анни. Главерсвиль, США, сентябрь 1959 г.



Корпус № 210 Университета Орсе, в котором в 1960-е годы размещалась лаборатория физики твердого тела (вверху). Современное здание лаборатории (корпус № 510) (внизу)

Игорь Григорьевич Чистяков (1929–1982). Фотография любезно предоставлена Н.В. Усольцевой (Ивановский государственный университет)



Жорж Дюран (род. в 1945 г.). Фото сделано в 1993 г. на Европейской конференции по жидким кристаллам (г. Флимс, Швейцария). Фотография любезно предоставлена А.Г. Петровым (Институт физики твердого тела Болгарской академии наук)



Жорж Фридель (1865–1933)



Уильям МакМилан  
(1936–1984)

Пьер-Жиль де Жен, 1972 г.  
Фото Ф. Брошар-Вьяр



Жан Вьяр (1902–1992)



Де Жен и Анни в Орсьере, 1973 г.

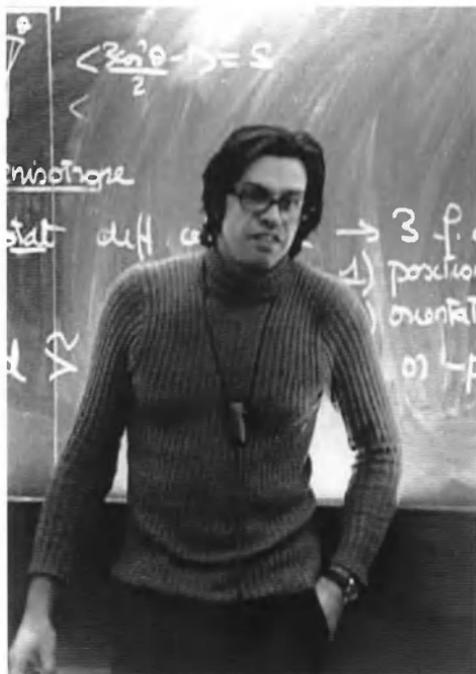


Де Жен со своими детьми, 1975 г.

1979 г.



1995 г.



Во время лекции о жидких кристаллах в Коллеже де Франс, 1970-е годы

Вид фасада Коллежа де Франс со стороны площади Марселена Бертло (place Marcelin Berthelot)



Пьер-Жиль с Франсуазой Брошар-Вьяр во время вручения ему главной премии Американского химического общества, 1988 г.



Вход в ESPCI со стороны улицы Воклен (rue de Vauquelin)





Пьер-Жиль рисует: 1978 г. и 2000-е годы

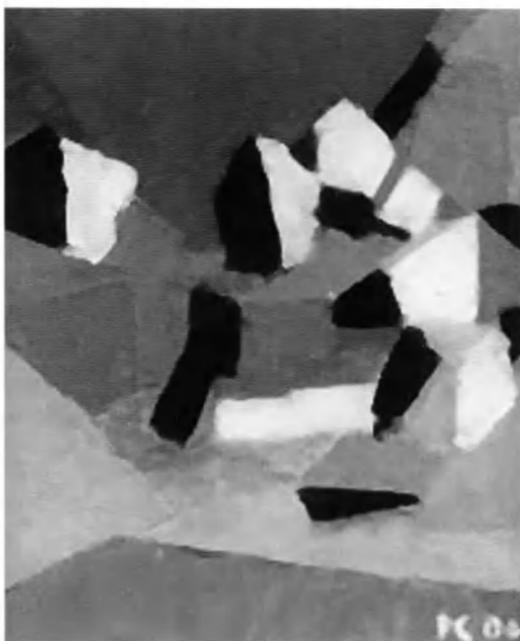
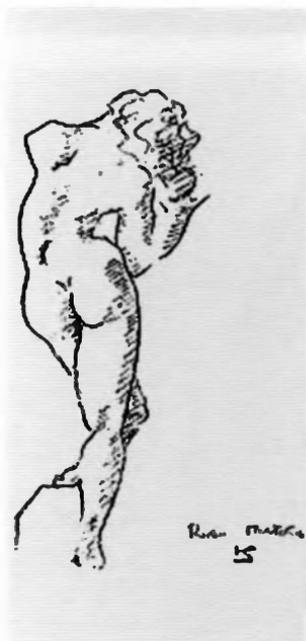
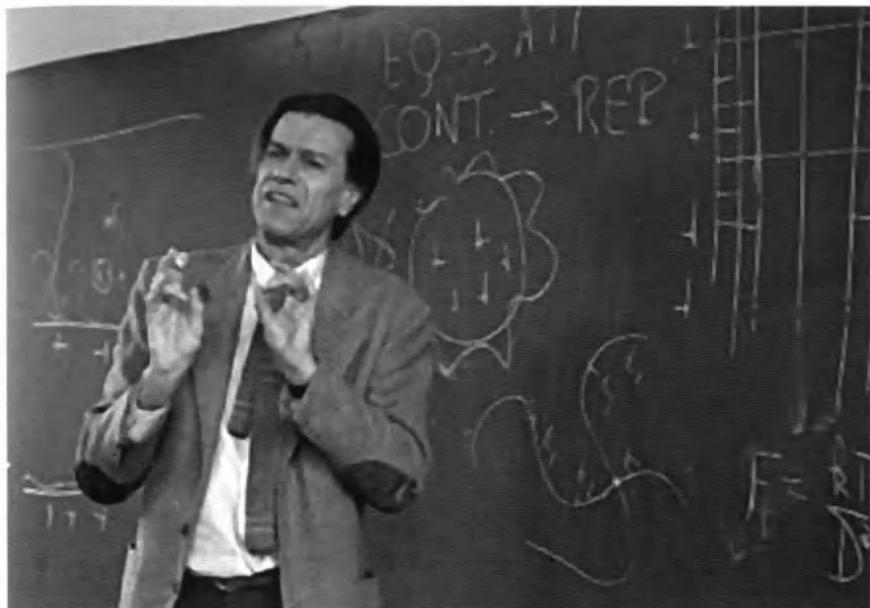
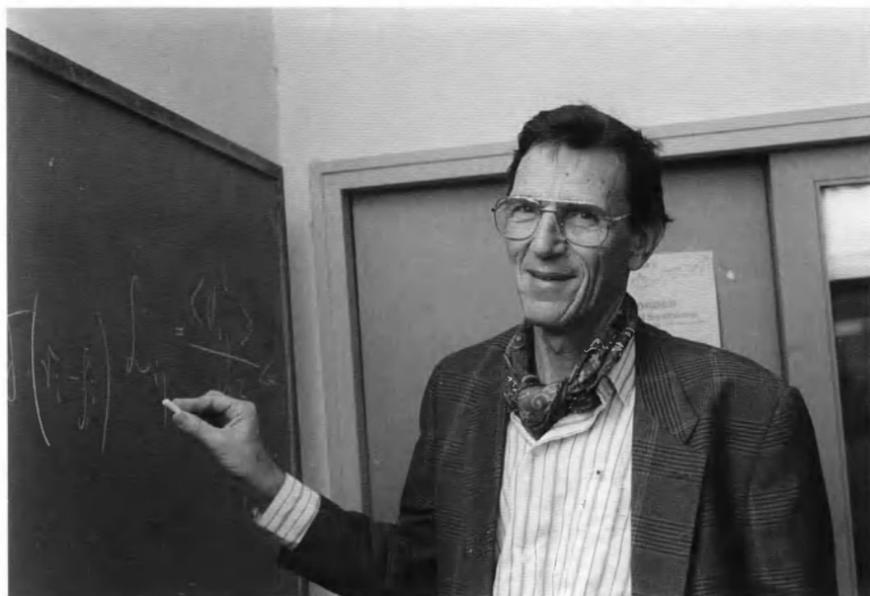


Рисунок де Жена на присланной автору этой книги в 2001 г. поздравительной Рождественской открытке (слева)  
Картина Пьера-Жиля, написанная маслом, 2006 г. (справа)



Де Жен рассказывает об адсорбции полимеров, 1980-е годы



Шломо Александер (1930–1998)



Пьер-Жиль де Жен, 1991 г.  
Фото Анри Тюреля



Де Жен в своем кабинете в Коллеже де Франс, 1990-е годы

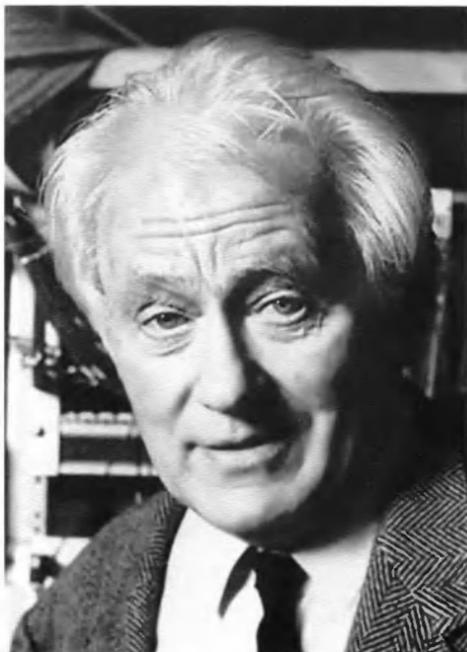


Де Жен в окружении друзей во время вручения ему Нобелевской премии в Стокгольме 10 декабря 1991 г. Слева направо: Шломо Александер, Етьен Гийон, лауреат, Фил Пинкус, Мадлен Весе, Кэрол Майселз и Жан Жак



В ESPCI, 2002 г.

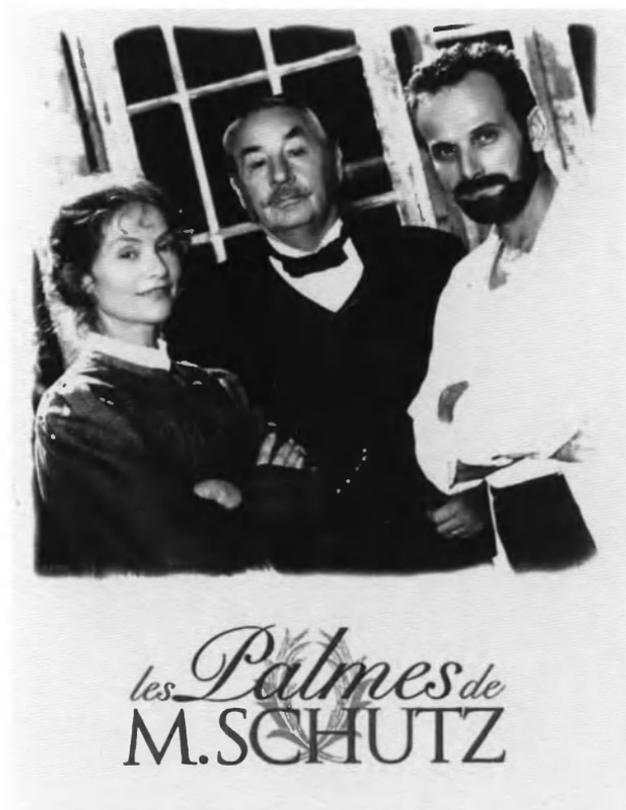
Жорж Шарпак (1924–2010)



Сэмюэл Фредерик Эдвардс  
(1928–2015)



Два нобелевских лауреата: Жорж Шарпак и Пьер-Жиль де Жен в эпизоде фильма Клода Пиното «Награда доктора Шутца», 1997 г.



Афиша фильма. Слева направо актеры И. Юппер, Ф. Нуаре, Ш. Берлен



Де Жен во время своих путешествий по французским школам объясняет ученикам Коллежа Жана Монне в г. Шато д'Олон (Château d'Olonne) функционирование песочных часов. Кадр из фильма «Физика мешка с шариками» (ICS/CNRS images), поставленного в 1997 г. А. Мартине (стоит слева за Пьером-Жилем)



Де Жен показывает опыт с «приклеившейся палкой»

Жак Прост (род. в 1946 г.) —  
преемник де Жена на посту  
директора ESPCI



Вид на здание Института  
Кюри на улице Ломон (rue  
Lhomond) в Париже





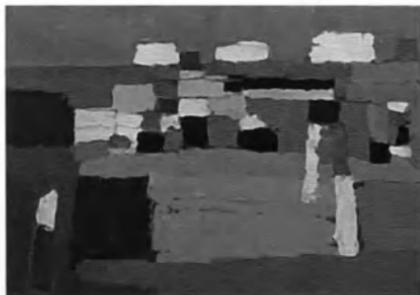
Де Жен во дворе Института Кюри у памятника П. и М. Кюри, 2000-е годы



Де Жен обсуждает проблемы сверхтекучести твердого тела с С. Балибаром на конференции в Триесте (Италия), май 2005 г.



Супруги де Жен на художественной выставке в Университете Орсе, 1997 г.



Николя де Сталь (1914–1955)  
и одна из его живописных работ



Анни де Жен вместе с президентом Французской Республики Франсуа Олландом (2012–2017) на церемонии открытия Института Пьера-Жиля де Жена 14 марта 2016 г.



Могила Пьера-Жиля де Жена на кладбище Монруж, г. Париж

## Работы по физике полимеров

В начале 1970-х годов де Жен внес существенный вклад в развитие макроскопической теории полимеров. Эти вещества, тогда уже широко применяемые в повседневной жизни и технике, не были еще достаточно хорошо изучены.

Основы структуры полимерных молекул и пути их химического синтеза были поняты немецким химиком Германом Штаудингером, который в 1953 г. получил за свои работы Нобелевскую премию [см., например: 131]. В частности, Штаудингер показал, что полимеры состоят из длинных макромолекул, которые, в свою очередь, строятся из повторяющихся химических фрагментов – мономеров.

Начала физической химии полимерных систем были заложены американским химиком Полом Флори, удостоенным Нобелевской премии в 1974 г. [132]. Флори создал полуколичественную теорию разбавленных растворов полимеров, показав, что макромолекулы в них сплетаются в невзаимодействующие друг с другом клубки, которые можно моделировать флуктуирующими сферами. Он установил, что полимерные системы, как правило, обладают свойством «скейлинга» (от англ. «scaling» – «масштабная инвариантность») и, следовательно, описываются степенными законами. Так, например, радиус сферического клубка (радиус Флори) приближенно дается формулой

$$R_F \approx N^{\nu} a, \quad (11)$$

где  $N$  – число мономеров в макромолекуле;  $\nu = \frac{3}{(d+2)}$ ,  $d = 1, 2, 3$  – размерность пространства;  $a$  – длина одного мономера.

Степенной показатель  $\nu = 3/5$ , полученный Флори для  $d = 3$ , в большинстве случаев хорошо описывает экспериментальные данные. Согласие с экспериментом получается и для  $d = 1$  и  $2$ .

Прежде всего де Жен описал динамику полимерных цепей в объеме. Для этого он разработал модель «рептации» (от англ. «reptation» – «ползание»), согласно которой полимерная макромолекула может свободно двигаться (ползать) внутри очерченной вокруг

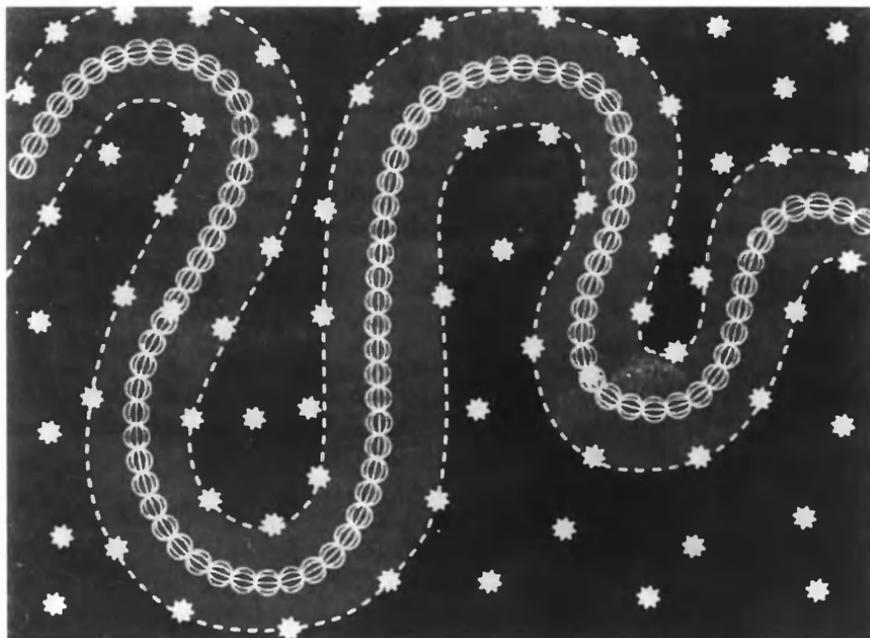


Рис. 11

нее воображаемой трубки. При этом рассматриваемая молекула полимера не испытывает затруднений из-за взаимодействия с соседними молекулами (рис. 11) [79, с. 36; см. также: 36; 83, т. II, с. 20–34].

Эта модель получила в дальнейшем всеобщее признание [см., например: 132]. Пьер-Жиль вспоминал: «В 1988 г. меня пригласили в Китай. Пребывание там было изнуряющим для меня и поэтому прошло не совсем хорошо. В конце визита меня привезли на завод по производству нейлона в провинции Сычуань. И там я был приятно удивлен, когда главный инженер, ответственный за процесс вытягивания нитей, сказал мне: “Это Вы – рептация”. Я был впечатлен: модель была известна на заводе в китайской глубинке!» [76, с. 209].

В сентябре 1971 г. Пьер-Жиль получил от своего друга физика из Гарвардского университета, Пола Мартина, препринт статьи Кеннета Вильсона и Майкла Фишера (Корнелльский университет) по фазовым переходам. Статья пришлась, как нельзя, кстати, поскольку именно в это время де Жен готовил свой первый курс лекций в Коллеже де Франс, посвященный этому вопросу. Читая статью, де Жен быстро понял, почему она прислана ему еще до публикации. Эта работа была действительно революционной. В ней излагался новый подход, который позволял хорошо описывать фазовые пере-

ходы (с учетом флуктуаций), – ренормализационная (или ренорм-) группа (см. также главу III). За это открытие К. Вильсон получил в 1982 г. Нобелевскую премию.

Пьер-Жиль вспоминал: «Я полностью разобрал по косточкам эту статью и тут же стал преподавать ее содержание в Коллеже, в эпоху, когда даже слово “ренормализационная” было неизвестно физикам, занимающимся конденсированным состоянием. Таким образом, ко мне на лекции в первом году чтения этого курса приходил весь Париж статистической физики. Это было приятно. И этот курс был действительно полезным. Но главным было то, что эта статья помогла мне продвинуться в исследованиях полимеров...» [76, с. 210].

Действительно, присланный препринт настолько вдохновил де Жена, что тот сразу же стал думать о применении ренормгруппы к описанию взаимодействия макромолекул в растворах полимеров. Он провел декабрьские каникулы на семейной ферме в Орсьере, катаясь по утрам на лыжах и работая во второй половине дня. А на следующий за Рождеством день, уединившись в своем маленьком кабинете, начал применять ренормгруппу к полимерам. Пьер-Жиль понял, что поведение полимеров с взаимодействующими макромолекулами аналогично фазовым переходам (например, в магнетиках), к которым Вильсон уже применил подход ренормгруппы. При описании макромолекулы этим методом де Жен разбивал всю полимерную цепь на маленькие участки (вплоть до одного мономера), для которых получал скейлинговые законы. Далее, последовательно увеличивая масштаб рассмотрения (вплоть до целой макромолекулы), он выводил скейлинговый закон и для нее.

Полимерные цепи (подобно фазовым переходам) характеризовались им с помощью параметра порядка. Пьеру-Жилю пришла в голову идея положить количество компонент этого параметра равным нулю ( $n = 0$ ). Физически это означало запрет самопересечений макромолекулы полимера. Это приближение позволило ему с хорошей точностью определить законы скейлинга, которым следуют некоторые макроскопические параметры полимера.

Де Жен развил теорию Флори для полуразбавленных полимерных растворов, в которых уже нельзя было пренебречь взаимодействием между макромолекулами. Согласно подходу французского теоретика, такие системы могут быть представлены как идеальные растворы так называемых «блотов» (от англ. «blobs» – «бусины») (рис. 12) [79, с. 34]. Их размер  $\xi_b$  равен максимальному расстоянию взаимодействия мономеров (т.е. радиусу корреляции), а также среднему расстоянию между двумя соседними полимерными цепями. С помощью подхода ренормгруппы Пьер-Жиль

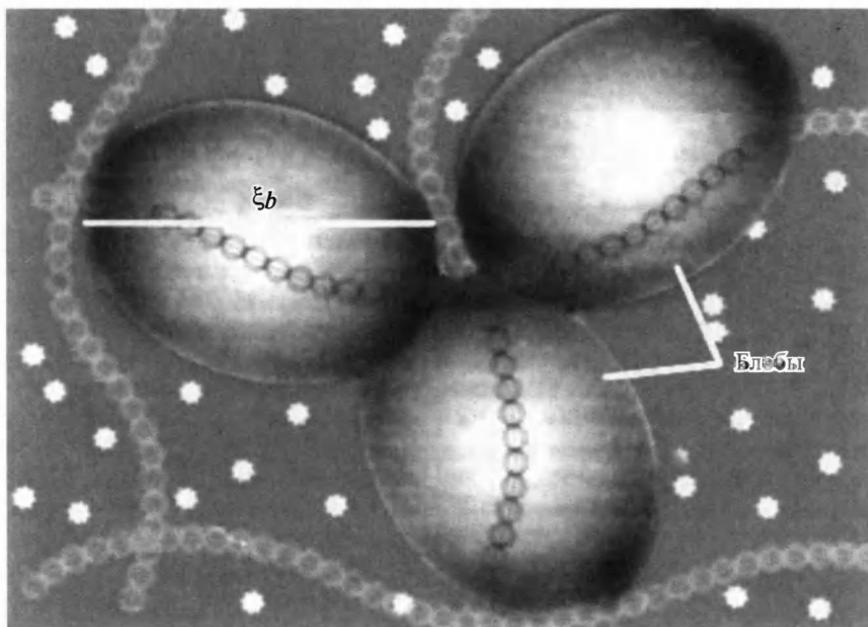


Рис. 12

получил следующую (согласующуюся с экспериментальными данными, см. ниже) скейлинговую формулу для  $\xi_b$  в трехмерном пространстве [37]:

$$\xi_b \approx ag_b^{3/5}. \quad (12)$$

Здесь  $g_b$  — число мономеров, приходящееся на один блок.

Из формул (11) и (12) очевидно, что величина  $\xi_b < R_F$ , и, более того, оказалось, что она уменьшается с ростом концентрации полимера в растворе. Блобы образуют в растворе полимера некое подобие рыбацкой сети. С ростом концентрации растворенного вещества размеры блобов уменьшаются, и ячейки сети становятся все меньше. При достаточно больших концентрациях (например, в расплавах полимеров) размеры блобов (и ячеек сети) сравниваются с размерами мономеров. При этом система становится однородной.

Понятие блобов позволило наглядно проиллюстрировать применение ренормализационной группы к растворам полимеров, которое, несомненно, явилось одним из самых крупных научных достижений де Жена (см. ниже).

Уже 27 декабря Пьер-Жиль вернулся в Париж. Он расположился в своем кабинете в Коллеже де Франс для того, чтобы в спокойной

атмосфере (лаборатории были почти пустыми в этот праздничный период) написать небольшую заметку о своем открытии.

Через несколько дней его статья была готова. «Я послал ее в “Physics Letters”, где у меня была уверенность быть быстро опубликованным. Это – небольшой, не слишком котируемый журнал, но это не помешало тому, что  $n = 0$  приобрело мировую известность», – вспоминал ученый [76, с. 211].

Заметка де Жена была опубликована немного раньше [38], чем статья Вильсона и Фишера [134].

Применение нового метода ренормгруппы к описанию полимеров существенно обогатило арсенал теоретических инструментов Пьера-Жиля – ведь до этого его работы базировались в основном на использовании теории среднего поля.

Увлекавшийся изобразительным искусством де Жен сравнивал ренормгруппу с импрессионизмом в живописи (см. главы I, VII и XIII). В одном из своих докладов перед Академией наук он говорил: «До Энгра живописцы искали безупречной передачи деталей. Отчасти благодаря зарождению фотографии это стремление к детализации немного устарело и стало технологической проблемой, которая решалась в фото. Теперь нужно было найти что-то другое, и течения, подобные импрессионизму, появились из этой необходимости» [76, с. 213]. А в своей речи 1995 г., посвященной двухсотлетию Института Франции (Institut de France)<sup>1</sup>, ученый образно заметил: «Мы начали с классической науки, которая заботилась о точности и деталях. Сейчас мы идем в сторону науки, которая аналогична импрессионизму, а Фейнман в ней – Сезанн» [80, с. 65].

Очевидно, что любовь Пьера-Жиля к искусству вообще повлияла и на его стиль в науке. Он сам отмечал, что пытался «отойти на некоторое расстояние, чтобы сделать импрессионистское описание мира, которое игнорирует множество его деталей (рассматриваемых классической наукой), но которое сохраняет основные его черты» [см., например: 77].

В настоящее время скейлинговый подход де Жена к описанию полимеров по праву считается одним из его главных научных достижений [см., например: 83, т. II, с. 1–17]. А выражение  $n = 0$  даже сравнивали по значимости со знаменитой Эйнштейновской формулой  $E = mc^2$  [см., например: 76, с. 211].

Однако Пьер-Жиль подвергался и критике со стороны ряда своих коллег за упрощения в теории скейлинга. Некоторые из

---

<sup>1</sup> Основное официальное научное учреждение Франции, объединяющее пять национальных академий.

них считали его результаты слишком «приблизительными», полагая, что он угадывает заранее правильное решение задачи, а затем подгоняет под него математические выкладки. Хорошо известно, что упрощение было характерной чертой научного стиля де Жена. «Можно немного схематично сказать, что искусство физика-теоретика — это понимать, как далеко допустимо зайти в деле упрощения», — подчеркнул он во время своей первой лекции, посвященной вступлению в должность профессора Коллежа де Франс [76, с. 213].

Для проверки полученных теоретических результатов (в частности, формулы (12) и др.) Пьер-Жиль организовал эксперименты в своей лаборатории в Коллеж де Франс, в Центре Сакле и в Центре исследования макромолекул (Centre de recherche sur les macromolécules) в Страсбурге. Из этих научных заведений, объединенных одной целью, получился как бы треугольник, который сам де Жен именовал (по ключевым буквам их названий) «STRASACOL» [см.: 39]. Теоретические предсказания Пьера-Жиля дали много работы экспериментаторам. Как отмечал Ж. Фридель, «эксперименты по проверке его моделей растянулись на 10–15 лет...» [76, с. 214].

В 1978 г. во время пребывания в Корнелльском университете де Жен подытожил свои работы по полимерам в монографии [37]. В книге он подчеркивал важность законов скейлинга. Эти законы универсальны и проявляются во многих системах, с ними, в частности, связаны явление перколяции и обобщенная фрактальная размерность объектов (см. главы III и X). Рис. 13 — это интересная иллюстрация де Жена к своей книге, показывающая, как разнообразные животные пытаются следовать закону скейлинга, т.е. как одинаковые части повторяются у разных животных в различных масштабах.

Некоторые коллеги Пьера-Жиля думали, что, опубликовав монографию, он теперь прекратит заниматься полимерами, подобно тому, как это уже было со сверхпроводниками и жидкими кристаллами. Однако на этот раз их предсказания не сбылись.

Практически на протяжении всей своей жизни де Жен интересовался полимерами и написал еще немало работ, касающихся этой области. Например, по растворам полиэлектролитов — полимеров с заряженными цепями [40; 83, т. II, с. 48–55], по прохождению полимеров (и, в частности, молекул ДНК) через нанотрубки и поры в мембранах [41; 42; 83, т. II, с. 69–95], по слипанию резин [43; 44; 83, т. II, с. 104–114], по применению физики полимеров к моделированию адгезии клеток [45; 83, т. II, с. 127–138] и т.д. В 1990 г. он даже опубликовал еще одну монографию, посвященную динамике полимеров [46].

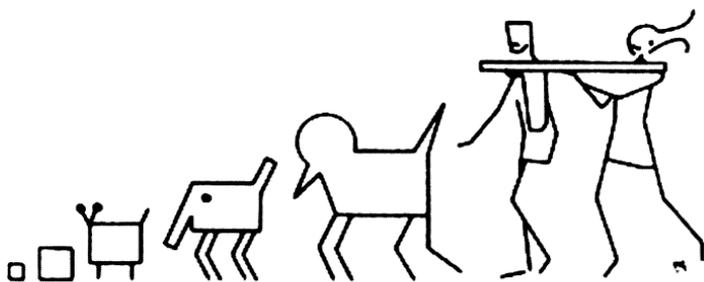


Рис. 13

Стоит также особо отметить работы де Жена по адсорбции полимерных молекул на твердую подложку [47, 48]. В этом случае макромолекулы стремятся, с одной стороны, вытянуться на твердой поверхности, а с другой — образовывать клубки в растворе. Противостояние этих двух тенденций приводит к интересной картине, для которой можно предложить аналогию пляжа (поверхность) и загорающих на нем людей (полимерные цепи). Когда концентрация молекул в растворе невелика, они могут свободно вытягиваться на поверхности — загорать лежа. С ростом концентрации места на поверхности становилось меньше и молекулы полимера уже изгибаются вблизи нее и образуют участки клубков — загорают сидя. При этом каждая макромолекула может прикрепляться к твердой поверхности несколькими мономерами. Толщина получившегося поверхностного слоя имеет порядок радиуса Флори —  $R_f$ . При еще больших концентрациях молекулы полимера прикрепляются к поверхности только своими концевыми группами — загорают стоя. В последнем случае образуется так называемая полимерная «щетка» («brush»), толщина которой определяется гибкостью макромолекул.

Де Жен (и Ф. Брошар-Вьяр) также проанализировали различные режимы течения расплавов полимера в присутствии твердой поверхности.

Пьер-Жиль рассмотрел течение обычной изотропной жидкости (состоящей, например, из мономеров полимера) в присутствии гладкой твердой стенки [48]. В этом случае скорость жидкости вблизи стенки  $v_s$  (из-за сильного сцепления с ней) обращается в ноль. При этом соответствующая экстраполяционная длина  $b$ , определяемая как расстояние за стенкой, на котором скорость жидкости равна нулю, также стремится к нулю (вернее очень мала — порядка молекулярного размера) (рис. 14а) [79, с. 40–41].

Параметр  $b$  дается выражением

$$b = \eta v_s / \sigma, \quad (13)$$

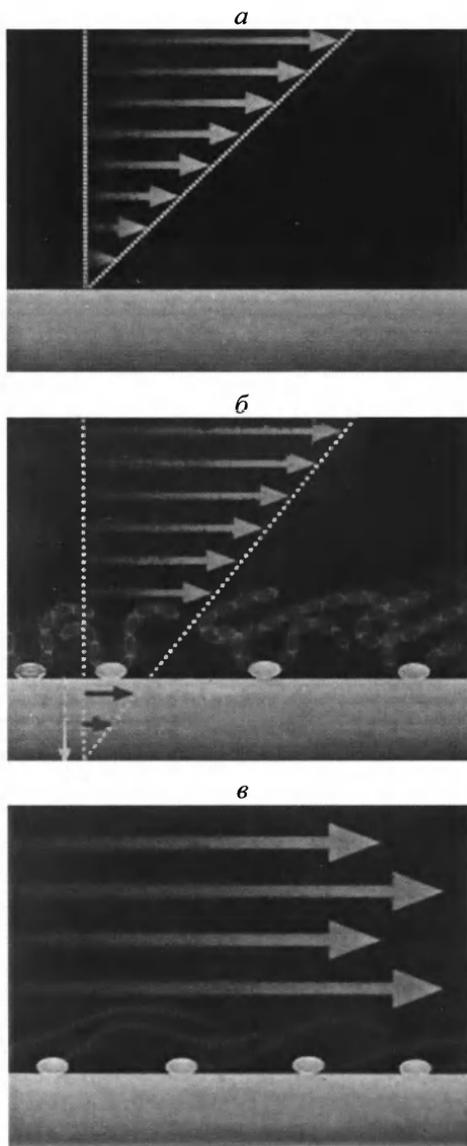


Рис. 14

пей полимера отпутываетя от объемных макромолекул, а часть — переплетается с ними снова.

И, наконец, когда  $v_s \geq v^{**}$ , то  $b = b_\infty$  — молекулы полимера как бы скользят параллельно гладкой поверхности. В этом случае под действием сил трения приповерхностные полимерные цепи

где  $\eta$  — сдвиговая вязкость, а  $\sigma$  — напряжение сдвига у твердой поверхности. При течении полимера, напротив,  $v_s \neq 0$  и  $b = b_\infty$  — порядка нескольких десятков мкм, т.е. макромолекулы полимера довольно свободно скользят вдоль гладкой твердой стенки.

Опишем теперь ситуацию, когда полимерные молекулы прикреплены своими концами к стенке (т.е. имеется полимерная щетка) и погружены в текущий расплав полимера [49—51].

Если  $v_s$  невелика, но не равна нулю ( $v_s \leq v^*$ , где  $v^*$  — некоторая критическая скорость течения), то  $v_s$  стремится к нулю для  $b = b_0$  — порядка нескольких  $R_F$ . В этом случае поверхностные полимерные цепи переплетены с объемными макромолекулами (рис. 14б) [79, с. 40—41].

При бóльших поверхностных скоростях течения ( $v^* \leq v_s \leq v^{**}$ , здесь  $v^{**}$  — некоторая критическая скорость течения) реализуется так называемый предельный режим, и  $b$  линейно увеличивается с ростом  $v_s$ . В такой ситуации часть поверхностных це-

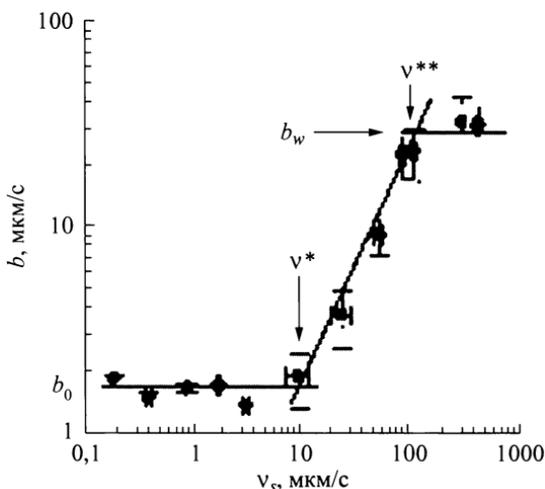


Рис. 15

стремятся вытянуться по направлению течения. Все они полностью отпугиваются от текущих в объеме макромолекул полимера. Таким образом реализуется переход к режиму сильного скольжения, и скорость течения полимера во всем образце становится постоянной (рис. 14в) [79, с. 40–41].

Описанная теоретическая модель (де Жена и Брошар-Вьяр) была подтверждена измерениями, проведенными на текущим между твердыми стенками расплавом полидиметилсилоксана (ПДМС). Постановкой этих опытов руководила Л. Леже в лаборатории Пьера-Жиля в Коллеже де Франс [см., например: 135, 136]. Были обнаружены три описанных выше режима течения расплава полимера вблизи твердой стенки с адсорбированным на нее слоем макромолекул (см. экспериментальную зависимость  $b$  от  $v_s$ , рис. 15) [136].

Заметим, что концепция полимерной щетки была разработана Пьером-Жилем совместно с его другом – израильским физиком немецкого происхождения Шломо Александером за те несколько недель, которые последний провел у де Жена в Коллеже де Франс в 1976 г. [137].

Со Шломо Пьер-Жиль познакомился в 1960-е годы в Вейцмановском институте в Израиле, и они быстро подружились. Внешне эти два физика были похожи – оба худые и высокие, но сильно отличались по характеру и манере работать. Александер был прекрасным теоретиком, однако, в отличие от де Жена, немного мечтателем и иногда терялся в своих мыслях; он также не обладал талантом популяризатора науки, бывшим у Пьера-Жиля.

Впоследствии Александр регулярно приезжал к де Жену в Коллеж де Франс, и их плодотворное сотрудничество длилось вплоть до трагической гибели Шломо в автокатастрофе в августе 1998 г. [52]

Вообще Пьер-Жиль любил Израиль и часто посещал эту страну. Приведу по этому поводу выдержки из письма ко мне моего однокурсника (в 1977–1982 гг. в Московском институте стали и сплавов), а теперь профессора Университета имени Бен-Гуриона в Негеве (Израиль) Е.А. Каца:

«Он (Де Жен. – А.С.) был настоящим “другом Израиля”. Это, как ты, вероятно, понимаешь, – не то же самое, что быть, например, другом Бельгии. Это – позиция и поступок (особенно в 1966 г. – время его первого визита в Израиль). Потом он был в нашей стране несчетное число раз. Последний – в 2006 г., я тогда слушал его лекцию в нашем Университете. Возможно, основным толчком была его дружба с Шломо Александером...

Мое маленькое курьезное воспоминание о публичной лекции де Жена. Примерно за неделю до нее публичную лекцию в нашем университете читал Роджер Пенроуз<sup>2</sup>...

Мне было бы интереснее послушать про мозаику Пенроуза и пр., но он об этом даже не заикался. Лекция была посвящена соотношению квантовой теории и теории относительности с названием, завлекательным для публичной лекции – что-то вроде: “А может, Эйнштейн был прав?” Набилось куча народу. Говорил он в основном о новых подходах к разрешению ЭПР-парадокса<sup>3</sup>. Через 10 минут большинство в аудитории (включая меня) уже ничего не понимало. Но когда стали задавать вопросы, то кто-то из студентов спросил (не по теме лекции), правильно ли он понял из книги “Новый ум короля”, что Пенроуз утверждает невозможность создания искусственного интеллекта? Тот подтвердил.

Лекция де Жена через неделю была прямо противоположной – публичной по сути. Все всё понимали. На подиуме был блестящий артист (я тогда не знал, что смертельно больной<sup>4</sup> и мастер популяризации (упрощения – в самом лучшем смысле этого слова). Было очень интересно. Тема – “Влияние физики на медицину”. Он что-то сказал и об искусственном интеллекте. Его спросили: “А неделю назад Пенроуз утверждал, что таковой невозможен?”

Ответ де Жена (с улыбкой): “Пенроуз хорош в геометрии, а в физике, честно говоря, он не очень разбирается”».

<sup>2</sup> Пенроуз Роджер (род. в 1931 г.) – английский математик и физик-теоретик.

<sup>3</sup> Парадокс Эйнштейна–Подольского–Розена.

<sup>4</sup> В 2002 г. у де Жена был диагностирован рак (см. главу XIII).

Работы де Жена и его лекционная деятельность, посвященные полимерам, способствовали возникновению интереса в научной среде к этой области физики. В мире появилось немало экспериментальных и теоретических групп, исследующих высокомолекулярные соединения. Так, например, в нашей стране в конце 1970-х годов на физическом факультете МГУ под руководством И.М. Лифшица полимерами стали заниматься молодые теоретики А.Ю. Гросберг и А.Р. Хохлов. Они перевели на русский язык (вместе с И.Я. Ерухимовичем) монографию де Жена о полимерах, а редактором перевода выступил И.М. Лифшиц [37]. Впоследствии А.Ю. Гросберг и А.Р. Хохлов издали свои, пользующиеся широкой популярностью книги о физике полимеров, предисловия к английским версиям которых написал де Жен [138, 139].

На момент выхода книги французского ученого по полимерам на химическом факультете МГУ синтезом и физической химией высокомолекулярных соединений уже активно занимались ученики В.А. Каргина. Следует, например, отметить известную монографию Н.А. Платэ и В.П. Шибаяева, посвященную жидкокристаллическим (гребнеобразным) полимерам, которая была также переведена на английский язык [140].

Для получения гребнеобразных полимеров к упругой макромолекулярной цепи через гибкий спэйсер прививали жесткие мезогенные группы, которые сохраняли автономию в формировании ЖК-фазы. Отсюда пошли пленки, изменяющие цвет в зависимости от температуры, облучения или природы окружающей среды, которые нашли применение в дисплеях, оптоэлектронике, медицинской диагностике. Несколько раньше появились линейные жидкокристаллические полимеры, формирующие мезофазу за счет высокой скелетной жесткости макромолекул. Формование таких полимеров из жидкокристаллических растворов привело к созданию высокопрочных волокон типа кевлара [см., например: 141].

С начала 1970-х годов любимым соавтором Пьера-Жиля (в частности, и в работах по полимерам) стала Франсуаза. Вместе с ней в период с 1970 по 2007 г. он опубликовал более 60 статей (вдвое больше, чем с каким-либо другим своим соавтором). Впрочем, более половины всех своих статей де Жен написал один.

Научное партнерство с Франсуазой для Пьера-Жиля было весьма плодотворным. Его подруга происходила из семьи, в которой было много ученых и инженеров, и обладала (возможно, поэтому) наследственным научным чутьем. Ее дед с отцовской стороны был железнодорожником, а двое его сыновей получили образование физика и химика. Ее отец, Пьер, после долгих лет работы над

проектами гидроэлектростанций в EDF<sup>5</sup>, был одним из людей, определявших атомную политику страны. А уже упоминавшийся нами дядя Франсуазы – Жан Вьяр стал известным кристаллографом (см. главу VII). Ее дед и двоюродный прадед с материнской стороны были химиками, последний – Шарль Фредерик Жерар впервые синтезировал аспирин (в 1853 г.).

Дома, в Сен-Клу (а порой даже и во время каникул, на отдыхе) они довольно часто размышляли вместе над различными физическими проблемами. Обычно де Жен вначале набрасывал карандашом на первом попавшемся под руку листке бумаги содержание задачи, в которой хотел разобраться, и пути, намеченные им для ее решения. Затем он представлял все это на критический обзор Франсуазы, которая «успешно выявляла самую суть проблемы» [76, с. 216]. Пьер-Жиль сожалел, что многие ученые ошибочно полагали, что Франсуаза является лишь второстепенным соавтором его оригинальных работ.

---

<sup>5</sup> «Électricité de France» – крупнейшая государственная энергогенерирующая компания Франции.

### Исследование «мягкой материи»

Как уже отмечалось, в середине 1980-х годов Пьер-Жиль фактически открыл новую область физики, которая исследовала большой круг особых объектов, таких как жидкие кристаллы, полимеры, поверхностно-активные вещества (ПАВ), эмульсии, суспензии и т.д. (см. главу VIII). В противовес твердым (кристаллическим) телам, изучаемым уже хорошо развитой в то время физикой твердого тела, эти объекты были названы «мягкой материей» («*matière molle*»).

Согласно версии, вышеупомянутый термин пришел в голову Франсуазе в 1990-е годы, когда она читала книгу Лорана де Брюноффа «Бабар на мягкой планете» («*Babar sur la planète molle*»)<sup>1</sup> [142] их младшему сыну Марку [76, с. 207]. В книге рассказывалось о том, как маленький слоненок Бабар был похищен инопланетянами и отвезен на космическом корабле на мягкую планету. Как только Бабар вышел из корабля, он моментально приклеился к ее липкой поверхности... Аналогия (ее также оценил и Пьер-Жиль) была тем более интересной, что первое французское издание книги вышло в 1972 г., задолго до возникновения описываемой нами новой области физики<sup>2</sup>.

В октябре 1973 г., сразу же после первого нефтяного кризиса, инженеры компании «Elf» из коммуны Лак обратились к де Жене с просьбой помочь им решить проблему оптимизации процесса добычи нефти из месторождений. При обычной откачке извлекалось не более 15% запаса нефти. Делались попытки закачивать в нефтесодержащие породы воду, а также растворы ПАВ, что заметно увеличивало количество извлекаемой из скважин нефти — до 35% в первом случае и до 50–60% во втором.

<sup>1</sup> Серия иллюстрированных детских книг о слоненке Бабаре была начата в 1931 г. писателем и художником Жаном де Брюноффом (1899–1937) и продолжена после смерти Жана его сыном Лораном (род. в 1925 г.).

<sup>2</sup> Для большей объективности отмечу, что термин «мягкая материя» также употреблялся еще в начале 1970-х годов М. Весье, работавшей в то время в группе де Жена в Орсе.



Обложка книги Лорана де Брюноффа «Бабар на мягкой планете» (вверху).  
Франсуаза Брошар-Вьяр с этой книжной в программе «Архимед»  
франко-германского телеканала ARTE, 2000 г. (внизу)

Пьер-Жиль не был раньше знаком с этими проблемами, но они сразу же заинтересовали его. При движении воды внутри пористой нефтесодержащей породы происходит уже упомянутый выше процесс перколяции — вода вытесняет нефть (см. главу III). Так как вода имеет меньшую вязкость, чем нефть, то на границе раздела этих фаз образуются искажения (возмущения), по своему виду напоминающие пальцы перчатки. Это — хорошо известные пограничные неустойчивости, называемые «вязкими пальцами». Такие структуры очень удобно получать и исследовать в специальных ячейках, подобных тем, которые были изготовлены Г.С. Хеле-Шоу<sup>3</sup> еще в 1898 г. [143]. Первое подробное теоретическое описание вязких пальцев было дано английскими физиками П. Саффманом и Г. Тейлором в 1958 г. [146].

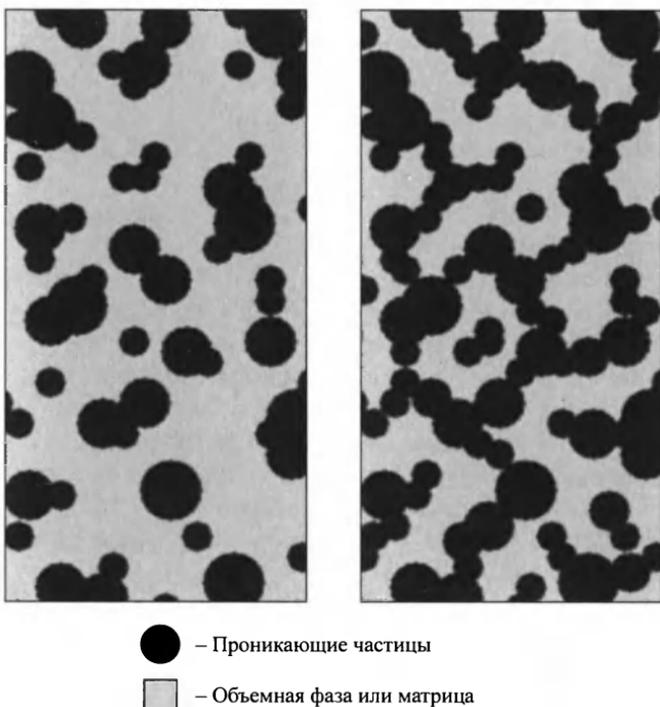
Рассмотрение движения жидкостей внутри нефтесодержащих пород заставило де Жена вспомнить о явлении перколяции, которым он занимался за 20 лет до этого (см. главу III). В 1970-е годы это явление уже широко применялось для трактовки многих физических эффектов и даже некоторых аспектов социальной жизни.

В 1976 г. Пьер-Жиль написал научно-популярную статью для журнала «La Recherche», в которой подчеркивалась универсальность явления перколяции и, как следствие, возможность моделировать с его помощью различные физические, химические и биологические процессы [53; см. также: 83, т. I, с. 54–72]. Это — распространение обрывов провода в телефонной сети, динамика лесных пожаров, магнетизм в частицах и кластерах сверхпроводников в несверхпроводящей матрице, переход микроэмульсий в проводящее состояние, полимеризация, трансформация золь–гель (см. также 54), течение суспензий, взаимодействие антител с бактериями и т.д. Де Жен также применил модель перколяции для описания некоторых явлений в человеческом обществе: обмен информацией, распространение эпидемий и т.д.

Его популярная статья, написанная для широкой публики, постепенно стала одной из базовых работ по теории перколяции и до сих пор широко цитируется специалистами. Благодаря публикации Пьером-Жилем этой работы снова возник интерес научной общественности к его уже несколько позабытой ранней статье [10]. Она была по достоинству оценена.

---

<sup>3</sup>Хеле-Шоу Генри Селби (1854–1941) — английский механик и автомобильный инженер. Кроме ячейки для исследования течения жидкостей он также сконструировал одну из разновидностей винтовых движителей — так называемый винт регулируемого шага.



**Рис. 16**

Де Жен дал наглядное объяснение понятия порога перколяции на примере системы морских островов [53] (см. также главу III, рис. 3). Допустим, что уровень моря постепенно понижается (такое действительно происходит с Балтийским морем). Если на одном из островов находится человек, то вначале он может передвигаться только по этому острову. Затем, когда вода вокруг постепенно отступает, он сможет переходить по появившимся участкам суши и на соседние острова. Постепенно (с уходом воды) образуется большое число связанных друг с другом островов (макроскопический кластер). При этом система морских островов превращается в континент с большим количеством озер, по которому человек теперь уже перемещается беспрепятственно — достигается порог перколяции. Описанная ситуация схематически проиллюстрирована рис. 16, который отражает явление перколяции в общем виде (например, как и уже описанный в главе III процесс фильтрации).

Пьер-Жиль отметил, что математически явление перколяции (например, протекание вещества в пористой среде) можно моделировать случайными блужданиями, когда какая-нибудь точка случайным образом перемещается по двумерной (или в более общем

случае – трехмерной) сетке. Де Жен сравнивал такой процесс с движением муравья в лабиринте [53].

Ранее отмечалось, что перколяция является фазовым превращением второго рода (например, переходы в проводящих и магнитных материалах; см. главу III).

Так Пьер-Жиль предсказал для вещества, состоящего из атомов проводника  $A$  и диэлектрика  $B$ , плавный рост электропроводности  $\sigma$  при превышении порога перколяции [см., например: 80, с. 78–81]:

$$\sigma = \sigma_0(p - p_c)^t. \quad (14)$$

Здесь  $\sigma_0$  – константа, зависящая от материала;  $p$  – относительная доля атомов  $A$ ;  $p_c$  – порог перколяции;  $t$  – критический степенной показатель ( $t \approx 2$  для трехмерной задачи).

Выражение (14) было экспериментально проверено по предложению де Жена его коллегами из Марселя в конце 1970-х годов на смеси гранул чистого сахара и гранул сахара, покрытого тонким проводящим слоем серебра [80, с. 78–81].

Из большого числа иллюстраций проявления перколяции, приведенных Пьером-Жилем в его обзоре, рассмотрим подробнее три примера. Первый из них касается техники, а два других – общественных наук.

#### 1. Вулканизация каучука<sup>4</sup>.

При нагревании в присутствии серы отдельные молекулы полиизопрена, из которых состоит каучук, соединяются цепочками атомов S. Эти химические связи постепенно распространяются по объему материала (происходит перколяция), образуя единую пространственную сетку, и таким образом первоначально мягкий каучук упрочняется и превращается в жесткую и упругую резину.

В этом случае мы также имеем фазовый переход второго рода, и модуль упругости  $E$  резины при превышении порога перколяции описывается формулой, аналогичной (14):

$$E = E_0(p - p_c)^{t^*}. \quad (15)$$

Здесь  $E_0 = \text{const}$ , параметр  $p$  соответствует числу химических связей между молекулами полиизопрена,  $t^* \approx 2$  – критический степенной показатель.

---

<sup>4</sup>Этот процесс был впервые описан американским изобретателем Чарльзом Гудиром (1800–1860) еще в 1839 г. Естественно, что Гудир в то время не мог рассматривать открытое им явление как проникновение одной среды в другую, т.е. перколяцию.

## 2. Распространение эпидемий.

Допустим, что мы имеем двух людей, один из которых здоров (человек З), а другой болен, например, гриппом (человек Г). Если эти люди встретились, то возможны следующие результаты их контакта:

$З + Г \rightarrow З + Г$  (здоровый человек не заразился при контакте с больным);

$З + Г \rightarrow Г + Г$  (здоровый человек заразился).

Второй случай соответствует распространению эпидемии гриппа. Здесь мы имеем дело с однонаправленной перколяцией, происходящей в направлении Г.

## 3. Обмен информацией.

Теперь предположим, что у нас есть два человека, один из которых голосует на выборах за правых (человек П), а другой — за левых (человек Л). Допустим, они встречаются, и каждый из них пытается убедить другого изменить свои политические взгляды. Результаты этой встречи можно схематически выразить следующим образом:

$П + Л \rightarrow П + Л$  (каждый человек сохраняет свои политические убеждения);

$П + Л \rightarrow Л + Л$

или

$П + Л \rightarrow П + П$  (один из людей меняет свои политические взгляды);

$П + Л \rightarrow Л + П$  (редкий случай, когда оба человека меняют свои взгляды).

Здесь мы имеем дело с двунаправленной перколяцией, которая может реализоваться либо в направлении П, либо в направлении Л.

Изучение смесей воды, масла и ПАВ (в приложении к нефтедобыче, см. выше) естественным образом привело де Жена к исследованию микроэмульсий [см., например: 55].

Микроэмульсиями принято называть изотропные, прозрачные, термодинамически стабильные дисперсии, содержащие воду, масло и ПАВ. Размер диспергированных доменов в микроэмульсиях варьируется от 1 до 100 нм. На рис. 17 схематически изображены капельки микроэмульсий в двух предельных случаях: (а) — когда концентрация масла намного превышает концентрацию воды, и (б) — когда концентрация масла существенно меньше концентрации воды [147]. В первом случае мы имеем диспергированные в масле капельки воды, стабилизированные молекулами ПАВ; а во втором — диспергированные в воде капельки масла, также стабилизированные молекулами ПАВ.

Соавтор статьи [55] и автор еще целого ряда экспериментальных работ по микроэмульсиям К. Топен вспоминала: «Несмотря на то что микроэмульсии были уже известны, мы практически ничего не знали об их свойствах, в особенности о тех из них, которые были связаны с огромной поверхностью раздела между маслом и водой» [76, с. 219]. Де Жен понял важную роль этой поверхности, теоретически показав, что именно она определяет устойчивость микроэмульсий.

В этой статье была рассмотрена стабильность монослоя ПАВ, разделяющего масляную и водную фазы. Было введено понятие персистентной длины —  $\xi_k$ :

$$\xi_k \approx a \exp\left(2\pi \frac{K}{kT}\right). \quad (16)$$

Здесь  $a$  — длина молекулы ПАВ, приблизительно равная толщине его монослоя;  $K$  — усредненная упругость изгиба монослоя ПАВ;  $k$  — постоянная Больцмана;  $T$  — абсолютная температура.

Физически  $\xi_k$  — это расстояние, вплоть до которого монослой ПАВ остается недеформированным. Максимальное среднее расстояние между двумя водяными или масляными капельками в микроэмульсии ( $\xi_{\max}$ ) также приблизительно равно  $\xi_k$ .

Величина  $\xi_k$  определяет структуру монослоя ПАВ, а следовательно, и характер фазы, образующейся в системе масло–вода–ПАВ. Чтобы доказать это, проанализируем формулу (16).

Когда величина упругого модуля  $K$  монослоя ПАВ превосходит  $kT$ , то  $\xi_k$  велика, и монослои ПАВ остаются недеформированными вплоть до больших расстояний. В этом случае мы имеем слоистую (ламеллярную) фазу. Она обладает позиционным порядком и, таким образом, существенно отличается от неупорядоченной микроэмульсии. Действительно, между этими двумя фазами существует хорошо выраженный переход первого рода.

Если  $K$  имеет значения, сравнимые с  $kT$ , то  $\xi_k$  — микроскопическая величина, и можно наблюдать микроэмульсии (либо капельки воды в масле, либо капельки масла в воде).

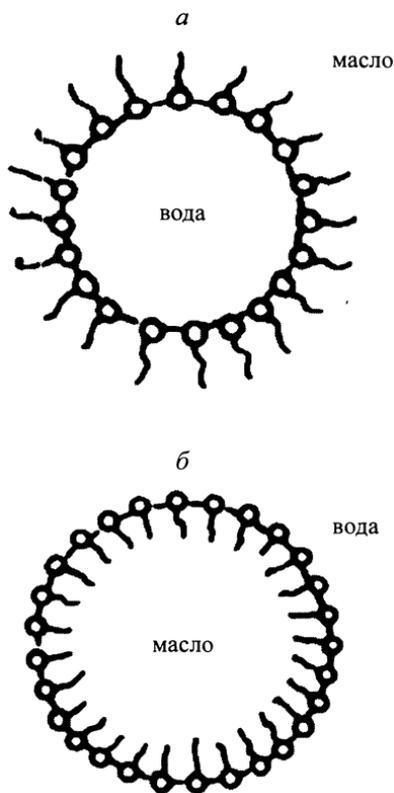


Рис. 17

И, наконец, когда модуль  $K$  очень мал,  $\xi_k$  имеет порядок молекулярной длины  $a$ . В этом случае микроэмульсия исчезает, и получается молекулярная смесь, в которой отдельные монослои ПАВ больше не могут формироваться.

Проводя теоретический анализ микроэмульсий, Пьер-Жиль параллельно подвинул своих сотрудников в лаборатории Коллежа, а также коллег из ряда других лабораторий к экспериментальному изучению этих систем. Он с удовлетворением отмечал [76, с. 219]: «За несколько лет мы организовали во Франции научную школу по исследованию микроэмульсий, которая стала одной из лучших в мире. Это — одно из моих “кукареку”» (жаргонизм — «проявленный французского шовинизма». — А.С.).

От изучения микроэмульсий в 1983 г. де Жен естественным образом перешел к рассмотрению вопросов смачивания [см., например: 56–58; 83, т. II. с. 146–159]. Его размышления над этой проблемой вылились в цикл лекций, которые ученый прочел в Коллеже де Франс в 1983–1984 гг.

В то время механизм растекания капли жидкости по твердой поверхности был еще не полностью понят. При растекании капли по поверхности происходил выигрыш в энергии. Пьер-Жиль понял, что эта энергия уходит на формирование так называемой прекурсионной пленки (субмикронной толщины), расстилающейся (подобно ковровой дорожке) перед видимым фронтом капли (рис. 18). На рисунке  $W$  — жидкий клин;  $F$  — прекурсионная пленка;  $M$  — профиль максимальной (полностью растекшейся, почти плоской) капли;  $u$  — скорость растекания капли;  $L_r$  и  $L$  — соответственно, границы прекурсионной пленки и области трехфазного контакта;  $d$  — длина прекурсионной пленки;  $2\zeta_0$  — ее максимальная толщина (в области трехфазного контакта);  $\theta_a$  — видимый контактный угол капли [58].

О существовании прекурсионных пленок было известно уже давно. Они впервые наблюдались У.Б. Харди<sup>5</sup> в 1919 г., который обнаружил, что маленькая пробная частичка легче скользит по поверхности подложки вблизи растекающейся капли из-за присущего прекурсионной пленке смазывающего эффекта [148]. Однако структура и механизмы распространения этих пленок не были детально поняты в ряде проведенных впоследствии экспериментальных и теоретических работ.

Де Жен развил макроскопическую теорию смачивания и динамики прекурсионных пленок. Он продемонстрировал наличие

---

<sup>5</sup>Харди Уильям Бейт (1864–1934) — английский биолог, физик и специалист в области пищевых технологий, член Королевского общества.

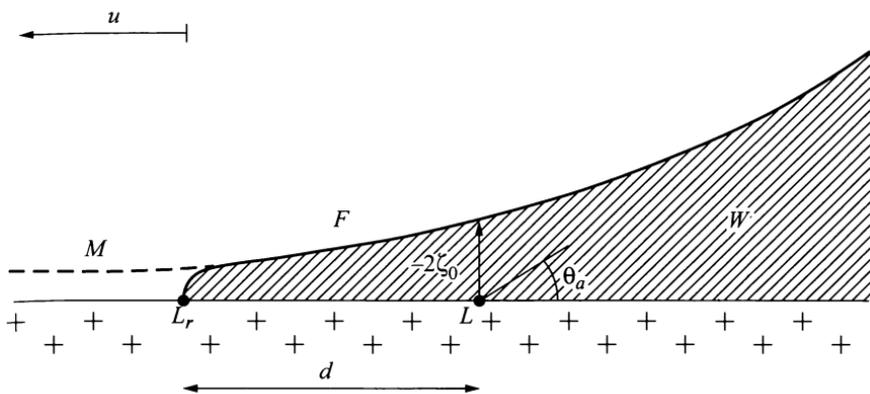


Рис. 18

прекурсионной пленки, распространяющейся впереди растекающейся по гладкой твердой поверхности капли, с помощью простого и изящного эксперимента. В поверхность легонько втыкали иголку, а вблизи нее помещали каплю смачивающей поверхность жидкости. Наблюдения велись в обычный оптический микроскоп. Как только прекурсионная пленка достигала острия иглы, последняя падала.

Такие красивые и не требующие специального оборудования эксперименты были в духе Пьера-Жюли. Он любил демонстрировать что-нибудь подобное на лекциях (см. в главе XII об опыте с «приклеившейся палкой»).

В 1984 г. де Жен (совместно с Ж.-Ф. Жоани — в то время его аспирантом) описал так называемый гистерезис смачивания [57]. Если в находящуюся в равновесии на неидеальной твердой подложке каплю жидкости (с контактным углом  $\theta_0$ ) добавить (например, с помощью шприца) избыточную жидкость, то контактный угол капли увеличится до значения  $\theta_a > \theta_0$  (рис. 19а), и в дальнейшем капля сможет растекаться («наступить») по поверхности до тех пор, пока  $\theta$  снова не достигнет равновесного значения  $\theta_0$ . Наоборот, если из капли убрать часть жидкости, то контактный угол уменьшится до значения  $\theta_r < \theta_0$  (рис. 19б), и капля сможет в дальнейшем уходить с поверхности («отступить») до тех пор, пока  $\theta$  не достигнет значения  $\theta_0$ . Разница между наступающим и отступающим контактными углами ( $\theta_a - \theta_r$ ) может в ряде случаев (для специально необработанных поверхностей) превосходить  $10^\circ$  (рис. 19 [58]).

Де Жен и Жоани показали, что гистерезис смачивания связан с дефектами твердой поверхности (механические неровности, химические примеси в структуре твердой подложки), а также

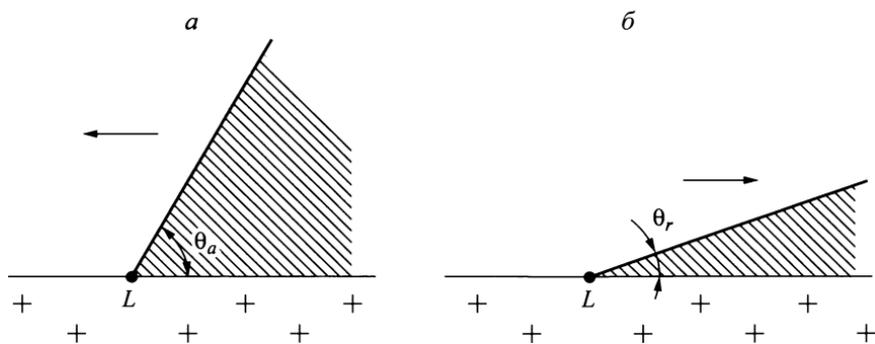


Рис. 19

с наличием примесей (например, ПАВ, полимеров) в самой жидкости, которые могут вызывать образование пленок на поверхности подложки. Совокупность вышеуказанных факторов приводит к удерживанию линии контакта капли  $L$ , которая деформируется подобно резиновому шнуру и аккумулирует энергию. При достижении определенной критической деформации граница капли срывается и приходит к равновесному положению.

Во время работы над теорией гистерезиса смачивания (накануне Рождества – 22 декабря 1983 г.) Пьеру-Жилю стало случайно известно, что аналогичную задачу решал теоретик из Нормальной школы – Ив Помо. Де Жен и Жоани мобилизовали все свои силы и срочно написали статью. Утром в понедельник 2 января 1984 г., исполняя поручение шефа, Жоани положил в отсутствие Помо на его письменный стол законченную статью о гистерезисе смачивания. Работа де Жена и Жоани была опубликована намного раньше статьи соперника [57, 149].

Пьер-Жиль также показал существенную роль дальнедействующих сил Ван-дер-Ваальса (в органических жидкостях) в процессе растекания капли по твердой сухой поверхности (полное смачивание) [см., например: 57]. Наличие этих сил приводит к тому, что капля не растекается в мономолекулярный слой, а формирует на подложке макроскопическую пленку («блин») с максимальной толщиной  $e > a$  (рис. 20).

Упрощенный подход де Жена к проблемам смачивания был весьма эффективным. Его коллеги считали, что за три года работы в этой области Пьеру-Жилю удалось сделать столько же, сколько людям, занимающимся строгими математическими расчетами в области гидродинамики за 15 лет (!). К сожалению, де Жен не всегда находил точки соприкосновения со специалистами по механике жидкостей.

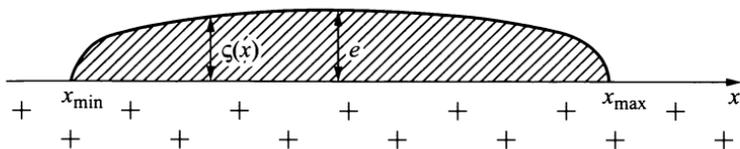


Рис. 20

Затем он увлекся «мыльными пузырями». Его интересовал процесс утончения стенок пузырей (мыльных пленок) с течением времени. Он привлек к этим работам своих учеников – Эли Рафаэля и Ахода Арадьяна. Они, в частности, показали, что мыльные пленки утончаются по другим скейлинговым законам, чем предполагал сам де Жен. Самостоятельность младших коллег в работе только порадовала Пьера-Жиля.

Вообще ученый легко признавал свои ошибки. Так, например, в 1979 г. он опубликовал в «Comptes rendus...» статью о стабилизации пены полимерами, которая оказалась ошибочной. Затем в том же журнале он напечатал заметку, где публично признавал свою неправоту и исправил допущенные ошибки. Это вызвало шуточную издевку А. Гинье, сказавшего: «Вы пишете заметку. Затем вы пишете другую заметку, где говорите полностью противоположные вещи. В итоге – на вашем счету уже две заметки» [76, с. 224].

Важным вкладом де Жена в теорию утончения мыльных пленок было нахождение аналогии между появлением в свободноподвешенной «черной»<sup>6</sup> мыльной пленке области меньшей толщины (так называемого стратификационного домена) и уходом слоя несмачивающей жидкости с твердой поверхности (так называемое «dewetting» (англ.) – явление, противоположное смачиванию – «wetting»). Оказалось, что в обоих случаях избыточная жидкость отводится через краевые вспучивания (пузырьки); и граница стратификационного домена в мыльной пленке, так же как и отступающий с гидрофобной поверхности фронт жидкого слоя распространяются с постоянной скоростью  $v$ .

Впервые на возможность такой аналогии Пьеру-Жилю указала Франсуаза в феврале 1987 г. во время школы по физике амфифильных слоев в Лез-Уше. Заметка по этой тематике была опубликована де Женом в материалах школы [59].

Де Жен и Жоани также показали, что процесс распространения стратификационных доменов в тонких свободноподвешенных

<sup>6</sup> Черные мыльные пленки (практически не отражающие свет и кажущиеся черными при наблюдении в оптический микроскоп) имеют толщину от нескольких до двух молекулярных слоев.

«серых»<sup>7</sup> мыльных пленках аналогичен смачиванию жидкостью твердой подложки — в обоих случаях скорость распространения  $v \sim t^{-1/2}$ , где  $t$  — время [60].

Полученные теоретические закономерности затем неоднократно подтверждались экспериментально [см., например: 150, 151].

Свои работы по смачиванию и тонким жидким пленкам де Жен вместе с Франсуазой Брошар-Вьяр и Давидом Кере, одним из своих аспирантов, подытожил в книге [61].

В 1989 г. Пьер-Жиль начал заниматься проблемами адгезии. Его интересовали практические вопросы, связанные с клеями (в которых часто применялись полимеры). Это, например, — механизмы склеивания и разрушения области склеивания. Свою деятельность в данном направлении де Жен расценивал, скорее, как неудачу, так как стоящие здесь задачи были слишком сложны. В частности, ему не удалось подготовить доступный для понимания курс по вопросам адгезии, который «направлялся бы идеями, а не рецептами» [76, с. 226]. Успешным он считал только объяснение процесса разрыва склеенной области с применением концепций физики полимеров. Это было сделано на примере изучения движения полимерных цепей, возникающего под действием внешнего растягивающего напряжения. Цепи макромолекул в этом случае связывали два твердых (резиновых) блока (см. уже упомянутые в главе IX работы [43, 44; 83, т. II, с. 104–114]).

Тем не менее после получения де Женом Нобелевской премии, его нередко представляли в прессе и на телевидении как «Месье клей» или «Месье суперклей».

В середине 1970-х годов началось тесное сотрудничество де Жена с миром индустрии. Исследования французского теоретика были интересны инженерам различных компаний. Действительно, сфера его научных изысканий: жидкие кристаллы, полимеры, смачивание, адгезия... (одним словом — «мягкая материя») находила обширные практические применения. Вдобавок научный стиль Пьера-Жиля, ведущий к упрощению проблемы и предлагающий приблизительные решения, был близок и понятен людям, работающим в промышленности.

Представители различных компаний все чаще обращались к де Жему за советом и помощью в решении их практических задач. У него установилось сотрудничество со многими известными фирмами, такими как «DuPont», «Johnson & Johnson», «Kodak», «IBM», «Philips», «Shell», «LVHM», «Unilever», «Nestlé», «Sanofi» и др.

---

<sup>7</sup> Серые мыльные пленки слабо отражают и кажутся серыми при наблюдении под оптическим микроскопом. Они имеют толщину порядка нескольких десятков молекулярных слоев.

Иногда служащие фирмы преподносили Пьеру-Жилию забавные сюрпризы. Так, в апреле 1998 г. инженеры исследовательского центра фирмы «Unilever» из окрестностей британского Ливерпуля рассказали де Жену, что качество мыла, производимого на их заводе, менялось в зависимости от фаз луны. Пьера-Жиля это очень позабавило, но, тем не менее, это был проверенный факт. Никто не мог понять, каким образом луна может влиять на процесс производства. В ходе размышлений над этой проблемой де Жен узнал, что вода, которую использовали в технологических циклах, бралась из колодцев, расположенных в нескольких километрах от моря. Концентрация морской соли в такой воде менялась в зависимости от приливов и отливов, что приводило к зависимости качества мыла от фаз луны [76, с. 228–229].

Сотрудничество с де Женом было полезно не только промышленным компаниям. Нередко конкретные технические задачи, которые необходимо было решить в процессе производства, стимулировали самого Пьера-Жиля к решению новых научных проблем (например, по изучению растворов полимеров или явлений смачивания в пористых средах).

Взаимодействие де Жена с промышленными фирмами осуществлялось не только посредством их посещения и организации совместных семинаров, но и через финансирование индустриальными компаниями диссертаций по интересующим их темам.

Например, К. Топен, получившая в 1986 г. должность начальника отдела на фирме «Atochem» (в то время химическая компания группы Elf), продолжала активно сотрудничать с лабораторией Пьера-Жиля в Коллеже де Франс, и ее фирма финансировала немало диссертационных работ, выполняемых в лаборатории. Де Жен имел многочисленные контракты с промышленными компаниями, позволяющие ему финансировать с их помощью различные исследования. Важно отметить и то, что самого Пьера-Жиля больше интересовали те работы, которые могли бы найти практические применения.

Индустриальные компании часто приглашали де Жена на должности консультанта, члена научного совета или совета администрации. Это были прибыльные позиции, на которые ученый соглашался в соответствии со складывавшимися обстоятельствами.

Полезным было и то, что контакты с фирмами, расположенными в разных уголках планеты, позволяли Пьеру-Жилию много путешествовать. Во время своих поездок он нередко попадал в непредвиденные ситуации (например, стал свидетелем тайфуна в Японии, или государственного переворота в Пакистане в 1977 г.). Он также часто совмещал посещения компаний с участием в различных конференциях.

Де Жен путешествовал и со своими родными. Так, например, начало лета 1991 г. он провел в Португалии с Франсуазой и их детьми (после конференции на о. Корфу). А в августе того же года он вместе с Анни проехался по нескольким живописным местам во Франции, останавливаясь у друзей. Это были его последние анонимные каникулы перед получением Нобелевской премии [76, с. 231–232].

«Медовый месяц» между французским ученым и крупными индустриальными фирмами продолжался до 2000-х годов, когда Пьер-Жиль осознал, что научно-исследовательская политика крупных промышленных корпораций существенно изменилась. Если раньше эти фирмы занимались исследованиями, направленными на долгосрочную перспективу, то теперь (под давлением акционеров и правительств своих стран) они старались получить прибыль как можно быстрее и не вели больше долгосрочных (фундаментальных) исследований. В качестве конкретного примера такой политики де Жен упоминал закрытие ультрасовременного агрономического научно-исследовательского центра, расположенного вблизи Лиона, которое стало следствием слияния компаний «Hoechst» и «Rhône-Poulenc» в 1999 г. [76, с. 231].

Некоторые коллеги считали, что в своей научной деятельности де Жен слишком разбрасывается. Действительно, на первый взгляд могло показаться, что темы его исследований были очень разнообразны и мало связаны друг с другом. На самом деле в поиске новых научных задач Пьер-Жиль следовал определенной логике. Как правило, его выбор останавливался не на абсолютно неисследованном вопросе, а на том, по которому уже был сделан ряд работ, но полной ясности картины еще не получалось. Более того, следующая тема для исследования, как правило, выбиралась им неслучайно, а была связана с предыдущей. Так, например, он совершенно логично перешел от изучения мыльных пленок к проблемам пен (т.е. к более сложной задаче – рассмотрению систем мыльных пленок). Если де Жен чувствовал, что в его исследованиях какой-либо темы наступает застой и он не может больше генерировать новых идей, то он с легкостью переходил к решению другой проблемы и возвращался порой снова к заброшенному сюжету уже через много лет (например, так было с проблемами перколяции и со сверхпроводимостью).

Размышляя в течение своей жизни над различными вопросами естествознания, Пьер-Жиль постепенно приобрел потрясающую научную эрудицию и стал буквально ходячей энциклопедией.

Конечно, большинство проблем, которыми он занимался, можно было отнести к «мягкой материи». Он и его коллеги всячески

старались популяризировать эту область науки, а также делали все для того, чтобы ее новое название прижилось. Например, в 1999 г. де Жен вместе с М. Весе выпустил компьютерный видеодиск, где показывал предметы, которые окружают нас в повседневной жизни (ноутбук, тюбик клея, и т.п.) и в популярной форме рассказывал, как устроен экран на жидких кристаллах, как работает клей, и т.д. [62].

«Мягкой материи» были посвящены и Дираковская лекция, прочитанная французским ученым в Кембриджском университете в 1994 г. [63], и уже упомянутая вводная статья [34] к первому выпуску журнала «Soft Matter», а также еще очень большое количество его публикаций. В их ряду можно, например, назвать монографию, содержащую копии основных научных статей де Жена с его комментариями [64]. О «мягкой материи» рассказывалось также и в нобелевской лекции ученого [1] (см. главу XI).

### Нобелевская премия по физике

Утром в среду 16 октября 1991 г. де Жен находился в ESPCI, а затем, примерно к полудню, пешком пришел в Коллеж де Франс, где расположился в своем кабинете. В то время, когда Пьер-Жиль работал за своим письменным столом, ему позвонил Карл-Олоф Якобсон, секретарь Шведской академии наук. Он сообщил, что Академия присудила де Жену Нобелевскую премию по физике. Пьер-Жиль сначала от неожиданности потерял голос, а потом стал бормотать какие-то слова благодарности [76, с. 255].

Как и многие ученые, де Жен не отказался бы от Нобелевской премии. Более того, он допускал, что она для него — не так уж и невозможна. Однако, уже став нобелевским лауреатом, он говорил: «Я спрашивал себя, могу ли я получить эту премию? И пришел к выводу, что этого не случится никогда, потому что это — награда, присуждаемая за конкретное открытие, а я — не в этой категории. Поэтому я особенно не стремился к этой премии, что было к лучшему» [76, с. 256].

Действительно, у многих сложилось впечатление, что де Жен совсем не подозревал, что может стать нобелевским лауреатом. Хотя, скорее всего, он догадывался, что находится в списке непосредственных кандидатов на Нобелевскую премию, но уверенности получить ее у него не было. Дело в том, что Шведская академия наук (связанная с Нобелевским комитетом) попросила некоторых из его коллег написать критические отчеты об его исследованиях. Эти дела держались в строжайшем секрете, но информация все же просочилась — кто-то проговорился. Более того, в начале октября 1991 г. Пьер-Жиль по стечению обстоятельств оказался в Швеции и провел там несколько семинаров. Во время этого визита он не мог не обратить внимания на некоторые «подозрительные» обстоятельства. Так, один из шведских академиков-химиков позвал его к себе домой на ужин и там с дотошностью расспрашивал де Жена о его работах. По окончании ужина швед заключил: «В конце концов Вы действительно физик, а не химик» [76, 270] (Как потом стало известно, у Нобелевского комитета были сомнения по

поводу специальности де Жена). Через три дня после этого события Пьер-Жиль был неожиданно и без каких-либо объяснений приглашен через посольство Франции в Стокгольме на фотосессию. Уж это наверняка заставило его что-то заподозрить.

К.-О. Якобсон вспоминал: «Он был очень удивлен, когда я ему позвонил. На прошлой неделе он был в Швеции и ни о чем не догадывался, несмотря на то что мы его сфотографировали для пресс-релизов» [76, с. 270].

Итак, выйдя из своего кабинета, де Жен столкнулся с Давидом Кере, и тот стал первым, кто узнал потрясающую новость, которую Пьер-Жиль сопроводил горьким восклицанием: «Как жаль, что моей мамы уже нет с нами!» [76, с. 255] (Его мать в течение всей своей жизни была уверена, что Пьер-Жиль получит-таки Нобелевскую премию).

Затем Пьер-Жиль поделился радостным известием со своими ближайшими коллегами по лаборатории в Коллеж де Франс: Мадлен Весе, Лилиан Леже, Анн-Мари Казаба, с которыми он и отпраздновал это событие нашедшейся в лаборатории бутылкой хотя и теплого, но хорошего шампанского.

Затем он должен был увидеть Франсуазу, с которой в тот день планировал пообедать в небольшом ресторанчике Латинского квартала. Когда де Жен выходил из Коллежа, направляясь на встречу с ней, новость о премии стала уже широко известна, и в вестибюле толпились журналисты, желающие взять интервью у новоиспеченного нобелевского лауреата. Однако никто из них тогда еще не знал Пьера-Жиля в лицо, и ему удалость, ускорив шаг, проскочить сквозь толпу наружу.

Франсуаза уже ждала его за столиком в ресторане. Она была счастлива успеху своего друга, но в то же время и обеспокоена тем, что теперь де Жен станет известной персоной и нездоровое внимание журналистов будет обращено и на их отношения. Однако это совсем не беспокоило Пьера-Жиля.

После обеда он снова отправился в Коллеж де Франс. На этот раз двор Коллежа был заполнен журналистами и машинами телевизионщиков, и теперь ему не удалось остаться незамеченным. На вопрос одного из представителей прессы: «Месье де Жен! Каковы ваши первые впечатления?», он ответил спонтанно и неожиданно, что главное в жизни — это не награды, а видеть, как растут свои дети! [76, с. 256]. Эти нетипичные слова обошли газеты всего мира.

Когда Пьер-Жиль снова вернулся к себе в кабинет, то первое, что там сделал, позвонил по телефону двум людям. Первый звонок был Анни, которая в то время находилась в ресторане «Неприрученная кровяная колбаса» в Орсе. Анни была очень рада

поздравить мужа и сообщила, что по такому случаю угостила в полдень шампанским всех посетителей ресторана. Второй звонок был научному директору ESPCI Жаку Левине. Де Жен уже решил воспользоваться фактом присуждения ему Нобелевской премии для того, чтобы вытащить школу из ее нынешних материальных и моральных трудностей (см. главы VIII, XII). Он попросил Жака организовать тем же вечером пресс-конференцию в стенах ESPCI.

Закончив эти два разговора, ученый принял первых журналистов. В течение последующих недель он дал большое количество интервью. Так начиналась его жизнь в новом качестве нобелевского лауреата.

Когда в этот же день сотрудники ESPCI услышали известие о присуждении их директору Нобелевской премии по радио, то случилось всеобщее ликование. Обрадованные студенты, профессора и весь персонал школы выбежали во двор. Вскоре туда же стали прибывать и журналисты. Появившийся к вечеру Пьер-Жиль, был встречен восторженными аплодисментами. Он дал спонтанное телевизионное интервью. Ученого снимали на фоне различных лабораторий школы, и по этому случаю он даже надел белый халат исследователя-экспериментатора (по-видимому, первый за все 40 лет его научной карьеры).

Миллионы телезрителей были очарованы простой, открытой и дружелюбной манерой общения де Жена, поэтому отныне его стали приглашать выступать в различных телепрограммах, и передачи с его участием имели неизменный успех.

Несмотря на многочисленные просьбы об интервью, следующий день Пьер-Жиль решил провести так, как это было запланировано заранее. Он отправился на семинар с исследователями фирмы «Rhône-Poulenc», проходивший около Лиона. Однако, как только он прибыл на перрон Лионского вокзала в Париже, чтобы сесть там в TGV, то тут же заметил, что на платформе собралось немало журналистов, которые намеревались ехать на поезде вместе с ним. По прибытии в Лион его ждал триумфальный прием. Здесь он впервые услышал, что его приветствуют как «Ньютона нашего времени». Затем он увидел это сравнение во многих журналах. Де Жен думал сначала, что это явное преувеличение было изобретено журналистами, однако вскоре узнал, что сравнение с Ньютоном предложил сам К.-О. Якобсон. Пьер-Жиль рассматривал подобную оценку как «выражение нордического лиризма шведских академиков» [76, с. 258].

Де Жен не воспринимал серьезно сравнение своей персоны с великим английским физиком. 23 октября 1991 г. газета «Le Monde» цитировала слова французского теоретика: «Ньютон своим размахом

намного превосходил современных исследователей. В восемнадцать лет он изобрел телескоп. В двадцать — понял интерференционную оптику, а несколькими годами позже — гравитацию и движение планет. Но он был невыносимым типом, безумным индивидуалистом» [см. также: 76, с. 258].

В последующие за 16 октября 1991 г. дни в адрес новоиспеченного нобелевского лауреата лились хвалебные дифирамбы [76, с. 258]. «Он — пример для всех французских исследователей», — отмечал Юбер Кюрьен, министр науки и техники. «Нобелевская академия сделала превосходный выбор», — высказывался Луи Неель. «Он заслужил Нобелевскую премию по крайней мере пять раз», — с энтузиазмом отзывался Пьер Берже, заведующий отделом СЕА в Сакле. Однако среди этого хвалебного хора не было слышно голосов Франсуа Миттерана, президента Республики, и Жака Ширака, мэра Парижа. Ни тот, ни другой не потрудились приехать и лично поздравить Пьера-Жиля де Жена — первого нобелевского лауреата по физике во Франции за последние 20 лет.

Нам уже известно, что де Жен очень бережно относился к своему времени и не стремился к публичной известности. Однако теперь он много общался с журналистами и принимал участие в различных телепрограммах. Его успех у телезрителей был точно охарактеризован журналистом Пьером Жоржем: «Хочется незамедлительно стать другом или учеником этого человека для того, чтобы иметь редкую привилегию хотя бы на мгновение почувствовать себя умным» (газета «Le Monde» от 7 декабря 1991 г., см. также [76, с. 260]).

Пьер-Жиль не стремился стать телезвездой. Так, в 1992 г. он отклонил предложение дирекции канала Antenne 2-FR3 вести собственную научную передачу.

Медийная активность де Жена объяснялась рядом причин. Во-первых, он стремился поддержать находящуюся в трудном положении ESPCI. Во-вторых, им двигало желание популяризировать науку среди широкой аудитории. Неслучайно, на телевидении и в различных интервью в прессе он много говорил не только о своих достижениях, но и об успехах коллег, часто приглашая их участвовать в телешоу вместе с собой. Нередко, выступая в телепередачах, он также демонстрировал простые физические эксперименты, которые могли вызвать интерес у широкой публики. И, в-третьих, он пытался через средства массовой информации донести до сознания людей некоторые свои «послания». Так, он выражал свои взгляды на преподавание в высшей школе, на экологию, политику (борьбу за мир), развенчивал антинауки (например, астрологию) и т.д.

Между датами объявления лауреатов Нобелевской премии и официальной церемонией ее вручения обычно проходит около двух месяцев. Приближался долгожданный день официального награждения.

Нобелевская премия Пьера-Жюль была особой в нескольких аспектах. Во-первых, на 1991 г. приходилась девяностая годовщина основания премии, и ожидалась исключительно пышная официальная церемония. Во-вторых, де Жен получал эту награду один, тогда как она обычно разделяется между двумя–тремя физиками. И наконец, что было наиболее значимым, премия присуждалась ему не за определенное научное открытие (как это обычно бывает), а за совокупность работ. Как было указано на официальном сайте Нобелевского комитета, за то, что он показал, что «методы, развитые для изучения явлений упорядочения в простых системах, могут быть обобщены для описания более сложных форм материи, в особенности жидких кристаллов и полимеров» [152]. То есть он награждался за нахождение многочисленных аналогий между физикой твердого тела и наукой о «мягкой материи».

Пьер-Жюль решил не брать с собой в Швецию ни Анни, ни Франсуазу. Он послал в Нобелевский комитет список своих гостей, состоящий исключительно из друзей-коллег. В него вошли Шломо Александер, Этьен Гийон, Мадлен Весье, Фил Пинкус, Кэрол Майселз – американский физик, специалист по поверхностно-активным веществам – и Жан Жак. Они и участвовали вместе с де Женом в официальной церемонии в Стокгольме. Пьер-Жюль также сообщил в организационный комитет размеры своей одежды, для того чтобы по приезду в Стокгольм ему был выдан в аренду торжественный костюм: фрак, сорочка, брюки.

По случаю девяностой годовщины премии в столицу Швеции приехали 130 нобелевских лауреатов, среди которых были не только ученые, но и политики (Далай-лама XIV, Лех Валенса), и писатели (Габриэль Гарсиа Маркес, Эли Визель, Клод Симон).

Де Жен прибыл в Стокгольм за пять дней до церемонии вручения премии. Программа его визита в Швецию была очень насыщенной. Для помощи к нему были приставлены шофер и симпатичная гид – шведка Ева Паульсон. Пьер-Жюль вспоминал: «Эта высокообразованная дама сопровождала меня повсюду и предвидела все. Это, конечно, деталь, но она существенно упростила мне жизнь» [76, с. 272].

Французский физик присутствовал на многочисленных приемах, обедах, пресс-конференциях. Посещение всех этих публичных мероприятий давало ему возможность встречаться с разными интересными людьми. В частности, он был очень рад пообщаться

с Г.Г. Маркесом и К. Симоном. Он выкраивал время и для осмотра достопримечательностей Стокгольма. Делал зарисовки городских статуй, любовался работами скульптора Карла Миллеса (ученика Огюста Родена), о котором ему рассказала Ева.

В понедельник 9 декабря де Жен прочитал по-английски перед внушительным собранием лауреатов (многие из которых — его коллеги — были ему знакомы) нобелевскую лекцию, озаглавленную «Мягкие вещества». В этом выступлении он с благодарностью упомянул всех своих присутствующих в зале друзей и Франсуазу, «без которой все было бы не так». Последнюю фразу он произнес по-французски. Пьер-Жиль закончил лекцию на философской ноте эпикурейскими стихами неизвестного поэта, которыми подписана гравюра Жана Долле 1758 г., сделанная с утерянной работы Франсуа Буше, «Женщина, пускающая мыльные пузыри» («La souffleuse de savon»), и одновременно продемонстрировал гравюру:

Возвеселись на море и земле!  
Несчастлив будешь в славе  
И богатстве: все это — ложный блеск,  
Он блеску мыльных пузырей подобен...» [1]

Официальная церемония вручения премий была назначена на следующий день, 10 декабря, в годовщину смерти Альфреда Нобеля. Все утро было занято репетициями — протокол церемонии не допускал никаких погрешностей. Затем де Жен вернулся в свой пышный Гранд Отель, где облачился в парадный фрак. Он заметил, что на манжетах его белой рубашки не хватало пуговиц и наскоро заменил их парой канцелярских скрепок [76, с. 272]. После этого в коридоре гостиницы Пьер-Жиль встретился со своими друзьями, также бывшими уже при параде, и они посмеялись над своим помпезным видом.

Церемония вручения премий началась в 16 часов в украшенном тысячами цветов помещении огромной стокгольмской Глобен-Арены. На мероприятии присутствовали королевская семья и 5 тыс. гостей. Монаршие особы восседали на большой сцене, на которой также находились хор, филармонический оркестр и все прибывшие на церемонию прежние нобелевские лауреаты. Награждаемые проходили по очереди через необъятный зал, затем поднимались на сцену, где получали Нобелевскую медаль в футляре из рук короля Карла Густава XVI, обменивались с ним несколькими фразами, потом отходили от него, пятясь назад, так как этикет не позволял поворачиваться к королю спиной. Когда очередь дошла до де Жена, он также прошел описанную процедуру, следуя всем правилам этикета.



Гравюра Жана Долле 1758 г. с утерянной работы Франсуа Буше  
«Женщина, пускающая мыльные пузыри»

Пьер-Жиль сфотографировался со своими друзьями сразу после получения им награды.

Далее, в большом зале стокгольмской мэрии был устроен торжественный обед. Королевская семья, сопровождаемая новыми лауреатами, спускалась по величественной лестнице под взглядами 1300 гостей, уже рассаженных за обеденными столами. Де Жен вспоминал: «Я смотрел наверх — зал был великолепен и, к несчастью, наступил на край платья принцессы, которая шла передо мной. Она бросила на меня сердитый взгляд» [76, с. 273]. Он пообещал себе быть более внимательным и беспрепятственно добрался до стола почетных гостей, где занял предназначавшееся ему место между двумя дамами — принцессой Кристиной, сестрой короля, и Иггерд Трэдсон, президентом шведского парламента.

Обед начался шествием изящных танцовщиц Стокгольмского балета, за которыми следовали многочисленные повара, разносившие изысканные блюда. В меню были суп из крапивы, маринованная семга под горчичным соусом со сливками и красной паприкой, жареная утиная грудка с пюре из растительных корешков. А на десерт – ванильное мороженое [76, с. 273].

Во время обеда каждый из новоиспеченных нобелевских лауреатов должен был произнести небольшую речь с возвышавшейся в зале кафедры. Пьер-Жиль заранее тщательно подготовил свое выступление. Он хотел рассказать, как в детстве любил, чтобы ему читали сказку С. Лагерлёф<sup>1</sup> «Чудесное путешествие Нильса Хольгерссона по Швеции», в которой маленький мальчик Нильс летал на диких гусях. «Эта была история, которая мне очень нравилась в детстве, когда мне было шесть лет. Я даже до сих пор помню имя вожака стаи гусей», – вспоминал де Жен [76, с. 273]. Он рассеянно следил за выступлениями других лауреатов, но вдруг его кровь застыла в жилах. Он услышал, как один из них стал рассказывать ту же самую историю!.. «Я почувствовал себя очень плохо. Я должен был во что бы это ни стало быстро найти сюжет для нового рассказа. При этом мне следовало продолжать поддерживать разговор с принцессой Кристиной, моей соседкой по столу» [76, с. 274].

К счастью, когда уже наступила его очередь произносить речь, в голову Пьера-Жиля пришла другая тема, уже из французской литературы. Он вспомнил о Золушке. Новое выступление сформировалось в его мозгу за то время, которое он потратил, чтобы дойти от своего места до кафедры. Де Жен сказал по-английски:

«Ваши Величества, Ваши Королевские Высочества, Леди и Джентльмены,

В первый и, возможно, в последний раз в моей жизни я ужинаю с королевами и принцессами. И я обеспокоен одним обстоятельством. Подозреваю, что, когда часы пробьют полночь, я превращусь в тыкву.

Я не раз бывал в прекрасном городе Стокгольме. Кстати, однажды, в 1974 г., я присутствовал на банкете в этом же самом зале. Это было во время конференции по жидким кристаллам. Меня попросили выступить с трехминутной речью. Но тогда у меня еще сохранялось немного здравого смысла, и я ответил: Нет, это – слишком трудно. Инициативу взял на себя

---

<sup>1</sup> Лагерлёф Сельма (1858–1940) – шведская писательница, первая женщина, получившая Нобелевскую премию по литературе (1909 г.).

мой друг Тони Эррот и прекрасно справился с этим заданием (см. главу VI. — А.С.)

И вот сейчас я, наконец-то, понял, почему мне дали эту сказочную премию. Не из-за каких-то научных достижений, а потому что шведы — упрямы. Они хотели, чтобы я все-таки выступил с трехминутной речью в этом зале» [152].

Завершив импровизацию, Пьер-Жиль снова занял свое место за столом. Теперь он мог расслабиться. Вечер завершился балом, на который ученый не остался.

На следующий день все новые нобелевские лауреаты были приглашены на длинные телевизионные дебаты, посвященные будущему мира. Они показались де Жену невыносимо скучными и бесполезными.

Потом был заключительный обед в старинном стиле, устроенный королем и королевой в их дворце, куда лауреатов привезли на каретах. Пьера-Жиля впечатлил тот момент, когда его карета въезжала в ворота дворца: копыта лошадей мерно постукивали по мостовой, а вокруг стояли дети с факелами, освещающими дорогу.

На следующий день после посещения Фонда Нобеля и последней конференции в Уппсале де Жен вылетел в Париж.

По возвращении домой сказка закончилась, но торжества продолжились. В честь нового нобелевского лауреата были организованы большой праздник в ESPCI, специальный симпозиум в CNRS и пышная церемония в амфитеатре Сорбонны в присутствии министра национального образования Лионеля Жоспена (в феврале 1992 г.). Для участия в последнем мероприятии Этьен Гийон (тогда директор Высшей нормальной школы) настоял на том, чтобы Пьер-Жиль воспользовался его служебной машиной с шофером. До этого он не раз пытался убедить де Жена в полезности иметь машину с водителем. Но тот всегда предпочитал ходить пешком, либо в отдельных случаях пользовался семейной машиной — фургончиком ресторана «Неприрученная кровяная колбаса».

В феврале 1992 г. Пьер-Жиль принял участие в торжественном открытии первой улицы, носящей его имя. Это было в коммуне Лаберж, недалеко от Тулузы. Затем в разных уголках Франции появилось еще несколько улиц и площадей с его именем, например, площадь в Барселоннете и площадь в Орсе, в двух шагах от его дома.

Но самый приятный для Пьера-Жиля праздник-сюрприз организовала Анни. Она тайком от своего мужа пригласила в Орсе всех его старых товарищей по учебе в Высшей нормальной школе.

Хотя сам де Жен и не изменился, но получение Нобелевской премии трансформировало его жизнь. Теперь многие двери были для

него открыты. Например, в марте 1993 г. он вместе с Анни гостил на вилле Медичи (villa Medici) в Риме, где находится Французская академия (искусств. — А.С.) — Académie de France à Rome. Туда их пригласил французский посол. Ученый также обедал вместе со знаменитым Пласидо Доминго после концерта, который тенор дал на Пласа Майор (Plaza Mayor) — главной площади Мадрида.

Его приглашали выступать с докладами в самые различные уголки земного шара и везде принимали и чествовали, как принца. Он часто брал в эти поездки своих младших детей, особенно самого маленького — Марка.

Однако всем дальним путешествиям Пьер-Жиль предпочитал бесхитростный отдых в Альпах с семьей и друзьями, и каждое лето старался выбираться в горы.

Теперь де Жен мог написать многим известным людям и быть уверенным, что его послание не останется без ответа. Например, однажды он отправил своему любимому писателю-фантасту Артуру Кларку (с которым не был лично знаком) факс следующего содержания: «Я — бессменный почитатель Ваших книг... Это — всего лишь послание благодарности за то, что Вы дали нам столько мечтаний и радости... Но если Вы когда-нибудь проездом будете в Париже или я попаду в Шри-Ланку, то мне будет очень приятно встретиться с Вами! [Подпись:] Пьер-Жиль де Жен, Нобелевская премия по физике за 1991 год» [76, с. 275]. Кларк ответил ему также по факсу на следующий день: «Далеко не каждый день я получаю факсы от нобелевских лауреатов!»

После получения Пьером-Жилем Нобелевской премии промышленные компании с новой силой стали проявлять к нему интерес. Например, еще в 1976 г. группа Air Liquide предлагала де Жену членство в своем совете директоров. Однако окончательного соглашения тогда достигнуто не было, из-за того что должность профессора Коллежа де Франс давала Пьеру-Жилю статус государственного чиновника. Эта трудность чудесным образом исчезла после присуждения де Жену Нобелевской премии, и он был введен в совет директоров компании. Ученый также вошел в научный совет уже упоминавшейся в главе IX французской публичной энергетической компании «EDF», но отказывался стать членом совета директоров «Sanofi», несмотря на настойчивость президента этой фирмы, ссылаясь на занятость. В последнем случае дело дошло до того, что в 1999 г. сам Президент Французской Республики, Жак Ширак позвонил Пьеру-Жилю в ESPCI и попросил его стать администратором «Sanofi». Перед таким давлением де Жен не мог устоять.

Благодаря Нобелевской премии Пьер-Жиль приобрел вес и в глазах политиков. Вообще он предпочитал не вмешиваться

в эту сферу и придерживался политического нейтралитета, хотя ему и приходилось общаться с очень многими государственными деятелями как правого, так и левого толка. Иногда все же он делал исключения и публично выражал свою солидарность с кем-либо из них. Например, он поддержал Жана Тибери, очень много сделавшего для ESPCI, во время муниципальных выборов 2001 г., или Жана-Пьера Шевенмана на президентских выборах 2002 г. (высоко ценя его прошлую работу на посту министра науки и техники). Естественно, что де Жен отрицал крайности в политике. Так, он всегда выступал против Жана-Мари Ле Пена, лидера ультраправой партии «Национальный фронт».

В 1993 г. новый премьер-министр Эдуар Балладюр предлагал Пьеру-Жилю занять пост либо министра науки, либо министра национального образования. Де Жен наотрез отказался, сославшись на свою некомпетентность, и был очень рад, когда в 1997 г. его старый товарищ геохимик Клод Аллегр стал министром национального образования, науки и техники в правительстве Лионеля Жоспена.

С Аллегром де Жен был знаком очень давно. Они впервые встретились в марте 1978 г., когда тот пригласил Пьера-Жиля выступить с докладом о нестабильностях в жидкостях в свой Парижский институт физики Земли (Institut de physique du Globe de Paris). Де Жену нравилась манера работы Аллегра, который опирался не только на точку зрения узких специалистов в интересующих его вопросах исследования, но старался получить и мнения ученых различных специализаций. Пьер-Жиль считал, что на посту министра тот сможет «осуществить необходимые реформы» [76, с. 282]. Он всячески стремился поддержать Аллегра в проводимых им преобразованиях науки и образования, которые, однако, не всегда были успешными. Сам Аллегр, уже будучи министром, для подкрепления своих доводов неоднократно апеллировал ко мнению двух французских нобелевских лауреатов — П.-Ж. де Жена и Ж. Шарпака: «Послушайте Пьера-Жиля де Жена или Жоржа Шарпака, оба — лауреаты Нобелевской премии по физике, они говорят то же самое, что и я» [76, с. 282–283] (см. главу XII).

Вначале де Жен думал, что ажиотаж, вызванный получением им Нобелевской премии, сам по себе уляжется через несколько недель. Но он ошибался. Со временем, конечно, интерес прессы ко всем деталям его жизни стал ослабевать. Уже невозможно было, например, повторение того шума, который был создан в прессе вокруг незначительной автомобильной аварии, в которую Пьер-Жиль попал в октябре 1991 г., через несколько дней после объявления его имени среди нобелевских лауреатов. В результате этой неприятной случайности он ушиб руку дверью своего автомобиля.

Однако и теперь любое очередное выступление французского физика по телевидению или в печати вновь вызывало повышенный интерес к его персоне.

Нобелевская премия прибавила де Жёну немало новых обязанностей. Он оценил, что отныне будет вынужден работать в среднем на один час больше каждый день в течение всей оставшейся жизни.

Теперь он не только мог написать известным людям, рассчитывая получить быстрый ответ, но и сам получал мешки корреспонденции и старался откликаться на каждое письмо. Для этого он приходил на работу в шесть часов утра и начинал разбирать письма, набрасывая краткий ответ прямо на их полях. Затем его неизменная секретарша в ESPCI Иветта Эффер печатала ответы (часто краткие, что-то вроде; «Невозможно, сожалею!» или «Да, запишитесь на прием»), он подписывал их, и ответы отправлялись. Пьер-Жиль стал настолько известен, что однажды до него дошло письмо из Африки со следующим адресом: «Профессору Эжену — Большому ученому — Франция»! [76, с. 265].

Он также получал много поздравительных открыток. Особенно радовали его весточки от друзей молодости, с некоторыми из которых он не виделся уже более 40 лет.

Приходилось отвечать и на многочисленные научные вопросы. Если компетенция де Жёна позволяла, он всегда старался в таких случаях давать подробный ответ, даже проводил иногда со своими коллегами эксперименты и разрабатывал теоретические модели по теме письма. Например, чтобы ответить на вопрос, какая вода остывает быстрее — нагретая в микроволновой печи или на газовой горелке и почему? (Опыты Пьера-Жиля показали, что в первом случае вода остывает быстрее.)

Приходили и послания от не совсем нормальных изобретателей, которым он обычно отвечал, что их открытия еще «требуют дополнительных подтверждений». Были и записки от «одиноких женщин» [76, с. 266].

Присылалось и много просьб написать предисловия к книгам. На них де Жён часто соглашался (в случае, если книга была ему чем-то интересна). Например, его предисловия сопровождали такие издания, как «Предотвращение коррозии и камнеобразования в сетях распределения воды», «Самые красивые горные туристические маршруты Франции», «Бог рядом с человеком, новое критическое прочтение христианства» и, конечно, многочисленные научные книги.

Пьер-Жиль также покровительствовал многим новым, интересным проектам, например, вновь созданной лаборатории по

исследованию паранормальных явлений в Университете Ниццы, или журналистскому и научному сообществу Высшей школы журналистики в Лиле... От случая к случаю, он поддерживал и некоторые гуманитарные ассоциации, например, такие, как «Народная французская помощь» («Secours populaire français»). Он писал в поддержку этой организации в 2004 г.: «У нас 10% безработных. И еще больше семей, у которых конец месяца вызывает тревогу. Надо действовать. Само собой разумеется, на уровне государства и экономики. Но этого не достаточно. Есть наши сограждане, которые не востребованы. И среди них – большое число людей доброй воли, однако павших духом. Именно на них направлено действие Народной помощи. Она содействует этим людям в трудный момент и укрепляет их душевные силы. Это касается всех французов. Поддерживая Народную помощь, они дают новую надежду нашей стране» [76, с. 267].

Из-за частого появления де Жена на экранах телевизоров его теперь узнавали на улице. Он обычно благожелательно относился к вниманию прохожих к своей персоне и никогда не отказывался дать автограф, когда его об этом просили. Однако иногда, чтобы не быть замеченным, он шел по улице очень быстро, огромными шагами.

Порой узнаваемость Пьера-Жиля помогала ему в решении повседневных проблем. Так, однажды вечером ему было необходимо срочно купить лекарство от астмы, которое он потерял. Этот медикамент отпускался только по врачебному рецепту, которого у него не было. Однако фармацевт в аптеке узнал де Жена и продал ему лекарство.

По поводу сильно возросшей востребованности Пьера-Жиля после получения им Нобелевской премии Жак Левине однажды пошутил: «Я – импресарио, он – звезда, мы могли бы сколотить состояние» [76, с. 266].

### **Популяризация науки. Общественная деятельность. Физика сыпучих веществ**

Через несколько недель после присуждения де Жену Нобелевской премии он получил письмо от школьников, которые собрали ему деньги на билет на поезд и просили приехать выступить в их лицей. Пьер-Жиль был тронут этим жестом. Уже в течение многих лет он мечтал рассказывать о науке молодежи, однако не делал этого из-за того, что был директором высшего учебного заведения — ESPCI, и его могли бы заподозрить в агитации в пользу его вуза. Теперь же он решил выступать с независимых позиций — как нобелевский лауреат.

Де Жен не ожидал, что публичные лекции, которые он провел в этом и некоторых других коллежах и лицеях (средних школах двух последовательных уровней), будут иметь такую популярность. Теперь все средние учебные заведения Франции и Испанской Наварры хотели видеть его у себя. Актовые залы в школах, где Пьеру-Жиллю предстояло читать свои лекции, порой были настолько переполнены, что ему приходилось перешагивать через ноги сидящих на полу учеников, чтобы пробраться на сцену.

Так, в течение почти двух лет он каждую неделю выезжал в одну из французских школ, чтобы сделать там доклад о современной науке (в частности, о своих работах в области «мягкой материи») и побеседовать с учащимися. В общей сложности он посетил около 150 учебных заведений среднего образования [79, с. 166–168]. Иветта Эффер так организовывала его поездки, чтобы он мог выехать утром на поезде и вернуться также поездом в тот же день, избежав различных торжественных мероприятий, которые нередко пытались устроить в его честь администраторы школ.

Де Жен старался построить свои выступления перед школьниками таким образом, чтобы непременно найти с ними контакт, установить диалог, добиться того, чтобы они могли свободно задавать ему вопросы. Для этого он предпочитал выступать в больших школьных аудиториях, где учащиеся, затерявшись среди множества своих товарищей, могли более свободно, не стесняясь, спрашивать его об интересующих их вещах. Иногда он даже организовывал

свои лекции на стадионах, как это было, например, в г. Ортезе, куда на автобусах съехались учащиеся из городских школ департамента Атлантические Пиренеи.

Вопросы, которые школьники задавали Пьеру-Жилью, по большей части касались образования и науки. Так, его спрашивали: «Что Вы думаете о системе образования в средних школах? Какую реформу образования мог бы он предложить? Как решить проблемы среднего и высшего образования, научно-исследовательской работы? Как он, ученый, работает? Какие у него возникают проблемы и препятствия в исследованиях? Какова его философия?» [79, с. 166–168]. Де Жен вспоминал: «Мне никогда не приходилось сталкиваться с агрессивными вопросами. Были вопросы буквально обо всем, обо мне, о деньгах, которые я зарабатываю, и т.д., а также иногда немножко глупые вопросы: Правда ли, что Анн Синклер (телеведущая. — А.С.) такая же красивая в жизни, как и на телевидении?» [76, с. 269].

Путешествия по средним учебным заведениям отнимали у Пьера-Жиля немало времени и сил, но результат стоил того — он чувствовал, что ему удастся донести до школьников свои мысли, заинтересовать их наукой и ответить на возникающие у них вопросы.

Во время описываемой лекционной эпопеи де Жен посетил свой старый лицей Сен-Луи, в котором не был с 1952 г. Тогда, являясь студентом Высшей нормальной школы, он проводил предварительные собеседования со слушателями подготовительных курсов этого лицея. Он нашел лицей не таким мрачным, по сравнению с его образом, сохранившимся в воспоминаниях. Он прочитал лекцию и в коллеже Сен-Клу, в котором в то время учился его сын Матье. Тот боялся, что его отец окажется не на высоте, но все прошло, как всегда, отлично. В марте 1993 г. он читал лекции в школах французской колонии Мартиники и в эту поездку взял с собой четырех младших детей — получились прекрасные весенние морские каникулы. Пьер-Жиль рассказывал: «Мы посетили остров, и я встретил в мэрии Эме Сезера<sup>1</sup>. Прекрасное воспоминание» [76, с. 269].

Издательство «Plon» предложило де Жену обобщить свои впечатления от путешествий по французским школам в книге. Ученый в принципе согласился, но, сославшись на занятость, попросил Жака Бадоза, своего бывшего научного директора в ESPCI, отредактировать текст. Книга, озаглавленная «Хрупкие объекты»,

---

<sup>1</sup> Сезер Эме (1913–2008) — французский (мартиникский) писатель, поэт и общественный деятель (антиколониалист и сторонник независимости Мартиники).

вышла в свет в 1994 г. [65]. В ней популярно излагались сведения о «мягкой материи» и мысли, навеянные беседами со школьниками. Книга имела большой успех – во Франции было продано более 70 тыс. экземпляров. Она была также переведена на многие языки (включая и русский).

В это время Пьер-Жиль хотел написать еще одну книгу, на которую его вдохновило классическое произведение «Путешествие двух детей по Франции»<sup>2</sup>. В своем произведении он хотел популярно рассказать о научных исследованиях во Франции. Этому проекту, однако, не суждено было реализоваться.

Как уже отмечалось, присуждение де Жену Нобелевской премии помогло делу спасения ESPCI (см. главу XI). Уже 27 ноября 1991 г. школу (по рекомендации К. Аллегра) посетил тогдашний министр национального образования Лионель Жоспен. Получение сотрудником ESPCI Жоржем Шарпаком в 1992 г. Нобелевской премии окончательно укрепило положение школы. Две столь высокие награды подряд в течение двух лет в одном научном заведении! Даже Жак Ширак, наконец, посетил ESPCI в ходе церемонии чествования нового нобелевского лауреата.

Интересно, что практически вся карьера Шарпака прошла в ЦЕРН – Европейской организации по ядерным исследованиям (Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire – CERN) в Швейцарии, вблизи г. Женевы. Только после своего ухода на пенсию из ЦЕРН Шарпак, который немного преподавал и в ESPCI, попросил Пьера-Жиля принять созданную им небольшую исследовательскую фирму в стенах школы.

Теперь ESPCI стала получать неплохое финансирование. Появилась возможность организовать биологические исследования и построить под них и под другие задачи дополнительные помещения. Де Жен привлек к работе в новом биологическом отделе школы целый ряд известных исследователей. Среди них был, например, сын Жоржа Шарпака, Серж, специалист в области физиологии. В целом 1992–2000 гг. были успешными для ESPCI.

С высоты своего лауреатского положения Пьер-Жиль старался быть услышанным по вопросам науки и образования. Так, например, он пытался, хотя и не очень успешно, убедить руководство страны создавать больше постоянных позиций для молодых

---

<sup>2</sup> Bruno G. Le tour de la France par deux enfants. Paris: éditions Belin, 1877. Это – классический (претерпевший огромное количество переизданий с первой публикации вплоть до нашего времени) школьный учебник, изданный под псевдонимом Ж. Брюно французской писательницей Огюстиной Фуйе (1833–1923).

исследователей и лучше финансировать перспективные научные проекты, обращая внимание на «утечку мозгов» из Франции.

Он также всегда выступал против создания крупного, дорогостоящего научного оборудования, съедавшего до 20% средств, выделяемых на финансирование науки. Он считал, «что в период, когда коровы, как сегодня, тоши, следует лучше пожертвовать крупным оборудованием, чтобы поддержать наем на работу молодых исследователей» [76, с. 285].

Однако борьба де Жена в этой области не была успешной – его голос не был услышан научной общественностью. Например, он много лет оппонировал проекту строительства нового синхротрона в Центре Сакле. Эта история началась, когда группа физиков предложила заменить старый синхротрон LURE – «Laboratoire d'utilisation du rayonnement électromagnétique» («Лаборатория использования электромагнитного излучения») в Орсе на более современный. Этому новому комплексу дали название – «Source Optimisée de Lumière d'Énergie Intermédiaire du LURE» («Оптимизированные источники света средней энергии») – сокращенно «Soleil» (что по-французски означает «Солнце»).

Пьера-Жиля в его борьбе поддерживала лишь небольшая группа ученых (К. Аллегр был в их числе). Сторонниками же строительства нового синхротрона было подавляющее большинство физиков. Тем не менее в 1999 г. К. Аллегр как министр национального образования, науки и техники наложил вето на проект «Soleil». Тогда защитники проекта продолжили борьбу и подали апелляцию в Парламентский комитет оценки научных и технических стратегий, который организовал в марте 2000 г. дебаты по этому вопросу. Здесь де Жена пришлось отстаивать свою точку зрения в дискуссии с нобелевским лауреатом Ж. Шарпаком, Ж. Фриделем и многими другими известными учеными. Комитет принял решение о незамедлительном возобновлении строительства нового синхротрона, и в 2006 г. «Soleil» начал функционировать в Сакле.

Французский теоретик также активно боролся против создания Международного термоядерного экспериментального реактора (International Thermonuclear Experimental Reactor – ITER) в г. Кадараше, недалеко от Марселя. Этот проект курировался международным консорциумом и СЕА во Франции.

Пьер-Жиль не верил в возможность реализации управляемого термоядерного синтеза для получения энергии. Вдобавок в своей критике этого проекта он указывал не только на его непомерную стоимость, но и на те потенциальные риски, которые он в себе может заключать (например, локальное разрушение сверхпроводящих

катушек электромагнита потоком быстрых нейтронов и вследствие этого – возможность взрыва).

В надежде заблокировать этот проект де Жен даже написал в 1997 г. послание Эдит Крессон, члену Европейской комиссии, для того чтобы объяснить ей, почему он считает строительство ITER нецелесообразным. Однако не встретил здесь понимания, несмотря на то что большинство исследователей на этот раз соглашались с его доводами против нового реактора. Брюссель поддержал идею создания ITER, и его строительство вскоре началось<sup>3</sup>.

Пьер-Жиль часто критиковал слабую научную политику объединенной Европы. Например, он отмечал недостаточную компетентность Европейского исследовательского пространства (Espace européen de la recherche – EER)<sup>4</sup> в отборе научных проектов. Де Жен также обращал внимание на то, что весомую материальную поддержку получают в основном исследования в классических областях физики (например, по физике твердого тела) и, наоборот, слабо финансируются работы в относительно новых областях (например, по гранулированной материи).

Его противостояние с EER дошло до того, что в 2001 г. он подписал текст протеста против принятой этой организацией 6-й Рамочной программы ЕС в области развития технологий и инноваций<sup>5</sup>.

Несмотря на свою критику общеевропейской научной политики, Пьер-Жиль не был противником построения единой Европы и, в частности, активно выступал в поддержку Конституции ЕС.

К нему часто обращались за советом, кого назначить на тот или иной научный пост, и он охотно рекомендовал кажущихся ему перспективными кандидатов. Пьер-Жиль нередко сам продвигал кого-либо из способных ученых на вакантную позицию, хотя старался не злоупотреблять этим. От заседаний в различных комиссиях он по-прежнему в основном отказывался, экономя свое время. Комитет по присуждению премии фирмы «L'Oréal» (для женщин-ученых с мировым именем), пожалуй, был единственным, в работе которого он с охотой принимал участие.

---

<sup>3</sup> В создании ITER принимают участие страны ЕС (как единое целое), а также Индия, Китай, Республика Корея, Россия, США, Япония и Казахстан. Реактор планируется запустить к 2020 г.

<sup>4</sup> Общеевропейский орган управления наукой и финансирования научных проектов.

<sup>5</sup> Общеевропейский инструмент координирования и финансирования научных исследований.

Де Жен также изредка вмешивался в издательскую политику научных журналов, если считал ее не совсем справедливой. Так, например, произошло в 1973 г., еще до вручения ему Нобелевской премии, когда он критиковал «Physical Review Letters» за недостаточно высокий уровень публикаций по жидким кристаллам.

Он всегда вступался за французскую науку, если видел вклад своих соотечественников в той или иной области несправедливо недооцененным. Это происходило как по поводу публикаций статей, так и в вопросах организации конференций. Например, в 1976 г. Пьер-Жиль упрекал своего хорошего знакомого, известного английского физика Сэма Эдвардса (см. главу VII) за то, что тот устроил в г. Лидсе чисто британскую конференцию по жидким кристаллам, тогда как предшествующая конференция, организованная самим де Женом, была франко-британской, и существовала договоренность продолжать в дальнейшем в том же формате.

Пьер-Жиль был иногда достаточно резок в своих научных оценках (хотя с возрастом становился мягче). Например, бурю негодования коллег (среди которых был и Ж. Фридель) вызвала его статья в журнале «Sciences et Avenir» («Науки и будущее»), опубликованная в 2001 г. Там де Жен писал: «Нужно ускорить агонию таких выдохшихся областей, как ядерная физика, физика твердого тела и квантовая химия» [76, с. 304]. Пьер-Жиль был расстроен негативным откликом своего окружения на эту статью и даже пытался смягчить ситуацию, подчеркивая, что журналисты неправильно записали его слова: он говорил «ограничить развитие», а не «ускорить агонию».

Вообще еще с конца 1960-х годов де Жен полагал, что значение физики как науки постепенно снижается, и что будущее науки — не за физикой, а за биологией. «Когда в 1960 г. я открывал “Physical Review Letters”, то находил революционную идею в каждом номере. Сегодня мне попадается две–три идеи в год, в то время как журнал стал в пять раз толще», — писал он в 2001 г. — Физика — наука о простых системах. Причем, чем проще система — тем лучше. Биология же в корне отлична. Живая система всегда представляет собой конструкцию с длинной и запутанной историей. У биологии — огромная программа открытий на XXI в. У физики — более скромная программа находок: создавать и делать применимыми новые предметы, пользуясь уже известными идеями» [76, с. 305].

После получения Нобелевской премии де Жен продолжал еще больше общаться с учеными по всему миру. Таким образом происходили естественный обмен и взаимная подпитка идеями. Новых идей у Пьера-Жиля было столько, что он не мог заниматься всеми ими сразу, поэтому для себя он оставлял наиболее ценное (со своей

точки зрения), а всем остальным щедро делился с учениками и исследователями из своего ближайшего окружения.

Его врожденное любопытство не угасло. Де Жен посещал научные конференции по всевозможным интересующим его тематикам, даже совсем не относящимся к его специальности, например, по палеонтологии, по фармакологии и т.д. И это также давало ему новые идеи! Так, в ходе работы одной из конференций по палеонтологии он предложил свое объяснение (базирующееся на скорости распространения информации) появления технологии изготовления древнего инструмента рубила в Европе, Азии и Африке в течение 50 тыс. лет [76, с. 292–293]!

Интересно, что в июне 2002 г. Пьер-Жиль в первый и единственный раз в жизни побывал в России в качестве приглашенного докладчика организованного в Петербурге IV Международного симпозиума «Молекулярный порядок и подвижность в полимерных системах».

Окружающие де Жена люди отмечали, что он явно недолюбливал две вещи: информатику и телевизор. Ученый называл эти продукты цивилизации «инструментами кретинизации» [76, с. 304].

Тем не менее он видел все преимущества, которые дает работа с компьютером. Его секретарша И. Эффер вспоминала, что он говорил ей по этому поводу: «Все же нужно, чтобы вы научили меня им пользоваться» [76, с. 304]. Естественно, что сам Пьер-Жиль никогда не занимался компьютерными расчетами и моделированием, но не возражал, когда кто-нибудь из его учеников делал это, понимая важность и необходимость такого метода исследований.

Как уже говорилось дома у Пьера-Жиля никогда не было телевизора (см. главу V). Однако он с Анни и детьми нередко ходил к друзьям на так называемые телевечера. После таких мероприятий часто возникали интересные дискуссии по поводу увиденного на экране.

В 1996 г. известный кинорежиссер Клод Пиното снимал фильм по популярной театральной пьесе Жана-Нозля Фенвика. И фильм и пьеса назывались «Награда господина Шутца» («Les palmes de M. Schutz»)⁶. Это был рассказ об открытии радия Пьером и Марией Кюри в ESPCI. Съёмочная группа обратилась к Жаку Левине с просьбой дать им доступ к архивам школы для того, чтобы как можно точнее восстановить на киностудии лабораторию Кюри. Левине, в свою очередь, предложил снять нобелевских лауреатов де Жена и Шерпака в эпизодических ролях двух кучеров, которые привозят смоляную обманку чете Кюри.

<sup>6</sup> В российском прокате фильм носил название «Награда доктора Шутца».

Так, через несколько месяцев, оба ученых провели целый съемочный день на киностудии в парижском пригороде Булонь. Пьер-Жиль вспоминал: «Для начала нас заставили потерять полдня: гримировали и переодевали в одежды той эпохи. Затем приступили к съемкам. Мы должны были управлять двумя огромными лошадьми першеронской породы и останавливать их в точно заданном месте. Двигаться вперед было несложно, но перед каждым новым дублем надо было заставлять лошадей отступать назад. Это было уже труднее! Всего сделали шесть или семь дублей... Так мы потратили еще полдня на съемки этой сцены, где нам надо было произнести всего пару фраз! Тем не менее все это оставило хорошие воспоминания» [76, с. 252].

Два нобелевских лауреата снялись в фильме вместе с известными актерами – Изабель Юппер, Филиппом Нуаре и Шарлем Берленом.

Примерно в это же время де Жен как директор ESPCI стал участником (по-видимому, невольным) скандальной истории, закончившейся судом, – так называемого «дела Альбахо» [см., например: 153].

Кувейтский аспирант Тарек Альбахо работал над своей диссертацией по компьютерной физике, посвященной нейронным сетям, в одной из лабораторий ESPCI. До этого он получил степень магистра в лондонском Имперском коллеже (London Imperial College).

Осенью 1996 г. у Альбахо возник конфликт с одной аспирантской лабораторией, который он обсуждал по электронной почте со своим другом из США. В начале 1997 г. директор лаборатории Ханс Херрманн, узнав об этой конфликтной ситуации, попросил своего системного администратора, Франсуазу Вирьё, и еще одного из своих сотрудников, Марка Фермижье, скрыто проследить за электронной перепиской Альбахо. Таким образом, электронная почта аспиранта тайно вскрывалась в течение примерно десяти дней, и ее содержимое становилось известным директору лаборатории. Трое упомянутых сотрудников ESPCI сочли электронную переписку Альбахо вредной для репутации Школы. В результате без объяснения причин файлы в компьютере Альбахо были заблокированы, его письменный стол передан другому аспиранту, а вещи Альбахо упакованы в коробки. Его пребывание в аспирантуре на следующий год продлено не было.

Альбахо неоднократно писал де Жену с просьбой решить возникшую проблему, но ответа не получал. Его учеба финансировалась правительством Кувейта. Поэтому в конфликт вмешалось посольство этой страны, также письменно обращавшееся к Пьеру-Жиллю с просьбой разрешить конфликтную ситуацию.

Однако реакции и в этом случае не было. Де Жен ответил только тогда, когда Альбахо привлек к разбирательству мэра одного из парижских районов. Директор ESPCI написал, что в просьбе Альбахо о восстановлении его в аспирантуре было отказано.

Тогда неудачливый аспирант вернулся в Лондон и продолжил занятия наукой в Имперском коллеже. Параллельно он подал на трех сотрудников ESPCI жалобу в парижский суд.

Рассмотрение дела длилось два с половиной года. В результате суд впервые во Франции принял решение, касающееся тайны электронной корреспонденции. Он признал троих сотрудников ESPCI виновными в преднамеренном нарушении тайны электронной переписки Альбахо (даже несмотря на то, что письма были не служебными, а частными) и приговорил всех троих к денежным штрафам и выплате моральной компенсации потерпевшему аспиранту.

После того как Пьер-Жиль стал нобелевским лауреатом, у него находилось еще меньше времени для того, чтобы регулярно появляться в своей лаборатории в Коллеже де Франс. М. Весе вспоминала: «Примерно в течение одного года мы видели его достаточно редко. Зато мы утешались тем, что смотрели на него по телевизору» [76, с. 291].

Тем не менее в годы, следовавшие за вручением ему Нобелевской премии, де Жен не сбавлял рабочего ритма. Он очень много читал. Ему заказывали большое количество научных книг из разных библиотек. Нередко на прочтение новой книги у него уходило всего лишь 24 часа.

В первые годы, следовавшие за вручением награды, Пьер-Жиль написал большое количество новых научных статей. Так в 1992, 1993 и 1994 гг. он опубликовал, соответственно, 11, 13 и 18 работ, т.е. в среднем по 14 статей в год!

В 1990-е годы де Жен брался за решение многих задач в области «мягкой материи», но главным его научным интересом в это время была физика песка, или, в более широком смысле, физика гранулированных (сыпучих) веществ.

Такие материалы окружают нас повсюду. Это – гравий, зерно, соль, сахар, кофе, различные концентраты, и т.п. Сыпучие вещества находят множество практических применений, при этом они обладают специфической динамикой, отличной от динамики жидкости и твердого тела. Пьер-Жиль уже давно размышлял над этими проблемами, но считал их слишком сложными. Поэтому и здесь он пошел по привычному для себя пути упрощения (что не всегда приветствовалось механиками, решавшими подобные задачи традиционными методами).

Интерес де Жена к гранулированной материи проявился уже во время его путешествий по школам Франции. Он посетил Музей песка, созданный учениками коллежа Жана Моне (collège Jean Monnet) в городке Шато д'Олон. Школьники собрали богатую коллекцию (несколько тысяч экспонатов!) образцов кварца, кораллов, ракушек. Здесь любому посетителю, желающему привезти какой-либо образец из своих путешествий для коллекции музея, даже выдавался специальный мешочек [79, с. 166–168]. Впоследствии Пьер-Жиль оказывал неизменное покровительство этому заведению.

Вначале де Жен исследовал особенности динамики гранулированной материи при заполнении ею силосной башни [см., например: 66–68]. Решение подобной задачи могло бы быть полезным, например, для выработки оптимальных условий консервации зерен в силосном хранилище.

На рис. 21 схематически показана такая башня [68]. Причем ее диаметр  $2R$  специально преувеличен по отношению к высоте  $H$ . Это сделано для того, чтобы лучше различить профиль  $u$  той глубины, на которую гранулы проседают под действием собственного веса. Хорошо видно, что  $u$  максимальна в центре башни (на ее оси), а минимальна — вблизи стенок башни.

Вопросами движения гранулированной материи в описываемое время также занимался уже упомянутый С. Эдвардс. Он был одним из создателей известной теории BCRE, названной так по первым буквам фамилий ее авторов [154, 155]. Эта модель описывала сход снежных лавин и обвалы песчаных дюн. В одномерной задаче, решаемой теорией BCRE, использовались два основных параметра:  $h(x, t)$  — профиль поверхности кучи гранулированной материи (снега, песка) и  $R(x, t)$  — эффективная толщина тонкого приповерхностного слоя, частицы которого находятся в движении (например, перекатываются).

Раздумывая над вопросами динамики гранулированной материи, Пьер-Жиль параллельно подготовил (летом 1997 г.) цикл лекций для Коллежа де Франс на данную тему. В этом ему помог исследователь из ESPCI Жак Дюран — специалист по физике песка. В ходе работы над лекционным курсом де Жен развил и упростил теорию BCRE. Он доказал, что во многих случаях диффузионными членами в формулах этой модели можно пренебречь, что существенно облегчало расчеты [66, 67].

Читая в 1997 г. в Коллеже де Франс свой спецкурс по гранулированным веществам, Пьер-Жиль иногда показывал интересный и простой опыт с песком — так называемую «приклеившуюся палку». Он брал длинный цилиндрический сосуд и помещал туда (по его оси) цилиндрическую палку так, чтобы ее конец тор-

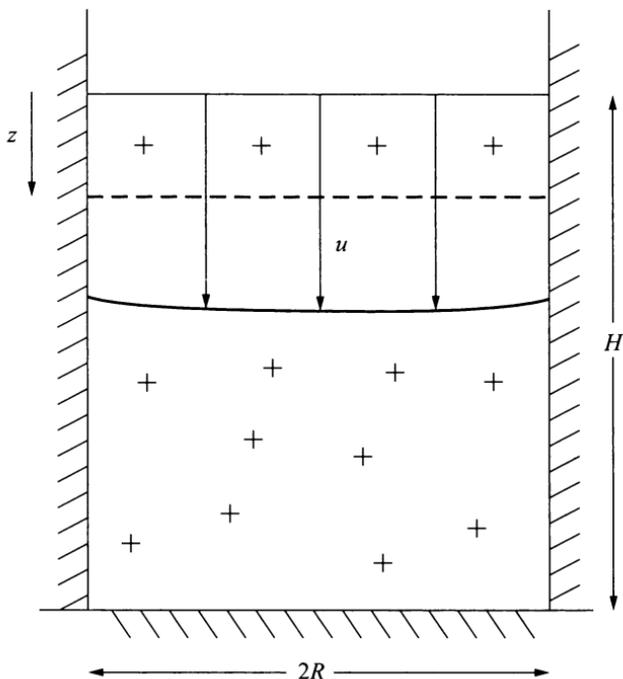


Рис. 21

чал наружу. Затем он понемногу насыпал в сосуд песок и сильно бил со всех сторон по сосуду другой такой же цилиндрической палкой, утрясая песок. Эту процедуру де Жен проделывал несколько раз, пока сосуд полностью не заполнялся песком. Затем он брался за палку, торчащую из сосуда, и поднимал сосуд вместе с ней [80, с. 69]. Палку уже невозможно было вытащить — песок намертво удерживал ее, словно превратившись в бетон.

Следуя наблюдениям [156], Пьер-Жиль указывал на то, что плотность  $\rho$  гранулированной материи возрастает с количеством утрамбовывающих ее ударов  $n$  (малой амплитуды) [68]:

$$\rho = \rho_{\max} - \frac{a}{[\ln(n) + b]}, \quad (17)$$

где  $\rho_{\max}$  — стабильная максимальная плотность «утрамбованной» сыпучей материи,  $a$  и  $b$  — эмпирические коэффициенты.

Де Жен изучал и сыпучие смеси, состоящие, например, из гранул разного размера или из гранул с различными поверхностными свойствами. В рамках этих исследований он объяснил некоторые механизмы явления сегрегации — спонтанного разделения гранул в смеси, подверженной движению или вибрациям.

Пьер-Жиль не создал (как он это обычно делал) экспериментальной группы по проблемам гранулированной материи. Измерениями в этой области впоследствии занималось только несколько его учеников.

На де Жена произвела большое впечатление конференция по проблемам сыпучего вещества, проходившая в Тунисе. На нее были приглашены не только ученые различных специальностей, но даже и поэты. Участников конференции возили в пустыню. Пьер-Жиль так вспоминал об этом: «Мы поехали в пустыню смотреть на звезды и на обвалы песчаных дюн. Я проникся симпатией к Жану Даниэлю<sup>7</sup>, который рассказывал об Альбере Камю. Я действительно любил эту область гранулированных материалов» [76, с. 296]. Кстати, Камю был среди тех современников де Жена (наряду с Башляром<sup>8</sup> и уже упоминавшимися Фейнманом и Ландау), с которыми он мечтал лично встретиться и сожалел, что это не удалось [79, с. 72].

Несмотря на свой интерес к физике сыпучих материалов, Пьер-Жиль считал, что не смог достигнуть здесь больших результатов. В целом ученый рассматривал период с 1995 по 1999 г. как наименее продуктивный. Он вспоминал: «Я брался за многие вещи, но мало где действительно преуспел» [76, с. 296].

В начале 2000-х годов де Жен снова вернулся к проблемам песка, но уже с чисто практической точки зрения. Почетный профессор парижского Университета Жюссё Пьер Роньон предложил ему решить следующую проблему, касающуюся африканской страны Нигера. Когда там шли дожди, то вода слишком быстро проникала в почву, и растения не успевали ее захватить. Каким образом можно было замедлить проникновение воды?

Пьер-Жиль подумал, что самым верным решением было бы добавлять в почву гидрофильные полимеры, которые задерживали бы воду вблизи поверхности. Однако такие вещества были слишком дороги для Нигера.

В 2002 г. он пытался найти финансовую поддержку этому проекту на уровне объединенной Европы, в Брюсселе, но безуспешно. Наконец, в 2004 г. ему пришла в голову немного сумасшедшая мысль — применять для удержания дождевой воды в Нигере использованные детские подгузники. Для этого нужно было их собирать, измельчать, мыть и посылать в Нигер.

С этим проектом он обратился в компанию «Procter & Gamble», однако после нескольких месяцев изучения фирма отвергла его предложение.

Свои работы по гранулированной материи де Жен обобщил в обзорной статье [68].

---

<sup>7</sup> Даниэль Жан (род. в 1920 г.) — французский журналист и писатель.

<sup>8</sup> Башляр Гастон (1884–1962) — французский философ и искусствовед.

### Институт Кюри. Занятия биофизикой. Борьба с болезнью

Как уже отмечалось, де Жен постепенно пришел к убеждению, что основной прогресс в науке XXI в. будет достигнут не в физике, а в биологии (см. главу XII). Поэтому то, что в конце своей жизни он занялся именно биологией, не было случайностью.

Уже в юные годы, во время своих прогулок в Альпах, Пьер-Жиль почувствовал в себе тягу к природе. Солидные же знания в области биологии он приобрел во время учебы в подготовительном классе лицея Сен-Луи. Тем не менее, поступив в Высшую нормальную школу, он без колебаний выбрал в качестве своей будущей профессии физику. «Физика казалась мне более точной наукой, и это мне нравилось», – говорил де Жен [76, с. 308].

В начале своей научной карьеры он занимался исключительно физикой. Однако начиная с середины 1960-х годов стал позволять себе небольшие отвлечения и на исследования по биологии, что стало обычным явлением для всей его дальнейшей научной карьеры. Свою первую статью по биологии Пьер-Жиль написал еще в 1967 г. Работа была посвящена денатурации (разделению) двух спиралей молекулы ДНК. Именно в этот период он испытывал некоторые колебания: не уйти ли из физики и заняться биологией, вернее – биофизикой. Этому способствовало его знакомство и общение с известным французским физико-химиком Шарлем Садроном, специалистом в области биологических полимеров. Однако в те годы де Жен все же остался убежденным в преимуществах физики.

В последующие несколько лет он периодически публиковал отдельные биологические работы (например, посвященные энергетически выгодным конфигурациям белков или разрушению мембран красных кровяных клеток под действием механических напряжений). Затем был почти двадцатилетний перерыв, и начиная с 1993 г. Пьер-Жиль опубликовал сразу довольно большое количество статей по биологии (среди которых и статьи о механизмах передвижения бактерий). Он нередко экстраполировал результаты своих физических работ на биологические объекты. Таким

образом, например, он перешел от рассмотрения проникновения молекул полимеров в поры к анализу внедрения ДНК в клетки (см. главу IX).

Несмотря на то что де Жен занимался биологическими проблемами лишь эпизодически, он всегда интересовался новейшими достижениями в этой области. Вначале с ними его знакомили в основном товарищи-биологи из Нормальной школы. В середине 1960-х годов Пьер-Жиль решил расширить свое образование и стал посещать по субботам утренние курсы биологических лекций в Институте Пастера (Institut Pasteur).

В 1970-е годы он живо интересовался успехами в расшифровке структуры ДНК, например, работами биологов из Университета Орсе. В это время кроме молекулярной биологии его увлекала и океанография – он следил за деятельностью Института океанографии Монако (Institut océanographique de Monaco)!

В 1990-е годы де Жен увлекся нейробиологией (подробнее см. ниже). Как раз в это время его оценка биофизики существенно прогрессировала. Он был потрясен успехами, достигнутыми этой наукой (например, в области биоинженерии, в создании новых медикаментов, а также достижениями на стыке биологии и медицины). Пьер-Жиль был убежден, что именно биофизика сможет улучшить жизнь человека.

Интерес де Жена к биологии позволил ему завязать тесные научные контакты со многими ведущими специалистами в этой области. Теперь его приглашали участвовать в различных биологических научных сообществах. Так, начиная с 1994 г. он являлся членом редколлегии «Докладов биологического общества» («Comptes rendus de la société de biologie»), а в 2000 г. вместе с ведущими биологами принял участие в обсуждении будущего Института Пастера.

В 2002 г. Пьеру-Жилю исполнилось 70 лет. Согласно строгим правилам Коллежа де Франс он уже больше не мог занимать там должность профессора и был вынужден уйти в отставку.

Практически в то же самое время, в 2003 г., он ушел и с поста директора ESPCI. Интересно, что вначале он планировал занимать эту должность лишь недолгое время, а в результате пробыл во главе Школы целых 26 лет. Многие профессора ESPCI стремились занять директорский пост после де Жена, но он неожиданно предложил его Жаку Просту, не проявлявшему никаких амбиций в этом плане. При этом Пьер-Жиль немного лукавил. Он говорил Жаку, что административная деятельность займет у него всего лишь одно утро в неделю, плюс придется иногда присутствовать на различных заседаниях. На самом деле директорство ESPCI потребовало

от Проста гораздо больших усилий, чем от де Жена. Жак не обладал тем авторитетом, который был у его предшественника, и не мог переложить все администрирование на своих заместителей. Тем не менее де Жен оставил Просту школу, прошедшую четвертьвековой путь реформирования, вновь обретшую свой престиж и неплохо финансирувавшуюся.

Пьер-Жиль предоставил Ж. Просту полную свободу действий и не хотел более оставаться в ESPCI в качестве простого исследователя, которым он никогда не был в стенах этой школы. Поэтому он стал подыскивать себе новое место работы. О том, чтобы просто уйти на пенсию и сесть дома, не было и речи.

К счастью, де Жену вскоре была предложена прекрасно устроившая его должность консультанта президента Института Кюри. Так, уже в преклонном возрасте он снова вернулся в те места, которое помнил еще с молодых лет. Действительно, именно здесь Пьер-Жиль слушал лекции Эдмона Бозра в годы своей учебы в Нормальной школе (см. главу II).

Институт Кюри, объединенный с госпиталем, является одним из ведущих французских научных и лечебных онкологических центров. Там исследуются проблемы на стыке физики и молекулярной биологии. Поэтому было не случайно, что некоторые ученики де Жена, интересующиеся биофизикой, уже нашли там место приложения своих сил – первый аспирант Пьера-Жиля в Коллеже де Франс Жан-Франсуа Жоани, Франсис Ронделез и Франсуаза, которая в течение уже многих лет занималась там различными биофизическими проблемами в сотрудничестве с экспериментаторами.

Придя на новое место работы, де Жен сразу почувствовал себя уютно в окружении своих младших коллег.

В первые месяцы своего пребывания в Институте Кюри Пьер-Жиль продолжил совместные исследования с Франсуазой по механизмам взаимной адгезии и слияния клеток. К решению этих проблем естественным образом привели их работы по адгезии полимеров (см. главу IX). Они моделировали клетки везикулами, объясняя их взаимное притяжение, в частности, силами поверхностного натяжения. Например, была рассмотрена задача об адгезии везикулы к плоской стенке [69; 83, т. II, с. 127–138].

Однако де Жен чувствовал, что их с Франсуазой подход «лишен биологического интереса». Действительно, при изучении процесса притяжения реальных клеток было необходимо учитывать энергию деформации сети актинов (сжимаемых белков).

В это время Пьер-Жиль замечал, что «роль теории в биофизике в целом очень скромна: мы лишь младшие помощники биохимиков и физиологов» [76, с. 311–312]. Он вскоре потерял интерес

к проблеме взаимодействия клеток и полностью предоставил ее решение Франсуазе, заявив, что она «вполне справится и без меня» [76, с. 312]. Одновременно де Жен стал искать новую, амбициозную задачу для своих собственных исследований.

Он давно (с начала 1990-х годов) хотел серьезно заняться нейробиологией. К окончательному решению сделать это его подтолкнуло чтение в 2003 г. диссертации дочери, Клер, по этой тематике. Вначале Пьер-Жиль ничего не понимал, и просил Клер ввести его в курс дела, так как этот сюжет казался ему действительно интересным. Он осознавал, что войти в новую науку в его возрасте будет непросто. Ему вспоминались известные физики (Б. Джозефсон, Л. Купер, Э. Шрёдингер и др.), которые с большим или меньшим успехом пытались заниматься биологией. Но был полон желания учиться, узнавать все с нуля. Именно это качество де Жен ценил в других ученых. Например, он писал в 1991 г. в журнале «Sciences et Avenir»: «Перед тем как начать серьезно исследовать мозг, необходимо поработать как минимум три года в хорошем месте, в качестве студента, для того чтобы приехать оттуда с двойной культурой. Мой добрый товарищ, которого я очень высоко ценю, физик Чарли Бин (см. главу IV. — А.С.), сделал следующее: в возрасте пятидесяти лет поехал в Нью-Йорк, в Рокфеллеровский институт, для того чтобы изучать там кошачий мозг. Вот тип людей, которых я уважаю... Учиться заново, читая книги или слушая лекции, — да, я в самом деле хотел бы делать это» [76, с. 312].

Пьер-Жиль потратил два года на обучение и вхождение в новую область знаний: читал много литературы, находил соответствующих специалистов, думал над постановкой задач. Наконец, он решил заняться проблемой записи и хранения информации в мозгу человека. Де Жен задавал себе вопрос: «Если я чувствую запах розы, в какой форме он в первый раз записывается в мозгу?» [76, с. 313]. По этой проблеме существовало уже немало работ: одни ученые считали, что для запоминания запаха достаточно одной клетки, другие — что необходимо их большое количество. Оценив число запахов, хранимых в мозгу (примерно миллион), разветвленность связей в мозгу, Пьер-Жиль пришел к выводу, что конкретный запах запоминается 3—4 клетками мозга, причем на нескольких уровнях, в ассоциации с другими воспоминаниями. Если первичное воспоминание (запах) по каким-то причинам было стерто, то человек сможет восстановить его по другим воспоминаниям.

Перед тем, как опубликовать свою модель, де Жен по своему обыкновению (как он часто это делал с работами по физике) показал ее нескольким знакомым специалистам в области нейробиологии, желая услышать их мнение. При этом он извинился: «Меня

поразила типичная для старых ученых болезнь: я стал интересоваться функционированием мозга» [76, с. 313–314]. Затем в 2004 г. он, наконец, опубликовал свою модель, и она была принята благосклонно [70]. Тем не менее до настоящего времени эта теория остается неподтвержденной.

Де Жен считал свои работы по процессам памяти самыми сложными из всех, за которые он брался за долгую научную карьеру. И это не из-за громоздких вычислений, которые, напротив, по его словам, были «элементарными», а из-за того, что в процессе исследований приходилось обучаться совсем новой (отличной от физической) биологической культуре. Пьер-Жиль писал в 2004 г.: «В физике мы пытаемся моделировать систему, идя по наиболее простому из всех возможных путей. Биология роднится с археологией: когда мы откапываем город, то находим дом, который был вначале построен очень скромно, затем он был расширен, перестроен, и это происходило в течение жизни многих поколений. Наш мозг – это не система, сконструированная наилучшим образом; напротив, она сделана кустарно» [76, с. 314].

В марте 2007 г. де Жен опубликовал еще одну работу по биологии, посвященную росту нейронов и автоорганизации аксонов (удлиненных частей нейронов) [71].

Тот факт, что он принял вызов и сумел проникнуть в новую область науки, а также начать исследования в ней, приносил Пьеру-Жилью «большое счастье» [76, с. 314].

Де Жен продолжал заниматься и физикой, черпая задачи из самых разных источников. Например, ему была прислана из США статья, посвященная перемещению капли воды по твердой поверхности, подверженной асимметричным механическим вибрациям (сильным в одном направлении и слабым – в другом). Пьер-Жиль счел теоретическую интерпретацию явления не совсем корректной и разработал свою модель.

В 2005 г. его попросили написать предисловие к книге, посвященной суперскольжению, т.е. скольжению практически без трения. Де Жен был не знаком с этой проблемой, но она сразу же заинтересовала его. Например, его внимание привлекло суперскольжение двух поверхностей кристаллов графита, реализующееся при их определенной взаимной ориентации. Опять Пьер-Жиль был не доволен представленным в книге теоретическим объяснением этого явления. Он считал, что основную роль в процессе описанного суперскольжения играли дислокации, но нигде не мог найти классическую книгу Ж. Фриделя по этим дефектам, изданную еще в 1950-е годы [157]. В конце концов де Жен попросил на некоторое время личный экземпляр у самого автора. Он очень бо-

ялся повредить или потерять эту уникальную книгу, так что быстро (через несколько дней) вернул ее Фриделю. Так завязалась дискуссия двух старинных коллег по суперскольжению графита, переросшая затем в их совместную работу по этой проблеме. Все это доставило обоим физикам большое удовольствие. В результате в 2007 г. появилась их совместная статья [72]. Они не писали вместе с 1969 г.!

В последние годы своей жизни де Жен не пасовал ни перед одной новой задачей. Он говорил: «Так как я стар, то меня не пугает никакая физическая проблема, будь то гидродинамика, квантовая механика, статистическая физика... У меня достаточно опыта, чтобы притереться ко многим областям» [76, с. 316].

С возрастом круг задач, которыми он занимался, все более расширялся. Вдобавок, следуя своему привычному стилю работы, Пьер-Жиль находил все больше самых неожиданных аналогий между различными физическим явлениями. Так, например, произошло, когда он изучал хемотаксис бактерий, т.е. их способность направляться к источникам питания (сахарам и аминокислотам). Де Жен заметил, что некоторые из этих микроорганизмов (например, кишечная палочка), прибывая в районы, богатые аспартамом (искусственным заменителем сахара), могут затем локализоваться в этих местах в силу того, что и сами вырабатывают аспартам.

Здесь он обнаружил аналогию с поляронами, которыми занимался 40 лет назад, изучая статьи Р. Фейнмана. Полярны — это электроны, которые деформируют (и поляризуют) сеть атомов вокруг них и оказываются пойманными (подобно бактериям) в возникшей потенциальной яме. Такую аналогию вряд ли смог бы заметить молодой и неопытный исследователь! Однако Пьер-Жиль скромно оценил свое наблюдение как «забаву физика».

Де Жен замечал, что с возрастом его результативность в научной деятельности возрастала, но он жаловался на невнимательность. «То, что я стал старым, не помогает. Я все более и более становлюсь похожим на профессора Косинуса<sup>1</sup>. Я делаю глупые ошибки» [76, с. 317]. Этим Пьер-Жиль хотел сказать, что совершает все больше ошибок в теоретических вычислениях. Однако он всегда признавал допущенные неточности и призывал своих учеников также делать это. Как вспоминал Э. Рафаэль, де Жен говорил, что не стоит бояться идти даже по ложному пути, так как все равно «в результате высвобождается энергия» [76, с. 318].

---

<sup>1</sup> Персонаж серии комиксов «Идея фикс ученого Косинуса» («L'idée fixe du savant Cosinus»), издаваемых под псевдонимом «Кристоф» в 1893–1899 гг. французским ботаником Жоржем Коломбом (1856–1945).

В 2005 г. Пьер-Жиль пытался создать теоретическую модель, так называемой сверхтекучести твердого тела (англ. «supersolidity»)<sup>2</sup>. Это – экспериментально наблюдаемое явление, когда при температурах, близких к абсолютному нулю, определенная часть твердого кристалла (например,  $^4\text{He}$ ) становится сверхтекучей [83, т. I, с. 83–91]. Он склонялся к мысли о том, что в экспериментах, скорее всего, наблюдается не сверхтекучесть части кристалла, а увеличение его пластичности. Для объяснения данного явления он применял квантовое описание динамики присутствующих в кристалле краевых дислокаций.

В мае 2005 г. Фил Пинкус организовал симпозиум в честь де Жена в Международном центре теоретической физики (International Centre for Theoretical Physics – ICTP) в итальянском Триесте. Это была не первая конференция, посвященная Пьеру-Жилью. Самое крупное мероприятие подобного рода было устроено в июне 2002 г. в Коллеже де Франс по случаю его ухода на пенсию. Но это было официальное чествование, с очень большим числом участников.

На конференции в г. Триесте собралась лишь небольшая группа ближайших коллег де Жена. Все участники симпозиума знали, что Пьер-Жиль болен. Французский теоретик дал согласие на проведение этого мероприятия при условии, что присутствующие на нем ученые не будут «ворошить прошлое», а каждый расскажет о своих новых работах.

Здесь де Жен, в частности, встретился со своим коллегой и старым товарищем Себастьяном Балибаром, специалистом в области экспериментальной физики твердого тела из Высшей нормальной школы. Ученые обсуждали интересующие их в то время проблемы сверхтекучего состояния кристаллов  $^4\text{He}$ . Эти дискуссии помогли Пьеру-Жилью в написании статьи о данном явлении для «Comptes rendus...» [73] и подвинули Балибара на ряд экспериментальных работ в этой области [83, т. I, с. 83–91].

В Институте Кюри де Жену предоставили небольшой (по сравнению с тем, который был у него в Коллеже де Франс) кабинет, в мансарде, под самой крышей, откуда открывался прекрасный вид на верхушки деревьев сада. Пьер-Жиль, как и всегда, сделал свое новое рабочее место уютным, оборудовав его по своему вкусу и украсив фотографиями. Однако там он чувствовал себя несколько изолированным. Конечно, он всегда мог пообщаться с Ж.-Ф. Жоани или

---

<sup>2</sup>Сверхтекучесть твердого тела была предсказана А.Ф. Андреевым и И.М. Лифшицем в 1969 г. [158] – задолго до ее экспериментального наблюдения в 2004 г. и теоретических работ де Жена в этой области [83, т. I, с. 83–91].

Франсуазой, рабочие места которых помещались этажом ниже. Но если в Коллеже де Франс де Жену достаточно было выйти из своего кабинета, как он тут же оказывался окруженным многочисленными сотрудниками своей лаборатории – молодыми теоретиками и экспериментаторами, обмен мнениями и новыми идеями с которыми был непрерывен, то здесь, в Институте Кюри, он не имел таких широких возможностей для научных дискуссий.

Как следствие, Пьер-Жиль теперь больше времени проводил в своем кабинете, работая над конкретными задачами. От одиночества его, в частности, спасала переписка с Сэмом Эдвардсом, также чувствовавшим себя изолированным. По этому поводу последний говорил: «К счастью, есть де Жен» [76, с. 320].

Тем не менее распорядок времени Пьера-Жиля оставался достаточно насыщенным. К нему приходило немало посетителей, чаще всего старых знакомых-коллег, посоветоваться по науке. Они поражались феноменальной памяти де Жена. Действительно, он практически всегда мог найти в одной из многих десятков оранжевых папок, расставленных в его кабинете по полкам стеллажа, нужную для обсуждения данной научной темы копию статьи. Эти копии он собирал с 1955 г. и великолепно в них ориентировался.

В описываемое время Пьер-Жиль вышел из советов директоров и научных советов различных промышленных компаний и не посещал более (что, впрочем, он не часто делал и раньше) заседания Академии наук. Несмотря на то что он сократил свою общественную нагрузку, звание нобелевского лауреата все же обязывало де Жена принимать участие в некоторых публичных мероприятиях. Так, например, в декабре 2003 г. он был председателем оргкомитета по торжественному празднованию столетия присуждения Нобелевской премии по физике Пьеру и Марии Кюри. На этом мероприятии, которое было устроено в большом амфитеатре парижского Национального музея естественной истории (Muséum national d'histoire naturelle), присутствовали Бернадетт Жирак, шведская принцесса Виктория и многочисленные представители мира науки и медицины [76, с. 321].

Но Пьер-Жиль отмечал своим присутствием не только престижные публичные события. Напротив, он мог также посетить и любые мероприятия, повод для устройства которых был близок и понятен ему. Например, в 2005 г. он участвовал в работе генеральной ассамблеи «Thésame» – инновационного центра в г. Анси, а в 2006 г. – в конференции докторов и докторантов Университета Экс-Марсель (Université d'Aix-Marseille) [76, с. 321].

Де Жена всегда радовало, когда его публичные выступления (например, лекции или семинары) приносили конкретные плоды.

Так, однажды незнакомый мужчина остановил ученого на входе в Институт Кюри и сказал: «Месье де Жен, мой сын слушал Вашу лекцию три месяца назад, и с тех пор он хочет заняться физикой!». В таких случаях Пьер-Жиль думал, что все, что он делал, «имело смысл» [76, с. 321–322].

В это время де Жен попробовал себя и в художественной литературе. В ноябре 2002 г. он опубликовал сборник коротких эссе о своих современниках-ученых под названием «Petit point» («Мелкий стежок»)<sup>3</sup> [74]. Каждый очерк был посвящен какой-нибудь одной личности, описанной под вымышленным именем. Причем многие из персонажей были охарактеризованы с колкой иронией. Прочитавшим эту книгу оставалось только гадать, кто скрывался за этими именами и как назван в ней сам автор.

По поводу своего произведения де Жен говорил: «Книга иногда безжалостна, но в меньшей степени, чем была бы моя реакция сгоряча на описываемые события. На расстоянии я учитываю всю совокупность обстоятельств и смягчаю свою оценку. Такой подход пришел ко мне с возрастом» [76, с. 322].

Книга получилась немного в стиле знаменитых «Характеров» Жана де Лабрюйера<sup>4</sup>.

Чтобы дать представление читателю о литературном стиле де Жена, привожу ниже свои переводы пары рассказов из этой книги.

1. «Вера приехала к нам из Славонии. Она жаждала работать в лаборатории Лебеля, но ее квалификация и дипломы не дотягивали до звездного уровня. Эта проблема была с легкостью решена: у Веры были очень привлекательные скулы, и она обладала вполне неотразимым очарованием, характерным для девушек ее родных краев. Ей удалось соблазнить профессора Лебеля, который быстро организовал для нее пост и нашел тему для работы. Следующим вызовом для нее было разобраться в этой теме. Дютронк, фундаментальный исследователь, с готовностью предоставил Вере свою помощь в обмен на ее благосклонность. К несчастью, научная жизнь требовательна: успех Веры должен был опираться на построение (или хотя бы на усовершенствование)

---

<sup>3</sup> Ученый посвятил свою книгу министру науки и технологий. В то время этот пост занимала Клоди Эньере – первая французская женщина-космонавт. В предисловии де Жен писал: «Мадам, Вы смотрите на Науку сверху и видите ее как большой гобелен. Я смотрю на нее снизу и различаю детали каждого мелкого стежка».

<sup>4</sup> Де Лабрюйер Жан (1645–1696) – французский писатель-моралист, автор знаменитой книги «Характеры» («Les Caractères»), в которой были мастерски обрисованы многие портреты типичных представителей его эпохи.

чувствительного измерительного инструмента. Боле, волшебник механической мастерской, предложил себя в качестве следующего жертвенного агнца.

Храм науки устроен сложно, и существует множество способов проложить в нем свой путь. Но путешествие Веры было быстро прервано. Ирен, бывшая любовница профессора Лебея, обеспечила восстановление прежнего порядка вещей».

2. «Элиза боролась всю свою жизнь. Рожденная в изолированной области Балкан, она впоследствии делила свое существование между Израилем и Францией. Она работала с чрезвычайным усердием, для того чтобы защитить диссертацию. Область исследований, которую она выбрала, не была слишком модной. Тем не менее ей удалось развить высоко оригинальные методы и идеи.

Судьба не была к ней благосклонна. Ее лаборатория, спрятанная глубоко в недрах здания, обладала всеми прелестями могилы. Более важным было то, что Элиза не принадлежала к избранному кружку «Высших школ». Она могла нанимать лишь студентов с ограниченными амбициями. Вопреки всем трудностям ей удалось установить прочные контакты по всему миру, и она разожгла пламя в своих студентах, наладив взаимовыгодное сотрудничество.

Значительно позже все мы, странники науки, оценили ту тропу, которую она проложила. Элизе не удалось достигнуть того публичного признания, которого она по праву заслуживала. Но в конце пути так ли все это важно? Сейчас она стала бабушкой и в полной мере счастлива».

Все же, нагрузка у Пьера-Жиля теперь была поменьше, чем раньше, и у него оставалось больше времени, чтобы уделять его своим двум семьям. Как и раньше, часть недели он проводил с Анни в Орсе или в их квартире в Париже, а часть — с Франсуазой в Сен-Клу. Ему также нравилось бывать со своими женщинами в горах. Он говорил: «В горах у нас с Анни есть база в Орсьере, а в Сер-Барбене — у нас с Франсуазой есть дом, который мы уже 30 лет снимаем у друзей» [76, с. 323].

Находясь с Анни, он был полностью освобожден от бытовых хлопот — она со всем прекрасно справлялась сама. В их доме в Орсе Анни оборудовала для мужа просторную мастерскую, где в свободное время он читал научную фантастику, слушал музыку, делал графические наброски или писал красками. В последние годы своей жизни де Жен увлекся живописью и еженедельно посещал уроки. В этих занятиях, как он сам отмечал, ему помогало умение рисовать и особенно знание перспективы, которые он приобрел еще из уроков рисунка, даваемых ему в детстве матерью. Обычно ему

нравились свои графические работы, тогда как живопись удовлетворяла меньше — ему не всегда удавалось добиться гармонии цвета.

Кумиром Пьера-Жиля в области рисунка был Альбрехт Дюрер, а в области владения цветом — Сандро Боттичелли и Никола де Сталь. Художник Н. де Сталь был сыном русского генерала-эмигранта, последнего помощника коменданта Петропавловской крепости. Страдавший депрессией де Сталь выбросился в 1955 г. в возрасте 41 года из окна своей антибской мастерской.

Вместе с женой ученый любил отдыхать на юге Франции. Там, в г. Сен-Тропе, у них был участок земли, расположенный на холмах, над пляжем. Эту землю еще в 1928 г. купил отец де Жена. В 2005 г. Пьер-Жиль и Анни устраивали там большой пикник со всеми своими детьми и внуками.

Находясь с Франсуазой, де Жен немного занимался домашней работой. Например, он обычно накрывал на стол, делая это всегда с творческим подходом: асимметрично расставлял посуду и добавлял цветы. Так как его старшие дети теперь жили отдельно, то большинство времени Пьер-Жиль проводил с младшим сыном Марком, которого иногда водил в бассейн. По воскресеньям де Жен и Франсуаза часто ходили на выставки, например, в 2006 г. на Пьера Боннара в парижский Музей современного искусства (Musée d'Art moderne de la Ville de Paris)<sup>5</sup>.

Если в доме бывал их сын Матье, писавший теперь диссертацию по теоретической физике, то между ним и отцом непременно разгоралась научная дискуссия. Де Жен улыбался: «Это — счастье!», но другие члены семьи разбегались в это время по разным комнатам [76, с. 324].

С возрастом здоровье Пьера-Жиля стало ухудшаться. Его беспокоила аллергия, участились приступы астмы, самый жестокий из которых случился с ним еще в 1995 г., 20 апреля. В тот день прах Пьера и Марии Кюри был перенесен в парижский Пантеон. Де Жен выступал с речью, посвященной этому событию, перед большой толпой зрителей, стоя под ледяным ветром на трибуне, устроенной на площади перед Пантеоном. Среди официальных лиц рядом с ним присутствовали Лех Валенса, Франсуа Миттеран и Эдуар Балладюр. Де Жен говорил в рупор, и его голос разносился динамиками до Люксембургского сада.

Церемония утомила Пьера-Жиля. Но, тем не менее, он в тот же вечер отправился в спальном вагоне поезда в г. Бриансон, чтобы

---

<sup>5</sup> Де Жен любил посещать вернисажи и раньше — и не только с Франсуазой, но и со своей женой. Например, в 1997 г. они с супругой были почетными гостями профессиональной художественной выставки, организованной в Университете Орсе. Там Пьер-Жиль представил 12 своих рисунков [159].

затем добраться к Франсуазе в Сер-Барбен. Около полуночи он стал задыхаться, и бывшие с ним медикаменты не помогали ему. Де Жен сумел с трудом выйти из своего купе и добраться до купе проводника. Стуча в его дверь, он попросил о помощи. На станции г. Валанс (столица департамента Дром) его уже ждала вызванная проводником скорая помощь. Ученый вспоминал: «Это была одна из самых сильных паник в моей жизни. Я видел, как приходит мой последний час... Мне повезло, что все это случилось до прибытия поезда в Валанс» [76, с. 326].

В мае 2005 г., когда Пьер-Жиль гостил у одного из своих старых друзей, на ферме, в департаменте Вар, с ним случился сильнейший приступ аллергии. Причиной был находившийся на ферме пудель, которого де Жен не сразу заметил.

Несмотря на все эти проблемы с легкими, Пьер-Жиль продолжал курить. Лишь один раз он попробовал бросить. Это произошло в 1997 г., когда он был срочно доставлен в больницу и прооперирован из-за сильнейших болей в области живота. Ему удалили аппендицит, но боли продолжались. Затем было обнаружено, что это почечный камень. После выздоровления де Жен испугался за свое здоровье и поддался «гнусному шантажу» дочери Клер, уговаривающей его прекратить курить. Он не курил много месяцев, но потом начал снова и уже больше никогда не расставался со своими сигарилло [76, с. 326].

Однажды во время его лекции в Коллеже де Франс одна из слушательниц заметила ему, что в зале запрещено курить. На что Пьер-Жиль ответил: те, «кто больше не желает слушать лекцию, могут выйти» [76, с. 326]. Свою позицию по отношению к курению де Жен также выразил в 1992 г. (примерно 20 лет спустя после описанного случая) в интервью для телевизионной передачи «Час правды» («L'Heure de Vérité»): «Я убежден, что курить опасно. Я никому не рекомендую делать это. Но я также глубоко шокирован этим обществом “хорошего” и “плохого”» [76, с. 326].

В начале 2005 г. Пьер-Жиль принимал участие в открытии Года физики в мэрии Лиона. После завершения мероприятия ученый поспешил уйти, чтобы ехать в Париж. Один из друзей-физиков проводил де Жена до дверей и заметил, что тот выглядел усталым. Он спросил его о здоровье, Пьер-Жиль отмахнулся от этого вопроса жестом руки. Тогда его собеседник стал настаивать: «Но ты по крайней мере лечишься?». «Да!», — ответил де Жен с улыбкой. «Я надеюсь, что ты прекратишь курить!» — сказал его друг. На что Пьер-Жиль усмехнулся и заметил: «Ты подбросил мне идею!», а затем достал сигарилло из пачки [76, с. 326–327].

В начале 2000-х годов, вдобавок к астме, у де Жена обнаружилась гепатит. А затем врачи поставили диагноз рак (в 2002 г.). Это

заставило Пьера-Жиля поначалу подумать об ограничении своей преподавательской нагрузки в Коллеже де Франс. Он также стал отказываться от интересных предложений сотрудничества с промышленными компаниями, например, в 2002 г. от должности научного консультанта новой фирмы «AirInspace», организованной Вансом Бержероном, бывшим научным сотрудником «Rhône-Poulenc». Де Жен говорил, что ему кажется «неосторожным» брать на себя сейчас какие-либо обязательства, когда он не знает, «будет ли способен функционировать через три месяца» [76, с. 324].

Однако Пьер-Жиль стал быстро возвращаться к жизни. Проходил курс химиотерапии в госпитале Института Кюри, в сотне шагов от места своей работы. Он старался ничем не показывать свою болезнь, мужественно перенося также и частые приступы астмы.

Работая в Институте Кюри, ученый получал немало писем от больных раком и всегда старался отвечать на них. Вот, например, что он писал в декабре 2004 г. одному из таких людей: «В настоящее время я сам прохожу химиотерапию и полностью понимаю ваше беспокойство. Но в Институте Кюри я — всего лишь обыкновенный исследователь и не обладаю ни культурой, ни информацией, относящейся к лечению рецидивов. Думаю, что следует довериться нашим лечащим врачам. Всем сердцем с Вами...» [76, с. 327].

Еще до обнаружения у него рака, с 1999 г. де Жен вступил в «Ассоциацию за право умереть с достоинством» («Association pour le droit de mourir dans la dignité» — ADMD), которая выступала за легализацию эвтаназии во Франции. Сам ученый признавал, что не желал бы, чтобы в конце жизни его слишком много пичкали медикаментами и искусственно поддерживали бы в живых, когда в этом уже не будет смысла. Он также не хотел болезненной и мучительной смерти, возможной при его заболеваниях.

В этот период Пьер-Жиль стал больше задумываться о религии. Протестантская культура, как мы знаем, была заложена в него смолоду. В течение всей жизни он продолжал придерживаться религиозных принципов — покрестил своих детей и регулярно читал им Библию. Однако он строго разделял науку и религию, говоря: «Мне представляется очевидным, что наука и религия должны рассматриваться как две отдельные области мыслительной деятельности. Я думаю, что нашему уму необходимы две стороны — рациональная и иррациональная» [76, с. 328].

В 2005 г. на вопрос журналиста об отношении де Жена к Богу, ученый ответил так: «Сегодня мой ответ — совсем неопределенный. Я думаю, что в течение этого столетия исследования работы мозга позволят узнать, обладает ли человек свободой воли или нет. Если выяснится, что нет, то значение религий

существенно уменьшится. В любом случае сегодня было бы преждевременным рисковать выдвигать какие-либо прогнозы по этому вопросу. Действительно, история показывает, что как ученые, так и философы часто формулировали абсолютно необоснованные суждения. Достаточно вспомнить Канта или Сартра» [76, с. 328].

Пьер-Жиль предчувствовал, по-видимому, скорый конец, поэтому как бы прощался с теми, кто что-то значил в его жизни. Он встретился с очень многими людьми (всех их невозможно перечислить); и даже сделал над собой усилие и полетел в США, чтобы нанести визит уже почти девяностолетнему Чарльзу Киттелю. Тот был на пенсии, занимался виноградниками и производил свое собственное вино на севере Калифорнии. Де Жен посетил и университетский кампус в Беркли.

Пьер-Жиль старался не показывать свое плохое самочувствие и не опускать руки. Он провел Рождество в Нью-Йорке с Франсуазой и их детьми, а затем отпраздновал Новый 2007 г. с Анни и их «большими детьми» (как он их называл) в Орсе [76, с. 329].

Сразу же после новогодних праздников ученый с удвоенной энергией принялся за работу. Он продолжал думать над теорией дислокаций в квантовом режиме — проблемами сверхтекучести твердого тела. Де Жен говорил: «Мне сильно повезло, что это мое новое любопытство не оставляет мне слишком много времени для размышлений о своей участи; это — отлично» [76, с. 329].

В этот период он также начал интересоваться вопросами, связанными с землетрясениями, и внимательно следил за исследованиями Гийона по течению меда.

Но в январе 2007 г. новый сюжет полностью захватил Пьера-Жиля. Ему в голову пришла «нелепая», как он выражался, идея модели высокотемпературной сверхпроводимости. Де Жен уже много думал над этой задачей сразу же после открытия явления (см. главу VIII). Однако в 1987 г. потерял интерес к проблеме, придя к выводу, что высокотемпературная сверхпроводимость не базируется на каком-либо новом физическом эффекте, а является следствием комбинации многих известных явлений.

Новая модель французского теоретика объясняла высокотемпературную сверхпроводимость формированием электронных пар в материале, подобно тому, как это происходит в низкотемпературных проводниках. В отличие от последних материалов, в которых электронные пары деформируют кристаллическую решетку, в высокотемпературных проводниках такие пары формируются вблизи ядер атомов, посредством перекрывания электронных облаков [см., например: 83, т. I, с. 41–48].

Он написал о своих соображениях старому коллеге, одному из бывших «четырёх мушкетеров» группы сверхпроводников Орсе, Ги Дёчеру, который теперь профессорствовал в Израиле и продолжал заниматься сверхпроводимостью. Вначале Дёчер отнесся к предложенной модели с долей скептицизма и высказал свои замечания Пьеру-Жилью. Тот, в свою очередь, исправил модель. Так стартовала их совместная работа.

В начале апреля они направили статью, описывающую их теорию, в «Comptes rendus...» и получили два отзыва на работу. Один — положительный, а другой — отрицательный, ставящий под сомнение новизну предложенной модели. Для того чтобы обсудить и подготовить совместный ответ второму рецензенту, ученые договорились встретиться у де Жена в конце мая. Однако это обсуждение уже не состоялось, и Дёчеру пришлось завершать статью одному уже после смерти соавтора.

Он вспоминал: «Пьер-Жиль был настолько увлечен этой идеей, что, несомненно, следовало продолжить работу» [76, с. 330]. Доделанная Дёчером модель, в частности, объясняла, почему в высокотемпературных сверхпроводниках ток слабо проводится через пограничные области между зёрнами, из которых состоят такие материалы (поликристаллические металлокерамики), — там электронные орбитали перекрываются хуже.

Последняя статья де Жена (в соавторстве с Г. Дёчером) была опубликована в ноябре 2007 г. [75] и не привлекла к себе большого внимания. Дёчер подчеркивал: «Остается проделать немало работы, чтобы подтвердить предложенный механизм. Однако до настоящего времени не появилось никакого аргумента, опровергающего эту теорию» [76, с. 331].

В последние месяцы жизни Пьер-Жиль страдал. Даже самые сильные анальгетики уже не помогали ему.

Ученый всегда очень рано приходил на работу, но теперь стал задерживаться и во второй половине дня нередко уходил домой пораньше. Он не скрывал своей болезни, но и прямо не рассказывал о ней, выражался намеками. Например, когда договаривался с кем-нибудь о встрече, добавлял: «если все будет хорошо» или «если Бог позволит мне пожить». Иногда он шутил: «Осторожно, сегодня утром я излучаю!» (после скинтиграфического обследования). Он говорил: «Я просто стараюсь не бояться смерти» [76, с. 331].

Среду 16 мая 2007 г. де Жен провел в Институте Кюри, работая, как всегда. Он также подтвердил начало съемок документального фильма о своей карьере, назначенных на следующий понедельник, а также расписал встречи на июнь. Дал свое согласие на участие

в научном комитете по организации празднования столетия бюллетеня Союза профессоров физики и химии в октябре 2007 г. Напротив, отказался присутствовать на чествованиях американского физика Винея Амбегаокара (профессора Корнелльского университета) в середине июня в связи с его выходом на пенсию. Де Жен сослался на то, что дальнейшее путешествие в США будет тяжело для него. Короче, это был самый обыкновенный рабочий день. Перед тем, как покинуть институтский кабинет, де Жен по своему обыкновению привел в порядок рабочий стол. В последние недели он стал делать это все с большей тщательностью. Он также заботился о том, чтобы его коллекция статей была всегда в полном порядке.

Когда его секретарша Мари-Франсуаза Ланкастр зашла попрощаться, он сказал ей: «до понедельника!», так как предстояли праздники Вознесения. Пьер-Жиль задержался в своем кабинете еще на несколько минут, а потом вернулся к себе в Орсе.

В пятницу утром, 18 мая, Анни собиралась на похороны в городок Монтаржи. После ее ухода де Жен расположился в своем кабинете, чтобы поработать. Этим утром его не стало.

Близкие похоронили Пьера-Жиля без официальной помпы на кладбище Монруж (41-й участок) в семейном склепе, рядом с дедом и отцом [160].

На этом кладбище покоится много известных людей. Среди них упоминавшийся выше один из любимых художников де Жена — Никола де Сталь.

### Итоги

О кончине де Жена было официально сообщено только 22 мая. Эта новость тут же появилась на страницах основных газет и журналов. Многие известные люди (среди них, например, Бернар Кушнер, Жан-Пьер Шевенман) стали вспоминать о своем сотрудничестве с ученым.

Академией наук, CNRS и Елисейским дворцом было решено устроить официальную церемонию памяти Пьера-Жиля де Жена в парижском Дворце открытий, в присутствии супруги и детей покойного, наиболее известных французских ученых и администраторов науки, коллег де Жена, а также с участием тогдашнего президента Франции Николя Саркози (2007–2012).

Место было выбрано удачно, так как с ним Пьера-Жиля связывала очень многое. Ученый любил бывать в этом Дворце еще в юности (см. главу I). Первый раз он посетил Дворец открытий в 1945 г., сразу же после своего возвращения в освобожденный от немцев Париж, а впоследствии периодически приводил туда своих детей и внуков.

В 1990-е годы де Жен принимал активное участие в спасении Дворца открытий от угрожавшего ему переезда. Так, 25 ноября 1993 г. он «выразил свою озабоченность» по этому поводу в письме к Франсуа Фийону, тогдашнему министру национального образования и науки. Ученый писал: «Дворец является инструментом научной культуры, равным по крайней мере своему сопернику Ла-Виллет<sup>1</sup>. Будет шоком, если науки потеряют свою образовательную базу в самом сердце города» [76, с. 342–343].

Двумя годами позднее Пьер-Жиль поставил свою подпись под статьей, озаглавленной «Спасем Дворец открытий» в газете «Le Monde» от 9 февраля 1995 г. В ней он напомнил, как «много тех, которые открыли там в себе страсть к науке» [76, с. 343].

Дворец открытий даже отобрал некоторые из рисунков де Жена для выставки о науке и искусстве. Там произведения французского

---

<sup>1</sup> Городок науки и индустрии (Cité des sciences et de l'industrie), расположенный в парижском парке Ла-Виллет (La Villette).

физика висели рядом с работами Пастера и других знаменитых ученых. По этому поводу Пьер-Жиль спрашивал себя, не было ли это «небольшим нахальством» с его стороны? Он считал, что его рисунки не представляют большой художественной ценности и иногда выбрасывал их целыми охапками [76, с. 343].

Дата мероприятия (5 июня) была назначена не случайно. 10 июня во Франции должны были пройти парламентские выборы, поэтому новый президент в своем выступлении на церемонии хотел одновременно почтить память знаменитого ученого и, пользуясь случаем, дать предвыборные обещания по реформам в области науки и образования перед лицом научной элиты Франции.

Саркози прибыл на церемонию с опозданием. До этого (с утра) вместе с Анни де Жен, Клодом Аллегром и другими он присутствовал на торжественном открытии мемориальной доски в честь ученого, установленной на здании ESPCI. Он также провозгласил начало функционирования в ESPCI «Научного пространства Пьера-Жиля де Жена» («Espace des sciences Pierre-Gilles de Gennes») – ассоциации, имеющей целью популяризацию науки среди молодежи [161].

В своей речи французский президент высоко оценил творчество де Жена и привел цитату ученого: «Природа – это храм, где живые колонны иногда произносят спутанные слова. Там человек проходит сквозь леса символов». «Казалось, – продолжил Саркози, – он мог расшифровывать все символы. Там, где мы ничего не видим, он видел все. Там, где мы ничего не понимаем, он понимал все» [162]. Президент также сообщил, что «кампус Университета Орсе будет носить славное имя Пьера-Жиля де Жена»<sup>2</sup>.

Однако Саркози, как считали многие близкие де Жену люди, сделал некоторый перегиб в своей речи в сторону предвыборной кампании. Действительно, на следующий день все газеты пестрели заголовками об обещанных президентом мерах по поддержке науки и образования, но сам повод, по случаю которого эти обещания были сделаны, несколько отошел на второй план.

Если на церемонии во Дворце открытий вспоминали де Жена – ученого, то выставка, прошедшая в 2007 г. в Культурном центре т. Орсе, посвящалась де Жену – художнику. На ней экспонировалось большое количество его графических работ, несколько живописных полотен его дочери Мари-Кристин и коллаж, выполненный его супругой Анни [159].

Еще одно мероприятие памяти де Жена было приурочено к годовщине его смерти – специальный международный сипмозиум,

---

<sup>2</sup> Впоследствии от этого проекта отказались.

посвященный ученому, который прошел в Париже 15–17 мая 2008 г. В один из дней его работы (16 мая, в ESPCI) друзья и ученики Пьера-Жиля (Ф. Пинкус, М. Весе, Д. Кере, Ж. Прост и Э. Гийон) поделились своими воспоминаниями о нем [163].

Слава де Жена распространялась. Фактически слова «Пьер-Жиль де Жен» стали брендом.

В дальнейшем научная общественность неоднократно организовывала семинары и конференции под логотипом «де Жен», что позволяло вызвать к этим мероприятиям дополнительный интерес.

Появлялись различные фонды и организации, носящие его имя. Например, один из таких фондов был создан при помощи Пьера-Жиля еще при его жизни, а после смерти ученого он был назван «Фонд поддержки науки Пьера-Жиля де Жена» («Fondation Pierre-Gilles de Gennes pour la recherche») [164]. Его цель – финансирование инновационных мультидисциплинарных научных проектов (в основном в области биологии и медицины). Тот факт, что этот фонд носит имя французского нобелевского лауреата, очень помогает ему в финансовом отношении [76, с. 348].

Также учреждались премии имени де Жена. Одна из них – от фирмы «Rhodia» на сумму 200 тыс. евро. Неудивительно, что эта компания, занимающаяся тонким химическим синтезом, оптическими волокнами и полимерами, решила почтить имя французского физика-теоретика и одновременно использовать его для своей рекламы. На протяжении более 20 лет ученый сотрудничал с другой химической фирмой – «Rhône-Poulenc», которая до 2006 г. была акционером «Rhodia» (см. главу VII).

Десятки улиц, площадей и лицеев были названы именем французского ученого.

14 мая 2016 г., в присутствии нового президента Французской Республики Франсуа Олланда, мэра Парижа Анн Идальго, министра национального образования и науки Наджад Валло-Белкасем, других официальных лиц и приглашенных гостей в V округе Парижа (в специально реконструированном здании) был открыт Институт Пьера-Жиля де Жена. Он будет проводить исследования на стыке физики «мягкой материи», биологии, медицины и нанотехнологий [165].

И, наконец, совсем недавно – в мае 2017 г. (через 10 лет после смерти ученого) в свет вышла франкоязычная книга «Необыкновенный Пьер-Жиль де Жен, нобелевский лауреат в области физики» [166]. Ее составители – ближайшие коллеги французского теоретика Ф. Брошар-Вьяр, Д. Кере и М. Весе попытались на основе собранных в ней публичных выступлений, интервью,

статей, рисунков де Жена показать масштаб и неординарность его личности.

Каков же сухой остаток?

Это прежде всего его научные достижения<sup>3</sup>. Пьер-Жиль опубликовал более 600 научных статей, написал десяток книг, некоторые из которых стали классическими и переведены на иностранные языки (полный список его работ см.: [169, с. 3596–3609]).

Он не оставил большой научной школы, но очень многие исследователи, контактировавшие с ним, в той или иной степени восприняли его стиль работы. Так, список его ближайших коллег (включаящий и учеников) насчитывает около 200 человек! [168, с. 3595].

Отдельные его работы, по-видимому, еще ждут экспериментальной проверки и подтверждения. Так, например, произошло с классическим аналогом эффекта Казимира, предсказанным де Женом вместе с Майклом Фишером в 1978 г. и подтвержденным экспериментально только через 30 лет.

Основными своими научными достижениями Пьер-Жиль считал открытие критического поля  $H_{C3}$  в сверхпроводниках, работы по системам, состоящим из хиральных молекул (в частности, жидким кристаллам), идею рептации полимерных цепей, применение ренормализационной группы к полимерам, объяснение динамики смачивания.

И, конечно, это – его дети и внуки!

Несомненно то, что дети были для де Жена важнее почестей, принесенных Нобелевской премией (см., например, главу XI). Он гордился каждым из них [76, с. 349; 77].

Пьер-Жиль хвалил сына Кристьяна, ставшего отличным врачом, любимым пациентами. Сейчас Кристьян работает в парижской больнице Питье-Сальпетриер (hôpital de la Pitié-Salpêtrière).

Де Жен восхищался своей дочерью Доминик, которая сначала была переводчицей, работавшей с русским языком, потом избрала «трудную профессию» преподавателя, а затем стала и директором лица.

Ученый превозносил достоинства дочери Мари-Кристин – художницы, с которой он любил обсуждать особенности творчества в науке и искусстве.

Много радости приносили Пьеру-Жилью и его младшие дети (от Франсуазы).

Дочь Клер, закончила по стопам отца Высшую нормальную школу, через 45 лет после него, и занимается теперь неврологией. Сейчас она руководит лабораторией в Парижском институте головного и спинного мозга (Institut du Cerveau et de la Moelle épinière).

---

<sup>3</sup> Анализ научного творчества де Жена дан, например, в работах [83, 167, 168].

Де Жен с грустью отмечал, что Нормальная школа не является более тем местом раздумья и свободы, каким он знал ее в годы своей юности. «Сейчас учеников подталкивают к тому, чтобы они начинали подготавливать свои диссертации до окончания Школы, для того чтобы увеличить их шансы получить пост CNRS» [76, с. 349].

Сын Матье, выпускник Политехнической школы, стал, также как отец, физиком-теоретиком и сейчас (после работы в течение нескольких лет в США) руководит исследовательской группой в Федеральной политехнической школе в Лозанне (École polytechnique fédérale de Lausanne – EPFL). В 2005 г. Пьер-Жиль присутствовал на защите его диссертации, посвященной «флуктуациям биржевых курсов и микроскопическим свойствам аморфных твердых тел» [76, с. 349]. В своей работе Матье, в частности, ссылаясь на одну из статей отца 1968 г. Де Жен испытывал гордость за сына. Он говорил, что, выступая с докладом на защите, Матье выглядел «сосредоточенным, серьезным и не заносчивым» [76, с. 349].

Сын Оливье интересуется Азией, окончил одну из художественных школ и сейчас живет и занимается искусством в Шанхае.

И, наконец, его «малыш» Марк в 2008 г. начал учиться в подготовительном классе, а в настоящее время уже слушает лекции для получения магистерской степени в «Международном центре фундаментальной физики» («International Center of Fundamental Physics») Высшей нормальной школы.

Пьер-Жиль всегда сожалел о том, что мало времени проводил с внуками и, как следствие, не был с ними столь близок, как со своими детьми. Он с удовольствием вспоминал поездку по Нилу вместе с семьей внуками в возрасте от 8 до 13 лет, организованную Анни в марте 1995 г. Его позабавило нескрываемое неудовольствие, появившееся на лицах других пассажиров при виде взошедшей на борт корабля «ватаги возбужденных малышей» [76, с. 349].

Де Жен также вспоминал и об одном из самых страшных моментов в своей жизни, случившемся во время путешествия в Хорватию летом 1982 г. Он снял на островке (где жил его друг) большую виллу для всего семейства. Как-то к вечеру де Жен отправился на моторной лодке со своими пятью внуками прогуляться в море. Когда они отплыли уже достаточно далеко от порта, из которого стартовали, мотор вдруг заглох. Пьеру-Жилю не удалось снова завести его, и он изо всех сил налег на весла, гребя к берегу против течения, которое уносило их все дальше в море. К счастью, ценой невероятных усилий ему удалось вернуться в порт.

Фотографии внуков всегда находились в его кабинете.

Вообще де Жен с трепетом относился к детям и к молодежи, видя в них надежду для развития Человечества. Он сожалел, что современное западное общество предлагает им лишь

«посредственные цели комфорта и развлечений». Он же хотел привить молодым этику познания и планетарную солидарность. Пьер-Жиль писал: «Ясно, что если нам не удастся сделать из солидарности факел для нашего молодого поколения, то через тридцать лет мы придем к мировому конфликту и потеряем все. Но (это – в идеале) удастся ли им прийти к стабильной цивилизации XXI столетия? Ответ будет в руках наших детей» [65; 76, с. 350].

Де Жен даже предложил молодым сумасшедшую мечту – уничтожить Сахару, создав международный фонд опреснения воды и борьбы с опустыниванием. Эта или другая мечта – не важно, – главное, чтобы была страсть. Он призывал: «Прилагайте усилия, это действительно стоит делать» [76, с. 350].

## Приложение: немного личных воспоминаний

---

Во время работы во Франции (1992—1994 и 1995—2000 гг.) мне так или иначе приходилось контактировать с очень многими ближайшими коллегами де Жена и немного с ним самим. Здесь я поделюсь воспоминаниями о нескольких контактах, которые ближе всего относятся к описанным в книге событиям.

С Жоржем Дюраном и Жаком Простом я познакомился на II Международном тематическом симпозиуме по оптике жидких кристаллов в г. Турине (Италия) в октябре 1988 г. Это был фактически мой первый выезд на международную конференцию за границей. Несколько дней назад я защитил кандидатскую диссертацию и был тогда полон оптимизма и радужных планов на будущее.

Мой устный доклад (совместно с шефом, профессором Л.М. Блиновым) о взаимодействии нематиков с твердокристаллическими подложками вызвал, по-видимому, интерес у аудитории, так как по нему возникло много вопросов, и после заседания ко мне подходили некоторые известные жидкокристаллышники. Среди них как раз и были Ж. Прост и Ж. Дюран.

Прост — общительный и улыбчивый человек, артистической наружности. Он выглядел шеголем и был скорее похож на художника, чем на физика-теоретика.

Дюран — невысокий сухопарый мужчина в красном свитере задал, пожалуй, больше всех вопросов во время доклада. Уже потом я узнал, что он известен своей въедливостью в науке. К сожалению, не помню, о чем мы тогда с ним говорили.

Второй раз я встретился с Ж. Простом в марте 1991 г., когда работал в Италии, в Университете Калабрии, у профессора Роберто Бартолино. Это было на зимней Европейской конференции по жидким кристаллам в г. Курмайере, итальянском горнолыжном курорте у подножия Монблана. Именно тогда Жак и рекомендовал меня для стажировки во Франции. Он позвонил своей коллеге, профессору Доминик Ланжевен, в чьей группе в Высшей нормальной школе в Париже я и начал работать с января 1992 г.

Со временем мое первое приятное впечатление о Просте еще более подтвердилось — он оказался действительно общительным и, более того, доступным и доброжелательным человеком. Впоследствии я не раз бывал в возглавляемом им теоретическом отделе ESPCI, где у него стажировался мой товарищ, молодой и никогда неунывающий физик-теоретик Женя Гурович, окончивший аспирантуру в Институте теоретической физики РАН им. Л.Д. Ландау и только что защитивший кандидатскую диссертацию.

С Дюраном я встречался еще и в Университете Орсе, где в конце 1992 г. на семинаре делал доклад по мыльным пленкам. После семинара мы беседовали с ним и Павлом Пьеранским в упомянутом в книге кафетерии на крыше корпуса № 510 (см. главу V). Помню, что они как раз и поведали мне тогда историю создания этого кафетерия.

Павел Пьеранский рассказывал также о том, как приехал из Польши учиться во Францию, как женился на француженке и как в конце концов остался жить в этой стране. Еще мы говорили о его брате-близнеце Петре, специалисте в области компьютерного физического моделирования, с которым мне пришлось много общаться во время пребывания в лаборатории Роберто Бартолино в Университете Калабрии (г. Козенца, Италия). Петр работал у Бартолино каждый год по несколько месяцев и как старший и более опытный товарищ во всем меня там опекал. Он был даже так любезен, что после отъезда с семьей в Польшу оставил мне свое жилище — небольшой одноэтажный домик, прямо напротив Университета.

Помню аудиенцию, которой в 1992 г. удостоил меня Этьен Гийон, тогда директор Высшей нормальной школы. Доминик Ланжевен сказала мне, что он хочет со мной познакомиться и побеседовать. Мне была назначена встреча в его кабинете в 8 часов 30 минут. Дело в том, что Гийон часто ночевал в своей директорской служебной квартире, примыкавшей к кабинету. Таким образом, я к указанному времени должен был находиться на его рабочем месте, а он бы вышел ко мне сразу после своего завтрака.

В назначенный день мне стоило немалых усилий прибыть столь рано, так как я — явная «сова». Его секретарша провела меня в просторный директорский кабинет и усадила за большой овальный стол, стоящий в некотором отдалении от письменного стола Гийона. Был подан кофе с печеньями.

Гийон не заставил себя долго ждать. Он внезапно вошел через открывшуюся дверь, находящуюся за его столом. Это был невысокий, жилистый лысоватый человек в белой рубашке с расстегнутым воротником и серых шерстяных брюках. Он выглядел несколько помятым. Мне показалось, что Гийон, так же как и я, не выспался.

Поздоровавшись со мной за руку, он присел напротив меня, за другим концом овального стола. Секретарша принесла кофе и ему. Я был заранее предупрежден, что у нас для беседы ровно 40 минут, что мне казалось более чем достаточным. Однако наш разговор оказался очень занимательным, и время пролетело быстро и незаметно. В результате мы пообщались почти час.

Гийон интересовался моей работой в Москве и вообще жизнью в России. Он также расспрашивал о моей научной деятельности в лаборатории Доминик Ланжевен. Сам он рассказал мне немного об истории Нормальной школы и об ее современном устройстве и деятельности.

В конце Гийон спросил меня, доволен ли я своими нынешними условиями работы и жизни? Я сказал, что в отношении работы все обстоит очень хорошо. А вот жить в Париже с женой и сыном на съемной квартире — не очень легко, так как моей стипендии в 10 тыс. франков едва хватает (в то время 5 франков были примерно эквивалентны 1 доллару США).

Гийон строил грустную мину и сказал: «Да, я Вас понимаю. Но такова доля всех ученых. Я, например, — директор Нормальной школы, а получаю всего 18 тыс. франков. Приходится на всем экономить. Вот даже ботинки себе новые не могу купить. Хожу в дырявых. Смотрите!» И тут он неожиданно резко вскинул вверх свою ногу, и она плюхнулась передо мной на стол. От неожиданности я даже немного испугался, а потом взглянул на тонкую кожаную подошву его ботинка. На ней действительно была внушительных размеров дыра, чуть ли не насквозь, до носка.

Тем не менее, думаю, что насчет директорской зарплаты в 18 тыс. франков Гийон слукавил.

Мне удалось немного поговорить с Пьером-Жилем де Женом в начале 1992 г. В один из вечеров в Нормальной школе был организован небольшой прием-фуршет в честь новоиспеченного нобелевского лауреата. Присутствовали многие сотрудники лаборатории статистической физики (*Laboratoire de physique statistique*), в которой я тогда стажировался: Доминик Ланжевен, Жак Менье и другие, а также директор отдела физики Эдуар Брезан и директор школы Гийон. Де Жена сопровождал Жак Прост.

Я взял с собой номер журнала «Природа» со статьей моего отца (А.С. Сони́на) и В.П. Шибаева о де Жене, написанной по поводу вручения ему Нобелевской премии [170]. Мне хотелось подарить ее де Жену и таким образом познакомиться с ним, однако, я стеснялся. Но Доминик воодушевила меня, сказав, чтобы я не тушевался, так как ПЖЖ всегда доступен для молодежи и прост в общении.

Я подошел к нему, представился и преподнес журнал, сказав несколько слов о статье. Де Жен ответил, что ему очень приятно, а статью ему переведет дочь, которая изучала русский язык.

Мы немного поговорили. Он спрашивал, где и у кого я работаю, как попал в Нормальную школу, чем здесь занимаюсь, где трудился до этого в России? Помню, что он был приятно удивлен, узнав, что я был последним дипломником профессора Чистякова (см. главу VI). Он сказал, что знает и высоко ценит его работы. В конце де Жен пожелал мне успехов, и я отошел на свое прежнее место, рядом с Доминик, очень довольный.

Мне запомнилось, что де Жен был высокого роста, худой, немного сутуловатый, с длинными, зачесанными назад волосами, в рубашке с расстегнутым воротом и пиджаке с большими кожаными накладными заплатами на локтях. От него пахло ароматным табаком.

В то время интернет был еще не так развит, и в научной среде считалось хорошим тоном посылать своим коллегам почтовые открытки к Рождеству. В декабре 1992 г. я отправил де Жену такую открытку на адрес ESPCI и, к своему удивлению, быстро получил от него в ответ открытку с его оригинальным перьевым рисунком (снаружи) и рукописным пожеланием успешной «адаптации» во Франции (внутри). Потом я регулярно, в течение нескольких лет, посылал де Жену рождественские открытки из многих мест, в которых мне приходилось работать: Франции, Канады, Южной Кореи. В ответ я всегда получал открытки с его рисунками. Правда, теперь рисунки уже были не оригинальные, а в виде фотокопий, но их текст по-прежнему писался от руки. Одна из этих открыток (присланная мне в Корею) представлена на вклейке.

Теперь я сожалею, что ни разу не сходил на лекцию де Жена в Коллеж де Франс, хотя мои коллеги часто звали меня туда. Помню, что мне не хотелось толкаться в переполненной аудитории.

Я видел де Жена еще раз в 1999 г., на одном из семинаров, когда работал в Центре Сакле. Если память мне не изменяет, это было в Коллеж де Франс, и выступал кто-то из его учеников.

Когда доклад уже начался, де Жен и Франсуаза Брошар-Вьяр тихо вошли в лекционную аудиторию через дверь наверху, спустились по проходу между креслами вниз, поближе к сцене, и сели в первом ряду. На этот раз де Жен был коротко пострижен, но опять в пиджаке с кожаными заплатами на рукавах.

Когда доклад закончился и стали задавать вопросы, де Жен и мадам Брошар также тихо покинули зал. Было ясно, что теперь он избегал публичности.

Последняя сентенция — по поводу кладбища Монруж, где сейчас покоится Пьер-Жиль де Жен.

Когда в начале 1992 г. я только что приехал в Париж, то первые три месяца жил в общежитии Высшей нормальной школы. Оно находится за парижской окружной дорогой — «периферик» («régionérique») — в предместье Монруж, а кладбище — совсем недалеко от него, внутри кольцевой, на южной окраине города.

Вечерами я обычно приходил из своего номера по тускло-освещенному коридору на общую кухню, чтобы там приготовить что-нибудь на ужин. Из широких окон кухни с восьмого этажа были прекрасно видны периферик и лежащее за ней кладбище.

Меня всегда удивляло, что в темноте кладбище светилось какими-то зеленоватыми огоньками и выглядело даже в сухую погоду как бы омытым дождем. Казалось, что на каменных надгробиях кто-то выставил горящие масляные лампадки, свет от которых отражался в разлитой по граниту и мрамору воде. Зрелище было немного жутковатое.

Но потом кто-то из соседей по общежитию объяснил мне, что это — обычное природное явление, и никакой мистики здесь нет. В темноте мы видим свечение фосфоросодержащих газов, испускаемых разлагающейся в могилах органической материей.

Завершить хочу на оптимистической ноте словами Пьера-Жиля де Жена: «Меня притягивает неизвестное. Когда я вижу сильно запутанный клубок, то говорю себе, что неплохо было бы найти “путеводную нить”» («Le Monde». 1991. 23 октября).

## Работы П.-Ж. де Жена\*

1. *Де Жен П.-Ж.* Мягкие вещества (Нобелевские лекции по физике – 1991 г.) // Успехи физических наук. 1992. Т. 162. № 9. С. 125–132.
2. *De Gennes P.-G.* Contribution à l'études de la diffusion magnétique des neutrons // Thèses de docteur en sciences physique. Paris: Presses Universitaires de France, 1959.
3. *De Gennes P.-G.* Sur le calcul des premieres excitations dans les substances magnétiques // C.R. Acad. Sci. (Paris). 1956. Т. 243. P. 1730–1732.
4. *De Gennes P.-G.* Inelastic scattering of neutrons in a paramagnetic medium // C.R. Acad. Sci. Paris, 1957. Т. 244. P. 752–755.
5. *Herpin A., de Gennes P.-G.* Diffusion critique des neutrons dans les ferromagnétiques // C.R. Acad. Sci. (Paris). 1956. Т. 243. P. 1611–1613.
6. *De Gennes P.-G.* Neutron scattering by antiferromagnets above the Neel point // Phys. Chem. Solids. 1958. Vol. 6. P. 43–45.
7. *Ericson M., De Gennes P.-G., Herpin A., Jacrot B., Meriel P.* Magnetic studies with neutrons // J. Phys. Radium. 1958. Vol. 19. P. 617–623.
8. *De Gennes P.-G.* Liquid dynamics and inelastic scattering of neutrons // Physica. 1959. Vol. 25. P. 825–839.
9. *De Gennes P.-G., Friedel J.* Anomalies de résistivité dans certains métaux magnétiques // J. Phys. Chem. Solids. 1958. Vol. 4. P. 71–77.
10. *De Gennes P.-G., Lafore P., Millot J.P.* Sur un exemple de propagation dans un milieu désordonné // J. Phys. Rad. 1959. Т. 20. P. 624–632.
11. *De Gennes P.-G., Kittel C., Portis A.M.* Theory of ferromagnetic resonance in rare earth garnets. II. Line widths // Phys. Rev. 1959. Vol. 116. P. 323–330.
12. *De Gennes P.-G., Hartmann-Boutron F.* The nuclear relaxation of iron-57 in iron yttrium garnets // C.R. Acad. Sci. Paris, 1961. Т. 253. P. 2922–2924.
13. *De Gennes P.-G., Hartmann-Boutron F., Pincus P.A., Saint-James D.* Contribution of static crystal-field effects to the line width in rare-earth doped yttrium iron garnet // Phys. Lett. 1962. Vol. 1(7). P. 273–274.
14. *De Gennes P.-G., Pincus P.A., Hartmann-Boutron F., Winter J.M.* Nuclear magnetic resonance (N.M.R.) modes in magnetic material. I. Theory // Phys. Rev. 1963. Vol. 129. P. 1105–1115.

---

\* Полный список публикаций П.-Ж. де Жена см.: [169, с. 3596–3609].

15. *De Gennes P.-G.* Effects of double exchange in magnetic crystals // *Phys. Rev.* 1960. Vol. 118. P. 141–154.
16. *De Gennes P.-G., Guyon E.* Superconductivity in «normal» metals // *Phys. Lett.* 1963. Vol. 3. P. 168–169.
17. *De Gennes P.-G., Saint-James D.* Elementary excitations in the vicinity of a normal metal–superconducting metal contact // *Phys. Lett.* 1963. Vol. 4(2). P. 151–152.
18. *De Gennes P.-G.* Superconductivity of Metals and Alloys. New York; Amsterdam: W.A. Benjamin, 1966 (*Де Жен П.-Ж.* Сверхпроводимость металлов и сплавов / ред. Л.П. Горьков. М.: Мир, 1968).
19. *De Gennes P.-G.* The Physics of Liquid Crystals. Oxford: Oxford University Press, 1974 (*Де Жен П.-Ж.* Физика жидких кристаллов / ред. А.С. Сонин. М.: Мир, 1976).
20. *De Gennes P.-G., Prost J.* The Physics of Liquid Crystals. 2<sup>nd</sup> ed. Oxford: Oxford University Press, 1993.
21. *De Gennes P.-G.* Fluctuations d'orientation et diffusion Rayleigh dans un cristal nématique // *C.R. Acad. Sci.* 1968. T. 266. P. 15–17.
22. Groupe d'études des cristaux liquides (Orsay). Dynamics of fluctuations in nematic liquid crystals. *J. Chem. Phys.* 1969. Vol. 51. P. 816–822.
23. *De Gennes P.-G.* Long range order and thermal fluctuations in liquid crystals // *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* 1969. Vol. 7. P. 325–345.
24. *De Gennes P.-G.* Calcul de la distorsion d'une structure cholesterique par un champ magnetique // *Solid State Commun.* 1968. Vol. 6. P. 163–165.
25. *Dubois-Violette E., de Gennes P.-G., Parodi O.* Hydrodynamic instabilities of nematic liquid crystals under a.c. electric fields // *J. Phys. (France).* 1971. T. 32. P. 305–317.
26. *De Gennes P.-G.* Nematodynamics // *Molecular Fluids – Lecture Notes of the XXV<sup>th</sup> Session of the Les Houches Summer School on Physics* / Eds. R. Balian, G. Weill. L.: Gordon and Breach, 1976. P. 373–400.
27. *De Gennes P.-G.* Phenomenology of short-range-order effects in the isotropic phase of nematic materials // *Phys. Lett. A.* 1969. Vol. 30. P. 454–455.
28. *De Gennes P.-G.* Short range order effects in the isotropic phase of nematics and cholesterics // *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* 1971. Vol. 12. P. 193–214.
29. *De Gennes P.-G.* Conjectures sur l'état smectique // *J. Phys. (France) Colloq.* 1969. T. 30. P. 65–71.
30. *De Gennes P.-G.* An analogy between superconductors and smectics A // *Solid State Commun.* 1972. Vol. 10. P. 753–756.
31. *Dubois-Violette E., de Gennes P.-G.* Local Frederiks transitions near a solid / nematic interface // *J. Phys. (France) Lett.* 1975. T. 36. P. 255–258.
32. *Dubois-Violette E., De Gennes P.-G.* Effects of long-range van der Waals forces on the anchoring of a nematic fluid at an interface // *J. Colloid Interface Sci.* 1976. Vol. 57. P. 403–410.
33. *Brochard F., de Gennes P.-G.* Hydrodynamic properties of fluid lamellar phases of lipid/water // *Prāmaṇa Suppl.* 1975. N1. P. 1–21.
34. *De Gennes P.-G.* Soft matter: more than words // *Soft Matter.* 2005. Vol. 1. P. 16.
35. *De Gennes P.-G.* Role of double exchange in copper oxides of mixed valence // *C.R. Acad. Sci. Sér. II.* 1987. T. 305. P. 345–348.

36. *De Gennes P.-G.* Reptation of a polymer chain in the presence of fixed obstacles // *J. Chem. Phys.* 1971. Vol. 55. P. 572–579.
37. *De Gennes P.-G.* *Scaling Concepts in Polymer Physics.* Ithaca; London: Cornell University Press, 1979; 2<sup>nd</sup> ed. 1985 (*Де Жен П.-Ж.* Идеи скейлинга в физике полимеров / ред. И.М. Лифшиц. М.: Мир, 1982).
38. *De Gennes P.-G.* Exponents for the excluded-volume problem as derived by the Wilson method // *Phys. Lett. A.* 1972. Vol. 38. P. 339–340.
39. *De Gennes P.-G.* STRACASOL: a joint French effort on the physics of flexible chains // *J. Polym. Sci., Polym. Lett. Ed.* 1977. Vol. 15(10). P. 623–628.
40. *De Gennes P.-G., Pincus P., Velasco R.M., Brochard F.* Remarks on polyelectrolyte conformation // *J. Phys. (France).* 1976. T. 37. P. 1461–1473.
41. *Brochard F., de Gennes P.-G.* Dynamics of confined polymer chains // *J. Chem. Phys.* 1977. Vol. 67. P. 52–56.
42. *De Gennes P.-G.* Passive entry of a DNA molecule into a small pore // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA. Biophysics, Chemistry.* 1999. Vol. 96. P. 7262–7264.
43. *Raphaël E., De Gennes P.-G.* Rubber–rubber adhesion with connector molecules // *J. Phys. Chem.* 1992. Vol. 96. P. 4002–4007.
44. *Brochard-Wyart F., De Gennes P.-G., Léger L., Marclano Y., Raphaël E.* Adhesion promoters // *J. Phys. Chem.* 1994. Vol. 98. P. 9405–9410.
45. *Brochard-Wyart F., De Gennes P.-G.* Unbinding of adhesive vesicles // *C.R. Physique.* 2003. T. 4. P. 281–287.
46. *De Gennes P.-G.* *Introduction to Polymer Dynamics.* Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
47. *De Gennes P.-G.* Scaling theory of polymer adsorption // *J. Phys. (France).* 1976. T. 37. P. 1445–1452.
48. *De Gennes P.-G.* Conformations of polymers attached to an interface // *Macromolecules.* 1980. Vol. 13. P. 1069–1075.
49. *De Gennes P.-G.* Viscometric flows of tangled polymers // *C.R. Acad. Sci., Ser. B.* 1979. T. 288. P. 219–220.
50. *Brochard F., de Gennes P.-G.* Shear-dependent slippage at a polymersolid interface // *Langmuir.* 1992. Vol. 8. P. 3033–3037.
51. *Brochard-Wyart F., Gay C., de Gennes P.-G.* Slippage of polymer melts on grafted surfaces // *Macromolecules.* 1996. Vol. 29. P. 377–382.
52. *Luz Z., Weger M., Bruinsma R., Rabin Y., De Gennes P.-G.* Alexander Shlomoobitnary // *Phys. Today.* 1998. Vol. 51. P. 73–74.
53. *De Gennes P.-G.* La percolation: un concept unificateur // *La Recherche.* 1976. T. 7. N72. P. 919–927.
54. *De Gennes P.-G.* On a relation between percolation theory and the elasticity of gels // *J. Phys. (France). Lett.* 1976. T. 37. P. 1–2.
55. *De Gennes P.-G., Taupin C.* Microemulsions and the flexibility of oil/water interfaces // *J. Phys. Chem.* 1982. Vol. 86. P. 2294–2304.
56. *De Gennes P.-G.* Dynamique d'étalement d'une goutte // *C.R. Acad. Sci. Sér. II.* 1984. T. 298. P. 111–115.
57. *De Gennes P.-G.* Wetting: statics and dynamics // *Rev. Mod. Phys.* 1985. Vol. 57. P. 827–863 (*Де Жен П.-Ж.* Смачивание: статика и динамика // *УФН.* 1987. T. 151. С. 619–681).
58. *Joanny J.-F., De Gennes P.-G.* A Model for contact angle hysteresis // *J. Chem. Phys.* 1984. Vol. 81. P. 552–562.

59. *De Gennes P.-G.* Dynamics of drying and film-thinning // *Physics of Amphiphilic Layers* / Eds. J. Meunier, D. Langevin, N. Boccardo. Springer Proceedings in Physics. Vol. 34. Berlin: Springer-Verlag, 1987. P. 64–71.
60. *Joanny J.-F., De Gennes P.-G.* Upward creep of a wetting fluid: a scaling analysis // *J. Phys. (France)*. 1986. T. 47. P. 121–127.
61. *De Gennes P.-G., Brochard-Wyart F., Quéré D.* Gouttes, bulles, perles et ondes. Paris: Éditions Belin, collection Échelles, 2002 (English edition: *De Gennes P.-G., Brochard-Wyart F., Quéré D.* Capillarity and Wetting Phenomena: Drops, Bubbles, Pearls, Waves. N.Y. Springer, 2004).
62. *De Gennes P.-G., Veyssie M.* La matière molle. Physique des objets de tous les jours // CD ROM. Paris: Arte Éditions, 1998.
63. *De Gennes P.-G.* Soft Interfaces. The 1994 Dirac Memorial Lecture. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.
64. *De Gennes P.-G.* Simple Views on Condensed Matter. Singapore: World Scientific, 1992; расширенная версия 1998.
65. *De Gennes P.-G., Badoz J.* Les objets fragiles. Paris: Éditions Plon, 1994 (*Де Жен П.-Ж., Бадос Ж.* Хрупкие объекты / ред. А.Д. Литманович, А.Р. Хохлов. М.: Мир, 2000).
66. *De Gennes P.-G.* Surface dynamics of a granular material // *C.R. Acad. Sci. (Paris)*. Ser. IIv. 1995. T. 321. P. 501–506.
67. *De Gennes P.-G.* Avalanches of granular materials // *Powders and Grains* Eds. R. Behringer, J.T. Jenkins. Rotterdam: Balkema. 1997. Vol. 97. P. 3–10.
68. *De Gennes P.-G.* Granular matter: a tentative view // *Rev. Mod. Phys.* 1999. Vol. 71. P. 374–382.
69. *Brochard-Wyart F., de Gennes P.-G.* Unbinding of adhesive vesicles // *C.R. Physique*. 2003. Vol. 4. P. 281–287.
70. *De Gennes P.-G.* Organization of a primitive memory: olfaction // *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 2004. Vol. 101. P. 15778–15781.
71. *De Gennes P.-G.* Collective neuronal growth and self organization of axons // *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 2007. Vol. 104(12). P. 4904–4906.
72. *Friedel J., De Gennes P.-G.* Friction between incommensurate crystals // *Philos. Mag.* 2007. Vol. 87(1). P. 39–49.
73. *De Gennes P.-G.* Quantum dynamics of a single dislocation // *C.R. Physique*. 2006. Vol. 7. P. 561–566.
74. *De Gennes P.-G.* Petit point: un scientifique croque ses pairs. Paris: Le Pommiér, 2002 (Английская версия: *De Gennes P.-G.* Petit Point: a Candid Portrait on the Aberrations of Science. Singapore: World Scientific, 2004).
75. *Deutscher G., De Gennes P.-G.* A spatial interpretation of emerging superconductivity in lightly doped cuprates // *C.R. Physique*. 2007. Vol. 8. P. 937–941.

### Цитируемая литература

76. *Plévert L.* Pierre-Gilles de Gennes: gentleman physicien. Paris: Éditions Belin, 2009 (Английское издание: *Plévert L.* Pierre-Gilles de Gennes: a Life in Science. Singapore: World Scientific, 2011).
77. Pierre-Gilles de Gennes ([http://fr.wikipedia.org/wiki/Pierre-Gilles\\_de\\_Gennes](http://fr.wikipedia.org/wiki/Pierre-Gilles_de_Gennes)).

78. Biographie et interview de Pierre Gilles de Gennes – 21/06/2002 // Futura-sciences (www.futura-sciences.com/dossiers/physique-biographie-interview-pierre-gilles-gennes\_93).
79. Un savant nommé Pierre-Gilles de Gennes // Science et Vie. 1995. Hors série. N192.
80. Pierre-Gilles de Gennes. L'enchanteur de la physique // Pour la Science. Les génies de la science. 2009. N 40.
81. *Herpin A.* Théorie du magnétisme. Paris: Presses universitaires de France, 1968.
82. *Abragam A.* The Principles of Nuclear Magnetism. Oxford: Clarendon Press, 1961.
83. P.G. de Gennes' Impact on Science / Ed. J. Bok, J. Prost, F. Brochard-Wyart, Vol. I. Solid State and Liquid Crystals; Vol. II. Soft Matter and Biophysics. Singapore: World Scientific, 2009.
84. *Shull C., Smart J.S.* Detection of antiferromagnetism by neutron diffraction // Phys. Rev. 1949. Vol. 76. P. 1256–1257.
85. *Неель Л.* Магнетизм и локальные молекулярные поля // УФН. 1972. Т. 107. С. 185–200.
86. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Теоретическая физика. Т. VIII. Электродинамика сплошных сред. 2-е изд., М.: Наука, 1982.
87. *Van Hove L.* Time-dependent correlations between spins and neutron scattering in ferromagnetic crystals // Phys. Rev. 1954. Vol. 95. P. 1374–1384.
88. *Van Vleck J.H.* On the theory of the forward scattering of neutrons by paramagnetic media // Phys. Rev. 1939. Vol. 55. P. 924–930.
89. *Bloch F.* Zur theorie des ferromagnetismus // Z. Phys. 1930. Bd. 61, S. 206–219.
90. *Slater J.C.* The theory of ferromagnetism: lowest energy levels // Phys. Rev. 1937. Vol. 52. P. 198–214.
91. *Villain J.* La structure des substances magnétiques // J. Phys. Chem. Solids. 1959. Vol. 11. P. 303–309.
92. *Grimmett G., Welsh D.* John Michael Hammersley // Biogr. Mems Fell. R. Soc. 2007. Vol. 53. P. 163–183.
93. *Wood D.V., Philbrick P.H.* Solutions to problems: 5 // Am. Math. Mthly. 1894. Vol. 1. P. 211–212.
94. *Broadbent S.R., Hammersley J.M.* Percolation processes I. Crystals and mazes // Proc. Camb. Phil. Soc. 1957. Vol. 53. P. 629–641.
95. *Hammersley J.M.* Percolation processes: lower bounds for the critical probability // Ann. Math. Statist. 1957. Vol. 28. P. 790–795.
96. *Pearce C.E.M., Fletcher F.K.* Oriented site percolation, phase transitions and probability bounds // J. Inequal. Pure and Appl. Math. 2005. Vol. 6(5). Art. 135. P. 1–15.
97. *Zener C.* Interaction between the  $d$ -shells in the transition metals. II. Ferromagnetic compounds of manganese with perovskite structure // Phys. Rev. 1951. Vol. 82. P. 403–405.
98. *Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П.* Теоретическая физика. Т. IX: Статистическая физика. Ч. 2. М.: Наука, 1978.
99. *Saint-James D.* Excitations élémentaires au voisinage de la surface de séparation d'un métal normal et d'un métal supraconducteur // J. Phys. (France). 1964. Т. 25(10). P. 899–905.

100. *Андреев А.Ф.* Теплопроводность промежуточного состояния сверхпроводников // ЖЭТФ. 1964. Т. 46 (5). С. 1823–1827.
101. *Martinet A.* Étude expérimentale de la supraconductivité induite par effets de proximité // Thèse de doctorat. Sciences physiques. Paris 11, Université de Paris-Sud, Faculté des Sciences d'Orsay (Essonne). Orsay: Louis-Jean Impr., 1966.
102. *Сонин А.А.* Пьер-Жиль де Жен и жидкие кристаллы // Исследования по истории физики и механики (Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН) / ред. В.П. Визгин. М.: Физматлит. 2011. С. 267–300.
103. *Sonin A.A.* Pierre-Gilles de Gennes and physics of liquid crystals // Liquid Crystals Reviews. 2018. Vol. 6 (2). P. 109–128.
104. *Чистяков И.Г.* Жидкие кристаллы // УФН. 1966. Т. 89. С. 563–602.
105. *Palfy-Muhoray P.* The diverse world of liquid crystals // Physics Today. 2007. Vol. 60. P. 54–60.
106. *Sluckin T.J., Dunmur D.A., Stegemeyer H.* Crystals that Flow. London, New York: Taylor & Francis, 2004.
107. *Сонин А.С.* Дорога длиною в век. М.: Наука, 1988.
108. *Сонин А.С.* Жидкие кристаллы: первые сто лет. Кн. 1: От открытия до Второй мировой войны. М.: ЛЕНАНД, 2015.
109. *Friedel G.* Les états mésomorphes de la matière // Ann. Phys. 1922. Т. 18. P. 273–474.
110. *Chatelain P.* Sur l'orientation des cristaux liquides par les surfaces frottées: étude expérimentale // C.R. Acad. Sci. 1941. Т. 213. P. 875–876.
111. *Дзялошинский И.Е.* Общее соотношение в теории ферромагнитной ферми-жидкости // ЖЭТФ. 1964. Т. 46 (5). С. 1722–1727.
112. *Сонин А.С.* Введение в физику жидких кристаллов. М.: Наука, 1983.
113. *Meyer R.B.* Distortion of a cholesteric structure by a magnetic field // Appl. Phys. Lett. 1969. Vol. 14. P. 208–209.
114. *Carr E.F.* Ordering in liquid crystals owing to electric and magnetic fields // Ordered Fluids and Liquid Crystals / Ed. R.S. Porter, J.F. Johnson. Adv. Chem. Series. Am. Chem. Soc. Pub. 1967. Vol. 63. P. 76–88.
115. *Helfrich W.* Conduction-induced alignment of nematic liquid crystals: basic model and stability considerations // J. Chem. Phys. 1969. Vol. 51. P. 4092–4105.
116. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Теоретическая физика. Т. V. Статистическая физика. Ч. 1. М.: Наука, 1976.
117. *Zwetkoff W.* Über die molekülanordnung in der anisotrop-flüssigen phase // Acta Physicochim. URSS. 1942. Bd. 15. S. 132–147.
118. *McMillan W.L.* X-ray scattering from liquid crystals. I. Cholesteryl nonanoate and myristate // Phys. Rev. A. 1972. Vol. 6. P. 936–947.
119. *Anderson P.W.* William L. McMillan // Biographical Memoirs. National Academy of Sciences. 2002. Vol. 81. P. 198–213.
120. *Гинзбург В.Л., Ландау Л.Д.* К теории сверхпроводимости // ЖЭТФ. 1950. Т. 20. С. 1064–1082.

121. *Mauguin Ch.* Orientation des cristaux liquides par les lames de mica // C.R. Acad. Sci. (Paris). 1913. T. 156. P. 1246–1247.
122. *Grandjean F.* L'orientation des liquides anisotropes sur les cristaux // Bull. Soc. Fr. Min. 1916. T. 39. P. 164–213.
123. *Ryschenkow G., Kléman M.* Surface defects and structural transitions in very low anchoring energy nematic thin films // J. Chem. Phys. 1976. Vol. 64. P. 404–412.
124. *Блинов Л.М., Давыдова Н.Н., Сонин А.А., Юдин С.Г.* Локальный переход Фредерикса в нематических жидких кристаллах // Кристаллография. 1984. Т. 29. С. 537–541.
125. *Sonin A.A.* The Surface Physics of Liquid Crystals. Amsterdam; Reading: OPA-Gordon and Breach, 1995.
126. *Press M.J., Arrott A.S.* Elastic energies and director fields in liquid crystal droplets, I. Cylindrical symmetry // J. de Physique Colloq. 1975. T. 36. N3. P. 177–184.
127. *Press M.J., Arrott A.S.* Expansion coefficient of methoxybenzylidene butylaniline through the liquid-crystal phase transition // Phys. Rev. 1973. Vol. 8. P. 1459–1465.
128. *Guillemin C.* Memorial of Jean Wyart 1902–1992 // American Mineralogist. 1994. Vol. 79. P. 1015–1016.
129. *Bednorz J.G., Müller K.A.* Possible high  $T_C$  superconductivity in the Ba-La-Cu-O system // Z. Phys. B. 1986. Bd. 64. S. 189–193.
130. *Bechlars B., D'Alessandro D.M., Jenkins D.M.* et al. High-spin ground states via electron delocalization in mixed-valence imidazolate-bridged divanadium complexes // Nature Chemistry. 2010. Vol. 2. P. 362–368.
131. *Staudinger H.* Über polymerisation // Berich. Deut. Chem. Ges. 1920. Bd. 53. S. 1073–1085.
132. *Flory P.J.* Statistical Mechanics of Chain Molecules. NY: Interscience, 1969.
133. *Doi M., Edwards S.F.* The Theory of Polymer Dynamics. Oxford: Clarendon Press, 1986 (*Дой М., Эдвардс С.* Динамическая теория полимеров / ред. С.И. Кучанов, В.В. Кислов. М.: Мир, 1998).
134. *Wilson K.G., Fisher M.E.* Critical exponents in 3.99 dimensions // Phys. Rev. Lett. 1972. Vol. 28. P. 240–243.
135. *Migler K.B., Hervet H., Léger L.* Slip transition of a polymer melt under shear stress // Phys. Rev. Lett. 1993. Vol. 70. P. 287–290.
136. *Durliat E., Hervet H., Léger L.* Influence of grafting density on wall slip of a polymer melt on a polymer brush // Europhys. Lett. 1997. Vol. 38. P. 383–388.
137. *Alexander S.* Adsorption of chain molecules with a polar head. A scaling description // J. Phys. (France). 1977. T. 38. P. 983–987.
138. *Гросберг А.Ю., Хохлов А.Р.* Статистическая физика макромолекул. М.: Наука, 1989 (Английская версия: *Grosberg A. Yu., Khokhlov A.R.* Statistical Physics of Macromolecules. New York: AIP Press, 1994).
139. *Grosberg A. Yu., Khokhlov A.R.* Geant Molecules: Here, There, and Everywhere. 2<sup>nd</sup> ed. Singapore: World Scientific, 2011.

140. *Платэ Н.А., Шубаев В.П.* Гребнеобразные полимеры и жидкие кристаллы. М.: Химия, 1980 (Английская версия: *Plate N., Shibaev V.* Comb-Shaped Polymers and Liquid Crystals. New York; London: Plenum Press, 1987).
141. *Папков С.П., Куличихин В.Г.* Жидкокристаллическое состояние полимеров. М.: Химия, 1977.
142. *De Brunhoff L.* Babar sur la planète molle. Paris: Hachette Jeunesse, 1990.
143. *Hele-Shaw H.S.* The flow of water // *Nature*. 1898. Vol. 58. P. 34–36.
144. *Sonin A.A.* Viscous fingers: from simple amorphous forms to anisotropic fractals // *Rivista del Nuovo Cimento*. 1991. Vol. 14. P. 1–21.
145. *Сонин А.А.* К истории исследования явления перколяции // *Жидкие кристаллы и их практическое использование*. 2016. Т. 16 (1). С. 97–104.
146. *Saffman P.G., Taylor G.I.* The penetration of a fluid into a porous medium or Hele-Shaw cell containing a more viscous liquid // *Proc. Roy. Soc. A*. 1958. Vol. 245. P. 312–329.
147. *Langevin D.* Micelles and microemulsions // *Annu. Rev. Phys. Chem.* 1992. Vol. 43. P. 341–369.
148. *Hardy W.* The spreading of fluids on glass // *Phil. Mag.* 1919. Vol. 38. P. 49–55.
149. *Pomeau Y., Vannimenus J.* Contact angle on heterogeneous surfaces: weak heterogeneities // *J. Colloid Inter. Sci.* 1985. Vol. 104(2). P. 477–488.
150. *Sonin A.A., Langevin D.* Stratification dynamics of thin films made from aqueous micellar solutions // *Europhys. Lett.* 1993. Vol. 22. P. 271–277.
151. *Sonin A.A.* *Freely Suspended Liquid Crystalline Films*. Chichester: Wiley, 1998.
152. The Official Web Site of the Nobel Prize ([http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/physics/laureates/1991/](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1991/)).
153. AlBaho case (<http://wikigrain.org/?req=AlBaho+Case>); Paris court backs email privacy (<http://www.timeshighereducation.comnewsparis-court-bachs-email-privacy/155523.article>).
154. *Bouchaud J.-P., Cates M.E., Ravi Prakash J., Edwards S.F.* A model for the dynamics of sandpile surfaces // *J. Phys. I (France)*. 1994. Т. 4. P. 1383–1410.
155. *Bouchaud J.-P., Cates M.E., Ravi Prakash J., Edwards S.F.* Hysteresis and metastability in a continuum sandpile model // *Phys. Rev. Lett.* 1995. Vol. 74. P. 1982–1985.
156. *Knight J.B., Fandrich C.G., Lau C.N., Jaeger H.M., Nagel S.R.* Density relaxation in a vibrated granular material // *Phys. Rev. E*. 1995. Vol. 51. N5. P. 3957–3963.
157. *Friedel J.* *Les Dislocations*. P.: Gauthiers–Villars, 1956.
158. *Андреев А.Ф., Лифшиц И.М.* Квантовая теория дефектов в кристаллах // *ЖЭТФ*. 1969. Т. 56 (6). С. 2057–2068.
159. L'atelier Adriensence ([http://www.henriette-adriensence.com/quelques\\_dates.htm](http://www.henriette-adriensence.com/quelques_dates.htm)).
160. Cimetières de France et d'ailleurs (<http://www.landrucimetieres.fr/spip/spip.php?article1745>).

161. Espace des Sciences Pierre-Gilles de Gennes (<https://www.espgg.org/>).
162. Hommage à Pierre-Gilles de Gennes ([www.bvoltaire.fr//hommage-a-pierre-gilles-de-gennes](http://www.bvoltaire.fr//hommage-a-pierre-gilles-de-gennes)).
163. Qui était Pierre-Gilles de Gennes? (<https://radium.net.espci.fr/esp/DeGennesDays/DeGennesDays.html>).
164. Fondation Pierre-Gilles de Gennes pour la recherche (<https://www.fondation-pgg.fr>).
165. Inauguration de l'IPGG par le Président de la République ([https://www.institut-pgg.fr/inauguration-de-l-IPGG-par-le-Président-de-la-République-41\\_113.html](https://www.institut-pgg.fr/inauguration-de-l-IPGG-par-le-Président-de-la-République-41_113.html)).
166. *Brochard-Wyart F., Quéré D., Veysie M.* L'Extraordinaire Pierre-Gilles de Gennes prix Nobel de physique. Paris: Odile Jacob, 2017.
167. *Pieransky P., Guyon E.* Pierre-Gilles de Gennes // *Liquid Crystals*. 2007. Vol. 34. P. 995–1000.
168. *Sluckin T.J.* Appreciation. Pierre-Gilles de Gennes (1932–2007) // *Liquid Crystals*. 2009. Vol. 36. P. 1019–1022.
169. De Gennes Special Issue // *J. Phys. Chem.* 2009. Vol. 113.
170. *Сонин А.С., Шубаев В.П.* Лауреаты Нобелевской премии 1991 г. по физике. П.-Ж. де Жен // *Природа*. 1992. № 1. С. 93–96.

## Основные даты жизни и деятельности П.-Ж. де Жена

- 1932** — родился 24 октября в Париже.
- 1940–1944** — жил с матерью и получал домашнее образование в регионе французских Альп (в частности, в г. Барселоннета).
- 1944–1951** — учился в парижских лицеях Клода Бернара и Сен-Луи.
- 1951–1955** — студент парижской Высшей нормальной школы.
- 1954** — женился 2 июня на Анн-Мари Руэ.
- 1955–1957** — аспирант Центра ядерных исследований в Сакле.
- 1957** — в декабре защитил диссертацию на степень доктора философии по исследованию магнитного рассеяния нейтронов.
- 1957–1961** — продолжал работать в должности инженера-исследователя в Центре Сакле; занимался магнетизмом и перколяцией.
- 1959** — постдокторская стажировка в Калифорнийском университете (г. Беркли, США).
- 1959–1960** — служба в армии.
- 1961–1971** — доцент, а затем профессор Университета Орсе; организовал исследовательские группы по сверхпроводимости и жидким кристаллам.
- 1971–2002** — профессор Коллежа де Франс; организовал экспериментальную лабораторию по исследованию «мягкой материи»; работы по физике полимеров, адгезии, смачиванию.
- 1972** — начало отношений с Франсуазой Брошар-Вьяр.
- 1976** — супруга де Жена, Анни, открыла в их доме в г. Орсе ресторан «Неприрученная кровяная колбаса».
- 1976–2003** — директор Высшей школы промышленной физики и химии города Парижа.
- 1979** — избран членом Французской академии наук.
- 1989** — Кавалер ордена Почетного легиона, офицер того же ордена (с 1992 г.)
- 1991** — в ноябре присуждена Нобелевская премия по физике.
- 1991–2003** — популяризация науки, общественная деятельность, работы по физике сыпучих веществ.
- 2003–2007** — сотрудник Института Кюри; занятия биофизикой; борьба с болезнью.
- 2007** — скончался 18 мая в своем доме в г. Орсе, похоронен на кладбище Монруж в Париже.

## Указатель имен

- Абрагам Анатолий (Abragam Anatole) 23, 27–30, 42, 45, 47, 93, 97  
Абрикосов Алексей Алексеевич 58, 60, 78  
Айре Шарль (Ailleret Charles) 52  
Александр Шломо (Alexander Shlomo) 121, 122, 144  
Аллегр Клод (Allègre Claude) 150, 155, 156, 182  
Альбахо Тарек (Albaho Tareq) 160, 161  
Амбегаокар Винеи (Ambegaokar Vinay) 180  
Андерсон Филип (Anderson Philip) 40  
Андреев Александр Фёдорович 59, 171  
Ансель Луи (Ancel Louis) 49  
Арадянь Аход (Aradian Achod) 135  
Арон Раймон (Aron Raymond) 93  
д'Арк Жанна (d'Arc Jeanne) 14  
  
Бадоз Жак (Badoz Jacques) 105, 154  
Балибар Себастьян (Balibar Sébastien) 171  
Балладюр Эдуар (Balladur Édouard) 150, 175  
Бардин Джон (Bardeen John) 47, 58  
Барра Жан-Пьер (Barrat Jean-Pierre) 26  
Бартолино Роберто (Bartolino Roberto) 186, 187  
Башляр Гастон (Bachelard Gaston) 164  
Беднорц Георг (Bednorz Georg) 108  
Берже Пьер (Bergé Pierre) 143  
Бержерон Ванс (Bergeron Vance) 177  
  
Берлен Шарль (Berling Charles) 160  
Бернар Жак (Bernard Jacques) 9  
Бернулли Иоганн (Bernoulli Johann) 10  
Беспалов Борис (Bespaloff Boris) 88  
Бечхофер Джон (Bechhoefer John) 82  
Бёрнс Маттиас (Burns Matthias) 45  
Бин Чарльз (Bean Charles) 48, 168  
Блинов Лев Михайлович 186  
Бломберген Николас (Bloembergen Nicolaas) 67  
Блох Жан-Поль (Bloch Jean-Paul) 21  
Блох Клод (Bloch Claude) 28, 30  
Блох Феликс (Bloch Felix) 35, 55, 98  
Боголюбов Николай Николаевич 58, 59  
Бок Жюльен (Bok Julien) 50, 51, 109, 110  
Боннар Пьер (Bonnard Pierre) 175  
Боттичелли Сандро (Botticelli Sandro) 175  
Бозэ Эдмон (Bauer Edmond) 16, 22, 167  
Брезан Эдуар (Brézin Édouard) 188  
Бриллюэн Леон (Brilloin Léon) 95  
Бродбент Саймон (Broadbent Simon) 38–40  
Броз Тито Иосип (Broz Tito Josip) 25  
Бройль Луи де (Broglie Louis de) 20  
Броссель Жан (Brossel Jean) 67  
Брошар Виржилъ (Brochard Virgile) 91  
Брошар Доминик (Brochard Dominique) 91  
Брошар Паскаль (Brochard Pascale) 91  
Брошар-Вьяр Франсуаза (Brochard-Wyart Françoise) 71, 84, 88,

- 89, 91, 92, 119, 121, 123, 124, 135, 136, 141, 167, 175, 189
- Брюнофф Жан де (Brunhoff Jean de) 125
- Брюнофф Лоран де (Brunhoff Laurent de) 125
- Буше Франсуа (Boucher François) 145, 146
- Бурже Жан-Поль (Burger Jean-Paul) 57, 65
- Валенса Лех (Wałęsa Lech) 144, 175
- Валло-Белкасем Наджад (Vallaud-Belkacem Najat) 183
- Вейс Пьер-Эрнест (Weiss Pierre-Ernest) 41, 55
- Вернейль Огюст (Verneuil Auguste) 22
- Весье Мадлен (Veysié Madeleine) 70, 71, 73, 74, 95, 101, 125, 139, 141, 144, 161, 182
- Визель Эли (Wiesel Elie) 144
- Виктория, шведская принцесса (Victoria) 172
- Виллен Жак (Villain Jacques) 37, 38
- Вильсон Кеннет (Wilson Kenneth) 34, 144, 115, 117
- Вильямс Клодин (Williams Claudine) 73, 101
- Вирхов Рудольф (Virchow Rudolf) 68
- Вирьё Франсуаза (Virieux Françoise) 160
- Витт Брайс де (Witt Bryce de) 21
- Вуд Вольсон де (Wood Volson de) 38
- Вьяр Доминик (Wyart Dominique) 88
- Вьяр Жан (Wyart Jean) 88, 124
- Вьяр Клер (Wyart Claire) 91, 168, 176, 184
- Вьяр Матье (Wyart Matthieu) 91, 154, 175, 184, 185
- Вьяр Оливье (Wyart Olivier) 91, 185
- Вьяр Пьер (Wyart Pierre) 123, 124
- Гаворе Жан (Gavoret Jean) 50, 54
- Гедо-Будвиль Мари-Алис (Guedeau-Boudeville Marie-Alice) 95, 101
- Гелл-Ман Мюррей (Gell-Mann Murray) 84
- Генрих IV, французский король (Henri IV) 9
- Гийон Этьен (Guyon Étienne) 57, 59, 65, 71, 72, 74, 107, 144, 148, 178, 182, 187
- Гинбо Максим (Guinebault Maxime) 21, 23, 88
- Гинзбург Виталий Лазаревич 58, 77
- Гинье Андре (Guinier André) 57, 64, 95, 135
- Го Анри (Henri Gault) 90
- Голль Шарль де (Gaulle Charles de) 10, 28
- Горовиц Жюль (Horowitz Jules) 28
- Гортер Корнелис (Gorter Cornelis) 41
- Горьков Лев Петрович 58
- Гранжан Франсуа (Grandjean François) 79
- Гризон Эммануэль (Grison Emmanuel) 30
- Гросберг Александр Юльевич 123
- Грот Сильвия де (Groot Sylvia de) 99
- Грот Сибрен де (Groot Sybren de) 99
- Гудьир Чарльз (Goodyear Charles) 129
- Гурович Евгений Владимирович 187
- Гутт Робер (Goutte Robert) 50
- Далай-лама XIV 144
- Даниэль Жан (Daniel Jean) 164
- Даниэль Жан-Клод (Daniel Jean-Claude) 100
- Дволецки Майя (Dvolaitzky Maya) 95, 103
- Деваке Ален (Devaquet Alain) 111
- Дёчер Ги (Deutscher Guy) 57, 179
- Дирак Поль (Dirac Paul) 20, 139
- Джайевер Айвор (Gjaever Ivar) 48, 49
- Джером Клапка Джером (Jerome Klarka Jerome) 15
- Джозефсон Брайан (Josephson Brian) 48, 168
- Дзялошинский Игорь Ехиельевич 72
- Долле Жан (Daullé Jean) 145, 146
- Доминго Пласидо (Domingo Placido) 149
- Дюбуа-Виолетт Элизабет (Dubois-Violette Élisabeth) 71, 79, 81

- Дюран Жак (Durand Jacques) 162  
 Дюран Жорж (Durand Georges) 67,  
 69, 70–74, 76, 86, 186, 187  
 Дюрер Альбрехт (Dürer Albrecht) 175
- Жак Жан** (Jacques Jean) 95, 144  
**Жакоб Франсуа** (Jacob François) 111  
**Жакро Бернар** (Jacrot Bernard) 30,  
 31, 33  
**Жаффре Филипп** (Jaffré Philippe) 97  
**Жен (Руэ) Анн-Мари де** (Gennes  
 (Rouet) Anne-Marie de) 23–25,  
 43–46, 48, 64, 65, 74, 88–92, 106,  
 138, 141, 144, 148, 159, 174, 175,  
 178, 180, 182, 185  
**Жен Доминик де** (Gennes Dominique  
 de) 43, 98, 184  
**Жен Жан-Батист де** (Gennes Jean-  
 Baptiste de) 7, 8, 99  
**Жен Люсьен де** (Gennes Lucien de)  
 9, 18, 44  
**Жен Пикар Мари-Кристин де**  
 (Gennes Picard Marie-Christine  
 de) 43, 106, 182, 184  
**Жен Марк де** (Gennes Marc de) 91,  
 125, 149, 175, 185  
**Жен Кристьян де** (Gennes Christian  
 de) 25, 43, 184  
**Жен Робер де** (Gennes Robert de) 9,  
 11–14, 50, 87, 175  
**Жерар Шарль Фредерик** (Gerhardt  
 Charles Frédéric) 124  
**Жоани Жан-Франсуа** (Joanny Jean-  
 François) 103, 133–135, 167, 171  
**Жолио-Кюри Ирен** (Joliot-Curie  
 Irène) 56, 105, 107  
**Жолио-Кюри Фредерик** (Joliot-Curie  
 Frédéric) 51, 36, 105, 107  
**Жорж Пьер** (Georges Pierre) 143  
**Жоспен Лионель** (Jospin Lionel) 98,  
 148, 150, 155  
**Жоффрен Жак** (Joffrin Jacques) 50  
**Жуо Эдмон** (Jouhaud Edmond) 53
- Забуски Норман** (Zabusky Norman) 55  
**Зеллер Андре** (Zeller André) 53  
**Зенер Кларенс** (Zener Clarence) 47
- Ерухимович Игорь Яковлевич** 123  
**Ёшида Кеи** (Yoshida Kei) 47  
**Ёшимори Акио** (Yoshimori Akio) 37
- Ивон Жак** (Yvon Jacques) 28, 51  
**Идальго Анн** (Hidalgo Anne) 183
- Казимир Хендрик** (Casimir Hendrik)  
 61, 68, 184  
**Камю Альбер** (Camus Albert) 164  
**Кант Иммануил** (Kant Immanuel) 178  
**Каплан Томас** (Kaplan Thomas) 37  
**Каргин Валентин Алексеевич** 123  
**Карл Густав XVI**, шведский король  
 (Carl Gustaf XVI) 145  
**Кароли Кристьян** (Caroli Christiane)  
 57  
**Картье Пьер** (Cartier Pierre) 50  
**Кастен Раймон** (Castaing Raimond)  
 57  
**Кастлер Алфред** (Kastler Alfred) 20  
**Кауфман** (Kaufmant) 51  
**Кац Евгений Абрамович** 122  
**Кекуле Фридрих** (Kekulé Freidrich)  
 25  
**Келлер Патрик** (Keller Patrick) 71  
**Кере Давид** (Quéré David) 136, 141,  
 182, 183  
**Киттель Чарльз** (Kittel Charles) 45–  
 49, 178  
**Кларк Артур** (Clarke Arthur) 149  
**Клеман Морис** (Kléman Maurice) 71,  
 74  
**Коломб Жорж** (Colomb Georges) 170  
**Кон Вальтер** (Kohn Walter) 27  
**Конвей Элис** (Conway Alice) 12, 13  
**Коттро Жан** (Cottureau Jean) 8  
**Крессон Эдит** (Cresson Édith) 157  
**Крибье Даниэль** (Cribier Daniel) 30,  
 34  
**Кристина**, шведская принцесса  
 (Christina) 146, 147  
**Крускал Мартин** (Kruskal Martin) 55  
**Кубо Рёго** (Kubo Ryogo) 54  
**Купер Леон** (Cooper Leon) 47, 58, 59,  
 89, 109, 168

- Кушнер Бернар (Kouchner Bernard) 181
- Куэвас Жорж де (Cuevas Georges de) 44
- Кюри Пьер (Curie Pierre) 10, 33, 35, 37, 39, 41, 105, 106, 159, 172, 175
- Кюрьен Юбер (Hubert Curien) 143
- Лабрюйер Жан де (La Bruyère Jean de) 173
- Лаваль Жан (Laval Jean) 93, 94
- Лагерлёф Сельма (Selma Lagerlöf) 147
- Ландау Лев Давидович 25, 32, 58, 72, 75, 76, 164, 187
- Ланжевен Доминик (Langevin Dominique) 186–189
- Ланжевен Поль (Langevin Paul) 16, 105
- Ланкастр Мари-Франсуаза (Lancastre Marie-Françoise) 180
- Лапрад Альбер (Laprade Albert) 21
- Леви-Стросс Клод (Lévi-Strauss Claude) 90
- Леже Лириан (Léger Liliane) 63, 70, 95, 101, 121, 141
- Леклерк Жорж-Луи, граф де Бюффон (Leclerc Georges-Louis, Comte de Buffon) 68
- Леман Отто (Lehmann Otto) 68, 69
- Лен Жан-Мари (Lehn Jean-Marie) 100
- Леони Жан (Léoni Jean) 105, 111
- Ле Пен Жан-Мари (Le Pen Jean-Marie) 44, 150
- Лиф Мери (Leaf Mary) 10
- Лифарь Серж (Lifar Serge) 44
- Лифшиц Евгений Михайлович 25, 32
- Лифшиц Илья Михайлович 123, 171
- Луи-Филипп, французский император (Louis-Philippe) 9
- Льебер Лионель (Liébert Lionel) 71
- Людвик XIV, французский король (Louis XIV) 7–9, 99
- Мазур Барри (Mazur Barry) 74
- Мазур Петер (Mazur Peter) 99
- Майселз Кэрол (Mysels Karol) 144
- МакМиллан Уильям (McMillan William) 76, 85
- Мария (Maria) – гувернантка Робера де Жена 13, 50, 82
- Маркес Габриэль Гарсиа (Márquez Gabriel García) 144, 145
- Мартин Пол (Martin Paul) 85, 114
- Мартине Алексис (Martinet Alexis) 57, 60
- Маршалл Уолтер (Marshall Walter) 41
- Матрикон Жан (Matricon Jean) 57
- Мейер Роберт (Meyer Robert) 72, 85
- Менье Жак (Meunier Jacques) 188
- Мермин Дэвид (Mermin David) 98
- Мессиа Альбер (Messiah Albert) 28
- Мийо Кристьян (Millau Christian) 90
- Миллес Карл (Milles Carl) 145
- Миттеран Франсуа (Mitterrand François) 143, 175
- Моген Шарль (Mauguin Charles) 69, 79
- Моннри Люсьен (Monnerie Lucien) 105, 111
- Морен-Пон Анри (Morin-Pons Henri) 9
- Морен-Пон Антуанетта (Morin-Pons Antoinette) 10
- Морен-Пон, вдова (Morin-Pons, veuve) 9
- Морен-Пон Ивонна (Morin-Pons Yvonne) 9–16, 18, 19, 24, 44, 45, 49, 53, 65, 88, 90–92, 97
- Морен-Пон Мадлен (Morin-Pons Madeleine) 10
- Морен-Пон Поль (Morin-Pons Paul) 10
- Моретт-де Витт Сесиль (Morette-de Witt Cécile) 21
- Мотт Невилл (Mott Nevill) 40
- Мюллер Карл (Müller Karl) 81, 108
- Неель Луи (Néel Louis) 32, 35, 42, 143
- Нелкин Марк (Nelkin Mark) 42
- Нивель Робер (Nivelles Robert) 11
- Нобель Альфред (Nobel Alfred) 145

- Нозьер Филипп (Nozières Philippe) 21–23, 26, 27, 43, 56, 98  
 Нуаре Филипп (Noiret Philippe) 160
- Оверхаузер Альберт (Overhauser Albert) 22  
 Оккиалини Джузеппе (Occhialini Giuseppe) 16  
 Олланд Франсуа (Hollande François) 183  
 Омне Ролан (Omnès Roland) 24  
 Онзагер Ларс (Onsager Lars) 98  
 Орнштейн Леонард (Ornstein Leonard) 70
- Пайерлс Рудольф (Peierls Rudolf) 21, 55, 98  
 Пайнс Давид (Pines David) 27  
 Папулар Морис (Paroular Maurice) 71  
 Пароди Оливье (Parodi Olivier) 71  
 Пастер Луи (Pasteur Louis) 182  
 Паули Вольфганг (Pauli Wolfgang) 21, 48, 108  
 Паульсон Ева (Paulsson Eva) 144, 145  
 Пенроуз Роджер (Penrose Roger) 122  
 Перрен Жан (Perrin Jean) 16, 95  
 Перрен Франсис (Perrin Francis) 35  
 Петров Александр Георгиевич 84  
 Пинкус Филип (Pincus Philip) 46, 48, 49, 62, 88, 97, 99, 144, 171, 182  
 Пиното Клод (Pinoteau Claude) 159  
 Платэ Николай Альфредович 123  
 Помо Ив (Pomeau Yves) 134  
 Пон (Pons) 9  
 Пресс Мюррей (Press Murray) 82, 83  
 Прост Жак (Prost Jacques) 86, 107, 166, 167, 182, 186–188  
 Пьеранский Павел (Pieransky Pawel) 74, 86, 107, 187  
 Пьеранский Пётр (Pieranski Piotr) 187
- Рапини Альбер (Rapini Albert) 71  
 Рассел Джон (Russell John) 55  
 Рафаэль Эли (Raphaël Élie) 103, 170  
 Рего Клодьюс (Regaud Claudius) 20  
 Рейнитцер Фридрих (Reinitzer Friedrich) 68
- Роден Огюст (Rodin Auguste) 145  
 Рокар Ив (Rocard Yves) 20, 22, 35, 51, 56  
 Рокар Мишель (Rocard Michel) 20  
 Ронделез Франсис (Rondelez Francis) 70, 74, 95, 167  
 Роньон Пьер (Rognon Pierre) 164
- Садрон Шарль (Sadron Charles) 165  
 Салан Рауль (Salan Raoul) 53  
 Сандквист Хакон (Sandqvist Hakon) 68  
 Саркози Николая (Sarcozy Nicolas) 181, 182  
 Сарма Гобалакичена (Sarma Gobalakichena) 62  
 Сартр Жан-Поль (Sartre Jean-Paul) 178  
 Сезанн Поль (Sézanne Paul) 117  
 Сезер Эме (Sésaire Aimé) 154  
 Сен-Жам Даниэль (Saint-James Daniel) 57, 59, 60, 62, 64  
 Симон Клод (Simon Claude) 144, 145  
 Синклер Анн (Sinclair Anne) 154  
 Синьоре Жак (Signoret Jacques) 21, 24, 25  
 Склодовская-Кюри Мария (Skłodowska-Curie Maria) 20, 105, 106, 159, 172, 175  
 Слейтер Джон (Slater John) 35  
 Смолуховский Роман (Smoluchowski Roman) 31  
 Сонин Анатолий Степанович 188  
 Сонье-Сете Алис (Saunier-Séité Alice) 97  
 Сталь Николая де (Staël Nicolas de) 175, 180  
 Стржелецкий Лежек (Strzelecki Leszek) 71  
 Сула Жерар (Soula Gérard) 100
- Тибери Жан (Tibéri Jean) 150  
 Тиноко Женни Барбоза (Tinoco Jenny Barboza) 9  
 Топен Кристьян (Taupin Christiane) 95, 101, 131, 137  
 Троэдсон Ингегерд (Troedsson Ingegerd) 146  
 Тулуз Жерар (Toulouse Gérard) 74  
 Тюрель Анри (Thurel Henri)

Уидом Бенджамин (Widom Benjamin) 98

Фавар Пьер (Favard Pierre) 21, 23, 24  
Фейнман Ричард (Feynman Richard) 20, 25, 26, 84, 117, 164, 170

Фенвик Жан-Ноэль (Fenwick Jean-Noël) 159

Ферми Энрико (Fermi Enrico) 29

Фермижье Марк (Fermigier Marc) 160

Фийон Франсуа (Fillon François) 181

Фишер Майкл (Fisher Michael) 97, 98, 114, 117, 184

Фламель Николая (Flamel Nicolas) 100

Флек Джон ван (Vleck John van) 33, 34, 40, 98

Флори Пол (Flory Paul) 113, 115, 119

Форже Франсуа (Forger François) 7

Фредерикс Всеволод Константинович 79

Фридель Жак (Friedel Jacques) 27, 29, 30, 35, 36, 40, 45, 56, 57, 62, 66, 77, 94, 158

Фридель Жорж (Friedel Georges) 29, 69

Фридель Эдмон (Friedel Edmond) 29, 69

Фрэнк Питер (Franck Peter) 82, 88

Фрэнк Чарльз (Frank Charles) 74

Фуэе Огюстина /Ж. Брюно/ (Fouillée Augustine /G. Bruno/) 155

Хаммерсли Джон (Hammersley John) 38–40

Харди Уильям Бейт (Hardy William Bate) 132

Хартаманн-Бутрон Франсуаза (Hartmann-Boutron Françoise) 54

Хеле-Шоу Генри Селби (Hele-Shaw Henry Selby) 127

Хельфрих Вольфганг (Helfrich Wolfgang) 73, 85

Херрманн Ханс (Herrmann Hans) 160

Хов Леон ван (Hove Léon van) 33, 35

Хоффман Роалд (Hoffman Roald) 98

Хохлов Алексей Ремович 123

Цветков Виктор Николаевич 75  
Цохер Ганс (Zöcher Hans) 70

Чистяков Игорь Григорьевич 67

Шалль Морис (Challe Maurice) 53

Шарпак Жорж (Charpak Georges) 150, 155, 156, 159

Шарпак Серж (Charpak Serge) 155

Шателен Пьер (Chatelain Pierre) 69, 73

Шевенман Жан-Пьер (Chevenement Jean-Pierre) 112, 150, 181

Шибаев Валерий Петрович 123, 188

Ширак Бернадетт (Chirac Bernadette) 172

Ширак Жак (Chirac Jacques) 111, 112, 143, 149, 155

Шокли Уильям (Shockley William) 21

Шрёдингер Эрвин (Schrödinger Erwin) 59, 168

Шриффер Джон (Shrieffer John) 47, 49

Штаудингер Герман (Staudinger Hermann) 113

Эгрэн Пьер (Aigrain Pierre) 21–24, 27, 30, 55, 57

Эдвардс Сэмюэл (Edwards Samuel) 99, 158, 162, 172

Элен Клод (Hélène Claude) 100

Эллиотт Роджер (Elliott Roger) 41

Эньере Клоди (Haigneré Claudie) 173

Эриксон (Галула) Магда (Ericson (Galula) Magda) 31, 34

Эрпен Андре (Herpin André) 27–31, 36–38, 57

Эррот Антони (Arrott Anthony) 82–84, 147

Эсаки Лео (Рэона) (Esaki Leo (Reona)) 48

Эффер Иветта (Heffer Yvette) 151, 153, 159

Юкава Хидеки (Yukawa Hideki) 54

Юппер Изабель (Huppert Isabelle) 160

Якобсон Карл-Олоф (Jacobson Carl-Olof) 140–142

## Предметный указатель

- Адгезия 96, 103, 118, 136, 167  
Амфифильные молекулы 68, 80  
Андреевское отражение 59
- «Бабар на мягкой планете» (книга) 125, 126  
Блобы (в полимерах) 115, 116
- Вихри Абрикосова 60, 78  
Вязкие пальцы 127
- Городок науки и индустрии (Ла-Виллет) 181  
Гранулированная (сыпучая) материя 157, 162–164
- Дворец открытый 15, 181  
Дело Альбахо 160, 161  
Директор (в жидких кристаллах) 75–78  
Дисклинации 74  
Дислокации 55, 78, 169, 171, 178
- Жидкие кристаллы (мезофазы)  
– лиотропные 68  
– нематические 68  
– смектические 68  
– термотропные 68  
– холестерические 68
- Кевлар 123  
Кладбище Монруж (Париж) 13, 180, 190  
Константа Гамакера 79  
Континуальная теория упругости (мезофаз) 70, 74, 75  
Континуум 70
- Критическое магнитное поле  $H_{C3}$  (в сверхпроводниках) 60, 61, 184
- Ленгмюровские пленки 80, 81  
Линкор «Ришелье» 50, 51, 54, 109
- Магнетики  
– антиферро- 32, 33, 35–38  
– пара- 32, 33, 35–37  
– ферро- 33, 35–37
- Масштабная инвариантность (скейлинг) 113–119  
Мембраны 107, 118  
Микроэмульсии 130–132  
Мицеллы 68  
Мыльные пленки 135, 136, 138  
«Мягкая материя» («мягкие вещества») 96, 104, 107, 125, 136, 138, 139, 144, 145, 153, 155, 161, 183
- «Награда доктора Шутца» (фильм) 159, 160  
«Неприрученная кровяная колбаса» (ресторан) 90, 141, 148
- Опыт с «приклеившейся палкой» 133, 162, 163  
Орден Почетного легиона 98
- Параметр порядка 75–78, 115  
Пена 138  
Переход Фредерикса  
– в электрическом (магнитном) поле 79  
– локальный 79–81  
Перколяция 38–41, 45, 127–130  
Поверхностно-активные вещества (ПАВ) 125, 130–132, 134

- Полимеры  
– гребнеобразные 123  
– жидкокристаллические (линейные) 123
- Полиэлектролиты 118
- Поляроны 170
- Прекурсионная плёнка 132, 133
- Радиус Флори 113
- Раскрутка спиральной структуры  
– в магнетиках 72  
– в холестериках 72, 73
- Рассеяние нейтронов (в магнетиках) 32–38
- Ренормализационная (ренорм-) группа 34, 114–117, 184
- Рептация (в полимерах) 113, 114, 184
- «Рои» (в жидких кристаллах) 70
- Сверхпроводимость  
– высокотемпературная 81, 108–110, 178, 179  
– низкотемпературная 41, 47, 48, 51, 55–62, 65, 66, 71, 89
- Сверхпроводники  
– второго рода 59, 60, 78  
– первого рода 59, 78
- Сверхтекучесть твердого тела 171, 178
- Сегрегация (гранул) 163
- Силы Ван-дер-Ваальса (дисперсионные) 79, 81, 134
- Смачивание  
– гистерезис 133, 134  
– динамика 132–134, 136, 184  
– полное 134  
– угол (контактный) 132, 133  
– частичное 134
- Солитоны 55
- Спинтроника 35
- Стратификационные домены 135
- Суперскольжение 169, 170
- Уравнения Боголюбова – де Жена 59
- Уроборос 25
- Условие  $n = 0$  115–117
- Шубниковская фаза 60, 78
- Щетка (в полимерах) 119, 121
- Электрогидродинамические (ЭГД) неустойчивости (в мезофазах) 73, 74
- Энергия сцепления (в жидких кристаллах) 79–81
- Эффект Мейснера 59, 60, 78

## Оглавление

Предисловие .....	5
Глава I	
Семья. Детские и юношеские годы .....	7
Глава II	
Высшая нормальная школа .....	18
Глава III	
Центр ядерных исследований в Сакле. Работы по магнетизму и перколяции.....	27
Глава IV	
Постдокторская стажировка в Калифорнии. Служба в армии .....	45
Глава V	
Университет Орсе. Исследования сверхпроводимости.....	56
Глава VI	
Группа жидких кристаллов Орсе .....	67
Глава VII	
Профессор Коллежа де Франс.....	87
Глава VIII	
Директор Высшей школы промышленной физики и химии города Парижа.....	105
Глава IX	
Работы по физике полимеров.....	113
Глава X	
Исследование «мягкой материи».....	125
Глава XI	
Нобелевская премия по физике .....	140
Глава XII	
Популяризация науки. Общественная деятельность. Физика сыпучих веществ .....	153
Глава XIII	
Институт Кюри. Занятия биофизикой. Борьба с болезнью.....	165
Глава XIV	
Итоги .....	181
Приложение: немного личных воспоминаний .....	187
Библиография .....	192
Основные даты жизни и деятельности П.-Ж. де Жена .....	201
Указатель имен .....	202
Предметный указатель .....	208

## **Сведения об авторе**

*Андрей Анатольевич Сонин* – доктор физико-математических наук, профессор кафедры «Физика» Московского политехнического университета. Является известным специалистом в области экспериментальной физики конденсированного состояния (жидкие кристаллы, поверхностно-активные вещества, пены, полимеры, тонкие пленки, и т.д.). Занимается также преподавательской деятельностью, историей науки и литературным творчеством.

Научное издание

**Андрей Анатольевич Сонин**

**Пьер-Жиль де Жен**

**1932–2007**

*Утверждено к печати  
Редколлегией серии  
«Научно-биографическая литература»  
Российской академии наук*

Редактор *В.М. Черемных*  
Художник *В.Ю. Яковлев*  
Корректоры *А.Б. Васильев,*  
*Е.Л. Сысоева, Т.И. Шеповалова*

Подписано к печати 25.04.2019  
Формат 60 × 90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Гарнитура Newton  
Печать офсетная  
Усл.печ.л. 15,5. Уч.-изд.л. 19,0  
Тип. зак. 324

ФГУП Издательство «Наука»  
117997, Москва, Профсоюзная ул., 90

E-mail: [info@naukaran.com](mailto:info@naukaran.com)  
[naukapublishers.ru](http://naukapublishers.ru)

ФГУП Издательство «Наука»  
(Типография «Наука»)  
121099, Москва, Шубинский пер., 6

**Федеральное государственное унитарное предприятие**

**«Издательство «Наука»**

117997 г. Москва, ул. Профсоюзная, 90  
тел.: +7 (495) 276-77-35; факс: +7 (499) 724-89-24  
e-mail: secret@naukaran.com  
www.naukaran.com

**Филиалы ФГУП «Издательство «Наука»:**

**Санкт-Петербургский филиал**

199034 г. Санкт-Петербург, Менделеевская линия, 1  
тел.: +7 (812) 328-39-12; факс: +7 (812) 328-00-51  
e-mail: main@nauka.nw.ru  
www.naukaspb.com

**Новосибирский филиал**

630077 г. Новосибирск, ул. Станиславского, 25  
тел.: +7 (383) 343-35-45  
e-mail: sib-nauka@yandex.ru  
www.sibnauka.ru

**Издательская фирма «Восточная литература»**

121099 г. Москва, Шубинский пер., 6  
тел.: +7 (499) 241-02-52  
e-mail: vostok.kom@gmail.com  
www.vostlit.ru

## **АДРЕСА МАГАЗИНОВ «АКАДЕМКНИГА»**

### **«Книга-почтой»**

121099 Москва, Шубинский пер., 6  
+7 (495) 276-75-92 доб. 5037  
e-mail: ak-info@naukaran.com  
www.naukaran.com

199034 Санкт-Петербург, Менделеевская линия, 1  
+7 (812) 328-38-12  
e-mail: naukaspb1@yandex.ru

### **Магазины «Академкнига»**

#### **с указанием букинистических отделов**

660049 Красноярск, ул. Сурикова, 45  
+7 (3912) 27-03-90 akademkniga@bk.ru

117312 Москва, ул. Вавилова, 55/7  
+7 (499) 124-55-00 (бук. отдел)

117997 Москва, Профсоюзная ул., 90  
+7 (495) 276-11-57, доб. 1011

119192 Москва, Мичуринский проспект, 12  
+7 (495) 932-74-79 (бук. отдел)

101000 Москва, Б. Спасоглинищевский пер., 8, стр. 4  
+7 (495) 624-72-19 (бук. отдел)

142290 Пушкино, Московской обл., МКР «В», 1  
+7 (4967) 73-38-80 (бук. отдел)

199034 Санкт-Петербург, Менделеевская линия, 1  
+7 (812) 328-38-12

191104 Санкт-Петербург, Литейный просп., 57  
+7 (812) 273-13-98 academkniga.spb@bk.ru (бук. отдел)

## НАУЧНО-БИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА

Пьер-Жиль де Жен – выдающийся французский физик-теоретик, лауреат Нобелевской премии за 1991 г. Своими работами по магнетизму, сверхпроводимости, жидким кристаллам, полимерам, перколяции, смачиванию, адгезии и др. он внес существенный вклад в развитие физики конденсированного состояния. Обладая незаурядными организаторскими способностями и лидерскими качествами, де Жен создал знаменитые группы по исследованию сверхпроводников и жидких кристаллов в Университете Орсе, долгие годы успешно работал на посту директора парижской Высшей школы инженерной физики и химии. Профессор Коллежа де Франс, он был прекрасным преподавателем, любимым студентами и младшими коллегами. Многие из написанных де Женом научных и научно-популярных книг стали хрестоматийными и неоднократно переводились на иностранные языки.

ISBN 978-5-02-039994-5



9 785020 399945



НАУКА